

Edition Tsunami

Le Manuel Du Resident

Implantodontie



Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright



ELSEVIER

ÉDITORIAL

Implantodontie

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Les revues scientifiques sont le reflet du niveau de la spécialité qui est concernée.

Le nombre des revues consacrées à l'implantologie a augmenté ces dernières années, suivant en cela le développement fulgurant de la pratique implantaire dans le monde et en France.

Des revues qui étaient exclusivement consacrées à la Parodontologie se sont ouvertes à l'implantologie, alors même que celle-ci avait été l'objet de violentes critiques précédemment.

Les congrès internationaux consacrent une grande majorité des conférences à l'implantologie chirurgicale et prothétique.

En un mot, il s'agit d'une évolution irréversible et il est impensable aujourd'hui de concevoir un plan de traitement sans inclure une option thérapeutique avec des implants, même si la prothèse classique conserve des indications spécifiques.

Dans ce contexte, les techniques implantaires ont connu une évolution fulgurante depuis les premiers travaux et publication de l'École suédoise.

Ces techniques récentes comme la mise en charge immédiate ou l'utilisation des PRP ou PRF doivent impérativement être validées par des étu-

des multicentriques sérieuses et faire l'objet de publications dans des revues à comité de lecture.

Cette étape permet ensuite de les considérer comme des techniques « conformes aux données acquises de la science médicale ».

On voit dès lors l'importance d'une publication scientifique en cas de contestation par un patient si la mise en œuvre d'une technique récente devait aboutir à un échec thérapeutique.

Le nouveau challenge d'Elsevier, éditeur d'Implantodontie, est de faire de cette revue un support de référence pour la communauté scientifique.

Les auteurs invités à s'exprimer dans ce numéro de rentrée, H. Antoun, F. Chiche, H. Martinez, P. Russe, G. Scortecci et S. Ihde bénéficient d'une grande notoriété et leur signature s'inscrit dans cette optique d'excellence.

Le comité de lecture, complètement renouvelé, aura pour mission de faire d'Implantodontie une revue de référence.

P. Missika

12, rue des Pyramides, 75001 Paris, France

Adresse e-mail : missika@ccr.jussieu.fr

(P. Missika).

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

NOTES TECHNIQUES

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Les ostéotomes de Summers : une alternative au volet latéral pour les soulevés de sinus ?

H. Antoun ^{a,*}, H. El-Zoghbi, P. Cherfane, P. Missika ^{a,b}

^a Unité d'implantologie, service d'odontologie, Garancière-Hôtel-Dieu, faculté de chirurgie dentaire, université Paris-VII-Denis-Diderot, France

^b 12, rue des Pyramides, 75001 Paris, France

MOTS CLÉS

Ostéotomes de Summers ; Soulevés de sinus ; Implants ; Augmentation osseuse

Résumé La mise en place d'implants au maxillaire postérieur est confrontée à un manque de volume osseux ainsi qu'à une faible densité osseuse. Différentes approches plus ou moins invasives ont été décrites afin de compenser ces facteurs de risque. L'augmentation osseuse sous-sinusienne par la technique de Summers permettrait non seulement une augmentation osseuse dans le sens de la hauteur mais aussi une amélioration de sa densité. La description de la technique sera suivie par une analyse de cette approche avec ses avantages, inconvénients et perspectives.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

La mise en place d'implants au maxillaire présente, comparée à la mandibule, un certain nombre d'obstacles. Au maxillaire, l'os est généralement de type III ou IV avec des taux de succès implantaires considérés, encore depuis peu, moins importants qu'à la mandibule [3,12]. Par ailleurs, la possibilité de forer d'une manière précise s'avère difficile dans un tissu osseux peu dense. De plus, la résorption osseuse et la pneumatisation des sinus limitent le nombre de sites exploitables par des techniques classiques de mise en place d'implants (Fig. 1). Des techniques chirurgicales telles que les greffes de sinus et les greffes en *onlays* sont alors proposées afin de compenser ces défauts anatomiques [2,5,6,7,14,19,23]. Les résultats obtenus avec les comblements de sinus par voie latérale, semblent donner des taux de succès similaires à ceux obtenus au niveau de sites non greffés. L'abord du sinus par voie latérale, considérée encore comme une intervention relativement lourde, Summers a voulu la faciliter par l'utilisation des ostéotomes [20,21].

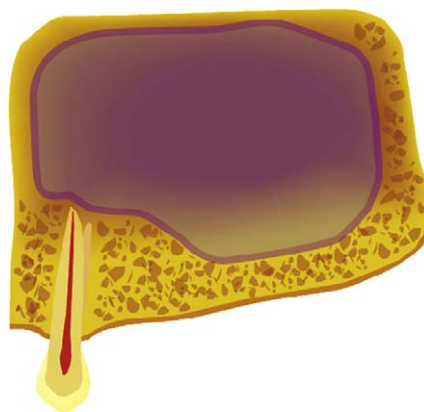


Figure 1 Après extraction, la hauteur osseuse sous-sinusienne se réduit par résorption crestale et pneumatisation du sinus.

Les ostéotomes (Fig. 2) permettent la mise en place immédiate d'implants sous-sinusiens au niveau de crêtes ayant une hauteur osseuse de 5 mm minimum. Cette technique est considérée plus simple et moins lourde pour le patient par rapport à une approche par un volet vestibulaire et une dissection de la paroi sinusienne. Le compactage de l'os collecté sur les parois de l'ostéotomie, auquel on peut rajouter des matériaux de substitution osseuse ou de l'os autogène, permet de soulever la

* Auteur correspondant. 11bis, avenue Mac-Mahon, 75017 Paris, France.

Adresse e-mail : hantoun@noos.fr (H. Antoun).



Figure 2 Une série d'ostéotomes à bout concave et à diamètre croissant graduée à partir de 4 mm et de 2 en 2 mm (Stoma, France).

muqueuse du sinus. Le peu d'études cliniques publiées à ce propos montrent des résultats encourageants [9,10,13,18].

Description de la technique (Figs. 3 à 9)

L'édentement peut être unitaire ou plural au niveau des secteurs maxillaires postérieurs. La hauteur osseuse sous-sinusienne doit être comprise entre 5 et 8 mm et l'augmentation de sinus est accompagnée d'une mise en place d'implants. L'évaluation quantitative de la hauteur osseuse disponible peut se faire à l'aide d'une radio panoramique pré-opératoire et/ou un cliché rétro-

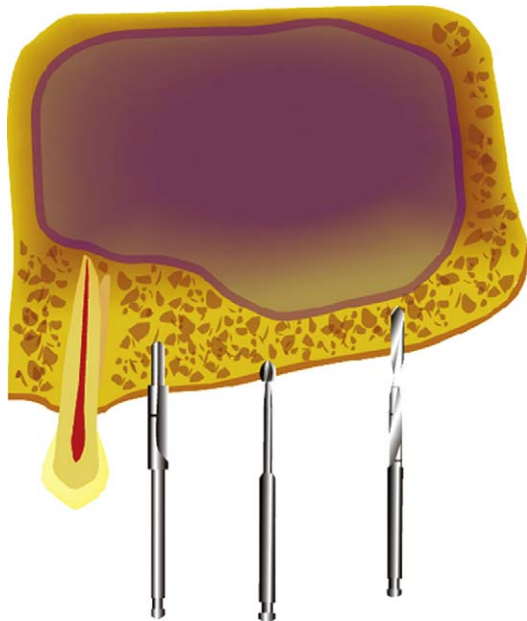


Figure 3 Le site implantaire peut être préparé, avant d'utiliser les ostéotomes, par une fraise boule et un foret de 2 mm tout en restant en deçà du sinus.

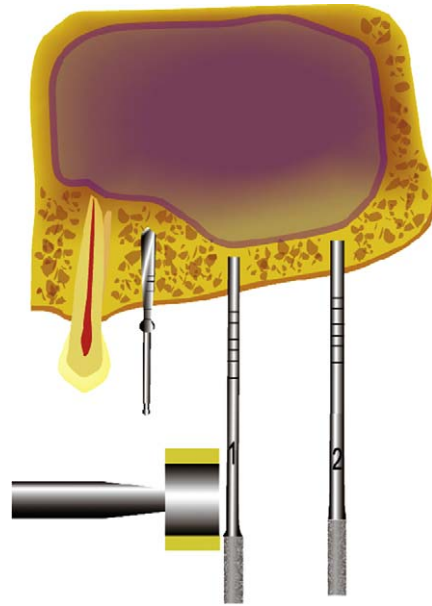


Figure 4 Le premier ostéotome est introduit à l'aide du maillet sans jamais aller au-delà du sinus.

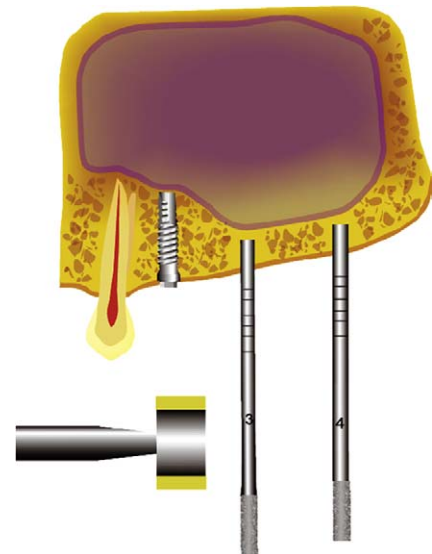
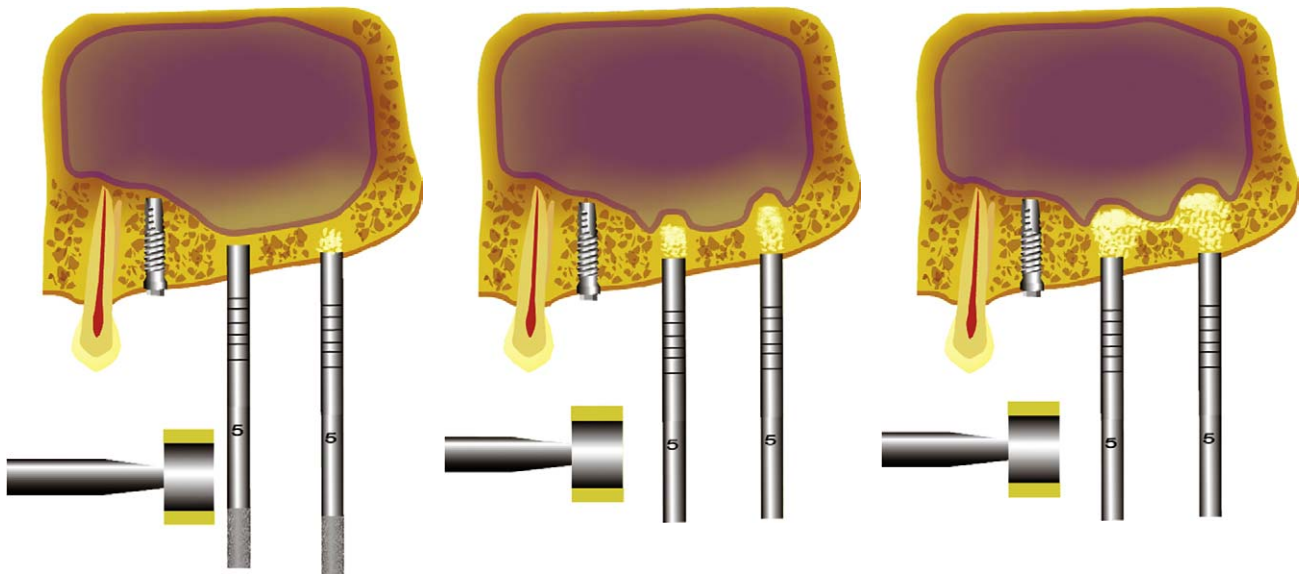


Figure 5 Le 2^e et si nécessaire les 3^e ou 4^e ostéotomes sont utilisés de la même manière de façon à atteindre le diamètre final désiré en fonction du diamètre de l'implant à poser.

alvéolaire long cône orthocentré par des angulateurs et/ou un scanner.

L'augmentation à l'aide d'ostéotomes à bout concave se fait selon la technique de Summers modifiée [18]. Cette technique modifiée consiste à élargir graduellement le site implantaire à l'aide des ostéotomes sans pénétrer à aucun moment dans le sinus. Une fois le diamètre final établi, une greffe sera rajoutée dans le site et à l'aide du dernier ostéotome utilisé, une fracture du plancher sinusien sera réalisée en restant à tout moment à distance du sinus. Des apports successifs de cette



Figures 6 à 8 Une fois le dernier ostéotome utilisé, des apports successifs de biomatériau vont permettre de fracturer le plancher sinusien et de soulever la muqueuse sinusienne.

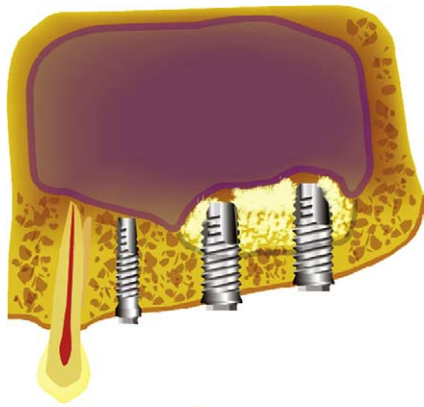


Figure 9 La pose des implants peut être réalisée tout en soulevant de la même manière la muqueuse du sinus.



Figure 11 Le cliché rétro-alvéolaire montre une hauteur osseuse sous-sinusienne comprise entre 5 et 8 mm.



Figure 10 Édentement maxillaire unitaire nécessitant une reconstitution implanto-portée.

greffe permettront de soulever la muqueuse sinusienne. Le matériau de comblement peut être de l'os autogène (Figs. 10 à 15) ou un matériau de substitution osseuse (Figs. 16 à 21).



Figure 12 Après ostéotomie, mise en place d'un implant Brånemark de large diamètre et qui ne sera pas enfoui. De l'os autogène prélevé à la tubérosité a été utilisé pour ce patient.



Figure 13 À six mois, contrôle de l'intégration de l'implant et connexion d'un pilier CeraOne serré à 45 Ncm.



Figure 14 Réalisation d'une couronne céramo-métallique scellée (Dr Hervé UZAN).

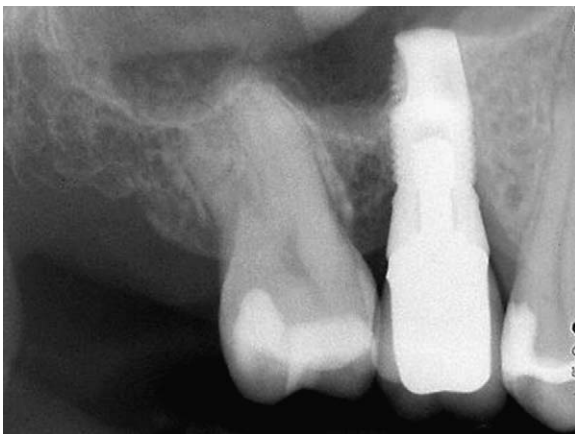


Figure 15 Contrôle radiographique à cinq ans montrant la stabilité du résultat avec une perte osseuse marginale ne dépassant pas la première spire.

Discussion

La littérature abonde de conseils à propos de l'approche maxillaire afin de réduire les risques potentiels d'échecs. Les implants courts sont évités, les extensions sont moins longues et les réhabilitations complètes fixes s'arrêtent souvent aux prémolaires

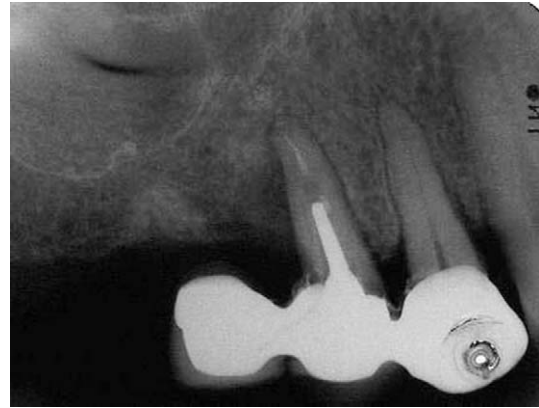


Figure 16 Rétro-alvéolaire montrant une lésion parodontale en distale de la 15 fracturée.



Figure 17 Panoramic de contrôle après dépose du bridge et extraction de la 15. Noter la faible hauteur osseuse sous le sinus au niveau de 16 et 17.

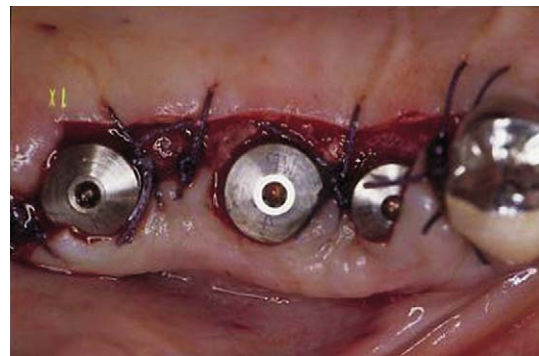


Figure 18 Mise en place de trois implants Branemark TiUnit après forage et passage des ostéotomes. Ces implants sont placés en un seul temps chirurgical au niveau de 15, 16 et 17.

[1,8]. La préparation d'un site implantaire à l'aide d'ostéotomes maintient le volume osseux au lieu de l'éliminer comme c'est le cas avec les forets traditionnels. Le but de cette technique est de récupérer tout le tissu osseux disponible en le condensant et en préparant le site implantaire d'une façon précise et atraumatique. De plus, son compactage



Figure 19 Radiographie postopératoire de contrôle montrant le BioOss utilisé lors de l'ostéotomie et dépassant les limites du plancher sinusien.

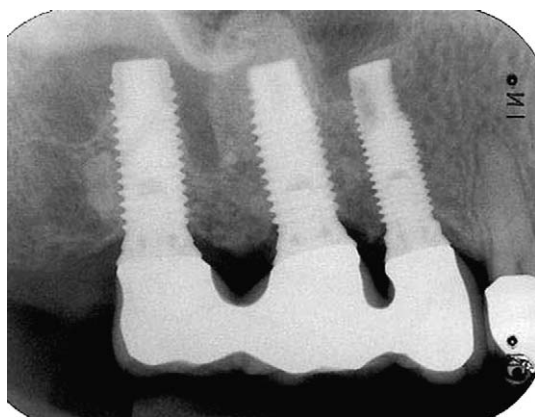


Figure 20 Contrôle radio à quatre mois et connexion de piliers MUA (Multi Unit Abutment) en vue d'une prothèse vissée. Noter le dôme correspondant à l'augmentation osseuse en regard des implants 16 et 17.

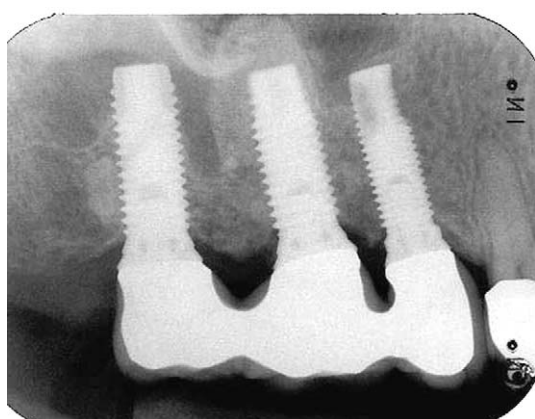


Figure 21 Après pose de la prothèse, la radio de contrôle montre une stabilité de l'os marginal ainsi que de l'os intra-sinusien.

permet d'améliorer la qualité osseuse, ce qui devrait augmenter la stabilité primaire des implants.

Une étude animale sur le lapin montre que la préparation du site implantaire par des ostéotomes

améliore, au moins au cours des premières phases de cicatrisation, la qualité du contact os-implant par rapport à la technique de forage conventionnelle [15]. En fait, la compression de l'os trabéculaire fait déplacer les espaces médullaires sans trop perturber la vascularisation et les ostéocytes, ce qui expliquerait l'accélération de la cicatrisation osseuse autour des implants placés au niveau de sites préparés à l'aide d'ostéotomes comparativement aux implants placés dans des sites préparés d'une manière conventionnelle. Ces données qui restent à être prouvées chez l'humain, associées à l'utilisation d'implants à surface rugueuse ou poreuse devraient permettre de raccourcir d'une manière significative les délais de cicatrisation.

Un des facteurs de risque en implantologie est l'échauffement lors de la préparation du site qui peut compromettre l'ostéo-intégration. Au cours de cette procédure il ne semble pas qu'un échauffement soit généré par les ostéotomes [11] et donc les meilleures chances sont données à l'ostéo-intégration.

Un des avantages de cette technique est non seulement la possibilité de soulever la muqueuse sinusienne, mais elle permet aussi par ces mêmes ostéotomes de réaliser une expansion de la crête tout en réduisant le temps et le coût d'intervention.

Par cette technique, il n'y a aucune dissection de la membrane qui se fait comme c'est le cas avec l'abord vestibulaire, seuls les ostéotomes par voie crestale sont utilisés. Par ailleurs, elle présente plusieurs inconvénients comparativement à l'approche latérale :

- elle se fait à l'aveugle et aucun contrôle ne peut se faire au niveau du décollement de la muqueuse sinusienne ;
- s'il y a perforation de la muqueuse sinusienne, l'accès ne permet pas le rattrapage de cette complication [16,17] ;
- il n'est pas possible de compacter le matériau de substitution osseuse ou l'os autogène ;
- les coups de maillet, en présence d'une corticale épaisse, peuvent être assez traumatisants pour le patient qui peut en garder un mauvais souvenir ;
- peu d'études sont disponibles sur cette technique qui a moins de recul que l'approche par voie latérale du sinus.

Dans l'étude multicentrique de Rosen [18] différents types de matériaux sont utilisés lors de l'ostéotomie. Cent soixante quatorze implants sont analysés sur une période de six à 66 mois. Il obtient un taux de survie de plus de 96 % quand la hauteur osseuse résiduelle était d'au moins 5 mm. Ce taux chute à 85,7 % quand la hauteur est de 4 mm ou moins.

Initialement Summers [22] avait déjà proposé, quand la hauteur osseuse était réduite, une technique en deux temps à l'aide des ostéotomes (FSD : *Futur Site Development*). Ce procédé permet, toujours par voie crestale et à l'aide d'ostéotomes, d'augmenter la hauteur osseuse en un premier temps. Dans un second temps et après maturation de la greffe osseuse, les implants sont placés.

Fugazzotto [10] trouve un taux de succès de 100 % avec 77 implants placés dans des sites avec au départ moins de 2 mm de hauteur osseuse sous-sinusienne et augmentés par FSD. Toffler [24] obtient aussi 100 % de succès sur 57 implants placés dans des sites augmentés par FSD.

Cette approche crestale pour l'augmentation sinusienne préalablement à la pose des implants paraît, a priori, séduisante. Cependant, elle semble plus délicate à réaliser que la technique en un temps à cause de la faible hauteur sous-sinusienne. De plus, elle nécessite plus d'études avec un recul plus important afin de la considérer comme une technique de routine. Elle pourrait trouver son indication quand il s'agit d'augmenter par exemple une hauteur osseuse sous-sinusienne pour remplacer une seule dent, l'abord latéral pouvant être considéré comme trop invasif pour un site unitaire.

À propos du choix du biomatériau, nous considérons actuellement que l'hydroxyapatite d'origine bovine notamment le Bio-Oss® (*Geistlich Pharmaceutical, Wollhausen, Switzerland*) est le matériau de choix pour ce type d'intervention. Il permet d'éviter un 2^e site chirurgical au patient et les résultats publiés avec ce matériau tant au niveau expérimental, histologique que clinique prouvent d'une part son innocuité et d'autre part son efficacité [4,25,26].

Conclusion

Finalement, l'augmentation sinusienne à l'aide d'ostéotomes au niveau d'un site de petite à moyenne étendue et en présence d'une hauteur osseuse sous-sinusienne comprise entre 5 et 8 mm, paraît comme une technique reproductible. Une courbe d'apprentissage semble nécessaire vu son aspect sensible mais les résultats, à moyen terme, que présente la littérature semblent identiques à ce que nous obtenons en l'absence d'augmentation osseuse.

Le soulevé de sinus (FSD) en deux temps chirurgicaux à l'aide d'ostéotomes, en présence de moins de 5 mm de hauteur osseuse sous-sinusienne, est moins pratiqué pour l'instant au profit de la technique par abord latéral. Elle semble encore plus délicate comme technique par rapport à celle en

seul temps chirurgical au vu de la faible hauteur osseuse et donc du risque de perforation de la muqueuse sinusienne.

Ces deux procédés nécessitent encore plus d'études et plus de recul afin de les considérer comme équivalentes aux techniques plus classiques d'augmentation osseuse ou de mise en place d'implants sans apport osseux.

Références

- [1] Adell R, Lekholm U, Rockler B, et al. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
- [2] Antoun H, Misch CE, Dietsch F, Feghali M. Augmentation de crête par greffe osseuse prélevée à la symphyse mentonnière. *Parodontol Implant Oral* 1995;14:401-10.
- [3] Bahat O. Osteointegrated implants in the maxillary tuberosity: report on 45 consecutive patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:459-67.
- [4] Berglundh T, Lindhe J. Healing around implants placed in bone defects treated with bio-oss. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:117-24.
- [5] Block MS, Kent JN. Maxillary sinus grafting for totally and partially edentulous patients. *J Am Dent Assoc* 1993;124:139-43.
- [6] Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613-6.
- [7] Desjardins RP. Prosthesis design for osseointegrated implants in the edentulous maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:311-20.
- [8] Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures of 4641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:142-6.
- [9] Fugazzotto PA. Long term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:52-8.
- [10] Fugazzotto PA. Immediate implant placement following a modified trephine/osteotome approach: success rate of 116 implants to four years in function. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:113-20.
- [11] Hahn J. Clinical use of osteotomes. *J oral implantology* 1999;25:23-9.
- [12] Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Brånemark fixture in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;62:2-4.
- [13] Komarnyckij O, London R. Osteotome single-stage dental implant placement with and without sinus elevation: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:799-804.
- [14] Misch CE. Maxillary sinus augmentation for endosteal implants. Organized alternative treatment plans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;4:49-58.
- [15] Nkenke E, Kloss F, Wilftang J, Schulte-Mosgau S, Radespiel-Tröger M, Loos K, Neukam FW. Histomorphometric and fluorescence microscopic analysis of bone remodeling after installation of implants using an osteotome technique. *Clin Oral Impl Res* 2002;13:595-602.
- [16] Nkenke E, Schlegel A, Schulte-Mosgau S, Neukam F, Wilftang J. The endoscopically controlled osteotomes sinus floor elevation: a preliminary prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:557-66.

- [17] Reiser G, Rabinovitz Z, Bruno J, Damoulis P, Griffin T. Evaluation of maxillary sinus membrane response following elevation with the crestal osteotome technique in human cadavers. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:833-44.
- [18] Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanahan RH, Marks MH, Fugazotto PA. The bone-added osteotomes sinus floor elevation technique: Multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:853-8.
- [19] Smiler DG, Johnson PW, Lozada JL. Sinus lifts grafts and endosseous implants. *Dent Clin North Am* 1992;36:151-86.
- [20] Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: The Osteotome technique. *Compend Contin Educ Dent* 1994;2:152-60.
- [21] Summers RB. The osteotome technique: Part 3 - Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compend Contin Educ Dent* 1994;6:698-708.
- [22] Summers RB. The osteotome technique: Part 4 - Future Site Development. *Compend Contin Educ Dent* 1995;16:1090-9.
- [23] Tatum Jr OH. Lecture presented to Alabama implant study group. 1977.
- [24] Toffler M. Staged sinus augmentation using a crestal core elevation procedure and modified osteotomes to minimize membrane perforation. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002;14:767-74.
- [25] Valentini P, Abensur D, Wenz B, Peetz M, Schenk R. Sinus grafting with porous bone mineral (Bio-oss) for implant placement: A 5-year study on 15 patients. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:245-53.
- [26] Yildirim M, Spiekermann H, Handt S, Edelhoff D. Maxillary sinus augmentation with the xenograft Bio-oss and autogenous intraoral bone for qualitative improvement of the implant site: a histologic and histomorphometric study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:23-33.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Choix raisonné de la chronologie thérapeutique en implantologie

H. Martinez ^{a,*}, M. Davarpanah ^b

^a Service d'odontologie de l'Hôtel-Dieu, unité d'implantologie, université de Paris-VII-Denis-Diderot, France

^b Département de parodontologie, institut de stomatologie et de chirurgie maxillofaciale, hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris-VI, France

La stabilité dans le temps des prothèses sur implants ostéo-intégrés est largement documentée. La majorité des études multicentriques publiées dans les années 1980 et début des années 1990 ont évalué les implants du système Branemark avec un protocole conventionnel [1]. Un protocole en un temps chirurgical est également développé par une équipe suisse présentant également des bons résultats [2,3]. Différents groupes de travail scientifique et clinique proposent des nouveaux protocoles dans les années 1990. Leur but est de réduire le temps thérapeutique global en implantologie orale tout en préservant un taux de succès important. Il est important de comprendre cette évolution chronologique du traitement implantaire et les diverses indications [4]. L'efficacité thérapeutique dépend du choix approprié du protocole selon les caractéristiques d'une situation clinique donnée. Dans le présent article, les différents protocoles sont présentés et les critères de choix sont analysés.

Protocoles développés dans les années 1960 et 1970

Le protocole en deux temps chirurgicaux développé par Branemark et al., imposait un temps global de traitement d'environ huit à dix mois pour une majorité des cas (Schéma 1). Le premier temps chirurgical consiste à mettre en place l'implant enfoui dans l'os et de le recouvrir complètement par la mu-

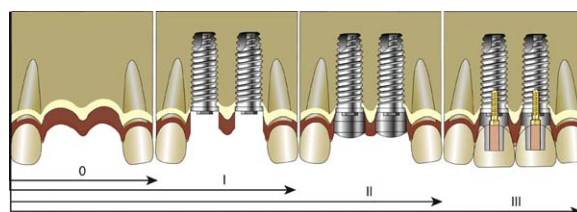


Schéma 1 Protocole en deux temps chirurgicaux : 0- site édenté, I- Premier temps chirurgical : mise en place des implants, II- Deuxième temps chirurgical : mise en place des vis de cicatrisation muqueuse, III- Réalisation prothétique.

queuse. Le temps de cicatrisation suggéré pour cette première phase est de trois à quatre mois à la mandibule et de six mois au maxillaire [5]. Le deuxième temps chirurgical, consiste à dégager le col de l'implant, tester l'ostéo-intégration et mettre en place une vis de cicatrisation transmuqueuse après la dépose de la vis de couverture [6]. Une période de cicatrisation de trois à quatre semaines était conseillée avant de débiter la phase prothétique. En présence d'un aménagement important des tissus mous, la période de cicatrisation peut être de huit à dix semaines (Figs. 1 à 9).

Un protocole en un seul temps opératoire est développé par Schröder dans les années 1970. Les principes de ce concept étaient : l'utilisation des implants en titane avec un état de surface rugueux obtenu par projection d'un plasma de titane (TPS) et un protocole chirurgical en un seul temps chirurgical avec des « implants non enfouis » [7]. Plusieurs études ont rapporté des taux de succès très satisfaisants avec des implants non enfouis [2,3]. Les avantages de ce protocole sont : la réalisation d'une seule intervention ; la cicatrisation muqueuse s'effectue pendant la période d'ostéo-

* Auteur correspondant. 36, rue de Lubeck, 75116 Paris, France.

Adresse e-mail : henry.martinez@wanadoo.fr (H. Martinez).



Figure 1 Tracé d'incision crestal sur un édentement partiel intermédiaire au maxillaire lors du premier temps chirurgical.

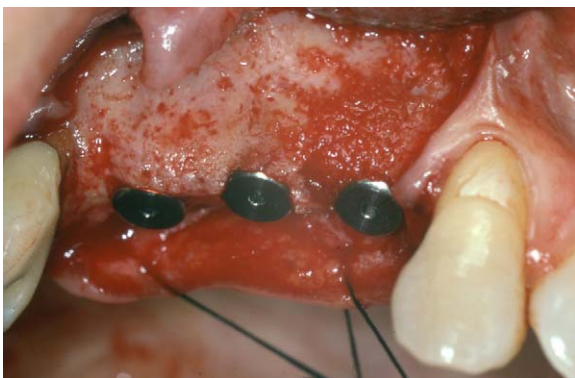


Figure 2 Vue clinique après la mise en place de trois implants (3). Noter la mise en place des vis de couverture.

intégration et la diminution du temps global du traitement implantaire. Cependant, cette proposition peut présenter une prévisualisation incertaine du résultat esthétique. En effet, après la cicatrisation des tissus mous, le col implantaire peut être visible en présence d'une récession importante.

Propositions thérapeutiques des années 1990

Ericsson et al. essaient en 1994 de regrouper les avantages des protocoles développés par les écoles suédoise (deux temps chirurgicaux) et suisse (un seul temps chirurgical) (Schéma 2) [8]. Ils préconisent la mise en place d'implants enfouis en un temps chirurgical avec la mise en place immédiate d'une vis de cicatrisation. Plusieurs études rapportent de très bons résultats avec cette proposition chirurgicale modifiée [8,9]. Cette proposition permet l'élimination du deuxième temps chirurgical pour les implants enfouis. La cicatrisation des tissus durs et mous se réalise pendant la même période. Par ailleurs, les éventuelles complications d'ordre esthétique peuvent être mieux gérées.

Des concepts récents fondés sur des études scientifiques proposent de diminuer le temps global du traitement implantaire et d'améliorer le confort postopératoire du patient. Lazzara et al., proposent en 1998, un nouveau protocole en associant l'utilisation des implants enfouis en un seul temps chirurgical et un état de surface modifié par un double mordantage acide [10]. Ces auteurs réalisent une mise en charge précoce à deux mois avec un taux de succès de 98,5 % à un an [10] (Schéma 3). Testori et al., (2002) confirment le très bon pronostic de la mise en charge à deux mois dans les secteurs postérieurs [11]. À trois ans, ces auteurs obtiennent un taux de succès de 97,5 % à la mandibule et de 98,4 % au maxillaire sur 405 implants placés dans les secteurs molaires et prémolaires chez 175 patients (Figs. 10 à 17).

Schnitman propose en 1990, un protocole de mise en charge immédiate [12]. Cet auteur préconise la mise en place immédiate de la prothèse sur trois implants des cinq à huit posés chez des patients édentés totaux à la mandibule. Ces trois implants étant répartis stratégiquement sur l'arcade et reliés par une prothèse provisoire fixée. Par la suite, d'autres équipes ont réalisé des modifications de cette première proposition pour optimiser le protocole et améliorer les résultats. Ces principes sont le résultat des études cliniques réalisées chez des patients édentés totaux au cours de la dernière décennie [12-15]. Smukler-Moncler et al. (2000), analysent l'application clinique de différents protocoles de mise en charge rapide et immédiate [16]. Pour ces auteurs, la charge immédiate des implants n'est pas responsable d'une mauvaise cicatrisation tissulaire. La présence des micromouvements dépassant un seuil critique de tolérance (entre 50 et 150 microns), serait à l'origine de l'échec implantaire (encapsulation fibreuse). Actuellement les protocoles développés avec ce concept de mise en charge immédiate peuvent être regroupés en deux catégories : la mise en charge immédiate chez l'édenté total et la prothèse immédiate en sous-occlusion chez l'édenté unitaire ou partiel (Schéma 4).

Chez l'édenté total, les implants doivent être stratégiquement répartis sur l'arcade. Les différentes phases prothétiques (empreintes, laboratoire, essayages et mise en place), sont réalisés dans la journée de travail. Chez l'édenté total, le temps global de travail peut varier de huit à 12 heures. Dans certains protocoles, la prothèse provisoire est mise en place deux à cinq jours après la mise en place des implants (Figs. 18 à 26).

Chez l'édenté unitaire ou partiel, le temps global de travail est variable de deux à cinq heures pour la mise en place des implants, l'adaptation du pilier

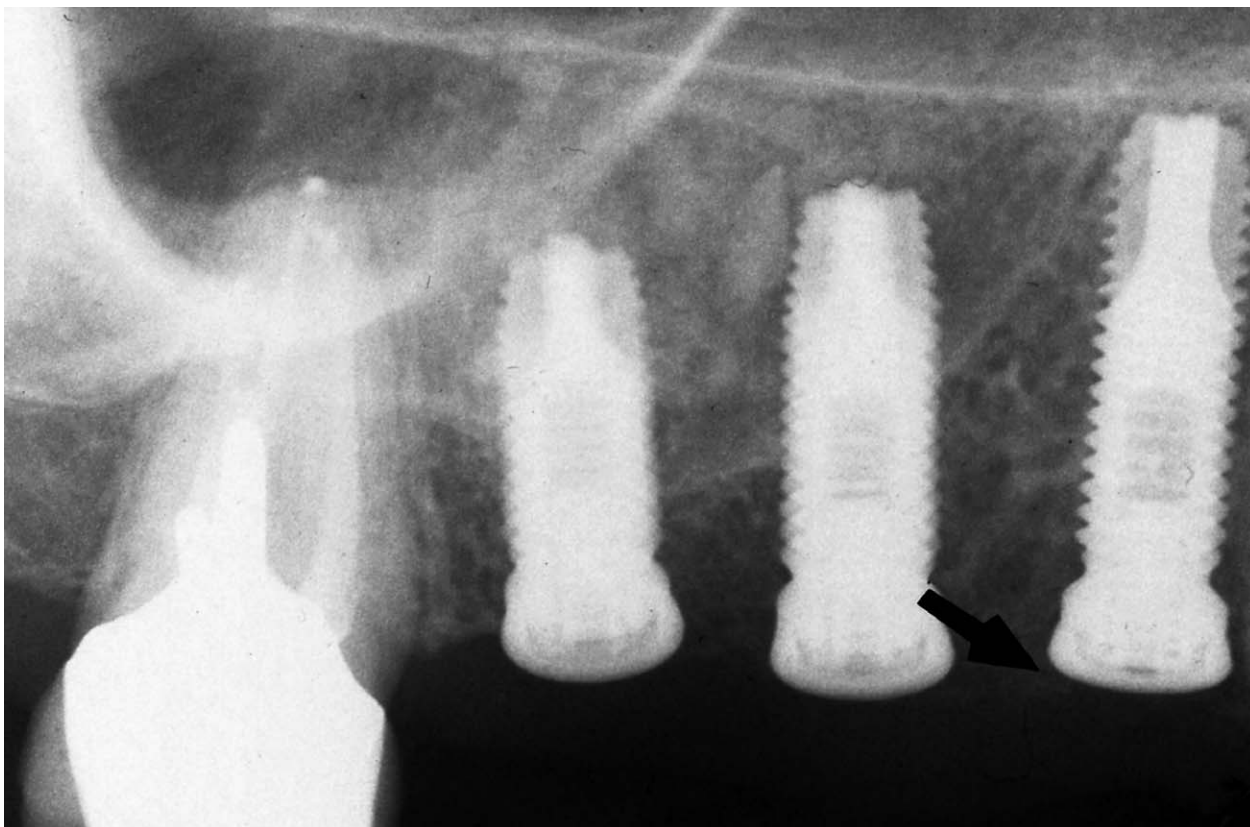


Figure. 3 Contrôle radiographique pendant la période de cicatrisation osseuse.

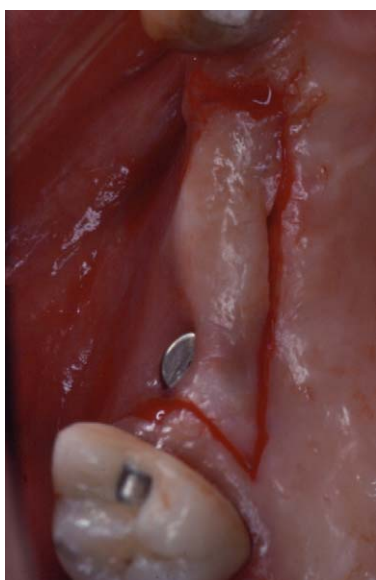


Figure 4 Vue occlusale lors du deuxième temps chirurgical. Tracé d'incision déporté en palatin pour décaler le tissu kératinisé vers le vestibule.

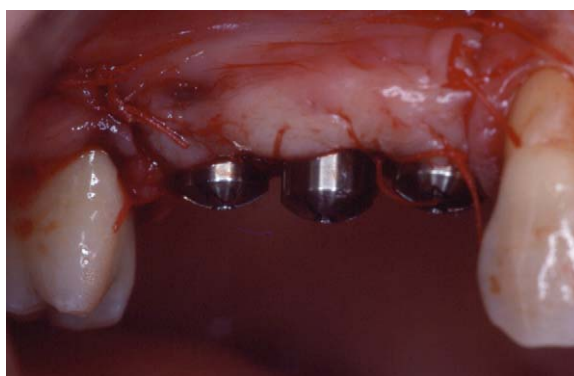


Figure. 5 Mise en place des vis de cicatrisation et adaptation de la muqueuse kératinisée autour des vis.

et le façonnage et scellement provisoire de la prothèse transitoire en sous-occlusion. Des études cliniques appliquant ce protocole présentent des résultats très intéressants [17-20].

En 1999, Branemark et al., présentent un protocole permettant la réalisation du traitement (chirurgie et prothèse) le même jour chez l'édenté complet à la mandibule [21]. Les auteurs présentent un taux de succès de 98 % à un an (contrôle clinique et radiographique) chez 42 patients. Ce protocole impose l'utilisation des composants chirurgicaux et prothétiques préfabriqués. Le sommet de la crête résiduelle est aplati pour élargir l'espace vestibule-lingual. Un guide standardisé est placé sur la crête osseuse permettant la préparation précise et la mise en place de trois implants

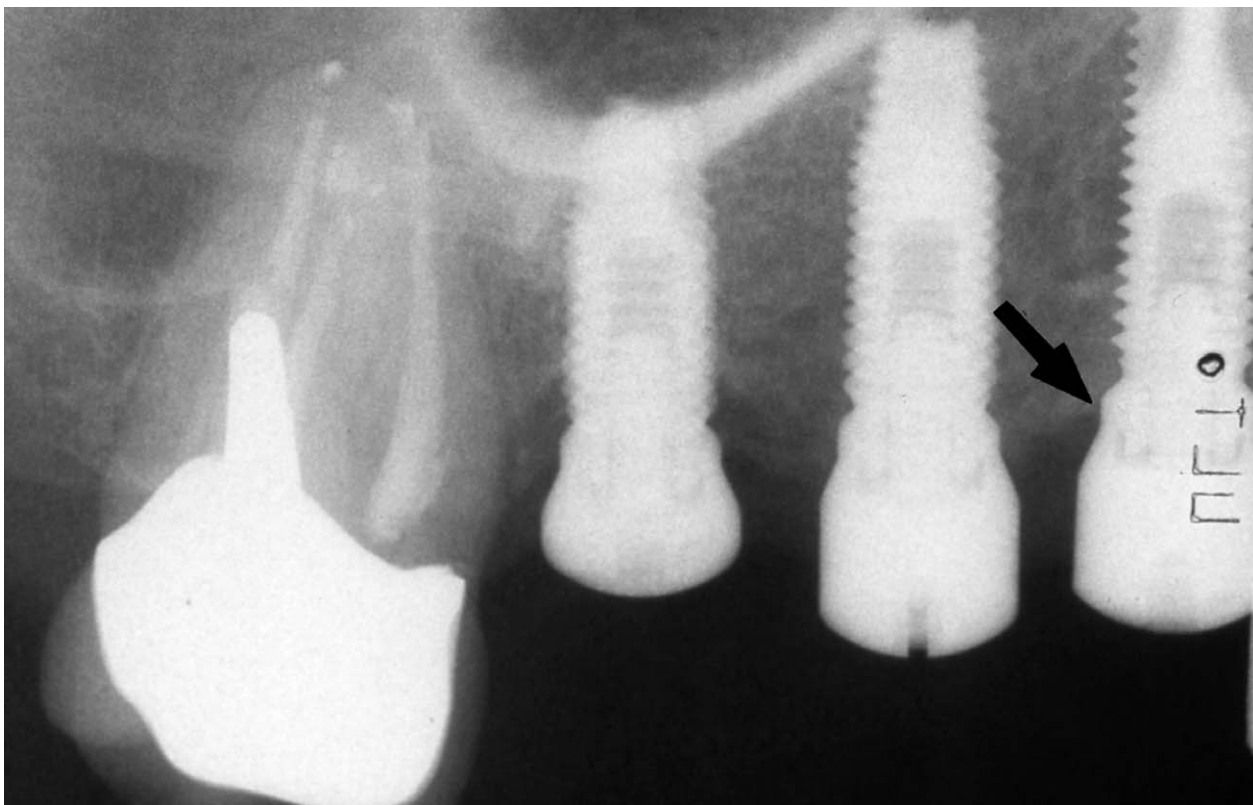


Figure 6 Radiographie rétro-alvéolaire de contrôle.



Figure 7 Vue occlusale après trois mois de cicatrisation des tissus mous.



Figure 8 Réalisation prothétique finale (Dr P. Raygot).

larges de 5 mm dans la région symphysaire. Une barre inférieure en titane, fixée par de vis en titane permet de connecter les trois implants. Une deuxième barre (supérieure), est transvissée provisoirement à la première pour prendre un index d'occlusion. La prothèse définitive en résine acrylique est réalisée au laboratoire. Ensuite, la prothèse

est mise en bouche à l'aide de quatre vis avec un serrage contrôlé. Une alimentation liquide ou semi-liquide est recommandée aux patients pendant la première semaine.

À l'heure actuelle, il existe cinq protocoles implantaires selon le temps global du traitement (Tableau 1).

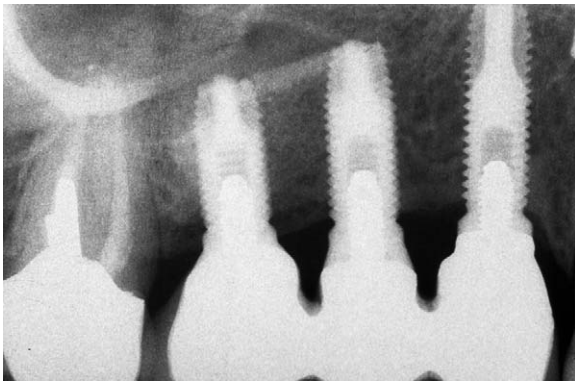


Figure 9 Radiographie de contrôle à trois ans.

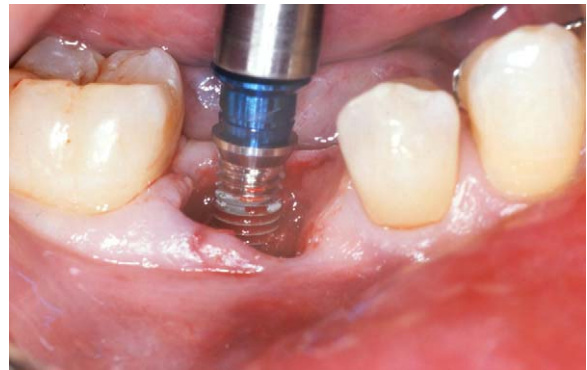


Figure 10 Mise en place d'un implant 3I après extraction d'une dent 85 mobiles.

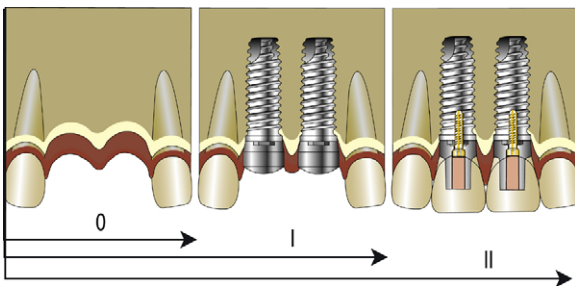


Schéma 2 Protocole en un temps chirurgical : 0- site édenté, I- Mise en place des implants (surface lisse) et des vis de cicatrisation (temps de cicatrisation conventionnel), II- Réalisation prothétique.



Figure 11 Protocole en un temps chirurgical. Une vis de cicatrisation avec un évasement à 7,5 mm est mise en place.

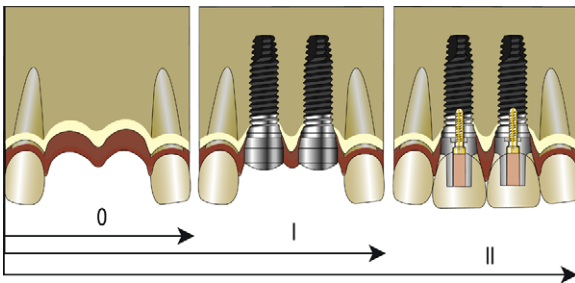


Schéma 3 Protocole rapide : 0- site édenté, I- Mise en place des implants (surface rugueuse) et des vis de cicatrisation (temps de cicatrisation tissulaire d'environ 2 mois), II- Réalisation prothétique.

Critères de choix de la chronologie thérapeutique

Pour réaliser le choix chronologique du traitement implantaire différents paramètres doivent être analysés.

Aspect psychologique

Les réactions psychologiques chez le patient édenté ont commencé à être analysées dans les années 1960. L'acceptation d'une prothèse amovible passe par la difficile phase psychologique d'assumer l'édentement. Les pertes dentaires sont très souvent synonyme de vieillissement avec des



Figure 12 Vue occlusale après la mise en place de la vis de cicatrisation.

conséquences psychologiques difficiles pour certains individus. Les implants dentaires offrent à partir des années 1980 une solution psychologique idéale pour le traitement des différents types d'édentements. Cette thérapeutique propose un moyen d'ancrage fixe pour la réalisation de prothèse



Figure 13 Un point de suture permet d'optimiser l'adaptation des tissus mous autour de la vis de cicatrisation.



Figure 16 Vue latérale de la couronne définitive. La morphologie est adaptée au site édenté (Dr. H. Galesi ; Laboratoire D. Lhuintre).

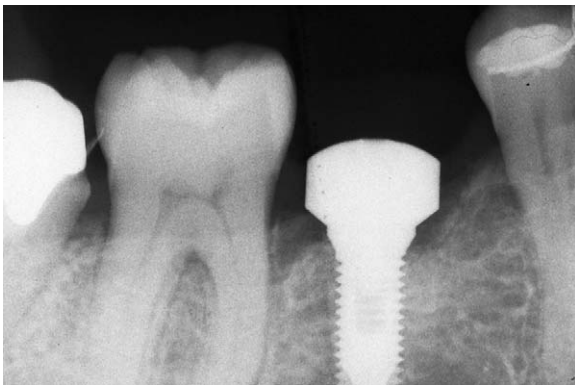


Figure 14 Contrôle radiographique après le seul stade chirurgical.



Figure 17 Contrôle radiographique à six mois.



Figure 15 Contrôle clinique après 11 semaines de cicatrisation tissulaire.

ses définitives. Les temps de cicatrisation osseuse, de quatre à six mois, puis d'un à deux mois de cicatrisation muqueuse sont favorablement acceptés par le patient. Ce protocole conventionnel impose une période transitoire avec le port d'une

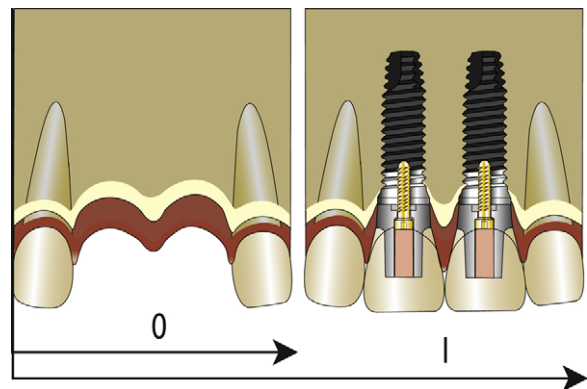


Schéma 4 Protocole immédiat : 0- site édenté, I- Mise en place des implants (surface rugueuse) et de la couronne prothétique provisoire en sous-occlusion.

prothèse amovible à partir de la quatrième semaine postimplantaire. Le port de cet appareil amovible est psychologiquement difficile pour certains patients. Le bilan psychologique est favorable après la réalisation prothétique finale. Selon Blomerg (1985), plus de 80 % des patients éprouvent une nette amélioration psychologique grâce à la prothèse implantaire [22].

Actuellement les nouveaux protocoles de mise en charge immédiate permettent de mieux gérer



Figure 18 Patiente présentant une parodontite terminale. Noter la perte de la dimension verticale.



Figure 19 Image radiographique mettant en évidence la perte osseuse.



Figure 20 Vue occlusale après extraction des dents maxillaires et mise en place d'un guide chirurgical.

l'aspect psychologique face à une situation d'édentement. La réalisation de prothèses provisoires fixées sur une partie ou sur l'intégralité des implants mis en place évite le handicap du port d'une prothèse adjointe pendant la période de cicatrisation tissulaire.

Esthétique

Dans les secteurs antérieurs, le maintien de l'esthétique est un problème difficile à gérer pour des patients qui ont une vie professionnelle et sociale très active. Pour ces patients, le port d'un appareil amovible est fréquemment très mal accepté. Une phase transitoire avec une prothèse amovible est parfois mieux acceptée lorsque celle-là correspond à une période d'inactivité transitoire (vacances).



Figure 21 Mise en place en un temps chirurgical de huit implants (3I avec ancrage primaire, > 30 Ncm). Un implant placé au niveau de la 25 est enfoui car l'ancrage primaire est insuffisant.



Figure 22 Réalisation immédiate d'une prothèse transitoire en résine avec une armature métallique.



Figure 23 Mise en place des piliers, cinq jours après la chirurgie.

Cependant, l'utilisation d'un protocole en deux temps chirurgicaux impose une période importante de cicatrisation osseuse de quatre à six mois puis encore de quatre à huit semaines de cicatrisation muqueuse. L'utilisation de protocoles diminuant ou éliminant la période du port d'une prothèse transitoire amovible est de plus en plus demandée. Un bridge collé peut être parfois utile en présence d'un édentement de petit étendu avec les inconvénients de gestion lors des contrôles cliniques et d'essayage prothétique.



Figure 24 Vue vestibulaire de la prothèse transitoire mise en place. Noter le respect du diastème (Réalisation prothétique Dr M. Rorh).



Figure 25 Sourire de la patiente.



Figure 26 Contrôle radiographique après la mise en place du bridge transitoire.

La préservation de l'anatomie crestale est un facteur important. En effet, il a été largement démontré que la perte dentaire entraîne une perte de substance alvéolaire à court terme [23]. Il est important de signaler que ces modifications structurales surviennent aussi bien au niveau des tissus mous que des tissus durs [24].

Les extractions dentaires dans le secteur antérieur avec préservation des corticales osseuses peuvent être de nos jours gérées avec la mise en place immédiate d'implants dentaires. La mise en place immédiate d'un implant avec une anatomie adaptée permet de combler l'espace vide de l'alvéole. La résorption osseuse des corticales est ainsi limitée [25].

La gestion des tissus mous après une extraction est également capitale pour préserver le contexte naturel. Un protocole de mise en place immédiate d'une prothèse provisoire permet de maintenir l'aspect naturel de l'environnement muqueux. L'application du concept du profil d'émergence (positionnement de l'implant, du pilier et de la couronne) est impérativement guidée par l'anatomie dentaire, le contexte osseux et la morphologie gingivale [26].

Ce concept thérapeutique conservateur est très intéressant dans les secteurs antérieurs à condition d'avoir un contexte favorable : présence de muqueuse kératinisée, morphologie harmonieuse des tissus mous, absence de récession gingivale, bon alignement de la dent à extraire sur l'arcade.

L'absence d'un ou de plusieurs facteurs précédents doit évoquer un risque esthétique. Le facteur entraînant une esthétique inadéquate doit être évalué et géré pendant une des phases du traitement, selon la chronologie choisie, afin d'éviter un résultat esthétique disgracieux.

Stabilité primaire de l'implant

La qualité osseuse est un facteur capital pour le choix de la chronologie thérapeutique. En effet, un

Tableau 1

| Protocole | Temps thérapeutique global |
|--------------------------------------|---|
| Deux temps chirurgicaux | Mandibule 6 mois* Maxillaire 8 mois* |
| Un temps chirurgical | Mandibule 5 mois* Maxillaire 7 mois* |
| Mise en charge précoce ou rapide | Mandibule 3 mois (si bon ancrage primaire)* Maxillaire 3 mois (si bon ancrage primaire)* |
| Mise en charge immédiate transitoire | Prothèse provisoire : édentement total 2 à 5 jours Édentement partiel 2 à 4 heures |
| Mise en charge immédiate définitive | Prothèse définitive : variable selon la période transitoire Mandibule 1 jour |

* Temps moyen de la réalisation de la prothèse définitive d'un mois

meilleur ancrage primaire est obtenu en présence d'un os dense. Cet ancrage optimisé résiste mieux aux micromouvements nocifs pendant les premières semaines de cicatrisation, quel que soit le protocole utilisé.

Des études histomorphométriques ont montré qu'une densité osseuse plus importante est constatée à la mandibule surtout au niveau de la région symphysaire. En revanche, un os de faible densité est souvent présent au maxillaire postérieur. Friberg et al. (1995), montrent un couple de serrage plus important lors de la mise en place des implants mandibulaires [27]. Pour ces auteurs, cet ancrage primaire est obtenu grâce à la présence d'un os plus corticalisé à la mandibule. Cet ancrage primaire est capital pour l'obtention d'un ancrage secondaire. Cette stabilité secondaire est la résultante de la cicatrisation osseuse (apposition et résorption) sur la surface implantaire.

En 1996, Meredith propose l'analyse de la fréquence de résonance qui est une nouvelle méthode pour mesurer la stabilité implantaire [28]. Cette méthode non invasive confirme une meilleure stabilité primaire et secondaire des implants posés à la mandibule [29]. Il est intéressant de voir les résultats obtenus en présence de densités osseuses différentes. Dans un os de faible densité, la stabilité implantaire augmente avec le temps [30]. La courbe d'augmentation d'ancrage est importante dans un os peu dense. En revanche, en présence d'un os très dense la stabilité secondaire peut être légèrement inférieure ou similaire à la stabilité primaire [31].

Un bon ancrage primaire (> 35 Ncm) est indispensable pour l'application d'une mise en charge immédiate. Cet ancrage est plus facilement obtenu à la mandibule. Un ancrage primaire intermédiaire (de 25 à 35 Ncm) peut indiquer la mise en charge rapide à huit semaines. Un faible ancrage primaire (< 25 Ncm), impose une période de cicatrisation plus longue. Ce manque de stabilité implantaire est fréquent au maxillaire postérieur.

Pour optimiser la stabilité primaire des implants en présence d'une faible densité osseuse, il est recommandé d'utiliser des implants longs à surface rugueuse associés à une technique chirurgicale précise. Les implants présentant une anatomie progressive (conique ou à col évasé) avec un positionnement supracrestal favorisent l'ancrage primaire des implants [32].

Volume osseux résiduel

La résorption osseuse verticale après une perte dentaire est d'environ 1,2 mm pendant la première année et continue en moyenne de 0,4 mm par

année [1]. Selon l'arcade, les patients édentés portant des prothèses amovibles présentent en moyenne une perte osseuse verticale quatre fois plus importante au maxillaire qu'à la mandibule [33]. Le modèle de la perte osseuse dans le sens vertical et horizontal ainsi que la chronologie de la résorption sont différents au maxillaire et à la mandibule [34].

Une hauteur osseuse réduite impose l'utilisation des implants courts (≤ 10 mm). La surface d'ancrage d'un implant usiné court et de diamètre standard n'est pas très importante. Des études longitudinales ont montré un taux d'échec plus important avec des implants courts avec une surface lisse en utilisant un protocole conventionnel [35,36].

La mise en charge rapide, peut être envisagée avec des implants courts avec un état de surface rugueux. Les résultats à court terme sont très encourageants [10,11,37,38]. La surface d'ancrage implantaire est augmentée grâce à la microstructure rugueuse de l'implant. Davies (1998) montre que la surface à double mordantage acide (HCl/H₂SO₄), assure un meilleur ancrage à la fibrine du caillot [39]. Cette stabilité du caillot, résiste mieux aux micromouvements nocifs. Lazara et al. (1999), dans une étude histomorphométrique réalisée chez l'homme confirment les précédentes recherches [40]. Un contact moyen os/implant de 72,9 et 33,9 % est obtenu respectivement avec la surface rugueuse et la surface lisse après six mois de cicatrisation. Plus récemment, Trisi et al. (2001), confirment ces résultats chez l'homme après deux mois de cicatrisation dans un os de faible densité [41]. Une moyenne de contact os-implant de 18,9 % est obtenue avec la surface lisse et de 47,8 % avec la surface osséotite.

Tarnow et al., proposent en 1997 la réalisation d'une mise en charge immédiate chez l'édenté total en utilisant un nombre important d'implants longs [15]. Grunder (2001), obtient sept échecs sur 91 implants placés pour la mise en charge immédiate chez des édentés totaux [42]. Sur les sept échecs, cinq ont été des implants d'une longueur de 8,5 ou 10 mm. Les implants longs permettent en effet : une surface globale d'ancrage osseux plus importante, une stabilité primaire optimisée, un pourcentage de contact os-implant plus important, un rapport favorable prothèse clinique/implant. Une limitation des micromouvements.

En présence d'une crête alvéolaire large, l'utilisation d'implants de large diamètre limite les contraintes biomécaniques sur les implants [43]. Un dessin implantaire évasé avec un col plus large optimise l'ancrage crestal cortical. D'un point de vue prothétique, un col large assure une surface d'assise du pilier plus importante.

Techniques chirurgicales associées

Des techniques chirurgicales de reconstruction osseuse doivent être envisagées en présence d'une résorption importante. Dans les secteurs antérieurs, une perte osseuse horizontale se traduit par une concavité vestibulaire. Selon le degré de la résorption, une reconstruction tissulaire avant ou lors de la mise en place de l'implant est réalisée. Dans certaines situations cliniques, l'association de membranes (Régénération osseuse guidée) impose l'application d'un protocole conventionnel. En effet, cette technique impose une période de cicatrisation importante avec l'enfouissement total de la membrane [44]. Une exposition prématurée de la membrane entraîne souvent l'échec de la reconstruction tissulaire. Toute technique de reconstruction osseuse associée à la mise en place des implants contre-indique la mise en charge immédiate des implants.

Dans le secteur maxillaire postérieur, une hauteur osseuse sous-sinusienne insuffisante est fréquente. L'association d'une résorption crestale verticale à une pneumatisation du sinus entraîne souvent une hauteur osseuse disponible inférieure à 10 mm. La mise en place d'un implant avec une technique de comblement partiel de sinus impose un délai de cicatrisation d'au moins six mois.

Type d'édentement

Les différents types d'édentement peuvent être gérés de manière fiable avec un protocole en un ou en deux temps chirurgicaux. Des études longitudinales montrent de très bons résultats avec ces deux approches. La réalisation prothétique à deux mois ou mise en charge rapide peut être réalisée dans les différents types d'édentements à condition d'obtenir un bon ancrage primaire des implants. Après huit semaines de cicatrisation osseuse, la liaison établie entre l'os et l'implant résiste aux contraintes exercées par le positionnement des transferts et la prise de l'empreinte [10]. Une fois que la prothèse définitive est terminée (entre 15 et 20 jours en moyenne), les implants peuvent supporter un serrage à 35 Ncm des vis en or.

D'après les différentes publications, la mise en charge immédiate n'est en réalité pratiquée que chez le patient édenté total. La disposition de plusieurs implants sur l'arcade édentée, et un système de contention rigide reliant au moins trois implants en trépied permet de limiter les micro-mouvements nocifs.

Les études sur la mise en place prothétique immédiate en présence d'un édentement unitaire ou partiel de petite étendue ne représentent pas

une vraie mise en charge prothétique immédiate [17-19]. La prothèse provisoire est en sous-occlusion. Ce type de prothèse est en fait une temporisation immédiate [42]. Cependant, cette phase de temporisation immédiate subit les contraintes musculaires (langue et joues), lors de la phonation et mastication.

Conclusion

L'évolution de la chronologie dans la thérapeutique implantaire favorise la réduction du temps global du traitement. Cependant, toutes les situations cliniques ne peuvent pas être gérées avec un protocole immédiat ou rapide. Le choix du protocole est réalisé après l'analyse de différents critères. Chaque critère doit être étudié selon le contexte clinique, le profil psychologique du patient et sa demande thérapeutique. Il est évident que ces protocoles récents présentent de nombreux avantages : gains de temps, diminution de phases chirurgicales, préservation de la morphologie tissulaire, limitation ou absence du port de prothèses adjointes, optimisation du confort pour le patient. Les cas de perte tissulaire importante contre-indiquent l'utilisation de ces protocoles avant la reconstruction des tissus.

Références

- [1] Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark P I. A 15 year study of osseo-integrated implants in the treatment of edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
- [2] Ten Bruggenkate CM. Long-Term Results of ITI Implants. In: Schröder A, Sutter F, Buser D, Krekeler G, editors. *Oral Implantology*. New York: Thieme Medical Publishers; 1996. p. 482-8.
- [3] Bernard JP, Belser UC. Twelve years of clinical experience with the ITI dental implant system at the University of Geneva. *J Parodontol Implant Orale* 2002;21:109-35.
- [4] Davarpanah M, Martinez H. Gestion du facteur temps dans le traitement implantaire. *Alternatives, Quintessence* 2001(n° 12):31-5.
- [5] Branemark PI. Introduction to osseointegration. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Tissue-integrated Prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence; 1985. p. 11-76.
- [6] Adell R, Lekholm U, Branemark PI. Surgical procedures. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Tissue-integrated Prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence; 1985. p. 211-32.
- [7] Schröder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reaction of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* 1981;9:15-25.

- [8] Ericsson I, Randow K, Glantz P-O, Lindhe J, Nilner K. Clinical and radiographical features of submerged and non-submerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:185-9.
- [9] Bernard JP, Belser UC, Martinet JP, Borgis SA. Osseointegration of Branemark fixtures using a single-step operating technique. A preliminary prospective one-year study in the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:122-9.
- [10] Lazzara R, Porter SS, Testori T, Galente J, Zetterqvist L. A prospective multicenter study evaluating loading of Osseotite implants two months after placements. One-year results. *J Esthet Dent* 1998;10:280-9.
- [11] Testori T, Del Fabbro M, Feldman S, Vincenzi G, Sullivan D, Rossi Jr R, Anitua E, Bianchi F, Francetti L, Weinstein RL. A multicenter prospective evaluation of 2-months loaded Osseotite implants placed in the posterior jaws: 3-year follow-up results. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:154-61.
- [12] Schnitman PA, Wöhrle PS, Rubenstein JE. Immediate fixed interim prostheses supported by two-staged threaded implants: methodology and results. *J Oral Implantol* 1990;16:96-105.
- [13] Schnitman PA, Wöhrle PS, Rubenstein JE, DaSilva JD, Wang N-H. Ten-year results for Branemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:495-503.
- [14] Salama H, Rose LF, Salama M, Bett NJ. Immediate loading of bilaterally splinted titanium root-form implants in fixed prosthodontics - a technique reexamined: two case reports. *Int J Periodont Rest Dent* 1995;15:345-61.
- [15] Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A. Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1 to 5 year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:319-24.
- [16] Szmukler-Moncler S, Piatelli A, Favero GA, Dubruille JH. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:12-25.
- [17] Wöhrle P. Single-tooth replacement in the aesthetic zone with immediate provisionalization : Fourteen consecutive case reports. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:1107-14.
- [18] Malo P, Rangert B, Dväsäter L. Immediate function of Branemark implants in the esthétique zone: a retrospective clinical study with 6 months to 4 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:138-46.
- [19] Ericsson I, Nilson H, Lindh T, Milner K, Randow L. Immediate functional loading of Branemark single tooth implants. An 18 month clinical pilot follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:26-33.
- [20] Jaffin RA, Kumar A, Berman CL. Immediate loading of implants in partially and fully edentulous jaws: a series of 27 case reports. *J Periodontol* 2000;71:833-8.
- [21] Branemark PI, Engstrand P, Öhrnell L-O, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, Darle C, Lekholm U. Branemark Novum a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999;1:2-16.
- [22] Blomerg S. Psychological answer. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence; 1985. p. 165-74.
- [23] Pietrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *J Prosthet Dent* 1967;17:21-7.
- [24] Atwood DA. Bone loss of edentulous alveolar ridges. *J Periodontol* 1979;50:11-21.
- [25] Martinez H, Davarpanah M. Préservation de l'architecture dento-alvéolo-gingivale. *Information Dentaire* 2003(n° 24): 1675-9.
- [26] Davarpanah M, Martinez H, Celletti R, Tecucianu JF. Emergence profile concept: the three-stage approach to an esthetic implant restoration. *Pract Periodontics Aesthetic Dent* 2001;13:761-8.
- [27] Friberg B, Sennerby L, Roos J, Lekholm U. Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants. A pilot study in jaw autopsy specimens. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:213-9.
- [28] Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Impl Res* 1996;7:261-7.
- [29] Meredith N, Book K, Friberg B, Jemt T, Sennerby L. Resonance frequency measurements of implant stability in vivo. A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:226-33.
- [30] Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998;11:491-501.
- [31] Friberg B, Sennerby L, Linden B, Gröndahl K, Lekholm U. Stability measurements of one-stage Branemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28:266-72.
- [32] Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Lazzara R. Optimal implant stabilization in low density bone. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:423-32.
- [33] Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 1972;27:120-32.
- [34] Gruber H, Solar P, Ulm C. Maxillomandibular anatomy and patterns of resorption during atrophy. In: Watzek G, editor. *Endosseous Implants: Scientific and Clinical Aspects*. Chicago: Quintessence; 1996. p. 29-60.
- [35] Lekholm U, van Steenberghe D, Herrmann I, Bolender C, Folmer T, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Laney W, Linden U. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: a prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:627-35.
- [36] Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:204-11.
- [37] Rocuzzo M, Bunino M, Prioglio F, Bianchi SD. Early loading of sandblasted and acid-etched (SLA) implants: a prospective split-mouth comparative study: one-year results. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:572-8.
- [38] Davarpanah M, Martinez H, Chiche F. The development and reliability of 3i implants. *J Parodontol Implantale* 2002;21:167-88.
- [39] Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. *Int J Prosthodont* 1998;11:391-401.
- [40] Lazzara R, Testori T, Trisi P, Porter SS. A human histologic analysis of Osseotite and machined surface using implants with two opposing surfaces. *Int J Periodont Rest Dent* 1999;19:117-29.

- [41] Trisi P, Testori T, Rebaudi A, Lazzara R, Rao W. A human histologic analysis of Osseotite and machined surfaces using implants with 2 opposing surfaces: a 2-month evaluation. Presented at the Thirth Annual Eropean 3i Symposium. Palma, Spain. Juin, 2001.
- [42] Grunder U. Immediate functional loading of immediate implants in edentulous arches: two-year results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:545-51.
- [43] Davarpanah M, Martinez H, Kebir M, Etienne D, Tecucianu JF. Wide diameter implants: new concepts. *Int J Periodont Rest Dent* 2001;21:149-59.
- [44] Jovanovic SA, Spiekermann H, Richter JE. Bone regeneration around titanium implants in dehiscd defects sites: A clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:233-45.

Available online at www.sciencedirect.com





ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Adaptations fonctionnelles de la hauteur de l'os péri-implantaire après implantation de BOI dans la mandibule

S. Ihde

Zahnärztliche klinik Gommiswald, CH-8737 Gommiswald/SG, Suisse

MOTS CLÉS

Implantologie basale ;
Implants à ostéointégration basale (BOI) ;
Réversibilité de l'atrophie mandibulaire ;
Implantologie fonctionnelle

Résumé Dans le cadre du rétablissement d'une fonction masticatrice normale après l'insertion de restaurations prothétiques fixées sur des systèmes d'implants endo-osseux ancrés dans les maxillaires, les patients présentent des adaptations considérables des paramètres essentiels de la mastication, de même que des modifications des tensions régnant entre les régions osseuses concernées. Les implants à ostéointégration basale (BOI) permettent la transmission intra-osseuse des contraintes de la mastication par les plaques de base (disques), sans qu'il y ait de transmission de la force masticatrice dans la partie verticale de l'implant. Par conséquent, le niveau de la crête alvéolaire peut se développer tout à fait librement, en fonction des contraintes de la mastication, de la répartition fonctionnelle des forces et de la tension dans l'os du maxillaire. Contrairement aux implants crestaux, les BOI ne subissent pas de résorption osseuse ou de formation de cratères s'installant progressivement dans le voisinage du corps implantaire. Le niveau osseux peut ainsi « flotter » librement dans la région de la tige porte-filet, en fonction des exigences fonctionnelles. En effet, les BOI admettent de telles adaptations morphologiques en raison de leur principe fondamental de construction. Force est toutefois de constater que du fait que la reconstruction prothétique représente le seul point fixe du système, il peut s'avérer nécessaire de procéder à des ajustements occlusaux à intervalles réguliers et rapprochés sur les bridges afin d'éviter le risque d'une surcharge de la prothèse due à la surélévation relative du disque de base par rapport au bord inférieur de la mandibule. L'importance du remodelage osseux vertical dans le maxillaire inférieur est tributaire du volume vertical osseux existant avant la pose des implants, de la différence entre les masses osseuses présentes des deux côtés de la mandibule et, au plan fonctionnel, de la présence d'un côté privilégié lors de la mastication.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Du point de vue du principe de construction, la mandibule appartient aux os longs [1] ; elle présente la particularité d'une structure très dense dans les zones des courbures maximales, du menton et des intersections des trajectoires des deux côtés. De ce fait, ces régions sont exploitées de préférence par les implantologues en tant que posi-

tions sûres pour la pose d'implants. La forme du maxillaire inférieur est déterminée, d'une part par les influences de la fonction musculaire (muscles masticateurs et mimiques) et, d'autre part, par les zones d'os formé autour des dents durant la phase de croissance. Après l'extraction des dents, l'os alvéolaire subit une atrophie d'inactivité ; dès lors, la crête alvéolaire se résorbe progressivement, notamment dans la dimension verticale. L'insertion de prothèses non suffisamment étayées sur des piliers dentaires ou endo-osseux renforce cette

Adresse e-mail : dr.ihde@bluewin.ch (S. Ihde).

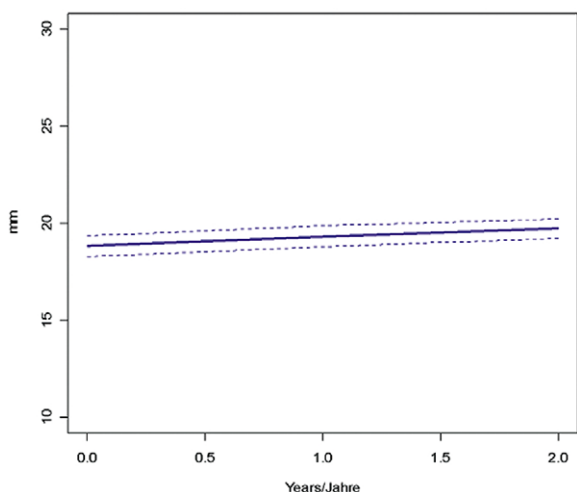


Figure 1 Modifications de la hauteur totale de l'os dans la région d'implantation (régions 36/37 ; 46/47).

atrophie [2,3], un processus qui se répercute finalement sur la dimension verticale d'occlusion et par conséquent sur la hauteur de l'étage moyen de la face [4].

La littérature fournit des sources très éparées indiquant que les systèmes de prothèses ancrées sur des BOI sont susceptibles non seulement d'interrompre la résorption osseuse due à la destruction parodontale, mais également d'initier *per se* une néoformation osseuse [5]. Lors de contrôles de suivi de patients ayant bénéficié de réhabilitations prothétiques sur des implants incorporés dans des régions à volume osseux très réduit dans les parties distales de la mandibule, l'auteur du présent travail a observé dans certains cas des néoformations considérables d'os, en dessous et en dessus des disques transmettant les forces des implants à ostéointégration basale (BOI) (Figs. 9 et 10). Afin de clarifier la question de savoir si ces phénomènes étaient fortuits ou s'il s'agit au contraire d'une réaction systématique de l'os mandibulaire, l'auteur a procédé à une revue et évaluation des hauteurs osseuses sur des clichés orthopantomographiques pré- et postopératoires, de même qu'après des durées de fonctionnement en bouche jusqu'à 28 mois sous charge masticatrice complète. Il est intéressant de noter que des expériences sur des animaux avaient également mis en évidence une augmentation précoce de la dimension osseuse verticale après la pose d'implants à mise en charge immédiate. Ces essais avaient démontré une croissance osseuse verticale dans le sens d'un remodelage à partir du périoste. Le remodelage dépassait le niveau osseux initial [6] clairement repérable dans les coupes histologiques. Des résultats thérapeutiques durables ne peuvent être obtenus qu'à condition d'intégrer l'aspect de la fonction dans le concept de traitement.

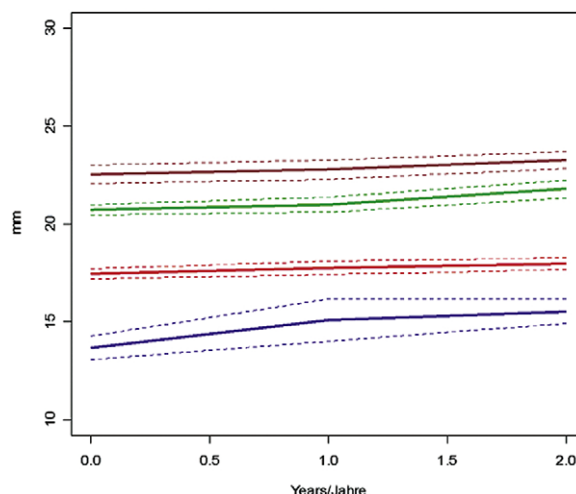


Figure 2 Modifications de la hauteur totale de l'os dans la région d'implantation en tenant compte de la hauteur osseuse initiale. Pour cette analyse, les hauteurs osseuses initiales ont été réparties en quatre groupes : 10-16 mm (ligne bleue ; $n = 20$), 16,1-19 mm (ligne rouge ; $n = 28$), 19,1-23 mm (ligne bleue ; $n = 36$), et > 23 mm (ligne brune ; $n = 36$).

Matériel et méthodes

La présente étude rétrospective a évalué le niveau vertical de la crête alvéolaire à proximité d'implants BOI insérés dans les régions 36-37, respectivement 46-47. Ces implants avaient été posés et réhabilités par des bridges fixes dans notre clinique entre le 01/12/1999 et le 01/06/2001. Les régions d'insertion pour l'implantation des BOI variaient légèrement dans le plan sagittal, en fonction de la situation clinique ; toutes se situaient cependant dans la région respective de la fin du trajet de la ligne oblique externe de la mandibule, telle qu'elle était définie sur les radiographies.

Il n'a toutefois pas été possible d'inclure dans cette analyse les implants pour lesquels les clichés OPG préopératoires n'avaient pas été réalisés sur notre installation de radiologie numérique (14 implants). En effet, pour les patients ayant fourni des clichés initiaux réalisés par d'autres cabinets ou cliniques, nous avons renoncé à effectuer des radiographies de départ en technique numérique. De même, cette étude n'inclut pas non plus les implants posés pour le seul remplacement de la première molaire inférieure dans une situation d'édentation intercalée (4 implants). Durant la période d'observation, trois implants ont été remplacés [7]. Dans les cas dans lesquels le disque transmettant les forces du premier implant était encore présent dans l'os lors de l'analyse rétrospective, même si l'implant avait été remplacé par un autre, ce premier disque était utilisé en tant que point de référence pour la mesure. Pour l'un des implants, la néoformation osseuse était tellement importante

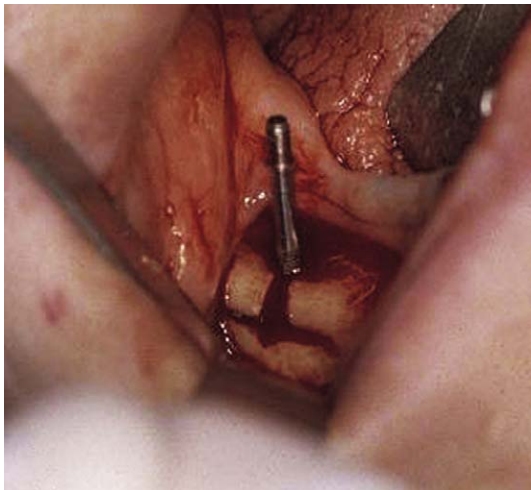


Figure 3 Insertion d'un BOI dans la région de la 47 : lors de l'implantation basale, les disques de base sont insérés dans des zones larges à la base de la mandibule ; le cas échéant, les tiges porte-filet sont positionnées latéralement par rapport à d'éventuelles zones effilées des crêtes alvéolaires résiduelles. De tels faits osseux constituent des trajectoires de transmission des forces qu'il convient d'interrompre mésialement au lieu d'implantation (ligne pointillée bleue claire), afin d'améliorer les chances de guérison de l'ostéotomie effectuée lors de l'implantation.

qu'il a été nécessaire de réduire le volume de l'os nouvellement formé par une ostéotomie de réduction. Cette région péri-implantaire n'a pas été prise en considération pour l'évaluation. Après ces exclusions, 120 implants BOI au total ont pu être utilisés pour la présente étude rétrospective.

Cinquante-sept implants avaient été posés du côté droit et 63 du côté gauche chez un nombre total de 81 patients (29 hommes et 52 femmes). L'âge moyen au moment de l'implantation était de 61,5 ans (19 à 80 ans).

La période choisie pour cette analyse de suivi correspondait aux premiers 18 mois après la mise en service de l'installation de radiographie numérique dans notre clinique ; en effet, seuls les clichés numériques permettent des analyses comparatives des images avec une précision et à une vitesse suffisantes. Entre la première et la dernière documentation radiologique utilisée pour les mesures du présent travail, tous les implants inclus dans l'évaluation avaient été en fonction pour des durées entre 325 jours (0,89 an) au minimum et 1050 jours au maximum (moyenne : 674 jours).

Les clichés radiographiques ont été réalisés à l'aide d'un appareil de radiologie panoramique Orthoslice 1000 (Trophy GmbH, Kehl, Allemagne) ; les traitements des images et les mesures ont été effectuées par le logiciel 4.1K fourni avec l'installation. Les différentes étapes de traitement et d'analyse des images ont été effectuées sur un écran plat (Dell Inspiron 8200), du fait qu'il s'était

avéré que les résultats des mesures établies sur un écran conventionnel à tube cathodique variaient considérablement en raison des différences de l'angle d'incidence de la vision. Toutes les mesures ont été réalisées par la même personne en déterminant les points de référence par des clics de souris.

Les points de mesure ont été les suivants (Figs. 7 et 8) :

- le point de mesure supérieur a été fixé au niveau de la zone la plus élevée repérable de la crête alvéolaire dans la région du centre de la tige porte-filet ;
- le point de mesure intermédiaire se situait dans la région de transition entre la partie horizontale et le filet, en d'autres termes, à la hauteur du disque de base ;
- dans les cas dans lesquels les BOI n'avaient pas été posés dans la zone du diamètre vertical le plus faible de la mandibule, ces zones étaient mesurées à part, quant à leur dimension verticale ;
- dans les cas dans lesquels le côté controlatéral par rapport aux implants présentait des dents naturelles, le point de mesure supérieur a été fixé au niveau de l'intersection de la racine mésiale de la deuxième molaire, respectivement de la racine distale de la première molaire, par rapport au procès alvéolaire. Cette mesure servait à la détermination comparative de la hauteur de l'os dans la région correspondante du côté controlatéral. Pour ces points de mesure également, la distance verticale par rapport au bord inférieur de la mandibule a été mesurée ;
- tous les BOI pris en considération pour les mesures étaient de type mono-disk.

Le volume osseux total au stade préopératoire dans la région d'implantation était de 19,3 mm du côté droit (minimum 9,9 mm, maximum 30,2 mm) et de 18 mm du côté gauche (minimum 8,9 mm, maximum 30,0 mm). Tous les clichés radiographiques ont été pris lors de contrôles de routine. Dès lors, pour aucun patient des clichés supplémentaires n'ont été réalisés pour les besoins de la présente étude.

Afin d'être en mesure de déterminer la reproductibilité des clichés radiologiques chez dix patients, des tiges de référence verticale, de longueur connue, ont été placées du côté vestibulaire des arcades dentaires, à plusieurs reprises durant la procédure radiologique. Ces tiges permettaient ainsi de déterminer les différences entre la longueur réelle et la longueur mesurée sur le cliché, ainsi que la reproductibilité des résultats. La probabilité d'erreur établie par le *t*-test s'est avérée être non significative pour 90 % des mesures.

Résultats

Dans la région en dessus du disque de l'implant *du côté droit*, une néoformation osseuse verticale de 0,7 mm en moyenne (entre +2,8 et +0,1 mm ; Fig. 10 : zones A + C, Fig. 4) a été observée : dans la région en dessous du disque (donc en direction du rebord inférieur de la mandibule), l'augmentation a été de 0,9 mm en moyenne (entre +4,3 mm et +0,1 mm ; Fig. 10 : zone B).

Dans la région en dessus du disque de l'implant *du côté gauche*, une néoformation osseuse verticale de 0,7 mm en moyenne (entre +5,4 et +0,1 mm ; Fig. 10 : zones A + C, Fig. 4) a été observée ; dans la région en dessous du disque (donc en direction du rebord inférieur de la mandibule), l'augmentation a été de 0,7 mm en moyenne (entre +4,5 et +0,1 mm ; Fig. 10 : zone B).

Ainsi, dans tous les cas, une apposition osseuse verticale avait eu lieu durant la période d'observation dans les régions d'implantation. L'augmentation de la hauteur osseuse a été de 1,9 mm en moyenne (entre +6,2 et +0,2 mm) (Fig. 1).

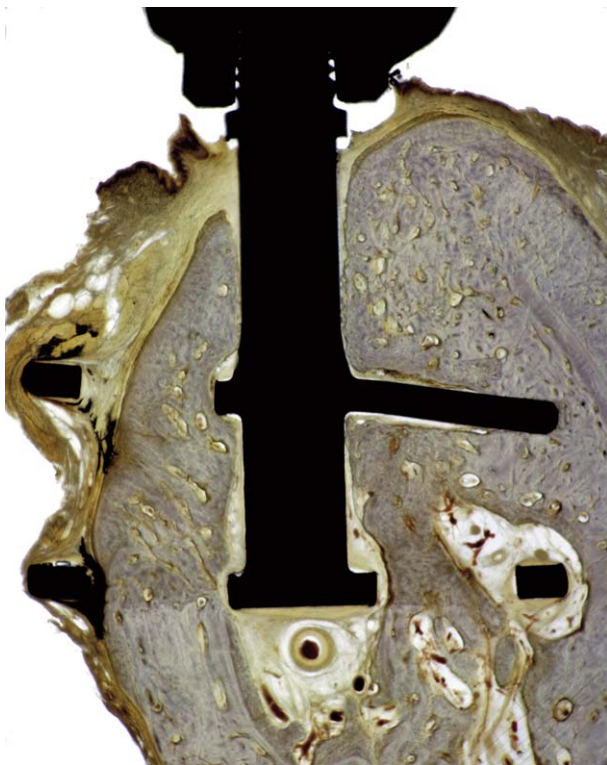


Figure 4 BOI double servant d'ancrage à deux couronnes solidarisées. L'ancienne ligne d'os compact est bien reconnaissable ; néoformation d'os fibreux du côté lingual. Le tissu conjonctif dans la région du fût s'étend jusqu'à la couronne ; à noter l'absence de prolifération épithéliale en direction apicale. Les tissus mous autour du BOI ne semblent pas présenter de structure par couches (largeur biologique), telle qu'elle a été décrite pour les implants crestaux. La surface de cet implant a été lissée par microbillage pour assurer une meilleure homogénéité.

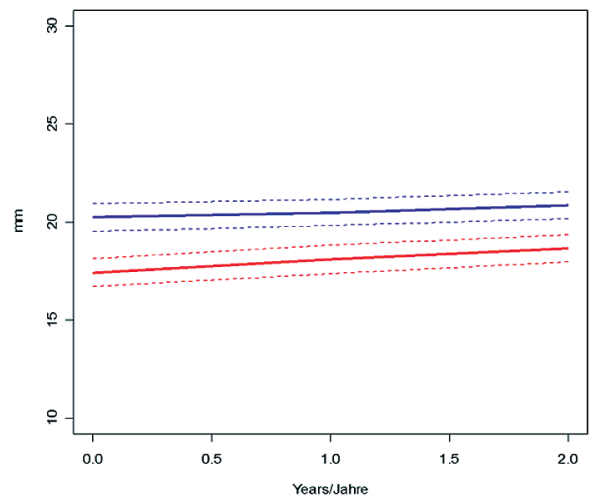


Figure 5 Chez les patients ayant porté des prothèses amovibles avant la réhabilitation par BOI (ligne rouge ; $n = 36$), le gain de hauteur osseuse est plus important que chez les patients qui n'avaient pas porté auparavant de prothèses dans la région d'implantation (ligne bleue ; $n = 45$).

La mise en relation de la modification du niveau osseux vertical dans la zone d'implantation par rapport au volume osseux présent initialement fait ressortir certaines différences. L'apposition la plus importante a été observée dans les cas d'un volume initial très restreint dans la région d'implantation et de la présence simultanée d'un volume osseux très important du côté controlatéral dans les parties distales de la mandibule (Fig. 2).

En revanche, deux patientes se distinguaient par des résultats diamétralement opposés par rapport

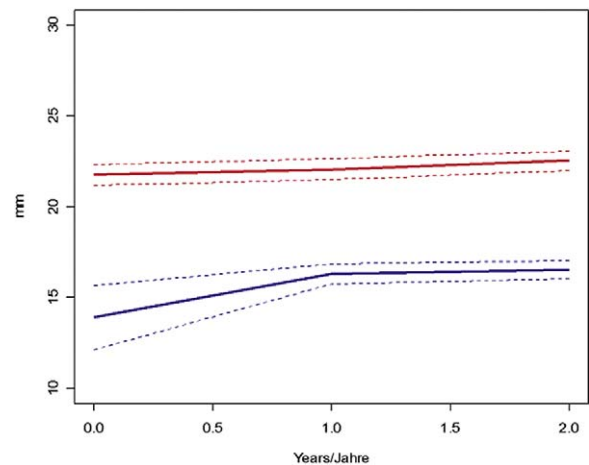


Figure 6 Dans les cas d'une faible hauteur initiale de l'os dans la région d'implantation (10-19 mm) et de la présence simultanée d'un volume osseux très important (> 22 mm) du côté controlatéral de la mandibule, l'apposition osseuse verticale est plus importante (ligne bleue ; $n = 7$). Dans les situations caractérisées par des niveaux verticaux relativement équilibrés de la crête alvéolaire du côté de l'implantation et du côté controlatéral dans les régions distales de la mandibule (> 20 mm des deux côtés), le gain de hauteur osseuse est moins grand (ligne rouge ; $n = 62$).

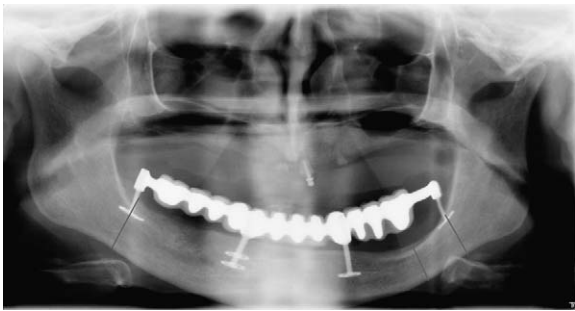


Figure 7 Radiographie panoramique après réhabilitation de la mandibule par un bridge scellé sur des implants BOI. Auparavant, cette patiente avait porté une prothèse totale inférieure qui n'était ancrée que sur trois boutons-pression du côté droit. L'atrophie dans la partie postérieure de la mandibule était due à la compression par la prothèse amovible.

à ce qui précède : à la fin de la période d'observation, elles présentaient une apposition osseuse verticale plus importante du côté de la mandibule qui s'était caractérisé par un diamètre vertical déjà plus grand à l'état préopératoire.

Avant la pose des implants, 36 patients étaient porteurs de prothèses amovibles, dont une partie étaient à appui muqueux. Quarante-cinq patients n'avaient pas eu de traitement prothétique dans la région d'implantation où l'insertion des implants était réalisée extemporanément dans le cadre des extractions. Comme on pouvait s'y attendre, le groupe de patients non porteurs de prothèses présentait initialement une hauteur totale d'os alvéolaire plus importante dans la région d'implantation. En revanche, l'augmentation osseuse verticale était plus importante chez les patients porteurs de prothèses (Fig. 5).

En tenant compte de la différence entre le côté implanté et le côté controlatéral du maxillaire inférieur, le gain de hauteur osseuse a été plus important chez les patients ayant présenté un volume d'os significativement plus important dans la région controlatérale à la région correspondante du côté implanté, par rapport aux patients qui s'étaient caractérisés par des niveaux verticaux relativement équilibrés de la crête alvéolaire des deux côtés distaux de la mandibule (Fig. 6). On peut dès lors déduire qu'il y a une certaine équilibration des masses osseuses entre les deux moitiés du maxillaire inférieur.

Chez 12 patients, les zones sous les éléments intermédiaires des bridges étaient situées dans des régions mandibulaires dont la hauteur osseuse était inférieure à celle des zones d'implantation elles-mêmes. Il est intéressant de noter que ces régions sous les éléments intermédiaires bénéficiaient d'une apposition osseuse nettement plus importante que les régions à proximité des implants

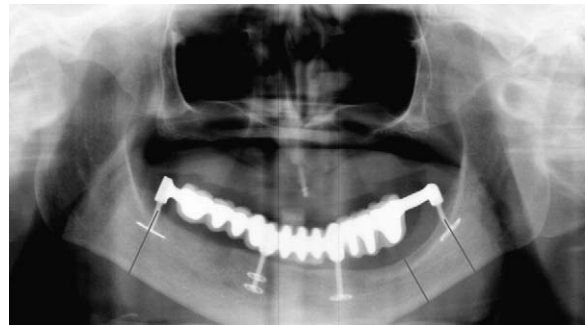


Figure 8 Le cliché panoramique montre la même patiente que dans la Fig. 7, environ 18 mois plus tard. À noter l'équilibration des masses osseuses entre le côté droit et gauche survenue entre-temps, qui comprenait, du côté gauche, la néoformation osseuse de quelque 2 mm en direction verticale. Les contours surélevés des alvéoles après les extractions, encore reconnaissables dans la Fig. 7, se sont également aplanis. La distance entre le sommet de la crête alvéolaire et les éléments intermédiaires du bridge s'est considérablement réduite.

elles-mêmes. Le gain de hauteur de la crête sous les intermédiaires était de 6,1 mm en moyenne (Fig. 9).

Discussion

Les implants à ostéointégration basale sont utilisés avec succès pour la création de points d'ancrage endo-osseux servant de piliers pour des suprastructures prothétiques fixes. Force est de constater que les BOI ont considérablement élargi l'éventail des possibilités thérapeutiques dans le domaine de la prothèse conjointe, du fait qu'il est possible d'insérer ce type d'implants même dans des crêtes alvéolaires résiduelles d'un diamètre vertical réduit au minimum ; dans de telles situations, il est alors nécessaire d'exploiter au minimum la largeur complète de l'os disponible.

Les BOI peuvent être combinés avec des piliers dentaires ou avec d'autres types d'implants. Il est cependant également possible de stabiliser réciproquement plusieurs BOI par des bridges fixes.

Dans la partie verticale (tige porte-filet), les BOI ne présentent pas de structure destinée à l'augmentation de la surface. La force de mastication est transmise exclusivement par les disques de base à ancrage bi-cortical, dont la surface est dans la plupart des cas traitée par sablage afin de créer une augmentation de surface (design hybride). Alors que pour les implants crestaux, une résorption verticale continue durant la phase de mise en charge a été décrite [8], les implants à lame ont quant à eux tendance à s'enfoncer dans la mandibule, à moins qu'ils ne soient étayés par la corticale du côté lingual. Pour l'instant, des données correspondantes pour les BOI font encore défaut.

Deux mécanismes principaux peuvent être à l'origine d'une résorption osseuse dans la région de la tige porte-filet des BOI : soit une infection détruisant le tissu osseux pénétrant en direction du disque basal, soit une modification morphologique de la forme de la mandibule en raison d'une atrophie. Dans notre groupe de patients au bénéfice de contrôles de suivi, nous n'avons observé aucune infection destructrice de l'os alvéolaire. Dans deux cas seulement la prolifération de l'os en direction verticale était tellement importante que des parties non négligeables de la tige porte-filet, initialement enfouie dans la crête, puis de la couronne, ont finalement été recouvertes par de l'os néoformée et par la muqueuse. De ce fait, ces régions n'étaient plus accessibles au nettoyage, ce qui a entraîné des infections récidivantes qui ont finalement nécessité une nouvelle implantation. Dans les deux cas, la situation lors de la première implantation présentait la particularité que le diamètre d'os alvéolaire à l'endroit optimal d'implantation (région 37, respectivement 47) était nettement insuffisant, puisque la couche osseuse en dessus du nerf alvéolaire était d'une épaisseur inférieure à 2 mm. Par conséquent, l'opérateur avait été obligé de poser les implants dans des régions plus distales, près de la branche montante. Après un délai d'environ 15 mois, il avait alors été possible d'insérer les implants dans une zone plus mésiale, dans la région des deuxième molaires, du fait qu'un volume suffisant d'os s'était formé en direction verticale, autorisant dès lors un ancrage solide dans la région crestale par rapport au canal du nerf alvéolaire.

Deux patients chez lesquels des implants symétriques avaient été posés du côté droit et gauche se sont distingués par une croissance osseuse verticale à prédominance unilatérale, et de surcroît du côté de la mandibule qui avait présenté un diamètre vertical plus important avant l'implantation. Par rapport aux autres patients suivis dans le groupe de l'étude, ces deux situations se sont ainsi caractérisées par un mode d'apposition osseuse diamétralement opposé.

Les examens cliniques des schémas de mastication, en accord avec les réponses subjectives lors des interrogatoires de ces deux patients, ont démontré un mode de mastication exclusivement orienté d'un seul côté. Ces schémas unilatéraux étaient dus au fait que la fonction de l'ATM du côté opposé était pratiquement bloquée. La néoformation osseuse en direction verticale était nettement plus importante du côté non fonctionnel, tandis que la quantité était plus faible du côté de la mastication.

Ce phénomène particulier du mode d'apposition avait déjà été décrit par Hylander [9] : selon son

hypothèse, il serait dû au fait que les contraintes du côté non fonctionnel lors de la mastication provoquent des forces de compression au niveau du rebord inférieur de la mandibule, tandis que dans la partie supérieure de la crête alvéolaire les forces de traction prédominent. Ces résultats de Hylander, issus d'essais sur des mandibules de singes, avaient par la suite été précisés et confirmés par Koriath et al. [10] dans des expériences sur des modèles humains et par des analyses FEM (*Finite Element Method*, méthode à éléments finis).

L'apposition osseuse en direction verticale n'est bien entendu pas le seul mécanisme pour la compensation des forces masticatrices plus importantes ; en effet, la mandibule peut subir des néoformations en direction latérale ou médiane. Toutefois, dans le cadre du présent travail, il n'a pas été possible de suivre plus en détail ces modifications dimensionnelles.

De même, l'os peut s'adapter aux changements fonctionnels par des modifications du degré de minéralisation. La recherche dans le domaine des implants crestaux, fixée essentiellement sur l'obtention d'une « ostéointégration », ne tient pas compte du fait que dans une région osseuse soumise à la flexion naturelle, il n'est pas possible qu'un corps solide allongé, possédant des propriétés de flexion différentes, soit ostéointégré sur toute sa longueur ou que le degré de minéralisation soit homogène le long de toute l'interface.

Le corps humain manque de points de repère fixes. Même les implants BOI ancrés dans l'os (ostéointégrés), lorsqu'ils sont soumis aux adaptations de la morphologie osseuse dues à la fonction, sont susceptibles de changer de position relative dans l'os par rapport aux limites radiologiquement définies du maxillaire. Il paraît que les disques basaux des BOI implantés dans les parties distales de la mandibule ont tendance à s'élever en direction coronaire par rapport au rebord inférieur de la mandibule. Théoriquement, la force de mastication s'oppose à cette surélévation relative, du fait qu'elle exerce sur le disque une pression en direction apicale. Il semblerait toutefois que la force constante du remodelage le long de la trajectoire évoquée dépasse l'effet ponctuel des forces masticatrices.

Pour ces raisons, il faut se poser la question de savoir s'il n'est pas préférable, chez les patients présentant une atrophie marquée et des points d'ancrage antérieurs préservés, de ne réaliser la réhabilitation prothétique qu'à un moment différé dans le temps par rapport à des implantations distales. Cette manière de faire permettrait ainsi d'attendre la surélévation relative de l'implant et la néoformation d'os en direction verticale. Comme

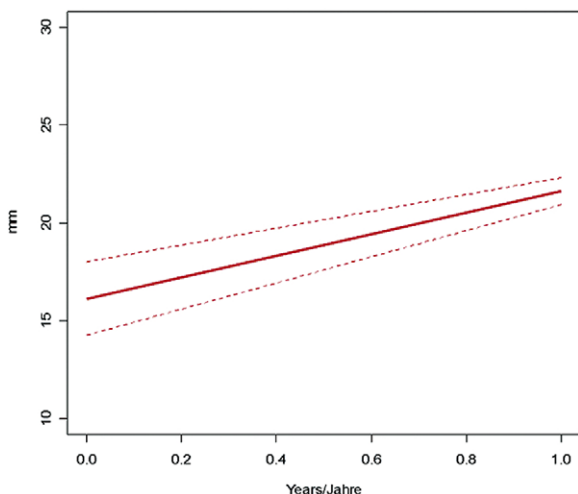


Figure 9 Modifications de la hauteur totale de l'os dans les régions les plus minces (zones des éléments intermédiaires) des mandibules traitées ($n = 12$).

évoqué précédemment, le volume d'os apposé serait plus important lorsque les forces de mastication ne s'opposent pas à la néoformation. De plus, il se pourrait que de cette manière, la nécessité de procéder à des réductions occlusales subséquentes s'en trouverait nettement réduite. Cette hypothèse est cependant invalidée par le fait que le rétablissement de surfaces occlusales distales (au centre des forces de mastication) est un élément indispensable au rétablissement d'une situation « normale » de fonctionnement. Et il faut s'attendre encore une fois à des influences considérables de remodelage osseux dans le cadre de la récupération progressive d'une fonction masticatrice correcte.

Lorsque la situation préopératoire se caractérise par la présence d'une crête alvéolaire résiduelle très haute mais étroite, il est possible de poser la tige porte-filet dans une position latérale par rapport au sommet de la crête. Les relations spatiales ainsi créées sont à peu près similaires à celles qui existent lorsque la croissance de la crête alvéolaire en direction coronaire ne débute qu'après l'implantation (Fig. 3). Dans ces cas, nous procédons à une ostéotomie verticale supplémentaire à l'aide d'une fraise en tungstène. Cette ostéotomie n'est pas en rapport avec l'implant, puisqu'elle est effectuée mésialement au lieu d'implantation, et elle est destinée à interrompre les trajectoires de la crête alvéolaire résiduelle entre le sommet de la crête alvéolaire et le rebord inférieur de la mandibule. De ce fait, elle augmente le stress fonctionnel au niveau de l'ostéotomie d'implantation, ce qui, à notre avis, contribue à accélérer la guérison de la plaie osseuse et augmente ainsi la chance d'une intégration sans problèmes de l'implant. Lorsque cette ostéotomie supplémentaire n'est pas réali-

sée, le risque de troubles d'intégration des implants est plus important. La raison en serait l'absence de stimulation fonctionnelle de l'os qui assure la fermeture de l'ostéotomie latérale d'implantation.

La possibilité d'une apposition verticale d'os alvéolaire due à la fonction a également été décrite pour les implants transmandibulaires (TMI) [11]. Il semblerait que la condition préalable à cette apposition soit la présence de forces masticatrices plus importantes agissant à l'intérieur de l'os suite au rétablissement de la fonction masticatrice, ainsi que l'absence de lésions osseuses délétères (dus à une infection) dans les régions de la pénétration des implants à travers la muqueuse. Par conséquent, les parties verticales des implants traversant la muqueuse ne doivent pas transmettre des forces masticatrices et elles doivent posséder une surface à poli spéculaire. Sur le fond, les TMI utilisent le même principe de transmission des forces, mais en comparaison, la manipulation des BOI est plus simple.

L'observation selon laquelle les porteurs de prothèses bénéficient d'un gain osseux plus important que les patients présentant des édentations non traitées, peut s'expliquer par différentes raisons : d'une part, la situation initiale de ces patients est moins favorable, du fait que l'atrophie induite par la prothèse vient s'ajouter à l'atrophie d'inactivité au niveau de l'os du maxillaire édenté. Il semblerait toutefois que l'atrophie soit en partie réversible. D'un autre côté, les forces de mastication ont tendance à diminuer chez les patients porteurs de prothèses à appui muqueux, lesquels évitent ainsi les douleurs à la pression. Lorsque les porteurs de prothèses amovibles bénéficient d'une réhabilitation par la prothèse fixe, on peut dès lors s'attendre à une augmentation des forces masticatrices. En outre, l'absence d'appuis muqueux réduit les contraintes de compression sous les selles prothétiques qui dans le cas contraire provoquent une ischémie chronique sur les tissus muco-périostés sous-jacents de la crête [12]. L'irrigation sanguine par l'artère centrale de la mandibule est nettement entravée en cas d'atrophie avancée de la mandibule [13].

Atkinson et al. [14] ont montré que chez le porc, le chien et l'être humain, les densités osseuses de la mandibule sont différentes selon les régions. Après une extraction dentaire, ces chercheurs ont observé des modifications de la densité osseuse dans des régions qui dépassaient le territoire de l'alvéole proprement dite. Au début, la densité a diminué, un processus qui était associé à une porosité croissante. Les ostéons secondaires tunnelli-

seuse dans ce sens, même dans les régions du voisinage de l'alvéole. Après la guérison initiale, une résorption dans la région de l'alvéole résiduelle après l'extraction s'est installée. La pose d'implants crestaux dans la région de l'alvéole permettait de retarder la résorption et entraînait une densification de l'os ; il en pouvait même résulter une densité osseuse dépassant celle observée initialement. Toutefois, neuf mois après l'implantation, des processus de résorption sont apparus également dans la région péri-implantaire, des processus qui se sont répercutés de manière défavorable sur le maintien de l'os alvéolaire. En fin de compte, les essais réalisés par Atkinson et al. n'ont pas mis en évidence de modifications du côté lingual de la mandibule après l'insertion d'implants crestaux, un résultat qui corrobore en fait des observations faites auparavant sur des implants non mis en charge durant la phase de guérison dans des mandibules de chiens.

Tant l'extraction dentaire que l'insertion d'implants métalliques stimulent le remodelage de l'os. L'extraction dentaire entraîne une atrophie d'inactivité que l'implantation doit éviter autant que possible.

Après l'extraction de molaires dans le maxillaire inférieur, l'axe de transmission des forces dans la mandibule peut se déplacer en direction linguale, alors que cet axe se situait auparavant du côté vestibulaire des dents. De même, au lieu de reposer sur une base relativement large, la transmission des forces s'orientera davantage en direction coronaire. Chez le patient denté, les molaires entravent en réalité l'orientation optimale de l'axe de transmission des forces dans le sens mésio-distal. Chez les patients atteints d'une parodontite profonde dans la mandibule, les axes de transmission des forces se déplacent malgré la présence des dents, un mécanisme qui entraîne en fin de compte la perte ultérieure des dents.

En revanche, la structure fondamentale de la transmission des forces reste inchangée après l'extraction de prémolaires ou après l'insertion d'implants dans la région des prémolaires [15].

Dans la littérature, on trouve de nombreuses sources indiquant que le stress dû aux contraintes dans le maxillaire inférieur, par exemple celles exercées par des insertions musculaires ou d'autres mécanismes fonctionnels, influence la croissance osseuse. Ainsi, après l'ablation des muscles, la croissance diminue [16], tandis que l'ablation unilatérale entraîne une modification de la direction de la croissance [17]. L'éruption et la présence des dents influencent de manière intrinsèque le remodelage et par conséquent la structure de l'os alvéolaire [18].

Il est un fait que les fractures osseuses qui se reconsolident initialement dans une position courbée reprennent par la suite un axe droit au fil des ans sous contrainte ; ce phénomène est connu depuis fort longtemps [19,20]. À ce propos, Frost [21] a émis l'hypothèse que ce ne sont pas en premier lieu la compression et la traction qui entraînent les réactions osseuses, mais qu'elles résulteraient plutôt de la force agissant sur l'os qui a tendance à modifier l'incurvation de celui-ci. Dans sa « théorie de la neutralisation de la flexion », cet auteur résume son hypothèse de la manière suivante : une concavité croissante provoque une apposition osseuse, tandis qu'une convexité croissante entraîne une résorption du côté convexe. Cette théorie pourrait être l'une des raisons qui expliquent l'observation qu'après le remplacement des prothèses amovibles par des reconstructions fixes la dimension verticale de l'os subit un accroissement extrêmement important, voire un véritable bond, dans les régions distales de la mandibule.

En général, les mesures des niveaux osseux intéressant les implants crestaux sont réalisées en fixant des chablon de mesure standardisés, soit directement sur l'implant lui-même, soit sur la suprastructure prothétique. La documentation se fonde sur des clichés radiographiques pris à l'aide de films de petit format, en respectant des angles d'incidence et des paramètres d'exposition identiques. Dans le cadre de la présente étude rétrospective, il n'a pas été possible d'utiliser ce protocole, du fait que de tels clichés ne permettent pas de définir le rebord inférieur de la mandibule qui servait de point de référence. Une méthode plus précise que celle retenue pour nos évaluations, à envisager éventuellement, aurait consisté à analyser des clichés d'imagerie numérique (CT) des mandibules implantées. Or, cette méthode aurait nécessité la réalisation de quatre clichés CT par patient (préopératoire, postopératoire, plus deux contrôles à 6-9 mois respectivement), afin d'obtenir les données nécessaires. En outre, il aurait fallu que les coupes soient exactement superposables, une exigence qui aurait sans doute posé des problèmes considérables. Il ne faut pas oublier que même des dispositifs individuels de fixation du crâne ne permettraient pas de reproduire à plusieurs reprises la position exacte indispensable à la superposition des clichés, compte tenu notamment des modifications morphologiques considérables (augmentation de la dimension verticale d'occlusion, croissance verticale) intervenant entre deux documentations différées. En outre, l'exposition aux rayons ionisants, de même que les frais impliqués ne sauraient se justifier [22].

La méthode choisie pour notre analyse est utilisée de routine pour des mesures dans le cadre du

diagnostic pré-implantologique, en particulier dans les segments postérieurs des arcades dentaires, pour évaluer la distance par rapport au nerf alvéolaire inférieur. Force est toutefois de constater que les billes métalliques servant de repères n'enregistrent pas les distorsions de l'image. Bien que les résultats des mesures de la présente étude aient été enregistrés et représentés dans les graphiques par l'unité « millimètres », il faut tout de même tenir compte du fait que la projection radiologique est grevée d'un facteur d'agrandissement constant. De ce fait, les résultats présentent forcément des différences par rapport à la hauteur réelle. Cette erreur intrinsèque a toutefois été admise, puisque la vérification de la reproductibilité l'a reconnue comme étant systématique.

Les résultats de cette étude rétrospective mettent en exergue l'extrême importance que revêtent les soins de suivi pour les patients traités par des réhabilitations prothétiques ancrés sur des implants de type BOI. En effet, la surélévation relative du disque de base de ces implants est susceptible d'entraîner – notamment dans les deux premières années suivant l'intervention chirurgicale ou après toute modification, voire nouvelle construction prothétique – des contacts prématurés ou des interférences occlusales non négligeables. L'importance des mesures d'ajustements réducteurs par meulages dépasse de loin celle qu'il est habituellement nécessaire de porter aux reconstructions sur des piliers dentaires ou sur des implants crestaux. Elle risque par conséquent de dépasser les compétences du praticien non habitué au système BOI. Dans certaines situations, il se peut même qu'il soit inévitable de meuler jusqu'aux armatures métalliques. Lorsqu'au début du traitement le patient présente des anomalies des relations intermaxillaires ou de l'occlusion et qu'en cours de traitement on assiste à la disparition progressive des blocages fonctionnels, il est en général indispensable de procéder à plusieurs reconstructions des surfaces occlusales. Nous réalisons ces adaptations par la technique adhésive en composite qui adhère bien sur les surfaces en céramique.

D'autres études seront nécessaires pour évaluer les modifications et adaptations morphologiques que subit l'os du maxillaire supérieur en tant que conséquence de l'augmentation des stimulations fonctionnelles. L'expérience clinique montre toutefois que des meulages pour la réduction des parties basales d'éléments intermédiaires sont régulièrement nécessaires dans le maxillaire supérieur également. Les éléments intermédiaires agissent comme des leviers entre la muqueuse et l'os alvéolaires, ce qui risque de provoquer la perte des implants.

Lorsque les modifications des surfaces occlusales après des implantations dans le maxillaire inférieur ne sont pas effectuées à intervalles rapprochés, des lésions surviennent dans la mandibule des patients présentant une denture naturelle stable dans le maxillaire supérieur. En outre, lorsque le maxillaire supérieur présente une réhabilitation prothétique sur des implants BOI et simultanément un volume osseux réduit et une qualité osseuse défavorable, les lésions risquent de se manifester plutôt dans le maxillaire supérieur, essentiellement sous forme d'ostéolyses par surcharge ou de fractures implantaires.

Après un assainissement par des BOI, les patients ayant souffert d'une parodontite sévère et par conséquent de mobilités de la denture naturelle, montrent une tendance vers un accroissement progressif des forces masticatrices, de même que des modifications des rapports occlusaux et un processus important de remodelage osseux dans la mandibule. Pour ces raisons, ces patients doivent bénéficier de soins de suivi particulièrement rapprochés dans le temps et ont besoin de davantage d'ajustements occlusaux par des meulages.

Conclusions

La morphologie osseuse de la mandibule est susceptible de se modifier suite à l'insertion d'implants BOI. Ces adaptations se caractérisent par l'apposition d'os en direction verticale, tant en dessous qu'en dessus du disque transmettant les forces.

L'os formé dans la région supérieure au disque s'appose du côté lingual, suivant ainsi les trajectoires principales de la mandibule édentée. Par conséquent, la néoformation osseuse se manifeste du côté lingual de la tige porte-filet des implants.

L'os formé régulièrement dans la région inférieure au disque risque d'entraîner une surélévation relative de l'implant et de la reconstruction prothétique par rapport au plan d'occlusion. Il s'ensuit la nécessité de procéder à des contrôles et, le cas échéant, à des ajustements par meulages de l'occlusion à intervalles rapprochés, en particulier durant les deux premières années suivant l'implantation. À titre de mécanismes d'opposant à la surélévation de la reconstruction prothétique, il serait possible d'évoquer la décompression de l'articulation temporomandibulaire (par exemple lors de la cessation du port d'une prothèse amovible) ou une augmentation relative de la longueur de la branche montante de la mandibule.

Étant donné qu'il faut s'attendre à une apposition verticale d'os même dans les régions situées entre les implants, il faut réserver un espace adé-

quat sous les éléments intermédiaires. Néanmoins, si au cours du fonctionnement du bridge des contacts devaient se créer entre les éléments intermédiaires et la muqueuse sous-jacente, il est indispensable de réduire en conséquence l'intrados des intermédiaires et de surveiller l'évolution, du fait qu'il n'existe pas de point final défini de la croissance verticale de l'os du maxillaire.

Entre les observations sur l'être humain et les expériences sur des animaux il y a une bonne concordance : dans les deux cas, on assiste à une néoformation osseuse. Les expériences sur des animaux ont en outre permis de démontrer une apposition osseuse du côté lingual, un phénomène que l'on pourrait interpréter comme une conséquence de la déformation plastique de l'os mandibulaire suite à l'ostéotomie, et qui entraînerait un remodelage dans le sens de la théorie connue concernant la rectification des courbures et l'équilibration des masses osseuses.

Du fait qu'il faut s'attendre à des adaptations de la fonction masticatrice après toute modification de la reconstruction prothétique, il en résulte également des adaptations de la morphologie osseuse. Celles-ci peuvent à leur tour entraîner des conséquences pour la position des implants et les contraintes au niveau des BOI. Les systèmes de prothèses implanto-portées sur des BOI se stabilisent en l'espace de un à trois ans ; ce faisant, l'importance et le genre des adaptations dépendent en particulier de la différence entre la fonction pré- et postopératoire et de l'abandon du port de prothèses amovibles. Étant donné que les contraintes équilibrées et uniformes au niveau de la reconstruction prothétique – dans le sens d'une fonction masticatrice stable et symétrique – ont également des répercussions sur la néoformation d'os alvéolaire, on peut supposer que des modifications au niveau des prothèses ancrées sur des implants ostéointégrés exerceront également des in-

fluences considérables sur la morphologie osseuse. Pour cette raison, il est indispensable, en cas de confection de nouvelles prothèses ancrées sur des implants existants, de procéder à des contrôles méticuleux des patients à intervalles rapprochés au cours des deux premières années après une telle réhabilitation.

Lors de l'insertion d'implants BOI, il convient par principe de choisir les tiges porte-filets les plus longues possibles en fonction des dimensions interocclusales. De cette manière, il est possible d'éviter le risque d'enfouissement de la région marginale de la prothèse implanto-portée, même dans des situations d'apposition verticale importante d'os alvéolaire.

Dans les cas de volumes osseux très réduits dans la région des deuxième molaires, il est possible de poser dans un premier temps des implants dans la partie inférieure de la branche montante de la mandibule, afin de stimuler l'apposition osseuse fonctionnelle par la reconstruction prothétique fixe ancrée sur ceux-ci. L'implant distal peut ultérieurement être remplacé par un BOI posé plus mésialement ; ce faisant, il n'est pas nécessaire d'enlever le disque du premier implant.

Après l'insertion de BOI, il est possible de réaliser des réhabilitations par prothèse fixe même dans des cas d'atrophies extrêmes des maxillaires. Force est toutefois de constater que les mesures prothétiques nécessaires ont des répercussions considérables sur les paramètres biomécaniques du système stomato-gnathique qui entraînent des remaniements morphologiques importants de l'os des maxillaires. Un suivi rapproché et attentif de la situation prothétique est donc impératif.

Les systèmes de prothèses implanto-portées sur des BOI se distinguent des systèmes d'implants crestaux quant au genre et à l'importance de la prise en charge lors du suivi [23]. La bonne observance est une condition indispensable à l'obtention d'un résultat thérapeutique stable.

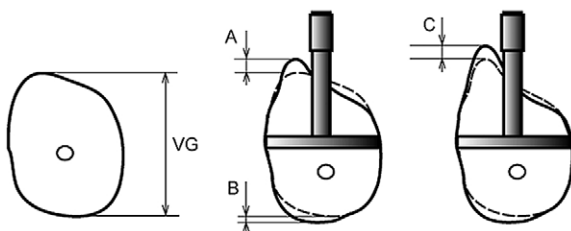


Figure 10 Modification de la morphologie des maxillaires inférieurs traités par des BOI ; coupes dans la région de l'implant distal. À gauche : situation initiale de la mandibule atrophiée ; au milieu : environ 12 mois après insertion du BOI ; à droite : 24 mois après insertion du BOI. Les lignes en pointillé représentent les contours de l'état précédent.

^a Dans tous les graphiques, les lignes en pointillé indiquent un intervalle de confiance de 85 %.

Références

- [1] Ashman RB, van Bushkirk WC. The Elastic properties of a Human Mandible. *Adv Dent Res* October 1987;1(1):64-7.
- [2] Nähri TO, Ettinger RL, Lam EW. Radiographic findings, Ridge Resorption and subjective complaints of complete denture patients. *The Int J of Prosthodontics* 1987; Vol 10(n° 2):183-9.
- [3] Jung F. Veränderungen des Prothesenlagers unter der Teilprothese *Deutsch Zahnärztl. Z Suppl Prothetik und Werkstoffkunde* Jan 1959:105-7 Heft 1, 8. Jahrg.
- [4] Smith BH. Changes in occlusal face height with removal partial dentures. *J Prost Dent* 1975;Vol 34(n° 3):278-85.
- [5] Scortecchi, Misch, Benner. *Implants and Restorative Dentistry*. London: Verlag Dunitz; 2001 S. 428, (ISBN 1-85317-703-2).

- [6] Ihde S, Aleksic Z. Propagation von Microcracks durch die Sofortbelastung von crestalen und basalen Implantaten. Deutsche Zahnärztl Zeitschr 2003 in press.
- [7] Ihde S, Konstantinovic V, Cutilo B. Austausch eines BOI unter der festsitzenden Versorgung. Dent Implantol 2002; 6:358-61.
- [8] Schliephake H, Neukam FW. Lebenserwartung von Implantaten und Implantatlager Deutsch Zahnärztl 2000;9:587-8 Z. 55.
- [9] Hylander WL. The functional Significance of the Primate Mandibular Form J. Morph 1979;160:223-40 ainsi que : Patterns of Stress and Strain in the Macaque Mandible Ann Arbor 1981 Chaps 3 et 4.
- [10] Koriath TWP, Hannam AG. Deformation of the Human Mandible During Simulated Tooth Clenching. J Dent Res Jan 1994;73(1):56-66.
- [11] Bosker H, Jordan RD, Powers MO, van Pelt AWJ. Bone induction and bone loss by use of the TMI. Oral Surg Oral Diagn 1991;2:18-28.
- [12] Mercier P, Vinet A. Factors involved in residual alveolar ridge atrophy of the mandible. J Canad Dent AssN 1983; n° 5:339-43.
- [13] Bradley CC. A radiological investigation into the age change of the inferior alveolar artery. Br J Oral Surg 1975;13:82.
- [14] Atkinson PJ, Woodhead C, Powell K. The Influence of Remodelling on Mandibular Bone Structure; S. 263-293.
- [15] Atkinson PJ, Powell K, Woodhead C. Cortical Sturcture of the Pig Mandible After The Insertion Of Metallic Implants Into Alveolar Bone. Archs Oral Biol 1977;Vol 22:383-91.
- [16] Moore WJ. An Experimental Studystudy of the functional components of the growth in the rat mandible. Acta Anat 1973;85:378-85.
- [17] Schumaker GH, Dokladal M. Über unterschiedliche Sekundärveränderungen am Schädel als Folge von Kau-muskeldissektionen. Acta Anat 1968;69:378-92.
- [18] Zengo AN, Pawluk RJ, Bassett CAL. Stree induced bioelectric potentials in the dento-alveolar complex. Am J Orthod 1973;64:17-27.
- [19] Jansen M. On Bone Formation: Its relation to tension and pressure. London: Longmans; 1920.
- [20] Basset CAL. Electrical Effects in Bone. Scientific American 1965;213:18-25.
- [21] Frost HM. The laws of bone structure. Springfield: Thomas; 1964.
- [22] Al-Nawas B. Röntgenbilder in der klinischen Forschung - zukünftig ein Widerspruch? Deutsch Zahnärztl Z 57 2002;6: 327-9.
- [23] Besch KJ. Konsensus zu BOI. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1999;9.

Available online at www.sciencedirect.com





ELSEVIER

TECHNIQUES

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Implantologie basale : une approche thérapeutique fondée sur la preuve

G. Scortecchi ^{a,*}, C. Misch ^b, G. Odin ^c

^a 19, rue Rossini, 06000 Nice, France

^b Misch Implant Institute, 16231 fourteen mile road, Beverly Hills, MI 48025, États-Unis

^c Service de chirurgie maxillofaciale, CHU de Nice, hôpital Pasteur, avenue de la Voie-Romaine, 06000 Nice, France

MOTS CLÉS

Implantologie basale ;
Diskimplants ;
Mise en charge
immédiate

Résumé Dans cet article les auteurs définissent la technique d'implantologie basale. Ils insistent sur les résultats probants à travers l'analyse de 1278 Diskimplants mis en charge immédiatement et suivis pendant dix ans. Les possibilités et les indications de cette technique sont largement discutées et illustrées ainsi que leur application pour des indications dépassant largement le remplacement de l'organe dentaire.

© 2003 Publié par Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS.

Introduction

Lors du congrès ADF 2003, une matinée complète sera consacrée à l'implantologie basale [2] en Europe. L'intérêt thérapeutique des Diskimplants[®] [1] dans les réhabilitations maxillaire et/ou mandibulaire partielle ou totale [12] apparaît évident au bout de 20 ans d'utilisation continue en clinique. Les participants pourront échanger leurs expériences et découvrir les progrès réalisés dans le domaine de l'implantologie basale par les équipes pluridisciplinaires impliquées dans la recherche et le développement de nouvelles technologies.

Ce symposium organisé par Victory réunira les membres de plusieurs sociétés scientifiques européennes : *Implantoral Club Belgium*, *Implantoral Club Deutschland*, *Implantoral Club Italie* et *Implantoral Club France* qui ont toutes pour vocation l'enseignement et la diffusion de l'implantologie basale (samedi 29 novembre de 9 h 30 à 12 h 30, salle D67b, ADF 2003 ; Paris Porte-Maillot, Palais des congrès de).

Depuis plus de 30 ans (implant tridimensionnel T3D de Jean-Marc Juillet 1970), l'implantologie basale n'a cessé de gagner en performance [9] et en

simplicité de façon à pouvoir traiter un plus grand nombre de patients concernés [10]. L'analyse de 1278 Diskimplants mis en charge fonctionnelle immédiatement et suivis sur près de dix ans démontre la sécurité et le succès de l'approche basale. Les études longitudinales multicentriques [5] confirment que cette méthode fait partie des données acquises de la science [11]. Elle répond également aux critères d'une implantologie fondée sur les preuves scientifiques [8] et l'excellence des résultats cliniques à très long terme [12]. Les possibilités et indications de l'implantologie basale sont illustrées et discutées dans cet article de même que son apprentissage et son enseignement. De fait, l'implantologie basale ne se limite pas aux seuls Diskimplants (95 % des implants basaux) mais comprend également les implants zygomatiques, ptérygoïdiens ainsi que les implants cylindriques placés dans la basale pour effectuer des distractions osseuses [13].

Enseignement de l'implantologie basale

L'apprentissage de l'implantologie basale intéresse de plus les chirurgiens qui ont terminé leur formation en implantologie axiale (vis, cylindres).

* Auteur correspondant.

Le cadre universitaire

La particularité de cet enseignement est de réunir l'UFR médecine (discipline chirurgie maxillo-faciale) et l'UFR odontologie (implantologie) dans un domaine d'activité partagé.

L'objectif pédagogique et professionnel est de répondre à une forte demande des praticiens en Europe comme aux États-Unis qui souhaitent faire bénéficier leurs patients des progrès thérapeutiques que seuls permettent les implants basaux (ancrés dans l'os basal maxillaire et mandibulaire). Jusqu'ici, l'enseignement de l'implantologie basale était déjà prodigué dans un grand nombre de DU (Diplôme Universitaire) d'implantologie ou par des firmes diffusant les implants basaux. Les nouvelles possibilités offertes à l'implantologie basale, grâce en particulier aux progrès de l'imagerie, des techniques de navigation informatique, de robotique, de reconstruction assistée par ordinateur, nécessitent la mise en place d'un enseignement théorique, pratique (dissection, mise en place d'implants sur cadavre frais traité) et clinique spécifique compte tenu de l'étendue du programme à accomplir. À la suite de ce cursus, les praticiens devraient être capable d'utiliser l'implantologie basale pour les reconstructions maxillo-mandibulaires partielles ou totales, évitant ainsi les chirurgies lourdes et les longs délais d'attente.

Approche conceptuelle

Le jeune chirurgien va, en premier lieu, devoir modifier sa vision traditionnelle de l'ancrage endosseux propre aux vis et aux cylindres qu'il a l'habitude d'installer par voie crestale (Figs. 1, 2). L'ostéotomie se réalisant latéralement, il faudra en plus de l'évaluation des paramètres verticaux (hauteur, profondeur) tenir compte surtout des dimensions dans le sens horizontal (largeur de la crête, épaisseur des corticales osseuses). Il faudra également se familiariser avec le matériel mis à sa disposition par le fabricant (Fig. 3).

Appréciation et anticipation du résultat esthético-fonctionnel final

Les moyens et les supports utilisés pour atteindre cet objectif sont importants :

- radiologique (scanner, navigation, guide implantaire transparent fourni par les fabricants, reconstructions stéréolithiques, etc.) ;
- prothétique : montage esthético-fonctionnel sur articulateur ;
- simulation implanto-prothétique et esthétique par programme informatique. Compte tenu de

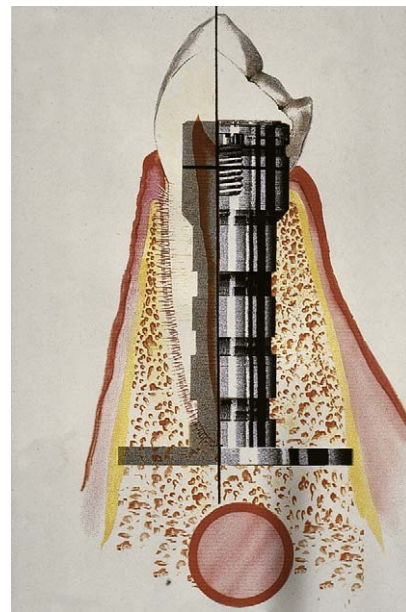


Figure 1 Illustration graphique d'un implant basal (Diskimplant) en appui multicortical au-dessus du canal mandibulaire. L'ostéotomie est initiée à l'aide d'un cutter en titane à la base de l'os alvéolaire résiduel.



Figure 2 Implant crestal type vis. L'ostéotomie axiale est initiée au sommet de la crête osseuse alvéolaire résiduelle.

l'incidence médico-légale que peut engendrer la diffusion de certaines simulations sur support papier, celles-ci doivent rester la propriété exclusive du praticien qui l'utilise comme un outil de travail non contractuel.

Corrélations anatomochirurgicales et esthético-fonctionnelles

Ces relations sont fondamentales et reposent sur une connaissance approfondie du support osseux,



Figure 3 Implant structure microfilété et Diskimplant en titane commercialement pur (99,8 %) avec leur analogue unique et le pilier transviscé correspondant pour un choix décisionnel de technique prothétique scellée.

de l'épaisseur des tissus mous et des dimensions du projet prothétique final. Un modèle stéréolithographique peut se révéler décisif dans les situations difficiles. Il permet une exploitation optimale de l'anatomie osseuse résiduelle en rapport avec le projet prothétique final. Ce dernier peut être matérialisé par un montage radio-opaque préfigurant la position des futures dents. Cette maquette servira à l'établissement d'un diagnostic avec le scanner. Un guide chirurgical réalisé directement par traitement informatique (Fig. 4) permet une mise en place programmée et précise des implants.

Apprentissage des techniques opératoires. Acquisition de l'expérience personnelle

La pratique chirurgico-prothétique de l'implantologie basale est un subtil mélange d'art et de connaissances scientifiques. La transmission du savoir faire du senior au débutant se fait par compagnonnage. L'expérience des aînés est essentielle pour aider le nouveau venu à apprécier avec précision les diffi-



Figure. 4 Guide pré-opératoire pour Diskimplant et implant. Structure tubéro-ptérygoidien et modèle pré-opératoire (OBL, Chatillon) d'une chirurgie planifiée par ordinateur. Cette approche est particulièrement sécurisante pour éviter les structures anatomiques critiques (courtoisie Dr Laurent Sers).

cultés à franchir en relation avec l'objectif prothétique final. L'apprentissage des techniques opératoires spécifiques de chaque difficulté rencontrée sur le plan anatomique et/ou prothétique se réalise cas après cas sous la direction et avec les conseils de praticiens chevronnés.

Même après plusieurs années d'exercice chirurgical et/ou prothétique en implantologie basale, l'évolution et l'amélioration des compétences et des performances du praticien se poursuivent. L'acquisition de l'expérience personnelle est particulièrement influencée par la qualité des enseignements suivis ainsi que par la capacité du chirurgien à s'entraîner. Aussi, les conseils et les encouragements prodigués aux jeunes chirurgiens qui sont très demandeurs pour atteindre un niveau d'excellence en implantologie basale doivent être considérés comme aussi importants que l'application et la persévérance.

Importance de la formation d'une équipe

Depuis le spécialiste en radiologie, l'assistante opératoire, le chirurgien, les professionnels en charge des différentes étapes prothétiques tant au cabinet qu'au laboratoire, tous doivent être informés et formés aux spécificités de l'implantologie basale. Ils doivent également connaître le projet final et les moyens mis en œuvre pour y parvenir. L'intérêt du travail d'équipe est d'anticiper toutes les difficultés dans les moindres détails y compris la gestion des stocks d'implants basaux, des produits nécessaires à l'intervention, sur le plan chirurgical mais aussi des composants prothétiques en cas de mise en charge immédiate. La formation de l'assistante et du prothésiste dentaire apparaît comme indispensable. Leur participation à certains cours théoriques et ateliers pratiques ne peut que valoriser la qualité de leur collaboration dans l'intérêt du praticien et des patients.

Les procédés techniques à enseigner

Il n'y a pas d'implantologie basale standard mais des procédés adaptés aux différents défis anatomique et prothétique propre à chaque patient. Ceux-ci sont révélés par l'analyse pré-implantaire :

- réaliser avant chaque intervention, sur modèle monté en articulateur, une simulation prothétique la plus proche possible de l'objectif esthétique-fonctionnel final en accord avec les desiderata du patient ;
- tirer du montage précédent un guide radio-opaque avec des limites barytées pour l'analyse scanner préalable ;
- déterminer (simulation, navigation, guide radio transparent, etc.) les zones d'ancrage pri-

maire et secondaire intra-osseuses en privilégiant l'appui sur les structures anatomiques basales et denses ;

- anticiper les difficultés :
 - ostéotomie facile et directe ;
 - ostéotomie difficile assistée par un guide chirurgical ;
 - ostéotomie complexe avec ou sans aménagement osseux préalable (greffe, expansion, distraction, sinus lift, déplacement du nerf alvéolaire inférieur, ancrage ptérygoïdien ou rétromolaire, etc.) ;
- choix du nombre, de la dimension, et de la forme (symétrique, asymétrique, trigone, etc.) des implants basaux. Utilisation de logiciel type SIMPLANT ;
- stratégie de mise en charge fonctionnelle (immédiate ou différée) [4] avec les moyens de temporisation prothétique : fixe ou amovible. Le type d'ancrage choisi : vissage, scellement, clipsage, etc. Anticiper les délais propres à chaque option ;
- prévoir le comblement des défauts osseux, greffes autologues [7], matériau de comblement inerte, PRF membrane plaquettaire, etc. ;
- anticiper l'aménagement des tissus mous pour un rendu esthétique optimal (greffe conjonctive, lambeau de repositionnement crestal) ;
- choisir le type d'émergence transmuqueuse (pilier large, étroit, etc.) ;
- définir les moyens d'ancrage et la nature des matériaux pour la prothèse définitive d'usage (vissée, scellée, résine, céramique, métal, etc.) ;
- concept occlusal adapté aux relations interarcades (disclusion canine, fonction de groupe, etc.) ;
- anticiper les moyens permettant d'assurer une maintenance à court, moyen et long terme tant au niveau gingival (respect des embrasures, état de surface poli miroir, etc.), que de l'occlusion (réglage tripodique, gouttière, etc.) ;
- conduite à tenir en cas de problème et gestion des complications :
 - le patient doit être traité sans délai ;
 - faire un diagnostic précis de la cause et des remèdes à administrer en priorité ;
 - demander conseil à un senior si la solution n'est pas évidente ;
 - mettre en œuvre tous les moyens à disposition pour assurer immédiatement les actions correctives et/ou préventives d'une éventuelle aggravation ;
 - ne pas se lancer dans une procédure sans en connaître toutes les étapes. Ne pas hésiter à

contacter le fabricant pour demander des renseignements techniques avant de prendre des risques inutiles et de placer le patient dans une situation irréversible.

Formation du praticien à l'implantologie basale

L'idéal est l'intégration dans une équipe pratiquant l'implantologie basale depuis plusieurs années. Elle permet :

- l'analyse des indications, des procédés techniques par les discussions, au cours des staffs, des projets de reconstruction à l'aide d'implants basaux ;
- un enseignement de proximité par l'aide opératoire au fauteuil en tenant les écarteurs, l'aspiration chirurgicale, en passant les différents instruments (ostéotomes, implants homologues etc.). L'abord vestibulaire est intéressant car il visualise parfaitement les structures anatomiques. Les approches palatine et/ou linguales seront enseignées dans un second temps ;
- un apprentissage par des dissections suivies d'ostéotomie et de mise en place d'implants basaux sur cadavre. Au cours d'ateliers pratiques, l'ostéotomie sur os sec permet de se familiariser avec l'instrumentation (cutters).

La pratique des premières interventions nécessite un guide chirurgicoprothétique transparent. L'aide et/ou la présence d'un praticien expérimenté dans la méthode est fortement recommandée.

Un enseignement théorique est indispensable pour comprendre les incidences de ce type d'ostéotomie en matière d'ancrage, de vascularisation et de cicatrisation ostéomuqueuse. Cependant, l'intégration des nuances techniques qui caractérisent le choix de différentes options et du tour de main qui préside à leur réalisation pratique relève de la lente imprégnation des ateliers et du compagnonnage.

Évaluation pré-opératoire à l'implantologie basale

La réputation de simplicité de l'implantologie basale est largement établie. Elle n'est pas usurpée. Cependant, il ne faut pas confondre simplicité et facilité. C'est une chirurgie minutieuse nécessitant du doigté, de l'entraînement, et une planification pré-opératoire bien maîtrisée. De fait, tout se joue au millimètre, ce qui peut faire basculer un résultat de parfait à moyen.

Première entrevue

Elle est essentielle car elle va permettre de déterminer si le patient va pouvoir être rapidement implanté ou si un délai de plusieurs mois est nécessaire avant d'envisager la chirurgie. Par ailleurs, les liens de confiance réciproque établis lors de la première entrevue sont déterminants pour l'acceptation du plan de traitement et son déroulement dans de bonnes conditions :

- remplissage de la fiche administrative et médicale : ce document indispensable doit être dûment complété et signé par le patient qui indique entre autre s'il est fumeur et si oui son degré de tabagisme (nbre cigarettes/jour) ;
- radiographie panoramique et rétro-alvéolaire récente (moins de 2 mois) : la panoramique demeure le document radiologique de base incontournable avant le scanner ;
- interrogatoire : il doit être suffisamment long pour permettre au patient de s'exprimer et au praticien de comprendre le motif de la consultation implantaire. Les habitudes, les tics, les peurs, les préjugés – tout doit être soigneusement relevé et consigné sur la fiche du patient ;
- photographies : à ce stade on prend des photographies de face et de profil ; également de la cavité buccale avec et sans appareil amovible lorsqu'il existe ;
- empreinte des arcades et prise de l'articulé pour les patients dentés. Pour les patients édentés totaux, des cires d'occlusion sont demandées au laboratoire pour le montage des modèles en articulateur ;
- information du patient :
 - les méthodes de réhabilitation alternatives par greffes si nécessaires ainsi que les traitements par les prothèses conventionnelles sont discutés et expliqués. Les délais et les risques d'échecs ou de rejet sont évalués ;
 - on ne saurait abréger l'exposé des modalités opératoires, du nombre, du type d'implant. L'anesthésie locale avec ou sans sédation analgésique préalable. La nécessité d'être accompagné par un tiers. Le mode d'alimentation postopératoire. L'arrêt du tabac ;
 - on détaillera les suites éventuelles, les risques majeurs ou mineurs de façon compréhensible et simple, ainsi que les précautions et les médicaments à prendre ;
 - l'ensemble des informations y compris le coût global de l'intervention sont présentés par écrit au patient qui retournera ces documents signés avant l'intervention.
- remise des documents au patient.

À la fin de la première entrevue, si le patient souhaite donner suite, d'autres documents lui sont remis :

- une lettre à son médecin généraliste qui l'informe du type d'intervention projeté et l'interroge sur l'état de santé et les éventuelles réserves. Loin de vouloir exonérer le chirurgien de sa responsabilité, ce courrier a pour but la réalisation de l'acte implantaire en dehors de toute pathologie contraire. En effet, il s'agit d'une thérapeutique de confort qui diffère des actes chirurgicaux « obligés » ou exécutés dans l'urgence. De fait, l'implantologie doit se dérouler sur un terrain suffisamment assaini et ne présentant pas de risque majeur pour la future intégration des implants ;
- une ordonnance de scanner avec logiciel spécifique (Dentascan, Simplant) ; guide chirurgical et/ou modèle stéréo-lithographique peuvent également être demandé ;
- une ordonnance pour les médicaments à apporter le jour de l'intervention ;
- technique particulière : planification préopératoire à l'aide d'un modèle stéréo-lithographique crano-maxillo-facial [3] – chirurgie assisté par ordinateur (Figs. 4 et 17).

Depuis plusieurs années, cette méthode laisse entrevoir son intérêt en chirurgie reconstructrice, notamment après tumeur, en chirurgie orthognathique, et en chirurgie préprothétique et implantaire [6].

Deuxième entrevue

Elle est indispensable avant que l'intervention ne soit définitivement programmée. Elle permet de refaire le point et de mieux cerner la personnalité du patient :

- l'interrogatoire du patient permettra de « recueillir son consentement » et de s'assurer de ses motivations sur le plan esthétique et fonctionnel. On identifiera avec lui risques et difficultés. Il faut éviter de faire rêver ou de souscrire aux souhaits irréalistes voire surréalistes en cas de perte tissulaire majeure. Le recours à l'implantologie reste avant tout une thérapeutique de l'édentation. L'aspect cosmétique est important, mais surtout doit rester dans les limites du possible et du raisonnable ;
- examen des documents et moulages en articulateur ;
- analyse biologique ;
- réponse du médecin traitant ;
- analyse des documents radiologiques scanners :
 - support papier : guide implantologique transparent ;

- support informatique (navigation, simulation) ;
- support résine : modèles stéréolithographiques ;
- analyse du montage esthético-fonctionnel.

Ces éléments permettront de finaliser le projet prothétique final, de choisir le nombre et le type d'implant et d'évaluer le coût.

Information éclairée complémentaire

À ce stade, le projet initial a été revisité, éventuellement confirmé, modifié ou encore différé. Si le patient désire donner suite, l'intervention est définitivement programmée. Il reçoit les ultimes conseils et explications ainsi que les réponses à ses dernières interrogations.

Intervention proprement dite

Le patient a été informé de ne pas venir à jeun en cas d'anesthésie locale avec sédation intra-orale. Il est reçu 30 minutes avant l'intervention pour un ultime examen. Un flash de 3 g d'amoxicilline dispersible et 100 mg d'Atarax sont administrés per os 20 minutes avant l'installation sur le fauteuil du bloc stérile. En revanche, s'il s'avère qu'une maladie infectieuse évolutive s'est déclarée peu avant l'intervention (sinusite purulente, angine, bronchite, fièvre, etc.), celle-ci sera reportée ultérieurement.

Séquences typiques des temps opératoires en implantologie basale (Diskimplant) :

- anesthésie loco-régionale (ou générale) avec ou sans sédation ;
- incision crestale de pleine épaisseur ;
- décollement du revêtement mucopériosté, lambeau d'épaisseur totale vestibulaire et lingual (ou palatin) ;
- ostéotomie latérale à l'aide d'un ostéotome (cutter) simple, double ou triple, selon le cas monté sur turbine ou micromoteur bague rouge sous irrigation interne (spray plus sérum physiologique en seringue) ;
- mise en place du Diskimplant homologue du cutter ostéotome. Vérification de la bonne stabilité primaire dans de l'os dense ;
- éventuel comblement de la tranchée latérale en T avec de mini greffons osseux (copeaux) autologues prélevés sur place à l'aide d'un bistouri ou recueillis lors d'un forage axial ;
- éventuellement, membrane PRF avec ou sans biomatériaux de comblement ;

- fermeture du lambeau mucopériosté, sutures en points séparés ;
- prise d'empreinte en cas de mise en charge immédiate (MCI) ou bien temporisation adaptée à la situation clinique.

Cas clinique n° 1 (Figs. 5, 6) : mise en charge immédiate dans la région prémolaire / molaire maxillaire

Édentation unilatérale terminale maxillaire, perte de 25 26 et 27. Kennedy classe II. En 1997, deux implants structures ont été installés en position 36 37 selon une technique enfouie chez cette patiente de 49 ans. Un an auparavant, le maxillaire supérieur gauche avait été équipé en MCI. Trois Diskimplants infrasinusiens et un implant, « structure ptérygoïdien » avec un bridge immédiat titane-résine vissé a été installé le lendemain de la mise en place des implants. Trois mois plus tard, la restauration finale auro-céramique vissée remplace le bridge de contention immédiat. Depuis six ans, cette patiente vient régulièrement au moins une fois par an pour contrôle. Tous les implants sont cliniquement et radiologiquement ostéo-intégrés. Le dernier contrôle a eu lieu en juin 2003. Il montre un état de santé osseux et mucogingival satisfaisant autour de chaque implant.

Cas clinique n° 2 (Figs. 7-10) : remplacement bilatéral des prémolaires et molaires supérieures avec MCI

Patiente de 47 ans en 1996 ; édentation bilatérale terminale (Kennedy classe I) avec maxillaire atrophique. Très peu d'os subsiste sous les sinus (1 à 3 mm au scanner, la densité est bonne). Elle a été traitée pour un cancer deux ans auparavant. Porteuse d'une hépatite C, elle ne pouvait en outre, à



Figure 5 Vue occlusale du bridge définitif d'usage (aurocéramique) vissé sur trois Diskimplants et un implant structure monobloc ptérygoïdien.

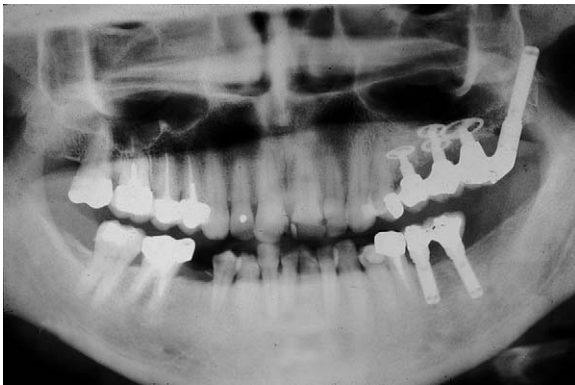


Figure 6 Édentation postérieure maxillaire (Kennedy classe II) restaurée par un bridge vissé mise en charge immédiatement sur trois Diskimplants infrasinusiers et un implant. Structure ptérygoïdienne (panoramique à 6 ans) montrant l'absence totale de perte osseuse et de pathologie sinusienne.



Figure 9 Vue occlusale après quatre ans de fonction du bridge d'usage auro-éramique vissé.



Figure 7 Édentation bilatérale terminale maxillaire de grande difficulté : il ne reste que 1 à 3 mm d'os sous les sinus droit et gauche.



Figure 10 Vue panoramique prise six ans après la mise en place des implants maxillaires lors d'un contrôle postopératoire des cylindres mandibulaires enfouis.



Figure 8 Aspect de la muqueuse péri-implantaire à trois mois lors du démontage du bridge de transition fonctionnel placé immédiatement après la chirurgie (mise en charge immédiate bilatérale).

cause de nausée permanente, supporter d'appareil amovible. Ne pouvant s'alimenter normalement, son état général s'améliorait difficilement. À la mandibule, deux pathologies (perforation et fracture radiculaire) nécessitaient l'extraction de 46 et

35. En accord avec le centre anticancéreux et les médecins spécialistes qui la suivaient depuis la rémission de son cancer, une implantologie basale maxillaire bilatérale avec mise en charge immédiate fut planifiée pour le mois d'avril 1996 ainsi que l'extraction des 46 et 35. Vingt-quatre heures après l'intervention, deux bridges immédiats de contention furent vissés sur les implants en secteur I et II. Aucune greffe osseuse préalable n'a été nécessaire. Les suites ont été sans histoire.

Trois mois plus tard, après guérison complète des tissus et ostéo-intégration des huit implants vérifiés individuellement, une restauration auro-céramique d'usage remplace la prothèse de transition immédiate. La patiente est venue régulièrement au contrôle de 1996 à 1998 ; en 2002, elle est revenue pour une édentation mandibulaire où trois implants ont été placés (méthode enfouie). Entre temps, elle a subi une chimiothérapie pour contrer une récurrence qui n'a pas affecté la survie des implants toujours en fonction et parfaitement intégrés. Nous l'avons revue en juillet 2003 pour contrôle – tout est parfaitement en ordre.

Cas clinique n° 3 (Figs. 12-16) : remplacement des six dents antérieures maxillaires

Patiente opérée fin 1984 à la suite d'un accident lui ayant fait perdre les quatre incisives et les deux canines supérieures. Quatre double Diskimplants (\varnothing 7 mm à la base et \varnothing du fût 2 mm) ont été installés dans une même chirurgie. Un matériau de comble-



Figure 11 Édentation de tout le secteur antérieur (13 12 11 22 23) à la suite d'un accident. Mise en place de quatre double Diskimplants fin 1984 pour soutenir un bridge de six dents.

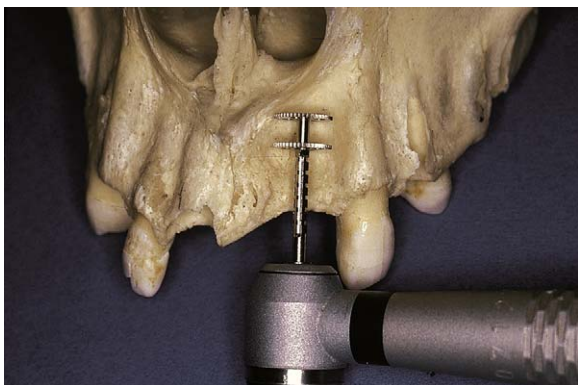


Figure 12 Double cutter monté sur turbine pour réaliser une double ostéotomie latérale.

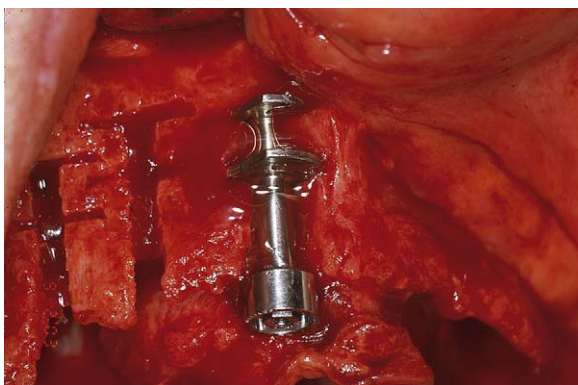


Figure 13 Une fois l'ostéotomie réalisée, le double Diskimplant homologue du cutter est inséré latéralement en frottement doux de corticale à corticale.



Figure 14 Vue intra-orale d'un bridge vissé de six éléments sur quatre double Diskimplants après 19 ans de fonction (1984-juillet 2003).



Figure 15 Aspect cosmétique vestibulaire après 19 ans. Noter la stabilité de la gencive péri-implantaire.



Figure 16 Aspect radiologique : absence de perte osseuse et de pathologie après 19 ans de fonction.

ment vestibulaire a été utilisé pour optimiser le soutien du lambeau et de la lèvre et supprimer la fausse gencive de l'appareil amovible de six dents (Fig. 11) qu'elle portait depuis des années.

Cette patiente est revenue nous voir en juillet 2003 suite à un dévissage, ce qui a permis de réaliser des photos et la panoramique. Le bridge a été déposé pour vérification de chaque implant. Les quatre piliers transgingivaux en titane et les vis de fixation prothétique en or ont été changés. Le

bridge initial a été remis en place. Tous les implants étaient cliniquement et radiologiquement parfaitement ostéo-intégrés après 19 ans de fonction (Laboratoire Arcade).

Cas clinique n° 4 (Figs. 17-23) : MCI maxillaire et mandibulaire

En raison de la grande difficulté de ce cas d'édentation totale bimaxillaire, un modèle préopératoire stéréolithographique a été réalisé (Fig. 17) d'après le scanner. Une simulation sur crâne sec montre l'angulation des implants ptérygoïdiens (Fig. 18). Une analyse scanner postopératoire montre le degré de précision recherché (Fig. 19).

L'implantation totale maxillaire a été réalisée avec MCI chez ce patient de 80 ans. Quarante-cinq jours plus tard, la mandibule a été également équipée et mise en charge immédiatement. Six mois plus tard, une téléradiographie de contrôle montre la disposition des implants basaux ptérygoïdiens et des Diskimplants sous-sinusiens. À la mandibule, les Diskimplants placés en région molaire secteurs IV et III fournissent des appuis molaires indispensables à l'établissement d'une occlusion correcte ; les em-

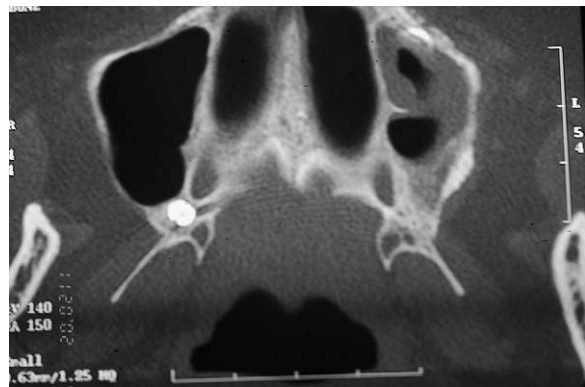


Figure 19 Coupe axiale scanner montrant le degré de précision nécessaire pour éviter les zones anatomiques critiques (canal palatin postérieur principal et accessoires, sinus, fosse ptérygo-maxillaire).



Figure 20 Aspect sagittal montrant le parfait positionnement spatial de deux implants. Structure ptérygoïdien droit et gauche qui se superposent exactement sur la téléradiographie de profil (agrandissement 1/1).



Figure 17 Modèle stéréolithographique cranio-maxillo-facial, outil désormais indispensable pour les cas de grande difficulté.

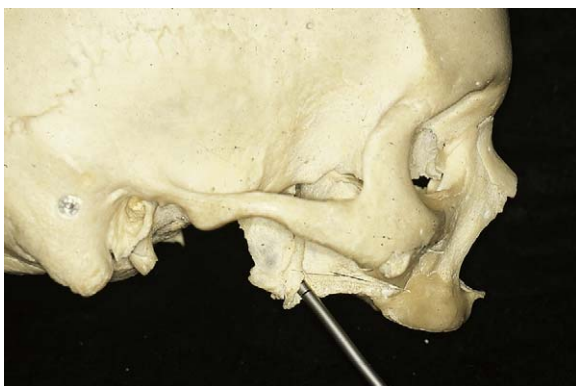


Figure 18 Orientation souhaitable pour un implant ptérygoïdien basal de type structure microfilété.



Figure 21 Édentation totale maxillo-mandibulaire. Réhabilitation à l'aide d'implants axiaux et basaux. Patient de 80 ans. Noter l'excellent aspect de la muqueuse. La mise en charge des implants a été immédiate.

preintes définitives sont alors réalisées après vérification de la bonne intégration de chaque implant testé unitairement (Fig. 22).

Les bridges fonctionnels maxillo-mandibulaires sont réalisés sur articulateur adaptable (Fig. 22). Les bridges de transition ont servi de transferts de



Figure 22 Bridge d'usage aurocéramique (nouvelle technologie) après un an de bridge de contention immédiat titane/chrome-cobalt/résine monté sur articulateur entièrement adaptable (Denar 5A).



Figure 24 Vue panoramique d'une parodontite chronique au stade terminal au maxillaire (mobilité IV).



Figure 23 Aspect cosmétique final en bouche.

la dimension verticale, de la position d'intercuspidation maximale. Ils ont également permis de tester la cosmétique, la phonétique, l'occlusion fonctionnelle (dans ce cas, disclusion canine bilatérale) de même que les embrasures à respecter.

La mise en place et la vérification des bridges maxillaire et mandibulaire se font directement au stade du biscuit ; les retouches sont simples. Le lendemain, après le glaçage et le polissage, le bridge d'usage parfaitement réglé est mis en place, les vis en or ressouquées 24 heures plus tard (Fig. 23). Les puits d'accès au vissage sont obturés (Cavit® plus composite).

Cas clinique n° 5 (Figs. 23-35). Implantation totale maxillaire avec MCI

Parodontite chronique au stade terminal. Patiente de 43 ans. Dans ce cas, l'utilisation de membranes plaquettaires [14] est décisive (Fig. 25). Un prélèvement est réalisé par le médecin anesthésiste formé et entraîné à la méthode qui procède sur place à la centrifugation et à la mise en membrane des plaquettes autologues (Fig. 26). Ce protocole est réalisé extemporanément dans la salle de chirurgie stérile sous flux laminaire.



Figure 25 Prélèvement en vue d'une greffe plaquettaire (PRF) autologue.



Figure 26 Collecte et mise en forme des membranes plaquettaires.

L'ostéotomie à l'aide de cutters simple, double et triple est réalisée (Fig. 27, autre cas clinique). Les disques débordent légèrement (1 mm) ; ils servent d'échafaudage au maintien de mini greffons osseux autologues collectés in situ puis recouverts par l'Interpore®. Six seringues d'Interpore 200® ont été utilisées pour assurer un bon soutien gingivolabial. Le tout est protégé par les membranes plaquettaires autologues (Fig. 28). Une suture point à point (Peters soie 2Ø) ferme le lambeau mucopériosté sans aucune tension. On connecte

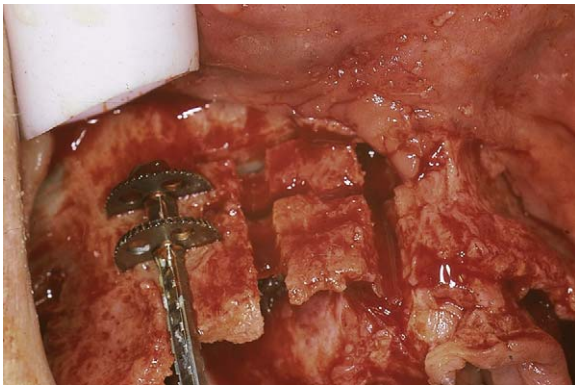


Figure 27 Ostéotomie vestibulaire à l'aide du double cutter (autre cas clinique).

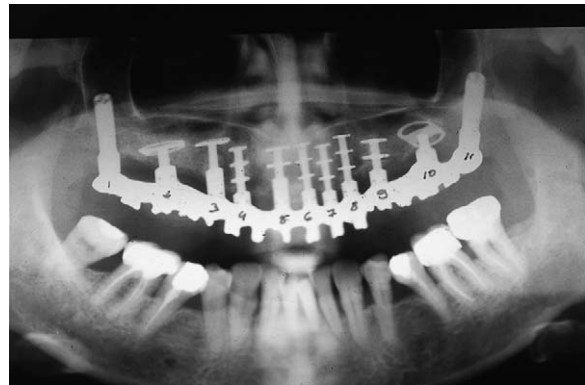


Figure 30 Bridge titane/chrome-cobalt/résine (nouvelle technologie) vissé jouant le rôle de fixateur externe pour assurer l'immobilisation maximale des implants lors de la fonction.

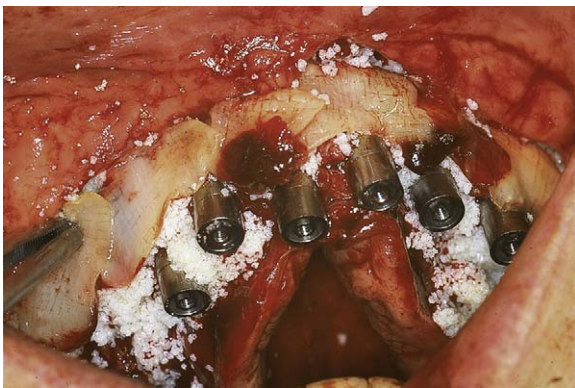


Figure 28 Comblement vestibulaire à l'Interpore® recouvert de membrane PRF pour redonner du volume et éviter la fausse gencive.



Figure 31 Aspect de la muqueuse péri-implantaire à six mois lors du démontage pour vérifier l'intégration des implants avant l'empreinte du bridge définitif d'usage.



Figure 29 Mise en place de transferts transvissés reliés à la Duralay pour un empreinte pick-up à ciel ouvert en vue d'un bridge de contention immédiat de forte rigidité.



Figure 32 Bridge vissé Wiron céramique (nouvelle technologie) monté sur articulateur entièrement adaptable (Denar 5A).

aux émergences implantaire les transferts transvissés (Fig. 29) ; on les relie avec de la Duralay renforcée par des tiges d'acier pour éviter toute déformation lors du retrait de l'empreinte prise à l'aide d'un calginate ou d'un silicone. Un bridge vissé de transition titane-chrome/cobalt-résine est installé à 48 heures. Une radiographie panoramique est prise (Fig. 30) pour vérifier le bon positionne-

ment du bridge. Six mois plus tard, celui-ci est dévissé et les implants vérifiés à l'unité (Fig. 31) (test manuel, Periotest, Ostell®).

Cent pour cent des implants sont parfaitement indolores et stables. L'empreinte pour le bridge définitif d'usage est réalisée. Le bridge de transition sert de transfert. Les moulages sont montés sur articulateur adaptable (Denar 5A) (Fig. 32) et le



Figure 33 Vue intra-orale.

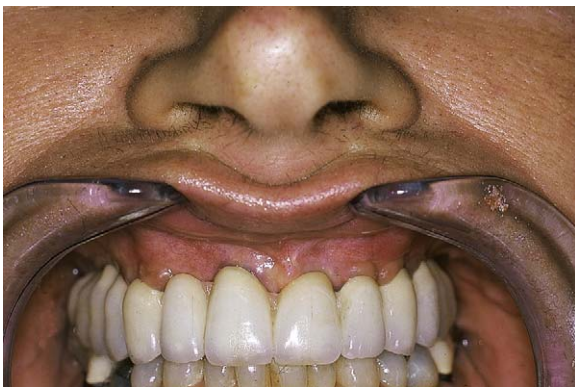


Figure 34 Aspect cosmétique vestibulaire. Il n'y a pratiquement pas de rétraction gingivale.



Figure 35 Aspect du profil. Noter le soutien harmonieux de la lèvre supérieure.

bridge céramométallique est confectionné (nouvelle technologie faisant appel à des préformes en titane usiné ; Laboratoire Bourbon).

La mise en place en bouche ne pose aucun problème, l'ajustage est parfait (Figs. 33, 34) ; aucune tension au niveau du vissage du bridge et les implants ostéo-intégrés. L'aspect cosmétique du soutien labial est conforme à l'attente de la patiente (Fig. 35). Les vis prothétiques en or M1.4 sont ressouduées à 24 heures, les puits d'accès bouchés à l'aide de composite.

Discussion

Ces cinq cas cliniques auraient nécessité des greffes préalables au maxillaire si on avait à notre disposition uniquement des implants crestaux (vis, cylindre à insertion axiale).

Grâce aux progrès des nouvelles technologies et aux possibilités offertes par l'implantologie basale, non seulement ces greffes non souhaitées et lourdes n'ont pas eu lieu, ce qui a constitué un gain de temps et une simplification chirurgicale considérable mais de plus, ces patients ont retrouvé des dents fixes sous 24 à 48 heures.

Sur 123 patients venus au contrôle annuel et traités en continu selon ces protocoles, 122 ont toujours des dents fixes. Une seule personne présentant un profil particulier a une prothèse amovible implantoclipée ; quatre implants ont dû être retirés pour causalgie. Au total, 1278 implants ont été suivis d'octobre 1993 à septembre 2003 avec un taux de survie de 99 %. Il faut cependant tempérer ces bons résultats par le fait que seulement 50 % des patients sur dix ans se sont présentés au contrôle annuel de suivi ; les autres ont été perdus de vue pour diverses raisons.

Conclusion

Comme cela a été publié à maintes reprises dans les revues spécialisées, l'implantologie basale parce qu'elle est fondée sur la continuité des bons résultats cliniques et qu'elle offre une alternative et/ou un complément aux greffes osseuses, sans pourtant les exclure, permet au professionnel d'élargir son arsenal thérapeutique en répondant aux attentes de ses patients.

Références

- [1] Bert M, Missika P. Diskimplants. Dans : Les implants ostéo-intégrables. Édition CDP; 1992. p. 189-96 361-370.
- [2] Besch KJ. Consensus à propos des implants à intégration basale (BOI). Revue Mensuelle Suisse d'Odontostomatologie 1999;9:996.
- [3] Bill JS, Reuther J, Dittmann W, Kubler N, Meier J, Pistner H, Wittenberg G. Stereolithography in oral and maxillofacial operation planning. Int J Oral maxillofac Surg 1995;24:98-103.
- [4] Branemark PI, Engstrand P, Ohnell LO, et al. Branemark Novum: A new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. Clin Implant Dent Rel Res 1999;1(1):2-16.

- [5] Doms P. Présentation orale. Journées Dentaires de Nice, mars 2003 2003.
- [6] Lambrecht JT. Planning orthognathic surgery with three-dimensional models. *Int J Adult Orthodont Orthognath Surg* 1989;4:141-4.
- [7] Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. Saint Louis: Mosby; 1999.
- [8] Missika P. Présentation orale. Paris: IMCI; 2002 décembre 2002.
- [9] Scortecci G, Meyers P, Zattara H, Doms P. Intra-oral applications in small bone volumes. In: Laney W, Tolman D, editors. Patient selection and long-term results Dans: Tissue integration in oral, orthopedic and maxillofacial reconstruction. Quintessence; 1990. p. 350-5.
- [10] Scortecci G. Structure implants and Diskimplants: state of the art of bone-anchored fixed prosthodontics in the European Community. *Proc Am Acad Fixed Prosthodont* 1994 Chicago.
- [11] Scortecci G, Modschiedler T. Ostéo-intégration et mise en fonction immédiate: 15 ans de recherche. *Implantodontie* 1997(n° 24).
- [12] Scortecci G, Misch CE, Benner KU. *Implants and Restorative Dentistry*. Londres: Martin Dunitz; 2001.
- [13] Smatt V. Présentation orale. Symposium BIO, Paris 2002. 2002.
- [14] Weibrich G, Kleis WKG, Hafner G. Growth factor levels in the platelet-rich plasma produced by 2 different methods: Curasan-type PRP versus PCCS PRP system. *JOMI* 2002;17(2):184-90.

Available online at www.sciencedirect.com





ELSEVIER

TECHNIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Latéralisations du nerf alvéolaire inférieur en chirurgie implantaire

P. Russe^a, J.-B. Flament^b

^a 9, rue Saint-Symphorien, 51100 Reims, France

^b Hôpital Robert Debré, avenue du général-Koenig, 51100 Reims, France

MOTS CLÉS

Nerf alvéolaire inférieur ;
Latéralisation ;
Repositionnement ;
Transposition ;
Paresthésie ;
Implants dentaires

Résumé Cet article présente les techniques et les résultats cliniques de la mise en place d'implants dentaires chez 12 patients après la réalisation d'une latéralisation du nerf alvéolaire inférieur. Le taux de succès des 44 implants posés est de 100 % après une période de suivi de six à 73 mois. Le taux de complications neurosensorielles postopératoires immédiates est classiquement élevé avec 50 % de paresthésies labiomentonnières, cependant, seul un cas de repositionnement (7,1 %) présente une paresthésie au-delà de 12 mois de suivi postopératoire. Ces techniques de latéralisation restent délicates sur le plan chirurgical mais donnent d'excellents résultats cliniques lorsque leurs indications sont bien posées. La mise en garde des patients contre d'éventuelles séquelles neurologiques est le préalable indispensable à leur mise en œuvre.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

La mise en place d'implants dentaires est, d'une manière générale, conditionnée par le volume osseux implantable et par la présence d'obstacles anatomiques. Dans le cas des secteurs mandibulaires postérieurs, c'est le nerf alvéolaire inférieur (Fig. 1) qui constitue le plus souvent la limite inférieure de l'espace implantable, toute transgression chirurgicale de cette limite pouvant entraîner l'apparition d'une paresthésie labiomentonnière. En cas d'importante résorption osseuse, la hauteur implantable au-dessus du canal mandibulaire peut être inférieure à six ou sept millimètres, contre-indiquant alors la mise en place chirurgicale d'implants dentaires de forme cylindrique.

Le déplacement de l'obstacle, le nerf alvéolaire inférieur, permet alors d'utiliser toute la hauteur du corps mandibulaire pour la mise en place d'implants. Cette technique, décrite dès 1987 en chirurgie implantaire [1], a été plus largement diffusée avec la parution de l'article de Friberg [2] en 1992.



Figure 1 Vue latérale du nerf alvéolaire inférieur à l'ouverture de la corticale vestibulaire.

Elle offre une alternative aux reconstructions par greffes, par régénération osseuse guidée ou aux interventions de distraction osseuse.

Rappels anatomiques

Le trijumeau (V^e paire crânienne) présente trois branches périphériques : le nerf ophtalmique de Willis (V1), le nerf maxillaire (V2) et le nerf mandi-

Adresse e-mail : russe-phil@wanadoo.fr (P. Russe).

bulaire (V3). Le nerf mandibulaire est un nerf mixte, issu du crâne par le foramen ovale et divisé en deux troncs, sensitif et moteur. Le nerf alvéolaire inférieur (NAI) est la plus volumineuse de toutes les branches du nerf mandibulaire. Il est essentiellement sensitif mais compte aussi un contingent de fibres nerveuses motrices destinées au muscle mylo-hyoïdien et au ventre antérieur du digastrique [3].

En-dessous du trou ovale, le trajet extracanalalaire du NAI mesure environ 5 cm [3]. C'est dans cette portion qu'il peut être atteint par une substance anesthésique pour réaliser un blocage tronculaire. Le trajet intracanalalaire du NAI commence à la face interne de la branche montante de la mandibule, au niveau de l'épine de Spix.

Le canal mandibulaire

Pour Olivier [4] le canal mandibulaire peut revêtir deux formes :

- soit un conduit parfaitement individualisé au sein du tissu spongieux, à parois épaisses (60 % des cas disséqués) ;
- soit un canal beaucoup moins bien individualisé, les différents éléments vasculonerveux semblant se frayer un chemin irrégulier (40 % des cas) (Fig. 2).

La plupart des auteurs décrivent ce canal comme unique mais quelques observations indiquent que, dans moins d'1 % des cas, il peut être dédoublé, un canal collatéral [5,6] pouvant être présent.

Dans le sens horizontal [7] le canal est plus proche de la table interne dans sa portion postérieure, avant de se diriger en dehors dans le dernier centimètre de son trajet intra-osseux.



Figure 2 Absence de paroi canalaire. Le nerf chemine à travers les trabécules sans corticale périphérique.

Dans le sens vertical, le canal décrit une courbe à concavité antérosupérieure. D'arrière en avant, il est successivement oblique en bas et en avant, puis horizontal, avant de remonter à proximité du trou mentonnier.

Le canal mandibulaire se termine en avant par sa bifurcation en deux canaux :

- le canal incisif dirigé d'arrière en avant dans la symphyse ;
- le canal mentonnier, presque transversal, qui s'ouvre sur la face latérale du corps mandibulaire par l'intermédiaire du trou mentonnier. Celui-ci peut être multiple dans 2,25 à 8 % des cas [6].

Contenu du canal mandibulaire

Il est diversement décrit par les anatomistes : la présence d'une gaine commune au NAI et aux vaisseaux du même nom est discutée, mais elle nous est cependant apparue constante lors de dissection de pièces fraîches [6]. Le nerf et l'artère apparaissent solidaires, entourés d'un tissu lâche, blanchâtre, voilant par endroit les structures sous-jacentes et plus épais en arrière.

Le nerf lui-même présente une grande variabilité. À l'ouverture du névrlème il présente souvent un aspect complexe, plexiforme, conforme à la description de Mileff [8] en 1930 qui classait le nerf en trois catégories : classique, bifurqué (Fig. 3) et trifurqué (Fig. 4).

L'artère et les veines alvéolaires inférieures accompagnent le nerf dans son trajet intracanalalaire. L'artère est toujours située en arrière du nerf dans le premier centimètre du canal depuis l'épine de Spix. Dans la portion ascendante terminale du canal, l'artère est toujours placée au-dessus du nerf. L'artère gagne la partie supérieure du nerf [6,9] en le contournant par l'extérieur (12/30 cas) par l'intérieur (13/30 cas) ou en le traversant (3/30 cas). Dans la région molaire-prémolaire, toute hémorra-

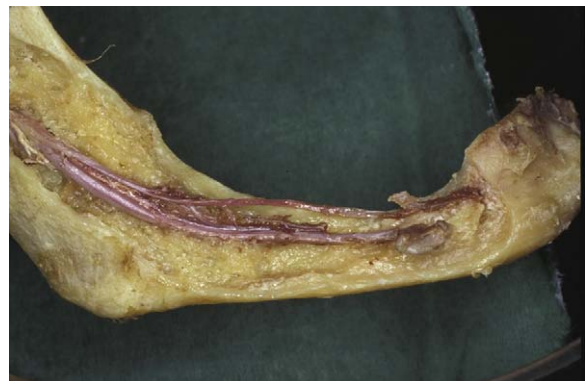


Figure 3 Nerf alvéolaire inférieur bifurqué. Les branches incisive et mentonnière sont séparées dès l'épine de Spix.

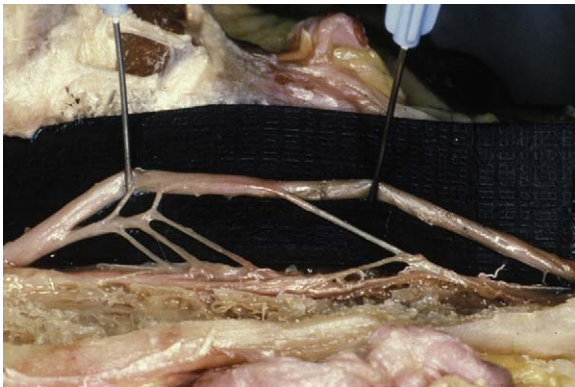


Figure 4 Aspect plexiforme, complexe du nerf à l'ouverture du névrylème.

gie lors de la mise en place d'un implant dans ce secteur doit faire suspecter une atteinte des vaisseaux alvéolaires inférieurs immédiatement sus-jacents au nerf (Fig. 5).

Indications

Elles concernent les patients présentant une édentation mandibulaire postérieure de classe I et II de Kennedy avec :

- une hauteur osseuse supra-canalaire inférieure à 7 mm ;
- une position centrale du canal dans le corps mandibulaire empêchant une implantation en lingual ou en vestibulaire du nerf ;
- un espace inter-arcades réduit contre-indiquant les techniques alternatives de greffe d'apposition verticale, de régénération osseuse guidée ou de distraction osseuse.

Contre-indications

Les contre-indications médicales sont identiques à celles de la chirurgie buccale ou implantaire habituelles.

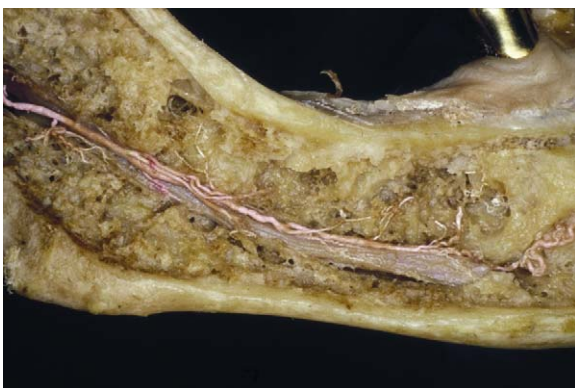


Figure 5 L'artère alvéolaire inférieure (injectée au latex) est en position supranerveuse dans la zone molaires-prémolaires.

Un espace interarcade fortement majoré, augmentant démesurément le rapport couronne prothétique/ implant constitue une contre-indication locale.

Un décalage, dans le plan frontal, de l'orientation de la branche horizontale de la mandibule par rapport aux dents maxillaires peut constituer une contre-indication. Une cire de diagnostic, réalisée sur le montage sur articulateur, permettra de mettre en évidence un facteur de risque éventuel.

Technique chirurgicale

Historique

Alling [10] en 1977, en présence d'une mandibule dont la résorption a amené l'émergence du NAI en position crestale, propose de déplacer celui-ci dans le fond du vestibule afin d'éviter les phénomènes douloureux qui accompagnent sa compression par une prothèse amovible.

La première publication décrivant un déplacement dans le but de mettre en place des implants dentaires est celle de Jensen et Nock [1] en 1987. Ces derniers décrivent un cas bilatéral où deux techniques différentes sont utilisées :

- du côté droit, le déplacement inclut l'émergence au trou mentonnier et les auteurs parlent alors de **repositionnement** (Schéma 1) ;
- du côté gauche, le trou mentonnier est respecté et le terme de **transposition** est retenu pour cette technique (Schéma 2).

Au début des années 1990, Friberg [2] et Rosenquist [11,12] utilisent la technique du repositionnement et présentent les premières séries de cas et leur suivi postopératoire à six mois et un an.

Bilan radiologique pré-opératoire

Le bilan pré-opératoire spécifique comprend une radiographie panoramique qui reste l'examen de

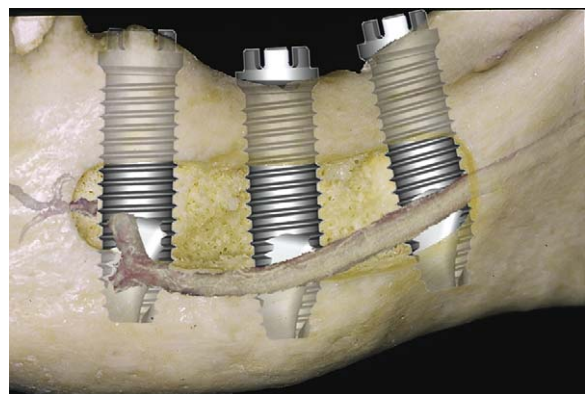


Schéma 1 Repositionnement du NAI s'accompagnant de la section du nerf incisif en avant du trou mentonnier.

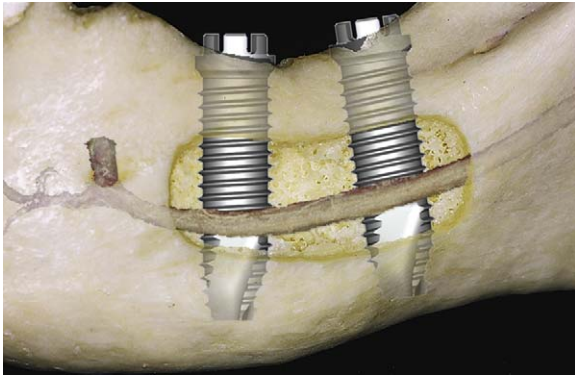


Schéma 2 Transposition du NAI. Le trou mentonnier est respecté.

choix pour visualiser la position dans le sens vertical du canal alvéolaire inférieur. Un scanner préopératoire vient compléter ce bilan. Il permet de quantifier la hauteur d'os supracanalaire, la position vestibulolinguale du canal et l'épaisseur de la table osseuse vestibulaire en regard du NAI. La présence d'un nerf en position linguale, d'une table externe épaisse ou d'un tissu osseux trabéculaire de forte densité seront des éléments d'appréciation négatifs pour la difficulté opératoire prévisible (Fig. 6).

Anesthésie

L'immense majorité des cas publiés [1,2,11-16] ont été traités sous anesthésie locale ou locorégionale, généralement complétés par une sédation intraveineuse. Notre expérience est limitée à des cas réalisés sous anesthésie générale, la délicatesse et la précision du geste opératoire nécessitant pour nous, une immobilité absolue du patient. Les mêmes arguments sont développés en 2002 par Morrison et al. [17] pour justifier le recours à l'anesthésie générale.

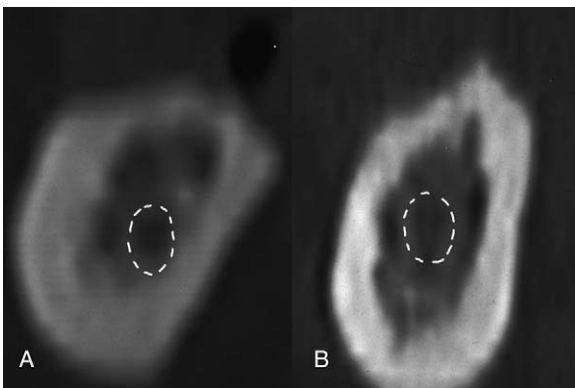


Figure 6 A. Position linguale du nerf et corticale vestibulaire épaisse. B. Position centrale du nerf et corticale normale.

Incision

La nécessité de dégager largement la face latérale du corps mandibulaire oblige à réaliser un volet mucco-périosté étendu. Une incision crestale est réalisée sur toute la crête édentée. Elle est prolongée distalement par une contre-incision vestibulaire. Mésialement, une incision sulculaire concerne les dents bordant l'édentement, classiquement la première prémolaire ou la canine, et une contre-incision verticale est réalisée à distance du trou mentonnier afin de ne pas léser les branches terminales du nerf mentonnier.

Décollement

Commencé à l'aide de décolleurs tranchants IPZ 1 et 3 (Hu-Friedy), il est poursuivi à proximité du trou mentonnier avec une spatule à bouche, à bords mousses (LM 446-447, LM-instruments Oy), afin de ne pas léser le paquet vasculonerveux à son émergence. Le lambeau est ensuite chargé sur des écarteurs, en prenant garde à ne pas étirer la ou les branches mentonnières du NAI. Une attention toute particulière doit être portée à la position des écarteurs durant l'intervention, ceux-ci pouvant se déplacer et venir comprimer l'émergence du NAI.

Préforage

En utilisant classiquement un guide chirurgical, les émergences des implants sont matérialisées avec un foret de marquage. Les premiers forets de la séquence chirurgicale sont ensuite utilisés sur une profondeur de quelques millimètres, en veillant à ne pas léser le NAI, proche de la corticale supérieure du corps mandibulaire. Le forage est poursuivi jusqu'à l'avant-dernier foret, le foret final n'étant utilisé qu'en fin d'intervention. Ce préforage permet de limiter le temps de manipulation du nerf alvéolaire inférieur après son dégagement ainsi que proposé par Valentini [15].

Ostéotomie vestibulaire

Dans le sens vertical, le tracé de l'ostéotomie varie en fonction de la position du NAI, déterminée par l'examen scanner. Deux incisions horizontales parallèles sont centrées sur le trajet estimé et, réalisées à l'aide d'une fraise H 162A (Komet) ou d'un disque diamanté *Frios Microsaw* (Friadent). Les deux incisions sont distantes de 7 à 8 mm en veillant cependant à laisser une baguette osseuse entre les préforages réalisés et l'ostéotomie, afin de ne pas compromettre la stabilité primaire des implants.

La limite postérieure est située à 1 cm environ en arrière du dernier implant à poser. L'angle interne

de l'ostéotomie est arrondi de manière à ne pas être traumatisant pour le NAI dont le trajet réalisera une baïonnette entre la paroi osseuse et l'implant le plus distal.

La limite antérieure de l'ostéotomie diffère en fonction du type de déplacement :

- dans le cas d'une transposition, l'ostéotomie est située entre 6-10 mm en arrière du trou mentonnier. Dans cette région, le canal est dans sa position la plus vestibulaire et l'ostéotomie finale se fera par usure, terminée à l'aide d'une fraise boule diamantée 6801 (Komet) ;
- dans le cas d'un repositionnement, elle est située en avant du trou mentonnier. Elle doit respecter une éventuelle boucle antérieure du canal, s'étendant en avant du trou mentonnier. Une deuxième incision verticale est réalisée en arrière du trou mentonnier, avec les précautions déjà décrites.

La principale difficulté de cette phase opératoire est le contrôle strict de la profondeur de fraisage, le NAI pouvant être situé immédiatement sous la corticale vestibulaire, dans sa portion antérieure mais aussi quelquefois plus en arrière.

Exposition du NAI

Le volet osseux situé en arrière du trou mentonnier est soulevé à l'aide d'ostéotomes OSS (Hu-Friedy). Il est conservé dans du sérum physiologique stérile. Les ostéotomes doivent prendre appui sur les bords périphériques résistants, en veillant à limiter l'enfoncement de leur extrémité travaillante dans le corps mandibulaire.

Dans le cas d'un repositionnement, le volet antérieur est soulevé après un morcellement dont le tracé est variable, guidé par l'anatomie du trajet terminal du canal alvéolaire. Le plus souvent, une section verticale, telle que décrite par Friberg [2] est utilisée. Cette phase est la plus délicate, toute lésion par les instruments rotatifs du tronc nerveux pouvant se traduire par une paresthésie postopératoire. L'utilisation d'aides visuelles comme des loupes ou un microscope opératoire est recommandée à partir de cette phase de l'intervention.

La corticale vestibulaire étant retirée, l'exposition du NAI est réalisée à l'aide d'excavateurs, utilisés exclusivement de lingual en vestibulaire. L'extrémité travaillante de l'instrument est glissée le long du nerf, sous les trabécules osseuses qui le recouvrent qui sont ensuite luxés vestibulairement. Lorsque la moitié vestibulaire du nerf est libérée (Fig. 7), il est soulevé délicatement à l'aide d'instruments mous comme une spatule à bouche.

La latéralisation du nerf est limitée dans le cas d'une transposition. Elle doit s'effectuer sans éti-



Figure 7 Après les préforages, ouverture de la table externe. Le NAI est visible à l'issue de son dégagement.

rement de celui-ci, au besoin le libérant plus largement dans sa portion distale.

La technique du repositionnement est différente car elle s'accompagne de la section du nerf incisif, en avant du trou mentonnier, libérant plus largement le nerf et facilitant la mise en place des implants sans tension pour le NAI. Le sacrifice du nerf incisif entraîne pour le patient une absence de proprioception au niveau des incisives et de la canine, ressentie de manière plus ou moins gênante.

La protection du nerf, après sa libération, est assurée par une lame malléable d'1 cm de large, à bords émoussés, permettant de l'écarter et de le protéger pendant les phases de forage et de vissage, sans tension.

Mise en place des implants

Elle se fait de manière classique mais avec un contrôle visuel de la portion apicale du forage, très inhabituel. Le forage est repris à travers les préforages préalablement réalisés dans la corticale supérieure et poursuivis dans la corticale basilaire jusqu'au foret final. Les implants, vissés dans notre expérience, sont ancrés dans les corticales supérieures et inférieures du corps mandibulaire et leur stabilisation primaire a toujours été obtenue grâce à cet ancrage bicortical (Fig. 8).

Fermeture

Le volet osseux, précédemment retiré et conservé dans du sérum physiologique, est fragmenté puis broyé à l'aide d'un moulin à os (Bone mill, QUETIN). Les copeaux d'os cortical obtenus vont combler l'ostéotomie et recouvrir les implants (Figs. 9 et 10).

Dans le cas de la transposition, une couche fine de copeaux est interposée entre les implants et le nerf, évitant un contact direct. Le nerf, déchargé

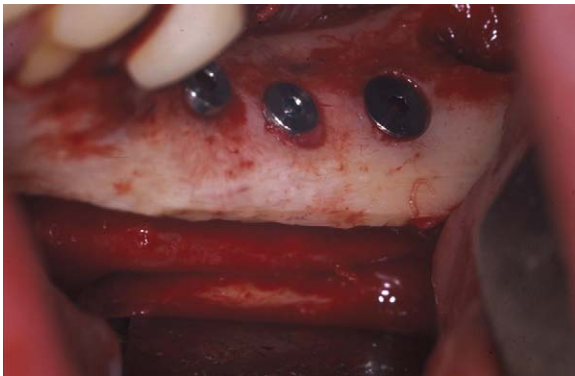


Figure 8 Mise en place des implants (Tapered screw vent, 3,7 et 4,7).

de l'écarteur, repose sur le comblement osseux réalisé. Le lambeau est ensuite repositionné et le nerf se trouve alors en position sous-périostée. La suture est réalisée avec un fil à résorption rapide VR 2280 (Ethicon) sous forme de points séparés.

Suites opératoires

Prescription postopératoire

Elle est constituée par une antibiothérapie associant l'amoxicilline et l'acide clavulanique (Aug-

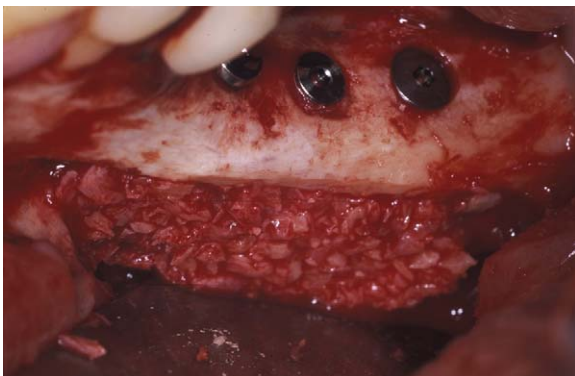


Figure 9 La corticale externe est broyée et interposée entre les implants et le nerf.

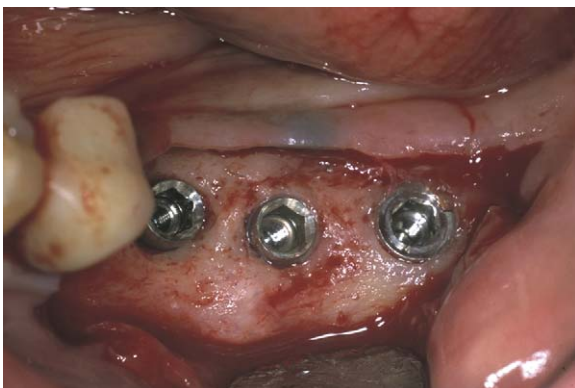


Figure 10 Résultat à quatre mois lors de la réouverture des implants. La corticale externe est cicatrisée.

mentin) ou, en cas d'allergie aux pénicillines ou d'intolérance, à l'association Spiramycine-Métronidazole (Birodogyl).

Un anti-inflammatoire stéroïdien est injecté pendant l'intervention (Solumedrol, 2 mg/kg) et renouvelé six heures après l'intervention. Un anti-inflammatoire non stéroïdien (Ponstyl, Nifluril ou Surgam) est prescrit pour une période postopératoire de six jours à raison de deux comprimés par repas pendant les trois premiers jours, réduit ensuite à un comprimé par repas. Le contrôle de la douleur est assuré par la prise de Di-Antalvic, jusqu'à six comprimés par 24 heures maximum.

Contrôles postopératoires :

Les contrôles sont réalisés à une semaine, 15 jours, un mois et trois mois, avant la réouverture et la mise en charge des implants. Une radiographie panoramique de contrôle permet de contrôler le bon positionnement des implants et sert de référence pour le suivi de la cicatrisation osseuse. L'évaluation des conséquences neurologiques de l'intervention fait appel au « two points discrimination test » (TPD) décrit en 1987 par Nishioka [18] et utilisé par plusieurs auteurs [12,15].

Un compas à pointes sèches est utilisé pour piquer l'hémilèvre inférieure concernée par la latéralisation. L'écartement des pointes est augmenté progressivement jusqu'à ce que le patient perçoive une double piqûre :

- si le patient distingue la piqûre de deux pointes distantes de moins de 14 mm, la capacité de discrimination est dite normale ;
- de 14 à 20 mm elle est dite altérée ;
- au-delà de 20 mm elle est dite absente.

Résultats

Douze patients, quatre hommes et huit femmes, ont été opérés et un total de 14 nerfs ont été déplacés, deux patientes présentant une édentation de classe I ayant subi une intervention bilatérale. Treize interventions de type repositionnement ont été réalisées et une seule transposition. Quarante-quatre implants ont été mis en place chirurgicalement selon la technique dite en deux temps.

Les interventions ont eu lieu entre octobre 1996 et avril 2003 avec un suivi de six à 73 mois.

Tous les implants se sont ostéo-intégrés et le taux de réussite actuel est de 100 %. Six implants sont encore restaurés par des prothèses fixées provisoires, 38 sont porteurs de restaurations céramo-métalliques scellées.

Sur le plan neurologique

Au contrôle à une semaine 50 % des patients présentaient une paresthésie labiomentonnière avec un TPD supérieur à 20 mm. Lors de l'exposition chirurgicale des implants, programmée quatre mois après la pose, seuls deux patients se plaignaient encore d'altération gênante de la sensibilité de leur hémilèvre et deux autres d'une différence de sensibilité, non gênante, par rapport au côté non opéré. Les troubles décrits étaient ressenties comme une gêne qui ne remettait pas en cause la motivation des patients pour l'intervention.

À plus d'un an, seule une patiente (7,1 % des interventions) présente encore une altération de la sensibilité avec un TPD supérieur à 20 mm. Le repositionnement du nerf de cette patiente s'était avéré très délicat cliniquement, en raison d'une position linguale du NAI mais surtout de la très forte densité osseuse de la mandibule, presque exclusivement composée d'os cortical. L'ouverture du canal alvéolaire inférieur ayant nécessité l'utilisation quasi-exclusive de matériel rotatif, le risque de lésion nerveuse s'en est trouvé majoré.

Sur le plan osseux

Le premier patient traité en octobre 1996 (Fig. 11) a eu l'occasion de passer un scanner des maxillaires en janvier 1998, un an après la mise en place de ses restaurations prothétiques. Cet examen est intéressant car il montre la reconstruction de la table externe mandibulaire, avec une épaisseur réduite de 40 % environ dans sa partie centrale. Un nouveau trou mentonnier s'est formé en arrière de l'implant distal (Fig. 12). Le comblement de la cavité osseuse

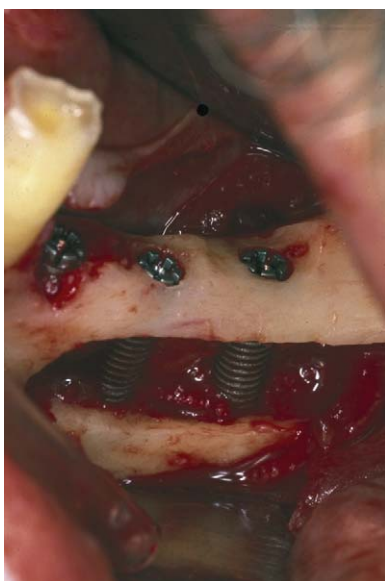


Figure 11 Cas n° 1 : vue peropératoire du repositionnement.

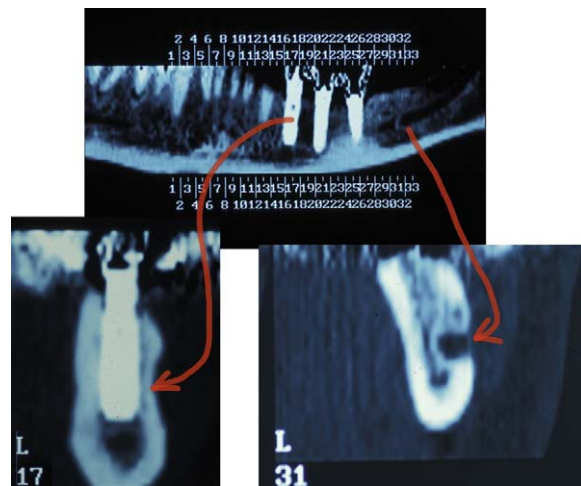


Figure 12 Cas n° 1 : résultats du scanner à deux ans. La corticale externe est continue mais affinée. Le nerf alvéolaire émerge en coupe 31,1 cm en arrière de l'implant distal.

par des copeaux d'os autogène, recouvert par un périoste intact, a permis, dans ce cas, la reconstruction d'une table externe.

Sur le plan prothétique

La technique de la transposition ne permet pas la mise en place d'implants dans la zone du trou mentonnier. La prothèse réalisée peut être mixte, reliée aux dents bordant l'édentement ou, comme dans le cas clinique des Figs. 13 et 14, présenter un élément en extension mésiale.

Le repositionnement permet une répartition idéale des piliers implantaires en utilisant pour l'ensemble des cas traités le concept de prémolarisation. En effet, l'espace prothétique est fréquemment majoré dans ces cas de latéralisation, du fait de la résorption osseuse et la hauteur des couronnes prothétiques est importante. Les contraintes exercées sur l'interface entre les implants et les piliers sont donc très élevées et la prémolarisation permet de les limiter, le choix de solidariser les

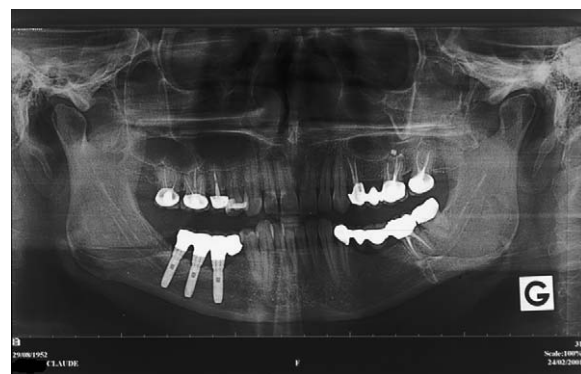


Figure 13 Cas n° 2 : transposition. L'intermédiaire de bridge en extension est situé au-dessus du trou mentonnier.



Figure 14 Cas n° 2 : résultat clinique en vue occlusale.

couronnes prothétiques permettant, de plus, une distribution plus homogène de celles-ci.

L'importance des contraintes mécaniques exercées sur les interfaces implant-prothèse contre-indique, selon nous, l'utilisation d'implants de petit diamètre, inférieur à 3,75 mm.

Discussion

En cas d'insuffisance verticale de volume osseux implantable dans les secteurs mandibulaires postérieurs, plusieurs alternatives s'offrent au chirurgien.

La mise en place d'implants en dedans ou en dehors du canal alvéolaire inférieur n'est qu'exceptionnellement possible.

La greffe osseuse est indiquée en cas d'espace inter-arcade augmenté ou lorsque le déficit osseux présente une composante horizontale. Si le site de prélèvement dans cette indication est généralement adjacent au site receveur, la greffe nécessite néanmoins un temps de cicatrisation de quatre à cinq mois et la pose des implants n'intervient qu'après ce délai.

La régénération osseuse guidée permet la reconstruction de défauts verticaux et horizontaux, cependant la survenue de complications liées à l'exposition des membranes ainsi que la qualité de l'os néoformé ont limité son utilisation depuis quelques années.

La distraction osseuse est particulièrement intéressante en présence d'un espace prothétique majoré. Elle peut permettre de corriger des défauts verticaux et horizontaux. La difficulté à réaliser une ostéotomie horizontale entre le sommet de la

crête osseuse et le NAI, sans lésion des tissus mous linguaux, est cependant réelle. Le contrôle du déplacement du fragment distracté, anatomiquement attiré en lingual, constitue une deuxième difficulté. Les implants ne sont mis en place qu'après une période de cicatrisation d'une semaine par millimètre d'activation du distracteur.

Les latéralisations du nerf alvéolaire sont indiquées en l'absence de majoration importante de la distance inter-arcade et de défaut osseux horizontal. Elles permettent la mise en place d'implants longs, de 13 à 15 mm dans notre expérience, en appui bicortical et dans le même temps que la chirurgie de latéralisation (Figs. 15-18). Le temps de cicatrisation des implants n'est pas augmenté dans la technique enfouie utilisée et il n'est pas interdit de penser que des implants en un temps chirurgical pourraient être utilisés dans cette indication, réduisant le nombre d'interventions pour nos patients.

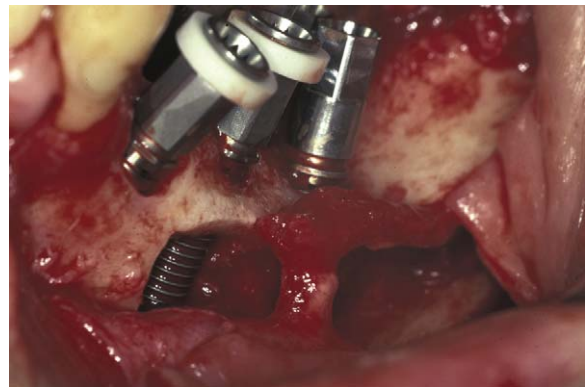


Figure 15 Cas n° 2 : la branche incisive est sectionnée, libérant largement le nerf alvéolaire inférieur.



Figure 16 Cas n° 2 : nerf posé sur le comblement osseux, avant la suture.



Figure 17 Cas n° 2 : résultat à quatre mois, la table osseuse est continue.



Figure 18 Cas n° 2 : bridge céramométallique. L'implant distal de 5 mm de diamètre supporte une couronne prothétique plus importante.

Les suites opératoires, sur le plan neurosensoriel, restent le principal inconvénient de ces interventions. L'étude de la bibliographie montre une grande disparité des résultats, ce qui semble indiquer que ces techniques sont fortement opérateurs-dépendantes : par exemple, la fréquence de survenue de perturbations neurosensorielles post-opératoires immédiates varie du simple au double selon les auteurs :

- 50 % Sethi 95 [19] ;
- 60 % Peleg 02 [16] ;
- 80 % Rosenquist 94 [12] ;

- 100 % Hirsch 95 [20], Onstad 98 [21], Morisson 02 [17].

Les critères d'évaluation de ces perturbations sont très variables selon les publications : certains auteurs [2,12,17,20,22] réalisent une batterie de tests pouvant comprendre :

- la capacité de discrimination type TPD de Nishioka [18] ;
- le contact léger avec un coton-tige ou une plume ;
- le balayage doux avec un coton-tige ou une plume ;
- la piqûre d'une épingle ;
- un test discriminatif entre deux instruments mousse et piquant et comparent les résultats de l'hémilèvre opérée avec le côté opposé ou avec la lèvre supérieure en cas de chirurgie bilatérale.

À l'inverse, d'autres auteurs se contentent d'un interrogatoire oral ou écrit du patient et se fondent sur la description de la gêne ressentie. Il faut de plus noter que, paradoxalement, 20 % des patients interrogés par Morisson [17] décrivent à l'interrogatoire une modification de sensibilité que les tests objectifs décrits précédemment ne confirment pas.

Les résultats publiés sur la cinétique de retour de la sensibilité des zones paresthésiées sont extrêmement variables et donc difficilement comparables d'une étude à l'autre.

Par exemple, Hirsch [20], comparant les deux techniques de latéralisation utilisées en termes de retour de la sensibilité donne l'avantage à la transposition sur le repositionnement : 3,8 contre 5,7 semaines en moyenne. Ces chiffres semblent très éloignés de ceux de la plus grande série de cas publiée, celle de Rosenquist [12] en 1995. Il constate que 23 % de ses patients présentent une perturbation neurosensorielle à six mois (23/100) et encore 7,7 % à 12 mois (7/91). Le temps moyen de retour de la sensibilité est ici chiffré en mois, très loin des données de l'étude de Hirsch [20]. De la même manière, si la majorité des auteurs situent entre 1 et 10 % le taux de perturbations à plus d'un an, pour Kan [22], il s'établit à 52,4 % avec un avantage net à la transposition (33,3 %) sur le repositionnement (77,8 %).

Concernant les taux de réussite des implants posés consécutivement à une latéralisation, ils diffèrent entre les deux techniques utilisées pour Hirsch [22] : 100 % pour la transposition contre 80 % pour le repositionnement. Pour les auteurs, l'importance du défaut osseux créé dans la corticale vestibulaire mandibulaire serait un facteur négatif pour le succès des implants.

Toutes les études font état de résultats positifs de survie des implants variant de 87 [2] à 100 % [16,17,23].

Beaucoup de taux de succès sont proches de 95 % [12,22], comparables à ceux obtenus en secteur antérieur sans technique de latéralisation.

Malgré les différences de technique, de critères d'évaluation et la dispersion de certains résultats, la littérature permet de dégager quelques impressions :

- les techniques restent délicates, réclamant un minimum d'expérience en chirurgie buccale ;
- les paresthésies postopératoires immédiates sont fréquentes à systématiques ;
- le retour de la sensibilité se chiffre généralement en mois (1 à 8) ;
- les résultats statistiques implantaire sont bons, à 90 % et plus sauf deux exceptions [2,20] ;
- le taux d'acceptation de la technique par les patients est élevé, les modifications de la sensibilité étant généralement peu invalidantes ;
- le taux de paresthésies gênantes pouvant être considérées comme de véritables complications est compris entre 3 et 8 %.

Conclusion

Les latéralisations du nerf alvéolaire inférieur peuvent permettre la restauration prothétique de secteurs postérieurs mandibulaires résorbés (Figs. 19-21). Une étude préchirurgicale attentive fondée sur l'étude des relations inter-arcades et sur un examen tomodensitométrique est indispensable. Par rapport aux techniques alternatives, les latéralisations présentent pour principal avantage la possibilité de mise en place immédiate des implants. Ceux-ci sont en général de longueur 13 ou 15 mm (Fig. 22), de pronostic chirurgical favorable à long terme (Fig. 23). En revanche, la résorption osseuse crée un espace prothétique important, ayant pour conséquence la réalisation de prothèses fixées de grande hauteur coronaire (Fig. 24). Le



Figure 19 Cas n° 3 : repositionnement du NAI côté droit et mise en place de quatre implants.

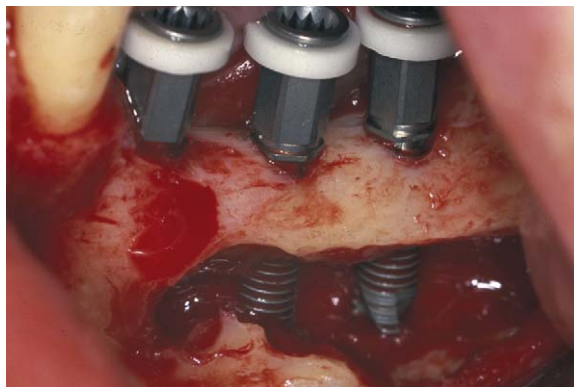


Figure 20 Cas n° 3 : repositionnement du NAI côté gauche et mise en place de trois implants



Figure 21 Cas n° 3 : réouverture des implants côté droit. Cicatrization des implants et de la table externe.

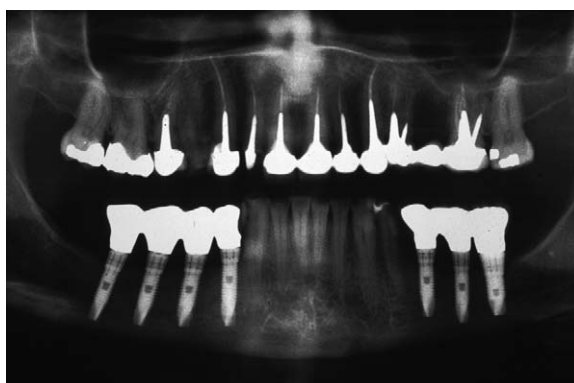


Figure 22 Cas n° 3 : radiographie panoramique de contrôle à 24 mois.

bras de levier ainsi créé est générateur de contraintes élevées sur l'implant et son interface, à prendre en compte lors du choix des implants.

Une attention toute particulière doit être apportée à l'information donnée au patient avant l'inter-

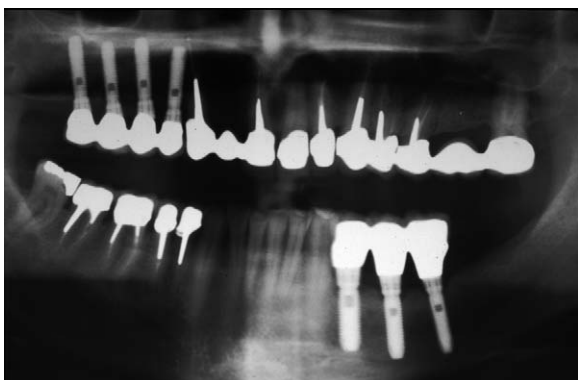


Figure 23 Cas n° 1 : radiographie panoramique de contrôle à 73 mois.



Figure 24 Rapport couronne-implant majoré par la résorption de la crête édentée

vention, la réalisation d'une anesthésie tronculaire à l'épine de Spix pouvant lui permettre de mesurer la gêne potentielle consécutive à l'intervention.

Références

- [1] Jensen O, Nock D. Inferior alveolar nerve reposition in conjunction with placement of osseointegrated implants. *Oral surg oral med oral pathol* 1987;63:263-8 A case Report.
- [2] Friberg B, Ivanoff CJ, Lekholm U. Inferior alveolar nerve transposition in combination with Bränemark implant treatment. *Int J Periodont Rest Dent* 1992;12:440-9.
- [3] Hovelacque A. Anatomie des nerfs craniens et rachidiens et du système grand sympathique chez l'homme, 69(147). Paris: G. Doin; 1927. p. 341-57.
- [4] Olivier E. Le canal dentaire inférieur et son nerf chez l'adulte. *Ann Anat Pathol* 1927;4(n° 9):975-87.
- [5] Russe P. Nerf dentaire inférieur et 3^e molaire mandibulaire. Th : Chir Dent : Reims 1984.
- [6] Molliere D. Du nerf dentaire inférieur. Anatomie et physiologie. Anatomie comparée 76 f Th : Med Paris 1871:132.
- [7] Gaspard M. L'appareil manducateur et la manducation Vol 1 et 2, 1(43). Paris: Prélât; 1978. p. 98-107 43, 214-227, 375-414.
- [8] Mileff E. Contribution à l'étude anatomique et fonctionnelle du nerf dentaire inférieur. 101 f Th : Med : Lyon 1930;95.
- [9] Poirot G. Contribution à l'étude anatomique de l'artère dentaire inférieure dans son trajet intra-osseux. 162 f Th : Sci Odontol : Reims 1983 À propos de 30 dissections.
- [10] Alling CC. Lateral repositioning of inferior alveolar neurovascular bundle. *J Oral Surg* 1977 May;35(5):419.
- [11] Rosenquist B. Fixture placement posterior to the mental foramen with transpositioning of the inferior alveolar nerve. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992 Spring;7(1): 45-50.
- [12] Rosenquist B. Implant placement in combination with nerve transpositioning: Experiences with the first 100 cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:522-31.
- [13] Babbush CA. Transpositioning and repositioning the inferior alveolar and mental nerves in conjunction with endosteal implant reconstruction. *Periodontol* 2000, 1998 juin;17:183-90.
- [14] Garg AK, Morales MJ. Lateralization of the inferior alveolar nerve with simultaneous implant placement: surgical techniques. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998 Nov-Dec; 10(9):1197-204.
- [15] Valentini P, Abensur D, Missika P. Latéralisation du nerf alvéolaire en implantologie : techniques chirurgicales et résultats préliminaires. *J Parodont Impl* 1994;13(3): 335-40.
- [16] Peleg M, Mazor Z, Chaushu G, Garg AK. Lateralization of the inferior alveolar nerve with simultaneous implant placement: a modified technique. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002 Jan-Feb;17(1):101-6.
- [17] Morrison A, Chiarot M, Kirby S. Mental nerve function after inferior alveolar nerve transposition for placement of dental implants. *J Can Dent Assoc* 2002;68(1):46-50.
- [18] Nishioka G, Monte K, Van Sickle J. Neurosensory disturbance with rigid fixation of the bilateral sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:20-7.
- [19] Sethi A. Inferior alveolar nerve repositioning in implant dentistry: a preliminary report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995 Oct;15(5):474-81.
- [20] Hirsch J-M, Branemark P-I. Fixture stability and nerve function after transposition and lateralization of the inferior alveolar nerve and fixture installation. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1995;33(5):276-81.
- [21] Onstad M. Repositioning of the inferior alveolar nerve for dental implants. *Dent Implantol Update* 1998;9(7):53-6.
- [22] Kan JY, Lozada JL, Goodcare CJ, et al. Endosseous implant placement in conjunction with inferior alveolar nerve transposition: An evaluation of neurosensory disturbance. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:463-71.
- [23] Jensen J, Reiche-Fischel O, Sindet-Pedersen S. Nerve transposition and implant placement in the atrophic posterior mandibular alveolar ridge. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52:662-8.



ELSEVIER

TECHNIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Mise en charge immédiate à l'aide d'implants 3I-Osséotite[®] chez l'édenté total mandibulaire : résultats à trois ans

F. Chiche ^{a,*}, M. Lankry ^b, E. David ^c, T. Degorce ^d

^a Université Paris-VII, 133, boulevard Haussmann, 75008 Paris, France

^b Université Paris-V, 133, boulevard Haussmann, 75008 Paris, France

^c Université Paris-VII, 47, avenue du Président-Franklin-Roosevelt, 94320 Thiais, France

^d Université Paris-VII, 34, rue des Pommiers, 37170 Chambray-les-Tours, France

MOTS CLÉS

Implant ;
État de surface ;
Mise en charge
immédiate ;
Édenté total ;
Osséotite[®]-3I

Résumé Le but de cette étude est d'évaluer sur une période de trois ans, le protocole permettant de traiter au moyen de bridges fixes des patients édentés totaux mandibulaires à l'aide d'implants Osséotite[®] (3I-Implant Innovations) suivant la technique de mise en charge immédiate. Durant une période s'étendant de mars 2000 à mars 2003, 59 implants ont été placés chez 11 patients (6 hommes, 5 femmes, à la moyenne d'âge de 58 ans), candidats à la mise en place d'une prothèse implantoportée totale mandibulaire transvissée. Quatre à six implants ont été utilisés pour chacun des patients, et six des 11 bridges provisoires étaient équipés d'extensions étendues à deux dents. Un implant sur les 59 posés a été déclaré perdu à trois mois lors du dévissage du bridge provisoire afin de tester chaque implant avant la réalisation des prothèses définitives. Les 11 bridges provisoires immédiats ont été maintenus en bouche durant toute la période de cicatrisation (3 mois), et jusqu'à la pose des prothèses définitives. Les trois bridges définitifs sans extension reposant sur des implants postérieurs terminaux ainsi que les huit bridges avec extensions de type bridge à la « suédoise » en raison de la localisation antérieure des implants, étaient tous fonctionnels et asymptomatiques à la fin de l'étude. Le taux de succès implantaire au terme de cette étude préliminaire est de 98,3 %, et le taux de succès prothétique est de 100 %.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

L'implantologie moderne est fondée sur le concept de l'ostéo-intégration [4], caractérisé en microscopie optique, par la présence d'un contact intime entre l'os et l'implant [18]. L'abondance des publications scientifiques, quel que soit le grand système implantaire impliqué, montre la fiabilité à long terme de cette discipline, dont les indications s'étendent actuellement à tous les types d'édentement [5].

En 1981, les travaux de Bränemark et al. [1,27] ont clairement défini les critères permettant d'obtenir cette interface caractéristique exempt de tissus fibreux. L'un de ces critères concerne la mise en charge des implants, appelée alors « mise en charge différée » en raison d'un délai de plusieurs mois observé entre la pose des implants et la réalisation d'une prothèse fonctionnelle. Ce protocole mettant les implants à l'abri de toute stimulation durant une période plus ou moins longue n'est plus le seul aujourd'hui à garantir le succès en implantologie.

Le concept de « mise en charge immédiate » apparu récemment montre qu'un autre mode de

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : chiche@esthetic-implant.com (F. Chiche).

mise en charge est possible à condition d'en respecter rigoureusement les indications.

Le but de cet article est de confirmer qu'une telle stratégie est possible à la mandibule, chez l'édenté total, en utilisant les implants Osséotite® (3I-Implant Innovations Inc.) dont la surface texturée permet d'optimiser le taux d'ostéo-intégration [9,20,22,32].

Matériel et méthode

Sélection des patients

Durant une période s'étendant de mars 2000 à mars 2003, 11 patients, candidats à la mise en place d'une prothèse implantoportée totale mandibulaire ont été inclus dans cette étude.

Cinquante-neuf implants ont été placés parmi six hommes et cinq femmes formant un groupe dont l'âge moyen est de 58 ans.

Quatre d'entre eux étaient déjà porteurs d'une prothèse totale adjointe (PTA), les autres, édentés partiellement, présentaient des dents résiduelles non conservables.

Tous les patients, après avoir été informés des différentes possibilités thérapeutiques, ont accepté le protocole de « mise en charge immédiate », la fiabilité des implants Osséotite® ayant déjà été établie par des publications faisant état d'un recul clinique de plus de cinq ans [10,13,14,17].

État général

Aucun des patients candidat à cette technique, n'a été écarté pour des raisons de santé générale, dès lors qu'une pathologie systémique présente était équilibrée par un traitement médicamenteux.

Les patients déclarés « fumeur » (plus de 10 cigarettes par jour), et au nombre de deux, n'ont pas été écartés de ce protocole. Un patient, actuellement en cure de désintoxication à la Métadone®, a également été inclus dans cette étude.

Conditions locales

Tous les patients ont été examinés afin d'évaluer l'état des dents résiduelles, la nature de la denture antagoniste, la présence d'infections soit d'origine dentaire ou parodontale, le type d'occlusion, et enfin, la présence de parafunctions. L'anamnèse a également consisté à rechercher l'origine de la perte des dents soit par carie, traumatisme ou bruxisme.

Chez les patients édentés partiels, il a été décidé, dans la perspective de limiter le nombre des interventions et d'éviter le port d'une prothèse

adjointe partielle transitoire, d'extraire les dents condamnées le jour de la pose des implants et de la prothèse immédiate, quel que soit leur état de délabrement ou d'infection.

Examens radiographiques

L'évaluation des conditions osseuses de chaque cas a été faite à partir d'une radiographie panoramique et d'une téléradiographie de profil récentes.

Un examen tomодensitométrique a été exigé lorsque la mise en place d'implants était indiquée dans les secteurs postérieurs, au-dessus du canal alvéolaire inférieur, ou bien lorsqu'une incertitude quant à l'épaisseur de la crête au niveau d'une symphyse de très faible hauteur persistait, malgré les deux examens de base.

Critères de succès

Les critères de succès qui ont été retenus dans le cadre de cette étude correspondent en majorité à ceux qui ont été établis par Albrektsson et al. [2]. La seule différence concerne le niveau de perte osseuse observé. Les valeurs acceptables de ce remaniement osseux, évaluées à l'aide de radiographies rétro-alvéolaires, ont été définies par les suédois à 1,5 mm à l'issue de la première année de mise en charge et 0,2 mm les années suivantes.

Étant donnée la difficulté pour certains patients de venir régulièrement à tous les contrôles intermédiaires, nous avons décidé d'apprécier le niveau de l'os autour de chaque implant à l'aide d'une radiographie panoramique ou de clichés rétro-alvéolaires en début de traitement dès la pose des implants et au plus tard à l'issue de cette étude.

Ces critères de succès sont les suivants :

- absence de mobilité ;
- absence de signes d'infections visibles cliniquement ;
- absence de signes d'infections visibles radiographiquement ;
- absence de douleur ;
- pas de perte osseuse excessive atteignant 2 mm à un an de mise en charge ;
- prothèse stable et fonctionnelle.

Technique opératoire

Prémédication

Une prémédication a été menée avant chaque intervention afin de limiter le risque infectieux et réduire les complications postopératoires de type œdème ou hématome.

L'antibiothérapie à base d'Amoxicilline® à raison de 1,5 g par jour devait débuter la veille de l'intervention et se poursuivre pendant une période de dix jours.

Le traitement anti-inflammatoire à base d'Ibuprofène® et le traitement antalgique à base de Paracétamol® étaient prescrits dès le matin du rendez-vous et ce pendant une période de quatre jours au minimum.

Chirurgie implantaire

L'intervention de mise en place des implants au niveau symphysaire a débuté en région vestibulaire, par la réalisation d'une anesthésie locorégionale avec vasoconstricteur au niveau des foramina mentonniers, et lingualement, par une infiltration locale para-apicale.

L'incision de pleine épaisseur, au sommet de la crête, a été étendue jusqu'à la région prémolaire de chaque côté, sans incision de décharge médiane antérieure.

Dans les cas où la pose d'implants était indiquée au niveau des molaires, une anesthésie locorégionale à l'épine de Spix a été réalisée, puis complétée par une infiltration vestibulaire au niveau du nerf buccal.

Dans toutes les situations où des dents étaient encore présentes, les extractions des dents antérieures ont été pratiquées, et les alvéoles minutieusement curetés. Dans tous les cas, une inspection de la crête osseuse a été faite à ce stade et si besoin était, régularisée à l'aide d'une pince gouge.

Chaque patient a été équipé de quatre à six implants Osséotite® (3I-Implant Innovations) répartis entre les deux trous mentonniers, ou encore au niveau molaire. Le forage de chaque site implantaire a été réalisé en suivant scrupuleusement les indications fournies par le fabricant tant du point de vue du nombre des forets que de leur séquence d'utilisation. La mise en œuvre du taraud n'a été indiquée qu'en présence d'un os très dense, de type I, dont l'appréciation a été laissée à chacun des opérateurs.

Le forage a été pratiqué sous une irrigation externe constante de sérum physiologique.

Des implants standards (3,75 et 4,1 mm de diamètre) et larges (5 mm de diamètre) ont été sélectionnés et répartis judicieusement sur l'arcade en fonction de l'épaisseur de la crête.

Enfin, chaque implant a été inséré dans son logement et bloqué dans sa position définitive au couple de 40 Ncm à l'aide d'un contre-angle dynamométrique.

Technique d'empreinte immédiate

Les porte-implants ont été démontés et remplacés par des piliers coniques d'1 mm de hauteur (SCA001) destinés à supporter la future prothèse provisoire de type « vissée ». Chaque vis de pilier a été bloquée à un couple de 20 Ncm.

Les transferts d'empreinte non antirotationnels (CIC55) ont ensuite été positionnés sur les piliers coniques et les sutures ont été réalisées par des points séparés entre chaque implant.

L'empreinte a été prise dans le même temps opératoire à l'aide d'un porte-empreinte en métal non-perforé garni d'un silicone de type monophasé (Provil® Novo Monophasé, Heraeus).

L'enregistrement de l'occlusion en relation centrée a été effectué à l'aide d'une cire d'occlusion en présence d'une ou bien des dents postérieures restantes que l'on aura eu le soin de conserver jusqu'à ce stade afin de servir de hauteur de référence pour la dimension verticale d'occlusion (DVO). Les transferts d'empreinte ont également été laissés en place lorsqu'ils n'interféraient pas avec l'enregistrement. Les dents résiduelles ont été ensuite extraites.

Dans les cas où aucune dent n'a pu être conservée, l'occlusion en relation centrée (ORC) a été enregistrée après avoir déposé les transferts, et la DVO a été évaluée en tenant compte des repères cutanés établis au niveau du nez et du menton, en début d'intervention, avant de pratiquer toute anesthésie.

Enfin, après dépose des transferts, chaque pilier a été équipé provisoirement d'une coiffe en titane (CS250) afin de maintenir à distance les tissus mous le temps de la confection et de l'insertion de la prothèse immédiate.

Prothèse immédiate

Toutes les prothèses provisoires ont été réalisées et mises en place de manière fonctionnelle le jour de la pose des implants.

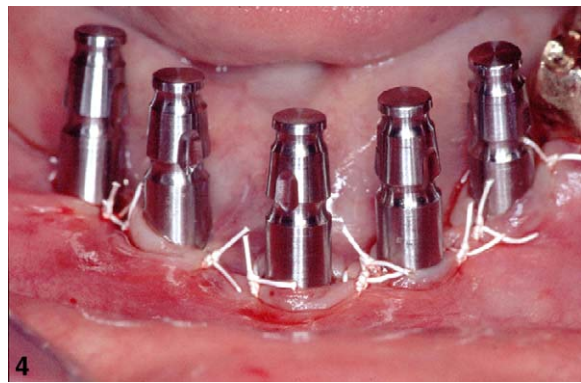
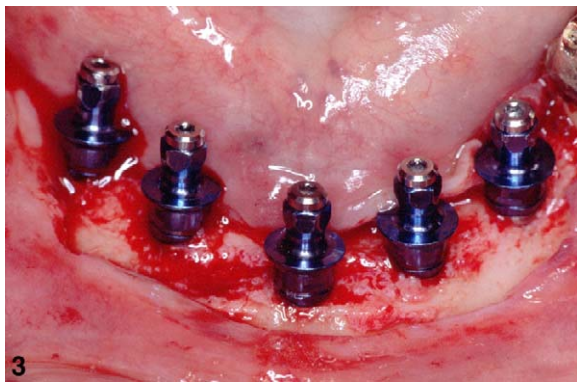
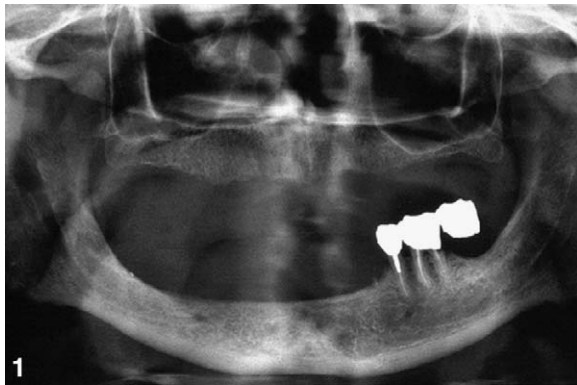
Ces prothèses fixées sur pilotis, transvissées à partir de cylindres provisoires en titane (CC300), ont été réalisées en résine autopolymérisable avec des dents du commerce en résine. Elles ne devaient pas comprendre d'extensions, toutefois, dans la majorité des cas, les dimensions du bridge étant trop réduites par rapport à l'arcade antagoniste, une extension bilatérale de deux dents a été ajoutée.

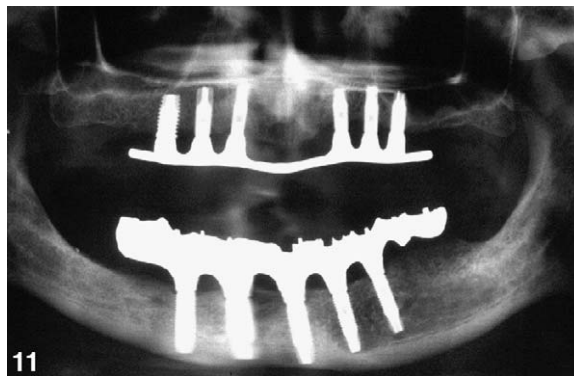
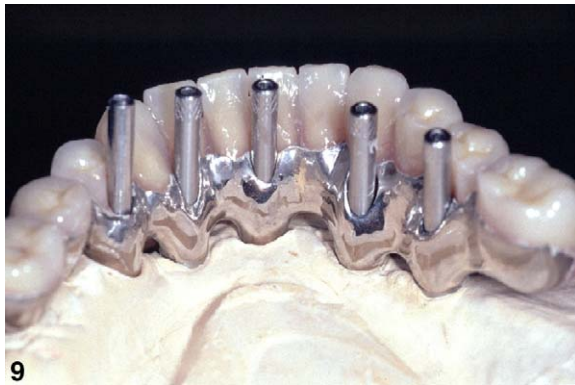
Toutes les vis de prothèse en or ont été vissées au couple de 10 Ncm à l'aide d'une clé dynamométrique (Figs. 1-3).

Fréquence des contrôles postopératoires

Un premier réglage de l'occlusion a été mené au moment de la pose du bridge, puis reconduit dans un délai de 24 à 48 heures.

Les sutures ont été déposées 12 à 15 jours après l'intervention, et un premier contrôle radiographique sous forme de cliché panoramique a été réalisé.





Cas clinique n° 1 Dia 001. Radiographique panoramique pré-opératoire. La faible hauteur osseuse au-dessus du canal alvéolaire contre-indique la mise en place d'implants dans le secteur postérieur droit.

Dia 002. La crête parfaitement cicatrisée laisse percevoir une faible quantité de gencive attachée.

Dia 003. Cinq implants Osseotite® (3I-Implant Innovations) de 4,1 mm de diamètre sont répartis entre les forameni mentonniers en l'absence de toute incision de décharge. Ils seront équipés de piliers coniques dès la dépose des porte-implants.

Dia 004. Les transferts d'empreinte non anti-rotationnels sont vissés sur les implants avant d'exécuter les sutures.

Dia 005. Des répliques de piliers coniques sont utilisées pour la fabrication du maître-modèle.

Dia 006. Des cylindres provisoires en titane destinés à réaliser une prothèse vissée sont réunis par un renfort métallique avant l'adjonction de résine.

Dia 007. La prothèse provisoire est vissée sur les implants le jour même de la chirurgie de mise en place. Elle ne comporte pas d'extensions à ce stade.

Dia 008. Après trois mois de cicatrisation, le bridge est déposé et les implants sont testés individuellement. Les dents restantes sont extraites et les transferts sont positionnés pour réaliser la prothèse définitive.

Dia 009. La prothèse transvissée sur pilotis est fabriquée suivant le modèle suédois, et comporte à ce stade des extensions de 1,5 cm.

Dia 010. Aspect clinique final : Le bridge transvissé répond aux exigences fonctionnelles et esthétiques de la prothèse sur implants.

Dia 011. Aspect radiographique à trois ans postopératoire.

Tous les patients ont été reconvoqués à un mois postopératoire, afin de contrôler cliniquement la stabilité de la prothèse, ainsi que l'absence d'inflammation, d'infection ou bien encore de douleurs.

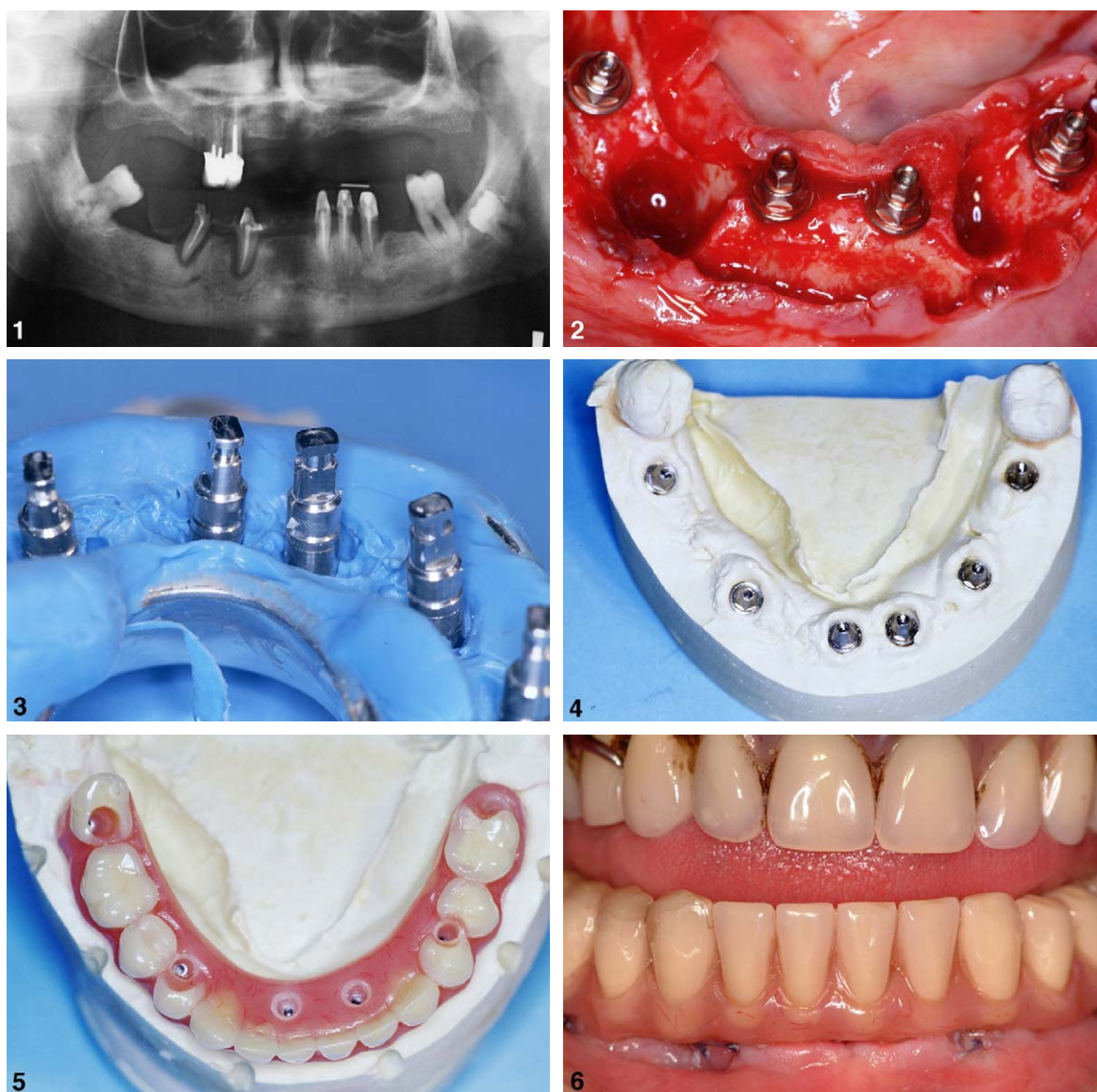
Un dernier contrôle clinique et radiographique a été fait à trois mois postopératoire, période à partir de laquelle le bridge provisoire a été déposé à chaque séance dans le but de réaliser le bridge définitif. Ce n'est qu'à ce stade que la stabilité et l'absence de tout signe fonctionnel lié à chaque implant ont pu être testés.

Chaque patient a ensuite fait l'objet d'un contrôle tous les six mois pendant les deux premières années suivant la pose de la prothèse fixe, puis un contrôle l'année suivante.

Résultats

Parmi les 59 implants placés durant cette période de trois ans, un implant a été déposé à trois mois postopératoire, lors du démontage du bridge provisoire. L'implant était mobile, signe évident de non ostéo-intégration. Les implants restants ayant répondu de manière favorable aux critères de succès cliniques et radiographiques précédemment énoncés, le taux de succès implantaire est de 98,3 %. Toutes les données en relation avec le diamètre et la longueur des implants sont fournies dans le Tableau 1.

Les 11 bridges provisoires immédiats ont été maintenus en bouche durant la période de cicatrisation (3 mois), et jusqu'à la pose des prothèses définitives.



Cas clinique n° 2 Dia 001. Radiographie panoramique pré-opératoire. L'indication d'extraire l'ensemble des dents mandibulaires est posée.

Dia 002. Les implants sont placés immédiatement après l'extraction des dents, et répartis sur l'ensemble de l'arcade.

Dia 003. L'empreinte est prise à l'aide d'un porte-empreinte non perforé garni d'un matériau de type silicone monophasé (Provil® Novo Monophasé, Heraeus).

Dia 004. Les molaires résiduelles sont conservées jusqu'à la prise de l'empreinte afin de servir de repères pour l'enregistrement des déterminants occlusaux.

Dia 005. Un bridge provisoire immédiat est réalisé sans extensions en raison de la présence des implants postérieurs.

Dia 006. Vue clinique de la prothèse provisoire immédiate à huit jours postopératoires. Noter la présence des sutures encore présentes à ce stade.

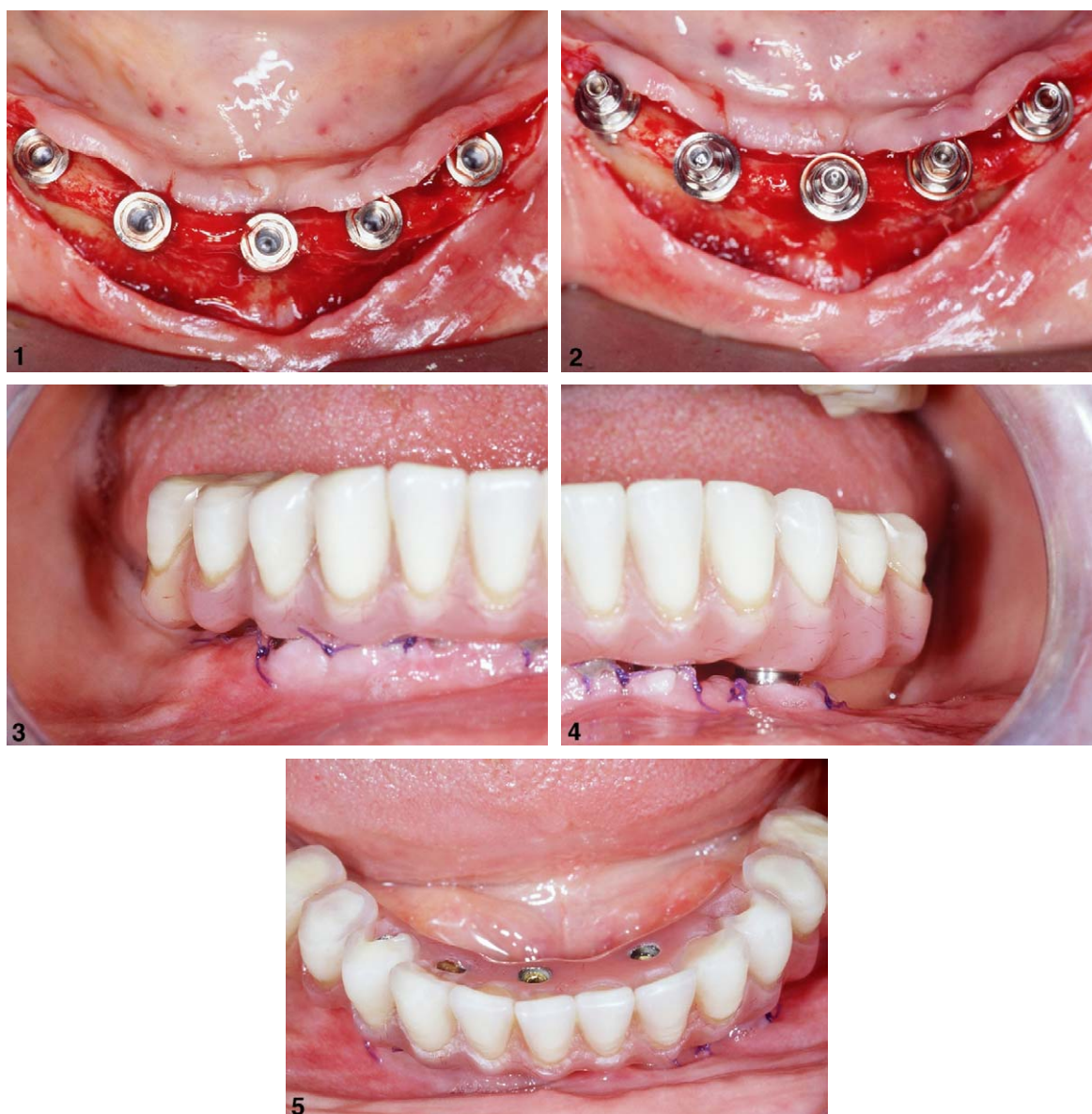
Les trois bridges définitifs sans extension reposant sur des implants postérieurs terminaux ainsi que les huit bridges avec extensions de type bridge à la suédoise, en raison de la localisation antérieure des implants étaient tous fonctionnels et asymptomatiques à la fin de l'étude. Le taux de succès prothétique est de 100 %.

Toutes les données relatives au nombre, à la situation des implants pour chaque patient et le

type de prothèse provisoire immédiate sont retranscrites dans le Tableau 2.

Discussion

La réduction du délai entre la pose des implants et la mise en charge exercée par la prothèse représente une des évolutions majeures du protocole



Cas clinique n° 3 Dia 001. Le diamètre des implants doit être adapté à l'épaisseur de la crête afin d'éviter la mise en œuvre de greffes qui contre-indiquerait dans le même temps opératoire, une mise en charge immédiate de la prothèse.

Dia 002. Les piliers coniques en titane sont vissés à un couple de 20 Ncm à l'aide d'une clé dynamométrique.

Dias 003 et 004. Des extensions bilatérales de deux prémolaires sont présentes dès le stade de la prothèse immédiate.

Dia 005. Aspect clinique du bridge implanto-porté à huit jours postopératoire. Les vis en or de prothèse sont vissées à 10 Ncm. La prothèse ne sera pas démontée avant trois mois afin de tirer parti de la contention jusqu'au stade de la prothèse définitive.

Tableau 1 Diamètre et longueur des implants

| Longueur (mm) | Diamètre : 3,75 mm | Diamètre : 4 mm | Diamètre : 5 mm | Total |
|---------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 8,5 | | | 2 | 2 |
| 10 | | 5 | 2 | 7 |
| 11,5 | | 10 | | 10 |
| 13 | | 10 | 2 | 12 |
| 15 | 4 | 24 | | 28 |
| Total | 4 | 49 | 6 | 59 |

décrit par Bränemark au début des années 1980, et fondé sur la mise en charge différée [11,16,21].

Après avoir testé avec succès le protocole de mise en charge immédiate chez l'animal [23,25], de nombreuses études chez l'homme ont montré que la réalisation de la prothèse fixe dans les heures qui suivent la pose des implants représente une stratégie implantaire fiable, lorsqu'elle est menée chez le patient édenté total [3,12, 19,24,26].

Tableau 2 Nombre et répartition des implants par patient

| Patients n° | Âge | Sexe | Nombre implants | Implants sym/post. | Arcade antagoniste | Bridges prov. avec extensions | Échec |
|-------------|-----|------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------|
| 1 | 69 | M | 5 | 5/0 | PTA | Non | 0 |
| 2 | 43 | M | 4 | 4/0 | PTA | Non | 0 |
| 3 | 42 | M | 6 | 2/4 | Dents nat. | Non | 1 |
| 4 | 78 | F | 5 | 5/0 | PTA | Oui | 0 |
| 5 | 58 | F | 5 | 5/0 | PTA | Oui | 0 |
| 6 | 59 | F | 5 | 5/0 | PTA | Oui | 0 |
| 7 | 67 | M | 6 | 6/0 | PTA | Oui | 0 |
| 8 | 63 | F | 5 | 5/0 | PTA | Oui | 0 |
| 9 | 54 | M | 6 | 2/4 | Dents nat. et PPA | Non | 0 |
| 10 | 54 | F | 6 | 6/0 | PTA | Oui | 0 |
| 11 | 53 | M | 6 | 2/4 | Dents nat. et PPA | Non | 0 |
| Total | | | 59 | 47/12 | | 6 | 1 |

M : homme, F : femme, PTA : Prothèse totale adjointe, Dents nat. : Dents naturelles, PPA : Prothèse partielle adjointe

La situation d'un nombre suffisant d'implants répartis suivant un arc de cercle permet de réduire le niveau des contraintes par cisaillement dès lors qu'une contention rigide est assurée par la prothèse fixe immédiate [6-8,28].

L'utilisation des implants Osséotite® avait déjà permis de montrer qu'une surface texturée, obtenue par un double mordantage, permettait de réduire la période de mise en nourrice à deux mois, avec des taux de succès de 98,5 % à un an de mise en charge [29]. Ces résultats obtenus quelle que soit l'arcade mise en cause, mettent en évidence l'incidence positive des rugosités de surface sur la cicatrisation osseuse péri-implantaire.

Les résultats obtenus dans la présente étude font état d'un taux de succès implantaire de 98,3 % à trois ans, et confirment que l'emploi d'implants texturés Osséotite® est compatible avec le protocole de mise en charge immédiate [30,31]. L'échec d'un implant avant la réalisation de la prothèse définitive apparue chez le patient prenant de la Métadone® ne permet pas d'établir un lien entre la prise de ce médicament et la perte de l'implant. En effet, chez ce patient non fumeur, les cinq autres implants posés lors de la même séance, dont quatre en région postérieure, ont été ostéo-intégrés. Par ailleurs, l'implant perdu, de 4 mm de diamètre, était placé en situation de 33, dans un os de bonne densité. Enfin, la place intermédiaire qu'il occupait au sein du bridge immédiat sans extension, rend difficile la mise en évidence d'une cause précise aboutissant à l'absence d'ostéo-intégration.

Ce protocole qui prévoit l'utilisation de cinq à six implants en moyenne pour restaurer l'arcade mandibulaire édentée suit le protocole classique décrit pour effectuer une mise en charge différée. Les implants sont les mêmes dans les deux cas, ainsi que les forets, les instruments et les composants prothétiques. En cas d'échec d'un des implants

intermédiaires, le traitement prothétique peut être achevé sans avoir à reposer un nouvel implant, respectant ainsi le délai initial du traitement.

Concernant le nombre des implants, il a été montré que la mise en charge immédiate sur trois implants était envisageable avec un taux de succès plus faible, et de l'ordre de 93,3 % à cinq ans [6,15]. Cette option n'est possible qu'avec une trousse chirurgicale spécifique qui autorise la mise en place exclusive d'implants de large diamètre spécialement dessinés à cet effet. Leur mise en place impose souvent une résection osseuse à la symphyse, et en cas d'échec d'un implant, une chirurgie supplémentaire devient indispensable pour placer un nouvel implant afin de stabiliser le bridge définitif. De plus, si la mise à plat de la symphyse a été importante afin de placer un implant large, le risque de faire face à un important défaut osseux après échec peut compromettre une nouvelle implantation.

Toutes ces contraintes nous font privilégier l'emploi d'implants non spécifiques, en plus grand nombre, tirant ainsi parti de la souplesse d'utilisation d'un seul et même système implantaire quelles que soient les options de mise en charge.

Du point de vue de la conception prothétique, l'absence de complications liée à la présence d'extensions au niveau de six des 11 bridges dès le début de la mise en charge ne nous incite plus à considérer ce facteur négativement, dès lors qu'il est instauré chez des patients porteurs d'une PTA au maxillaire (voir Tableau 2).

Enfin, une étude récente de Testori [30] montre que six des 15 patients traités pour un édentement total mandibulaire ont été équipés d'emblée d'un bridge fixe définitif réalisé dans les jours qui ont suivi l'implantation avec un taux de succès prothétique de 100 %. La majorité de ces bridges, supportés par six implants Osséotite®, comportait des

extensions de deux dents. Ces résultats suggèrent que la mise en place d'un bridge provisoire n'est pas indispensable, et placent l'option de mise en charge immédiate au même niveau de coût que la mise en charge différée. Toutefois, dans les cas où le patient est pris en charge par une équipe soignante dont les intervenants sont éloignés les uns des autres, la mise en place d'un bridge transitoire offre l'avantage au chirurgien de tester l'ostéo-intégration de chaque implant avant de confier la réalisation du bridge définitif au praticien généraliste.

Avantages et inconvénients de ce protocole

Les avantages de cette technique sont nombreux :

Avantages

La mise en charge immédiate :

- permet de réaliser une chirurgie unique ;
- évite le port d'une prothèse transitoire totale mandibulaire ;
- évite les douleurs postopératoires dues à la pression et aux frottements de la prothèse totale sur les tissus mous dans les jours qui suivent l'intervention ;
- évite les multiples séances de rebasage qui sont souvent longues et fastidieuses ;
- procure un réel confort psychologique pour les patients édentés partiels, candidats à l'édentement total, et qui appréhendent le port d'une prothèse complète ;
- améliore la fonction masticatrice dès le début du traitement ;
- ne nécessite pas d'implants particuliers, ni l'utilisation d'une technique ou d'instruments spécifiques ;
- préserve le capital osseux ;
- en cas d'échec, la perte d'un ou de plusieurs implants survient au stade de la prothèse provisoire ;
- permet de finir la prothèse définitive sans avoir à recommencer une chirurgie, dès lors que le nombre des implants posés est suffisant (5 à 6 implants en moyenne) et que l'implant perdu n'est pas terminal.

Par ailleurs :

- le nombre des implants pour une mise en charge immédiate est le même que pour une mise en charge différée ;
- dans les cas d'insuffisance de volume osseux dans les secteurs latéraux, la situation des

implants à la symphyse permet de réaliser des prothèses fixes en évitant de positionner des implants postérieurement grâce aux extensions ;

- la chirurgie limitée à la symphyse implique un os de bonne densité, tout en facilitant les manipulations chirurgicales et prothétiques ;
- les imprécisions de l'ORC et de la DVO dues à leur enregistrement dans des conditions délicates, c'est-à-dire en fin d'intervention et sous anesthésie locale, ne concernent que la prothèse provisoire immédiate.

Enfin :

- cette technique n'exclut pas le praticien généraliste qui peut entreprendre le bridge définitif dès que « l'implantologiste » est en mesure de déclarer, après trois mois, la bonne ostéo-intégration des implants.

Inconvénients :

- la durée de l'intervention est plus importante car les phases de chirurgie et de prothèse se succèdent dans la même séance ;
- la mise en charge immédiate implique un surcoût lié à l'achat de l'accastillage et à la fabrication du bridge provisoire ;
- cette technique nécessite une bonne coordination entre le chirurgien, le praticien, et le laboratoire de prothèse.

Conclusion

Les conditions de mise en charge en implantologie ont été remises en cause ces dernières années, comme bien d'autres principes qui ont fait, et continue de faire le succès de cette discipline. La mise en charge différée n'est plus considérée à l'heure actuelle comme l'unique mode menant à l'ostéo-intégration.

Parmi les différents modes de mise en charge décrits dans la littérature, la mise en charge immédiate représente une des plus récentes évolutions de l'implantologie contemporaine.

Elle est fondée sur une meilleure compréhension des facteurs qui influencent la stabilité primaire implantaire à savoir, la dimension des implants, leur état de surface, la technique chirurgicale de mise en place ainsi que la contention.

La mise en charge immédiate présente des avantages évidents, tels que le confort immédiat fonctionnel, la réduction du temps global de traitement, le confort psychologique, la suppression de pressions nocives occasionnées par le port de la prothèse amovible provisoire et, enfin la réduction du nombre de séances au fauteuil.

Les inconvénients sont liés à la technique qui reste délicate en raison du grand nombre de paramètres chirurgicaux et prothétiques qui doivent être maîtrisés en un temps limité, par un seul ou plusieurs praticiens.

Dans l'état actuel des connaissances, les meilleurs résultats sont obtenus chez le patient édenté total mandibulaire, chez lequel une prothèse fixe est envisagée sur un grand nombre d'implants largement répartis sur toute l'arcade, ou encore à la symphyse afin de réaliser un bridge dit « sur pilotis » sur un nombre d'implants plus restreints.

Enfin, les taux de succès obtenus dans cette étude à trois ans (98,3 % pour les implants et 100 % pour les prothèses) confirment que les implants Osséotite® répondent de manière satisfaisante à la mise en charge immédiate de prothèses fixes mandibulaires chez le patient édenté total.

Références

- [1] Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
- [2] Albrektsson T, Zarb G, Worthington P. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria for success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
- [3] Balshi TJ, Wolfinger GJ. Immediate loading of Branemark implants in edentulous mandibles: a preliminary report. *Implant Dent* 1997;6(2):83-8 Summer.
- [4] Branemark P-I, Hansson BO, Adell R, Breine U, Linström J, Hallen O, Ohman H. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw: experience from a 10-year period. *Scand J Plas Reconstr Surg* 1977;16:1-132.
- [5] Branemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T. *Tissue integrated prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago, Illinois: Quintessence Publishing Co.; 1985. p. 1-343.
- [6] Brånemark P-I, Engstrand P, Öhrnell LO, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, Darle C, Lekholm U. Branemark Novum® : a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective study. *Clinical Implant Dentistry And Related Research* 1999;1:2-16.
- [7] Brunski JB. Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intra-osseous implants. *Dent Implantol Update* 1993 Oct;4(10):77-81.
- [8] Brunski JB. Influence of biomechanical factors at the bone, biomaterial interface dans. In: Davies JE, editor. *The bone biomaterial interface*. Toronto: Toronto University Press; 1991. p. 391-405.
- [9] Buser D, Schenk R, Steinemann S, Fiorellini J, Fox C, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1991;25:889-902.
- [10] Chiche F, Davarpanah M, Martinez H. Le système 3I-Implant Innovations® et la chirurgie esthétique. *Journal de parodontologie & D'Implantologie Orale* 2002;21(2):137-52.
- [11] Cochran DL, Buser D, Ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, Peters F, Simpson JP. The use of reduced healing times on ITI® implants with a sand-blasted and acid-etched (SLA) surface: Early results from clinical trials on SLA ITI®.
- [12] Colomina LE. Immediate loading of implant-fixed mandibular prostheses: a prospective 18-month follow-up clinical study--preliminary report. *Implant Dent* 2001;10(1):23-9.
- [13] Davarpanah M, Martinez H, Chiche F. Évolution et fiabilité des implants 3I®. *Journal de parodontologie et d'Implantologie orale* 2002;21(2):167-88.
- [14] Davarpanah M, Martinez H, Étienne D, Zabalegui I, Mattout P, Chiche F, Michel JF. A prospective multicenter evaluation of 1583 3I® implants: 1-to 5 year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(6):820-8.
- [15] Engstrand P, Gröndahl K, Öhrnell L-O, Nilsson P, Nannmark U, Brånemark P-I. Prospective follow-up study of 95 patients with edentulous mandibles treated according to the Brånemark Novu® concept. *Clinical Implant Dentistry And Related Research* 2003;5(1):3-10.
- [16] Ericsson I, Randow K, Nilner K, Petersson A. Early functional loading of Brånemark Dental Implants: 5-year clinical follow-up study. *Clinical Implant Dentistry And Related Research* 2000;2:70-7.
- [17] Grunder U, Boitel N, Imoberdorf M, Meier T, Andreoni C. Evaluating the clinical performance of the Osseotite implant: Defining prosthetic predictability. *Compend Contin Educ Dent* 1999;20(7).
- [18] Hansson HA, Albrektsson T, Branemark PI. Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants. *J Prosthet Dent* 1983 Jul;50(1):108-13.
- [19] Horiuchi K, Uchida H, Yamamoto K, Sugimura M. Immediate loading of Branemark system implants following placement in edentulous patients: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000 Nov-Dec;15(6):824-30.
- [20] Klokkevold P, Nishimura R, Adashi M, Caputo A. Osseointegration enhanced by chemical etching of a titanium surface. A torque removal study in the rabbit. *Intern J Prosthodont* 1997;8:442-7.
- [21] Lazzara R, Porter S, Testori T, Galante J, Zetterqvist L. A prospective multicenter study evaluating loading of Osseotite implants two months after placement: One-year results. *Journal Of Esthetic Dentistry* 1998;10(6):280-9.
- [22] Lazzara R, Testori T, Trisi P, Porter S, Weinstein R. A human histologic analysis of Osseotite and machined surfaces using implants with 2 opposing surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19(2):117-29.
- [23] Piattelli A, Corigliano M, Scarano A, Costigliola G, Paolantonio M. Immediate loading of titanium plasma-sprayed implants: an histologic analysis in monkeys. *J Periodontol* 1998 Mar;69(3):321-7.
- [24] Randow K, Ericsson I, Nilner K, Petersson A, Glantz PO. Immediate functional loading of Branemark dental implants. An 18-month clinical follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 1999 Feb;10(1):8-15.
- [25] Romanos G, Toh CG, Siar CH, Swaminathan D, Ong AH, Donath K, Yaacob H, Nentwig GH. Peri-implant bone reactions to immediately loaded implants. An experimental study in monkeys. *J Periodontol* 2001 Apr;72(4):506-11.
- [26] Schnitman PA, Wöhrle PS, Rubenstein JE, DaSilva JD, Wang NH. Ten-year results for Branemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997 Jul-Aug;12(4):495-503.
- [27] Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1983 Jun;49(6):843-8.

- [28] Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A. Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997 May-Jun;12(3):319-24.
- [29] Testori T, Del Fabbro M, Feldman S, Vincenzi G, Sullivan D, Rossi Jr R, Anitua E, Bianchi F, Francetti L, Weinstein RL. A multicenter prospective evaluation of 2-month loaded Osseotite® implants placed in posterior jaws: 3-year follow-up results. *Clin Oral Impl Res* 2002;13(2):154-61.
- [30] Testori T, Del Fabbro M, Smukler-Moncler S, Francetti L, Weinstein R. Immediate occlusal loading of osseotite implants in the completely edentulous mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18(4):544-51.
- [31] Testori T, Szmukler-Moncler S, Francetti L, Del Fabbro M, Scarano A, Piatelli A, Weinstein R. Mise en charge immédiate d'implants Osseotite® : cas clinique et examen histologique quatre mois après la mise en fonction. *Parodontie et Dentisterie Restauratrice* 2001;21(5):451-60.
- [32] Wong M, Eulenberger J, Schenk R, Hunziker E. Effect of surface topology on the osseointegration of implant materials in trabecular bone. *J Biomed Mater Res* 1995;29:1567-75.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright



ELSEVIER

ÉDITORIAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Revue implantodontie

Parité égale entre chirurgiens-dentistes et médecins stomatologistes, parité égale entre praticiens issus du secteur libéral et/ou hospitalo-universitaire, tel a été notre fil directeur, notre vœu pour mettre en place le comité de rédaction de la revue, maillon entre l'éditeur et le lecteur.

Plusieurs dénominateurs et valeurs communes :

- l'amitié qui nous lie, sentiment sans lequel rien ne peut se créer ni se développer, s'étoffer ;
- la volonté qu'ils partagent avec moi de publier une revue de qualité scientifique incontestable et incontestée, avec comité de lecture (garant du niveau de nos publications) et avec pour but d'en faire un outil de travail, une référence pour les étudiants, de perfectionnement pour d'autres, une tribune où chacun peut venir s'exprimer, défendre ses idées et faire part de ses expériences (bonnes ou mauvaises) ou interrogations. Nos échecs sont tout aussi importants à avouer que nos réussites.

Point n'est besoin de les présenter un par un ; Patrick Missika, Alain Deboise, Patrick Limbour, Jean-Pierre Fusari, Robert Fromental et Jean-Marie Donsimoni sont tous des praticiens rompus à cette spécialité, compétents, rigoureux, « experts » reconnus. Sans exagération, on pourrait dire que l'essentiel de leur vie professionnelle a été consacré au développement de cette technique. Immense contribution, vue panoramique de la spécialité, grande compétence sont des atouts pour notre revue.

- Un éditorial est un peu le reflet de l'humeur de celui qui l'écrit sur le sujet qui le préoccupe.

En quelques lignes, je voudrai rappeler que chacun d'entre nous est né avec des particularités anatomiques, modelables et modifiables il est vrai, mais qu'il est illusoire voire dangereux de vouloir à outrance ou avec acharnement les changer. Je pense aujourd'hui aux sinus maxillaires, cavités aériques médiofaciales, voisin de nos dents et de nos implants. Avant de les modifier, il faut bien en connaître et en respecter leur dualité anatomofonctionnelle : ses méats, ses parois, ses rapports avec les dents avec aussi avec les autres sinus de la face, sa muqueuse et son rôle physiologique dans la respiration notamment. On peut tout y faire avec raison, le « soulever », le combler partiellement, l'apposer, y déposer ou y interposer de l'os ou un biomatériau à la condition d'en respecter sa fonctionnalité et de ne pas entraver son aération. Sinon, ce qui doit arriver arrivera. Des complications infectieuses retentissantes surgiront localement d'abord puis régionalement voire éventuellement sur le plan général. Ce type de complications pointe à l'horizon. Un sinus n'est pas un silo à grains. Alors prudence !! L'implantologie est une belle spécialité. Ne la gênez pas sous prétexte de repousser à l'infini ses limites. Évitez les mélanges explosifs, les sinus infectés ou inflammatoires, repérez les patients à risques, bref ! Restez raisonnable dans vos indications.

D. Cantaloube

Adresse e-mail : daniel.cantaloube@wanadoo.fr
(D. Cantaloube).

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

COMITÉ DE RÉDACTION DE LA REVUE IMPLANTODONTIE :

RÉDACTEUR EN CHEF : Daniel Cantaloube

RÉDACTEURS-ASSOCIÉS : Patrick Missika, Paris
Alain Deboise, Paris

COMITÉ DE RÉDACTION : Jean-Marie Donsimoni, Paris
Robert Fromental, Lyon
Jean-Pierre Fusari, Lyon
Patrick Limbour, Paris

RESPONSABLES DE LA RUBRIQUE ANALYSE DE LA LITTÉRATURE :

Pr Christian Chavrier (Lyon). Diplôme Universitaire de Chirurgie et Prothèse Implantaires, Université Lyon I, sous la responsabilité du Professeur Christian Chavrier et du Dr Michel Perriat. c.chavrier@wanadoo.fr

Pr Patrick Missika (Paris) missika@ccr.jussieu.fr

La responsabilité de l'éditeur ne saurait en aucune façon être engagée pour tout préjudice et/ou dommage aux personnes et aux biens, que cela résulte de la responsabilité du fait des produits, d'une négligence ou autre, ou de l'utilisation de tous produits, méthodes, instructions ou idées contenus dans la présente publication. En raison de l'évolution rapide des sciences médicales, l'éditeur recommande qu'une vérification extérieure intervienne pour les diagnostics et la posologie.

Bien que toutes les publicités insérées dans cette revue soient supposées être en conformité avec les standards éthiques et médicaux, l'insertion de publicités dans ce journal ne constitue aucune garantie ou reconnaissance de qualité ou de la valeur d'un produit ou des déclarations faites par le producteur de celui-ci à propos de ce produit.

Cette publication et son contenu sont protégés par le copyright des Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et les dispositions suivantes s'appliquent à leur utilisation :

Photocopies – les simples photocopies d'articles isolés sont autorisées pour un usage privé, dans la mesure où les lois nationales relatives au copyright le permettent. L'autorisation de l'éditeur et le paiement de redevances sont obligatoires pour toutes les autres photocopies, y compris les copies multiples ou systématiques, les copies effectuées à des fins promotionnelles ou de publicité, la revente ou toute autre forme de distribution de documents. Des tarifs spéciaux sont disponibles pour les institutions d'enseignement qui souhaitent faire des photocopies à des fins non commerciales d'enseignement. Les personnes peuvent obtenir les autorisations nécessaires et payer les redevances correspondantes auprès du Centre français d'exploitation du droit de la copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France).

Supports dérivés – Les abonnés sont autorisés à effectuer des copies des tables des matières, ou à établir des listes d'articles comprenant des extraits pour un usage interne à l'intérieur de leurs institutions. L'autorisation de l'éditeur est requise pour toute revente ou divulgation en dehors de l'institution. L'autorisation de l'éditeur est requise pour tous autres travaux dérivés, y compris les compilations et les traductions.

Saisie électronique – L'autorisation de l'éditeur est requise pour saisir de façon électronique tout élément contenu dans la présente publication, y compris tout ou partie d'un article. Prière de prendre contact avec l'éditeur. À l'exception de ce qui est indiqué ci-dessus, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, saisie dans un système de sauvegarde, ou transmise sous quelque forme que ce soit, électronique, mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre, sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Les modalités d'abonnement, les recommandations aux auteurs, les sommaires de chaque numéro ainsi que les résumés des articles publiés dans Implantodontie sont disponibles sur le site internet des Éditions Elsevier, Paris : www.elsevier.fr



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques 3^e partie : applications cliniques

F. Gaultier ^a, G. Navarro ^b, J.M. Donsimoni ^c, D. Dohan ^{a,*}

^a Université Paris V, 1, rue Maurice Arnoux 92120 Montrouge, France

^b Université Paris VII, Denis Diderot, 75005 Paris, France

^c Clinique Milan, 171, rue Milan, 75009 Paris, France

Reçu le 1 juin 2003 ; accepté le 1 novembre 2003

MOTS CLÉS

Concentré plaquettaire ; PRP (Platelet-Rich Plasma) ; PRF (Platelet-Rich Fibrin) ; Colle de fibrine

Résumé La recherche de protocoles favorisant l'hémostase et la cicatrisation est un problème récurrent dans toutes les disciplines chirurgicales. Les concentrés plaquettaires, en tant que colles biologiques enrichies en cytokines, ont été utilisés dans une multitude de situations cliniques afin d'évaluer leurs effets présumés. En ophtalmologie, ils furent ajoutés au traitement chirurgical des déchirures de la macula. En chirurgie plastique, ils servent de colles de fibrine afin de prévenir la formation de cicatrices chéloïdes, au rendu esthétique et aux qualités mécaniques très préjudiciables. En chirurgies parodontale, péri-implantaire et maxillofaciale, ils jouent le rôle de liant biologique entre les différents éléments d'une greffe osseuse ou gingivale et de gel de protection du site opératoire, au même titre que les colles de fibrine utilisées antérieurement. Cependant, les travaux publiés souffrent de nombreux biais et de l'absence de méthodologie réellement scientifique pour en évaluer la portée. Et ces lacunes analytiques renforcent les doutes quant à l'identité biologique de ces préparations : gel plaquettaire ou colle de fibrine ?

© 2003 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Platelet Concentrate; PRP (Platelet-Rich Plasma); PRF (Platelet-Rich Fibrin); Fibrin adhesive

Abstract The search for protocols supporting the haemostasis and the cicatrisation is a recurring problem in all the surgical disciplines. The platelet concentrates, as biological adhesives enriched in cytokines, were used in a multitude of clinical situations in order to evaluate their supposed effects. In ophthalmology, they were added to the surgical treatment of macular holes. In plastic surgery, they are used as fibrin adhesives in order to prevent the formation of keloid scars, which aesthetic and mechanical qualities are very prejudicial. In periodontal, peri-implant and maxillo-facial surgeries, they play the biological role of link between various elements during bone grafts or gingival surgeries and the role of protective seal in the operational site, as well as the fibrin adhesives used before. However, published works suffer from many skews and the really scientific absence of methodology to evaluate the range of it. And these analytical gaps reinforce the doubts as for the biological identity of these preparations: platelet gel or fibrin adhesive?

© 2003 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant. 9bis, Villa-Saint-Mandé, 75012 Paris, France.

Introduction

Les récents développements des technologies de concentrés plaquettaires se sont accompagnés d'une multitude d'essais thérapeutiques visant à leur trouver un maximum d'applications cliniques. Si le volume des publications sur le sujet est à la hauteur de l'engouement qu'il a suscité, il n'en demeure pas moins que les résultats obtenus sont très variables et rarement interprétables.

Ce flou en matière d'évaluation clinique des effets strictement plaquettaires de ces préparations ramène au doute que suscite leur identité biologique : sont-elles des gels aux effets biochimiques induits par les cytokines plaquettaires ou de simples colles biologiques à base de fibrine concentrée ?

Cette question doit guider notre analyse des résultats cliniques publiés.

Application anecdotique mais hautement significative

Les concentrés plaquettaires, de type *concentrated platelet-rich plasma* (cPRP), ont été utilisés localement en ophtalmologie en tant qu'adjuvant au traitement chirurgical des déchirures de la macula [1]. L'idée était astucieuse, puisqu'elle reposait sur l'idée que pour combler une déchirure ou un trou, il fallait utiliser un liant biologique capable de jouer le rôle de colle. Et si l'on rêvait d'une stimulation biochimique fibroproliférative, au moins espérait-on une meilleure cicatrisation mécanique.

Les résultats dans ce domaine sont intéressants, mais décevants. Si le taux de succès strictement anatomiques de ces interventions est significativement accru grâce aux concentrés plaquettaires, l'acuité visuelle restaurée demeure identique [2]. De plus, et c'est bien plus grave, l'utilisation de ces gels de plaquettes induit une augmentation significative du nombre de réouvertures des trous maculaires fermés chirurgicalement [3].

Ces premiers résultats nous ramènent aux idées essentielles développées auparavant : les concentrés plaquettaires (les cPRP pour être exact) ne sont rien d'autre que des colles biologiques. En aucune façon elles n'induiront un remodelage structuré et cohérent au sein du tissu traité. Ce ne sont que des adjuvants chirurgicaux, et il ne faut pas leur conférer de propriétés biologiques à moyen ou long terme.

Cette notion se retrouve dans tous les domaines où les cPRP furent appliqués.

Chirurgie plastique

La grande particularité des chirurgiens plasticiens vient de leur connaissance déjà très ancienne des colles biologiques à visée thérapeutique [4], telles que le Tisseel[®], qu'ils utilisaient déjà couramment afin de limiter le risque de formation de cicatrices chéloïdes, au rendu esthétique et aux qualités mécaniques très préjudiciables. Forts de cette longue expérience, ils détournent partiellement de leur rôle initial les protocoles de préparation développés pour obtenir des concentrés plaquettaires.

En effet, s'ils utilisent le cPRP, ils n'en gardent pas moins le *platelet-poor plasma* (PPP) pour jouer les colles de fibrine autologue [5]. En mélangeant la thrombine (et le chlorure de calcium) au *platelet poor plasma* (PPP), on obtient un gel qui ressemble à peu de choses près à celui du cPRP. Ce gel peut être appliqué au niveau des plaies cutanées par lifting de la face et du cou ou incisions pour pose de prothèses mammaires en silicone (voie d'abord pré- ou para-mammaires).

Noter qu'il ne s'agit là que d'interventions où les incisions sont minimales mais le rendu esthétique essentiel. Il est bien évidemment possible d'appliquer ces gels dans une multitude d'autres sites, mais l'on comprend aisément que le problème de la cicatrisation disgracieuse est moins crucial lorsque les plaies sont très importantes (comme par exemple après mammoplastie) [6]. À cela s'ajoute le problème de la quantité de cPRP que l'on peut aisément produire au cours de ces interventions.

C'est donc dans ce domaine d'application que l'on se pose le moins de questions : les colles à base de fibrine de type Tisseel[®] y sont utilisées depuis fort longtemps, et leur utilité n'est plus à démontrer.

Concentrés plaquettaires et chirurgies parodontales et implantaires

Ce champ d'application intervient sur deux types de tissus à la physiologie radicalement opposée : les surfaces mucogingivales (organisées en strates épithélioconjonctives capables d'un remodelage rapide) et l'os alvéolaire (au remodelage lent et complexe).

« Concentrated platelet-rich plasma » : colle miracle ou mirage ?

Utilisé comme une colle biologique, le cPRP sert de liant entre les différents éléments d'une greffe osseuse ou gingivale et de gel de protection du site opératoire, au même titre que les colles de fibrine utilisées antérieurement [7,8].

Au niveau des tissus mous, tous les résultats concordent, même s'ils ne sont jamais mesurés à l'aide de critères quantitatifs : on observe moins de douleurs postopératoires, moins de complications infectieuses ou mécaniques (décollement). La cicatrisation mucogingivale étant fondée sur une colonisation rapide du site et un remodelage linéaire, elle est logiquement stimulée par les synergies de signaux biologiques issus du gel de plaquettes : fibrine et cytokines très actives sur les lignées fibroblastiques et endothéliales. C'est ce qu'on retrouve dans les tentatives de potentialisation des greffes épithélio-conjonctives par l'ajout d'un gel de cPRP pour coller et protéger [9] : si le résultat final est identique, les auteurs estiment que les suites post-opératoires sont simplifiées, et que le site est mieux protégé. De telles conclusions pourraient prêter à sourire, mais ce sont les seules actuellement disponibles.

On retrouve la même problématique dans le traitement des défauts osseux alvéolaires. Il existe de nombreuses études sur les effets potentiels du cPRP en combinaison avec divers matériaux de substitution osseuse (os humain anorganique de banque

d'os [10,11], os bovin anorganique Bio-Oss®) [12-14] pour combler des lésions alvéolaires angulaires interproximales [13], inter-radiculaires [15] ou péri-implantaires [11]. Mais toutes souffrent de la même difficulté à analyser scientifiquement les résultats et à prouver que l'ajout de cPRP est bien responsable d'une amélioration des résultats, dans la mesure où les différents protocoles utilisés sont déjà référencés comme étant capables seuls à générer des résultats similaires. Par exemple, le cPRP associé à du Bio-Oss® et à une membrane de collagène (régénération tissulaire guidée) donne des résultats positifs dans le traitement des alvéolyses angulaires [13], mais il en aurait été de même sans cPRP, voire uniquement avec du Bio-Oss® ou une membrane seule.

Ces études, fondées sur une poignée de cas, sans la moindre logique analytique, laissent derrière elles une impression de flou mystique particulièrement gênante pour l'esprit scientifique...

Enfin, dans le domaine de la chirurgie implantaire, il a été mis en évidence que l'application de cPRP sur les parois alvéolaires avant la pose de l'implant induit une surface de contact os-implant



Figure 1 Le caillot de *platelet-rich fibrin* (PRF) exprimé devient une solide membrane permettant de protéger le site opératoire et d'accroître la vitesse de cicatrisation mucogingivale.



Figure 3 À 48 heures postopératoires, le trait d'incision est refermé sur toute sa longueur.



Figure 2 À 48 heures postopératoires, noter la qualité de la cicatrisation des tissus mous péri-implantaires.



Figure 4 Mise en charge immédiate à 48 heures postopératoires ; la maturation accélérée des tissus épithélioconjonctifs permet d'améliorer le rendu esthétique et le confort du patient.

accrue au cours des premiers temps de la cicatrisation (6 semaines). Cependant, à plus long terme (12 semaines), on ne retrouve plus aucune différence entre les sites traités par le cPRP et ceux qui ne le sont pas [16].

Ainsi, l'incapacité systématique des auteurs à disséquer les phénomènes cliniques en données biologiques ne fait que renforcer le raisonnement fondamental. En effet, les données accumulées mènent à l'idée toute simple qu'en tant que colle biologique, le cPRP est un atout chirurgical permettant un meilleur contrôle du site d'intervention et une meilleure cooptation des différents éléments tissulaires dans les premiers temps de la cicatrisation. Mais on ne peut lui attribuer un pouvoir biologique à long terme sur la maturation des tissus.

« Platelet-rich fibrin » : la membrane biologique

Spécialité française, le PRF n'est pas documenté dans la littérature internationale. Cependant, il est possible de lui attribuer plusieurs fonctions en chi-

urgies parodontales et implantaire, à partir des éléments de réflexion développés précédemment :

- en gel, on peut l'incorporer à un matériau de comblement osseux (voir chapitre 4) ;
- en membrane, il permet de recouvrir et de protéger un site opératoire. En tant que tel, il peut servir de membrane de RTG (régénération tissulaire guidée), mais également de lattis de fibrine accélérant la fusion des berges le long de l'incision mucogingivale.

En effet, le PRF facilite la cicatrisation épithélio-conjonctive grâce à une matrice de fibrine dense et facilement colonisable. De plus, sur les sites superficiels bien vascularisés, la membrane est rapidement dégradée par la thrombine circulante, ce qui implique un remodelage accéléré pour les fibroblastes gingivaux migrants au sein de cette matrice éphémère.

Ainsi, il permet de réduire les temps de cicatrisation gingivomuqueuse et d'accroître le rendu esthétique et le confort du patient dans les premiers temps postopératoires (Figs. 1-4). Cette accélération a pour conséquence de rendre le site traité

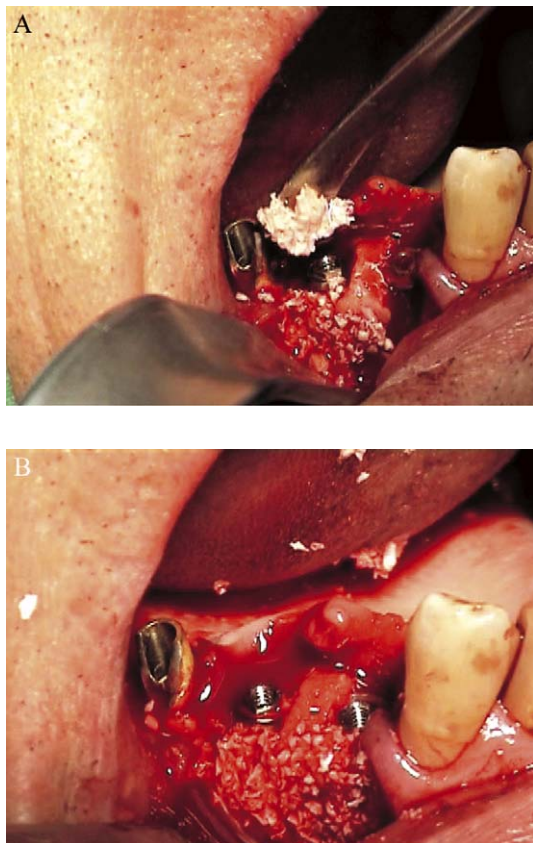


Figure 5 A et B. Le site alvéolaire est comblé à l'aide d'un mélange plus *platelet-rich fibrin* (PRF). Notez la cohésion du matériau au moment de sa pose. Le PRF sert de liant aux particules de Bio-Oss® dont la capacité d'absorption est importante.

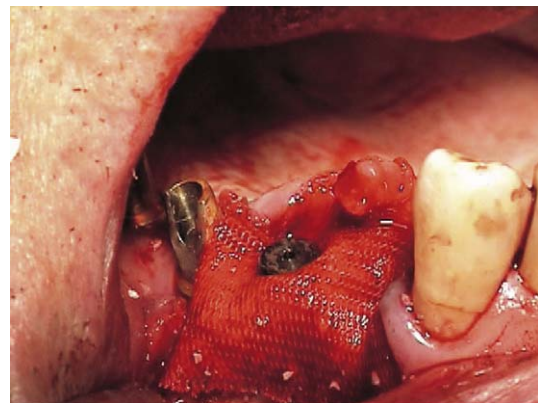


Figure 6 Une membrane résorbable en vicryl® est placée et ajustée sur le greffon osseux afin de le maintenir et de le protéger.

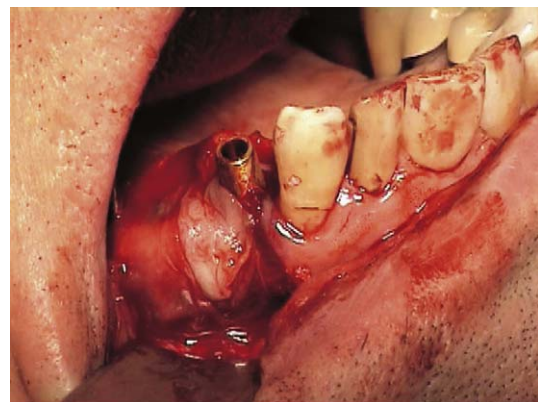


Figure 7 Une membrane *platelet-rich fibrin* (PRF) est ajoutée par-dessus la membrane en vicryl® afin d'accélérer la fermeture du trait d'incision et de protéger les tissus mous de l'inflammation provoquée par la membrane en vicryl®.

moins fragile face aux agressions extérieures (mécaniques, bactériennes, chimiques) et de protéger du même coup les sites osseux en remaniement plus lent (Figs. 5-7).

Premier cas clinique : membranes PRF et aménagement mucogingival péri-implantaire (Figs. 1-4).

Deuxième cas clinique : chirurgie implantaire sur site d'alvéolyse angulaire : PRF en gel mélangé au Bio-Oss® de comblement et PRF en membrane pour la protection du greffon et l'accélération de la fermeture du trait d'incision (Figs. 5-7).

Concentrés plaquettaires et greffes osseuses

« Concentrated platelet-rich plasma » : une simple colle de fibrine ?

L'utilisation de colles de fibrine autologue pour solidariser les fragments composant les greffes osseuses est une idée connue et acceptée par tous [17,18], car elle permet de limiter les micromouvements, voire les déplacements, incontrôlables des greffons sous l'action des contraintes mécaniques.

Or, ce sont ces microtraumatismes répétés qui induisent inexorablement la formation de séquestres osseux, en empêchant le tissu greffé de se remodeler de façon cohérente au sein du site receveur.

De plus, l'implantation de fibrine dans des défauts osseux maxillo-faciaux est déjà connue pour stimuler la colonisation osseuse du site [19].

Cependant, si la fibrine semble posséder ce potentiel ostéogénique très puissant, elle n'en demeure pas moins qu'un gel de support au développement cellulaire. En aucune façon elle ne peut servir seule de nœud d'organisation à un tissu osseux. Cette idée est très clairement illustrée par l'une des rares études véritablement scientifiques dans le domaine de l'évaluation des résultats de greffes osseuses associées au cPRP [20] : dans un crâne de lapin, quatre trous identiques sont faits, puis comblés différemment : le premier avec de l'os autogène de calvaria seul, le second avec de l'os de calvaria et du cPRP, le troisième avec du cPRP seul, et le quatrième sans rien. Et les résultats histologiques sont clairs et précis : la présence d'os autogène permet un comblement parfait, ce qui n'est pas le cas sans ; et l'absence ou la présence



Figure 8 Le caillot de *platelet-rich fibrin* (PRF) est séparé du culot des hématies coagulées.



Figure 10 Enfin il est découpé à l'aide d'un ciseau fin en petits fragments de quelques mètres cube de volume.



Figure 9 Le caillot est ensuite placé dans une cupule métallique vide.



Figure 11 Le Bio-Oss® commence par être mélangé au caillot *platelet-rich fibrin* (PRF) fragmenté.

de cPRP ne change strictement rien aux résultats observés à un, deux ou quatre mois.

Face à des résultats aussi limpides, il faut donc rester très lucide quant à la capacité de nos préparations plaquettaires à avoir des effets spontanés. Il n'en demeure pas moins une excellente colle biologique apte à rendre de nombreux services au cours des temps chirurgicaux.

Cas d'école : « concentrated platelet-rich plasma » et comblement de sinus maxillaire

Il s'agit là de la situation clinique la mieux documentée. En effet, au cours de la conférence de consensus sur les comblements sinusiens, l'excellent pronostic de la greffe endosinusienne a été établi.

Dans ce domaine, quasiment toutes les associations de matériaux ont été faites avec le cPRP : os bovin anorganique (Bio-Oss®), os humain anorganique (os de banque), os autogène iliaque [21], temporal [22] ou mentonnier, β -tricalciumphosphate (β -TCP/Cerasorb®) [23], ... Mais un grand nombre



Figure 12 On peut utiliser le surnageant de sérum acellulaire issu de la centrifugation comme liant biologique entre les particules Bio-Oss® dont le pouvoir absorbant est très important.

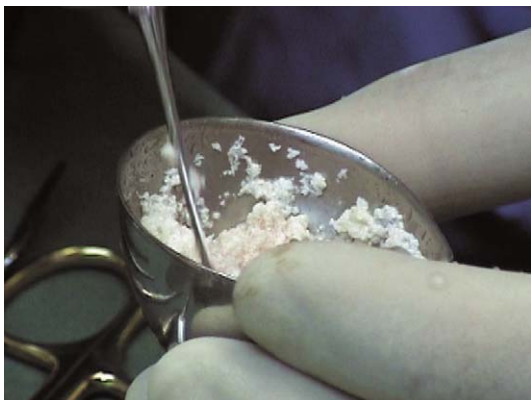


Figure 13 L'ensemble Bio-Oss®, *platelet-rich fibrin* (PRF) et sérum acellulaire peut alors être mélangé afin de former une masse cohérente.

de ces études souffrent de biais importants, le premier d'entre eux provenant de l'incapacité à évaluer les résultats : la densitométrie osseuse par radiologie n'est pas fiable pour étudier une loge aussi complexe qu'un sinus maxillaire, et les analyses histologiques sont sujettes à l'interprétation du clinicien.

En effet, à la différence des études de greffes osseuses en chirurgie parodontale ou péri-implantaire, le comblement de sinus présente un gros avantage analytique : puisqu'il sert à ménager un volume osseux suffisant pour poser des implants, cela signifie que l'on intervient à nouveau sur le site greffé quelques mois plus tard et que l'on peut prélever un fragment du greffon avant de poser nos implants. Cette particularité a permis à tous les auteurs qui se sont intéressés aux applications du cPRP au cours des greffes osseuses endosinusiennes de présenter des analyses histologiques de leurs greffons.

S'il s'agit là d'un premier pas vers une cohérence scientifique au sein des études menées sur les concentrés plaquettaires, la démarche souffre d'un



Figure 14 Le prélèvement mentonnier fractionné est placé dans une cupule au côté du caillot *platelet-rich fibrin* (PRF) partiellement exprimé.



Figure 15 À l'aide d'un ciseau, le *platelet-rich fibrin* (PRF) est sectionné en fragments de taille homogène.

gros handicap : l'histologie est délicate sur tissu minéralisé, et il faut savoir ce que l'on cherche à montrer. Or, jusqu'à présent, en l'absence de technologies fiables pour évaluer de manière quantitative ou semi-quantitative le degré de maturation des greffes, au mieux certains [21] se contentent ils de localiser par immunodétection des récepteurs aux *transforming growth factor* (TGF β) au sein de cellules du tissu osseux en remodelage : récepteur quasi ubiquitaire...

Toutes ces remarques nous montrent à quel point il est délicat d'interpréter les résultats publiés dans ce champ d'application clinique. Ceux-ci sont d'ailleurs souvent contradictoires :

- certains trouvent leurs résultats positifs, selon des critères cruellement qualitatifs. On est donc contraint de leur faire confiance lorsqu'ils affirment que leur fragment de greffon est constitué d'un os viable. Seulement, n'aurait-on pas obtenu le même résultat sans cPRP ? En effet, il s'agit d'études utilisant de l'os anorganique bovin (Bio-Oss[®]) [24] ou humain (os de banque) [10], ou encore de l'os autogène de calvaria. Or tous ces matériaux de comblement sont déjà connus pour leur fiabilité



Figure 16 L'os mentonnier et le *platelet-rich fibrin* (PRF) peuvent alors être mélangés.



Figure 17 Trépanation sinusienne par une approche de type Caldwell-Luc.

lité dans ce genre de greffes, sans l'aide du moindre adjuvant... ;

- d'autres observent des résultats nettement plus inquiétants en poussant l'analyse histologique sur des critères plus pointus : à partir d'une vaste gamme de matériaux de comblement, ils sont tous arrivés à la conclusion que le cPRP favorisait la constitution de nœuds fibroprolifératifs au sein du greffon osseux. Qu'il s'agisse de β -tricalciumphosphate (β -TCP) [23], d'os anorganique bovin (Bio-Oss[®]) [25,26] ou humain [25] ou même de verres bioactifs [25], tous ces matériaux semblaient évoluer dans un greffon osseux de viabilité réduite (peu d'ostéoblastes) et à la teneur élevée en matrice fibroconjonctive. Et si certains postulaient que la forte teneur en TGF β du cPRP était responsable d'une attraction accrue des fibroblastes sur le site de greffe [23], personne n'a osé pousser plus loin la réflexion.

Il faut noter que la pose d'implants dans un site de greffe associé au cPRP ne semble pas augmenter leur degré d'intégration à sept mois [26].

« Platelet-rich Fibrin » : un milieu de culture à associer aux greffons osseux

La biologie du PRF est très différente de celle du cPRP. En effet, on peut sans difficulté considérer ce caillot de fibrine solidement pontée, chargé en sérum et enrichi en cytokines, comme un véritable milieu de culture organotypique. Cette particularité lui confère *in vivo* un pouvoir structurant potentiel sur le remodelage à long terme des tissus les plus complexes.

Pour l'associer aux matériaux de comblement, il suffit de découper le caillot de PRF en fragments de quelques millimètres cube dans une cupule (Figs. 8-10) et de mélanger le tout avec de l'os autogène (mentonnier) (Figs. 14-16), allogène (os anorganique humain de banque) ou xénoène (os anorganique bovin Bio-Oss[®]) (Figs. 11-13).

Dans ce domaine, le Bio-Oss[®] ferait partie des matériaux de choix. En effet, il semble posséder la capacité d'absorber les cytokines (telles que les *platelet derived growth factor* [PDGF]) et de s'en servir de diffuseur sur des durées importantes [27] : s'il adsorbe d'importantes quantités de cytokines en quelques secondes, il lui faut plusieurs semaines pour les relarguer (à 10 jours, seuls 30 % du volume de PDGF sont libérés).

Or, dans le PRF, toutes les plaquettes sont activées dès les premiers temps de la centrifugation (puisque'il n'y a pas d'anticoagulants), ce qui signifie que les cytokines plaquettaires (les éléments les plus légers du sang) vont se retrouver massivement

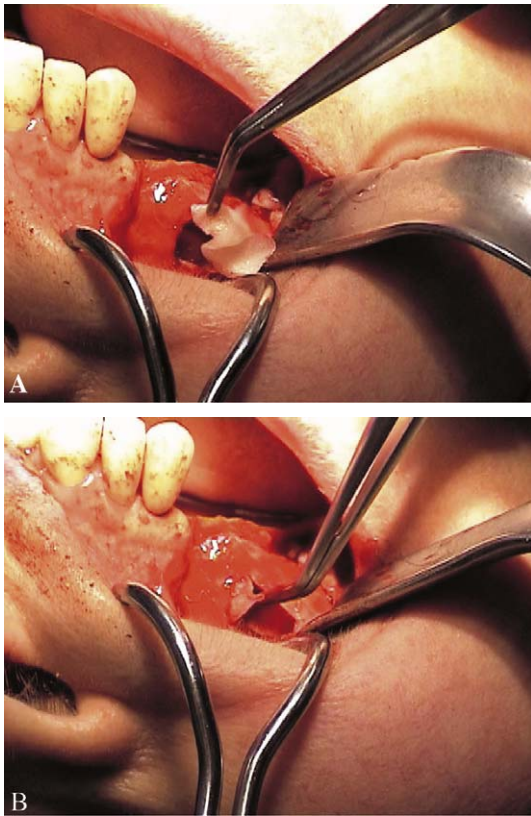


Figure 18 A et B. Apposition d'une membrane *platelet-rich fibrin* (PRF) au fond de la loge sinusienne afin de renforcer la membrane de Schneider avant la mise en place du greffon.

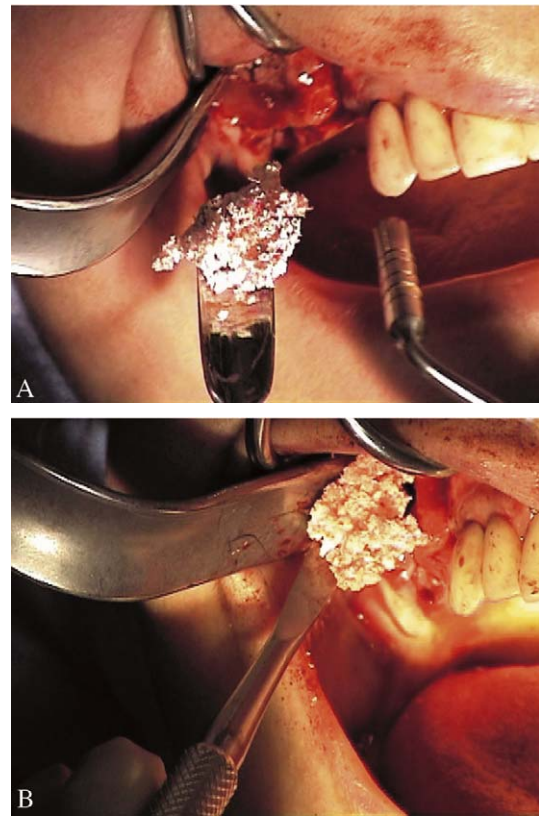


Figure 19 A et B. Mise en place du greffon Bio-Oss® plus *platelet-rich fibrin* (PRF) au sein de la cavité. Noter la cohésion du mélange obtenu.

dans le sérum acellulaire. Si une grande partie de ce liquide est piégée dans le caillot de PRF, il en reste suffisamment en surface du tube pour servir de « liant » à notre mélange Bio-Oss® + PRF (Fig. 12).

Un cas particulier : le mélange PRF + os autogène. L'os autogène (comme l'os mentonnier par exemple) étant moins absorbant qu'un substitut osseux tel que le Bio-Oss®, il faut limiter l'apport de sérum dans notre mixture. Ainsi, il est préférable d'exprimer partiellement le caillot PRF avant de le placer dans la cupule de mélange (Figs. 14-16).

Une application prometteuse : « *platelet-rich Fibrin* » et comblement de sinus maxillaire

Comme nous l'avons vu précédemment, d'un point de vue strictement théorique, le maillage dense et résistant (mécaniquement et chimiquement) du caillot de fibrine PRF pourrait avoir un pouvoir structurant sur une greffe osseuse, surtout si elle est située dans une loge protégée (contre les perturbations mécaniques, biologiques et infectieuses)

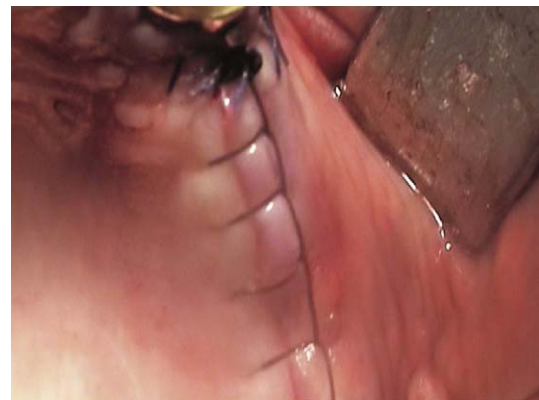


Figure 20 Cicatrisation mucogingivale à 48 heures après la pose de membranes *platelet-rich fibrin* (PRF) le long du trait d'incision.

telle qu'un sinus maxillaire. Si ce protocole n'est pas encore référencé dans la littérature internationale, il n'en demeure pas moins l'un des plus prometteurs au regard du raisonnement expérimental et clinique.

Cas clinique : comblement de sinus maxillaire avec un mélange cohésif Bio-Oss® plus *platelet rich fibrin* (PRF) (Figs. 17-20).

Conclusion

Si les applications cliniques des concentrés plaquettaires sont déjà nombreuses, bien peu des études s'y rapportant peuvent être considérées comme fiables. Dans le domaine des chirurgies parodontales, implantaire et des greffes osseuses en particulier, les lacunes analytiques des travaux présentés confortent nos doutes sur l'identité biologique de ces préparations : gel plaquettaire ou colle de fibrine ?

En analysant les données technologiques, biologiques et cliniques, notre raisonnement nous mène à deux conclusions élémentaires : tout d'abord, la nécessité de mettre au point des protocoles d'analyse rationalisés, reproductibles et fiables des résultats obtenus par adjonction de ces préparations. Ensuite, il serait souhaitable de pousser plus avant les études sur le PRF, dont le pouvoir ostéogénique et l'action sur le guidage du remodelage osseux est en théorie plus important (de par sa nature de type « milieu de culture in vivo ») que celui d'une simple colle biologique à base de fibrine (le cPRP).

Références

- [1] Gehring S, et al. Preparation of autologous platelets for the ophthalmologic treatment of macular holes. *Transfusion* 1999;3(2):144-8.
- [2] Mulhern MG, Cullinane A, Cleary PE. Visual and anatomical success with short-term macular tamponade and autologous platelet concentrate. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;23(7):577-83.
- [3] Paques M, et al. Effect of autologous platelet concentrate in surgery for idiopathic macular hole: results of a multicenter, double-masked, randomized trial. *Platelets in Macular Hole Surgery Group. Ophthalmology* 1999;10(5):932-8.
- [4] Saltz R, et al. Experimental and clinical applications of fibrin glue. *Plast Reconstr Surg* 1991;8(6):1005-15 discussion 1016-7.
- [5] Man D, Plosker H, Winland-Brown JE. The use of autologous platelet-rich plasma (platelet gel) and autologous platelet-poor plasma (fibrin glue) in cosmetic surgery. *Plast Reconstr Surg* 2001;10(1):229-37 discussion 238-9.
- [6] Moore MM, Freeman MG. Fibrin sealant in breast surgery. *J Long Term Eff Med Implants* 1998;8(2):133-42.
- [7] Hotz G. Alveolar ridge augmentation with hydroxylapatite using fibrin sealant for fixation. Part II: Clinical application. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1991;2(4):208-13.
- [8] Hotz G. Alveolar ridge augmentation with hydroxylapatite using fibrin sealant for fixation. Part I: An experimental study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1991;2(4):204-7.
- [9] Petrunaro PS. Using platelet-rich plasma to accelerate soft tissue maturation in esthetic periodontal surgery. *Compend Contin Educ Dent* 2001;2(9):729-32 734, 736 passim; quiz 746.
- [10] Kassolis JD, Rosen PS, Reynolds MA. Alveolar ridge and sinus augmentation utilizing platelet-rich plasma in combination with freeze-dried bone allograft: case series. *J Periodontol* 2000;7(10):1654-61.
- [11] Petrunaro PS. Treatment of the infected implant site using platelet-rich plasma. *Compend Contin Educ Dent* 2002;2(4):363-6 368, 370 passim; quiz 378.
- [12] de Obarrio JJ, et al. The use of autologous growth factors in periodontal surgical therapy: platelet gel biotechnology-case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;2(5):486-97.
- [13] Lekovic V, et al. Comparison of platelet-rich plasma, bovine porous bone mineral, and guided tissue regeneration vs platelet-rich plasma and bovine porous bone mineral in the treatment of intrabony defects: a reentry study. *J Periodontol* 2002;7(2):198-205.
- [14] Camargo PM, et al. Platelet-rich plasma and bovine porous bone mineral combined with guided tissue regeneration in the treatment of intrabony defects in humans. *J Periodontol Res* 2002;3(4):300-6.
- [15] Lekovic V, et al. Effectiveness of a combination of platelet-rich plasma, bovine porous bone mineral and guided tissue regeneration in the treatment of mandibular grade II molar furcations in humans. *J Clin Periodontol* 2003;3(8):746-51.
- [16] Zechner W, et al. Influence of platelet-rich plasma on osseous healing of dental implants: a histologic and histomorphometric study in minipigs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;1(1):15-22.
- [17] Tayapongsak P, et al. Autologous fibrin adhesive in mandibular reconstruction with particulate cancellous bone and marrow. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;5(2):161-5 discussion 166.
- [18] Matras H. Fibrin sealant in maxillofacial surgery. Development and indications. A review of the past 12 years. *Facial Plast Surg* 1985;2(4):297-313.
- [19] Bonucci E, et al. Osteogenic response to hydroxyapatite-fibrin implants in maxillofacial bone defects. *Eur J Oral Sci* 1997;10(6):557-61.
- [20] Aghaloo TL, Moy PK, Freymiller EG. Investigation of platelet-rich plasma in rabbit cranial defects: A pilot study. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;6(10):1176-81.
- [21] Marx RE, et al. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;8(6):638-46.
- [22] Philippart P, et al. Human recombinant tissue factor, platelet-rich plasma, and tetracycline induce a high-quality human bone graft: a 5-year survey. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;1(3):411-6.
- [23] Wiltfang J, et al. Sinus floor augmentation with beta-tricalciumphosphate (beta-TCP): does platelet-rich plasma promote its osseous integration and degradation? *Clin Oral Implants Res* 2003;1(2):213-8.
- [24] Rodriguez A, et al. Maxillary sinus augmentation with deproteinated bovine bone and platelet rich plasma with simultaneous insertion of endosseous implants. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;6(2):157-63.
- [25] Danesh-Meyer MJ, Filstein MR, Shanaman R. Histological evaluation of sinus augmentation using platelet rich plasma (PRP): a case series. *J Int Acad Periodontol* 2001;3(2):48-56.
- [26] Froum SJ, et al. Effect of platelet-rich plasma on bone growth and osseointegration in human maxillary sinus grafts: three bilateral case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;2(1):45-53.
- [27] Stephan EB, et al. Platelet-derived growth factor enhancement of a mineral-collagen bone substitute. *J Periodontol* 2000;7(12):1887-92.



Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise

Concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse.

1^{re} partie : concepts et technologies orthopédiques

Set sat back maxillo-facial implants

1st part: orthopaedic concepts and technologies

J.M. Donsimoni ^a, D. Dohan ^{b,*}

^a Clinique Milan, 17, rue Milan, 75009 Paris, France

^b Faculté de chirurgie dentaire, 1 rue Maurice Arnoux, 92120 Montrouge, France

Reçu le 29 décembre 2003 ; accepté le 6 janvier 2004

MOTS CLÉS

Implant à plateau
d'assise ;
Maxillo-facial ;
Orthopédie ;
Tricortical

Résumé L'implantologie maxillo-faciale à plateaux d'assise est une discipline en plein essor dont les champs d'application sont vastes et encore méconnus. En effet, si la technologie de ces implants existe depuis plus de 20 ans, le développement des thérapies associées est demeuré très confidentiel. Ce premier article en rappelle les principales étapes historiques, les fondements théoriques, les principes technologiques avant de décrire en détails les techniques chirurgicales associées et leurs implications thérapeutiques. Il pose ainsi les bases d'une prise en charge complète des lésions anatomiques des étages moyens et inférieurs du massif facial, des plus simples aux plus complexes. Car si l'utilisation strictement dentaire de ces implants s'est révélée très intéressante, c'est réellement au cours des réhabilitations délicates de grande envergure que le concept orthopédique qui les sous-tend a su montrer son efficacité.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Maxillo-facial;
Orthopaedics;
Set sat back implant;
Tricortical

Abstract The set sat back maxillo-facial implantology is a rising discipline with ignored and wide fields of applications. Indeed, if the technology of these implants exists for more than 20 years, the development of associated therapeutic is still very confidential. This first article points out the main historical steps, the theoretical bases and the technological principles, before describing in details the associated surgical techniques and their therapeutic implications. This study emphasised the global treatment of single and complex anatomical lesions of the low and middle face. Thus, if the strictly dental uses of these implants are very interesting, it is really during huge and delicate rehabilitations that the underlying orthopaedic concept shows its great efficiency.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant. 9bis, villa Saint-Mandé, 75012 Paris, France.

Adresse e-mail : neimesys@hotmail.com (D. Dohan).

Introduction : des implants dentaires aux implants maxillo-faciaux (IMFs)

Au cours de ces vingt dernières années, l'implantologie orale a peu à peu pris une forme que l'on pouvait croire définitive. À partir des travaux de Bränemark sur l'ostéo-intégration du titane, les implants cylindriques ou cylindro-coniques, avec leur facilité de mise en place et leurs taux de succès très élevés, ont atteint leur stade de maturité technologique et scientifique. Et ils ont rejeté au rang d'archaïsme un grand nombre de systèmes implantaires différents qui, il est vrai, ne présentaient pas toutes leurs qualités.

Cependant, au milieu de cet âge d'or de l'implantologie axiale, faut-il pour autant se leurrer et croire que plus rien ne peut ni ne doit être inventé ? Faut-il croire que cette implantologie serait désormais une norme indéboulonnable qui pourrait, certes, être améliorée, mais en aucun cas révolutionnée ?

Si les indications de l'implantologie axiale sont nombreuses et intéressantes, elles demeurent malheureusement bien modestes. Trop souvent limitées par des hauteurs et des qualités osseuses insatisfaisantes, ces techniques impliquent greffes longues et douloureuses, procédés prothétiques de plus en plus complexes et parfois compromis esthétiques pour traiter des cas de plus en plus difficiles. Et les échecs de ces techniques n'en sont que plus ingérables encore...

Car cette implantologie tente, à juste titre, de repousser ses limites. Mais elle arrive désormais à un stade où ses résultats commencent à manquer de prédictibilité. En effet, peut-on espérer traiter les cas les plus difficiles avec des techniques de petite chirurgie buccale ? Peut-on espérer faire de vraies réhabilitations maxillo-mandibulaires avec des protocoles de cabinet dentaire, là où l'on retrouve la nécessité de reconstructions faciales extrêmes ?

Pour ces cas extrêmes, victimes de traumatismes sévères, de tumeurs faciales, de malformations congénitales, des échecs de la chirurgie de greffe ou de l'implantologie axiale, ou tout simplement de résorptions physiologiques importantes, quelles solutions reste-t-il ? Pour ces cas toujours plus nombreux nécessitant des réhabilitations démesurées, quel traitement peut-on proposer ? Les techniques de chirurgie et de prothèse maxillo-faciale doivent le plus souvent se contenter de fermer ce qui peut l'être, parfois avec un obturateur, et remplacer tant bien que mal le reste, c'est-à-dire condamner le patient à vivre avec des prothèses massives et difficilement supportables...

C'est avant tout pour ces catégories de patient que furent pensés les implants maxillo-faciaux à

plateaux d'assise (IMFs). Mais on comprendra aisément qu'utilisées avec intelligence clinique et savoir-faire chirurgical, ces techniques implantaires pourraient constituer une alternative dans de très nombreuses situations à l'implantologie axiale.

Concepts généraux de l'implantologie maxillo-faciale à plateaux d'assise

Le concept orthopédique

Le développement des IMFs et l'évolution actuelle de leur utilisation vers des reconstructions de plus en plus complexes sont directement issus de notions orthopédiques élémentaires.

L'articulation dento-condylienne est une synarthrose, ce qui signifie que l'engrènement des dents fait partie intégrante de l'équilibre de l'articulation temporo-mandibulaire. Si les dents font partie d'un ensemble postural, alors leurs fonctions, occlusion et mastication (et dans une moindre mesure phonation) doivent répondre aux critères élémentaires de toute structure ostéo-articulaire : la fonction crée l'organe. Autrement dit, la destruction de l'interface occlusale induit la résorption des infrastructures osseuses qui les soutiennent. À l'inverse, la remise en fonction de cette interface, à l'aide d'un appareillage prenant appui directement dans l'architecture faciale et créant un continuum entre l'artifice prothétique et les masses osseuses, induira une réponse positive des tissus soutenant cette fonction et leur consolidation. C'est ce qu'on observe après une fracture d'un membre inférieur : si l'immobilisation du membre par attelle ou plâtre permet de maintenir les fragments osseux brisés en bonne position, c'est la remise en fonction de l'organe lésé, par la rééducation, qui permettra réellement sa consolidation.

L'implantologie maxillo-faciale à plateaux d'assise fonctionne exactement ainsi.

Les IMFs : des implants adaptés aux subtilités de l'orthopédie faciale

En cas de fracture, la plupart des os du corps humain peuvent être trans-vissés et maintenus en bonne position à l'aide de broches en acier chirurgical bloquées entre deux épaisseurs corticales osseuses. Un tel traitement est extrêmement compliqué à mettre en œuvre au niveau du massif facial, en raison du nombre important de cavités et cellules pneumatiques qu'il présente et du volume qu'elles occupent.

Au niveau de l'étage maxillo-mandibulaire qui nous intéresse plus particulièrement, on retrouve principalement deux os à l'architecture très différente : le maxillaire, os pneumatiqué aux parois corticales souvent fines, et la mandibule, massive et très corticalisée. Face à la cavité orale, ces deux os sont recouverts d'un os alvéolaire fragile, extrêmement dépendant des dents qu'il supporte. La perte de l'organe dentaire entraîne systématiquement une résorption rapide de cet os alvéolaire.

L'approche maxillo-faciale des réhabilitations implantaires de l'étage inférieur de la face devait donc se plier à ces particularités structurales. L'objectif étant de rétablir les fonctions posturales et dynamiques du massif facial, les IMFs devaient permettre la mise en place d'un artifice prothétique tout en favorisant la consolidation des structures anatomiques qui les supportent.

Les IMFs se composent d'un plateau d'assise, sous forme de disque ou de lame rectangulaire, et d'un fût perpendiculaire permettant la fixation d'une prothèse extra-osseuse. De faible épaisseur, souvent échancrés afin de les alléger, ces plateaux sont insérés dans des encoches taillées dans les parois corticales où ils prennent leurs appuis. La grande surface des plateaux donne à ses implants leur résistance à la compression, et la possibilité d'une transmission physiologique des contraintes occluso-prothétiques à l'os sous-jacent. C'est dans cet esprit que l'on cherchera à créer un continuum entre les IMFs et la reconstruction prothétique : la mise en fonction immédiate de la réhabilitation globale servira de stimulus à l'épaississement de l'architecture osseuse autour de l'IMF. C'est le principe des fixateurs externes en orthopédie, rôle qui revient dans ce cas à l'arc prothétique.

Puisque l'on cherche à prendre appui et transmettre les forces aux structures profondes de la face, il faudra placer ces implants dans l'os basal, afin d'éviter soigneusement l'os alvéolaire inapte à fournir des appuis solides. Étant donné la configuration architecturale des os maxillaires et mandibulaires, on cherchera à obtenir des appuis tricorticaux pour ces implants : deux appuis corticaux de part et d'autre du plateau, et un appui du fût de l'implant sur la corticale crestale.

On peut donc considérer que cette implantologie maxillo-faciale revient à poser une broche endo-osseuse et à réaliser la contention orthopédique le jour même ou au cours des 24 heures suivantes, afin d'obtenir une cicatrisation osseuse en appui sans force de cisaillement.

Rappel historique

C'est au début des années 70 que Jean-Marc Juillet, inspiré par les premiers développements de ce qui

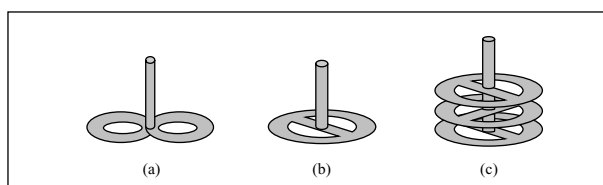


Figure 1 Si le T3D de Jean-Marc Juillet fut le premier IMF de l'Histoire (a), c'est sous leur forme actuelle de plateaux disques (simple disque (b), voire double ou triple disque (c)) que ces implants sont entrés dans notre arsenal thérapeutique.

allait devenir l'occlusodontie, commence à envisager l'étage maxillo-mandibulaire comme une composante majeure de la posture. En tant que tel, il fallut admettre que la réhabilitation de la cavité orale, qui appartenait jusqu'alors exclusivement aux traitements externes des chirurgiens dentistes, pouvait être du domaine de la reconstruction orthopédique.

Allant bien au-delà de ces concepts théoriques, Juillet mit au point un premier implant « tri-dimensionnel », appelé T3D, qui peut être considéré comme le premier IMF commercialisé¹ (Fig. 1).

Cet implant demeura malheureusement méconnu car incompris. Mais quelques temps après son abandon, une nouvelle gamme d'IMFs vit peu à peu le jour : c'est la naissance du Diskimplant®, qui deviendra l'âme autour de laquelle vont progressivement se mettre en place et s'étendre les différents concepts associés à ces thérapeutiques.

Vers une utilisation au cabinet dentaire

Le souci de mettre en œuvre ces techniques en cabinet dentaire a conduit les pionniers de ces implants à rechercher des protocoles simplifiés et peu invasifs. Cette approche s'est constituée autour de Gérard Scortecci² au début des années 80 ; mais ce n'est que dans la première moitié des années 1990 qu'elle est arrivée à maturité, en appliquant un concept original compensant par la prothèse la volonté, toujours affirmée, d'actes chirurgicaux peu invasifs, refusant les effractions endo-nasales et endosinusiennes. Elle préconise la multiplication du nombre d'appuis de faible surface afin d'obtenir, sans geste invasif, un résultat proche de la technique maxillo-faciale décrite plus loin. Les IMFs seront donc de petit diamètre, très nombreux et disposés de part et d'autre de la crête osseuse de manière alternée. Leur solidarisation croisée (par l'arc prothétique fixe) contribuera au maintien de leur ancrage ; et c'est d'ailleurs par ce système que les appuis tricorticaux sont, à proprement parlé, réalisés (Fig. 2)³⁻⁶.

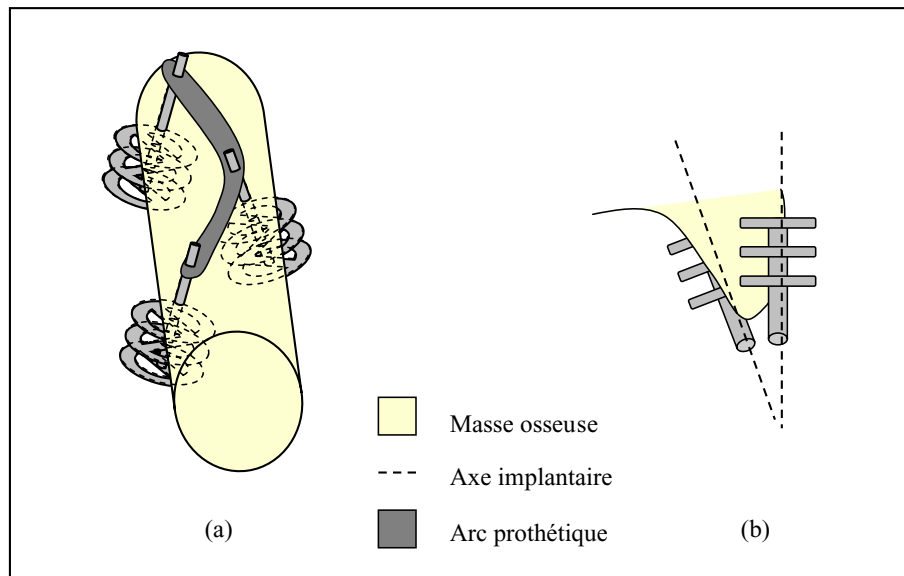


Figure 2 Pour certains, le positionnement implantaire doit demeurer peu invasif. Les appuis bicorticaux sont obtenus par deux implants solidarisés par l'infrastructure prothétique (a). Et puisque leur ancrage est cortical superficiel, il faudra jouer sur une alternance des IMFs de part et d'autre de la crête, avec des axes de fûts implantaires convergents, pour bloquer l'ensemble de la réhabilitation (b).

Si cette technique avait l'avantage d'être utilisable au cabinet dentaire, elle se privait des principaux appuis osseux en refusant tout acte invasif à l'intérieur des structures non dentaires de la face (sinus, fosse nasale, nerf alvéolaire inférieur) afin d'éviter d'avoir à en gérer les complications. Ses indications s'en retrouvaient limitées aux réhabilitations dentaires simples, le plus souvent en association avec des implants axiaux.

L'approche maxillo-faciale élémentaire

Parallèlement, certains chirurgiens décident d'apporter le geste maxillo-facial aux reconstructions implantaires de l'étage inférieur de la face. Frank Spahn en fut le précurseur.

Cette approche nécessitait une technique invasive en bloc opératoire jusqu'alors inconnue des thérapeutiques dentaires. En effet, Spahn fut le premier à réaliser couramment des ouvertures sinusiennes pour placer ces implants en cas d'atrophie importante du maxillaire. Il est également le premier à utiliser systématiquement des plateaux de grande dimension (jusqu'à 20 mm de diamètre) pour obtenir ses appuis tricorticaux, appliquant sans aucune concession les principes élémentaires qui sous-tendent la réussite des techniques de positionnement des IMFs. Ainsi, il ouvrit la voie à l'utilisation de l'architecture fondatrice des massifs osseux de la face, ce qui était alors tabou dans le domaine de la chirurgie implantaire.

Cependant, ces chirurgiens utilisent peu d'implants pour reconstituer une arcade dentaire, parfois pas plus de 4 pour un maxillaire. Mais ces implants ont des appuis maximum : au maxillaire, deux IMFs dans les piliers du malaire, deux dans les bosses canines. Ce sont ses zones de résistance anatomique préférentielles. À la mandibule, le problème de la solidité des appuis se pose moins en raison de l'épaisseur corticale qui compose cet os. Le positionnement des IMFs suit cependant une même logique occluso-prothétique : on retrouvera quasi systématiquement des implants au niveau canin (pour le verrou en diduction) et au niveau de la première molaire (pour la résistance en compression)^{7,8}.

Cette technique repose donc sur des ancrages très résistants en compression (donc en occlusion), mais relativement faibles en basculement et à l'arrachement (au cours de la cinétique mandibulaire masticatoire). Cela implique donc des réglages prothétiques de type prothèse adjointe complète, afin de prévenir les forces excessives en diduction et en propulsion. Ainsi, en déchargeant les contacts au niveau du bloc antérieur, on évite des contraintes en arrachement au niveau postérieur...^{9,10}

C'est la voie de la flexibilité et de la légèreté : on cherchera à exploiter au maximum le concept de résilience de l'appareillage orthopédique, c'est-à-dire à compenser la souplesse des os par la flexibilité des disques et des tiges d'un nombre restreint d'implants. Malheureusement, ce protocole, en limitant trop le nombre d'appuis, a parfois nuit à la pérennité des réhabilitations.

Orthodoxie conceptuelle et plasticité chirurgicale

Cette dernière approche reprend pleinement le concept de biomécanique orthopédique de la face, mais y apporte les modifications nécessaires à l'évolution de ces techniques chirurgicales complexes.

Si nos appuis favoris demeurent (pilier du malaire, bosse canine), notre technique se caractérise par la recherche d'ancrages multiples et l'exploitation maximale des infrastructures osseuses de chaque pièce anatomique : ancrage ptérygoïdien, rétromolaire, latéralisation des nerfs alvéolaires inférieurs...

De plus, nous introduisons l'utilisation des implants asymétriques et présentons nombre de modes originaux d'insertion et de verrouillage des IMFs. Mieux adaptés à des situations anatomiques tourmentées, cette approche a également l'avantage de prévenir certains problèmes dynamiques rencontrés par nos prédécesseurs, tels que les forces d'arrachement et de bascule en propulsion et diduction, ainsi que les contraintes d'occlusion excessives au cours de la mastication.

Les techniques employées sont donc très variées et évolutives, offrant à la main du chirurgien une grande plasticité du geste maxillo-facial. Elles synthétisent actuellement l'état des techniques IMFs et sont l'objet de cette série d'articles.

Progressivement s'établit une convergence autour de ces idées, en particulier grâce au Symposium européen d'Implantologie basale qui se déroule chaque année à Paris lors du grand Congrès de l'ADF et où se rencontrent pour confronter leurs travaux des conférenciers venus de France, d'Italie, de Belgique, d'Allemagne, de Suisse, d'Israël, d'Autriche...

Exploitation de l'architecture maxillo-faciale

Les appuis des implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise (IMFs) sont nombreux et variés, car ils sont constitués par toutes les structures osseuses exploitables du massif facial, voire de la base du crâne (processus ptérygoïdien). Comme il sera développé ultérieurement (article 3 : réhabilitations maxillo-faciales), les seules limites imposées par la technique proviennent de la confrontation entre la déformation des pièces anatomiques et la dextérité du chirurgien.

Appuis conventionnels

Classiquement, les IMFs prennent leurs appuis dans l'épaisseur des corticales osseuses des crêtes al-

véolaires, du corps mandibulaire et des parois maxillaires. Dans ces trois situations, ce sont en général les bords du plateau d'assise de l'implant qui supportent toutes les contraintes en pression et à l'arrachement, le reste de l'implant subissant des forces de flexion proportionnelles. Ainsi, si tout l'implant participe au maintien de la physiologie oro-faciale, il ne réalise son ancrage de logique orthopédique que sur une toute petite portion de son plateau.

À noter que la faiblesse ou l'absence de soutien fonctionnel apporté par l'os spongieux ou les cavités maxillaires (sinus...) concourent en réalité à la pérennisation de l'IMF : en effet, les flexions importantes subies par le plateau implantaire sont localisées en dehors des zones d'ancrage corticales (Fig. 3).

L'appui zygomatique

Le processus zygomatique de l'os maxillaire (ou pilier du malaire) est une zone osseuse très dense et résistante, prolongée d'un os zygomatique (anciennement os malaire) qui l'est tout autant.

Certaines techniques implantaire axiales tentent d'exploiter cette ressource anatomique à l'aide d'implants cylindriques de 20 à 40 mm. Le principal inconvénient de ce protocole provient de l'axe et du point d'émergence très palatins de l'implant ainsi inséré : difficilement exploitable, il subira des contraintes occlusales de biais extrêmement néfastes à sa stabilité endo-osseuse.

Les IMFs utiliseront ce site comme un appui conventionnel renforcé, car soutenu par une masse osseuse dense particulièrement intéressante dans des os pneumatés comme les maxillaires ; en première approche, certains se contentaient même de placer un gros plateau de 15 ou 20 mm de diamètre dans cette zone pour soutenir tout un secteur postérieur (molaire et prémolaire) de sa reconstruction prothétique.

La paroi des fosses nasales

Cette structure n'est exploitée dans aucune technique de chirurgie reconstructrice des massifs maxillo-faciaux. Il s'agit pourtant d'un mur osseux tout à fait utilisable. Mais il présente deux grands inconvénients :

- la difficulté technique inhérente à la profondeur endo-sinusienne à laquelle il faut aller chercher notre incision osseuse et l'insertion implantaire qui s'ensuit ;
- le risque infectieux que représente l'exposition d'une pièce de titane au sein d'une cavité aérienne, qu'il s'agisse du sinus maxillaire ou des fosses nasales.

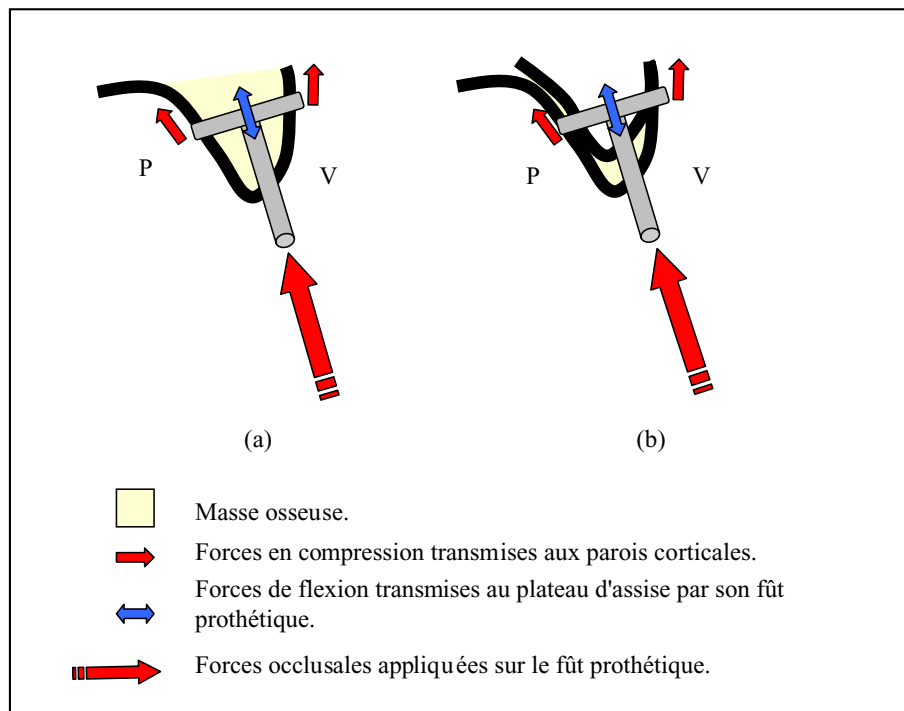


Figure 3 Les appuis corticaux supportent les forces en compression. Et grâce à leur capacité de flexion intrinsèque, les plateaux d'assise absorbent une grande part des contraintes occlusales, qu'ils soient enchâssés dans de l'os alvéolaire (a) ou libres dans le sinus maxillaire (b).

Orientation : V, vestibulaire ; P, palatin

Là encore, une insertion contrôlée dans la paroi osseuse au cours d'une chirurgie totalement aseptique suffit à prévenir toute suite opératoire infectieuse. Les muqueuses nasales et sinusiennes préalablement refoulées recouvriront rapidement le site chirurgical, neutralisant ainsi les risques de sinusite ultérieure.

Le blocage ptérygoïdien

Les processu ptérygoïdiens du sphénoïde sont à considérer comme des pièces anatomiques profondes faisant partie intégrante de la base du crâne. En tant que tel, ils abritent d'importantes structures vasculaires circulant dans une gouttière constituée de deux ailes osseuses. C'est la soudure entre la convexité antérieure du processus ptérygoïde et la tubérosité maxillaire, qui servira d'ancrage aux IMF de par sa grande solidité.

Certaines techniques avancées d'implantologie dentaire tentaient déjà d'utiliser ces murs osseux de façon superficielle, afin de caler l'extrémité apicale d'implants cylindriques placés de biais en direction postéro-supérieure médiane. Le blocage de ces implants permettait de contrebalancer la faiblesse du site osseux lui-même, l'os alvéolaire de la tubérosité maxillaire étant défavorable aux cylindres de l'implantologie dentaire axiale.

L'approche chirurgicale de ce site osseux en implantologie maxillo-faciale est radicalement dif-

férente. On ne cherche pas seulement à bloquer un implant contre une surface dure pour résister à des forces en compression, mais aussi à ancrer une portion de plateau au sein de la masse osseuse afin de lutter contre l'arrachement.

Le verrou rétromolaire

Le blocage des plateaux implantaires dans la masse des trigones rétromolaires permet d'obtenir un ancrage supplémentaire lors de reconstructions mandibulaires de grande étendue.

Il est à la mandibule ce que le blocage ptérygoïdien est au maxillaire : un verrou postérieur permettant de prévenir tout mouvement de bascule antérieure des arcs prothétiques aux cours de la cinétique mandibulaire. Pour cela, il tire partie de l'extrême solidité des corticales osseuses à la jonction entre la branche montante et le corps de la mandibule : l'arc de soudure entre lignes obliques externe et interne.

Il faut cependant noter que si cet appui peut être d'une grande utilité dans certaines configurations occlusales extrêmes, la densité de l'os mandibulaire est le plus souvent suffisante pour ne pas avoir besoin d'exploiter cette résistance anatomique supplémentaire.

Concepts et technologies : approche chirurgicale

Les IMFs : fiche technique

Nous utilisons une gamme importante d'IMFs (Dis-implant®) afin de gérer au mieux les grandes

variations anatomiques rencontrées au sein des maxillaires et mandibules bouleversés. On peut schématiquement diviser ces implants en trois grandes catégories en fonction de la forme et des dimensions des plateaux d'appui : disques de petits diamètres (≤ 9 mm) (Tableau 1), disques de grands diamètres (> 9 mm) (Tableau 2) et plateaux rectangulaires (Tableau 3). À cela se rajoutent le nombre

Tableau 1 Formes et dimensions des IMFs à plateau rond de diamètre ≤ 9 mm nécessaires à la réalisation de réhabilitations maxillo-mandibulaires selon notre protocole.


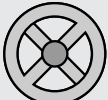
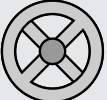
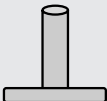
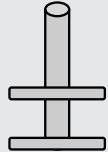
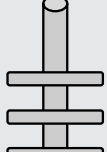
| IMF à plateau rond de diamètre ≤ 9 mm | Symétrique, 1 plateau | Symétrique, 2 plateaux | Symétrique, 3 plateaux | Asymétrique |
|--|---|---|--|-------------|
| Vue supérieure |  |  |  | |
| Vue de côté |  |  |  | |
| Diamètres | 9mm | 9mm | 5mm ou 7mm | |
| Longueurs de fût | 11mm-12,5mm-15,5mm | 14,5mm-16mm | 12,5mm-14mm | |

Tableau 2 Formes et dimensions des IMFs à plateau rond de diamètre > 9 mm nécessaires à la réalisation de réhabilitations maxillo-mandibulaires selon notre protocole.

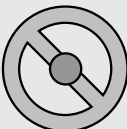
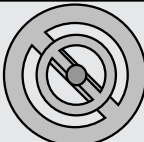
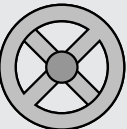
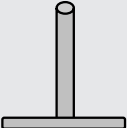
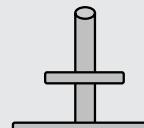
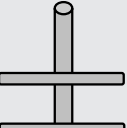
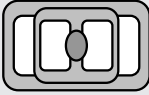
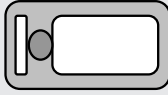
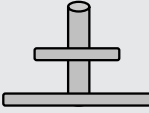
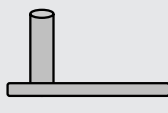
| IMF à plateau rond de diamètre > 9 mm | Symétrique 1 plateau | Symétrique 2 plateaux | | Symétrique 3 plateaux | Asymétrique |
|---|---|---|---|-----------------------|-------------|
| | | Non coordonnés | Coordonnés | | |
| Vue supérieure |  |  |  | | |
| Vue de côté |  |  |  | | |
| Diamètres | 10mm 12mm | 10+7mm 12+8mm 15+9mm | 10+10mm | | |
| Longueurs de fût | 11mm | 13mm | 11-13-14,5-16 mm | | |

Tableau 3 Formes et dimensions des IMFs à plateau rectangulaire nécessaires à la réalisation de réhabilitations maxillo-mandibulaires selon notre protocole.

| IMF à plateau rectangulaire | Symétrique 1 plateau | Symétrique 2 plateaux | Symétrique 3 plateaux | Asymétrique |
|-----------------------------|----------------------|---|-----------------------|---|
| Vue supérieure | |  | |  |
| Vue de côté | |  | |  |
| Dimensions de plateaux | | 11x8 + 8x8mm | | 15x10mm 20x10mm |
| Longueurs de fût | | 13mm | | 11mm |

de plateaux superposés et la notion d'asymétrie fondamentale dans notre approche.

Le nombre de plateaux nécessaires dépend essentiellement du site osseux et de l'approche chirurgicale employée. Comme il sera développé ultérieurement, l'approche dentaire de l'utilisation des IMFs favorise l'utilisation de petits disques à trois plateaux stabilisants, et la multiplication du nombre de ces IMFs pour augmenter la surface d'appui et ménager un maximum d'émergences prothétiques à visée esthétique.

À l'inverse, l'approche orthopédique conseille l'utilisation de grands plateaux uniques, parfois secondés d'un deuxième plus petit pour contrôler la stabilisation primaire de l'IMF (ce qui contribue à éviter tout mouvement de désinsertion au cours des étapes de réalisation prothétique).

Bien que l'implantologie maxillo-faciale ne recherche pas l'ostéointégration ankylosante Bränemarkienne, les IMFs sont actuellement fabriqués en titane commercialement pur grade 2. Cependant, ils pourraient tout aussi bien être usinés dans l'acier chirurgical propre aux broches et autres matériels orthopédiques. Dans ce domaine, la qualité du conditionnement et de la stérilisation de l'implant revêt bien plus d'importance que tous les débats sur les avantages de tel titane sur tel autre acier. Pour ces mêmes raisons, les surfaces rugueuses, cruciales pour l'ostéointégration des implants axiaux, sont ici inutiles. On choisira donc préférentiellement des surfaces lisses, afin de limiter le risque de constitution de niches écologiques bactériennes.

Matériel chirurgical

Les IMFs se caractérisent par la présence d'un plateau d'assise de grande dimension et d'un fût prothétique de faible diamètre. Leur mode d'insertion ne peut donc être que latéral. L'ostéotomie pré-implantaire doit donc se faire en plusieurs étapes afin de ménager minutieusement la loge endosseuse de l'IMF.

Tout d'abord, une tranchée correspondant au trajet d'insertion du fût prothétique est réalisée dans la masse osseuse à l'aide d'une fraise à os montée sur turbine. Puis, pour préparer le site d'insertion du plateau implantaire, on utilise un instrument spécialement conçu à cet effet appelé « cutter » (Fig. 4) monté sur turbine (pression de 4 bars).

En théorie, pour chaque diamètre de plateau disque d'IMF, il existe un cutter homologue légère-

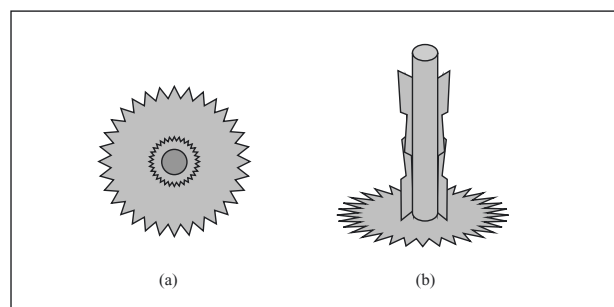


Figure 4 Les cutters sont des instruments spécifiques permettant de faire l'ostéotomie pré-implantaire des IMFs. Ils se composent d'un disque acéré prolongé d'un fût coupant correspondant à l'axe de rotation de l'instrument et permettant son montage sur une turbine (vue supérieure (a), vue de côté (b)).

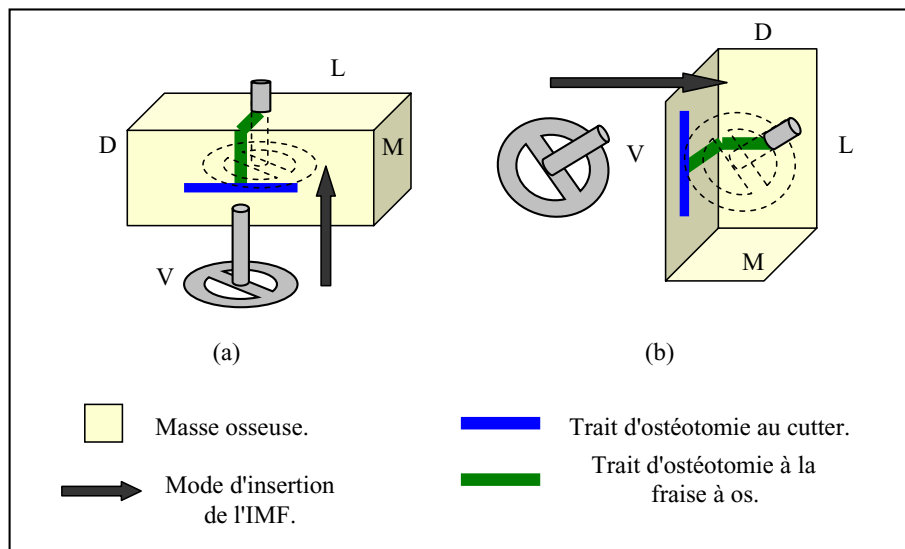


Figure 5 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en technique conventionnelle au sein d'une masse osseuse uniforme théorique (vue latérale (a) ; vue supérieure (b)).

Orientation : V, vestibulaire ; L, lingual ; M, mésial ; D, distal

ment sous-dimensionné, ce qui permettrait le blocage immédiat de l'implant impacté latéralement dans sa loge osseuse. Cependant, ce sous-dimensionnement des cutters complique dans certaines circonstances l'acte chirurgical : les incisions osseuses sous-dimensionnées supportent mal les trajectoires composées, et lorsque l'IMF doit passer en force, le risque de fracture d'importants fragments osseux est grandement accru...

Mise en place des implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : techniques élémentaires

Insertion conventionnelle

Il s'agit tout à la fois du mode d'insertion le plus simple et le plus fréquemment rencontré. En effet, il ne suit qu'une seule direction, et n'implique ni rotation, ni bascule, ni glissement complexe de l'IMF. L'ostéotomie préalable est donc aisée, qu'il s'agisse d'un logement pour IMF à simple disque (Fig. 5), à triple disque (Fig. 6) ou à plateau rectangulaire (Fig. 7).

Insertion en « baïonnette »

Il s'agit de la principale insertion composée. Elle implique un glissement en deux temps/deux directions de l'IMF jusqu'à sa position définitive dans la loge osseuse, mais ne nécessite ni bascule ni rotation (Fig. 8).

Les insertions complexes en plusieurs temps présentent toutes l'avantage d'être moins sensibles aux mouvements de désengagements malencontreusement perpétrés au cours des étapes de réalisation prothétique. De plus, elles simplifient les réglages d'occlusion en rendant moins problématique

les forces s'exerçant en latéralité au cours de la mastication, puisque les axes d'insertion ne sont plus superposables aux directions des forces de désengrènements inter-arcades (Fig. 9).

Insertion à cran d'arrêt

Elle étend le principe de l'insertion en « baïonnette » à deux implants utilisant la même incision crestale pour être mis en place. Il s'agit d'un mode d'insertion particulièrement intéressant pour les IMFs à plateaux rectangulaires, en particulier lorsqu'ils sont placés dans des cavités sinusiennes fragiles et instables : avec un minimum d'ostéotomie et sur une longueur de crête minimale, on arrive à faire tenir deux solides IMFs qui, une fois verrouillés l'un par rapport à l'autre sur une faible distance grâce à la prothèse, fonctionneront en synergie (Fig. 10).

Ce phénomène de synergie est amplifié lorsqu'on cherche à jouer sur l'alignement des émergences implantaire : grâce aux IMFs asymétriques, on pourra générer des successions d'émergence originales impliquant des tripodismes extrêmement stabilisants pour l'arc prothétique sus-jacent (Fig. 11).

Mise en place des implants maxillo-faciaux : techniques avancées

Gestion tridimensionnelle des émergences

À la différence des implants axiaux, les IMFs ajoutent une troisième dimension à la gestion chirurgicale de leur mise en place. En effet, il ne s'agit plus d'un cylindre dont l'élément prothétique fera quasi totalement corps avec l'axe implantaire, mais d'IMFs dont le fût prothétique est largement infé-

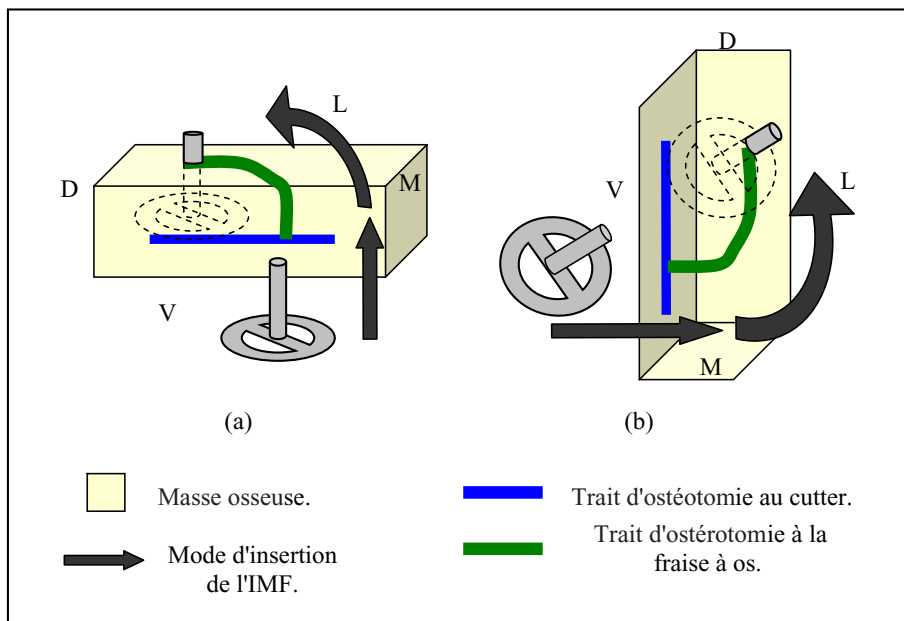


Figure 8 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en technique « baïonnette » au sein d'une masse osseuse uniforme théorique. L'insertion en baïonnette permet de bloquer l'IMF selon un mouvement complexe, afin d'éviter tout risque de désengagement de l'implant de sa loge osseuse sous l'effet de contraintes désordonnées, en particulier lorsque les prothèses définitives ne sont pas encore scellées (vue latérale (a) ; vue supérieure (b)).
Orientation : V, vestibulaire ; L, lingual ; M, mésial ; D, distal

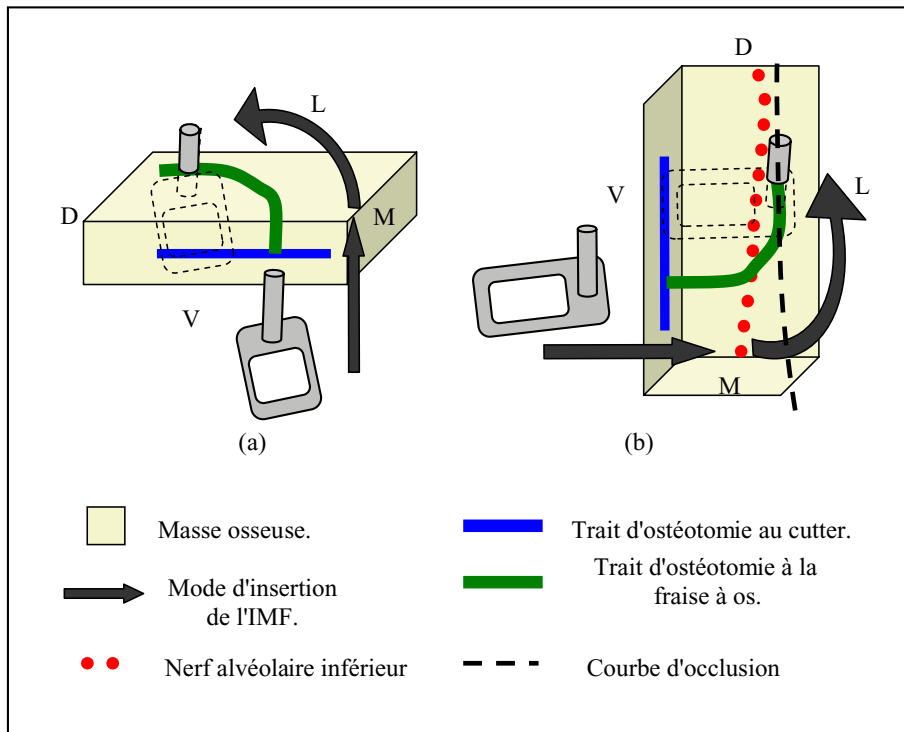


Figure 9 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en technique « baïonnette » au sein d'une masse osseuse uniforme théorique. Dans cette variante mandibulaire, l'utilisation d'un IMF asymétrique permettra de placer notre fût implantaire dans le prolongement de la courbe d'occlusion, ce qui permettra de respecter au mieux les règles occluso-prothétiques qui sous-tendent la réussite du traitement. Noter que dans ce cas, le nerf alvéolaire inférieur circule loin en dessous de notre incision endo-osseuse (vue latérale (a) ; vue supérieure (b)).
Orientation : V, vestibulaire ; L, lingual ; M, mésial ; D, distal

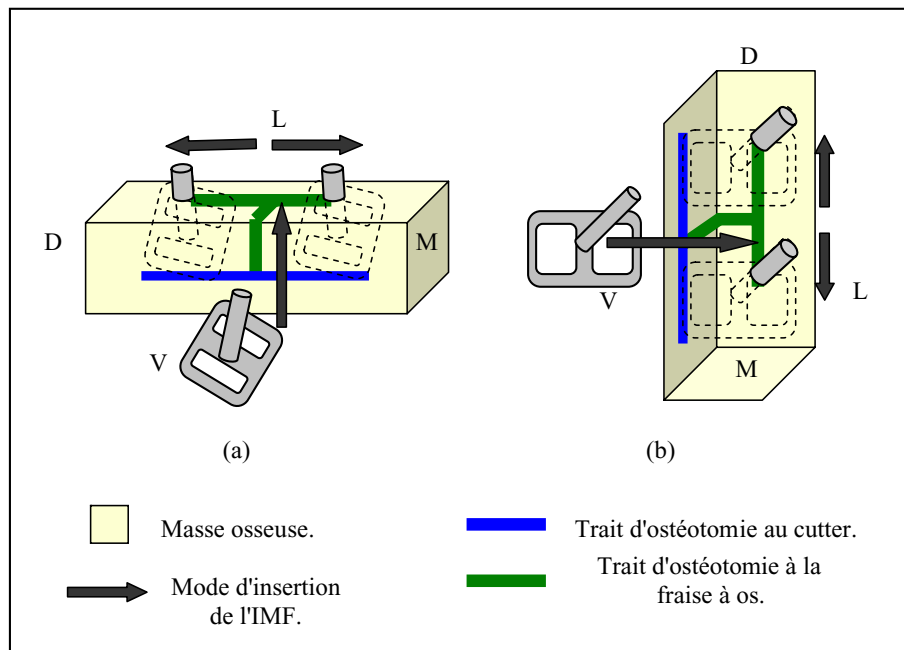


Figure 10 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en technique à cran d'arrêt au sein d'une masse osseuse uniforme théorique. Noter que pour cette technique, il est préférable d'utiliser des IMFs à plateau rectangulaire, de manière à éviter les interférences entre deux implants trop larges au moment de leur mise en place (vue latérale (a) ; vue supérieure (b)).

Orientation : V, vestibulaire ; L, lingual ; M, mésial ; D, distal

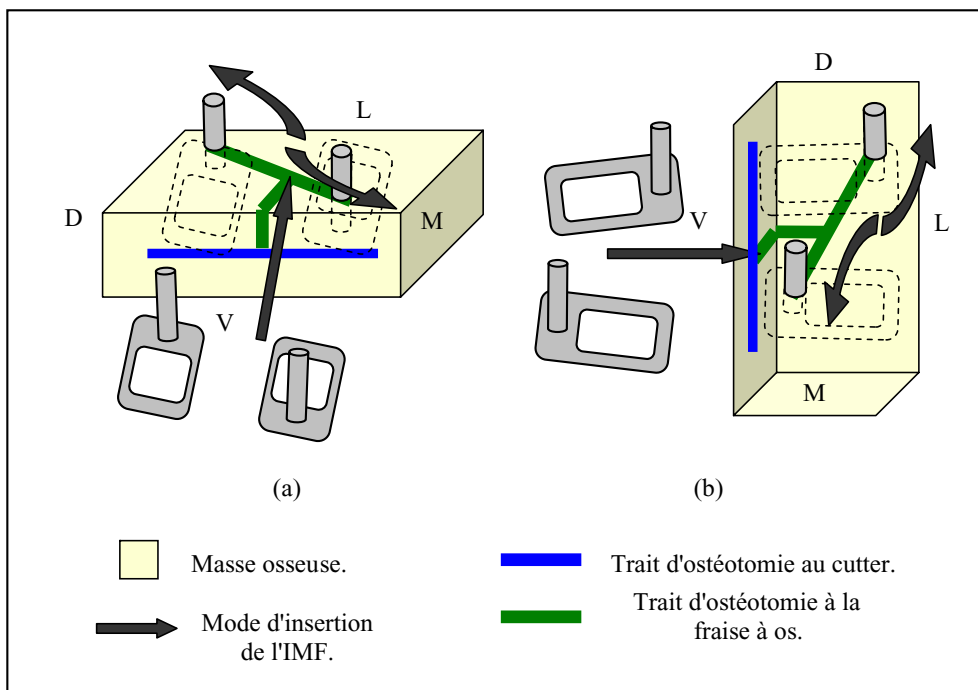


Figure 11 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en technique à cran d'arrêt au sein d'une masse osseuse uniforme théorique. Dans cette version alternative de ce mode d'insertion, l'utilisation d'IMFs à plateau d'assise rectangulaire asymétriques permettra de jouer sur l'alignement (ou plutôt le non-alignement) des émergences implantaire (vue latérale (a) ; vue supérieure (b)).

mentaires : il sera possible, dans la plupart des cas, d'obtenir des axes d'émergence implantaire perpendiculaires à la sphère de Monson (Fig. 13). Cela aura pour conséquence une meilleure gestion des forces occlusales, tant posturales que dynamiques,

appliquées sur la réhabilitation prothétique implanto-portée ; de plus, les réglages esthétiques seront grandement facilités, les émergences implantaire jouant un rôle clé dans l'aspect de la reconstruction prothétique finale.

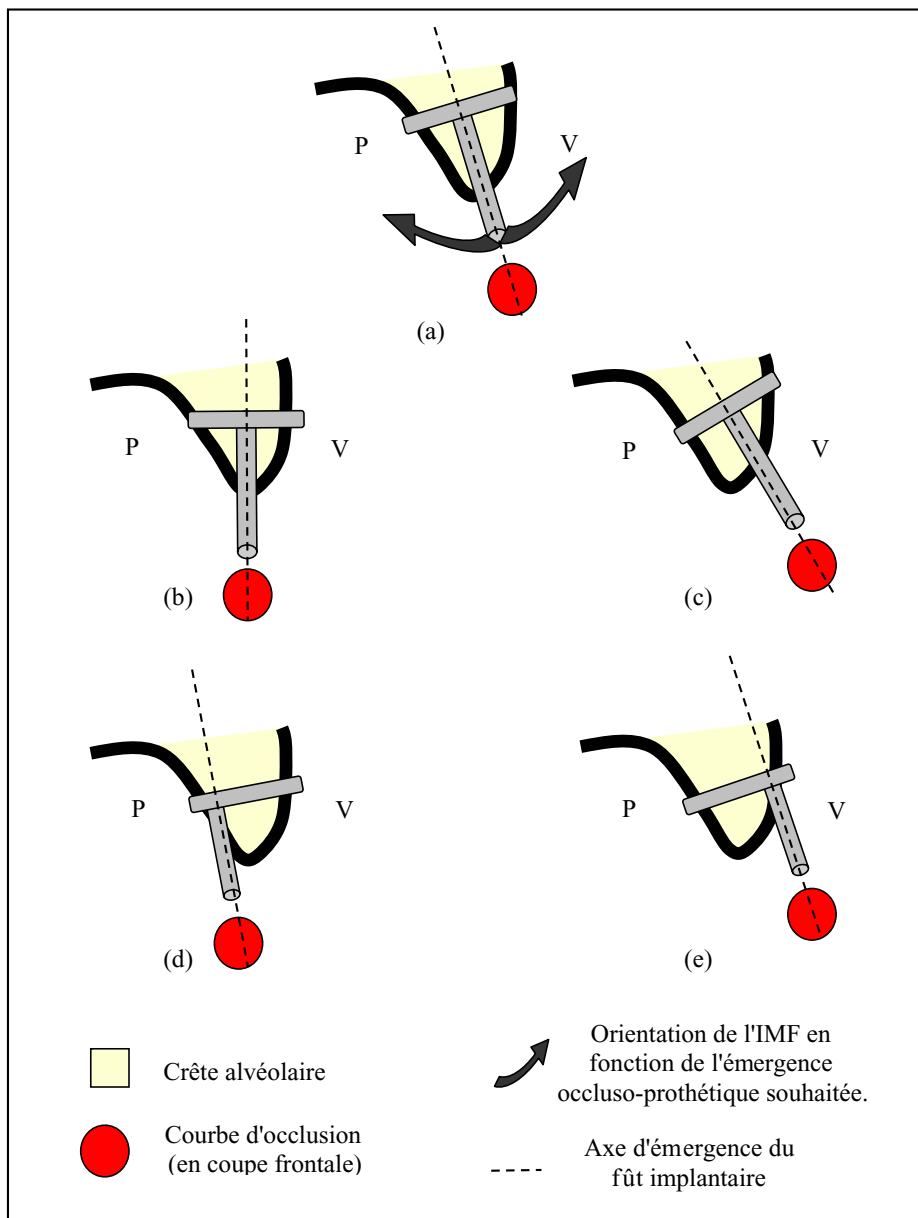


Figure 12 Schématisation en coupe frontale d'une crête alvéolaire maxillaire et du positionnement d'un IMF en fonction du trajet de la courbe d'occlusion, centrée (a), intérieure (b) avec IMF centré, (d) avec IMF asymétrique) ou extérieure ((c) avec IMF centré, (e) avec IMF asymétrique).

Orientation : V, vestibulaire ; P, palatin

Ainsi, en implantologie maxillo-faciale à plateaux d'assise plus encore qu'en implantologie axiale, la liberté thérapeutique offerte au chirurgien permet un positionnement implantaire judicieux qui contribuera énormément à la réussite de la réhabilitation implanto-portée.

La manœuvre de Venaco, ou de l'utilisation délicate du pilier ptérygoïdien

En raison de son caractère particulièrement hémorragique, cette incision endo-osseuse est certainement l'un des gestes les plus délicats de la chirurgie de mise en place des IMFs, en tout cas dans leur approche strictement maxillo-mandibulaire.

Cette technique consiste à placer un IMF dans la tubérosité maxillaire tout en cherchant un blocage profond dans les processi ptérygoïdes du sphénoïde. Si cette manœuvre fonctionne parfaitement avec un implant disque (Fig. 14 (a) et (b)), on préférera si possible utiliser un implant à plateau rectangulaire asymétrique (Fig. 14 (c) et (d)) afin d'éloigner le fût d'émergence prothétique de l'extrémité tubérositaire : cela facilitera grandement l'incorporation de cet implant à la réhabilitation prothétique globale.

Noter que l'utilisation d'IMF à plusieurs plateaux au cours de cette manœuvre est très délicate, en raison du risque accru de fracture de la tubérosité

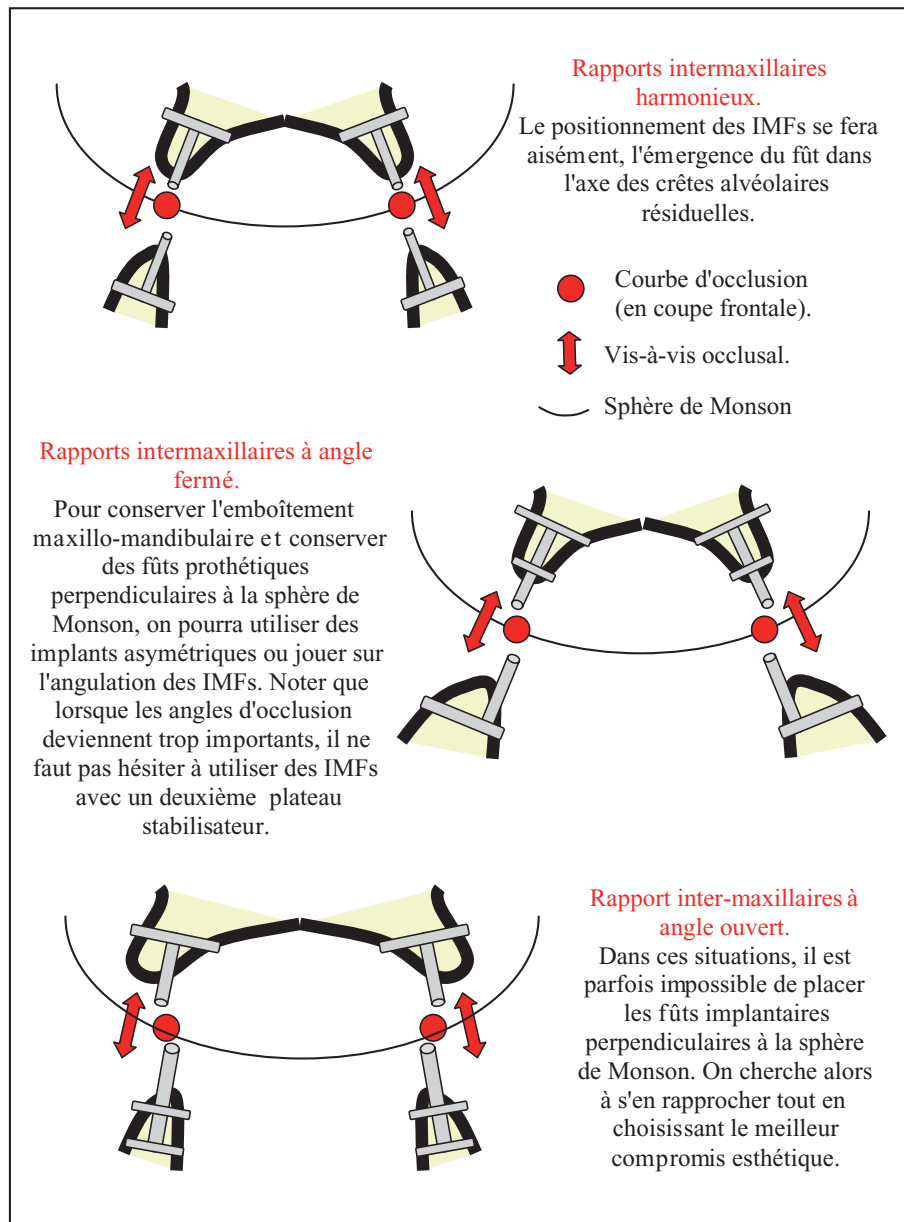


Figure 13 Schématisation en coupe frontale (au niveau 16/46) des crêtes alvéolaires maxillaires et mandibulaires d'une cavité orale édentée et du positionnement des IMFs en fonction des rapports inter-maxillaires, du trajet de la courbe d'occlusion et de la sphère de Monson.

ou, bien plus grave, du processus ptérygoïde qu'une double ou triple incision engendrerait.

Le calage d'un IMF dans les ailes des processus ptérygoïdes du sphénoïde présente de nombreux avantages, d'autant plus cruciaux que le cas clinique est délicat :

- il fournit un blocage postérieur capable de résister aux basculements antérieurs de la prothèse ;
- il constitue un appui postérieur très solide ;
- en cas de fortes résorptions maxillaires, lors de reconstructions maxillo-faciales complexes (voir 3^e partie), on y trouvera toujours des

appuis fiables, car il s'agit là de structures profondes de la base du crâne.

Cette technique présente cependant un gros inconvénient : elle implique toujours un risque hémorragique important, car le positionnement correct de l'IMF dans cette zone induit une lésion systématique de l'artère palatine descendante à son émergence de la loge ptérygo-maxillaire.

Autrement dit, ce geste gagne à être réalisé sur des patients sous anesthésie générale, avec packing oro-pharyngé protecteur. Il est donc totalement

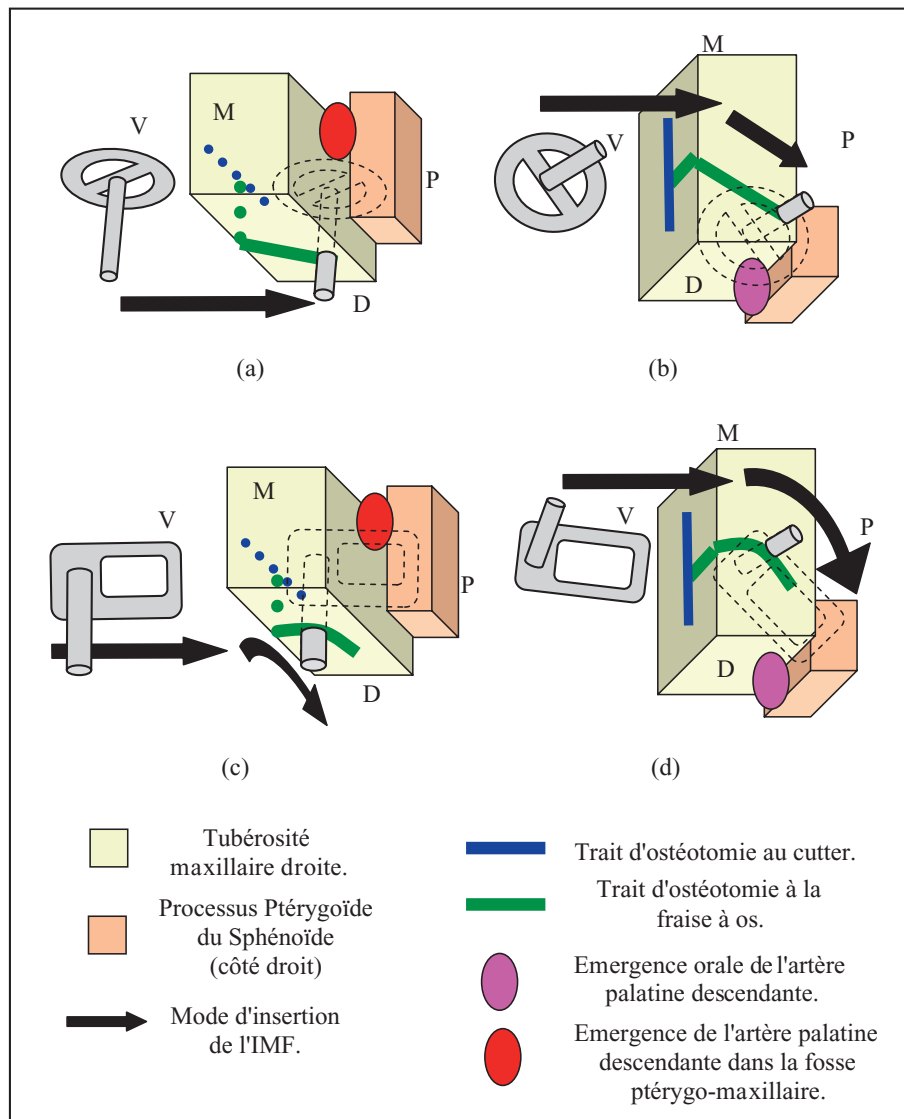


Figure 14 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en technique de Venaco au sein de masses osseuses uniformes théoriques représentant la tubérosité maxillaire et le processus ptérygoïde du sphénoïde droits. Noter que l'utilisation d'IMFs à plateau rond ((a) et (b)) ou d'IMFs à plateau rectangulaire asymétriques ((c) et (d)) implique la lésion de l'artère palatine descendante à son émergence (vues antéro-latérales (a) et (c) ; vues occlusales (b) et (d)).
Orientation : V, vestibulaire ; P, palatin ; M, mésial ; D, distal

hors de question d'utiliser cette technique sur patient éveillé.

Le verrou rétromolaire

Il est à la mandibule ce que les ptérygoïdes sont au maxillaire : un ancrage postérieur. Le positionnement d'un IMF ne pose aucune difficulté particulière : elle se fera en « baïonnette », avec une rotation de l'IMF au cours de la mise en place. Comme pour la manœuvre de Venaco, on pourra utiliser un implant disque, mais on lui préférera un implant à plateau rectangulaire asymétrique pour des raisons de commodités prothétiques (Fig. 15).

Noter que de manière générale, les IMFs à plateau rectangulaire asymétrique sont les mieux adaptés pour réhabiliter les secteurs molaires inférieurs. En effet, les 2^{es} et 3^{es} molaires mandibulaires sont naturellement en porte-à-faux lingual par rapport à l'axe moyen de la mandibule. Dans cette configuration anatomique, seule l'utilisation d'IMFs asymétriques permettra au praticien de replacer les émergences implantaires sur la ligne oblique interne.

D'autres techniques plus spécifiques permettent de gérer les situations cliniques les plus extrêmes, qu'il s'agisse d'obstacles anatomiques à contourner (nerf alvéolaire inférieur...) ou de déformation im-

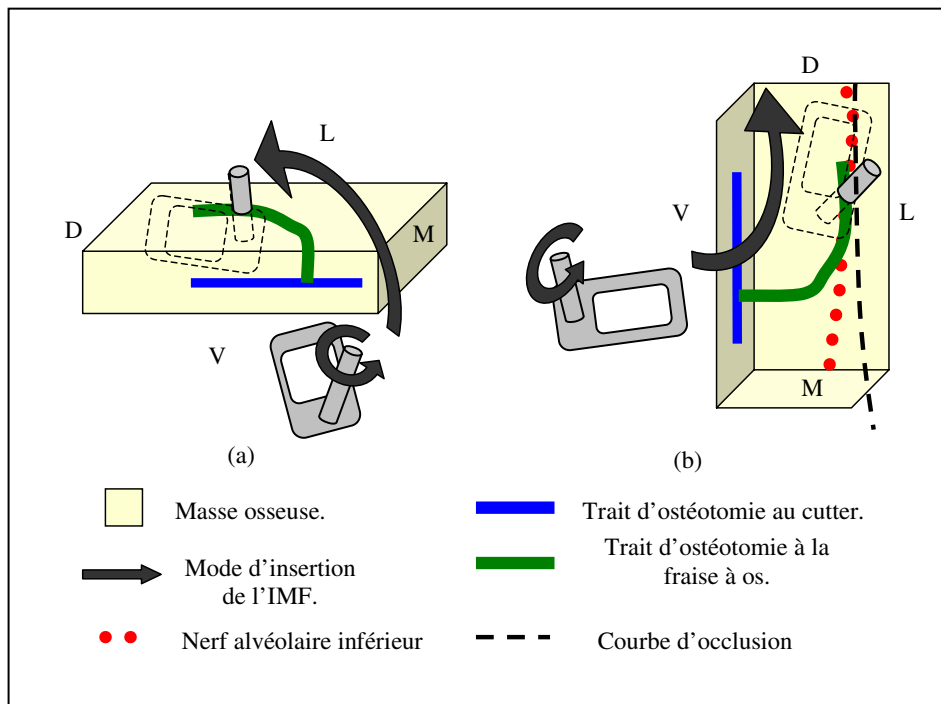


Figure 15 Représentation schématique du positionnement d'un IMF en verrou rétro-molaire au sein d'une masse osseuse uniforme théorique. Noter que dans ce cas, le nerf alvéolaire inférieur circule loin en dessous de notre incision endo-osseuse (vue latérale (a) ; vue supérieure (b)).

Orientation : V, vestibulaire ; L, lingual ; M, mésial ; D, distal

portante de l'architecture élémentaires des pièces osseuses maxillo-faciales. Elles seront développées ultérieurement.

Discussion

De la nature orthopédique de cette chirurgie

Contrairement à la plupart des implants dentaires axiaux, les IMFs à plateaux d'assise nécessitent une approche chirurgicale plus invasive faisant appel à l'architecture osseuse élémentaire du massif facial. Si l'utilisation de structures anatomiques profondes n'est pas systématiquement nécessaire, elle demeure très fréquente : en effet, même si ces implants sont utilisables dans la majeure partie des situations cliniques, leur indication la plus consensuelle correspond aux cas de perturbation anatomique difficiles à gérer en implantologie dentaire axiale. Il ne s'agit alors plus d'actes de « petite chirurgie orale » pouvant être réalisés au fauteuil, mais d'une réhabilitation plus ou moins étendue de l'étage maxillo-mandibulaire, voire dans certains cas d'une reconstruction de l'infrastructure de certains éléments altérés du massif facial.

De plus, le concept fondateur des traitements IMFs repose entièrement sur ces appuis profonds,

afin de permettre à l'ensemble implants-prothèse de former un tout cohérent avec leurs pièces osseuses de soutien. En tant qu'appareillage orthopédique, il ne peut admettre aucun compromis quant à l'ancrage de ses broches endo-osseuses.

Pour ces deux raisons, il est absolument nécessaire de considérer ces réhabilitations comme des actes de chirurgie orthopédique, avec tout ce que cela peut impliquer en termes d'asepsie et de complications associées à tout manquement de rigueur chirurgicale.

Rappelons que les chirurgies orthopédiques appliquent des normes d'asepsie maximales et se déroulent toujours dans des blocs à flux laminaire. Un flux laminaire traite l'air du bloc par filtration (filtres les plus sensibles à 100 particules/us) et irradiation UV stérilisantes par leurs effets bactéricides et virucides. De plus, cet air est insufflé juste au-dessus de la table d'intervention afin de créer une pression positive autour du patient et des chirurgiens : en périphérie, aucune particule, quelle que soit sa nature, ne peut remonter ce courant laminaire et contaminer le patient.

L'orthopédie nécessite donc de grandes précautions. En effet, elle touche à des structures osseuses profondes dont les capacités de défense aux agressions septiques sont très modestes. L'os est un tissu dur, infiniment moins vascularisé qu'un tissu conjonctif non minéralisé : sa couverture immuni-

taire est donc assez faible, au point de permettre la formation et l'entretien de foyers infectieux extrêmement actifs car difficiles à éliminer par les défenses naturelles de l'hôte, voire même en antibiothérapie. Il est donc primordial de favoriser la prévention de ces infections en prenant des normes d'asepsie draconiennes. Cette donnée n'est pas aussi cruciale en implantologie dentaire axiale, elle devient de manière impérative lorsqu'on intervient au niveau des processus ptérygoïdes, des processus zygomatiques, d'un nerf alvéolaire inférieur, ou tout autre structure basale du massif facial.

De plus, il faut rappeler que les techniques IMF sont fondées sur l'utilisation de zones anatomiques rigoureusement inexploitable sur un patient éveillé. Par exemple, il est extrêmement délicat d'utiliser l'appui ptérygoïde, avec la lésion de l'artère palatine descendante qui en découle, sur un patient au fauteuil : la manœuvre de Venaco, très hémorragique, nécessite la protection du carrefour pharyngo-laryngé. De même, l'ouverture d'un sinus ou d'un canal alvéolaire inférieur, par les rinçages intenses à l'eau stérile additionnée d'un antibiotique (ampicilline par exemple) et à l'antiseptique (de type bétadine) qu'il implique, est très difficile à mettre en œuvre sur patient éveillé. Et puisque l'orthodoxie chirurgicale implique de répéter ces rinçages souvent, à chaque temps opératoire (et cela même sur des sites moins sensibles que les sinus), on ne peut que préférer travailler sous anesthésie générale.

Ainsi, cette chirurgie implique une anesthésie générale, un bloc opératoire aux normes et un geste d'une rigueur aseptique maximale. Sans ce dispositif chirurgical, il devient très difficile de mettre en pratique de façon optimale cette implantologie maxillo-faciale.

De la nécessité d'une mise en charge immédiate

L'utilisation des IMF repose sur deux concepts orthopédiques élémentaires : un verrouillage immédiat de toute attelle et la mise en fonction rapide de l'organe lésé afin de stimuler sa cicatrisation et son remodelage.

Si l'on considère nos implants comme des broches endo-osseuses, il est primordial d'en réaliser la contention au plus vite (immédiatement ou dans les 24 heures suivantes). Ainsi, la prothèse fait partie intégrante de l'appareillage orthopédique : elle sert de barre de contention. Et tout délai prolongé avant la réalisation de cette contention peut entraîner des complications au pronostic variable.

Par exemple, si la prothèse se descelle, l'absence de contention permettra le développement

de micro-mouvements particulièrement nocifs. Ils entraîneront l'apparition de loges de résorption osseuse (avec parfois des voies de colonisation bactérienne) d'autant plus handicapantes et au pronostic d'autant plus grave que les IMF ont des insertions profondes au sein du massif crânio-facial. Ces implants présentent cependant un gros avantage sur les implants dentaires strictement alvéolaires : prenant appui et ancrage dans l'os basal, il suffit souvent de refaire la contention pour obtenir la consolidation et par là la guérison. Sinon, un curetage peut s'imposer en sus ; mais les dépôts d'IMF seront très rares.

Ainsi, la réalisation immédiate d'une contention prothétique est une nécessité inhérente au concept thérapeutique. À cela se rajoutent les effets bénéfiques d'une mise en fonction immédiate de tels implants à plateaux d'assise.

En effet, l'utilisation d'un plateau d'assise implique des appuis de grande surface : l'implant résiste à l'enfoncement face aux contraintes occlusales et les transmet de manière optimum à l'os sous-jacent. Cette notion fondamentale de continuum entre pièces anatomiques osseuses et appareillages orthopédiques est à la base de leur synergie : la fonction de l'un induit la consolidation de l'autre, et cette consolidation des tissus de soutien de la réhabilitation IMF implique très logiquement une pérennisation de l'appareillage orthopédique et un renforcement de ses fonctions.

Ainsi, une cohésion totale implants-prothèse est nécessaire pour potentialiser la cicatrisation et le remodelage des pièces osseuses supportant l'ensemble de la réhabilitation. Le blocage de contention et la mise en fonction des IMF, autrement dit la mise en charge immédiate des implants, font donc partie intégrante du traitement, utilisant pour cela les concepts de cicatrisation osseuse en appui, sans force de cisaillement, chers aux orthopédistes depuis plus de 40 ans.

Conclusion

Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise existent depuis maintenant longtemps et ils ont désormais clairement prouvé l'étendue de leurs possibilités. Le principal écueil de ces techniques implantaires provient de la difficulté du geste chirurgical, mais surtout de la nécessité d'envisager les réhabilitations maxillo-mandibulaires comme des actes d'orthopédie et non plus comme de simples artifices dentaires.

À partir de cette prise de conscience, le développement de techniques élaborées et de technologies ajustées à la théorie ouvre la voie à une prise en

charge novatrice des cas les plus complexes. Et si dans ce domaine, les champs d'application inexploités sont encore très vastes, l'extension de l'utilisation de ces implants aux réhabilitations les plus extrêmes est déjà une réalité.

Références

1. Juillet JM. Three dimensional implants-development and evaluation. *Oral Implantol* 1974;4(4):527-33.
2. Scortecci G, Doms P. Artificial biointegrated roots with tricortical support. *Diskimplants. Actual Odontostomatol (Paris)* 1987;41(159 Spec No):521-38.
3. Scortecci G, Bourbon B. Dentures on the Diskimplant. *Rev Fr Prothes Dent* 1990(13):31-48.
4. Scortecci G, Bourbon B, Foesser P. Dentures on Disk implants. 2. complete fixed denture: the Antistress Diskimplant system. *Rev Fr Prothes Dent* 1990(22):35-51.
5. Scortecci GM. Diskimplant system yields tricortical support to make the most of available bone. *Dent Implantol Update* 1991;2(8):72-4.
6. Scortecci G. Immediate function of cortically anchored disk-design implants without bone augmentation in moderately to severely resorbed completely edentulous maxillae. *J Oral Implantol* 1999;25(2):70-9.
7. Ihde SK. Fixed prosthodontics in skeletal Class III patients with partially edentulous jaws and age-related prognathism: the basal osseointegration procedure. *Implantol Dent* 1999;8(3):241-6.
8. Ihde S. Restoration of the atrophied mandible using basal osseointegrated implants and fixed prosthetic superstructures. *Implantol Dent* 2001;10(1):41-5.
9. Bocklage R. Rehabilitation of the edentulous maxilla and mandible with fixed implant-supported restorations applying immediate functional loading: a treatment concept. *Implant Dent* 2002;11(2):154-8.
10. Bocklage R. Advanced alveolar crest atrophy: an alternative treatment technique for maxilla and mandible. *Implant Dent* 2001;10(1):30-5.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise

Concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse.

2^e partie : réhabilitations maxillo-mandibulaires

Set sat back maxillo-facial implants

2nd part: maxillo-mandibular rehabilitations

J.M. Donsimoni ^a, P. Bermot ^b, D. Dohan ^{c,*}

^a Clinique Milan, 17, rue Milan, 75009 Paris, France

^b 10, rue d'Alsace, 92300 Levallois-Perret, France

^c Faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice Arnoux, 92120 Montrouge, France

Reçu le 22 décembre 2003 ; accepté le 6 janvier 2004

MOTS CLÉS

Implant à plateau
d'assise ;
Maxillo-facial ;
Orthopédie ;
Tricortical

Résumé Le massif facial joue un rôle important dans l'équilibre postural, mais les traitements des lésions anatomiques de l'étage inférieur de la face souffrent de lacunes dans la prise en charge de cet aspect. Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise prennent en compte ces données orthopédiques et profitent ainsi d'une cicatrisation osseuse en appui optimale. Cet article pose les bases théoriques des réhabilitations maxillo-mandibulaires complètes, des plus simples aux plus complexes, utilisant les concepts novateurs de l'implantologie maxillo-faciale à plateaux d'assise. De plus, il introduit les principes d'une implantologie de l'extrême sur pièces osseuses atrophiques et décrit la gestion des obstacles anatomiques majeurs qui y sont associés. Enfin, le traitement détaillé d'une atrophie maxillo-mandibulaire extrême permettra de démontrer la réalité clinique du concept orthopédique de ces réhabilitations et d'ouvrir une réflexion sur les indications des différentes techniques implantaire face aux cas cliniques les plus délicats.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Maxillo-facial;
Orthopaedics;
Set sat back implant;
Tricortical

Abstract The facial massif plays a significant role in the postural balance, but treatments of the anatomical lesions of the low and middle face rarely deal with this aspect. The set sat back maxillo-facial implants take into account these orthopaedic data to get an optimal leaning osseous cicatrisation. This article exposes the theoretical bases of the complete maxillo-mandibular rehabilitations using set sat back implants. Moreover, this study introduces the principles of an extreme implantology on an atrophic bone and it describes the management of the main associated anatomical obstacles. Finally, the

* Auteur correspondant. 9bis, villa Saint-Mande, 75012 Paris, France.

Adresse e-mail : neimesys@hotmail.com (D. Dohan).

treatment of a terminal maxillo-mandibular atrophy will be developed step by step, to show the clinical reality of the rehabilitation orthopaedic concept and to discuss about the indications of the various implantology technologies face to the most delicate clinical situations.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Les lésions anatomiques des étages moyens et inférieurs du massif facial sont des situations cliniques pathologiques très fréquemment rencontrées, et leur traitement est un problème récurrent des disciplines médico-chirurgicales du domaine « tête et cou ». En effet, les structures maxillo-faciales sont tout à la fois très exposées aux traumatismes et extrêmement sensibles aux pathologies orales, la perte des organes dentaires bouleversant radicalement l'architecture ostéo-articulaire du massif facial.

Si l'avènement des implants dentaires axiaux a offert aux praticiens des protocoles aisés pour compenser la perte des dents, leurs indications demeurent limitées aux réhabilitations simples ne cherchant à reconstituer ni structures osseuses profondes, ni fonctions ostéo-articulaires bouleversées.

À l'opposé, les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise (IMFs) cherchent à réhabiliter la configuration anatomique générale du patient. Si leur utilisation strictement dentaire s'est révélée très intéressante, c'est surtout au cours des réhabilitations délicates de grande envergure que le concept qui les sous-tend a su montrer sa remarquable efficacité.

Anatomie fonctionnelle

Plans posturaux et concepts orthopédiques

Le massif maxillo-facial loge la plupart des organes des sens et donne naissance aux voies aéro-digestives supérieures. Il est le support de la zone la plus exposée du corps, la face, qui est toujours à découvert et qui doit être considérée comme le moyen majeur de communication avec le monde extérieur.

Le squelette du cou est quant à lui constitué en avant par l'os hyoïde et en arrière par le rachis cervical, formé de sept vertèbres cervicales qui donnent attache aux muscles de la nuque si important dans la gestion posturale.

L'architecture « tête et cou » s'organise ainsi selon deux plans posturaux et dynamiques : l'axe

postural antérieur, ou plan facial, et l'axe postural postérieur, ou plan rachidien ou vertébral. Ces ensembles musculo-tendineux doivent être dans un parfait équilibre pour maintenir la mandibule, l'os hyoïde et le rachis cervical dans une position harmonieuse garante d'une posture correcte (Fig. 1).

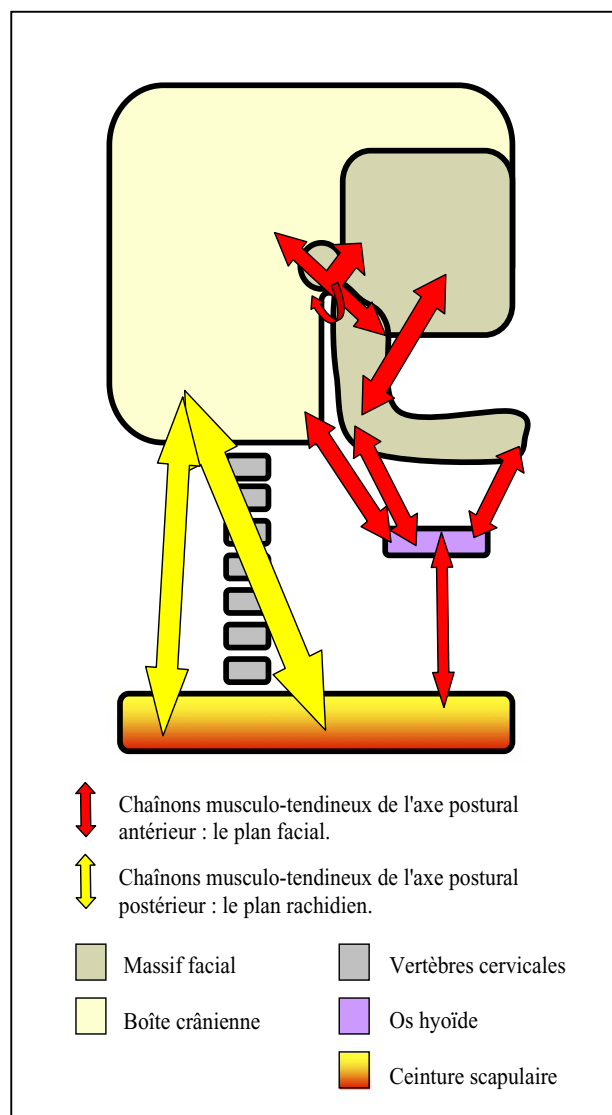


Figure 1 Schématisation en vue latérale de l'architecture de la tête et du cou et des chaînons posturaux qui y sont associés. Noter que les forces posturales s'exerçant sur le massif facial sont orientées en compression et en traction. Les forces dynamiques de l'occlusion, telles qu'elles s'exercent au cours de la mastication, tendent à s'en écarter, mais les forces principales demeurent dans l'axe de la chaîne orthopédique.

Si l'appareil manducateur est impliqué dans les fonctions de mastication, déglutition, phonation, respiration (voire même d'esthétique), il l'est également dans des fonctions moins évidentes comme la posture et la maîtrise du stress émotionnel. Ainsi, l'édentation complète engendrera des troubles fonctionnels aux répercussions bien plus générales que la perte d'une ou plusieurs dents isolées. Cela implique également que le traitement de ces édentations prenne en compte le caractère postural et donc orthopédique de la réhabilitation à réaliser : il ne s'agit pas d'une simple prothèse reconstructrice visant à remplacer un volume, ou même à simuler une fonction sociale, mais d'un artifice mécanique placé dans le prolongement des chaînons ostéo-musculaires de la face et du cou.

Si ces aspects thérapeutiques impliquent une approche complexe et responsable, ils induisent également que les concepts de la cicatrisation et de la mise en fonction orthopédique peuvent être étendus aux sphères de réhabilitations orales.

Le patient édenté complet

Parmi les nombreuses altérations fonctionnelles dont souffre le patient édenté complet, il faut insister sur deux aspects cruciaux pour le praticien chargé de le réhabiliter :

- la perte de la dimension verticale s'associe inexorablement à une perte de coordination des plans posturaux supra-scapulaires et induira des troubles posturaux statiques et dynamiques ;
- la perte des dents implique des résorptions osseuses importantes (Fig. 2), centrifuges à la mandibule et centripètes au maxillaire. Ces résorptions sont naturelles, puisque le maintien de l'os alvéolaire est dépendant de la présence des dents qu'il supporte, mais aussi iatrogéniques, par l'irritation induite lors des frottements de prothèses amovibles complètes (PAC) sur crêtes édentées (micro-traumatismes entretenus). Et ce phénomène s'amplifie en l'absence de stimuli endo-osseux, car

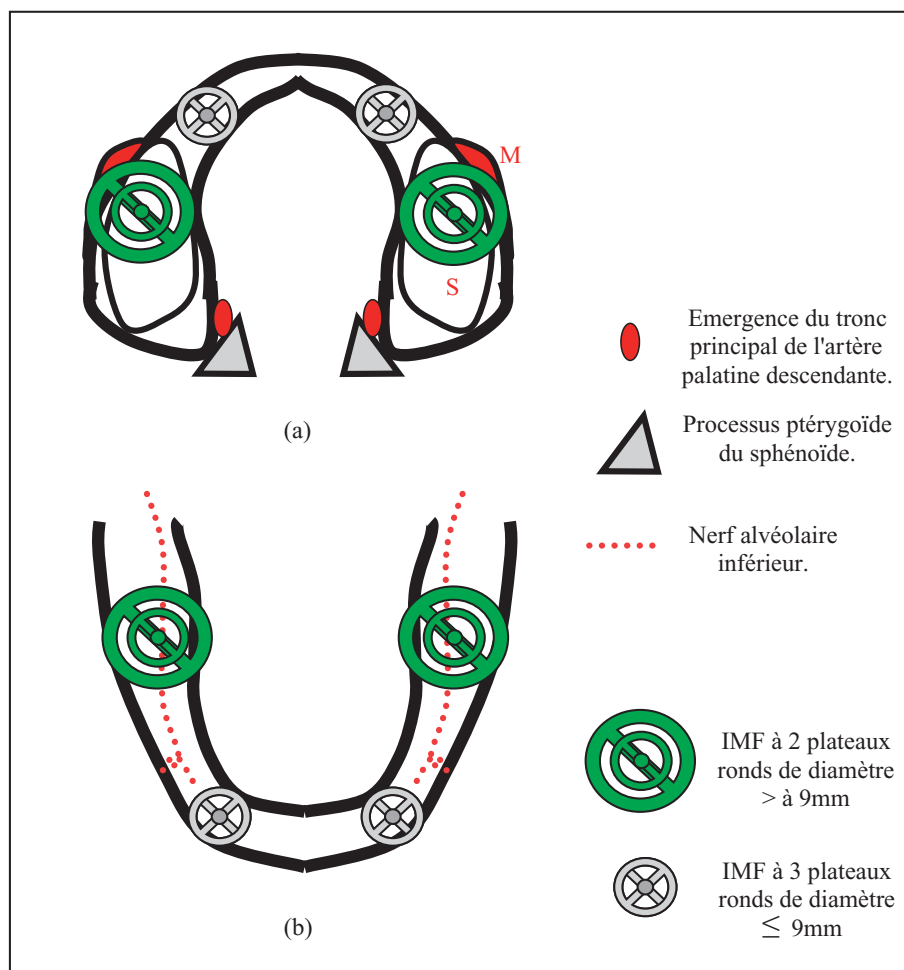


Figure 2 Schéma de positionnement des IMFs (approche simplifiée) sur une coupe transversale trans-sinusienne de maxillaire (a) et une coupe transversale à la hauteur du foramen mentonnier à la mandibule (b).
S, sinus maxillaire ; M, pilier du malaire (processus zygomatique du maxillaire)

ces prothèses massives sont vouées à l'être de plus en plus à cause de la résorption qu'elles engendrent.

Ainsi, les traitements par PAC sont loin d'être satisfaisants : même menés avec soin, il demeure une mastication souvent difficile et des réglages occluso-fonctionnels et esthétiques délicats, puisque stabilisation, rétention et sustentation sont difficilement compatibles avec le maintien d'une esthétique dentaire adéquate en toute circonstance.

À cela se rajoutent une perte de la force masticatoire et les modifications profondes de la physiologie maxillo-faciale, posturale et fonctionnelle qui y sont associées (altération de la pression masticatoire = perte de volume des masséters).

Concepts thérapeutiques de l'implantologie maxillo-faciale chez l'édenté complet

Règles générales

Les stratégies chirurgicales et prothétiques associées aux IMFs peuvent être résumées par ces concepts orthopédiques élémentaires : poser une broche endo-osseuse (i.e. nos implants) et réaliser la contention orthopédique le jour même ou au cours des 24 heures suivantes. La mise en fonction immédiate de l'appareillage orthopédique ainsi réalisé contribuera à la cicatrisation et au renforcement du tissu de soutien, et donc à la pérennisation de notre réhabilitation (voir article 1).

Les patients nécessitant des réhabilitations maxillo-mandibulaires complètes sont à la fois les cas les plus délicats et les plus simples en implantologie maxillo-faciale à plateaux d'assise. En effet, l'édentement complet permet de choisir sans contrainte le nombre d'implants à poser et les appuis les mieux adaptés au cas à traiter. De plus, la prothèse sera un arc rigide étendu permettant le verrouillage complet de l'ensemble de la réhabilitation dans tous les sens de l'espace. Enfin, si l'édentement est bimaxillaire, on aura des facilités de réglages occluso-fonctionnels particulièrement intéressantes pour la pérennisation de l'appareillage. De tels cas cliniques permettent donc de neutraliser tous les biais et autres difficultés associés au maintien de dents plus ou moins viables au sein d'une infrastructure prothétique dont la rigueur et la cohérence d'ensemble sont les clés du succès.

À l'inverse, les patient édentés complets présentent souvent une altération de la posture et des

résorptions importantes qui placent au premier plan les obstacles anatomiques majeurs de l'implantologie axiale : les sinus maxillaires et les nerfs alvéolaires inférieurs...

Approche implantaire

Dans un premier temps, l'application élémentaire du concept orthopédique implique le positionnement d'implants au sein des structures les plus solides de nos pièces anatomiques : le processus zygomatique du maxillaire (pilier du malaire) supporte des plateaux de grande surface et la bosse canine, plus fine, reçoit souvent des disques de surface plus modeste. On obtient ainsi une grande résistance à la compression, et le verrouillage de l'ensemble suffira normalement à bloquer l'appareillage ainsi constitué dans les trois directions de l'espace (Fig. 2). Cette approche simplifiée était préconisée par Spahn et ses successeurs, au nom du respect de la résilience maximale.

Cependant, les contraintes en propulsion et en diduction sont très importantes : les mouvements de bascule antéro-postérieurs et de désinsertion en latéralité (malgré un guidage canin) suffisent à endommager la réhabilitation. Il est donc souhaitable de renforcer notre « jeu de broches » ainsi :

- la présence de disques (simples, doubles ou même triples) de faible diamètre en position 11-12/21-22 (ou 31-32/41-42), si elle n'est pas absolument nécessaire en soi, présente de nombreux avantages : elle améliore la gestion esthétique de la reconstruction prothétique (en augmentant le nombre d'émergences implantaires sur la ligne du sourire), elle renforce le verrouillage de l'arc prothétique lors des mouvements en latéralité et surtout, lors des mouvements de propulsion et d'incision, la présence de ces IMFs limite les flexions de l'arc sous l'action des forces occluso-dynamiques ;
- l'utilisation d'ancrages profonds dans les processus ptérygoïdes du sphénoïde ou dans les trigones rétromolaires : ces verrous postérieurs permettent d'éviter les mouvements de bascule antérieure au cours de la cinétique mandibulaire ;
- enfin, dans les secteurs prémolaires-molaires, l'utilisation d'une association judicieuse d'IMFs à plateaux de grande surface (pour la compression) mis en place avec des mode d'insertion composés (qui neutralisent les forces de désengagement de l'implant au cours de la cinétique mandibulaire) permet de réaliser un arc de synergie implantaire extrêmement stable en cours de diduction, que l'on recherche un guidage canin ou une fonction de groupe au niveau prothétique (Fig. 3).

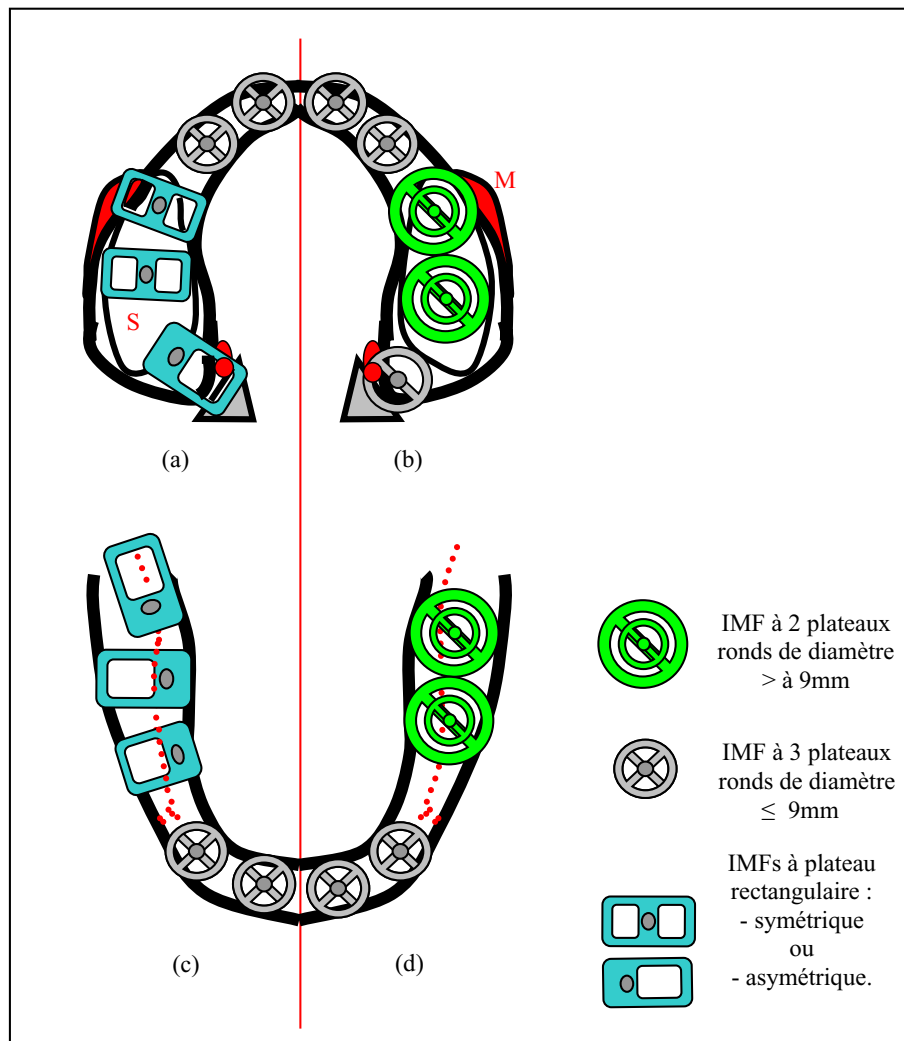


Figure 3 Schéma de positionnement des IMFs (approche complexe) sur une coupe transversale trans-sinusienne de maxillaire (a et b) et une coupe transversale à la hauteur du foramen mentonnier à la mandibule (c et d). Noter que (a) et (c) représentent un assemblage d'IMFs à plateaux rectangulaires, symétriques ou asymétriques, tandis que (b) et (d) utilisent des IMFs à gros disques. S, sinus maxillaire ; M, pilier du malaire (processus zygomatique du maxillaire)

C'est cette approche complexe et élaborée qui est la nôtre et fait l'objet de cette présentation clinique.

Approche prothétique

Dans les réhabilitations par IMFs à plateaux d'assise, la contention et la mise en charge immédiate des implants à l'aide d'une prothèse provisoire en résine font partie intégrante de l'acte orthopédique. Sans cet arc prothétique, il devient extrêmement délicat d'obtenir des résultats prévisibles avec cette technique, et cela d'autant plus que la situation clinique est extrême.

Cependant, cette prothèse provisoire ne sert pas qu'à faire une contention de « broches » endosseuses : elle est un prototype de prothèse définitive et permet la rééducation fonctionnelle du patient, tant posturale que dynamique, et une

première approche esthétique, avec tous les ajustages que cela nécessite. Ce premier temps prothétique aura un impact psychologique très important, et permettra au praticien d'avoir une approche sereine des réglages nécessaires à ce type de réhabilitation.

La prothèse définitive est réalisée à deux mois post-opératoires, en moyenne, à condition qu'aucune complication (3 %) ne soit apparue. Elle se compose d'une infrastructure métallique recouverte de céramique blanche pour les dents et rose pour les gencives. En effet, dans les cas de réhabilitation complète sur patients édentés depuis longtemps, les pertes osseuses sont très importantes et l'utilisation de céramique rose est indispensable pour éviter d'avoir des dents prothétiques d'une longueur démesurée.

On recherche une temporisation courte afin de mettre en place le plus rapidement possible un

blocage définitif des implants. Ce verrou prothétique est rigoureusement nécessaire à la réussite du traitement. Cependant, en cas de troubles posturaux très prononcés, on peut être amené à réaliser plusieurs jeux de prothèses provisoires afin de remonter la dimension verticale et laisser un temps supplémentaire à la rééducation fonctionnelle. La résine, plus « tendre » que la céramique, est totalement propice à ce genre d'exercice.

Enfin, les réglages occluso-fonctionnels temporaires et définitifs sont à corrélérer de façon judicieuse au nombre, au type et au positionnement des implants mis en place. Si le praticien a réussi à utiliser tous les appuis principaux (verrou canin, pilier du malaire, corps mandibulaire) et accessoires (verrou ptérygoïde, rétromolaire, appuis antérieurs), avec une association cohérente d'implants à plateaux de grande surface dans les secteurs prémolaires-molaires, il peut se permettre de réaliser une occlusion quasi conventionnelle, avec une fonction de groupe bien marquée. À l'inverse, si les appuis paraissent faibles (i.e. en situation dynamique, mais toujours solides en compression), la prothèse provisoire présentera des surfaces occlusales peu prononcées, voire plates, afin de neutraliser les forces parasites en propulsion et diduction ; quant aux contacts antérieurs, ils seront limités au maximum (on est alors dans une situation occlusale de type prothèse adjointe complète (PAC)). Cependant, rien n'empêche de revenir à un engrènement dentaire plus conventionnel au moment de la réalisation de la prothèse définitive.

Ainsi, les temps chirurgicaux et prothétiques sont profondément imbriqués, et c'est leur synergie qui donnera au traitement sa cohérence orthopédique maximale.

Gestion des obstacles anatomiques en implantologie maxillo-faciale

Si cette technique implantaire permet des réhabilitations dentaires complètes sur des patients à l'anatomie orale peu perturbée, elle trouve tout son intérêt et démontre son potentiel au cours des réhabilitations maxillo-mandibulaires et faciales de grande ampleur, c'est-à-dire dans la gestion des atrophies extrêmes des maxillaires et mandibules. Cela implique une confrontation récurrente avec des obstacles anatomiques difficiles voire impossibles à gérer en implantologie axiale. Outre les nombreux rameaux vasculaires et insertions musculaires qui compliquent le geste chirurgical, il est important d'insister sur trois obstacles majeurs.

Les sinus maxillaires

L'os maxillaire est un os pneumatiqué, c'est-à-dire constitué d'une vaste cavité aérienne, le sinus maxillaire, entourée de parois osseuses d'épaisseurs variables. En cas de résorptions importantes des arcades dentaires, la cavité sinusienne ne sera plus séparée de la cavité orale que d'une fine épaisseur d'os, impropre à la pose d'implants cylindriques. Dans les atrophies extrêmes des maxillaires, les parois sinusiennes seront dites « en coquille d'œuf » tant elles sont fines, et donc fragiles et cassantes.

Dans un premier temps, il est souhaitable de refouler proprement la membrane de Schneider. Si ce geste n'est pas crucial pour la pose des IMFs, un décollement propre de la membrane sinusienne fait tout de même partie intégrante d'une chirurgie qui se doit d'être menée avec soin, en particulier face aux risques septiques associés aux cavités aériennes supérieures. Une fois cette première étape réalisée, on peut commencer à préparer les loges implantaire et placer les IMFs (Fig. 4), en prenant toujours soin de rincer abondamment en alternance avec sérum physiologique additionné d'antibiotique (ampicilline par exemple) et antiseptique iodé (type bétadine) afin de diminuer le risque infectieux.

Pour finir, il est souhaitable d'utiliser un matériau de comblement neutre pour noyer l'implant dans la cavité péri-implantaire. Son rôle est strictement de remplissage. En effet, à la différence d'une greffe osseuse pré-implantaire du système axial, ce matériau ne sert qu'à remplir un volume, et non à promouvoir absolument la recolonisation osseuse rapide du site : avec ou sans lui, nos implants seront solidement ancrés, puisque leur verrouillage est tri-cortical. Ainsi, tout substitut osseux peut être utilisé, mais notre préférence va à l'hydroxy-apatite synthétique : si ce n'est pas le matériau le plus ostéoconducteur, il a le gros avantage d'être totalement neutre (ni bovin, ni humain). Il est donc le plus consensuel en termes de sécurité sanitaire.

Nerf alvéolaire inférieur

S'il est le plus souvent enfoui dans les profondeurs du corps mandibulaire, les résorptions alvéolaires importantes le « découvrent » suffisamment pour qu'il devienne un obstacle majeur, le seul véritable obstacle de l'implantologie mandibulaire. Dans les atrophies extrêmes, il pourra même se retrouver en superficie, sur les crêtes osseuses, autant de situations cliniques ingérables en implantologie axiale.

L'utilisation d'IMFs permet le plus souvent de rester au-dessus du nerf alvéolaire, car le positionnement du plateau d'assise ne nécessite pas une

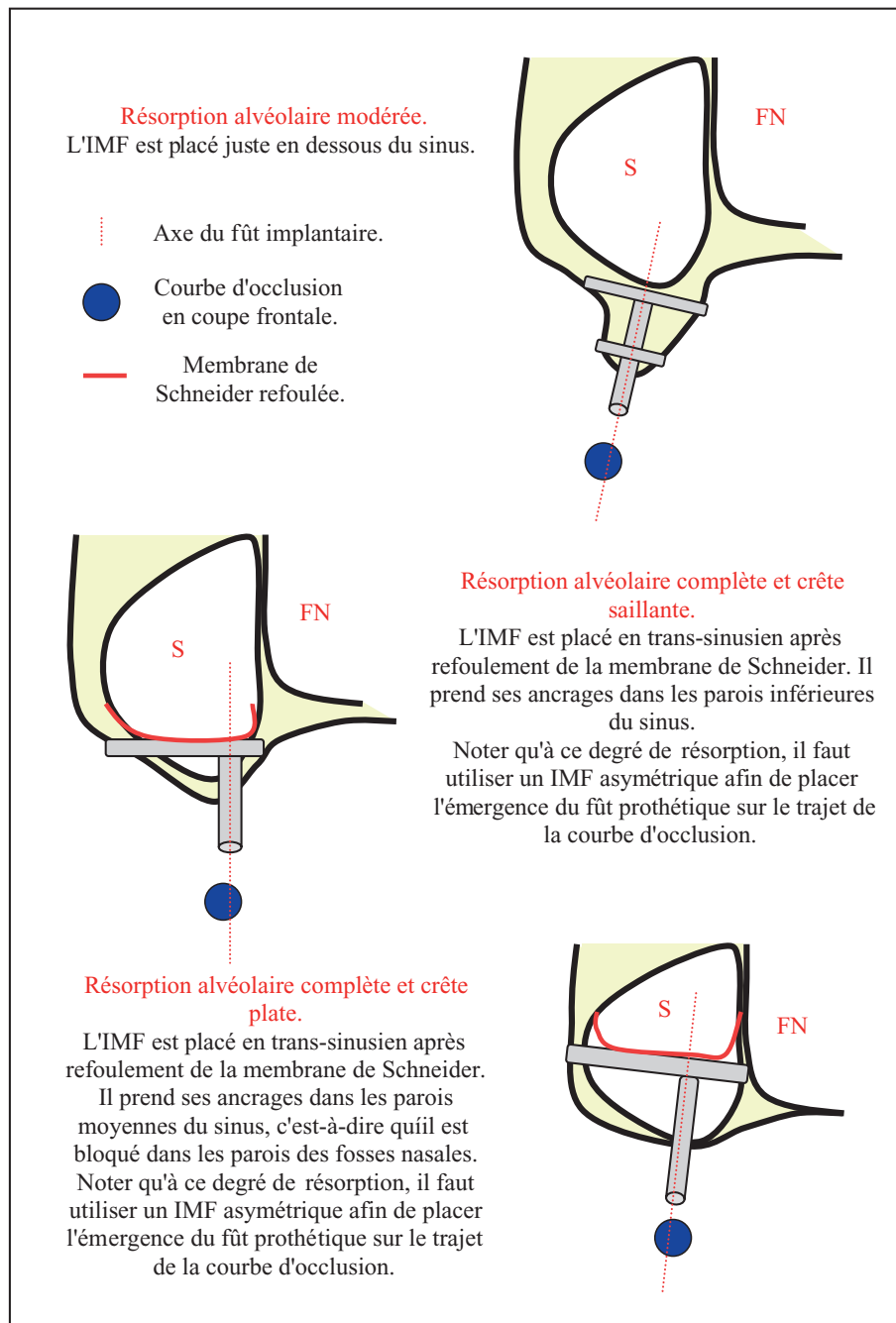


Figure 4 Schématisation en coupe frontale des cavités aériennes d'un os maxillaire droit et du positionnement d'un IMF en fonction de la configuration architecturale de la pièce anatomique.
S, Sinus maxillaire ; FN, Fosses Nasales

épaisseur d'os mandibulaire importante (4 ou 5 mm suffisent). Il s'agit d'un os hyper-corticalisé qui ne pose aucun problème d'ancrage pour nos implants. Cependant, en cas d'atrophie extrême, il sera nécessaire de placer notre plateau sous le nerf (Fig. 5). L'approche chirurgicale est complexe et sera vue ultérieurement. Elle nécessite dans certains cas de dégager le nerf, de l'écartier le temps de la préparation des loges implantaires et de la pose des implants, et de le remettre à sa place en fin d'intervention. Si la manœuvre est délicate,

elle n'en demeure pas moins parfaitement maîtrisée : le fût de faible diamètre des IMF est totalement adapté à la proximité du nerf (pas de risque de compression). Et sa surface lisse permet d'éviter les phénomènes d'irritation rencontrés avec les implants cylindriques. Enfin, il faut noter que l'anatomie mandibulaire et le trajet du nerf alvéolaire impliquent l'utilisation d'IMFs asymétriques.

On peut se demander s'il est souhaitable de prendre le risque de déplacer ce nerf pour ce qui est assimilé à un traitement « seulement den-

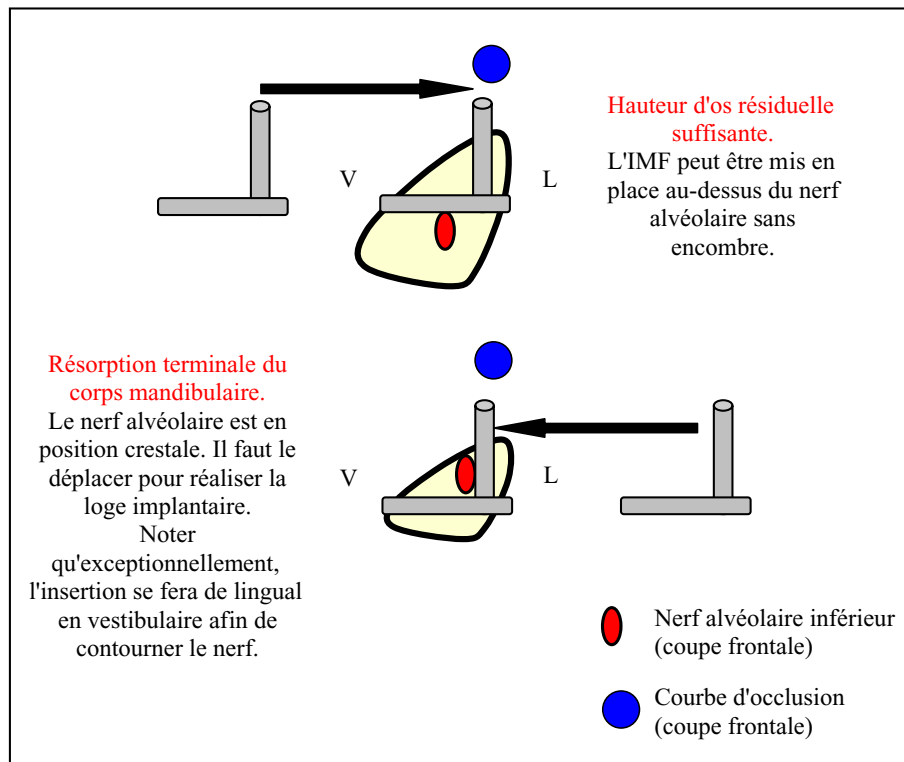


Figure 5 Schématisation en coupe frontale du corps mandibulaire (côté droit) et du positionnement d'un IMF en fonction de la situation anatomique du nerf alvéolaire inférieur. Noter que l'utilisation d'IMFs à plateau rectangulaire asymétriques est nécessaire au bon alignement des fûts implantaire sur la courbe d'occlusion.

V, vestibulaire ; L, lingual

taire ». C'est là faire bien peu de cas de la détresse des patients en situation d'atrophie extrême maxillo-mandibulaire. En effet, atrophie extrême signifie que le corps mandibulaire est réduit à sa plus simple expression, à la manière d'une « baguette de tambour ». Au point que l'on pourra observer des fractures spontanées de cette pièce osseuse. Sans parler des douleurs associées aux frottements d'une Prothèse adjointe complète sur un nerf alvéolaire en position crestale. De ce point de vue là, la réussite d'un traitement prothétique fixe suffit à expliquer et même à justifier ce que certains considèrent comme une prise de risque. De plus, la mise en place d'un appareillage orthopédique endo-osseux, en remettant en fonction la mandibule, contribuera au renforcement de son architecture anatomique résiduelle.

Le problème de cet obstacle anatomique n'est donc pas de savoir si on doit prendre le risque de le contourner, mais de savoir si on s'est donné le niveau de compétence pour le faire.

Artère palatine descendante

Son émergence à la jonction entre tubérosité maxillaire et aile externe du processus ptérygoïde sera systématiquement lésée lors de la manœuvre de Venaco (voir article 1). L'hémorragie qui s'en-

suit s'arrêtera dès que le lambeau palatin sera remis en place : la compression naturelle ainsi réalisée suffit largement dans la plupart des cas. D'ailleurs, il est vivement recommandé de ne pas essayer de bloquer cette hémorragie autrement, tant par ligature (quasi impossible si tranchée à l'émergence) que par électro-coagulation (bistouri électrique) : on induirait alors un risque élevé de nécrose tubérositaire et palatine.

Cette lésion impose de travailler momentanément dans un champ très hémorragique nécessitant la protection du carrefour pharyngo-laryngé, autant dire que ces gestes sont très délicats sur patient éveillé (voir article 1).

Implantologie de l'extrême : un cas d'école

La gestion des atrophies maxillo-mandibulaires extrêmes en mise en charge immédiate demeure actuellement la réussite la plus évidente des stratégies thérapeutiques à base d'IMFs à plateaux d'assise. Ce cas clinique illustre l'ampleur des possibilités associées à ces implants, si tant est que l'on applique avec orthodoxie le concept orthopédique qui leur est associé et que l'on réalise avec plasticité, c'est-à-dire imagination et rigueur, la mise en œuvre du traitement.

Cas clinique

Madame C., 71 ans, présente une édentation complète bimaxillaire associée à des résorptions alvéolaires très importantes. De plus, les secteurs maxil-

laires droits et mandibulaires gauches ont atteint un degré d'atrophie extrême des pièces anatomiques, ce qui implique des parois sinusiennes très fines (« coquille d'œuf ») et un nerf alvéolaire juxta-crestal (photos 1, 2, 3).

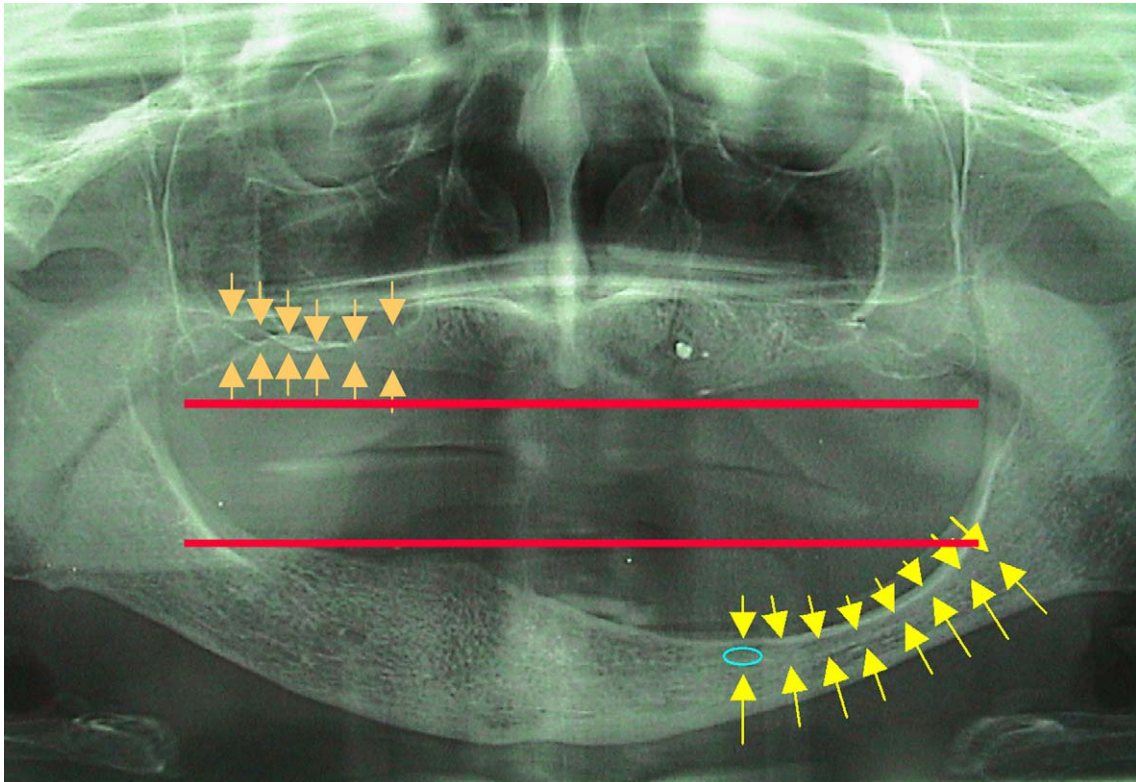
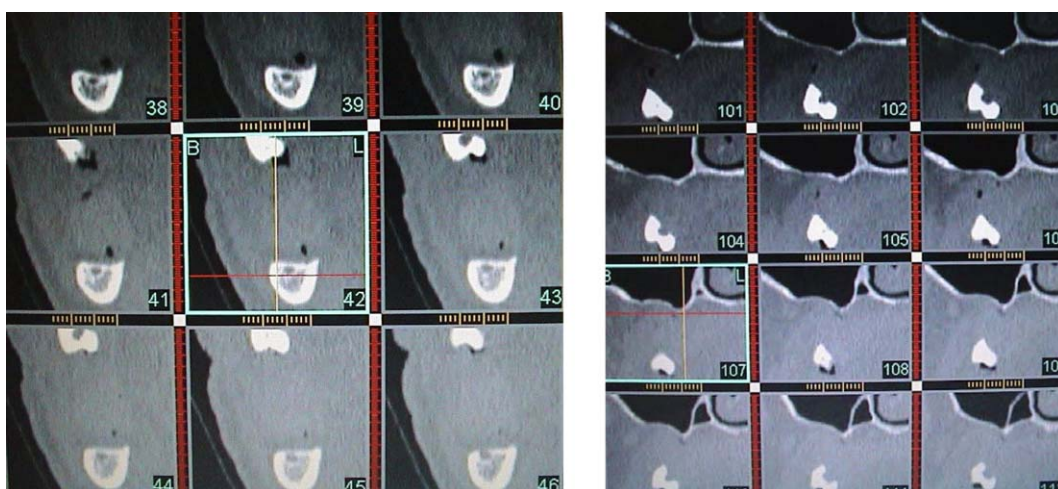


Photo 1 Radiographie panoramique avant intervention. Noter l'importance des atrophies maxillaire droite et mandibulaire gauche, ainsi que la déformation des plans d'occlusion.



Photos 2 et 3 Reconstitution au scanner d'une coupe frontale de l'hémi-mandibule gauche et de l'hémi-maxillaire droit. Noter que, dans ces secteurs, les crêtes osseuses sont complètement aplaties et que le nerf alvéolaire inférieur n'est recouvert que d'une fine corticale osseuse. Au maxillaire, l'ancrage des plateaux des IMF ne pourra se faire que dans la paroi des fosses nasales.

Temps chirurgicaux (photos 4, 5)

Temps prothétiques

Durant les deux mois qui ont suivi l'intervention, un bridge provisoire en résine a fait office de contention orthopédique entre les broches endo-osseuses (i.e. les IMFs). Passé ce délai, puisque aucune complication n'est survenue, la réalisation du jeu de prothèses définitives a pu être mise en œuvre (photos 6, 7, 8, 9).

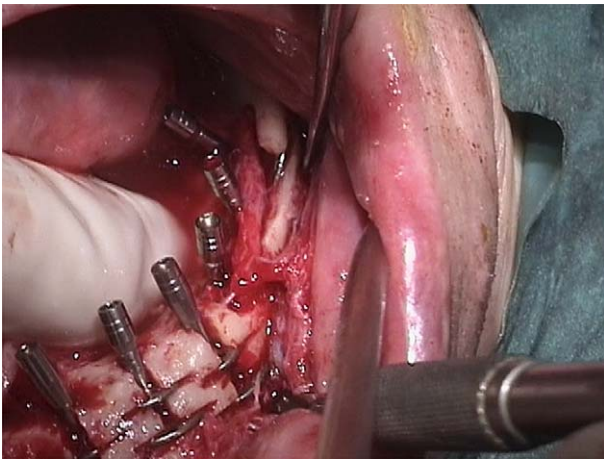


Photo 4 Le nerf alvéolaire inférieur est dégagé sur toute la longueur, y compris au niveau du foramen mentonnier, afin d'éviter tout risque de traction excessive sur le pédicule nerveux et de strangulation du nerf mentonnier. Les plateaux d'assise des IMFs postérieurs sont positionnés sous le nerf.



Photo 5 Radiographie panoramique post-opératoire. Noter le nombre important d'implants mis en place : dans les cas d'atrophie sévère, on cherche à augmenter au maximum la cohésion entre pièces osseuse altérées et réhabilitation implanto-prothétique.

Un an après (Photos 10, 11, 12, 13, 14, 15)

Discussion

De la plasticité de la technique chirurgicale

Si le choix des implants et leur positionnement au sein des structures maxillo-mandibulaires se doit d'être cohérent, l'utilisation des IMFs demeure une technique extrêmement ouverte aux évolutions et aux innovations.

Dans les premiers temps du développement de ces stratégies thérapeutiques, il était préconisé de n'utiliser que peu d'implants, avec des plateaux de très grande surface, et uniquement dans les zones de résistance anatomique maximale : on trouvait donc couramment des réhabilitations maxillaires sur quatre très gros IMFs, soit deux au niveau du pilier du malaire pour la résistance à la compression et deux au niveau canin pour le guidage au cours de la cinétique mandibulaire.

Le développement de protocoles plus complets, incluant un plus grand nombre d'implants, permet le plus souvent de neutraliser les contraintes parasites et de réaliser des prothèses à l'occlusion et l'esthétique plus naturelles. Cependant, aucun schéma thérapeutique strict et rigoureusement défini n'est en mesure de guider de manière automatique la main du chirurgien. À partir d'un ensemble de concepts élémentaires éprouvés, c'est à chacun de réaliser l'approche chirurgicale et prothétique la mieux adaptée à une situation clinique donnée.

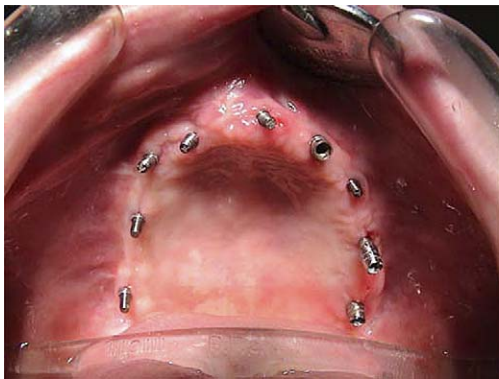
Face à l'implantologie axiale qui impose une certaine rigidité pour obtenir des résultats prédictibles en toute circonstance et quelle que soit la qualité de l'opérateur, l'implantologie à plateaux d'assise met donc en avant une grande liberté thérapeutique pour le praticien. C'est là une grande richesse et un grand danger : si quasiment toutes les situations cliniques seraient en théorie traitables, la réussite de la plus conventionnelle d'entre elles reste totalement soumise au jugement de l'opérateur.

C'est là le prix de cette plasticité chirurgicale : repousser les limites thérapeutiques implique un niveau de formation et d'expérience accru.

Greffes osseuses ou IMFs ?

Au-delà des querelles d'École, le raisonnement thérapeutique seul permet de développer une approche sereine et fiable de cette question.

Les greffes osseuses se font le plus souvent à partir d'os autogène extrait des crêtes iliaques ou



Photos 6 et 7 À deux mois post-opératoires, les tissus de soutien péri-implantaires ont suffisamment cicatrisé pour recevoir une prothèse définitive. Noter que le nombre d'IMFs et leur disposition régulière le long de la crête contribuent à l'équilibre de l'interface entre le massif facial et l'artifice prothétique.

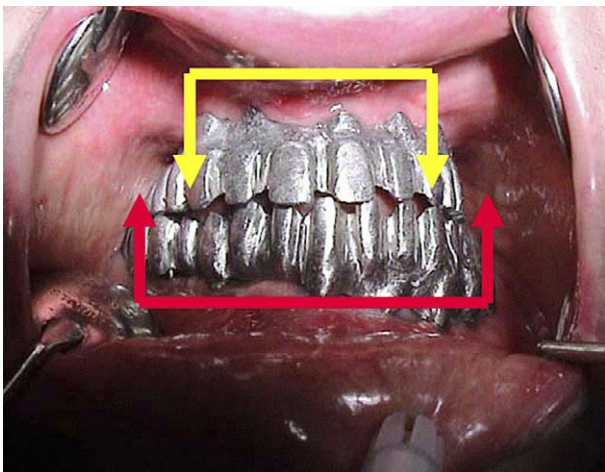


Photo 8 Le bridge implanto-porté définitif se compose d'une infrastructure métallique qui reconstitue une hauteur dentaire et crestale. Noter que chez cette patiente en atrophie extrême maxillo-mandibulaire, l'importance des résorptions centrifuges (mandibule) et centripètes (maxillaire) nous place dans une situation d'inversé d'articulé délicate à corriger.



Photo 10 Malgré l'importance des résorptions osseuses, notre patiente se retrouve au final dans une situation occlusale de classe I canine



Photo 9 Scellement des prothèses définitives. Noter que le comblement de la zone de résorption des crêtes osseuses à l'aide de céramique rose permet un meilleur rendu esthétique.

du pariétal, mais de nombreux autres sites de prélèvement existent, tout comme une multitude de substituts osseux plus ou moins ostéo-conducteurs ou ostéo-inducteurs. Elles permettent la reconstruction partielle de pièces osseuses altérées (à la suite de résorptions, de traumatismes,...) avant la pose d'implants axiaux. Si leur pronostic est généralement bon si l'indication est bien posée, ces greffes ne sont pas exemptes d'inconvénients : un temps d'attente important entre greffe et pose des implants (6 à 12 mois de maturation du greffon en plus du temps d'ostéo-intégration de ces mêmes implants axiaux), la nécessité d'un prélèvement autogène avec la question sérieuse du devenir du site donneur ou l'utilisation de substituts osseux à l'avenir biologique incertain.

De plus, ces greffes n'apportent pas de solutions au traitement de la partie postérieure des mandibules atrophiques, les greffes osseuses mandibulaires ayant un taux de réussite modeste pour un volume osseux prélevé important. De même, dans

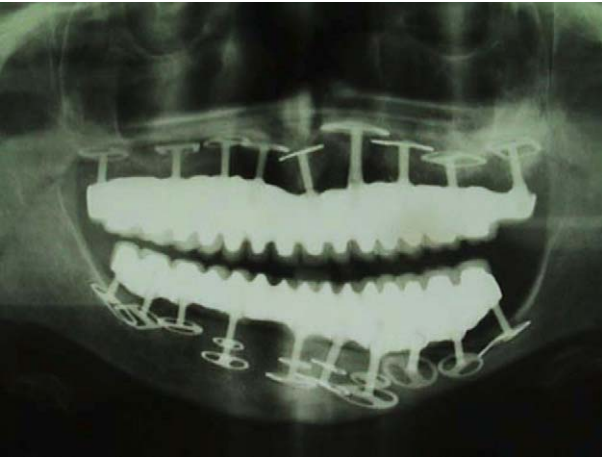


Photo 11 Radiographie panoramique à un an post-opératoire. Noter le volume important du bridge reconstituant à la fois les organes dentaires et la majeure partie de la masse de ce que furent leurs tissus de soutien.

les atrophies extrêmes des maxillaires, les greffes osseuses ont un pronostic délicat. Enfin, toutes les configurations anatomiques extrêmement altérées, que l'implantologie maxillo-faciale à plateaux d'assise s'efforce de traiter (voir 3^e article), sont à juste titre considérées comme ingérables en chirurgie de greffe.

À l'inverse, les IMFs à plateaux d'assise sont utilisables dans toutes les configurations anatomiques et le concept orthopédique qui les sous-tend implique leur mise en charge immédiate. Il n'y a donc aucun délai avant la réalisation d'une prothèse fixe : en une seule intervention, tout est réalisé sous anesthésie générale.

Cependant, malgré la fiabilité des stratégies chirurgicales et prothétiques associées aux IMFs, il ne faut pas oublier les avantages de l'implantologie axiale, voire des greffes osseuses de petit volume.



Photos 12 et 13 Reconstitutions tridimensionnelles au scanner des volumes maxillaires à un an post-opératoire. Noter la profondeur des ancrages postérieurs (en Venaco) et antérieurs (qui côtoient le plancher des fosses nasales).



Photos 14 et 15 Reconstitutions tridimensionnelles au scanner des volumes mandibulaires à un an post-opératoire. Noter la profondeur de l'ancrage des IMFs au sein de la « baguette de tambour » qu'est devenu le corps mandibulaire, et cela malgré la proximité du nerf alvéolaire inférieur. De tels ancrages solides et multiples, associés à une contention prothétique rigide, sont les garants de la cicatrisation osseuse en appui chère à l'orthopédie, et donc de la consolidation du corps mandibulaire atrophique. Dans ce domaine, il ne faut tolérer aucune concession : l'importance des déformations osseuses en regard des insertions des masséters indique que notre patiente est une grande bruxomane. Tout compromis sur l'approche orthopédique du traitement impliquerait donc un risque accru de complications.

En effet, même le meilleur praticien ne saurait obtenir avec des IMFs, au fût très fin, des émergences dento-mimétiques et une esthétique aussi réussie et stable que ce que l'on obtient avec des implants cylindriques. Si cet aspect est hors de propos dans le traitement de patients en atrophie extrême maxillo-mandibulaire, il est très important dans le cas de restaurations dentaires strictes.

De plus, les réussites les plus éclatantes des IMFs proviennent des réhabilitations complètes maxillo-mandibulaires, applications les plus rigoureuses du concept orthopédique avec un verrouillage tridimensionnel des implants par l'arc prothétique : cela implique, même s'il existe une multitude de configurations cliniques où ces implants sont utilisables, qu'à vouloir trop s'éloigner des vraies indications des IMFs, on prend le risque de résultats décevants.

Enfin, il faut bien comprendre qu'une fois qu'un traitement IMF est réalisé, il devient difficile de revenir à des traitements implantaires axiaux ; l'inverse n'étant pas vrai, il est important de réfléchir aux différentes solutions thérapeutiques avant d'entamer un traitement.

Ainsi, en prenant conscience de tous ces arguments, il sera possible de répondre avec intelligence aux besoins thérapeutiques de nos patients. Par exemple, en cas d'édentation maxillaire unilatérale en extension, face à un sinus procident, ne serait-il pas souhaitable de réaliser une petite greffe sinusienne avec un quelconque substitut osseux, dans l'optique de poser des implants axiaux ? Même si cela signifie entre six et 12 mois d'attente de maturation du greffon et six mois d'ostéo-intégration des implants, on obtiendra dans de nombreuses situations des résultats esthétiques supérieurs aux traitements avec IMFs. Seulement, si notre patient est âgé et refuse de subir plusieurs interventions, au pronostic aléatoire pour quelqu'un de son âge, et d'attendre presque deux ans que son traitement arrive à terme, n'est-il pas plus judicieux de passer aux IMFs qui résolvent tout en un seul geste et en 24 heures ?

À l'aide de toutes ces données, il faut tenter de trouver le meilleur compromis pour chaque cas clinique. C'est en son âme et conscience, avec intelligence, expérience et sagesse que le praticien doit orienter son plan de traitement.

Flexions mandibulaires et réhabilitations complètes

La flexion du corps de la mandibule au cours de la cinétique masticatoire est une source récurrente

d'échecs des réhabilitations prothétiques implanto-portées des arcades dentaires mandibulaires. En effet, par les contraintes qu'elle génère sur l'arc prothétique, elle implique des micromouvements au niveau des interfaces os-implants.

L'utilisation d'IMFs à plateau d'assise permet de contourner une grande partie de ces problèmes d'ordre mécanique, et cela pour trois raisons :

- les fûts et les plateaux implantaires sont peu épais en comparaison des diamètres moyens des implants cylindriques axiaux. De plus, les plateaux sont largement échancrés. Ils ont donc une capacité de déformation à la compression qui absorbe une grande part des forces parasites et des mouvements de flexion des pièces osseuses ;
- l'utilisation de plateaux de dimensions importantes permet de répartir les forces sur une grande surface, ce qui dilue d'autant les contraintes appliquées en un point donné ;
- enfin, la nature même de cette implantologie, qui ne recherche pas l'ostéo-intégration à tout prix pour pérenniser l'implant, rend ces réhabilitations plus tolérantes aux contraintes parasites, du moment qu'elles sont contrôlées.

Ainsi, l'utilisation d'IMFs à plateaux d'assise est fortement recommandée pour les réhabilitations mandibulaires de grande étendue, en particulier grâce à leur capacité à contrecarrer les forces de flexion de la mandibule et leurs effets néfastes sur la stabilité de l'appareillage implanto-prothétique.

Conclusion : quelles limites à l'utilisation des IMFs ?

Par la grande liberté chirurgicale qu'offre cette implantologie, on imagine déjà l'étendue des possibilités thérapeutiques. Et avec les évolutions les plus récentes de ces techniques, on entre dans l'ère d'une chirurgie maîtrisée à chaque étape de la reconstruction esthétique et fonctionnelle. Il n'existe alors plus aucune limite aux réhabilitations de ce type.

Car si cet exercice demande une grande rigueur et cohérence du projet chirurgical et prothétique, il permet ainsi une gestion posturale et dynamique des pièces anatomiques les plus abîmées. Ce qui implique que l'utilisation des IMFs peut être envisagée dans les configurations les plus délicates : cette ouverture vers des reconstructions maxillo-faciales étendues est une réalité, tant que l'on n'omet pas les concepts orthopédiques élémentaires qui sous-tendent tous nos traitements.



ELSEVIER

CAS CLINIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Distraction alvéolaire des secteurs postérieurs mandibulaires : à propos d'un cas clinique

Vertical alveolar distraction osteogenesis of the posterior edentulous mandible: a case report

A.R. Paraque ^{a,*}, F. Denhez ^b, E. Bey ^b, G. Gouzien ^a, D. Cantaloube ^c

^a Service de chirurgie maxillofaciale, plastique de la face et stomatologie, HIA Bégin, 94163 Saint-Mandé, France

^b Service de chirurgie plastique, maxillofaciale et stomatologie, HIA Percy, 92140 Clamart, France

^c Clinique Milan, 17 rue de Milan 75009 Paris, France

Reçu le 9 mars 2001 ; accepté le 28 mars 2001

MOTS CLÉS

Distraction osseuse alvéolaire ;
Implantologie ;
Mandibule ;
Région prémololaire ;
Secteurs postérieurs

KEYWORDS

Alveolar distraction osteogenesis;
Edentulous posterior mandible;
Implantology;
Molar region;
Vertical distraction

Résumé Lorsqu'il est nécessaire d'augmenter la hauteur de crête, la distraction alvéolaire présente de multiples avantages sur les autres procédés d'aménagement osseux pré-implantaire. Elle est fréquemment utilisée dans ce but au niveau des secteurs incisivo-canins en raison de leur évidente accessibilité. Les auteurs présentent un cas clinique d'édentement mandibulaire prémololaire avec insuffisance de hauteur crestale traitée par distraction alvéolaire dans un but implantaire. Ils motivent leur choix thérapeutique et en discutent les résultats préliminaires.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract When it is necessary to increase the vertical height of the residual alveolar ridge, alveolar distraction osteogenesis has numerous advantages compared to other preprosthetic surgical procedures. It is frequently used for this purpose in the anterior region because of the obvious accessibility. The authors present a clinical case of edentulous posterior mandible, with insufficient vertical alveolar bone height, treated by alveolar distraction osteogenesis leading to three titanium fixtures. They explain their choice and discuss the preliminary results.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Pouvant se définir comme l'allongement progressif et contrôlé de l'os support de l'organe dentaire obtenu après corticotomies et pose d'un matériel

exo- ou plus souvent endobuccal, la distraction osseuse alvéolaire présente certains avantages [1-3] sur les techniques plus conventionnelles, aujourd'hui largement dominées par les greffes osseuses autologues [4,5]. En dehors de l'absence de site de prélèvement, elle permet de résoudre le classique problème de la couverture du greffon osseux - particulièrement fréquent en cas d'augmentation verticale - lorsque son volume est impor-

* Auteur correspondant.

¹ Correspondance et tirés à part.

La publication princeps de cet article a été faite dans les Ann Chir Plast Esthét 2001 ; 46 : 330-5. 2001 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS.

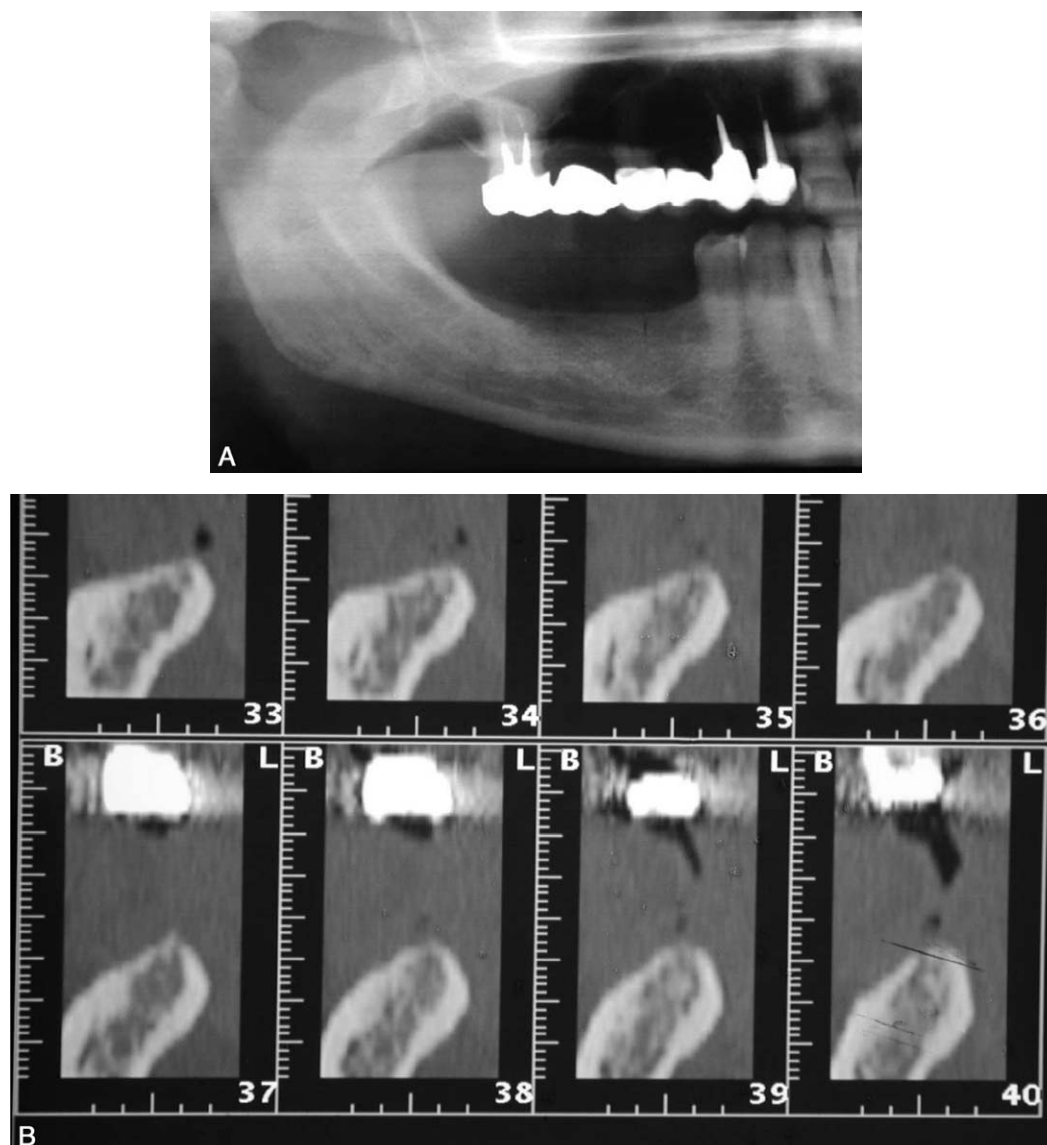


Figure 1 Imagerie préopératoire. A : panoramique. B : coupes frontales tomodensitométriques dans la région molaire.

tant, car la fibromuqueuse adhérente suit à l'identique le processus de distraction osseuse [1,6].

Toutefois, la translation verticale d'un segment osseux alvéolaire par distraction est plus délicate à réaliser pour les secteurs maxillo-mandibulaires postérieurs, dont l'accès est moins direct que celui des régions antérieures incisivo-canines. En outre à la mandibule, les rapports de proximité du nerf dentaire, fonctions de l'importance de la résorption osseuse, peuvent constituer un facteur limitant pouvant contre-indiquer ce procédé. Nous proposons, afin d'illustrer notre propos, le cas d'une patiente présentant un édentement mandibulaire prémolomolaire non encastré, dont l'aménagement osseux préimplantaire a été mené par distraction endobuccale verticale. Nous évoquons ensuite les quelques points de discussion qui nous semblent essentiels, concernant en particulier l'indication et

les résultats préliminaires de cette technique chez notre patiente.

Cas clinique

Mme Le. . . , âgée de 56 ans, nous consultait pour réhabilitation prothétique implanto-portée du secteur prémolomolaire inférieur droit. Il n'existait pas d'antécédent notable, en dehors d'un tabagisme à 30 paquets/année. À l'issue de l'examen clinique, la tomographie objectivait une hauteur crestale exploitable allant de 6 mm en distal à 8 mm en mésial, pour une largeur de 6 mm environ (Fig. 1). Le volume osseux était donc satisfaisant dans le sens transversal, mais insuffisant en hauteur si l'on voulait pouvoir compter sur une réhabilitation implantoportée stable dans le temps.

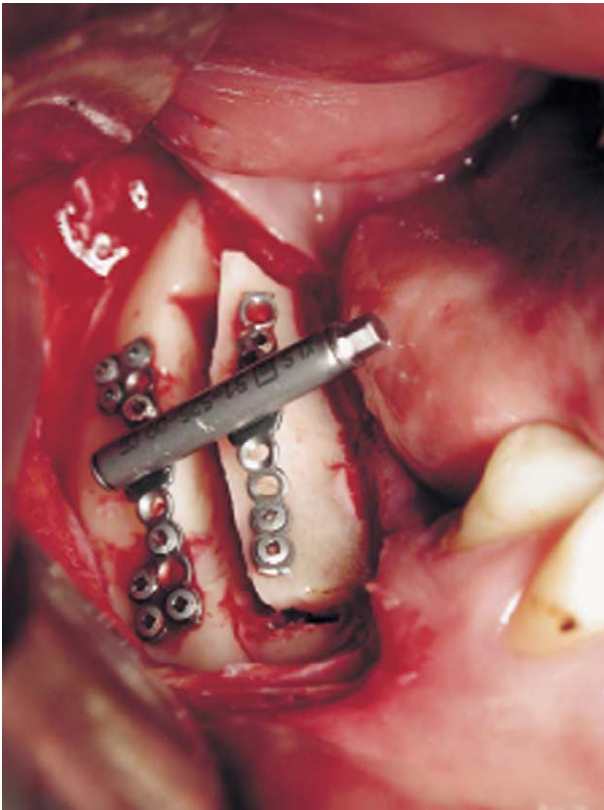


Figure 2 Contrôle peropératoire de l'ascension du fragment « ascenseur ».

Il était donc décidé, en accord avec la patiente, de réaliser une augmentation de la hauteur crestale, surtout nécessaire sur les deux tiers distaux de la zone à implanter, par la pose d'un distracteur alvéolaire endobuccal. Il s'agissait d'un modèle Martin® de 25 mm de long pour une hauteur de distraction de 6 mm. La localisation nous conduisait à réaliser ce geste sous anesthésie générale et intubation nasotrachéale.

Un abord vestibulaire permettait de lever un lambeau mucopériosté et d'isoler le rameau mentonnier du nerf dentaire en avant, afin de le protéger. La gencive crestale n'était pas décollée. Le distracteur était conformé et les corticotomies réalisées au disque diamanté puis à l'ostéotome, en préservant le périoste lingual et le nerf dentaire.

Le distracteur était posé et le mouvement du fragment ascenseur était quantitativement et qualitativement satisfaisant en fin d'intervention (Fig. 2). La voie d'abord était suturée en ne laissant apparaître que la vis de distraction. Après un délai de cicatrisation muqueuse de huit jours, la distraction était menée à raison de 0,9 mm par jour pendant six jours. La phase de contention, initialement prévue pour une durée classique de huit semaines, était portée à six mois en raison d'une compliance très aléatoire de notre patiente. Une collection septique vestibulaire, située en regard

du matériel, était drainée au fauteuil 32 jours après la pose du matériel. Des irrigations locales pluri-quotidiennes au sérum bétadiné et une antibiothérapie per os à large spectre étaient prescrites durant huit jours. Malgré l'évolution clinique favorable, une révision du site était menée au fauteuil 15 jours après, dans le but d'éliminer le tissu de granulation susceptible de s'être formé et interposé dans la fenêtre corticale vestibulaire, afin d'optimiser les conditions locales d'ostéogénèse. Le cal était, à ce stade, d'un aspect clinique déjà très encourageant.

Le matériel pouvait enfin être déposé ; plusieurs microvis, rompues lors de la dépose du distracteur conservé sur le site bien plus longtemps que prévu, étaient laissées en place. Leur position basilaire n'opposait aucune gêne à la pose de trois implants 3i® de type Osseotite® 45 jours plus tard sous anesthésie locale (Fig. 3).

Discussion

Intérêt de l'augmentation de hauteur crestale

Il existe une relation significative entre la morbidité de l'ostéo-intégration de l'implant et sa longueur. Les études de Friberg et al. [7], corroborées par les résultats de Jemt et al. [8], objectivent une baisse considérable de la stabilité dans le temps des fixtures courtes (7 mm) par rapport aux résultats obtenus avec des implants plus longs (au moins 10 mm). En effet, sur une période de trois ans, les échecs à la mandibule sont sept fois plus fréquents avec les implants courts qu'avec les implants longs [7].

Chez notre patiente, la hauteur d'os moyenne initiale ne permettait pas la pose d'implants de plus de 7 mm de long, ce qui constitue un facteur limitant la pérennité d'une future prothèse implantoportée (Fig. 1). La distraction nous a permis d'obtenir un gain en hauteur exploitable de 5 mm (Fig. 3), et d'implanter ainsi trois fixtures de dimensions respectives de :

- 10mm × 4 mm pour le site de la 45 ;
- 11,5 mm × 4 mm pour le site de la 46 ;
- 10mm × 5 mm pour le site de la 47.

Ces dimensions autorisent en principe un excellent pronostic de stabilité fonctionnelle à long terme.

Le choix du procédé d'augmentation de hauteur de crête

À notre sens, les procédés d'augmentation de hauteur crestale ne doivent faire appel qu'à de l'os

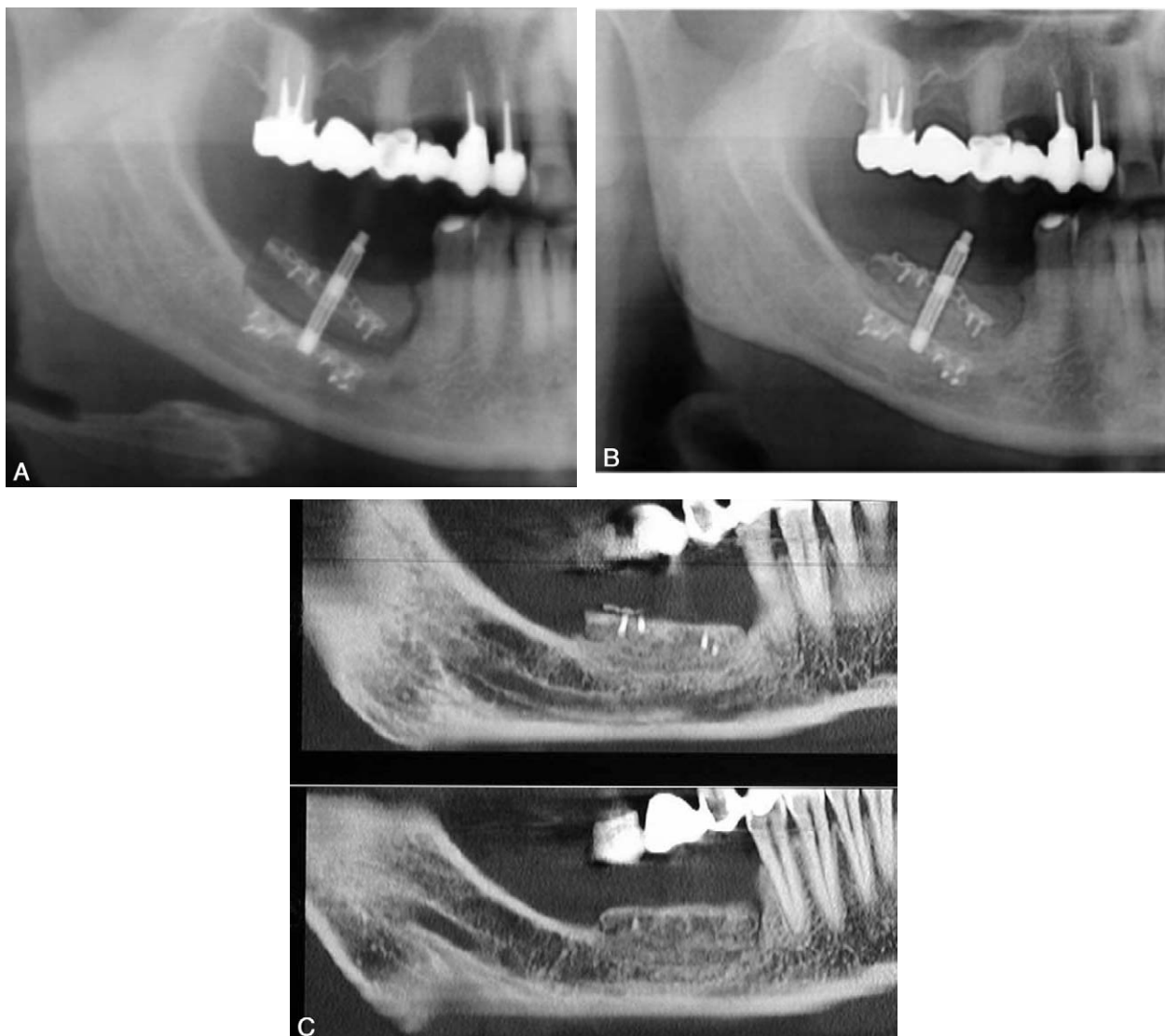


Figure 3 Imagerie post-distraction. A : panoramique en fin de distraction. B : panoramique à six mois (noter la minéralisation du cal). C, D : tomodensitométrie à 6 mois. Coupes frontales dans la région de 46 objectivant un gain de hauteur exploitable de 5 mm. E : pose de trois implants (Dr Denhez) de type Osseotite® (3i®) 45 jours après la dépose du distracteur.

autologue. Les techniques observant ce principe sont essentiellement représentées par la distraction alvéolaire et les moyens conventionnels que constituent les greffes osseuses autologues utilisées en apposition (*onlay*) ou en interposition (*inlay*). Ces greffes, d'origine embryologique idéalement membraneuse, sont le plus souvent prélevées sur la mandibule ou la voûte crânienne en fonction des besoins en volume. Les difficultés de couverture muqueuse sont fréquentes lorsque l'apport en volume est important. Il s'agit là d'une cause essentielle d'échec, encore majorée en contexte tabagique. Enfin, les ostéoplasties d'augmentation verticale semblent plus exposées à la résorption que les aménagements transversaux.

Pour ces raisons, notre patiente a bénéficié d'une chirurgie d'aménagement osseux par distraction alvéolaire.

La présence du canal dentaire n'a pas posé de problème lors de la mise en place du matériel. Cependant, lorsque la résorption osseuse est plus importante, le nerf dentaire affleure fréquemment le sommet de la crête édentée et représente alors une limite anatomique à la réalisation du procédé. La seule alternative peut être représentée par le déroutement du nerf, qui expose à d'importants risques de troubles sensitifs secondaires [9]. Les techniques d'apposition d'os autologue peuvent présenter le même risque lors de l'ostéosynthèse du greffon.

Le tracé de la corticotomie

Millesi-Schobel et al. préconisent un tracé en L inversé afin de ne pas augmenter la hauteur alvéolaire en secteur distal, qu'ils jugent inutile et peu

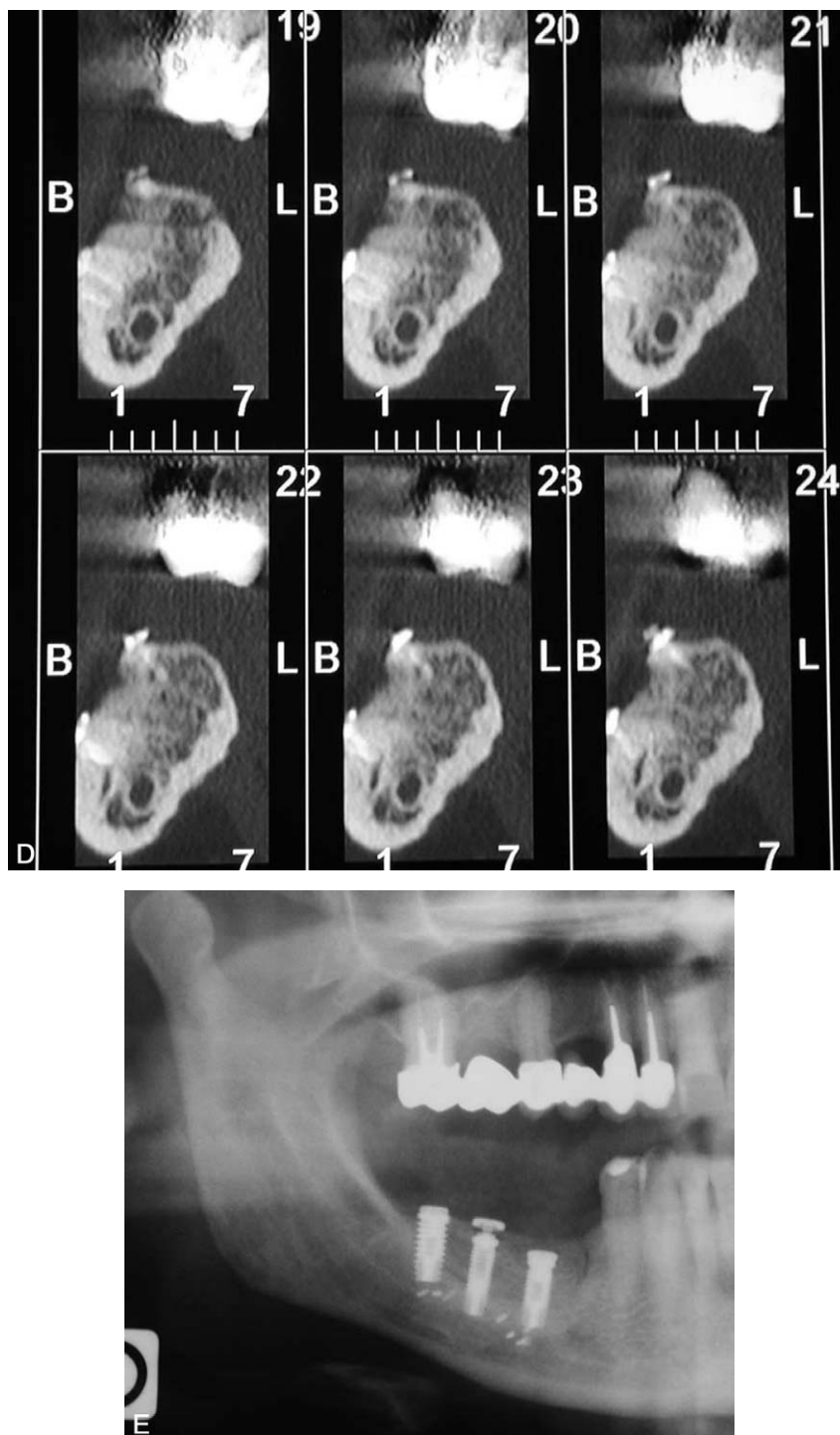


Figure 3 (suite)

conforme au profil naturel de la crête alvéolaire [10]. Ils complètent ce tracé par une ostéosynthèse par microplaque au niveau de l'éperon distal du segment ascenseur, afin qu'il ne s'y réalise qu'un mouvement de rotation. Pour notre part, nous avons besoin d'augmenter la hauteur alvéolaire dans cette portion très distale de la branche horizontale, c'est pourquoi nous avons choisi un tracé de corticotomie en U inversé (Fig. 3A). L'éperon distal ainsi

créé a simplement bénéficié d'une régularisation à la fraise résine lors de la pose des implants.

Le vecteur de la distraction

Dans le sens mésio-distal, le mouvement d'ascension a été légèrement freiné en mésial par un éperon osseux (Fig. 3A), ce qui souligne l'importance du caractère complet des corticotomies ves-

tibulaires, de leurs axes respectifs et du contrôle peropérateur de l'amplitude et de l'homogénéité du mouvement vertical.

Dans le plan frontal, il semble s'être produit un mouvement de bascule supérolinguale du fragment ascenseur plutôt qu'un mouvement d'ascension pure (Fig. 3D). La charnière de cette rotation supérolinguale est située au niveau du trait de corticotomie linguale ; elle est très probablement la raison de la préservation volontaire des attaches gingivales crestales lors de l'abord sous-périosté vestibulaire de la région. L'augmentation de la hauteur de crête résultant de ce mouvement est cependant bien réelle ; elle est en outre tout à fait propice à la pose des implants dans un axe favorable, légèrement linguoversé.

La qualité du cal osseux

Malgré l'incident septique constaté et traité à J 32, le cal osseux est d'une excellente qualité au contrôle tomодensitométrique, qui objective un os de densité 2 (Fig. 3C, D) selon la classification de Lekholm et Zarb [11]. Notons que la corticale vestibulaire distractée est moins épaisse que son homologue non distractée et que la corticale linguale. Ce constat, sans conséquence pratique dans notre cas, est en accord avec les résultats d'études menées chez le chien par Block et al. [12]. Ces données très encourageantes d'imagerie sont parfaitement confirmées par les sensations cliniques lors du forage implantaire et par la stabilité des fixtures après leur pose.

Conclusion

En dépit du coût relativement élevé du matériel, la distraction verticale de l'os alvéolaire mandibulaire postérieur, technique plus couramment employée dans les secteurs antérieurs, représente un procédé séduisant malgré les quelques difficultés techniques dues à l'accessibilité moins directe du

site et à la présence du nerf dentaire. Reste à valider la fiabilité du procédé par le nombre de cas traités et l'épreuve du temps.

Références

- [1] Gaggl A, Schultes G, Karcher H. Distraction implants: a new operative technique for alveolar ridge augmentation. *Int J Craniomaxillofac Surg* 1999;27(4):214-21.
- [2] Aldegheri A, Dubrana A. Distraction alvéolaire maxillaire et implantologie. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2000; 101(5):233-6.
- [3] Block MS, Chang A, Crawford C. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofacial Surg* 1996;54:309-14.
- [4] Cawood JL. Reconstruction preprosthetic surgery and implantology. In: Härle F, Champy M, Terry BC, editors. *Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis*. Stuttgart: Thieme; 1999. p. 123-36.
- [5] Tulasne JF, Amzalag G, Sansemat JJ. Implants dentaires et greffes osseuses. *Cah Prothèse* 1990;71:80-102.
- [6] Hidding J, Lazar F, Zoller JE. Initial outcome of vertical distraction osteogenesis of the atrophic alveolar ridge. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999;3(1):79-83.
- [7] Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:142-6.
- [8] Jemt T, Book K, Linder B. Failures and complications in 92 consecutively inserted overdentures supported by Brånemark implants in severely resorbed edentulous maxilla: a study from prosthetic treatment to first annual check-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:162-7.
- [9] Kan JY, Lozada JL, Goodacre CJ, Davis WH, Hanisch O. Endosseous implant placement in conjunction with inferior alveolar nerve transposition: an evaluation of neurosensory disturbance. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12(4): 463-71.
- [10] Millesi-Schobel GA, Millesi W, Glaser C, Watzinger F, Klug C. The L-shaped osteotomy for vertical callus distraction in the molar region of the mandible: a technical note. *J Cranio-Maxillofac Surg* 2000;28:176-80.
- [11] Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Osseointegration in klinischer Zahnheilkunde*. Berlin, Quintessenz: Gewebeintegrierter Zahnersatz; 1985.
- [12] Block MS, Gardiner D, Almerico B, Neal C. Loaded hydroxyapatitecoated implants and uncoated titanium-threaded implants in distracted dog alveolar ridges. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89(6):676-85.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

La prothèse fixée symphysaire mandibulaire avec mise en charge immédiate

C. Chavrier

Unité fonctionnelle d'implantologie, université Claude-Bernard-Lyon-I,
43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne cedex, Lyon, France

Reçu et accepté le 6 janvier 2004

Introduction

P.I. Branemark et al. (1981) ont défini les conditions de l'ostéo-intégration :

- utilisation d'implants en titane ;
- mise en nourrice de trois à six mois de ces implants en fonction du site implantaire ;
- mise en charge différée.

Dans ces conditions, l'ostéo-intégration, est une technique fiable et scientifiquement reproductible. Elle est actuellement reconnue et utilisée dans le monde entier. Cette ostéo-intégration n'est en fait rien d'autre qu'une ankylose de l'implant dans l'os (Fig. 1). L'immobilisation de l'implant lors de la mise en nourrice permet en effet la formation d'un cal osseux péri-implantaire (Fig. 1).

Cette technique est fiable et reproductible. Elle présente néanmoins certains inconvénients :

- elle implique le port d'une prothèse provisoire pendant la phase de mise en nourrice ;
- c'est un protocole long et coûteux qui éloigne les patients du traitement implantaire.

Pour remédier à cela de nombreux auteurs ont montré que cette période pouvait être réduite ([1,2] ; Salama, 1995 ; Schnitman, 1997 ; etc.) si les micromouvements étaient inférieurs à 100 microns [3,4]. C'est la technique de la mise en charge immédiate (MCI) qui est apparue applicable en priorité dans les zones symphysaires mandibulaires du fait de la qualité osseuse et de la très faible flexibilité de cette zone. Les armatures de bridges fixes de 12 dents agissent comme des fixateurs externes orthopédiques à condition d'être entière-

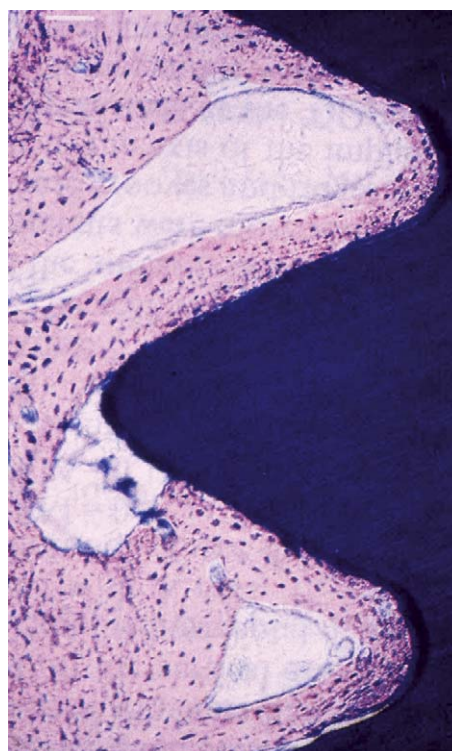


Figure 1 N° 7 CD : l'ostéointégration n'est rien d'autre que l'ankylose de l'implant dans l'os.

ment passives. L'ostéo-intégration se réalise alors dans d'excellentes conditions.

Définition

La mise en charge immédiate (MCI) de bridges symphysaires mandibulaires se définit comme l'installation dans un délai très court après l'implanta-

Adresse e-mail : c.chavrier@wanadoo.fr (C. Chavrier).

tion (3 à 7 jours) d'une prothèse fonctionnelle implanto-portée. « Il y a un consensus à ce sujet ».

Impératifs techniques

Les implants (Fig. 2)

Ils doivent être en titane ou alliage de titane, avoir une longueur et un diamètre d'au moins respectivement 10 mm et 3,4-3,5 mm.

Ils doivent être de préférence des implants vis, car ils ont une meilleure stabilité primaire grâce aux spires (macro-rétention). Un état de surface rugueux obtenu grâce à des techniques soustractives est conseillé (micro-rétention).

Les implants monoblocs sont généralement préférés aux implants en deux parties. On peut néanmoins utiliser des implants en deux temps en visant les piliers lors de leur insertion.

Le nombre d'implants et leur disposition

Le nombre d'implants va varier en fonction du périmètre interforaminal. La mise en place de cinq à six implants est conseillée. Les trous mentonniers doivent être disséqués pour mettre les implants distaux en premier et le plus près possible des trous mentonniers (Figs. 3 et 4), afin d'utiliser au maximum l'espace interforaminal.

La qualité de la prothèse

Chaque fois que cela est possible, il y a préparation à l'avance de l'occlusion et du montage esthétique



Figure 2 N° 12 CD : implant en deux temps XIVE® (à gauche) ; implant en un temps XIVE® (à droite)

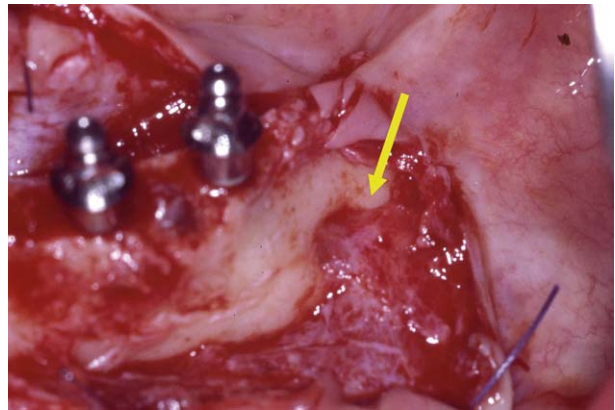


Figure 3 N° 45 CD en bas à gauche : les implants les plus distaux doivent être mis en premier et placés le plus près possible des trous mentonniers.

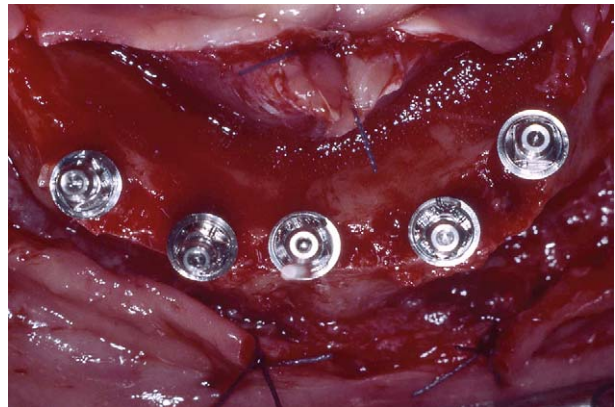


Figure 4 N° 45 CD en bas à droite : le nombre d'implants varie entre cinq et six en fonction du périmètre interforaminal.

de manière à gagner du temps. Si ça ne l'est pas, la prise d'occlusion se fait dans les 24 heures et le montage esthétique le lendemain.

L'armature doit être parfaitement passive et sert de fixation externe afin que les micromouvements restent inférieurs à 100 microns [3,4]. Cette armature est essayée 48 à 72 heures après la pose des implants. Elle peut être en cobalt-chrome ou en alliage précieux de type IV afin d'offrir à la prothèse une bonne rigidité (Fig. 5) Elle ne doit pas présenter de sur-contours (Fig. 6) pour faciliter l'hygiène et la cicatrisation. L'existence d'une fausse gencive est facultative. Elle dépend de la longueur de la distance inter-arcades (Fig. 7).

Les extensions distales, elles ne doivent pas dépasser $1 + 1/2/x$, x étant la distance entre l'implant le plus mésial, et l'implant le plus distal. Néanmoins il y a un consensus pour ne pas dépasser en moyenne 1,5 cm au niveau des extensions [5] (Figs. 8 et 9).

Le délai

Un consensus s'est établi pour dire qu'il y a mise en charge immédiate si le délai entre la pose des



Figure 5 N° 47 CD en haut à droite : essai de l'armature en alliage précieux de type IV, 48 heures après la pose des implants.



Figure 6 N° 47 CD en bas à droite : les prothèses ne présentent pas de sur-contours pour faciliter l'hygiène.



Figure 7 N° 48 CD en haut à droite : la hauteur de la fausse gencive dépend de la distance inter-arcades.

implants et la réalisation de la prothèse ne dépasse pas 5-7 jours.

Les indications

Ce sont les édentements complets mandibulaires, sous réserve que le périmètre interforaminal soit suffisant, que le volume osseux soit d'au moins 10 mm de hauteur et que la qualité osseuse soit de type I ou type II.

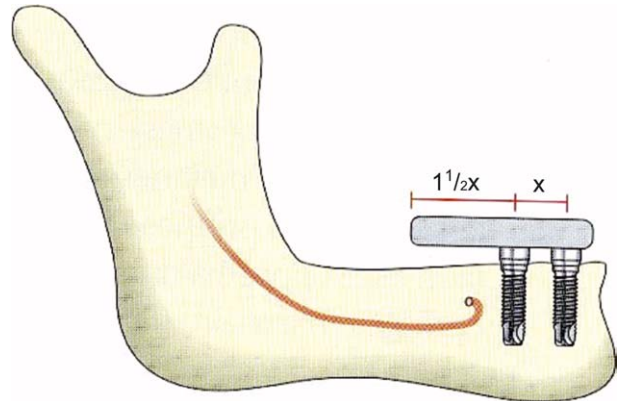


Figure 8 N° 4 du CD en bas au milieu : les extensions ne doivent pas dépasser $1 + 1/2 x$, x étant la distance entre l'implant le plus mésial et l'implant le plus distal [5].

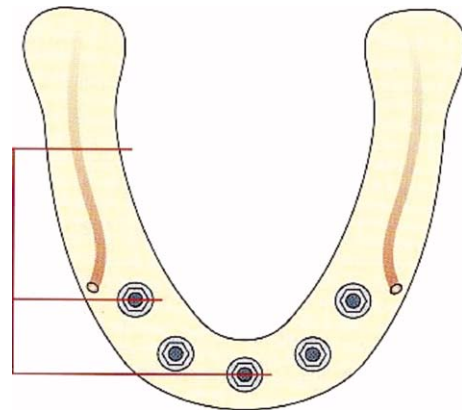


Figure 9 N° 4 du CD en bas à droite : les extensions ne doivent pas dépasser $1 + 1/2 x$, x étant la distance entre l'implant le plus mésial et l'implant le plus distal [5].

La forme de l'arcade dentaire est importante. Elle doit être ovale pour permettre de réaliser un polygone de sustentation prothétique. Si elle ne l'est pas, une prothèse adjointe stabilisée par quatre implants avec une barre d'ancrage sera choisie préférentiellement.

Les contre-indications

- absence de volume osseux ;
- périmètre interforaminal insuffisant ;
- os de mauvaise qualité (type III ou IV) ;
- bruxisme ;
- forme en U de la mandibule.

Les avantages

- principalement le confort donné au patient par :
 - l'absence de deuxième temps chirurgical ;
 - la mise en place de la prothèse d'usage dans la semaine ;

- le maintien du volume osseux symphysaire dans le temps ;
- enfin, elle évite le port d'une prothèse provisoire pendant la phase d'ostéointégration dans la mise en charge différée ;
- statistiquement les résultats sont semblables à ceux obtenus avec la mise en charge différée dans cette région [2,6]. C'est donc dans des mains expertes une technique parfaitement fiable.

Les inconvénients

- allongement du temps chirurgical ;
- cette technique nécessite une parfaite organisation du plateau technique, tant sur le plan chirurgical que prothétique ;
- elle demande une grande expérience et ce n'est pas une technique simple contrairement à ce que l'on pourrait penser.

Conclusion

Après avoir démontré la fiabilité des traitements implantaires fondée sur l'ostéointégration, on réduit actuellement leur durée. Ce délai peut être réduit à presque rien dans les cas favorables d'édentements mandibulaires symphysaires complets. En ce qui concerne ce type de travail il n'existe aucune différence significative, quant au taux de succès, entre la mise en charge immédiate et la mise en charge différée [7-9].

Cette technique qui a fait ses preuves est donc promise à un bel avenir.

Notes bibliographiques

Schnitman P.A., Wöhrle P.S., Rubenstein J.E., Da-Silva J.D., Nai-Huei Wang: Ten-year results for

Bränemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement; *Int J Oral Maxillofacial Impl*; 12(4): 495-503, 1997.

Salama H., Rose L.F., Salama M., Betts N.J.: Immediate loading of bilateral splinted titanium root-form implants in fixed prosthodontics. A technique reexamined: two case reports. *Int J Periodont Res Dent*. 15(4): 345-361, 1995.

Schnitman P.A., Wöhrle P.S., Rubenstein J.E.: Immediate fixed interim prostheses supported by two-stages threaded implants: Methodology and results. *J Oral Implantol*; 16: 96-105, 1990.

Références

- [1] Babbush CA, Kent JM, Misiek DS. Titanium, plasma sprayed, TPS screw implant for the reconstruction of edentulous mandible. *Int J oral Maxillo Surg* 1986;44:274-82.
- [2] Tarnow DP, et al. Immediate loader of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1 to 5 years data. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1997;12(3):319-24.
- [3] Brunski JB. Biochemical factors affecting the bone-dental implant interface. *Clin Mater* 1992;10:153-201 Review paper.
- [4] Brunski JB. Avoid pitfalls of overloading and micro motion of intraosseous implant. *Dental Implantologie date, The International Forum For Continuing Education* 1993;4(n° 10):77-81.
- [5] Engelman MJ. « Décisions cliniques et plan de traitement en Ostéointégration ». Paris: Ed : Quintessence International; 1998.
- [6] Chiapasco M, et al. Implant-retained mandibular overdentures with immediate loader; a retrospective multicenter study on 226 consecutive cases. *Clin Oral Implants Res* 1997;8(1):48-57.
- [7] Nkenke E, Lehner B, Weinzierl K, Thams U, Neugebauer J, Steveling H, et al. Bone contact, growth, and density around immediately loaded implants in the mandible of mini pigs. *Clin oral impl Res* 2003;14:312-21.
- [8] Wolfinger GJ, Balshi TJ, Rangert B. Immediate Functional loading of Branemark System Implants in Edentulous mandibles: Clinical Report of the Results of Developmental and Simplified Protocols. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2003;18:250-7.
- [9] Testori T, Del Fabro M, Szmukler-Moncler S, Francetti L, Weinstein RL. Immediate occlusal loading of osseointegrated implants in the Completely Edentulous Mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18(4):544-51.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Les bridges à la Brånemark sont-ils toujours d'actualité ?¹

Facteurs liés au taux de succès et d'échec des prothèses de recouvrement sur implants de Brånemark dans une étude multicentrique à trois ans

J. Hutton et al.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;10:33-42.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Dans cet article de 1995, John Hutton nous présente les premiers résultats (trois ans) d'une étude multicentrique de cinq ans concernant les prothèses de recouvrement et les implants Brånemark qui les supportent. Il mène cette étude pour analyser les taux et les facteurs de succès des prothèses de recouvrement, ainsi que des implants sous-jacents. Il recherche également une comparaison significative avec les études du même type réalisées pour les prothèses fixes implantoportées.

Après 12 mois de préparation (recrutement et poses d'implants) dans neuf cliniques situées sur trois continents (Union européenne, États-Unis, Australie), l'étude compte 133 sujets appareillés et 510 implants posés : 117 au maxillaire et 393 à la mandibule.

Résultats

À trois ans, 120 sujets sont encore dans l'étude avec 444 implants, dont 254 qui sont en charge, 40 qui ont dû être déposés et 150 qui sont enfouis mais pas activés.

Survie des prothèses de recouvrement

Onze échecs sur 120 sujets (soit 9,2 %) : trois sur 91 à la mandibule (3,3 %) et huit sur 29 au maxillaire (27,6 %, soit trois fois plus).

Survie des implants

Quarante échecs sur 294 implants (13,6 %), sans les implants enfouis : 11 à la mandibule et 29 au maxillaire.

Facteurs de succès et d'échec des prothèses de recouvrement

Les seuls facteurs statistiquement significatifs (prédictibilité de l'échec) sont :

- l'arcade dentaire (maxillaire ou mandibule) ;
- la qualité osseuse (type IV contre les autres) contrairement à l'âge, au sexe, ou à la quantité osseuse.

Facteurs de succès et d'échec des implants porteurs

Aucun facteur individuel n'est significatif (âge, sexe...). Il y a une interaction à double sens significative entre qualité d'os (type IV) et quantité d'os (E : la plus faible) [AB > A + B].

Conclusion

Les auteurs ont réalisé ce protocole pour pouvoir comparer les prothèses de recouvrement implantoportées et les prothèses fixes implantoportées. Il paraît évident que les résultats obtenus ne sont pas favorables aux premières : 13,6 % d'échec pour les implants, 9,2 % d'échec pour les prothèses avec 27,6 % au maxillaire sont des résultats loin des chiffres en vigueur actuellement pour les reconstitutions supra-implantaires conformes aux données acquises de la science. Les facteurs de succès et d'échec développés donnent une idée des sujets à risque, toutefois ils ne suffisent pas à justifier les mauvais chiffres.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Les résultats issus de cette étude sont déconcertants car ils nous incitent à abandonner les prothèses de recouvrement. En effet, comment continuer

[1] Sous la responsabilité du Professeur Christian Chavrier et du Docteur Michel Perriat, DU de chirurgie et prothèse implantaire, faculté d'odontologie de Lyon, rue Guillaume-Paradin, 69372 Lyon cedex 08, France. Tél. : +33-4-78-77-86-84 ; fax : +33-4-78-77-86-96.

Adresse e-mail : c.chavrier@wanadoo.fr (Christian Chavrier).

à élaborer des plans de traitement selon des modèles affichant 84,6 % de réussite à trois ans, alors que l'alternative en prothèse fixée implantoportée nous donne 96 % de succès à dix ans ? Cliniquement, les prothèses de recouvrement demandent de la maintenance et ont un taux de succès moindre que leurs homologues fixes, on peut donc se demander si elles représentent encore une thérapeutique à utiliser ?

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Les prothèses de recouvrement implantoportées représentent une technique risquée de réhabilitation de la denture chez l'édenté total, notamment au maxillaire avec 72,6 % de succès à trois ans. Il vaut mieux préconiser la réalisation de prothèses fixes implantoportées (bridge céramique traditionnel ou bridge ad modum Brånemark). Celles-ci révéleront un meilleur taux de réussite, un plus grand confort pour le patient, et faciliteront la maintenance pour le praticien (pas d'usure de pièces à durée de vie courte tels que les cavaliers).

Analysé par Arnaud Froehly

Taux de survie au bout de dix ans de prothèses fixées sur quatre ou six implants dites « à la Brånemark » sur arcades totalement édentées

Brånemark et al.
Clin Oral Impl Res 1995;6:227-31.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cet article publié en janvier 1995 rapporte les taux de survie au bout de dix ans, d'une part des prothèses dites à la Brånemark et, d'autre part, des implants qui les supportent, de façon individuelle.

À travers cette étude menée sur dix ans, les auteurs veulent montrer les comportements de bridges à la Brånemark supportés par quatre ou six implants, au maxillaire supérieur ou à la mandibule. Tous les implants (des 7 et 10 mm pour 90 %) ont été posés selon le strict protocole suédois avec notamment un taraudage avant la pose des fixtures. Cent cinquante-six patients, totalement édentés au départ, sont ainsi appareillés :

- à la mandibule : 13 prothèses installées avec quatre implants et 59 prothèses installées sur six implants ;
- au maxillaire : 14 prothèses installées avec quatre implants, 70 prothèses installées avec six implants.

Un volume osseux réduit représentait la raison majeure limitant le nombre d'implants à quatre.

Résultats

L'étude ne prend en considération que les patients ayant encore en bouche leur prothèse après dix ans de fonction, soit 149 patients.

Survie des prothèses à la mandibule

Pour quatre ou six implants : 100 % de survie des prothèses. Les auteurs notent quelques réparations de résine et des vis de prothèses fracturées.

Survies des prothèses au maxillaire

Avec quatre implants : 1/14 perdue, 92,8 % de survie.

Avec six implants : 6/70 perdues, 91,4 % de survie.

La cause est due à des pertes d'ostéo-intégration et à des fractures d'implants.

Quatre ou six implants : 91,7 % de survie.

Survie des implants à la mandibule

Avec quatre implants : 88,4 % de survie. Avec six implants : 93,2 % de survie.

Survie des implants maxillaire

Avec quatre implants : 80,3 % de survie. Avec six implants : 78,3 % de survie.

Conclusion

Les auteurs pensent que l'on peut envisager, avec une bonne prédictibilité pour au moins dix ans de survie, de reconstruire des maxillaires totalement édentés par des prothèses implantoportées avec quatre ou six implants de 10 mm. Ils remettent en cause le fait d'augmenter sans cesse le nombre d'implants pour supporter ce type de prothèse.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Savoir que l'on peut obtenir des taux de survie des bridges à la Brånemark aussi élevés, même avec quatre implants est surprenant et à la fois rassurant. Il restera néanmoins psychologiquement difficile d'éliminer nos anciennes habitudes de vouloir poser absolument un maximum d'implants dans un espace disponible. On veillera quand même à privilégier les implants d'au moins 10 mm pour encore augmenter la fiabilité, ce qui est logique.

Il serait alors intéressant que ce type d'étude, menée par des cliniciens et chercheurs de référence, débouche sur un consensus autorisant de multiplier les indications de ces bridges à la Brånemark dans le contexte officiel des données acquises de la science.

Enfin, les auteurs ne s'étendent pas sur le sort des sept patients qui ne prennent pas part à l'étude. Pour plus de transparence et de rigueur de leur exposé, on aurait aimé savoir ce qu'il leur était arrivé et les motifs de leur « élimination ».

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Il est intéressant et à la fois rassurant de savoir que le taux de survie d'un bridge à la Brånemark est d'au moins dix ans, et ce dans un pourcentage minimum de près de 92 % au maxillaire et de 100 % à la mandibule. Cette technique éprouvée et assez simple de mise en application est donc très fiable et ce, quel que soit le nombre d'implants posés (quatre ou six).

Nous pouvons en tirer des applications immédiates dans les plans de traitement que nous proposons à nos patients, dans le cadre de cas totalement édentés et envisager pour eux le confort d'une prothèse fixe. C'est rassurant, notamment pour le maxillaire supérieur qui peut ainsi être traité sans trop d'appréhension, même avec seulement quatre implants.

Analysé par Alain Laguilhomie

Biomechanical considerations in osseo-integrated prosthesis

R. Skalak

J Prosthet Dent 1983;49:843-8.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

À travers cet article, les résultantes des forces appliquées sur les implants sont modélisées par des équations mathématiques pour chacune des composantes verticales et horizontales de ces forces sur chacun des implants support. Nous allons étudier les considérations mécaniques des transferts de force par l'intermédiaire de l'élément prothétique dans le cas de bridge ad modum Brånemark.

Dans le cas d'un implant unitaire, la force occlusale s'exerce sur une barre rigide fixée au sommet de l'implant. Il se crée alors un moment (bras de levier ou torque). Il faut donc que cette force occlusale s'exerce le plus près possible de l'axe implantaire.

Dans le cas de deux implants dont la réalisation prothétique est disposée le long d'une ligne (arrangement linéaire à deux implants), distants de 10 mm, la force occlusale peut être exercée en tout point de la barre.

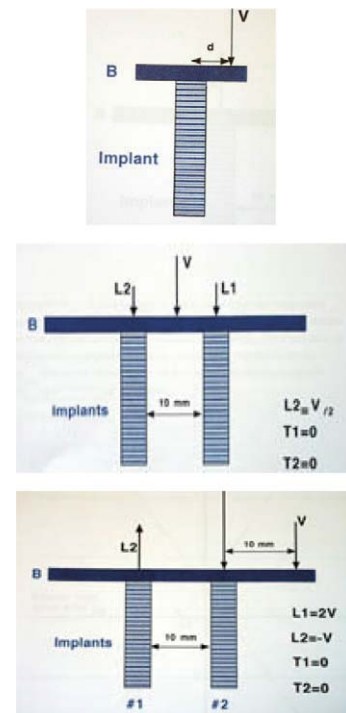
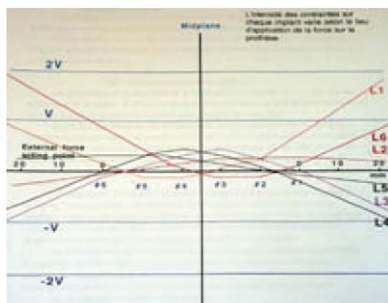
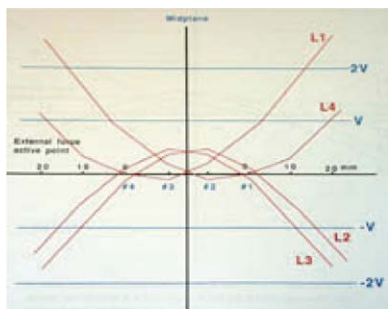


Fig. 1. Le torque nuisible aux implants et à leurs tissus périphériques disparaît dès que l'on passe à plus d'un implant.

La distribution des contraintes sur chaque implant dépend du point d'application des forces. Lorsque la force s'exerce entre les deux implants, l'intensité maximale de la contrainte engendrée au niveau des implants ne dépasse pas celle de la force appliquée. Lorsque la force s'applique au niveau du cantilever, l'intensité de la contrainte engendrée sur l'implant le plus proche dépasse celle de la force et croît proportionnellement avec l'éloignement du point d'application. Pour l'auteur, la perte de l'implant intervient quand la contrainte atteint le double de la force occlusale normale. La longueur maximale du cantilever est donc de 10 mm si les implants sont distants de 10 mm. Dans le cas d'un arrangement linéaire à trois implants, l'analyse reste la même et la longueur maximale du cantilever équivaut à la longueur séparant les deux implants extrêmes. Dans le cas d'un arrangement curviligne implantaire à quatre ou six implants, l'intensité des contraintes engendrées sur chaque implant varie selon le lieu d'application de la force sur la reconstruction prothétique. Similairement à un arrangement linéaire, la contrainte sur chaque implant ne dépasse pas l'intensité de la force appliquée tant que le point d'application reste situé dans l'espace délimité par les implants. Dès que ce point se situe sur le cantilever, la contrainte sur l'implant le plus proche dépasse l'intensité de la force appliquée et croît avec l'éloignement du point d'application.



CE QUE NOUS EN PENSONS

L'auteur est un ingénieur reconnu et un ami personnel du professeur Brånemark. Ses travaux ne peuvent souffrir d'aucune critique. Cependant, cette étude technique sur modèles expérimentaux ne peut s'appliquer qu'en cas de barre prothétique strictement perpendiculaire aux implants.

Dans le cas d'un implant unitaire, voire de deux implants, cette hypothèse est réaliste. Mais dans le cas de plus de trois implants, il est très difficile d'obtenir des axes implantaire parfaitement parallèles entre eux tant dans le plan antéropostérieur que dans le plan frontal, mais aussi perpendiculaire au plan d'occlusion. Si ces conditions ne sont pas réunies, la prothèse n'est pas strictement perpendiculaire à l'implant, ce qui induit des forces parasites de torque au niveau de ces derniers et qui invalident les résultats des recherches.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Une certaine extension est possible mais il faut placer le plus grand nombre possible d'implants pour minimiser la charge sur chacun d'eux. L'auteur observe une corrélation précise entre le nombre d'implants et la longueur autorisée du cantilever mais aussi entre l'intervalle séparant chaque implant et la longueur du cantilever. Selon lui, elle serait de 12 mm pour quatre implants et 28 mm (!) pour six. En fait, les travaux de Mac Alarney montrent que la longueur maximale acceptable pour une extension, avec six implants, est de une fois et demi la distance séparant les deux implants extrêmes.

POUR EN SAVOIR PLUS

Mac Alarney, et al. Determination of cantilever length-anterior-posterior spread ratio assuming failure criteria to be the compromise of the prosthesis retaining screw-prosthesis joint. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11(3):331-9.

Article analysé par Pierre-Olivier Benetiere

Moments et forces sur les implants Brånemark

B.O. Rangert, Mech Eng, Torsten Jemt
Int Jomi 1989;4:241-7.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

La mastication induit essentiellement des forces verticales. Cependant les mouvements de diduction (en fonction des pentes cuspidiennes) provoquent des contraintes transversales.

Les forces résultantes de la mastication sont transmises à chaque unité d'ancrage qui va les transmettre à l'os.

Ces contraintes verticales sont bien tolérées par rapport aux contraintes transversales qui sont mal supportées par l'os. Dans cet article, l'étude porte seulement sur les conséquences mécaniques au sein de l'unité d'ancrage de contraintes verticales, transversales, et de moments de forces.

Forces verticales

Les implants soumis à une force de *compression* transmettent les contraintes directement à l'os sans solliciter les vis de connexion. Ce type de contrainte ne provoque pas de problème mécanique dans l'unité d'ancrage.

La contrainte en *traction*, en revanche, provoque un stress au niveau des vis de connexion qui résistent à la séparation des composants de l'unité d'ancrage. Ces forces sont à l'origine des échecs mécaniques.

Un *moment de torsion*, provoqué par une compression sur une table occlusale décalée par rapport à l'axe de l'implant, entraîne une tension sur la vis et du coup une ouverture des joints entre le pilier et le cylindre en or.

Forces transversales

Une force *transversale* provoque au sein de l'unité d'ancrage un moment de torsion avec pour bras de levier la distance entre le point occlusal d'application de la force et la jonction implant-pilier (la vis en or et la vis de pilier forment une unité car elles sont vissées ensemble). C'est ce joint, entre le pilier et l'implant, qui va s'ouvrir.

Forces verticale sur une extension

Analogie avec une balançoire :

- l'implant *mésial* reçoit une contrainte en traction proportionnelle au bras de levier ;
- l'implant *le plus distal* subit une contrainte en compression équivalente à la somme de la force occlusale appliquée sur l'extension et de la force de compensation en traction de l'implant mésial.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Les conséquences de ces forces vont être différentes selon la situation et la disposition des implants, et de la qualité du joint entre la prothèse et les implants, ainsi que du bon serrage des vis.

Distribution des implants :

- pour une distribution en *ligne droite* des implants, le bras de levier est trop important. Les forces de tractions transmises aux implants antérieurs dépassent le seuil de résistance de la vis en or qui va se dévisser puis se fracturer. La conséquence clinique est la fracture des composants prothétiques ;
- une distribution *curviligne* réduit l'importance du bras de levier et est garante du succès clinique.

Qualité du joint entre le cylindre en or et le pilier : dans le Brånemark système, le cylindre en or et le pilier sont réunis par une vis en or, pour que l'unité d'ancrage puisse supporter et absorber le maximum de contraintes, il faut que l'infrastructure s'adapte parfaitement et passivement. Sinon lors du serrage, une déformation se produit et des tensions internes apparaissent, provoquant à terme l'échec mécanique.

Serrage des vis : le serrage va définir la précharge. La précharge, de 300 N, au niveau de la vis en or est obtenue grâce à un serrage avec un torque de 15 Ncm qui provoque une déformation élastique de la vis de 12 µm. Ainsi une tension externe inférieure à la précharge (300 N) ne provoquera aucun écartement de l'infrastructure. Le premier serrage ne permet pas d'obtenir une précontrainte suffisante. Un écrouissage de la vis et une diminution partielle de la précontrainte apparaissent un certain temps après la mise en fonction. Cet écrouissage se fait à trois endroits : sous la tête de la vis, entre le cylindre en or et le pilier, et dans le pas de vis. L'écrouissage dû aux micromouvements des éléments entre eux réduit les minuscules plages de contact microscopiques. Il est d'autant plus important que les infrastructures sont fragiles et flexibles. Plus l'armature est rigide mieux cela est !

Forces masticatoires et résistance de la vis en or : les charges occlusales maximales rencontrées

lors de la mastication sont de 300 N pour les molaires et de 150 N pour les incisives. La résistance de la vis en or est de 600 N.

La longueur des extensions sur un bridge à la Brånemark va être fonction :

- de la qualité osseuse, qui devra être au maximum de 10 mm au maxillaire contre 15 à 20 mm à la mandibule ;
- de la disposition des implants (alignés ou curviligne), qui nous est dictée par l'anatomie du patient. Dix millimètres entre l'implant le plus antérieur et le plus postérieur sont indispensables.

Skalak nous indique que la longueur de l'extension doit être au maximum égale à une fois et demi la distance séparant l'avant dernier et le dernier implant.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Les paramètres essentiels pour éviter les échecs mécaniques sont :

- la position des implants ;
- l'adaptation de la suprastructure ;
- le serrage des vis ;
- la gestion des extensions ;
- l'analyse de l'occlusion.

Analysé par Hervé Bouchet

Technologie des implants ostéo-intégrés

Graham E. White
Éditions CdP : 1994.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Étude de l'infrastructure

Les prothèses implantoportées sont composées de trois parties : une infrastructure métallique coulée qui assure solidité et connexion rigide aux fondations implant-os, des dents artificielles et la base en résine qui fixe les dents à l'infrastructure.

Forme de l'infrastructure

Dans la majorité des maxillaires édentés, les fixtures sont placées dans le secteur antérieur afin d'éviter le nerf mentonnier et des extensions distales porteuses des dents postérieures sont indispensables. Elles sont en général moins longues au maxillaire qu'à la mandibule.

Principes directeurs de la forme de l'infrastructure

Longueur de l'extension et qualité de l'os

La longueur de l'extension devrait tenir compte du nombre et de la longueur des fixtures mises en place, de la *qualité* et de la *maturité* de leurs sites osseux. Des fixtures longues dans un os mature dense assurent le meilleur support.

Il peut s'avérer nécessaire, dans des circonstances difficiles, de construire des prothèses transitoires qui seront portées immédiatement après la phase suivant l'ostéo-intégration ou durant la période de maturation de l'os. Ce dernier de qualité moindre, peut-être compromis s'il est soumis à une charge intégrale. Les faces occlusales des dents postérieures doivent donc être réduites, leur aménagement ultérieur permettant de leur donner la dimension définitive.

Les forces masticatoires

L'intensité potentielle des forces masticatoires influence la configuration de l'infrastructure.

Les efforts subits par l'infrastructure peuvent être chiffrés à partir d'une modélisation comportant cinq implants mandibulaires antérieurs au nerf mentonnier.

D'après Skalak, lorsque l'extrémité d'une extension de 13 mm est sollicitée, les implants distaux sont soumis à une *compression* au moins deux fois supérieure à la charge appliquée. Sauf pour l'implant 5, lui aussi soumis à une compression, les autres subissent des efforts de *traction* d'intensité variable. Selon ces calculs, l'implant 3 subit une traction d'intensité double de celle de la charge appliquée à l'extrémité du porte à faux.

Conclusions

Certaines variables telles que l'intensité de la force de mastication, la qualité et la quantité d'os, la longueur et la position des fixtures peuvent influencer les efforts transmis par l'infrastructure.

Plus courte est l'extension, plus faible est la contrainte transmise au support.

Selon la qualité de l'os, une marge de sécurité est obtenue avec une infrastructure rigide, la longueur des extensions et la diminution des forces occlusales contrôlées.

Notion de précontrainte exercée par la vis en or

Les vis doivent être serrées jusqu'à leur imposer une contrainte proche de leur point de rupture. Un torque de 15 Ncm impose à la vis une précontrainte de traction de 300 N, valeur recommandée par le fabricant, induisant une déformation élastique de 12 μm .

Si leur serrage est complet, les vis sont protégées et leur durée de vie augmentée.

Le premier serrage ne permet pas d'obtenir une précontrainte suffisante. Un écrouissage de la vis et une diminution partielle de la précontrainte apparaissent après soumission aux charges fonctionnelles. Les vis doivent donc être resserrées après un certain temps.

Alliage et revêtements

Les cylindres en or standard de Nobelpharma et le cylindre conique pour pilier angulé ont un intervalle de fusion compris entre 1280 et 1350 °C. La température de fusion de l'alliage ne doit pas approcher celle du solidus des cylindres. La température de coulée des alliages doit être supérieure à celle de leur liquidus.

En ce qui concerne le choix de l'alliage, les infrastructures, destinées à des prothèses moins volumineuses que les prothèses complètes conventionnelles, doivent être d'un volume moindre. L'infrastructure doit être solide et résister à la fatigue, mais elle risque de se briser ou de se déformer à l'usage. Beaucoup d'autres d'alliages très résistants présentent l'inconvénient d'un liquidus élevé et d'un faible pourcentage d'étirement. Ces considérations prises en compte posent l'indication d'*alliage d'or jaune de type 4* à la solidité renforcée par un traitement thermique. L'alliage Stabilor G est un alliage jaune, à l'intervalle de fusion de 860-940 °C est utilisé à l'université de Sheffield. Il ne nécessite pas de traitement thermique pour le renforcer. Il suffit de laisser refroidir le moule à l'air.

Adaptation et passivité

Le test d'adaptation de Sheffield

Les infrastructures sont fixées aux implants de Brånemark au moyen de petites vis en or.

Avant vissage, aucun mouvement de bascule de l'infrastructure ne doit être détecté.

Un test contrôlant son adaptation passive est basé sur la mise en place d'une vis unique serrée dans la réplique ou le cylindre d'un pilier distal. Aucun hiatus ne doit alors être visible au niveau de toute autre connexion.

Au laboratoire, le test se fait sous grossissement $\times 20$. Au fauteuil, il est fait avec des loupes.

Précision d'adaptation de l'infrastructure

Une adaptation passive est indispensable à la préservation à long terme de l'ostéo-intégration.

Lorsque des insuffisances d'adaptation d'une prothèse sur implant sont rattrapées par un vissage forcé en bouche, certaines des précontraintes auxquelles doivent être soumises les vis en or sont en fait transmises aux implants et, selon la situation

de ces derniers, les soumettent soit à un effort de *traction*, soit à un effort de *compression*. Selon leur intensité et la qualité de l'os, les contraintes induites par l'infrastructure ont tendance à mettre l'ostéo-intégration en péril.

Inadaptation verticale de l'infrastructure

Une mauvaise adaptation de l'infrastructure se manifeste, au laboratoire, par des hiatus verticaux entre les cylindres en or de l'infrastructure et les répliques des piliers, et, en clinique, par le même défaut au niveau des connexions avec les cylindres de piliers en titane. Le plus souvent, le choix est fait de fractionner la pièce métallique et de la resolidariser par soudures. Les soudures sont des sources de fragilité potentielle. Le traitement thermique de renforcement des infrastructures avec soudures est à l'origine de risque de fragilité des joints. Il est alors réalisé des coulées plus volumineuses.

L'adaptation passive se traduit par l'absence totale de bascule de l'infrastructure ou par la fermeture hermétique des hiatus après soudures.

Inadaptation horizontale de l'infrastructure

L'adaptation de l'infrastructure sur les piliers ne peut être précise que si l'expansion des moules en revêtement est suffisante pour compenser la contraction de l'alliage au refroidissement.

Il peut y avoir sous ou surexpansion du revêtement, la position axiale du cylindre n'est pas affectée par une surexpansion mais les cylindres sont déplacés, ce qui provoque une inadaptation dans un plan horizontal. L'expansion du moule est tridimensionnelle mais elle n'affecte la précision des coulées que dans deux directions.

Précision de la connexion vis en or-cylindres en or

Si la vis en or est correctement centrée dans le cylindre en or, toute imprécision d'adaptation latérale de l'infrastructure dans l'implant supérieure à 0,10 mm aura pour effet de courber la vis en or lors du serrage.

Des infrastructures coulées sur- ou sous-dimensionnées, ou des infrastructures précises adaptées sur des modèles contenant des répliques déplacées latéralement obligent à une déformation des implants et des vis lors du serrage en bouche. Cette déformation dissimule l'erreur, tandis que le site osseux est sollicité de façon permanente par l'implant soumis à une déformation élastique. Il peut en résulter une résorption osseuse accélérée si la tolérance de l'os est dépassée.

La vis du pilier peut être soumise aussi à des contraintes. Si la fixture est déformée, la fracture

est probable. La résistance à la fatigue des vis est diminuée si elles sont tordues.

Les erreurs horizontales ne sont pas facilement supprimées par la fragmentation des coulées. Dans le cas d'une infrastructure pour cinq implants, il faut séparer et souder l'infrastructure en quatre endroits.

Ces erreurs d'adaptation latérale peuvent avoir trois origines :

- les répliques de piliers peuvent être décalées latéralement dans les empreintes lors de leur connexion aux transferts d'empreintes ;
- les cylindres en or, et par conséquent les maquettes des infrastructures, peuvent être connectés aux répliques de piliers dans des positions décalées latéralement ;
- les cylindres en or peuvent occuper des positions décalées latéralement dans des infrastructures sur- ou sous-dimensionnées.

L'erreur est vue en bouche que si elle est flagrante. La déformation compensatrice de l'implant et la contrainte horizontale de l'os se manifestent une fois la prothèse mise en place.

En conclusion, la bonne adaptation des prothèses est facilement acquise au stade de l'infrastructure grâce au test d'adaptation de Sheffield en gardant présent à l'esprit l'aspect tridimensionnel des erreurs à détecter.

Élaboration de l'infrastructure pour prothèse complète mandibulaire implantoportée

Empreintes primaires - modèles d'étude

Les empreintes primaires des deux arcades sont prises. Elles servent pour la conception de la prothèse et pour la réalisation des porte-empreintes individuels. Les têtes des piliers sont protégées par des capuchons de protection.

Porte-empreintes individuels

Le porte-empreinte permet l'émergence des vis guides et donne accès aux cylindres des piliers. Les porte-empreintes mandibulaires et maxillaires sont réalisés selon le même protocole.

Matériaux à empreintes

Les capuchons de cicatrisation sont dévissés et les transferts d'empreinte sont reliés aux piliers avec les vis guides qui doivent émerger au dessus du porte-empreinte.

Les empreintes sont faites au plâtre ou avec un matériau plastique. Les transferts sur l'arcade peuvent être réunis par de la résine autopolymérisable Duralay avant de prendre l'empreinte.

Les empreintes sont retirées après dévissage des tiges guides mais sans les retirer.

Mises en place des répliques de piliers

Ils sont fixés aux transferts d'empreintes par les vis guides revissées avec précaution. Le modèle est coulé en plâtre dur et les tiges guides sont dévissées avant de désinsérer l'empreinte. Le transfert et la tige guide peuvent être récupérés.

Réalisation de la maquette de l'infrastructure

Armature coulée

Les infrastructures doivent être aussi peu volumineuses que possible mais suffisamment résistantes.

Des cylindres en or de 4 ou 3 mm de hauteur sont sélectionnés en fonction de l'espace disponible et des possibilités d'accès au nettoyage des piliers.

Les cylindres sont vissés à fond sur les répliques de piliers avec des tiges courtes ou des vis en or réservées au laboratoire.

De la résine Duralay est placée au pinceau progressivement autour de chaque cylindre en or en forme d'anneau. Le matériau recouvre le cylindre à partir du bord inférieur du sillon externe. Les extensions sont ajoutées et les anneaux élargis jusqu'à n'être plus séparés des voisins de 0,5 mm. Les tronçons ne sont assemblés que par de petites quantités de résine afin de réduire la contraction inévitable lors de la polymérisation des jonctions. Lorsque la polymérisation est terminée, il ne faut pas retirer le noyau du modèle ni desserrer les vis.

Une couche de cire dure à inlay est ajoutée pour couvrir le noyau. Le contour de la surface de la maquette est doux et sans angle vif. L'infrastructure entre les cylindres prend une forme d'arche. Les extensions distales sont à 3 mm au moins des tissus muqueux pour permettre un accès au nettoyage en arrière du pilier distal.

La hauteur de la maquette doit être égale à celle des cylindres en or de 4 mm ou avec un rebord de 1 mm au dessus des cylindres de 3 mm. Le bord supérieur des cylindres est totalement débarrassé de cire.

Entre les cylindres, la largeur de la maquette est de 4,5 mm et elle augmente jusqu'à 6,5 mm pour englober chaque cylindre. Les extensions ont une section carrée de 4,5 à 5 mm de côté avec des angles arrondis.

Des billes en plastique sont projetées sur de l'adhésif liquide et assurent un moyen de rétention efficace.

Libération des tensions dans la maquette

Si on retire toutes les vis de fixation sauf une dans la réplique du pilier le plus distal immédiatement après la réalisation de la maquette, on constate que la maquette est mal adaptée (hiatus entre les cylindres en or et les répliques de piliers). Si la

maquette avec les tiges de coulées et toutes les vis mises à fond sont laissées toute une nuit, le test de Sheffield montre une adaptation parfaite de la maquette.

Les tiges de coulées

Elles sont de même longueur et d'un diamètre minimum de 4 mm et de longueur 30 mm. Elles sont collées sur tout leur diamètre et au milieu des extensions. La courbure de la maquette doit être à distance uniforme de la paroi du cylindre, jamais à plus de 10 mm de la paroi du cylindre et à 6 mm du sommet du cylindre. La solidification des alliages s'accompagne d'une contraction. L'ensemble des tiges de coulées se contracte et déforme la coulée. Cette déformation est évitée si les tiges ne se rejoignent pas, les tiges se contractent indépendamment de l'autre sans effet sur l'infrastructure.

Adaptation des infrastructures

Les coulées débarrassées du revêtement sont brossées sous l'eau et séchées. La précision d'adaptation de la coulée sur modèle est d'abord contrôlée par compression digitale, avant d'insérer une vis dans une réplique de pilier distale. L'adaptation doit être la même en tout endroit de l'infrastructure à chaque fois qu'une nouvelle vis est mise en place.

Finition de l'infrastructure

Les cylindres en or sont protégés par des capuchons pour le polissage et les tiges de coulées sont supprimées.

Contrôle final d'adaptation

Parfois, il arrive qu'un petit soupçon d'inadaptation verticale entre un cylindre en or et la réplique de pilier à distance de la vis existe et le hiatus est fermé par une faible pression digitale (erreur due à des copeaux de cire). Dans ce cas, une adaptation satisfaisante peut être confirmée par le test suivant. Sous une température de 20 °C, une bande de cire à modeler de 13 mm de large peut exercer une force de 200 g avant de se déformer. La fermeture du hiatus par compression avec ce bâton de cire sur l'infrastructure confirme que son adaptation est satisfaisante.

Essai de l'infrastructure

L'infrastructure terminée est envoyée au chirurgien-dentiste avec une vis en or pour laboratoire et la qualité du travail est vérifiée avant l'essai clinique. Le même test d'adaptation est répété dans la bouche mais avec une vis neuve ou avec un jeu complet de nouvelles vis pour vérification finale globale. Les rapports intermaxillaires peuvent être enregistrés dans la même séance avec un bourrelet en cire collé sur l'infrastructure avec

de la cire dure. Une seule petite tige guide ou vis en or placée dans un implant antérieur permet de retenir l'ensemble infrastructure-base d'occlusion pendant l'enregistrement des rapports interarcades.

Infrastructure usinée : le système Procera all-in-one

Il est destiné à la réalisation des armatures de grande étendue pour bridges classiques ou pour les prothèses type bridge « à la Brånemark ». La pièce prothétique est obtenue par usinage d'un seul bloc de titane.

Une maquette en résine est réalisée par le technicien de laboratoire selon les critères de la prothèse conventionnelle. Les contours de la maquette sont enregistrés à l'aide d'un scanner laser qui permet aussi de mémoriser la position et l'axe des implants sur le modèle. Les informations numérisées sont dirigées vers une unité de production en Suède pour piloter la machine-outil.

L'armature *All-in-one* est réalisée soit directement sur implants, soit sur piliers *Multi-Unit*. L'empreinte des têtes implantaire ou des piliers est réalisée de façon classique mais en utilisant un matériau assurant la plus grande fiabilité.

Les modèles sont montés en articulateur après enregistrement d'une relation intermaxillaire en position d'équilibre neuromusculaire. Le technicien réalise le montage des dents. Lorsque l'esthétique et la phonétique ont été validées en bouche, le prothésiste réalise des clés du montage et prépare sur des piliers provisoires en résine ou sur des bagues de pilier en résine l'armature du bridge, comme s'il devait la couler. Dans le cas d'une prothèse destinée à recevoir des dents du commerce, il doit prévoir des rétentions macroscopiques car il ne sera pas possible de mettre des microbilles.

La machine située en Suède réalise une copie de la maquette en résine par usinage d'un bloc de titane commercialement pur. La machine usine également l'équivalent des intrados des piliers ou des intrados des cylindres en or, qui doivent avoir la même qualité d'ajustage. Leurs positions et leurs axes ne sont pas copiés sur la maquette en résine, mais sont issus d'un enregistrement des répliques sur le modèle.

Cette technique est indiquée pour les armatures de bridge vissé destinées à être recouverte de céramique ou des armatures de prothèse adjointes vissées, destinées à recevoir des dents du commerce. Elle est indiquée dans tous les cas de prothèse vissée à la mandibule. Le titane remplace avantageusement les alliages non précieux et pré-

cieux. Elle permet de réaliser une reconstruction complète d'une arcade dentaire avec un seul métal.

L'utilisation de cette technique est réservée aux implants Nobel.

Réalisation clinique : six implants Brånemark MK III sont placés entre les trous mentonniers. Les piliers de cicatrisation sont placés quatre mois après l'implantation. À six semaines, les piliers de cicatrisation sont remplacés par des piliers *Multi-Unit* recouverts de capuchons en téflon pour éviter la prolifération gingivale sur les piliers.

L'empreinte est réalisée selon la technique pick-up : les transferts d'empreintes sont vissés sur les piliers avec des vis longues et le porte-empreinte individuel à fenêtre est garni de plâtre *Snow-White*. Le modèle de travail comporte une fausse gencive amovible pour laisser une parfaite visibilité des répliques de piliers.

Le modèle est contrôlé en réalisant une clé en plâtre qui englobe les six transferts vissés sur le modèle. Cette clé est ensuite vissée en bouche sur les piliers avec précaution. Si le serrage progressif des six vis n'entraîne pas de fissure de la clé en plâtre, le modèle est validé.

Une lame de Brill en résine transvissée à la mandibule permet l'enregistrement d'une relation intermaxillaire dans une position d'équilibre neuromusculaire. Les modèles sont montés en articulateur, la position du maxillaire supérieur est transférée grâce à un axe facial.

Un montage esthétique et fonctionnel est réalisé et validé en bouche.

Le prothésiste prépare ensuite la maquette de l'armature métallique : des cylindres provisoires en résine sont transfixés sur les répliques de piliers et de la résine autopolymérisable est ajoutée jusqu'à obtenir le volume souhaité, en s'aidant des clés réalisées à partir du montage esthétique. La forme de l'armature est différente de celle des armatures coulées, elle correspond aux exigences particulières du système d'usinage.

Le modèle de travail et la maquette sont expédiés en Suède pour le scannage Laser et la réalisation.

L'armature est retournée brute de fraisage et demande un important travail de finition. Toutefois, les parties correspondant aux piliers sont parfaitement usinées et polies et doivent être protégées pendant le travail de finition.

L'armature est essayée en bouche et les tests de passivité sont réalisés et permettent de constater sa parfaite passivité. À ce stade, la prise d'un articulé de Tensch permet de réaliser la finition et l'équilibrage au laboratoire.

La prothèse est vissée en bouche avec des vis en or à 10 N. Un contrôle radiographique permet de constater le bon ajustage de l'armature.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Utilisation d'un seul métal, le titane qui est biocompatible, résistant à la corrosion, antimagnétique, bactériostatique, léger et présente une faible conductibilité thermique.

Cette technique évite les inconvénients liés à la coulée du titane.

La robotisation du système permet d'assurer un résultat constant quelle que soit la courbure de la poutre ou son volume, ce qui n'est pas le cas avec les techniques de coulées.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Aucune erreur d'empreinte n'est tolérable, la structure en titane ne peut être coupée et soudée. Le coût est élevé.

Remarque : selon Brånemark, seule les vis en or, du fait de leur module d'élasticité, permettent de serrer les piliers à 32 Nm (NP et RP) ou 45 Nm (WP) et garantissent un excellent blocage des pièces mais ces vis ne semblent pas être en accord avec le concept « tout titane ».

Les photographies en 3D de la situation clinique ont été expérimentées comme une option possible pour remplacer la prise d'empreinte. Cette technique a montré une adaptation clinique comparable pour les armatures usinées issues d'une photographie 3D et celles réalisées à partir d'un maître modèle conventionnel.

POUR EN SAVOIR PLUS

Örtorp A., Jemt T. Développement des armatures en titane pour la prothèse implantaire. *Implant* 2001;7(3).

Édouard G. Le système Procera en implantologie. Mémoire pour le diplôme universitaire de chirurgie et prothèse implantaires.

Analysé par Thierry Gasnier

Fixed implant-supported prostheses in the edentulous maxilla

T. Jemt

Clin Oral Impl Res 1994;5:142-7.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Soixante-seize patients traités avec des ad modum Brånemark.

Étude réalisée à la clinique Brånemark entre 1986 et 1987.

Quatre cent quarante-sept implants posés chez 76 patients.

La longueur des implants varie de 7 à 10 mm.

La qualité osseuse des sites varie de 1 à 4.

Une résorption osseuse minimale a été observée suivant une échelle de 1 à 5. La moyenne s'établit à 3,09.

Mise en place d'un bridge avec des dents en résine et un cantilever de 7 à 12 mm.

Suivi des problèmes avec des contrôles périodiques.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Douze patients perdus (décès et déménagements).

Trente et un implants perdus et remis en place : 15 avant la pose de la connectique et sept pendant la première année de mise en charge.

Taux de réussite à cinq ans est de 92,1 %.

Un seul individu a perdu tous ses implants.

À cinq ans, 95,9 % des patients ont toujours une prothèse fixe.

Seuls quelques patients ont nécessité un suivi plus important.

Au niveau radiographique à cinq ans : perte de 0,6 mm d'os.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Les résultats sont bons avec peu de problèmes majeurs.

Un seul échec complet dû à une erreur de diagnostic dès le début.

La qualité osseuse et la résorption sont déterminantes pour la survie des différents implants.

Les problèmes surviennent essentiellement pendant la première année et diminuent au cours des années suivantes.

Au cours de la première année on observe des problèmes de phonation.

Avec les années on rencontre des fractures de résine : la résine est utilisée pour diminuer les forces transmises aux implants.

En conclusion :

- les implants sont perdus essentiellement pendant la première année et certains avant la mise en fonction ;
- les problèmes les plus fréquents rencontrés sur des bridges maxillaires fixés sur des implants sont des problèmes de phonation et de fracture de résine.

Analysé par Philippe Druet

Modifications in the design and fabrication of mandibular osseointegrated fixed protheses frameworks

Anne Sue Von Gonten et al.
J Prosthodontics 1995;2:82-9.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Anne Sue Von Gonten et al. présentent l'analyse des conclusions concernant le dessein des prothèses fixées sur implants pour répondre aux impératifs fonctionnels :

- moduler les pressions sur l'os ;
- éviter la rétention de débris alimentaires ;
- contrôler la plaque bactérienne ;
- respecter les exigences esthétiques.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Réduction du stress et des chocs sur les implants. Utilisation de résine acrylique.

La résine au niveau mandibulaire donne un résultat esthétique satisfaisant.

Le contrôle de la plaque bactérienne a une influence sur la santé tissulaire.

La formation et l'adhérence de la plaque sont liées à l'état de surface de la prothèse.

Les résines acryliques ont une énergie de surface plus importante que les alliages métalliques ce qui favorise l'adhésion de la plaque.

La résine a une abrasion de surface importante qui favorise également la rétention de la plaque, donc nécessité d'un nettoyage rigoureux.

Les forces exercées sur la suprastructure sont maximales au niveau du dernier implant ou juste derrière.

La force de la suprastructure doit être adaptée pour éviter la fracture.

Taylor préconise au moins 3 mm de métal le sens vertical.

De plus la forme en « I » donne une solidité et une rigidité optimum tout en réduisant la masse.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Le confort du patient est supérieur quand il y a seulement du métal en contact avec les tissus par rapport à une surface mixte résine/métal.

L'adhérence de la plaque dentaire peut être diminuée en réduisant la surface de résine exposée en milieu buccal.

L'inconvénient majeur réside par le coût occasionné par ce type de suprastructure.

Analysé par Philippe Druet

La prothèse partielle fixée sur implants ostéo-intégrés vissés

J.-P. Lucchini, D. Brunel, R. Jenny, J. Lavigne
Les Cahiers de Prothèses 1990;70:35-49.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

La première application thérapeutique des implants ostéo-intégrés, telle qu'elle a été définie par l'école suédoise, concerne la réhabilitation des arcades inférieures totalement édentées.

De plus, les résultats à court et à long terme sont excellents dans toutes les statistiques rapportées dans la littérature, ceci pour plusieurs raisons :

- les implants sont en nombre suffisant, de longueur maximale (pas d'obstacles anatomique) ;
- ce type de prothèse évite les dents artificielles trop longues et ne s'opposent pas à l'hygiène ;
- le point d'émergence des vis ne pose pas de problème ;
- cela évite tout effet iatrogène d'un éventuel surplomb de la partie vestibulaire de la prothèse ;
- les surcharges n'existent pas pour une prothèse totale inférieure fixée sur implants ostéo-intégrés avec pour antagoniste une prothèse totale amovible.

Le choix d'un matériau de reconstitution occlusal (résine, métal, céramique) est déterminé au moment du plan de traitement prothétique (avant la pose des implants) et dépend de nombreux facteurs, tels que :

- cas complet ou partiel ;
- nature des antagonistes (dents naturelles ou prothétiques) ;
- présence de parafonctions centrées ou excentrées :
 - existence d'un guide canin ;
 - tonicité du système musculaire ;
 - importance de la restauration implantaire ;
- disposition et longueur des implants.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Cette étude de Lucchini et al. enregistre sur un oscilloscope la propagation des vibrations transmises à la base d'un implant coiffé par un élément acrylique, métallique ou céramique.

En voici les résultats.

La répétition de cette transmission des vibrations avec un matériau dur peut être néfaste au niveau de l'implant lui-même, au niveau des vis de solidarisation dont elle peut favoriser la fracture.

L'importance des forces occlusales transmises aux implants est ainsi proportionnelle à la dureté

du matériau d'occlusion utilisé et c'est pourquoi l'emploi de la résine est conseillé et confirmé par les études de Skalak en 1995.

Une autre étude de Pierrisnard et al. (Comportement mécanique des implants et matériau prothétique. *Implant* 1996;2(1):17-28) démontre par la méthode des éléments finis, que l'influence du matériau constituant la couronne prothétique sur l'intensité et l'étendue des contraintes distribuées à l'implant et à l'os est nulle.

En revanche, l'intensité et l'étendue des contraintes distribuées varient suivant les matériaux constituant la couronne prothétique, c'est-à-dire qu'il y a augmentation de 20 % des contraintes sur les suprastructures et vis prothétiques lorsque la couronne est en résine par rapport à une couronne en or, ceci sous l'action de forces verticales.

Si la force est oblique et la couronne en résine, bas module d'élasticité, l'augmentation n'est que de 7,5 % par rapport à l'or.

Donc si la couronne prothétique est constituée d'un matériau à bas module d'élasticité (résine), la vis prothétique est plus sollicitée et les risques de dévissage et de fracture plus fréquents avec ce type de matériaux, ce qui confirme les études de Clayton et Simonet en 1990 et l'utilisation de la céramique en tant que matériau cosmétique.

Cependant, il est difficile de faire confiance à cette étude car la méthode des éléments finis ne semble pas être adaptée à l'étude de nos matériaux.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Les études sont contradictoires mais on retiendra tout de même l'utilisation de la résine pour la réalisation de ces bridges à la Brånemark.

La phase chirurgicale est importante car elle place les implants sur l'arcade et détermine ainsi les futures forces qui s'exerceront sur les implants et le matériau cosmétique.

Il est nécessaire que la maintenance prothétique soit facile et, là encore, c'est la résine qui prend l'avantage sur la céramique.

Analysé par Stephan Duffort

Occlusal considerations for implant-supported protheses

Misch

Saint Louis ; Mosby : 1993. p. 705-33.

Les schémas occlusaux en prothèse implant-portée sont basés sur ceux développés pour les dents naturelles et transposés sans modifications.

Le choix du schéma occlusal est très important car la surcharge occlusale sur les implants reste un facteur d'échec non négligeable.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Généralités

Différence dent naturelle-implant

Le ligament alvéolodentaire contribue à diminuer le stress au niveau osseux en amortissant les contraintes et joue le rôle de signal d'alarme en cas de surcharge occlusale.

Son absence au niveau peri-implantaire fait que toute surcharge va se traduire par une perte osseuse irréversible et/ou une fracture des composants prothétiques.

Forces appliquées sur l'implant

L'implant résiste mieux aux forces axiales s'appliquant selon son grand axe ; l'os subit alors une contrainte de compression qu'il supporte bien.

Les forces latérales vont placer sous contrainte les différents éléments de la prothèse implantoportée et vont augmenter les contraintes autour de l'implant en tension et cisaillement face auxquelles l'os n'est pas très résistant.

Les forces dites « off-set » sont des contacts occlusaux linguaux ou vestibulaires par rapport au grand axe de l'implant.

Elles sont rencontrées souvent en prothèse visée car :

- en antérieur, les implants sont positionnés plus lingualement qu'en prothèse scellée ;
- en postérieur, il faut éviter tout contact au niveau de la vis recouverte par de la résine qui va s'user.

L'implant doit donc être placé dans l'axe d'application de la force occlusale afin d'éviter au maximum la création de moments au niveau du corps de l'implant.

Biomécanique

Influence du diamètre des implants et du nombre d'implants pour répartir les forces.

Les implants de large diamètre ont une plus grande surface de contact osseux ce qui réduit les contraintes au niveau peri-implantaire et de par la largeur du col, ont une résistance à la fracture supérieure aux implants standard.

Les implants de petit diamètre transmettent donc plus de stress au niveau osseux et dans les régions recevant des forces importantes, il faudra augmenter leur nombre pour mieux distribuer les contraintes.

La dimension vestibulolinguale de la table occlusale est liée au diamètre des implants.

Or plus la table est large, plus les forces développées par le système stomatognathique sont importantes lors de la mastication.

On privilégiera donc les tables de dimension réduite dans les zones non esthétiques.

Effet de la résorption osseuse

La résorption osseuse après perte des dents naturelles influence la position des implants au niveau des arcades.

Il apparaît différentes divisions osseuses selon le degré de résorption (A, B, C, D).

Les implants devront être placés le plus possible dans l'axe de la force occlusale et la morphologie cuspidienne devra être adaptée en conséquence selon des critères fonctionnels et esthétiques.

Schémas occlusaux

Concept de la « Medial positioned lingualized occlusion »

Il a été développé par Misch pour les restaurations complètes maxillaire et mandibulaire :

- « medial position » des dents mandibulaires : leur fosse centrale doit se situer sur la ligne joignant la canine à la face interne du trigone rétro-molaire. Plus la résorption du maxillaire postérieur est importante, plus la situation de la cuspide linguale mandibulaire sera médiale. Mais il y a des limites et dans les cas de forte résorption maxillaire, la deuxième molaire peut être en *cross-bite* ;
- « occlusion lingualée » : il y a une rotation des cuspidées maxillaires pour que seule leur cuspide palatine soit en occlusion avec la fosse centrale des molaires mandibulaires en RC. Il n'y a pas de contact des dents antérieures en RC ;
- occlusion bilatéralement équilibrée pour la stabilisation lors des excursions.

Proposition de schémas occlusaux dans le cas d'un bridge implantoporté, selon l'antagoniste

- antagoniste = PAT ou prothèse adjointe supra-implantaire sur barre : occlusion médiale lingualée bilatéralement équilibrée ;
- antagoniste = dents naturelles, prothèse fixée, prothèse fixe implantaire :
 - en RC, contacts répartis sur toutes les dents avec des contacts légers sur les cantilevers ;
 - en latéralité, fonction de groupe antérieur ;
 - en propulsion, désocclusion des dents postérieures.

Modification de la morphologie des tables occlusales pour éviter l'effet nocif des forces latérales : morphologie adaptée à la fonction

Le corps de l'implant doit recevoir une force verticale le long de son grand axe en RC, il doit participer à la dynamique que de manière très légère.

Pour diminuer la composante horizontale des forces, il faut modifier la morphologie des tables occlusales et réduire l'angulation cuspidienne.

Implant mandibulaire opposé à une dent naturelle :

- division A : l'implant peut être placé sous la fosse centrale de la dent naturelle préexistante qui reçoit la cuspide palatine de la molaire maxillaire. La cuspide buccale mandibulaire peut être réduite sans diminuer la DVO ;
- division B : l'implant sera placé sous la cuspide linguale de la dent naturelle préexistante. La table occlusale devra être considérablement réduite voire laisser une seule cuspide.

Implant maxillaire opposé à une dent naturelle :

- division A : l'implant peut être placé sous la fosse centrale de la dent naturelle préexistante. Pour être sollicité dans son grand axe, sa fosse centrale doit recevoir la cuspide vestibulaire de la molaire mandibulaire. La cuspide linguale sera réduite mais la vestibulaire ne peut l'être pour des raisons esthétiques.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Concept de l'élément fragile

Permet de choisir un schéma occlusal pour distribuer les forces en tenant compte des éléments fragiles :

- nature de l'arcade antagoniste :
 - PAT maxillaire en antagoniste : occlusion lingualée bilatéralement équilibrée ;
 - dents naturelles ou prothèse fixe : contacts simultanés sur les dents antérieures et postérieures en RC, fonction de groupe antérieure avec guidage antérolatéral sur le plus grand nombre d'implants les plus antérieurs, guidage antérieur en propulsion sans contacts postérieurs ;
- le type de prothèse : en extensions, contacts légers en RC, pas de contacts dans les mouvements excursifs ;
- possibilité de placer des implants dans le secteur incisivocanine : deux implants minimum doivent être sollicités dans chaque excursion (idéal : canine et incisive latérale).

Choix du matériau

Il n'y a pas de matériau « idéal » car il se produit soit une perte de schéma occlusal si le matériau s'use (résine), soit une transmission directe à l'implant des forces si le matériau a un coefficient de dureté important (céramique).

Le choix du matériau occlusal est donc un compromis (esthétique, abrasion-dureté) qui sera fait en fonction du type de restauration et du cas clinique.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

L'importance de la maintenance pour éviter la perte du schéma occlusal initial et donc des surcharges localisées à l'origine de la perte des implants ou des fractures de constituants prothétiques.

Analysés par Isabelle Rigal et Pascal Paldino

Facteurs de risques et traitements implantaires

F. Renouard, B.O. Rangert

Paris : Quintessence Internationale ; 1999.
p. 173-6.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Complications pouvant apparaître lors de la mise en place des implants et à la période primaire de cicatrisation :

- hémorragie ;
- lésion nerveuse ;
- absence ou perte de stabilité primaire de l'implant ;
- perforation tissulaire.

Complications pouvant apparaître après la mise en fonction prothétique :

- perte osseuse continue au-delà du premier fillet de l'implant ;
- dévissage répété des vis de prothèse ou de pilier ;
- fracture des vis de pilier ;
- fracture du matériau cosmétique ;
- fracture implantaire ;
- difficultés phonétiques ;
- problème esthétique ;
- gingivite hyperplasique ;
- morsure linguale.

Dans les cinq premiers cas, ce sont des complications biomécaniques. Les facteurs responsables de ces complications sont le plus souvent :

- un nombre insuffisant d'implants ;

- une adaptation non passive de l'armature prothétique ;
- un positionnement des implants sur une même ligne entraînant un risque de surcharge important ;
- la portée des extensions trop importante ;
- une mauvaise précision d'adaptation des différentes pièces prothétiques due à une qualité de l'usinage médiocre ;
- une charge occlusale trop importante transmise trop transversalement aux implants ;
- un vissage d'une intensité non adaptée.

Difficultés phonétiques

Le problème est délicat si le maxillaire est fortement résorbé, surtout si la lèvre supérieure est courte et tonique.

Le problème peut également survenir si la position des dents prothétiques ne correspond pas avec la position des dents naturelles.

Les patients qui ne s'adaptent pas rencontrent des problèmes durables de projections de salive expulsée à travers les espaces existants entre la prothèse et les tissus sous-jacents.

Le zézaïement est un problème d'incapacité d'adaptation de la langue à la présence de l'espace hygiénique.

La solution à ce problème est la modification des pontiques de la prothèse en pontiques contramuqueux et l'obturation des espaces interproximaux par des fausses gencives vestibulaire ou palatine amovibles ou fixe.

Une autre solution est l'utilisation des piliers plus courts.

Problème esthétique

Un problème esthétique peut survenir si le patient présente un sourire gingival ou si l'axe des implants est trop vestibulaire.

Gingivite hyperplasique

L'hyperplasie gingivale est le plus souvent provoquée par une mauvaise hygiène. Elle est traitée par une intensification des mesures d'hygiène.

L'accès aux espaces interpiliers doit être également contrôlé.

Si la forme de la prothèse ne permet pas une hygiène adaptée (piliers trop courts), elle doit être modifiée afin de permettre le passage des brossettes et fils sous l'infrastructure prothétique.

Morsure linguale

Les patients avec une édentation mandibulaire à long terme présentent souvent une macroglossie.

Chez ces patients les morsures linguales dans la région postérieure sont fréquentes. Afin de remé-

dier à ce problème, la prothèse est vestibulée au maximum sans compromettre l'occlusion dans les secteurs postérieurs afin de libérer la place pour la langue.

Dans les cas extrêmes une plastie de la langue peut s'avérer nécessaire.

Analysé par Achille Peivandi

Brånemark Novum® : un nouveau concept de traitement pour la restauration de l'édentement mandibulaire. Résultats préliminaires d'une étude prospective de suivi clinique

Brånemark P.I., Engstrand P., Ohnell L.O., Grondahl K., Nilsson P., Hagberg K., Darle C., Lekholm U.
Implant 2000;6:5-21.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

But

Ce protocole permet la mise en place de trois implants spéciaux et la livraison d'une prothèse complète inférieure définitive dans la même journée.

Historique

Il existe un manque de connaissance ou de consensus sur l'approche optimale en ce qui concerne la mise en charge immédiate des implants du système Brånemark. De plus, certains auteurs ont noté une fréquence d'échec plus élevée lorsqu'on a appliqué aux implants le protocole en deux temps. Cela est peut-être inhérent à des forces incontrôlées s'exerçant sur les composants transmuqueux non reliés les uns aux autres, ce qui peut être éliminé si on fixe une construction rigide sur les implants tout de suite après leur insertion chirurgicale. Richard Skalak (1923-1997) a évalué cette hypothèse en 1995, de pair avec Per Ingvar Brånemark et, ensemble, ils ont développé une nouvelle approche pour la mise en charge immédiate à la mandibule en recourant à des composants préfabriqués.

Les objectifs

La recherche visait les objectifs suivants :

- raccourcir constamment la période d'absence de charge pendant la cicatrisation, le but final étant de mettre au point un protocole de traitement global le même jour ;
- évaluer une nouvelle méthodologie normalisée afin de parvenir à une connexion rigide des

implants au stade de la chirurgie implantaire, et de disposer de composants chirurgicaux et prothétiques préfabriqués ;

- éliminer l'attente de la période de cicatrisation ;
- supprimer la prise d'empreinte prothétique ;
- livrer la restauration finale le jour même de la chirurgie implantaire ;
- communiquer les premiers résultats de ce nouveau protocole thérapeutique.

L'instrumentation

La mise en place des implants est effectuée grâce à des gabarits de forages, quatre au total :

- le premier sert de guide marquage ;
- le deuxième est un gabarit d'évaluation qui sert à évaluer parfaitement l'emplacement, l'angulation et le parallélisme des fixtures ;
- le troisième nommé gabarit de positionnement sert à placer le premier implant ;
- le quatrième en forme de « V » permet de poser les deux implants latéraux.

Des tiges guides sont utilisées pour immobiliser ces gabarits sur la crête osseuse.

Les guides de forages sont placés sur ces gabarits pour la préparation des sites implantaires en s'aidant d'une série de forets spécialement conçus à cet effet.

Les étapes cliniques

Évaluation préopératoire

Les patients font l'objet d'un examen préopératoire visant à déterminer la taille de l'arcade, le volume osseux, la densité osseuse, la relation occlusale et l'état de la denture antagoniste.

Protocole chirurgical

La crête osseuse est réduite en hauteur et on aménage ainsi une plateforme osseuse d'une largeur de 7 mm. Pour le forage, on utilise quatre gabarits différents afin de suivre l'augmentation progressive du diamètre des préparations, réalisées avec des forets spécialement conçus à cet effet. Après la mise en place des implants, on repositionne les tissus mous autour des implants et on suture avec du fil résorbable. On applique sur la muqueuse environnante une mince feuille de silicone qui va limiter l'œdème et fermer hermétiquement l'incision. Ensuite, on utilise des vis en titane pour relier la barre de titane préfabriquée (barre inférieure) à la partie transmuqueuse des implants.

Protocole prothétique

L'étape chirurgicale est immédiatement suivie d'une étape prothétique ; celle-ci commence par la

mise en place d'une deuxième barre préfabriquée en titane (barre supérieure) qui vient recouvrir la barre inférieure installée pendant la chirurgie. La barre supérieure est immobilisée par deux vis temporaires assurant une fixation rigide. Un enregistrement de mordue est réalisé afin de déterminer la relation centrée et la dimension verticale. L'ensemble barre supérieure-index occlusal est retiré avec précaution, et remis au prothésiste du laboratoire intégré en vue de la fabrication de la restauration prothétique. Aucune empreinte conventionnelle n'a été prise des fixtures individuelles ni de la muqueuse environnante.

Protocole de laboratoire

La barre supérieure est montée sur une réplique de laboratoire de la barre inférieure ; l'enregistrement de l'occlusion est correctement repositionné entre la barre supérieure et le modèle maxillaire. Ensuite, on réalise le bridge inférieur.

Livraison du bridge

Le nouveau bridge est fixé par quatre vis serrées à l'aide d'un moteur dynamométrique électrique, réglé suivant des valeurs préétablies (20-45 Ncm). On vérifie l'occlusion et la relation inter-arcade et on procède aux ajustements nécessaires. Les orifices d'accès aux vis sont provisoirement scellés par un silicone de faible viscosité.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Des études cliniques ont été réalisées sur 50 patients qui ont reçu 150 implants de type Brånemark Novum® et ils sont suivis entre six mois et trois ans par Brånemark et al. (2000).

Trois implants n'ont pas pu être suivis pendant la durée de l'expérimentation et trois ont été perdus, ce qui donne un taux global de survie de 98 %. Une prothèse a été déposée, ce qui donne un taux de survie prothétique de 98 %.

La résorption moyenne cumulée de l'os par rapport au point de référence a été de 0,9 mm après un an et de 1 mm après deux ans.

Les patients ont montré un degré élevé de satisfaction vis-à-vis de la nouvelle procédure ; tous se sont déclarés heureux des résultats et prêts à recommander le traitement à d'autres personnes. La majorité d'entre eux ont considéré que ce traitement n'entraînait pas de gêne.

Avantages :

- moins cher ;
- plus rapide (sept heures en moyenne) et permet de traiter les patients habitant loin ;
- psychologique car les patients ne sont pas privé de leur prothèse ;
- connexion rigide des implants au moment de la pose chirurgicale des fixtures ;
- étape prothétique plus facile car pas de prise d'empreinte, passivité des barres et précision plus importante comme les pièces sont usinées ;
- cicatrisation plus rapide, peu de complications et douleurs diminuées car le site est protégé par la suprastructure et une mince feuille de silicone.

Inconvénients :

- une seule forme de gabarit disponible ;
- protocole très minutieux demandant de la rigueur ;
- implants de gros diamètre donc beaucoup de forêts intermédiaires et une bonne irrigation ;
- praticien expérimenté apte à visualiser le résultat final ;
- exigence d'une étude préimplantaire et prothétique approfondie (anatomie, esthétique et occlusion) ;
- travail d'équipe regroupant chirurgien, praticien prothésiste et technicien de laboratoire ;
- en cas de perte d'un implant le protocole est remis en cause.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Les études de Brånemark et al. (2000) ont montré que le taux de succès implantaire est de 98 % avec une durée de traitement de seulement sept heures. Aucune étude traitant d'une procédure en un jour comparable n'existe et on n'a pas beaucoup de recul. Cette technique nous impose à réduire la hauteur symphysaire pour créer un plateforme de 7-8 mm et d'adapter la mâchoire inférieure à la prothèse.

POUR EN SAVOIR PLUS

Brånemark P.I., Engstrand P., Ohrenell L.O., Grondahl K., Nilsson P., Hagberg K., Darle C., Lekholm U. Brånemark Novum® : Un nouveau concept de traitement pour la restauration de l'édentement mandibulaire. Résultats préliminaires d'une étude prospective de suivi clinique. *Implant 2000*;6:5-21.

Analysé par Sanjay Jhugroo

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : troisième partie : reconstructions maxillo-faciales

Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse

Set sat back maxillofacial implants: third part: maxillofacial reconstructions

J.-M. Donsimoni ^a, A. Dohan ^b, D. Gabrieleff ^{a,b}, D. Dohan ^{b,*}

^a Clinique Milan, 75009 Paris, France

^b Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

MOTS CLÉS

Implants à plateaux d'assise ;
Maxillofacial ;
Orthopédie ;
Tricortical

KEYWORDS

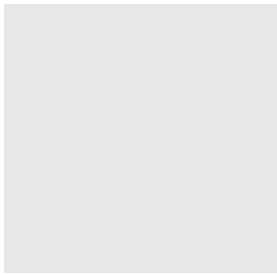
Maxillofacial;
Orthopaedics;
Set sat back implants;
Tricortical

Résumé Le massif facial est un carrefour où s'entremêlent fonctions sensorielles, respiratoires, digestives, posturales et dynamiques. Son architecture demeure l'une des plus complexes des organismes mammifères supérieurs. Et les lésions anatomiques des étages inférieurs et moyens de la face, qu'elles soient traumatiques, tumorales, infectieuses, congénitales ou génétiques, sont extrêmement difficiles à réhabiliter. Comme dans les deux précédents articles, les stratégies de reconstruction maxillo-faciale par implants à plateaux d'assise appliquent le concept orthopédique de cicatrisation osseuse en appui sans cisaillement avec fixateurs externes. Cependant, étant donné l'ampleur des pertes de substance, les données posturales et dynamiques deviennent cruciales. Cet article présente donc l'ensemble des paramètres à prendre en compte dans le cadre des traitements de ces situations extrêmes, et développe tout particulièrement les concepts de pyramides d'équilibration. Puis, la théorie sera illustrée par la description pas à pas d'un cas complexe de reconstruction maxillo-faciale à l'aide de ces implants, afin de discuter des problèmes rencontrés dans de tels traitements et d'ouvrir notre réflexion sur les améliorations technologiques encore nécessaires pour faire face à l'ensemble des situations cliniques.
© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract The facial cranium is at the junction of sensory, respiratory, digestive, postural and dynamic functions. Its architecture remains one of most complex in higher mammalian organisms. And the anatomical lesions of the low and middle face, which are traumatic, tumoral, infectious, congenital or genetic, are extremely difficult to rehabi-

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : neimesys@hotmail.com (D. Dohan).



litate. As in the two preceding articles, the strategies of maxillo-facial reconstruction with set sat back implants imply the orthopaedic concept of leaning osseous cicatrization with external fixers. However, in such losses of substance, the postural and dynamic data become crucial. Therefore, this article presents all the parameters to control for the treatments of these extreme situations, and particularly develops the concepts of balancing pyramids. Then, the theory will be illustrated by the step by step description of a maxillo-facial reconstruction with these implants, in order to discuss the problems met in such treatments and to open our reflexion on the technological improvements still necessary to face all clinical situations.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Les Implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise (IMFs) permettent la gestion des réhabilitations maxillo-mandibulaires de grande ampleur en appliquant des notions habituelles de cicatrization orthopédique à la dynamique faciale. Cependant, comme tous les implants endo-osseux, ils nécessitent des structures anatomiques en état de les supporter. Et le nombre de patients à l'architecture faciale altérée ne cesse de s'accroître.

En effet, si l'ouverture des thérapeutiques implantaires et pré-implantaires (greffes osseuses) au grand public a permis l'amélioration et l'essor des protocoles implantaires axiaux, elle a également induit l'apparition d'une nouvelle pathologie destructive associée aux échecs de ces techniques. Or, ceux-ci peuvent aller jusqu'à bouleverser profondément les structures résiduelles du massif facial, au point de le rendre impropre à toute forme de reconstruction chirurgicale. On se retrouve alors dans des situations cliniques extrêmes, autrefois l'apanage des grands traumatismes, malformations et des séquelles d'exérèses tumorales.

Mais au sein de ces massifs mutilés, les IMFs démontrent à nouveau l'étendue de leurs possibilités thérapeutiques.

Le massif facial : une architecture complexe

Le crâne facial : au croisement des fonctions et des sens

Le crâne facial peut être décrit comme un massif osseux grossièrement prismatique triangulaire à base postérieure, appendu à la partie antérieure de la base du crâne (via l'ethmoïde) et à la partie antéro-inférieure de la calvaria (via l'os frontal). Ce massif, en position inconfortable suspendu au-dessus du vide, est stabilisé par les ancrages zygomatiques latéraux et un calage postérieur contre les processu ptérygoïdes du sphénoïde.

Il se compose de nombreux os : deux os maxillaires, deux os zygomatiques, les os palatins, les os

propres du nez, les cornets nasaux inférieurs, les os lacrymaux et le vomer. On pourrait également y inclure la mandibule, mais elle ne fait pas partie du crâne au sens strict du terme : elle constitue le premier chaînon de l'axe postural antérieur, suspendu au crâne facial lui-même et interagissant avec lui par l'intermédiaire du front occlusal.

Le crâne facial s'organise autour de l'infrastructure fonctionnelle et sensorielle supportée par la masse des deux os maxillaires. Classiquement décrits comme des pyramides au sommet tendu vers le solide arc zygomatique, ces os constituent les pièces maîtresses des massifs faciaux tant par le volume qu'ils occupent que par leur position stratégique au carrefour des poutres anatomiques de la face : os zygomatiques, frontaux et mandibule. Cette position centrale est à la fois très exposée aux traumatismes et aux infections dentaires ou ORL, et vitale pour le maintien des fonctions cognitives de l'individu : cette portion du crâne facial abrite en effet trois systèmes sensoriels (goût, odorat, vue), et reste profondément lié au bon fonctionnement du quatrième (l'ouïe), car le système auditif est dépendant d'un équilibre contrôlé de l'ensemble synarthrotique condylo-dentaire.

De par cette position au croisement des fonctions posturales, dynamiques et sensorielles, le crâne facial peut également être dénommé carrefour facial.

Architecture résiliente et zones de fragilité

En tant que support des sens et des voies aéro-digestives supérieures, le crâne facial a développé une architecture extrêmement complexe et bouleversée, par comparaison aux autres pièces osseuses du corps humain aux formes plus simples et plus massives (tibia, côtes, voûte crânienne...). Ses formes tourmentées collent au plus près aux nombreuses fonctions qui lui sont imparties : pneumatiqué par de nombreuses loges et cavités qui se superposent, il est constitué d'un labyrinthe de parois osseuses fines et résistantes comme autant de poutres qui s'entrecroisent.

De manière schématique, le crâne facial est creusé de six cavités principales :

- deux cavités impaires et médianes : la cavité orale et les fosses nasales ;
- quatre cavités paires et latérales : les deux orbites et les deux sinus maxillaires.

Il est donc constitué d'un empilement de plans osseux horizontaux très solides, capables de résister aux contraintes posturales (Fig. 1) :

- le palais dur et le rebord alvéolaire, qui constituent le plateau d'interface avec la mandibule (front d'occlusion) et les fonctions orales ;
- le plancher de l'orbite ;
- le plafond de l'orbite.

Entre ces épais plateaux, de fines parois verticales s'entrelacent :

- les parois latérales et médianes des sinus maxillaires ;
- les parois latérales des fosses nasales ;
- les parois latérales et médianes de l'orbite ;
- et même, par extension, le vomer.

Ces parois verticales donnent de la souplesse à la superposition des plans horizontaux, d'autant plus que ces derniers sont perpendiculaires au grand axe postural antérieur et donnent naissance à ses ancrages les plus supérieurs.

Le crâne facial présente ainsi une architecture alvéolée très résistante à la compression, adaptée à l'absorption des contraintes posturales et dynamiques et soutenue par les poutres osseuses de renfort collatérales (les ancrages zygomatiques qui l'empêchent de partir en rotation antérieure au cours de la cinétique occlusale). Grâce à cette organisation tridimensionnelle, le crâne facial est un massif osseux particulièrement résilient (Fig. 2).

La plupart des chirurgies orthognathiques du crâne facial exploitent d'ailleurs cette architecture pour déplacer des morceaux de massif osseux à moindre risque. Le clivage se fait au ciseau frappé au sein des zones de faiblesse, principalement les

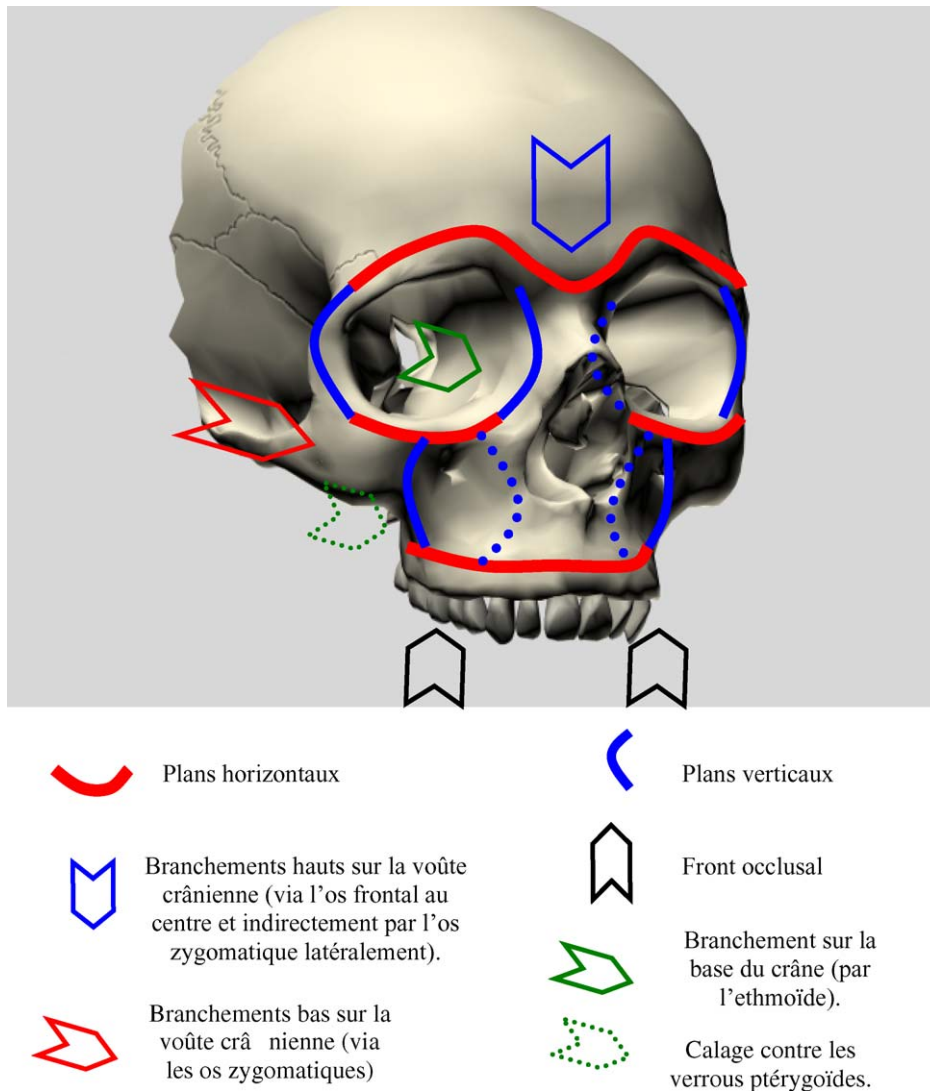


Figure 1 Représentation du carrefour facial en images de synthèse avec tracé schématique des plans qui lui confèrent son architecture résiliente. Les chevrons indiquent les différentes interfaces de ce massif avec les structures avoisinantes (interfaces graphiques D-TEP v1.3 et Matlab 6.5).

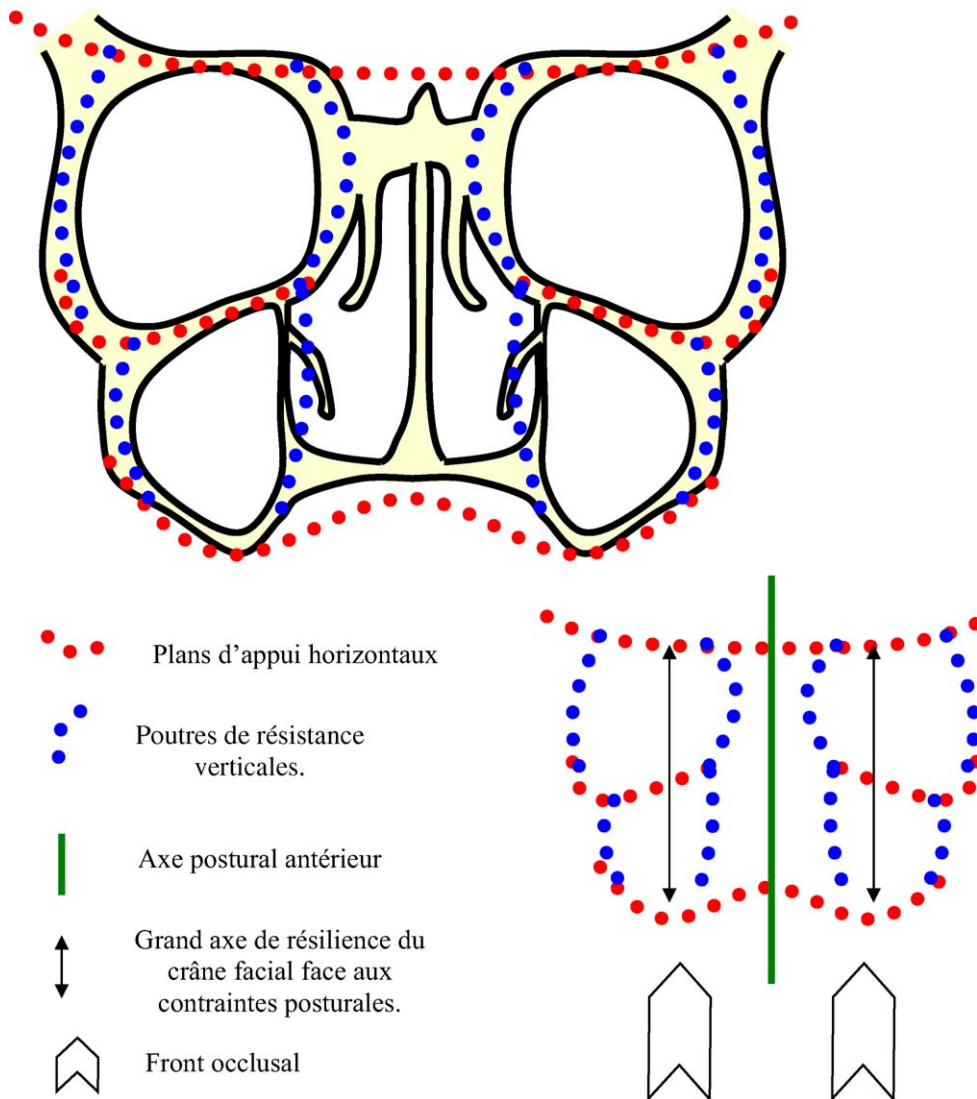


Figure 2 Schématisation d'une coupe frontale du crâne facial au niveau des premières molaires maxillaires. L'assemblage de plans horizontaux épais et de parois verticales plus fines permet d'opposer une grande résilience au front occlusal, et donc aux contraintes posturales et dynamiques.

parois verticales. De plus, il est fréquent d'utiliser les solides plans horizontaux comme points d'ancrage des contentions orthopédiques postchirurgicales : par exemple, les fils d'ostéosynthèse après ostéotomies de type Lefort I sont souvent amarrés au rebord orbitaire.

Lésions majeures du massif facial : étiologie et concepts du traitement IMF

Si l'étonnante adéquation de l'architecture faciale avec les fonctions qu'elle supporte n'est plus à démontrer, il en est de même des difficultés rencontrées au cours de toutes les interventions chirurgicales de réhabilitation de ses structures. En effet, toute lésion anatomique majeure implique la mise en place du chaos au sein d'un système organisé pour répondre à une multitude de fonctions.

De plus, elle place l'ensemble du massif, et plus particulièrement son infrastructure résiliente, dans une situation de déséquilibre critique qu'il est difficile de compenser.

Les destructions sévères des maxillaires

Qu'elles soient traumatiques ou tumorales, toutes les situations cliniques extrêmes transforment radicalement l'organisation minutieuse des plans verticaux et horizontaux de la face. En effet, au cours de l'exérèse de tumeurs faciales, l'élimination d'une grande partie de la pièce osseuse implique la disparition de nombreuses interfaces rigides. Il ne reste alors que trop peu de substrat osseux pour permettre à une greffe massive de prendre appui. En fait, le plus souvent, il n'existe plus de structures assez solides pour transvisser des greffons.

On retrouvera la même problématique après l'exérèse de séquestres osseux étendus dans les cas d'ostéites naturelles ou iatrogènes ou, plus simplement, avec des cavités sinusiennes détruites après exérèse kystique ou Caldwell-Luc.

Mais hormis ce souci de perte de volume et d'ancrage des réhabilitations, il ne faut pas oublier que l'enchevêtrement des fonctions sensorielles, respiratoires et masticatoires complique les protocoles thérapeutiques envisagés en chirurgie reconstructrice de la face. En effet, on ne peut pas se permettre de remplacer simplement un volume : en tant qu'ancrage supérieur du plan postural antérieur et carrefour des fonctions dynamiques et cognitives de la face, le crâne facial ne peut accepter de réhabilitations purement plastiques : une approche fonctionnelle est absolument nécessaire à la pérennité du traitement.

Mais comment rééquilibrer une pièce anatomique aussi complexe avec les moyens actuels ?

Synergie implants-prothèse : le concept de l'équilibration pyramidale

Construites sur le modèle des fixateurs externes orthopédiques, les stratégies IMFs nécessitent une cohérence maximale entre les implants (assimilés à des broches endo-osseuses) et la prothèse (le fixateur externe proprement dit). L'un ne peut aller sans l'autre. Et leur solidarisation doit être totalement fixe. La réhabilitation ainsi mise en place, en évitant les forces en cisaillement, permettra une cicatrisation osseuse en appui optimale.

Cette dernière idée repose sur des notions posturales élémentaires : le plan d'occlusion étant approximativement perpendiculaire à l'axe postural antérieur ou plan facial (voir article 2), les contraintes occlusales supportées par une réhabilitation IMF se concentrent idéalement sur un plan parallèle aux plateaux d'assise des implants. Malheureusement, dans le cas de gros délabrements des massifs faciaux, les structures osseuses résiduelles sont souvent éparpillées, ce qui rend difficile de positionner les implants à plateaux d'assise de façon parfaitement orthodoxe.

Pour visualiser au mieux ces notions d'équilibre postural fondamentales pour la réussite d'un traitement IMF, il faut utiliser un modèle mathématique simple permettant de simuler les problématiques cliniques et leurs solutions. C'est ce qu'on appelle les pyramides d'équilibration.

Soit deux plans : AA'B'B correspondant au plan d'occlusion virtuel d'un bloc antérieur, et BB'C'C correspondant au plan d'occlusion virtuel d'un bloc postérieur. L'ensemble, soit le plan AA'C'C, constitue approximativement le plan d'occlusion virtuel

de notre patient édenté. Les points B et B' correspondent à l'axe de bascule et de résistance du massif facial : classiquement positionnés en regard des premières molaires maxillaires, ils correspondent au croisement du plan d'occlusion avec l'axe postural antérieur et concentrent de ce fait une grande part des forces occlusales et posturales. C'est en regard de ces points que l'on retrouve normalement le processus zygomatique du maxillaire et donc le branchement de la poutre de résistance zygomatique sur la fragile pyramide faciale...

Si ces points sont très importants dans la statique maxillo-faciale, ils le sont également au cours des processus dynamiques : en effet, ils correspondent à l'axe de rotation du plan occlusal en propulsion et à sa charnière en diduction. Il faut donc considérer la maîtrise de ces secteurs occlusofonctionnels comme primordiale au cours des réhabilitations maxillo-mandibulaires ou maxillo-faciales de grande étendue.

À partir du plan d'occlusion AA'C'C, il est possible d'établir trois paires de pyramides :

- les deux antérieures ont pour base AA'B'B et pour sommet respectivement X (à gauche) et X' (à droite) : ce sont les **pyramides antérieures** (en jaune sur Figs. 3 et 4). X et X' correspondent aux points idéaux de positionnement d'IMFs antérieurs pour équilibrer l'arc prothétique au cours de la cinétique mandibulaire. Sur un maxillaire peu résorbé, ils se situent au niveau du pilier canin ;
- les deux postérieures ont pour base BB'C'C et pour sommet respectivement Z (à gauche) et Z' (à droite) : ce sont les **pyramides postérieures** (en bleu sur Figs. 3 et 4). Z et Z' correspondent aux points idéaux de positionnement d'IMFs postérieurs pour ancrer l'arc prothétique au cours de la cinétique mandibulaire. Ils se situent au niveau des sutures ptérygomaxillaires (voir article 1) ;
- les deux centrales ont pour base AA'C'C et pour sommet respectivement Y (à gauche) et Y' (à droite) : ce sont les **pyramides centrales** (en rouge sur Figs. 3 et 4). Y et Y' correspondent aux points idéaux de positionnement d'IMFs face aux poutres majeures collatérales du crâne facial que sont les os zygomatiques. Les implants en Y et Y' ont un rôle clé dans la résistance à la compression de l'ensemble de la réhabilitation et dans l'équilibration des contraintes sur l'ensemble du plan occlusal.

Les points X, X', Y, Y', Z et Z' correspondent donc aux zones implantaire idéales en termes d'équilibration, et constituent le plan implantaire.

En cas de réhabilitation maxillo-mandibulaire chez un patient édenté aux résorptions osseuses modérées, on peut considérer que le plan des pla-

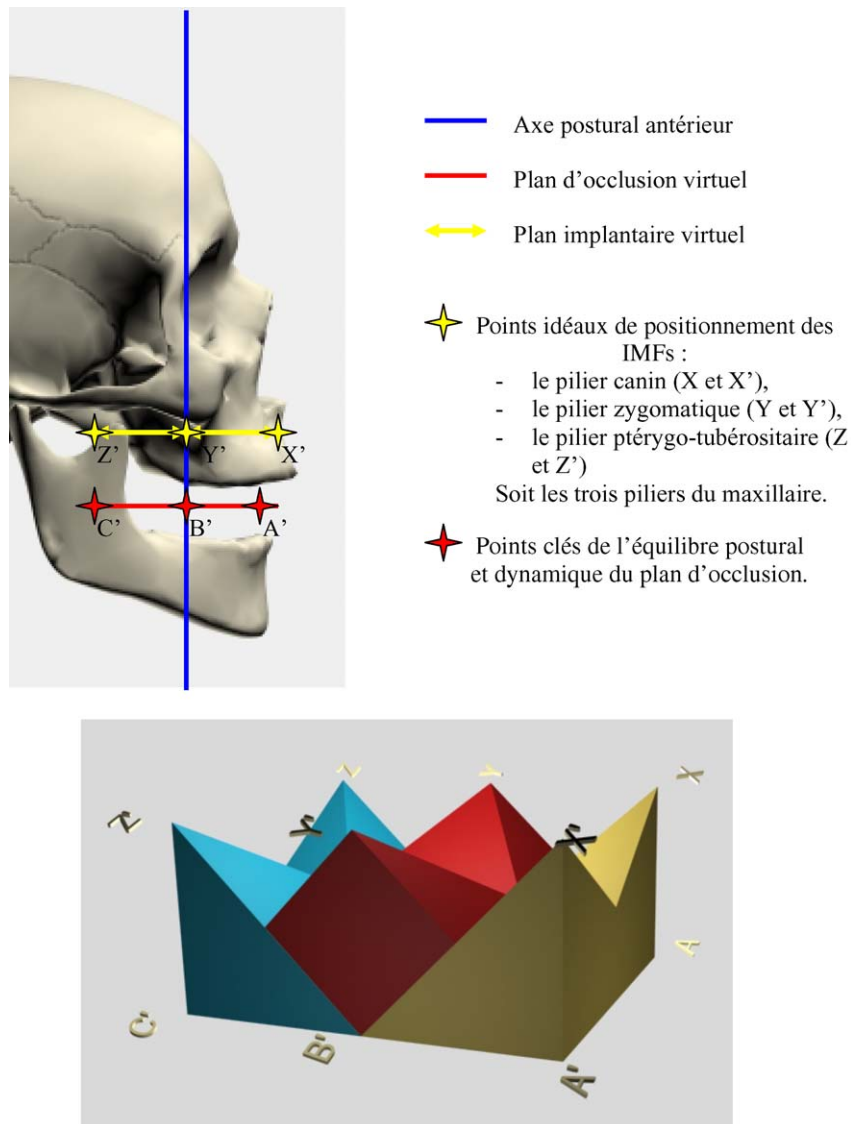


Figure 3 Représentation en images de synthèse des pyramides d'équilibration posturale au sein d'un crâne facial édenté faiblement résorbé (interfaces graphiques D-TEP v1.3 et Matlab 6.5).

teaux d'assise, i.e. le plan implantaire dans ce cas, est à peu près parallèle au plan d'occlusion AA'C'C. C'est là une configuration idéale en terme de cicatrisation en appui (Fig. 3), car cela revient à placer nos IMFs de façon équilibrée dans les trois piliers verticaux du maxillaire :

- le pilier canin ;
- le pilier zygomatique ;
- et le pilier ptérygotubérositaire.

Cependant, en cas de reconstruction maxillo-faciales chez un patient à l'anatomie altérée, il est fréquent de perdre la coordination des points implantaires X, X', Y, Y', Z et Z' au sein d'un plan unique parallèle au plan d'occlusion. Dans ce cas, il faut tenter de rétablir la symétrie et l'équilibre droite/gauche, puis de récupérer au mieux nos six points au sein d'un seul et même plan. Même si le plan implantaire n'est au final plus parallèle au

plan d'occlusion, il suffit que les plateaux d'assise eux le soient pour obtenir une cicatrisation en appui optimale. En adaptant notre schéma d'équilibration au profil architectural du crâne facial du patient, il devient possible de pérenniser les réhabilitations les plus extrêmes (Fig. 4).

Il est donc primordial de respecter ces règles d'équilibre pour contrebalancer l'importance des forces occlusales qui s'exercent sur notre réhabilitation. C'est ce concept de pyramides d'équilibration posturale qui guidera la stratégie de positionnement de nos IMFs.

Techniques chirurgicales avancées

Dès que l'on pénètre en profondeur dans notre massif facial, en particulier dans son secteur

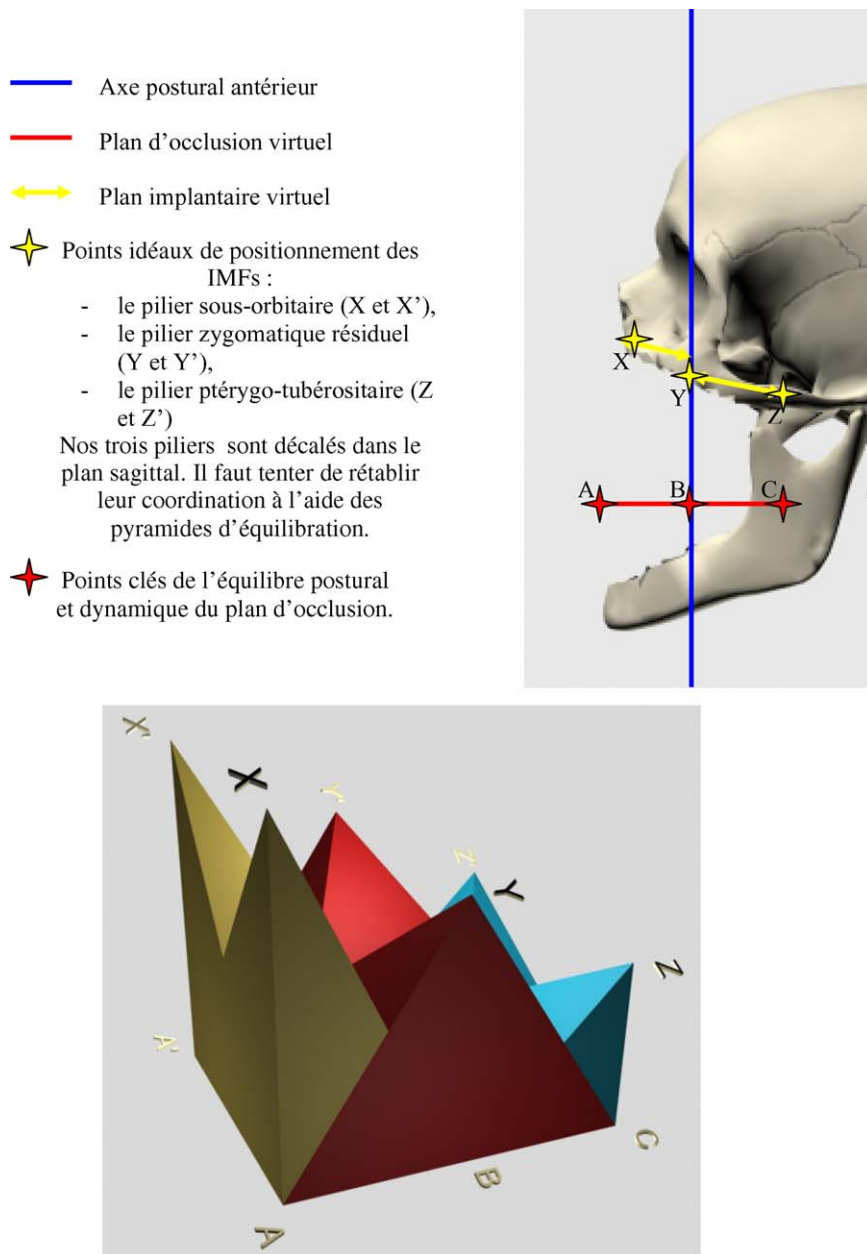


Figure 4 Représentation en images de synthèse des pyramides d'équilibration posturale au sein d'un crâne facial édenté ayant subi une perte de substance majeure (interfaces graphiques D-TEP v1.3 et Matlab.6.5).

maxillaire, on se retrouve confronté à des lames osseuses difficilement appréhendables sans l'utilisation de techniques particulièrement délicates.

En effet, sur un crâne facial altéré, c'est en général le plan horizontal correspondant au palais et aux remparts alvéolaires qui est le premier détruit, ce qui implique la disparition du plancher des sinus maxillaires, voire du plancher des fosses nasales. Il ne reste alors plus qu'un enchevêtrement de parois verticales qui remontent et s'ancrent jusqu'au plan horizontal suivant, le plancher de l'orbite.

La manœuvre de Salomé

Elle consiste à placer en rotation un IMF entre deux parois verticales. Pour le praticien, cela revient à faire un mouvement de toupie. Son utilisation nécessite un peu de précision dans le tracé de l'incision endo-osseuse au cutter, car la main du praticien n'est alors plus guidée par l'orientation de la masse du rempart alvéolaire (celui-ci ayant été détruit). De plus, elle reste indiquée dans les situations cliniques où les solides plans horizontaux sont absents : il ne reste alors plus que quelques parois verticales, fines, fragiles et peu soutenues, ce qui

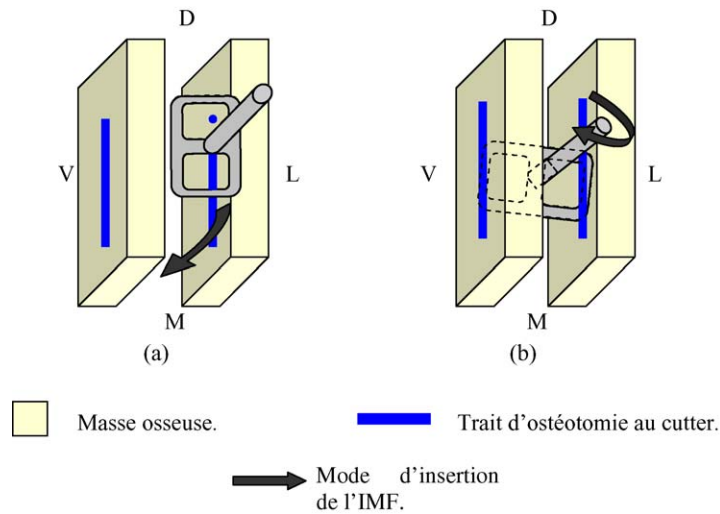


Figure 5 Représentation schématique, en vue occlusale, du positionnement d'IMFs en manœuvre de Salomé au sein de deux parois osseuses verticales, sinusiennes ou nasales par exemple. Cette insertion permet de bloquer l'IMF malgré la faiblesse du soutien osseux et d'obtenir une cicatrisation en appui cohérente (réalisation au cutter de fentes horizontales au sein de parois corticales libres, sans creusement d'une tranchée crestale (a) et enclenchement de l'implant (b)). Orientation : V = vestibulaire ; L = lingual ; M = mésial ; D = distal.

implique un risque de fracture élevé du pan osseux au cours du positionnement de l'implant... (Fig. 5).

L'axe d'émergence du fût implantaire se doit d'être le plus cohérent possible avec le reste de la réhabilitation de manière à limiter l'importance des forces parasites qui s'appliquent sur notre implant et ses tissus de soutien. Des forces posturales bien verticales, plaçant notre disque dans une situation de cicatrisation en appui sans cisaillement, sont ici primordiales afin de réduire les risques de désengagement de l'implant de sa tranchée.

Les insertions transverses

Il s'agit du mode d'insertion le plus délicat : l'IMF est alors placé de biais selon un mode d'incision endo-osseuse et d'insertion occlusale, et cela au sein de deux parois verticales à la solidité réduite... ce qui implique d'être très prudent au moment du positionnement implantaire.

Ce mode d'insertion transverse peut être simple (Fig. 6) ou multiple (Fig. 7), en fonction de la situation clinique. En effet, il est possible d'aligner

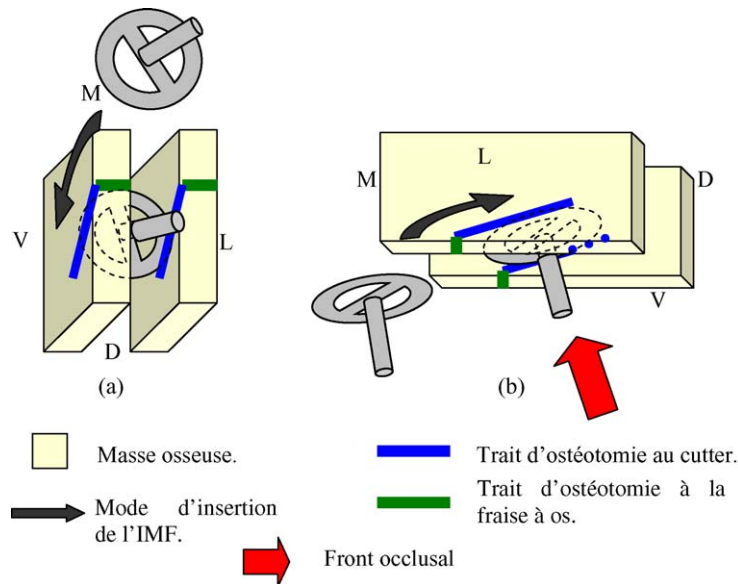


Figure 6 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en insertion transverse simple au sein de deux parois osseuses verticales, sinusiennes ou nasales par exemple. Cette insertion permet de bloquer l'IMF malgré la faiblesse du soutien osseux et d'obtenir une cicatrisation en appui cohérente. Noter l'angulation de l'émergence implantaire pour faire face aux impacts de la dynamique mandibulaire (vue occlusale (a) ; vue latérale (b)). Orientation : V = vestibulaire ; L = lingual ; M = mésial ; D = distal.

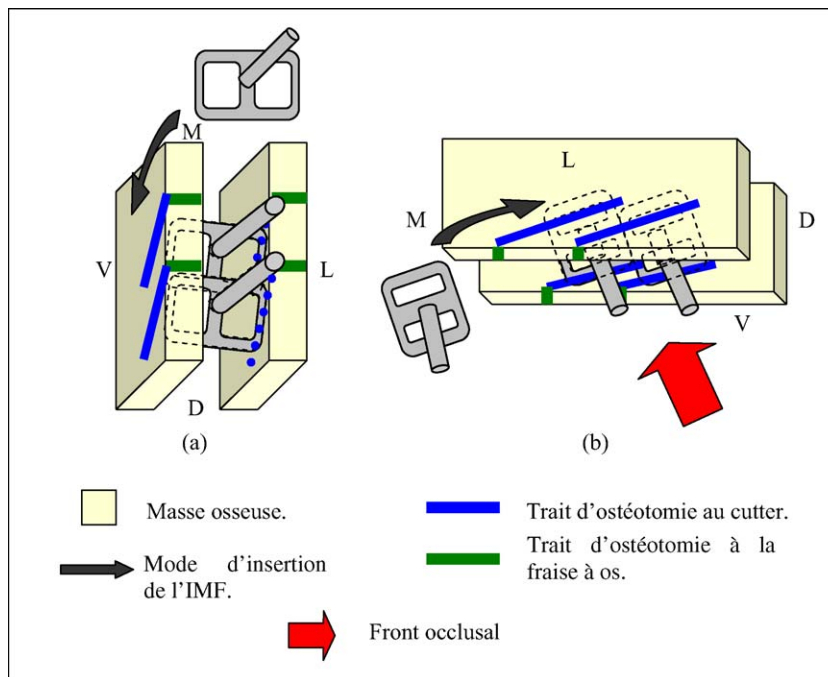


Figure 7 Représentation schématique du positionnement d'IMFs en insertion transverse multiple au sein de deux parois osseuses verticales, sinusiennes ou nasales par exemple. Le couplage de deux implants selon cette insertion permet d'obtenir une synergie biomécanique face aux forces occlusales, qui potentialise le phénomène de cicatrisation en appui (vue occlusale (a) ; vue latérale (b)).

Orientation : V = vestibulaire ; L = lingual ; M = mésial ; D = distal.

plusieurs IMFs les uns à la suite des autres selon ce mode d'insertion afin d'obtenir un effet synergique maximum de résistance aux contraintes occlusales, posturales ou dynamiques : c'est d'autant plus important chez des patients présentant des pièces anatomiques sévèrement altérées et donc fragilisées lors de leur remise en fonction. Remarquez que l'axe d'émergence du fût implantaire est dirigé légèrement en arrière, de manière à faire front à

l'impact de l'arcade mandibulaire au cours de la cinétique masticatoire.

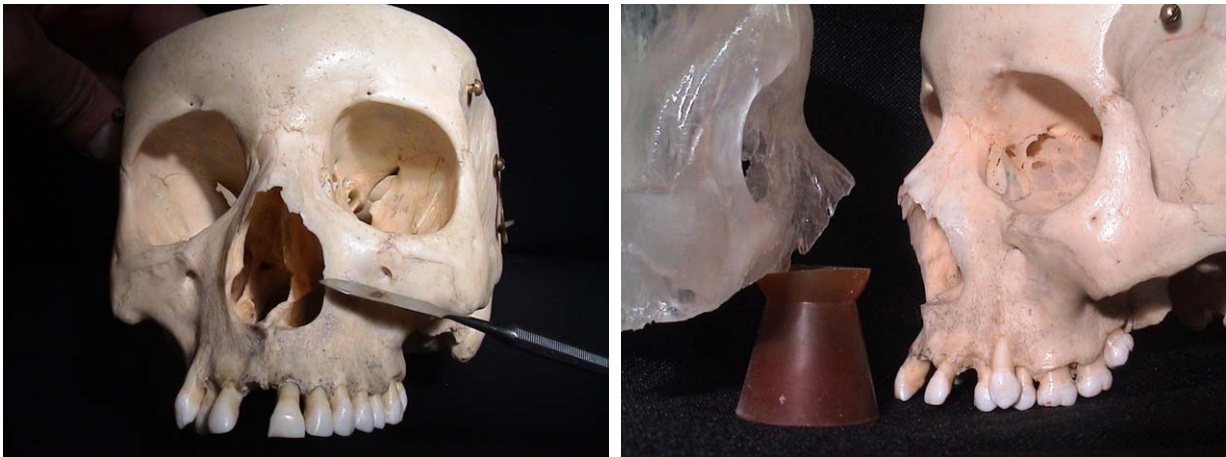
Cas clinique

Situation clinique initiale (Photos 1 à 8)

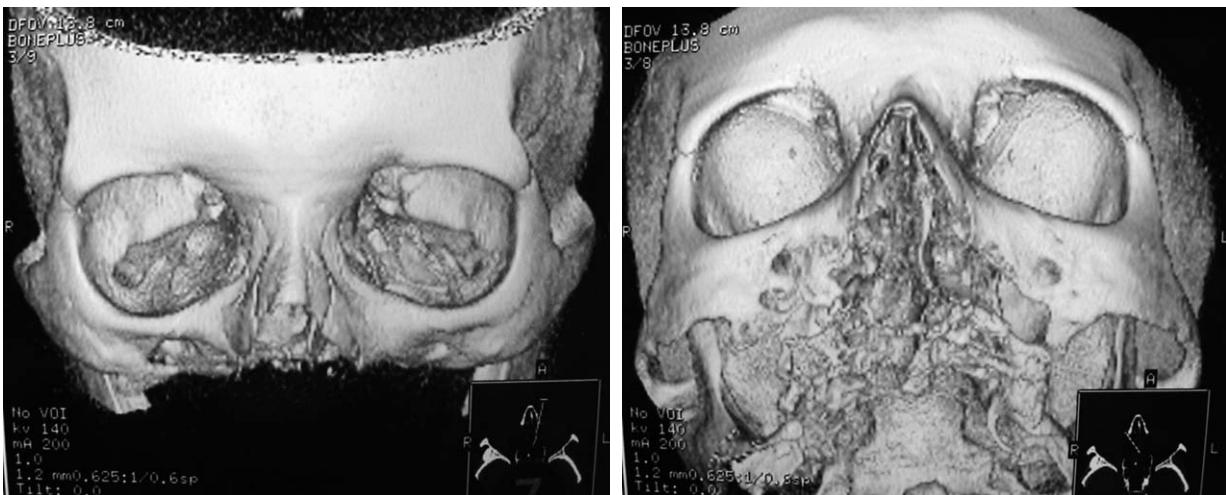
Madame C., ans, a subi une destruction très importante de l'étage moyen de la face, suite à l'échec



Photos 1 et 2 L'altération massive de l'architecture osseuse faciale de notre patiente induit une perte majeure du soutien des tissus mous de tout l'étage moyen de la face. Cette patiente est appareillée à l'aide d'une prothèse amovible complète bimaxillaire dont la partie supérieure est maintenue en position à l'aide d'un ressort postérieur particulièrement handicapant.



Photos 3 et 4 La destruction du crâne facial intéresse les deux os maxillaires jusqu'au foramen infra-orbitaire. La comparaison entre une reconstitution tridimensionnelle en résine (à partir d'un scanner) du crâne facial de notre patiente et un crâne denté conventionnel met en évidence l'étendue de la lésion anatomique.



Photos 5 et 6 Reconstitutions tridimensionnelles au scanner des volumes osseux faciaux résiduels. Noter que ce délabrement s'étend jusque sous l'orbite, ce qui implique la disparition quasi-complète du plateau palatin.

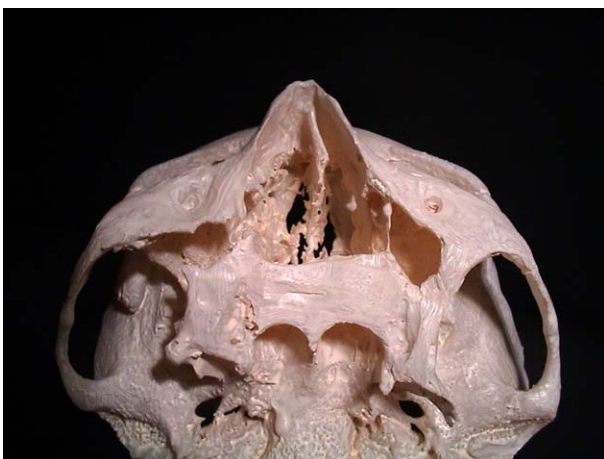


Photo 7 Reconstitution tridimensionnelle en résine, à partir d'un scanner, de l'architecture résiduelle du crâne facial de notre patiente (vue occlusale). En réalité, le délabrement osseux constaté en cours d'intervention est encore plus important, l'imagerie scanner étant perturbée par la diffusion des Rayons X dans l'accumulation de structures fibreuses cicatricielles qui remplace le plateau palatin et obstrue les cavités nasales et sinusiennes.

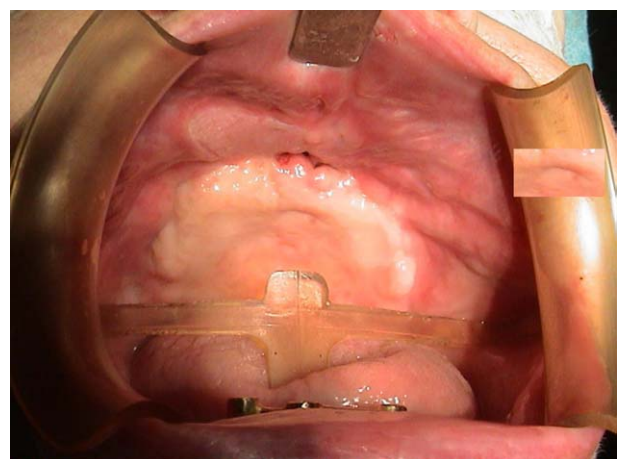


Photo 8 Le palais résiduel n'est plus qu'une grande cicatrice fibreuse, sans tissu osseux de soutien, et perforée en trois points de communications bucconasales et buccosinusiennes.

de greffes osseuses à visée implantaire ayant induit un séquestre osseux septique majeur.

Première intervention (Photos 9 à 11)

Le premier temps chirurgical permet de rétablir en un seul geste l'ensemble du volume des structures

anatomiques lésées. Même si les données dynamiques sont déjà pensées à ce stade, il faudra attendre la cicatrisation de cette première étape avant de justifier la nécessité d'un deuxième temps chirurgical, centré sur l'adaptation fonctionnelle de notre réhabilitation.

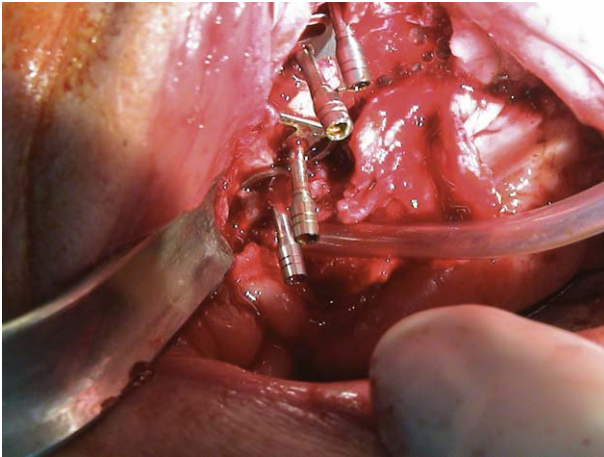


Photo 9 Il est important de conserver des axes d'émergence et un alignement implantaires cohérents, et cela malgré la difficulté de la pose de nos implants dans des structures résiduelles aussi altérées, car l'objectif final de cette chirurgie demeure toujours la mise en place de l'artifice prothétique final et sa pérennisation.

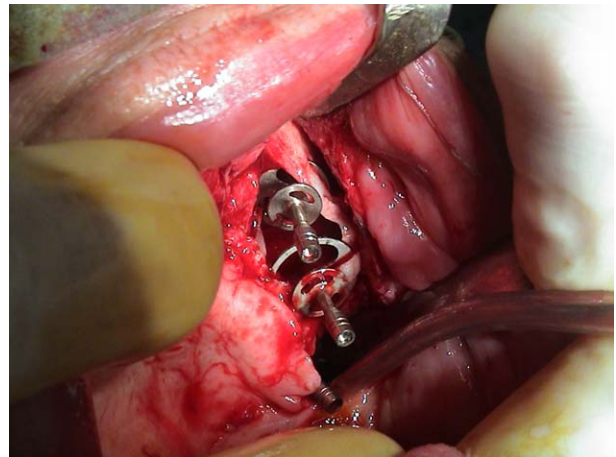


Photo 10 Les plateaux d'assise sont insérés entre les parois verticales résiduelles des sinus et des fosses nasales. Étant donné l'importance du délabrement osseux, leur ancrage sera strictement cortical.

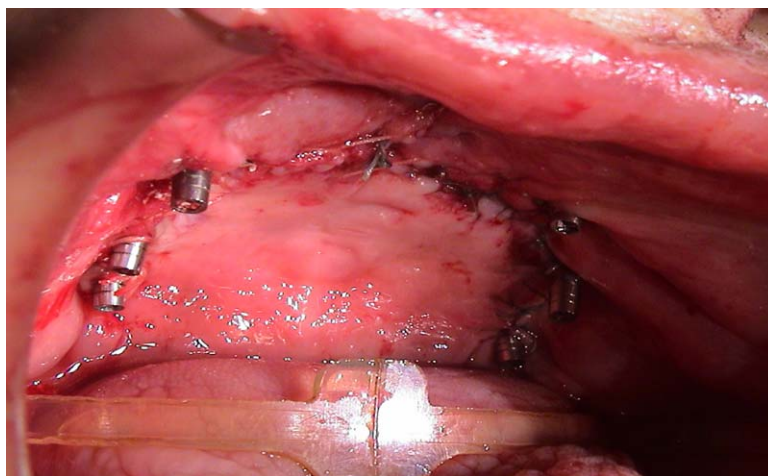


Photo 11 Premier jour postopératoire. À ce stade, toutes les communications bucconasales et buccosinusiales ont pu être fermées chirurgicalement. Sept implants ont pu être mis en place selon une logique d'équilibration pyramidale adaptée au cas clinique.



Photos 12 13 et 14 La réalisation immédiate d'un bridge provisoire en résine est une étape clé de la réussite du traitement. En servant de fixateur externe, l'arc prothétique fait la contention des implants et permet une cicatrisation en appui optimale, sans cisaillement. De plus, il donne un aperçu de la réhabilitation définitive : on peut le faire évoluer autant que nécessaire afin de régler peu à peu notre dimension verticale et les soutiens des tissus mous, autant de critères essentiels à la pérennisation esthétique et fonctionnelle de notre réhabilitation.

Temps postopératoires (Photos 12 à 15)

Évolution des communications buconasales et buccosinusiennes (Photos 16 et 17)

Réhabilitation prothétique (Photos 18 à 22)

Étant donné le volume prothétique nécessaire pour remplacer la perte de substance, il semblait préférable de diviser la réhabilitation en deux parties, de manière à étaler les contraintes fonctionnelles sur deux étages. Les deux éléments prothétiques ainsi réalisés sont ensuite emboîtés et clavetés l'un à l'autre.

Discussion

De la difficulté d'interprétation de l'imagerie scanner en cas de forte perturbation des structures élémentaires du massif facial

L'imagerie tomographique est un outil formidable qui permet de visualiser avec une grande précision

les structures osseuses sur lesquelles le chirurgien devra intervenir. Mais comme tous les outils, elle a des limites qui sont définies par l'objectif même de ses concepteurs.

En effet, les logiciels de reconstitution tridimensionnelle (qui nous ont permis d'obtenir un crâne en résine sensé représenter la réalité clinique) ont été conçus pour visualiser des structures osseuses normales ou légèrement tourmentées, d'une épaisseur suffisante pour en percevoir le contraste face aux cavités pneumatiques de la face. Mais ni la technique tomographique, ni les logiciels associés ne sont aptes à discriminer des lames osseuses résiduelles perdues au milieu d'une masse de tissu fibreux.

Tout d'abord, il faut se souvenir que la diffusion des Rayons X dans l'eau est très largement supérieure à celle dans l'air. Or, les tissus mous, telles que les masses fibrotiques qui obturent les différentes cavités faciales d'un patient mutilé, peuvent être assimilés à de l'eau en terme de diffusion (les tissus vivants sont constitués principalement d'eau). Cela signifie que le capteur du scanner

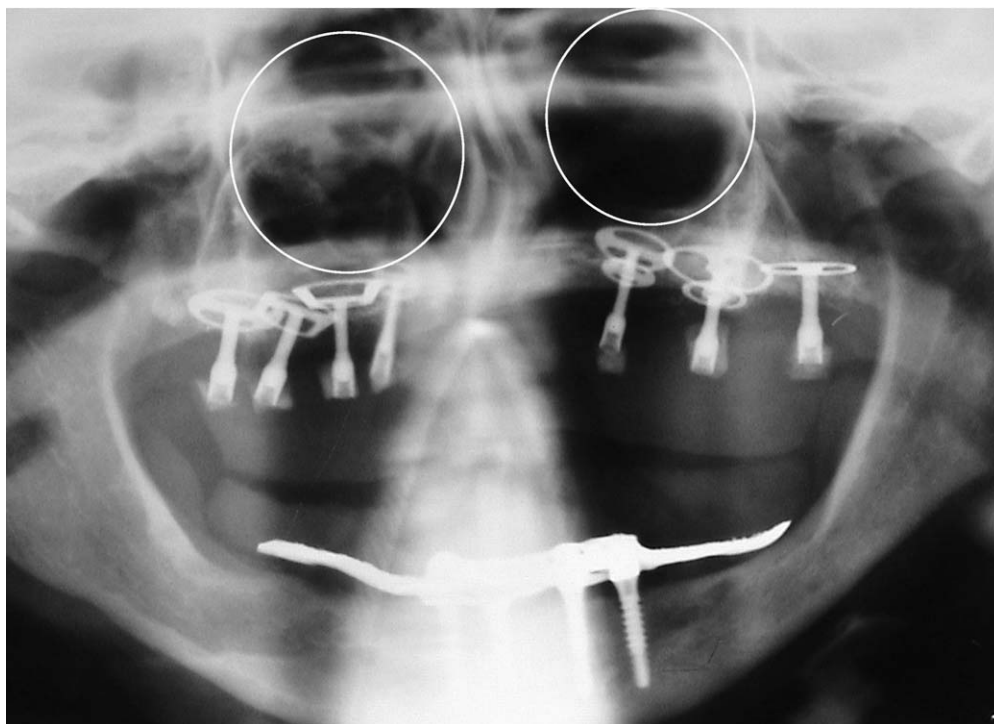


Photo 15 Radiographie panoramique postopératoire. On constate, là encore, que tous nos implants prennent leurs appuis dans des structures résiduelles à proximité des orbites.

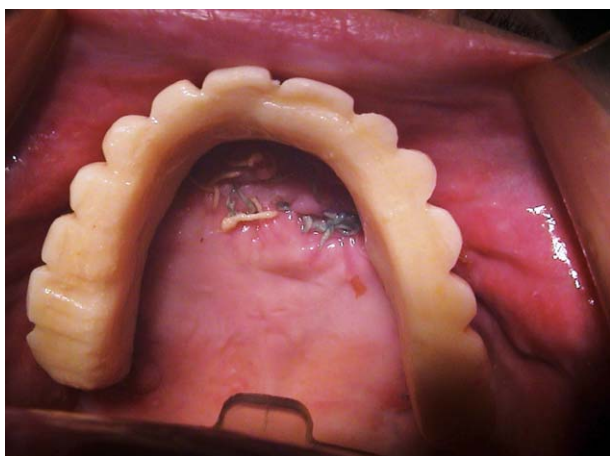


Photo 16 Au 17^e jour, toutes les communications fermées chirurgicalement semblent cicatriser normalement.



Photo 17 Au 28^e jour, les contraintes occlusodynamiques ont fini par induire une réouverture de la communication bucconale la plus exposée.

obtiendra des données voilées. Et le logiciel de traitement de l'image ne pourra que tenter d'approcher la réalité par approximation successive : il utilise des règles mathématiques simples pour imaginer la vraie situation clinique...

Dans de telles circonstances, il ne faut pas s'étonner si les structures osseuses résiduelles étaient infiniment plus délabrées dans la réalité que sur le scanner. Et cette non-concordance de l'imagerie avec la situation clinique est un paramètre de difficulté supplémentaire dont il faut tenir compte.

Gestion des appuis sous-orbitaires : un exemple de plasticité chirurgicale

Lorsque l'on cherche à réhabiliter des massifs faciaux mutilés, il est impératif d'avoir, en plus de la rigueur habituelle, une approche imaginative.

Rigueur, car l'intégrité du concept de cicatrisation orthopédique en appui se doit d'être respecté. Même en évitant d'être trop dogmatique, notre

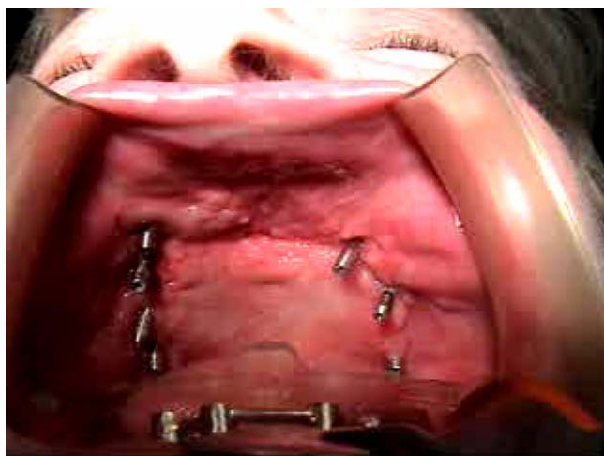


Photo 18 À deux mois postopératoires, tous les implants mis en place ont prouvé la solidité de leur ancrage. La réhabilitation a trouvé sa place dans la dynamique faciale, et l'on peut passer à la prothèse définitive.



Photos 19 et 20 La prothèse définitive est divisée en deux parties. La partie supérieure s'ancre sur les implants et reconstruit le soutien de l'étage moyen de la face. Elle sert de socle à la partie inférieure, qui reconstruit le rempart dento-alvéolaire. Les deux éléments sont ensuite clavetés entre eux.



Photo 21 La prothèse définitive conserve deux secteurs aux fonctions différentes. La partie inférieure est recouverte de céramique rose pour la gencive et blanche pour les dents : elle mime le rempart dento-alvéolaire, reconstruit l'esthétique du sourire et fait face au front occlusal. La partie supérieure lui sert de socle et a avant tout un rôle de soutien des tissus de l'étage moyen : elle demeure donc métallique, ce qui permet d'éviter d'alourdir inutilement notre artifice prothétique.



Photo 22 Notre patiente peut enfin retrouver le sourire. La réhabilitation de l'arc facial constitue toujours la source d'un retour de la personnalité dans le miroir après de nombreuses années de souffrances physiques et morales.

raisonnement doit demeurer orthodoxe : c'est la clé de la réussite d'un traitement IMF.

Imaginative, car les situations cliniques rencontrées peuvent être extrêmement variées. Les délabrements du crâne facial peuvent être très étendus et concentrés de manière aléatoire au sein du massif osseux. Il faut donc savoir trouver de bons appuis au sein des structures résiduelles, avec imagination, et beaucoup d'expérience. Car, évidemment, pour intervenir sur de telles situations extrêmes, il faut au chirurgien une bonne connaissance de l'anatomie et des modes d'intervention au sein des éléments les plus profonds de la face.

Dans le cas présent, il était apparu nécessaire de récupérer un appui implantaire antérieur au niveau du maxillaire droit. Cela impliquait de trouver des corticales résiduelles suffisamment solides au niveau infra-orbitaire, entre le foramen infra-orbitaire à l'extérieur et le canal lacrymo-nasal en postérieur. Toute l'astuce de ce positionnement consistait à utiliser les derniers millimètres d'os résiduels juste avant la pointe antéro-supérieure du sinus (point S) et d'y trouver un appui bicortical (Fig. 8).

Savoir s'adapter aux circonstances anatomiques reste une notion fondamentale dans cette chirurgie. Et cela nécessiterait même, en réalité, de faire

réaliser certains IMFs sur mesure, de manière à utiliser au mieux les structures résiduelles au sein d'un schéma d'équilibration cohérent.

De la nécessité de savoir réintervenir

Lors des reconstructions maxillo-faciales implantaires, il est important de bien distinguer les deux aspects du problème.

Tout d'abord, il s'agit de reconstruire un front occlusal en remettant en place un rempart dento-alvéolaire et les volumes nécessaires à son soutien. Cette première étape permet la récupération de repères posturaux et la mise en place de la cicatrisation osseuse en appui de l'outil implantoprothétique. Cela peut passer par l'utilisation de plusieurs jeux de prothèses provisoires afin de retoucher la dimension verticale. Cependant, la majeure partie du temps, les patients arrivés à de tels stades de destruction osseuse présentent de nombreuses adaptations fonctionnelles, souvent anciennes, profondément ancrées et assimilées dans les réflexes posturaux du patient et avec lesquelles il vaut mieux ne pas trop interférer.

Ensuite, il s'agit d'apporter tous les réglages dynamiques nécessaires au maintien de notre réhabilitation. Il faut garder à l'esprit qu'un patient

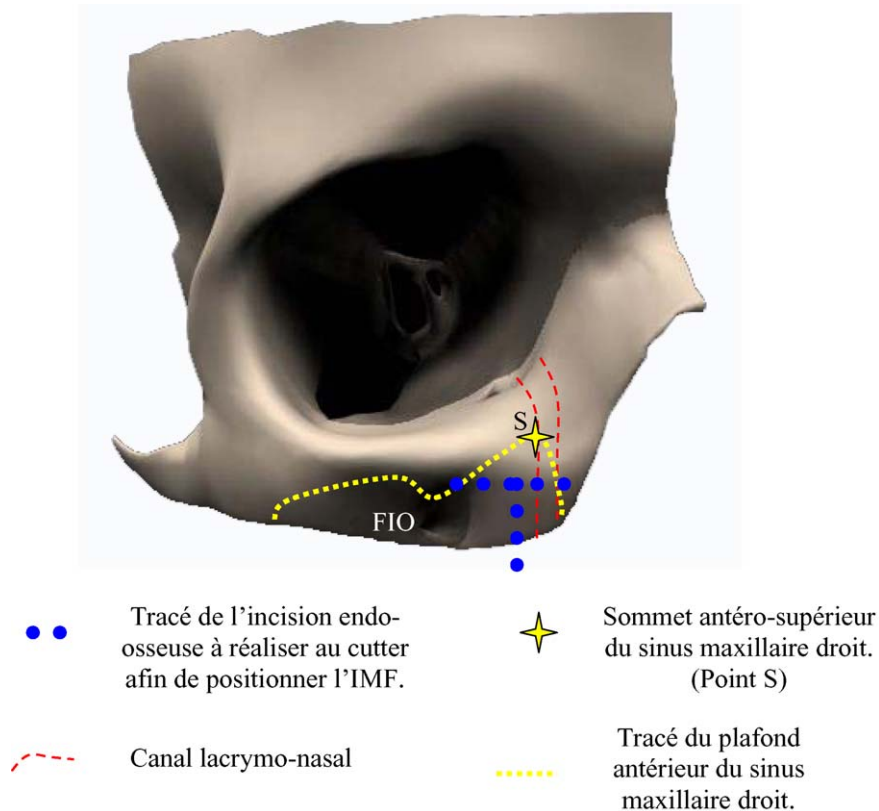


Figure 8 Schématisation en images de synthèse du secteur sous-orbitaire de notre patiente. L'insertion de notre implant le plus antérieur doit se faire juste en avant du canal lacrymonasal et en appui sur les parois résiduelles qui convergent jusqu'au sommet antérosupérieur du sinus (interfaces graphiques D-TEP v1.3 et Matlab 6.5).

dans une telle situation clinique aura la majeure partie du temps perdu une grande part de ses repères occlusofonctionnelles. Si l'approche statique apporte son lot de difficultés en termes de réglages prothétiques, les données cinétiques nous poseront de vrais problèmes lorsqu'elles apparaîtront.

En effet, un patient qui mastique difficilement sur ses prothèses adjointes complètes, surtout celles qui associent obturateurs et ressort de maintien, perd rapidement ses repères dynamiques masticatoires, voire l'envie de manger. Qu'en est-il lorsque soudain, après une seule intervention sous anesthésie générale, il récupère une arcade dentaire fixe et complète ? Il ne faut bien évidemment pas longtemps pour que tous les paramètres cinétiques de la mastication réapparaissent, autant de paramètres difficilement évaluables au cours des étapes préopératoires. Il faut donc ne pas hésiter à apporter des retouches à de telles thérapeutiques reconstructrices du massif facial. Cela implique un suivi rigoureux et une volonté de l'opérateur de tout surveiller.

Dans le cas clinique présenté plus haut, la remise en état de la mastication chez cette dame qui mangeait si mal depuis tant d'années a induit d'importantes contraintes au niveau de la suture la plus antérieure des fermetures des communications bucconasales, entraînant la réouverture de celle-ci. Une fois tous les paramètres occlusodynamiques rétablis, il fallut réintervenir au niveau de cette suture pour parachever notre travail. Cette suture sera protégée jusqu'à cicatrisation complète par une plaque palatine en résine.

Bien évidemment, ces réinterventions de correction de paramètres dynamiques peuvent être de toute autre ampleur. Si l'équilibre fonctionnel né-

cessite le rajout d'un ou plusieurs implants dans certains secteurs critiques, il ne faut pas hésiter à le faire, même si cela implique de reprendre la prothèse définitive à nos frais. Dans le cas présent, le rajout d'un implant sous-orbitaire gauche fut une grande source de dilemme : en effet, l'état osseux rendait encore plus délicat qu'à droite le positionnement d'un tel implant (ce que le scanner ne montrait malheureusement pas), même si idéalement, les pyramides d'équilibration recommandait d'en positionner un là. Dans la pratique, cet appui antérieur (de type point X de notre pyramide d'équilibration) fut compensé par l'ancrage de grands plateaux entre X et Y.

Ainsi, si l'application rigoureuse des concepts orthopédiques demeure fondamentale, il faut également savoir les adapter aux conditions cliniques.

Conclusion

Les destructions de grande étendue du massif facial, quelles qu'en soient leurs étiologies, font partie des grands défis de la chirurgie reconstructrice, orthopédique ou plastique. Et au sein de ces massifs mutilés, les IMFs démontrent encore l'étendue de leurs capacités, même si de nombreuses évolutions sont encore à venir pour rendre cette technique totalement adaptée aux cas les plus complexes. En effet, les IMFs actuellement disponibles sur le marché sont conçus avant tout pour une approche plutôt dentaire. Mais face à de tels paramètres céphalométriques de délabrement, la conception d'implants plus spécifiques, voir fabriqués au cas par cas, s'imposera pour que, accompagné par le progrès technologique, nous puissions aller le plus loin possible dans le traitement des cas les plus extrêmes, c'est-à-dire des patients qui ont le plus besoin de nous.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation

Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques.

1^{re} partie : biotechnologies et fibrine

Platelet Rich Fibrin (PRF): a new healing biomaterial

1st part: biotechnologies and fibrin

S. Dohan ^a, J. Choukroun ^c, A. Dohan ^b, J.M. Donsimoni ^b,
D. Gabrieleff ^a, F. Fioretti ^a, D. Dohan ^{a,d,*}

^a Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^b Centre antidouleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^c Faculté de médecine dentaire, université Saint-Joseph, Beyrouth, Liban

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France

Reçu le 10 mai 2004

MOTS CLÉS

Colle de fibrine ;
Gel de fibrine ;
PRF ;
PRP

Résumé Introduction. - Le PRF (Platelet Rich Fibrin) appartient à une nouvelle génération de concentrés plaquettaires recherchant des modes de production simplifiés et sans manipulation biochimique du sang (héparine, EDTA, thrombine bovine, chlorure de calcium...).

But. - Dans ce premier article, nous nous sommes intéressés à la molécule clé de tout concentré plaquettaire, la fibrine, afin d'en rappeler la nature, les fonctions angiogéniques et cicatricielles et les synergies entretenues avec certaines cytokines du milieu. Ces données nous permettent d'évaluer la portée biochimique des différentes technologies cherchant à utiliser la fibrine comme adjuvant chirurgical : les colles de fibrine, les cPRP (concentrated Platelet Rich Plasma) et enfin le PRF (Platelet Rich Fibrin).

Conclusion. - En effet, la fibrine voit l'architecture de son assemblage tridimensionnel profondément perturbée par la plupart des modes de polymérisation artificielle mis en œuvre en clinique, en particulier par l'ajout massif de thrombine bovine. Seule la polymérisation lente issue du PRF semble actuellement se rapprocher d'une matrice de fibrine physiologique, et donc naturellement plus efficace pour la migration et la prolifération cellulaire, et donc pour la cicatrisation.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : neimesys@hotmail.com (D. Dohan).

KEYWORDS

Fibrin gel;
Fibrin glue;
PRF (Platelet Rich
Fibrin);
PRP (Platelet Rich
Plasma)

Abstract The PRF (platelet rich fibrin) belongs to a new generation of platelet concentrates, with simplified modes of production and without biochemical handling of blood (heparin, EDTA, bovine thrombin, calcium chloride...). In this first article, we were interested in the key molecule of all platelet concentrates, fibrin, in order to emphasize its nature, angiogenic and cicatricial functions and its synergies with cytokines. These data enable us to evaluate the biochemical range of various technologies using fibrin as surgical additive: fibrin adhesives, cPRP (concentrated platelet rich plasma) and PRF (platelet rich fibrin). The tridimensional architecture of fibrin is indeed deeply disturbed by most clinical processes of artificial polymerization, particularly by the massive bovine thrombin addition. Only slow polymerization resulting from the PRF process currently seems to approach a matrix of physiological fibrin, naturally more effective for the migration and the cellular proliferation, and thus for the cicatrization.
© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

La mise au point d'adjuvants chirurgicaux bioactifs capables de réguler l'inflammation et de potentialiser la cicatrisation fait partie des grands défis de la recherche clinique. En effet, toutes les disciplines médicochirurgicales, en faisant appel aux capacités d'autoréparation des tissus, doivent faire face à des phénomènes de remodelage tissulaire difficilement contrôlables et dont les conséquences à l'échelle de l'individu peuvent être dramatiques.

Parmi les nombreux protocoles développés, l'utilisation de colles de fibrine est déjà bien documentée. Mais leurs applications restèrent pendant longtemps limitées en raison de la complexité de leur mode de production et des risques de contamination de pathologies infectieuses. L'essor de technologies sœur, celles des concentrés plaquettaires, a permis la mise au point de modes de production simplifiés et optimisés de ces colles de fibrine. L'une d'entre elle va même jusqu'à mimer une matrice cicatricielle ad integrum : le PRF.

Un peu de biologie...

Qu'est ce que la fibrine ?

La fibrine est la forme activée d'une molécule plasmatique dénommée fibrinogène. Cette molécule fibrillaire soluble circule dans le plasma sanguin à une concentration de 2 à 4,5 g/l. C'est une molécule de 46 nm de long dont la masse moléculaire est de 340 kDa. Elle est faite de six chaînes polypeptidiques identiques deux à deux : deux chaînes α A, deux chaînes β B et deux chaînes γ . Les chaînes identiques se lient par leur extrémité N-terminal au centre de la molécule au niveau du domaine globulaire E. Les deux extrémités de la molécule contenant les extrémités C-terminal sont des domaines globulaires, appelés domaines D. Le domaine E est lié aux domaines D par des segments où les trois chaînes sont spiralées (Fig. 1.) [1].

Le fibrinogène est massivement présent à la fois dans le plasma et les granules α des plaquettes car il joue un rôle déterminant dans l'agrégation des plaquettes entre elles au cours de l'hémostase : il se transformera en une véritable colle capable de consolider l'amas plaquettaire dans un premier temps, puis de former un véritable mur de protec-

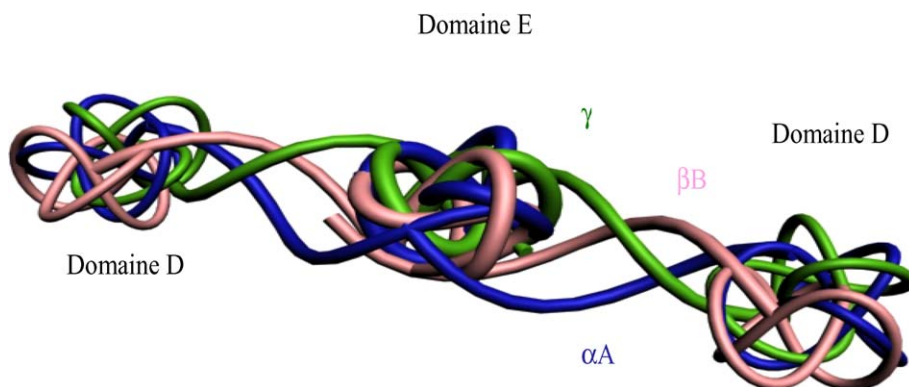


Figure 1 Modélisation simplifiée en images de synthèse d'une molécule de fibrinogène. (D-TEP© v1.3).

tion le long d'une brèche vasculaire au cours de la coagulation. En fait, le fibrinogène est le substrat final de toutes les réactions de coagulation : protéine soluble, il est transformé en fibrine insoluble par la thrombine. Et le gel ainsi formé constitue la première matrice cicatricielle du site lésé.

Fibrine et hémostasie

L'hémostasie pourrait presque se résumer au colmatage d'une brèche vasculaire à l'aide d'un lit de fibrine, matrice initiale de tout processus de cicatrisation.

Deux voies d'activation de la coagulation sont classiquement décrites : la voie extrinsèque et la voie intrinsèque qui se rejoignent au niveau de l'activation du facteur X. Dans les deux cas, la voie finale commune correspond à l'activation du facteur X. Ce facteur, une fois activé, s'intégrera dans un complexe appelé prothrombinase qui comprend également le facteur V activé, des phospholipides de la surface cellulaire et du calcium. Ce complexe protéolyse la prothrombine en thrombine. Et la thrombine clive alors le fibrinogène soluble en monomère de fibrine permettant l'initiation de la polymérisation du gel de fibrine.

Une molécule de thrombine peut permettre la polymérisation de 1000 fois son poids de fibrinogène. En outre, la thrombine catalyse sa propre formation.

Enfin, il est important de noter le rôle fondamental du calcium en tant que cofacteur au cours des cascades de réactions enzymatiques menant à la constitution du gel de fibrine.

Mécanismes biochimiques de la constitution du gel de fibrine

La thrombine clive d'abord extrémité N-terminal des chaînes α A du fibrinogène. Cela démasque alors les premiers sites de polymérisation du domaine E, qui se lient de façon non covalente aux domaines D de monomères adjacents. Ce même phénomène se déroule au niveau des chaînes β B du fibrinogène.

L'établissement progressif de ces liaisons (liaisons D-E) non covalentes entre monomères permet la constitution d'une fibrille de fibrine, puis de protofibrilles double-brin et enfin d'un réseau tridimensionnel qui gélifie la solution [1].

Cependant ce premier polymère de fibrine est instable, soluble dans l'urée. Il va être stabilisé par un dernier facteur de la coagulation, le facteur XIII (facteur stabilisant la fibrine : FSF) qui est activé par la thrombine. Ce facteur XIIIa permet aux monomères de se lier entre eux de façon covalente par leurs domaines D (liaison D-D), l'alignement des

monomères réalisé par les liaisons non-covalentes (liaisons D-E) ayant permis le rapprochement de ces domaines D (Fig. 2).

Le réseau tridimensionnel de fibrine est alors insoluble et emprisonne les globules rouges : le thrombus rouge définitif est ainsi formé.

Fibrine et cicatrisation

Suite à une lésion tissulaire, le caillot de fibrine va être rapidement colonisé par des cellules inflammatoires, des fibroblastes, des cellules endothéliales qui vont le remodeler en un tissu de granulation puis en tissu conjonctif mature [2].

En effet, si la matrice de fibrine constituée lors de la coagulation permet d'obturer la brèche vasculaire, elle constitue également un guide essentiel pour orchestrer cette cicatrisation. Par sa configuration spatiale, par l'exposition de ses résidus se liant aux intégrines et par les facteurs de croissance qu'elle renferme, cette matrice de fibrine va permettre le recrutement, la migration, l'adhésion et orienter la différenciation des différents types cellulaires nécessaires à la reconstruction tissulaire.

De plus, l'association de cette matrice provisoire de fibrine avec la fibronectine stimule l'afflux des monocytes [3], des fibroblastes [4] et des cellules endothéliales. En fait, il a même été montré qu'une matrice de fibrine ou de fibronectine pouvait moduler la réponse des fibroblastes à certaines cytokines et moduler l'expression des intégrines à la surface des cellules endothéliales [5].

L'effet capital de cette matrice transitoire sur les différents types cellulaires peut être également évalué lorsqu'elle persiste dans le tissu suite à un défaut de la fibrinolyse. En effet, quand cette matrice ne peut être dégradée, elle semble induire une fibrose du site. Ainsi des dépôts de fibrine associés à une suppression de la fibrinolyse ont été détectés chez les patients atteints de fibroses pulmonaires. De même, des souris transgéniques surexprimant le PAI (inhibiteur de l'activateur du plasminogène) accumulent plus de collagène suite à une blessure et celles n'exprimant pas le plasminogène ont une cicatrisation cutanée sérieusement retardée [2].

Enfin, d'un point de vue immunitaire, les fibrinopeptides issus de la dégradation de la fibrine par la plasmine [6] sont de puissants chemoattractants pour les neutrophiles et les monocytes.

Fibrine et angiogénèse

L'angiogénèse correspond à la formation de nouveaux vaisseaux à partir des cellules endothéliales des vaisseaux résiduelles. C'est une étape fondamentale pour tout phénomène de cicatrisation.

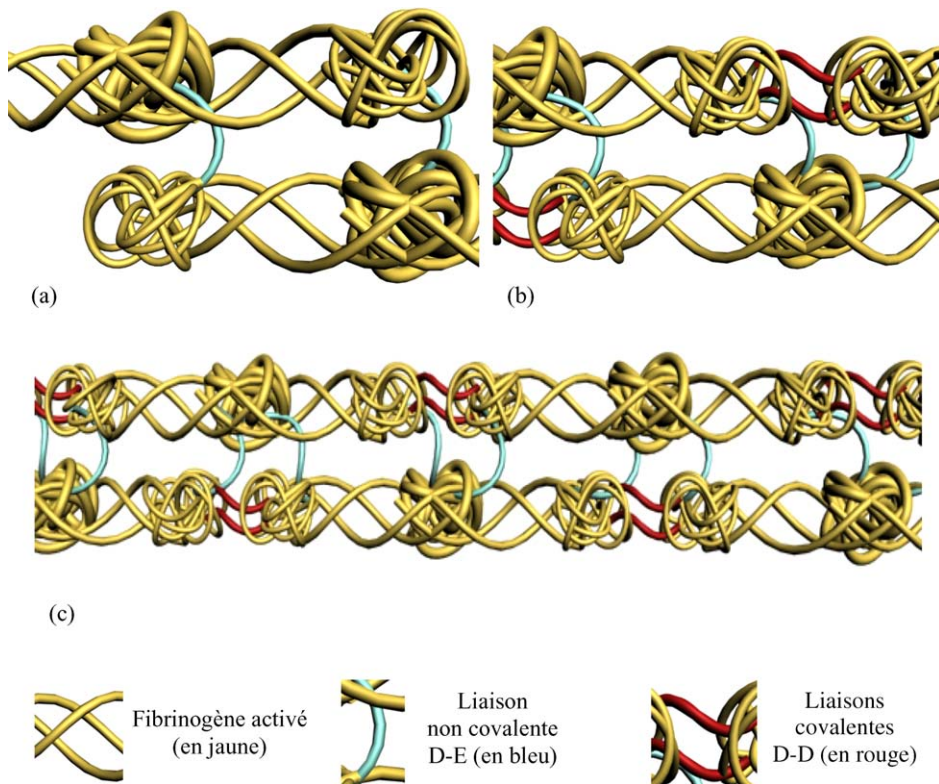


Figure 2 Modélisation théorique en images de synthèse de la constitution d'une fibrille de fibrine. Dans un premier temps, des liaisons non covalentes permettent l'alignement des molécules de fibrinogène activé (a), puis l'action du facteur XIII permettra l'établissement de liaisons covalentes qui stabiliseront la molécule de fibrine (b) et permettront l'assemblage d'un long polymère stabilisé (c). (D-TEP© v1.3).

La rupture de la membrane basale provoque la première stimulation « matricielle » des cellules endothéliales, puis c'est la matrice transitoire constituée de fibrine, de glycoprotéines circulantes (fibronectine, vitronectine...) et de cytokines associées, qui orchestre l'angiogenèse. Ces molécules vont en particulier orienter la prolifération de ces cellules ainsi que leur expression de protéases remodelant la matrice.

Pour comprendre les mécanismes qui génèrent la formation des tubes et l'invasion de la matrice de fibrine par les cellules endothéliales, il existe un modèle : des cellules endothéliales de microvaisseaux humains sont incorporées dans une matrice tridimensionnelle de fibrine et forment des structures tubulaires de type capillaire [7].

Dans ce modèle, pour que l'angiogenèse s'initie, il faut que les cellules soient exposées simultanément à un facteur angiogénique (VEGF, FGFa,b, HGF et angiopoïétine) et à du TNF- α [7]. Les structures tubulaires sont visibles dès le 2^e ou 3^e jour puis s'étendent dans le gel de fibrine en un réseau complexe en cinq à dix jours.

L'étude en microscope électronique de ces gels révèle une dégradation importante de la fibrine adjacente aux cellules envahissantes. Ce qui suggère que de nombreux processus de protéolyse sont

menés par les cellules endothéliales. À ce titre les activités de la plasmine et du PA-u membranaire (activateur du plasminogène) jouent un rôle majeur dans l'invasion de la fibrine par les cellules endothéliales, comme l'ont montrées les différentes expérimentations visant à inhiber ces deux protéases [7,8]. Ceci pourrait expliquer l'importance du TNF- α dans l'angiogenèse. En effet, il induit à la fois l'expression du PA-u et de nombreuses MMPs (métalloprotéases matricielles) par les cellules endothéliales [9].

S'ils permettent d'étudier l'effet des différentes cytokines, les modèles d'angiogenèse permettent également de démontrer à quel point les propriétés structurales de la matrice de fibrine dictent l'angiogenèse. Ainsi une étude [10] s'est attachée à comparer le comportement des cellules endothéliales dans des gels de fibrine différents structurellement de part leur pH de polymérisation. Ceux polymérisés à pH 7 sont malléables et opaques constitués de fibres épaisses. En revanche, polymérisés à pH 7,8, les gels sont rigides, translucides, faits de fibres fines et moins sensibles à la plasmine. Ceux polymérisés à pH 7,4 ont des propriétés intermédiaires. Les cellules endothéliales sont déposées à la surface de ces différents gels. Suite à une induction de type FGFb/TNF- α ou de type

VEGF/TNF- α , la croissance des capillaires est beaucoup plus importante dans les gels souples. Cependant, plus le gel est rigide plus ces structures naissantes sont stables. En effet, les gels pH 7 rapidement lysés perdent prématurément leur fonction de charpente matricielle.

Cette importance de la stabilisation de la matrice de fibrine est connue et en particulier celle permise par le facteur XIIIa ou par la transglutaminase tissulaire. On sait, en effet, que l'administration in vivo de transglutaminase tissulaire et les liaisons covalentes stabilisatrices de la fibrine qui s'ensuivent améliorent la cicatrisation [11].

D'autres auteurs [12] ont modifié la structure des gels de fibrine en incorporant des héparinoïdes. On aboutit alors à des gels plus rigides, mais également à une croissance plus réduite des structures vasculaires. De même l'expression d'une fibrine mutée au niveau d'un site cible de la transglutaminase tissulaire (stabilisation) modifie l'angiogenèse. L'adhérence des cellules endothéliales n'est pas modifiée mais la formation des structures tubulaires est remarquablement ralentie [13] à cause de cette différence structurale de la fibrine.

La structure spatiale de la fibrine est donc un élément déterminant de la progression de l'angiogenèse in vitro. Tout d'abord parce qu'elle détermine la sensibilité de la fibrine à la protéolyse, et ensuite parce qu'elle module la croissance des cellules endothéliales. De plus, l'incorporation de vitronectine et d'autres protéines plasmatiques améliorerait la colonisation du gel par les différents types cellulaires.

Ainsi, toutes ces études permettent de montrer que la vitesse et la qualité de l'angiogenèse sont modulées par la structure de la matrice de fibrine, les molécules qui y sont associées mais aussi les protéases que synthétisent les cellules endothéliales et les autres cellules colonisant le caillot.

Forts de ces connaissances biochimiques élémentaires, nous pouvons désormais nous intéresser aux différents protocoles mettant en œuvre des adjuvants chirurgicaux à base de fibrine.

Colles de fibrine : les adjuvants chirurgicaux

Malgré le développement de techniques chirurgicales antihémorragiques efficaces, la recherche d'agents hémostatiques est un problème récurrent. Il en existe une grande variété, qu'il s'agisse d'éponges de collagène, de cellulose oxydée ou de colles cyanoacrylates synthétiques. Au sein de notre arsenal thérapeutique, les colles de fibrine sont certainement les mieux documentées ; elles exis-

tent depuis plus de 30 ans [14], et ont fait l'objet d'essais thérapeutiques dans toutes les configurations chirurgicales. Leur principal atout provient de leur nature même. À base de fibrinogène, elles correspondent à un mécanisme biologique naturel amplifié de manière artificielle : la polymérisation de la fibrine au cours de l'hémostase.

Mais pendant longtemps, elle présentait l'inconvénient d'être des produits dérivés du sang : produites par l'industrie pharmaceutique (par exemple, le Tisseel® de Baxter Healthcare Corp.), elles présentaient un risque de contamination virale, minime mais pas nul. Et les outils simplifiés nécessaires à la fabrication de colles de fibrine autologues ne furent développés qu'avec l'essor de technologies sœur, celles des concentrés plaquettaires de type cPRP.

Modus operandi

Le mode de fonctionnement des colles de fibrine reproduit les dernières étapes des cascades enzymatiques de la coagulation, au cours desquelles le fibrinogène est converti en fibrine en présence de thrombine, de facteur XIII, de fibronectine et d'ions calcium [15].

Le kit commercialisé par Baxter Healthcare Corp. (Tisseel®) en est le parfait exemple. Il se compose :

- d'un concentré de fibrinogène lyophilisé, associé à de la fibronectine et à du facteur XIII ;
- d'une solution d'aprotinine (inhibiteur des protéases) d'origine bovine, à l'activité antifibrinolytique permettant d'accroître la durée de vie du scellement de fibrine ;
- d'un concentré de thrombine bovine ;
- d'une solution de chlorure de calcium.

Dans un premier temps, le fibrinogène est mélangé à la solution d'aprotinine, et la solution A ainsi constituée est réchauffée à 37 °C. Puis, la thrombine bovine est mélangée à la solution de chlorure de calcium : on obtient alors la solution B.

Les solutions A et B sont mélangées au moment de l'application de la colle grâce à un embout automélangeur monté sur une seringue à deux cartouches.

Il est important de noter que la rapidité de la prise de la colle est fonction des quantités de thrombine utilisées pour reconstituer la solution B. En général, on recherche une activité hémostatique, ce qui implique une prise rapide de la colle et un taux de thrombine élevé. Cependant, il demeure possible de choisir une prise lente, même si l'on sacrifie alors une grande part de l'intérêt chirurgical de cet adjuvant.

Ce dernier point est important pour comprendre le devenir biologique de notre colle.

De nombreuses applications cliniques

Malgré de considérables variations entre tous les protocoles décrits dans la littérature, la plupart des études démontrent l'efficacité des colles de fibrine pour contrôler des foyers de saignements lents et diffus, ainsi que les exsudats lymphatiques, les collections séreuses et de manière générale tous les saignements diffus des parenchymes. Cependant, ces colles ne permettent pas le contrôle d'hémorragies artérielles ou veineuses importantes, et ne remplaceront en aucun cas la maîtrise d'une technique chirurgicale de contrôle des hémorragies en amont [15].

Les colles de fibrine trouvèrent de nombreuses applications en chirurgie cardiothoracique et vasculaire. Par exemple, en chirurgie cardiaque, ces colles ont été utilisées avec succès pour le scellement des foyers de saignements microvasculaires diffus par application en spray.

Mais les colles de fibrine sont avant tout connues pour leurs applications idéales dans le scellement des berges de plaies et la réapplication des revêtements cutanés en chirurgie plastique et général. Les chirurgiens utilisent alors tant les propriétés mécaniques de la colle que les propriétés biologiques cicatricielles de la fibrine.

Ces colles furent également particulièrement bien décrites en chirurgie orale et maxillofaciale. Le scellement par colle de fibrine est classiquement décrit pour réduire le risque d'hématome post-opératoire et accélérer la cicatrisation [16].

Au final, de nombreuses disciplines chirurgicales tentèrent l'application de ces colles dans la plupart des sites opératoires, d'abord chez l'animal puis parfois chez l'Homme. Les résultats sont assez hétérogènes, et même parfois controversés : c'est en particulier le cas en orthopédie ou en neurochirurgie, où le scellement de dure-mère ou de nerfs en chirurgie réparatrice traumatique ou tumorale demeure peu documenté.

Au final, ces adjuvants demeurent avant tout des colles dont les principales activités biologiques sont l'adhérence aux tissus et la biodégradabilité.

Les cPRPs (concentrated Platelet Rich Plasma) : colle biologique ou thérapie cellulaire ?

Face au risque de transmission des hépatites, les colles de fibrine commercialisées furent interdites aux États-Unis dès 1978. Dès lors, les tentatives de mise au point de colles de fibrine autologues devinrent de plus en plus nombreuses, mais avec des

succès mitigés. En effet, il était difficile d'obtenir par une technique « artisanale » des taux de fibrinogène aussi élevés que dans un produit industriel de type Tisseel®. Et lorsque la technologie permettait la production d'une colle autologue acceptable, le praticien se heurtait à des protocoles extrêmement longs et complexes : lorsque Tayapongsak décrit son AFA (Autologous fibrin Adhesive) en 1994 [17], colle de fibrine autologue lui servant à maintenir les fragments des greffes osseuses dans une masse cohérente (afin d'éviter les séquestres osseux postopératoires), il utilise un sang prélevé une à trois semaines avant l'intervention et nécessitant deux jours de manipulation avant d'être prêt à l'emploi !

Ces efforts auraient pu rester vains, mais l'apparition d'un nouveau concept thérapeutique permit le brutal essor de ces technologies si longtemps quiescentes : les concentrés plaquettaires, en surfant sur l'engouement des cliniciens pour le concept de thérapie cellulaire par facteurs de croissance, ont relancé la recherche technologique sur les colles de fibrine autologues. Mais ces adjuvants chirurgicaux sont-ils encore de simples colles de fibrine ?

Définitions

Au sens strict, les concentrés plaquettaires PRP (Platelet-Rich Plasma) sont des produits dérivés du sang utilisés pour la prévention et le traitement des hémorragies dues à des thrombopénies graves d'origine centrale : aplasie médullaire, leucémie aiguë. Elles demeurent donc d'un usage très limité.

Les concentrés plaquettaires utilisés comme adjuvants chirurgicaux ont donc été arbitrairement dénommés PRP, comme les concentrés plaquettaires standards de l'hématologie transfusionnelle. Or, les protocoles décrits utilisent en général une double centrifugation, afin de concentrer davantage les plaquettes à recueillir. Pour reprendre cette erreur de vocabulaire, bien des noms ont été proposés : cPRP (concentrated PRP) [18], PRGF (Plasma Rich Growth Factors) [19], etc. Ils semblent cependant que le terme de cPRP (concentrated Platelet Rich Plasma) soit le plus simple et le plus adéquat.

Ces protocoles sont fondés sur une idée simple : la prise de sang se fait juste avant l'intervention, et le prélèvement est immédiatement transformé en concentré plaquettaire à l'aide d'un séparateur de cellules tout droit sorti du laboratoire d'hématologie (les premières années) puis à l'aide de machines de plus en plus spécifiques, simples et automatisées (dont l'exemple le plus étonnant est la Harvest SmartPRP®) [20]. Le concentré plaquettaire est

ensuite combiné avec de la thrombine et du chlorure de calcium afin de provoquer l'activation massive des plaquettes concentrées et la gélification de la préparation.

C'est à ce stade que sont normalement libérées les cytokines plaquettaires, dont les vertus cicatricielles sont déjà bien documentées. Et c'est cette idée de thérapie par adjonction de facteurs de croissance autologues qui généra un engouement croissant des cliniciens pour cette approche biotechnologique de la potentialisation des cicatrifications.

Modus operandi

Il existe de nombreux protocoles différents pour mettre en application le concept de cPRP. Mais on peut schématiquement les diviser en deux familles : les techniques lourdes utilisant des séparateurs de cellules d'hématologie et les techniques simplifiées, commercialisées sous forme de kits, qui utilisent une centrifugation en deux temps pour récupérer un culot de concentré plaquettaire. Ces derniers systèmes sont de plus en plus automatisés, ce qui a permis le développement exponentiel de leur mise en œuvre clinique.

Nous décrivons donc un concept général plus qu'un système particulier :

- le sang veineux est prélevé sous anticoagulant, afin d'éviter l'activation et la dégranulation plaquettaires ;
- une première centrifugation (« soft spin ») permet la séparation du sang en trois strates distinctes (Fig. 3) :
 - au fond du tube, un culot d'hématies et de leucocytes, qui occupe 55 % du volume total ;
 - en surface, un plasma acellulaire, principalement constitué de molécules plasmiques circulantes (en particulier le fibrinogène) et pauvre en plaquettes, dénommé PPP (Platelet-Poor Plasma ou plasma pauvre en plaquettes). Il occupe 40 % du volume total ;
 - entre les deux, une strate où les concentrations en plaquettes (et en fibrinogène) sont largement accrues. Elle ne fait que 5 % du volume total et son aspect blanchâtre caractéristique l'a fait appeler « buffy coat » (manteau blanchâtre). C'est elle qui composera la majeure partie du futur cPRP, mais à ce stade, elle est encore difficilement séparable de façon scientifique des autres strates.
- à l'aide d'une seringue stérile, on aspire le PPP, le PRP et un peu d'hématies (attirées de manière malencontreuse et systématique au cours de la manœuvre). Puis l'ensemble est

transféré dans un autre tube, sans anticoagulant ;

- ce second tube subira à son tour une centrifugation, décrite comme devant être plus longue et plus rapide que la précédente (« hard spin »). Elle permet de faire sédimenter les plaquettes au fond du tube, de manière à obtenir à nouveau trois strates distinctes (Fig. 3) :
 - quelques hématies résiduelles piégées au fond du tube ;
 - une masse de plasma acellulaire (PPP) occupant 80 % du volume total ;
 - entre les deux, une couche blanchâtre : le cPRP ;
- à ce stade, il devient aisé de recueillir le cPRP. Avec une seringue, on se débarrasse de la majeure partie du PPP, de manière à n'en laisser que le strict nécessaire à la remise en suspension des plaquettes concentrées. Puis on agite l'ensemble et l'on obtient un cPRP en suspension prêt à l'emploi.

À noter que les hématies piégées au fond du tube sont, elles aussi, remises en suspension par cette dernière manœuvre, ce qui explique l'aspect rosé du cPRP final ;

- il ne reste plus qu'à mélanger le cPRP avec de la thrombine bovine et du chlorure de calcium au moment de l'application grâce à une seringue d'automélange. Cette dernière étape permettra la gélification du concentré plaquettaire par la polymérisation du fibrinogène (concentré également au cours de la préparation du cPRP) qui constituera une trame de fibrine aux propriétés hémostatiques et adhésives particulièrement intéressantes.

De plus, l'application du cPRP peut se faire en gel ou en spray (selon l'embout choisi pour la seringue). Dans les deux cas, la polymérisation de la fibrine se fait en quelques minutes. À noter que pour obtenir un gel plus dense, voire une membrane à base de cPRP, il est possible de rajouter du Tisseel® à notre mixture [21].

Des résultats cliniques indissociables de l'activité de la fibrine

Les cPRP sont des technologies très récentes, mais déjà bien documentées. Malheureusement, les premiers résultats semblent indiquer que leurs effets sont très proches de ceux observés avec des colles de fibrine conventionnelles. En effet, l'effet potentiel des cytokines plaquettaires, pourtant massivement relarguées au sein de nos préparations, semble extrêmement limité dans le temps, laissant la plus grande part de l'effet biologique de l'adjuvant

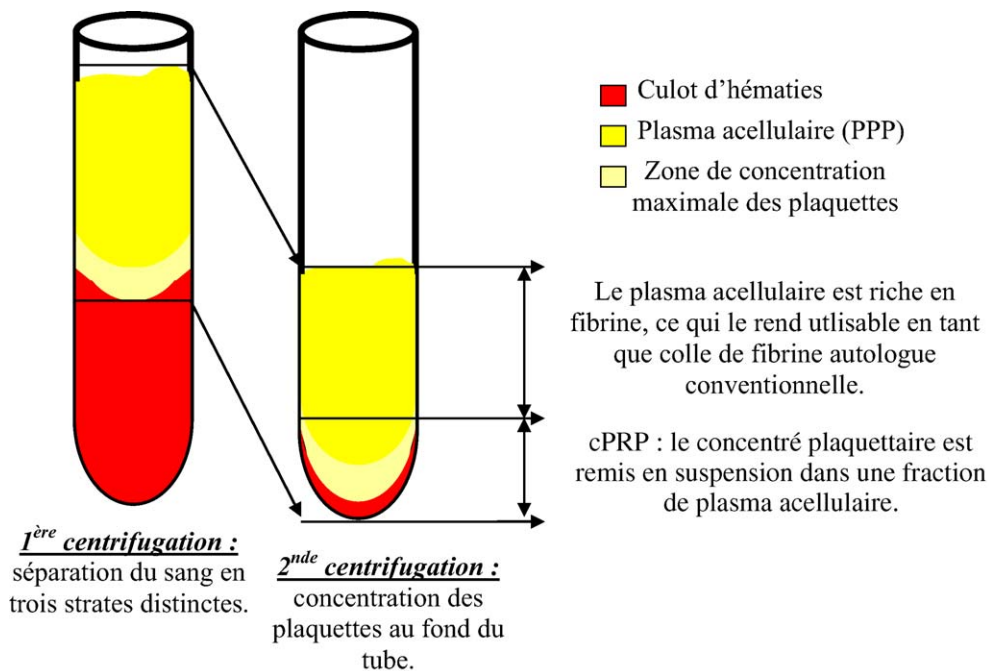


Figure 3 Concept technologique de production de cPRP.

chirurgical à la seule matrice de fibrine ; celle-ci est sensée servir de support à l'action des cytokines, mais ces petites molécules solubles semblent relarguées trop violemment pour être incorporées intimement au sein du gel de fibrine en cours de polymérisation. Cette dernière théorie pourrait expliquer les effets mitigés, voire controversés, de ces préparations dès que l'on soustrait l'effet de la fibrine ; cependant, de nombreuses études sont encore nécessaires pour valider cette idée.

Le PRF (Platelet Rich Fibrin) : une matrice naturelle

Modus operandi

Le PRF a été mis au point en France par Choukroun et al. [22]. Cette technique ne nécessite ni anticoagulant, ni thrombine bovine (ou tout autre agent gélifiant). Il ne s'agit que de sang centrifugé, sans aucun ajout, ce qui lui permet d'esquiver toutes les restrictions des lois françaises liées à la réimplantation de ce qui pourrait être considéré comme un dérivé de produit sanguin.

Le protocole est très simple : un prélèvement de sang total est réalisé dans des tubes de 10 ml **sans anticoagulant** qui sont immédiatement centrifugés à 3000 tours/minute (soit environ 400 G selon nos calculs) durant dix minutes.

L'absence d'anticoagulant induira l'activation, en quelques minutes, d'une grande partie des plaquettes contenues dans notre prélèvement au

contact des parois du tube, et le déclenchement des cascades de réaction de la coagulation. Le fibrinogène est dans un premier temps concentré dans la partie haute du tube, avant que la thrombine circulante ne fasse son effet et ne le transforme en fibrine. On obtient ainsi un caillot de fibrine en plein cœur de la masse de plasma acellulaire (Fig. 4), dont on suppose qu'il contient un maximum de plaquettes piégées au sein des mailles de fibrine.

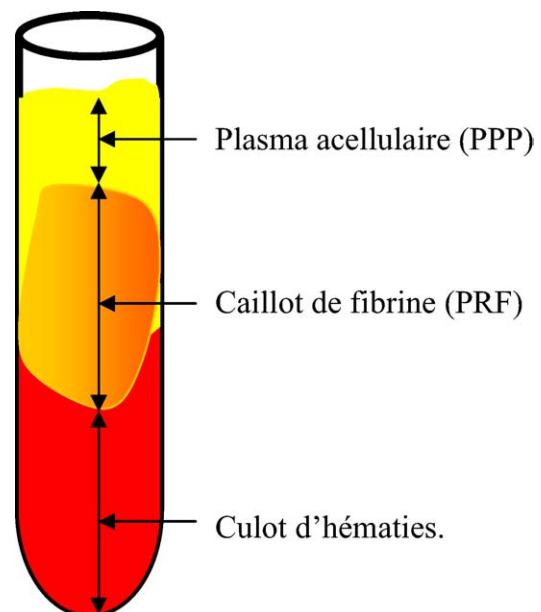


Figure 4 La centrifugation de sang total, immédiatement après le prélèvement, permettra la constitution d'un caillot de fibrine structuré et résistant au cœur du plasma acellulaire, et s'étendant jusque dans les premières strates du culot d'hématies.

Au final, le protocole PRF permet donc de recueillir un caillot de fibrine chargé de sérum plasmatique et enrichi en plaquettes. Et en chassant les fluides piégés dans cette trame de fibrine, on obtiendra une membrane très résistante à base de fibrine pontée.

Une biologie encore méconnue

La grande particularité de cette méthode provient de l'absence d'anticoagulant : elle déclenchera donc inexorablement l'activation massive de toutes les plaquettes, et ainsi le relargage de toutes les cytokines qu'elles contiennent. S'il est fort probable que ces molécules solubles soient partiellement piégées dans les mailles de fibrine du PRF, aucun dosage comparatif n'est encore venu étayer cette théorie.

L'objectif de cette série d'articles sera donc d'approfondir l'ensemble des mécanismes biologiques associés au PRF, de les corrélérer aux résultats déjà validés en clinique et d'entrevoir de nouvelles perspectives pour l'utilisation de ce biomatériau prometteur.

Discussion

Polymérisations différentes, biologies différentes

L'une des principales différences entre les colles de fibrine, les cPRP et le PRF provient de leur mode de gélification. En effet, colles de fibrine et cPRP utilisent une association de thrombine bovine et de chlorure de calcium pour déclencher les dernières étapes de la coagulation et la polymérisation brutale de la fibrine. La rapidité de cette réaction est dictée par le mode d'utilisation de ces adjuvants chirurgicaux, et leur fonction hémostatique implique une prise quasi immédiate et donc des quantités de thrombine importantes. Un tel mode de polymérisation influera considérablement sur les propriétés mécaniques et biologiques de la trame de fibrine ainsi constituée [1].

Le PRF, quant à lui, a la particularité de polymériser naturellement et lentement au cours de la centrifugation. Et les concentrations de thrombine agissant sur le fibrinogène du prélèvement sont quasiment physiologiques, puisqu'il n'y a aucun rajout de thrombine bovine.

Cet aspect est crucial pour déterminer l'organisation tridimensionnelle d'un réseau de fibrine. En effet, lors de leur gélification, les fibrilles de fibrine peuvent s'assembler entre elles selon deux

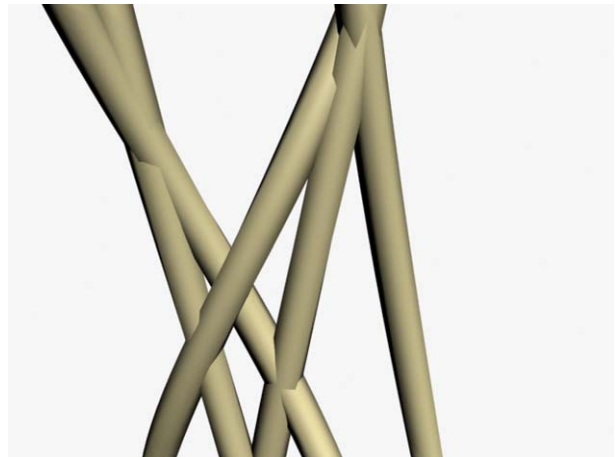


Figure 5 Modélisation théorique en images de synthèse de jonctions condensées tétramoléculaires ou bilatérales. Noter la rigidité de cette architecture. (D-TEP© v1.3).

architectures biochimiques différentes : jonctions condensées tétramoléculaires ou bilatérales et jonctions branchées trimoléculaires ou équilatérales [1]. Les jonctions bilatérales se constituent à de fortes concentrations de thrombine et permettent l'épaississement des polymères de fibrine : cela mène à la constitution d'un réseau rigide, peu propice à la migration cellulaire et au piégeage des cytokines (Fig.5). Cependant, de par sa grande résistance, un tel gel convient totalement pour sceller solidement des tissus : on aura donc une colle de fibrine, et par extension un cPRP.

À l'inverse, à de faibles concentrations de thrombine, on obtient un très fort pourcentage de jonctions équilatérales. Ces jonctions branchées permettent l'établissement d'un réseau de fibrine en forme de filet à fine maille, favorisant la migration cellulaire et le piégeage des cytokines (Fig.6).

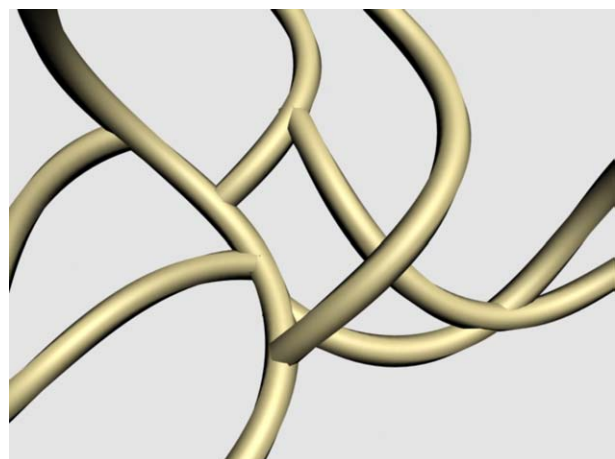


Figure 6 Modélisation théorique en images de synthèse de jonctions branchées trimoléculaires ou équilatérales. Noter la souplesse de cette architecture en filet. (D-TEP© v1.3).

De plus, cette organisation tridimensionnelle donnera une grande élasticité au gel de fibrine : c'est ce que l'on observe au sein d'une membrane PRF, solide mais souple et élastique.

Les différentes technologies des fibrines ont donc des modes de polymérisation différents qui impliquent des mécanismes d'intégration biologique très différents.

Fibrine et processi tumoraux

Il s'agit là d'une question récurrente, quelle que soit la technologie des fibrines utilisée.

De manière générale, la mise en place d'un matériau, même autogène, sensé accélérer la cicatrisation se doit de prouver son innocuité. Ceci est d'autant plus important sur des sites de cicatrisation après exérèse tumorale, car les cellules mutées ont toujours des réactions prolifératives beaucoup plus rapides que les cellules normales. Et pourtant, ce sont souvent les patients atteints par ces pathologies qui présentent les plus gros troubles de la cicatrisation (chimiothérapies, radiothérapies, polymédications,...) et qui auraient donc en théorie le plus besoin d'une potentialisation de leur modeste potentiel d'autoréparation. Les données actuelles associant fibrine et processi tumoraux permettent de développer des raisonnements thérapeutiques au cas par cas, dans le respect le plus strict du principe de précaution.

Des dépôts de fibrine ou de fibrinogène sont observés dans le stroma de la majorité des types de tumeurs où ils contrôlèrent la croissance des cellules tumorales et la progression des métastases. Ils sont disposés selon des schémas très hétérogènes dans les différents types de tumeurs [23]. Cependant on les trouve généralement à l'interface entre les cellules saines et les cellules tumorales [24] ou entre les cellules tumorales et le stroma environnant. Un amas de fibrinogène est une caractéristique des mésothéliomes, des cancers du côlon et des lymphomes.

La matrice extracellulaire de fibrine peut contrôler la prolifération cellulaire de part sa configuration et ses motifs de liaison aux cellules, mais aussi de part sa capacité à séquestrer certains facteurs de croissance. On sait par exemple que le fibrinogène est capable de séquestrer le FGFb [25] et le VEGF [26]. Le VEGF étant très impliqué dans l'angiogenèse, cette séquestration modulerait la vascularisation de la tumeur nécessaire à sa croissance.

Cependant, il est important de rappeler que la fibrine des sites tumoraux est très différente de celle issue de la polymérisation de fibrinogène circulant.

En effet, l'étude des cellules tumorales a permis de montrer que de nombreuses autres cellules que les hépatocytes pouvaient synthétiser le fibrinogène : c'est en particulier le cas des cellules de carcinomes intestinaux, utérins ou pulmonaires [27,28]. Le fibrinogène sécrété par ces cellules tumorales est souvent incomplet, ne présentant seulement, par exemple, qu'une chaîne β B et une chaîne γ [29]. Cette observation est très rare au niveau du fibrinogène des hépatocytes sains : en effet, les trois chaînes sont assemblées avant sécrétion et de façon généralement complète. Il est vraisemblable que ces fibrinogènes anormalement constitués, sécrétés par les cellules tumorales doivent ensuite générer dans la matrice extracellulaire des signaux hérétiques, ce qui contribuerait à entretenir le processus tumoral.

En l'état actuel de nos connaissances, il est encore difficile de porter un jugement sur le risque potentiel de l'utilisation de biomatériaux à base de fibrine sur des sites anciennement tumoraux. Cependant, il faut bien se souvenir que tout site chirurgical se remplira de toute façon d'un caillot de fibrine très proche du PRF, et cela de façon tout à fait physiologique : cela s'appelle tout simplement l'hémostase et la cicatrisation naturelle.

L'adjonction d'un gel de fibrine issu du fibrinogène circulant présente donc en soi un risque modéré en termes de prolifération tumoral, mais un intérêt très élevé en termes de protection du site chirurgical et de contrôle de la cicatrisation.

Conclusion

Si le PRF fait partie d'une nouvelle génération de concentrés plaquettaires, il n'en demeure pas moins, avant tout, une technologie des fibrines. En effet, l'activité biologique de cette molécule suffit en elle-même à donner un pouvoir cicatriciel important au PRF, d'autant que son mode de polymérisation lent confère à notre membrane une architecture physiologique particulièrement propice au soutien de la cicatrisation.

Cependant, il est désormais important d'approfondir les aspects plaquettaires et inflammatoires de ce biomatériau, car seule une parfaite connaissance de ses constituants et de leur agencement nous permettra de comprendre les résultats cliniques constatés, puis d'étendre les champs d'applications thérapeutiques de ce protocole.

Références

- [1] Mosesson MW, Siebenlist KR, Meh DA. The structure and biological features of fibrinogen and fibrin. *Ann N Y Acad Sci* 2001;936:11-30.
- [2] Clark RA. Fibrin and wound healing. *Ann N Y Acad Sci* 2001;936:355-67.
- [3] Lanir N, Ciano PS, Van De Water L, McDonagh J, Dvorak AM, Dvorak HF. Macrophage migration in fibrin gel matrices. II. Effects of clotting factor XIII, fibronectin, and glycosaminoglycan content on cell migration. *J Immunol* 1988;140(7):2340-9.
- [4] Brown LF, Lanir N, McDonagh J, Tognazzi K, Dvorak AM, Dvorak HF. Fibroblast migration in fibrin gel matrices. *Am J Pathol* 1993;142(1):273-83.
- [5] Feng X, Clark RA, Galanakis D, Tonnesen MG. Fibrin and collagen differentially regulate human dermal microvascular endothelial cell integrins: stabilization of $\alpha v/\beta 3$ mRNA by fibrin1. *J Invest Dermatol* 1999;113(6):913-9.
- [6] Gross TJ, Leavell KJ, Peterson MW. CD11b/CD18 mediates the neutrophil chemotactic activity of fibrin degradation product D domain. *Thromb Haemost* 1997;77(5):894-900.
- [7] Koolwijk P, Van Erck MG, De Vree WJ, Vermeer MA, Weich HA, Hanemaaijer R, et al. Cooperative effect of TNF α , bFGF, and VEGF on the formation of tubular structures of human microvascular endothelial cells in a fibrin matrix. Role of urokinase activity. *J Cell Biol* 1996;132(6):1177-88.
- [8] Collen A, Koolwijk P, Kroon M, Van Hinsbergh VW. Influence of fibrin structure on the formation and maintenance of capillary-like tubules by human microvascular endothelial cells. *Angiogenesis* 1998;2(2):153-65.
- [9] Van Hinsbergh VW, Van den Berg EA, Fiers W, Dooijewaard G. Tumor necrosis factor induces the production of urokinase-type plasminogen activator by human endothelial cells. *Blood* 1990;75(10):1991-8.
- [10] Van Hinsbergh VW, Collen A, Koolwijk P. Role of fibrin matrix in angiogenesis. *Ann N Y Acad Sci* 2001;936:426-37.
- [11] Haroon ZA, Hettasch JM, Lai TS, Dewhirst MW, Greenberg CS. Tissue transglutaminase is expressed, active, and directly involved in rat dermal wound healing and angiogenesis. *Faseb J* 1999;13(13):1787-95.
- [12] Collen A, Smorenburg SM, Peters E, Lupu F, Koolwijk P, Van Noorden C, et al. Unfractionated and low molecular weight heparin affect fibrin structure and angiogenesis in vitro. *Cancer Res* 2000;60(21):6196-200.
- [13] Collen A, Maas A, Kooistra T, Lupu F, Grimbergen J, Haas FJ, et al. Aberrant fibrin formation and cross-linking of fibrinogen Nieuwegein, a variant with a shortened A α -chain, alters endothelial capillary tube formation. *Blood* 2001;97(4):973-80.
- [14] Matras H. Effect of various fibrin preparations on reimplantations in the rat skin. *Osterr Z Stomatol* 1970;67(9):338-59.
- [15] Gible JW, Ness PM. Fibrin glue: the perfect operative sealant? *Transfusion* 1990;30(8):741-7.
- [16] Matras H. Fibrin sealant in maxillofacial surgery. Development and indications. A review of the past 12 years. *Facial Plast Surg* 1985;2(4):297-313.
- [17] Tayapongsak P, O'Brien DA, Monteiro CB, Arceo-Diaz LY. Autologous fibrin adhesive in mandibular reconstruction with particulate cancellous bone and marrow. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52(2):161-5 discussion 166.
- [18] Dugrillon A, Eichler H, Kern S, Kluter H. Autologous concentrated platelet-rich plasma (cPRP) for local application in bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;31(6):615-9.
- [19] Anitua E. The use of plasma-rich growth factors (PRGF) in oral surgery. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13(6):487-93 quiz 487-93.
- [20] Weibrich G, Kleis WK, Buch R, Hitzler WE, Hafner G. The Harvest Smart PRePTM system versus the Friadent-Schutze platelet-rich plasma kit. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(2):233-9.
- [21] Sonleitner D, Huemer P, Sullivan DY. A simplified technique for producing platelet-rich plasma and platelet concentrate for intraoral bone grafting techniques: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15(6):879-82.
- [22] Choukroun J, Adda F, Schoeffler C, Vervelle A. Une opportunité en paro-implantologie : le PRF. *Implantodontie* 2001;42:55-62.
- [23] Costantini V, Zacharski LR. Fibrin and cancer. *Thromb Haemost* 1993;69(5):406-14.
- [24] Brown LF, Van de Water L, Harvey VS, Dvorak HF. Fibrinogen influx and accumulation of cross-linked fibrin in healing wounds and in tumor stroma. *Am J Pathol* 1988;130(3):455-65.
- [25] Sahni A, Odrljic T, Francis CW. Binding of basic fibroblast growth factor to fibrinogen and fibrin. *J Biol Chem* 1998;273(13):7554-9.
- [26] Sahni A, Francis CW. Vascular endothelial growth factor binds to fibrinogen and fibrin and stimulates endothelial cell proliferation. *Blood* 2000;96(12):3772-8.
- [27] Simpson-Haidaris PJ, Rybarczyk B. Tumors and fibrinogen. The role of fibrinogen as an extracellular matrix protein. *Ann N Y Acad Sci* 2001;936:406-25.
- [28] Lee SY, Lee KP, Lim JW. Identification and biosynthesis of fibrinogen in human uterine cervix carcinoma cells. *Thromb Haemost* 1996;75(3):466-70.
- [29] Parrott JA, Whaley PD, Skinner MK. Extrahepatic expression of fibrinogen by granulosa cells: potential role in ovulation. *Endocrinology* 1993;133(4):1645-9.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation

Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques.

2^e partie : plaquettes et cytokines

Platelet-Rich Fibrin (PRF): a new healing biomaterial

2nd part: platelets and cytokines

S. Dohan ^a, J. Choukroun ^c, A. Dohan ^b, J.M. Donsimoni ^b,
D. Gabrieleff ^a, F. Fioretti ^a, G. Korb ^a, D. Dohan ^{a,d,*}

^a Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^b Centre antidouleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^c Faculté de médecine dentaire, université Saint-Joseph, Beyrouth, Liban

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux 92120 Montrouge, France

Reçu le 10 mai 2004

MOTS CLÉS

Concentré
plaquettaire ;
Facteurs de croissance
plaquettaires ;
PRF ;
PRP

Résumé Introduction. - Le PRF (Platelet Rich Fibrin) appartient à une nouvelle génération de concentrés plaquettaires recherchant des modes de production simplifiés et sans manipulation biochimique du sang (héparine, EDTA, thrombine bovine, chlorure de calcium...).

But. - Dans ce deuxième article, nous nous sommes intéressés aux aspects plaquettaires de ce biomatériau. En effet, au cours de la production du PRF par centrifugation, les plaquettes sanguines sont activées, ce qui induit leur dégranulation massive et la libération des cytokines plaquettaires. La fonction de ces molécules est cruciale au cours des premières étapes de tout phénomène d'hémostase et de cicatrisation.

Méthodes. - Les concentrations en cytokines obtenues lors de la production de cPRP sont déjà bien connues, et cela quel que soit le protocole utilisé. Nous avons donc entrepris le dosage de ces molécules au sein des différents composants du PRF et la comparaison des valeurs obtenues avec celles de différents protocoles cPRP.

Conclusions. - Nos résultats laissent penser que le mode de polymérisation lent de la fibrine lors de la production de PRF permettrait l'incorporation intrinsèque des cytokines plaquettaires dans le maillage de fibrine et, surtout, dans le réseau de chaînes glycani-

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : neimesys@hotmail.com (D. Dohan).

ques piégées au sein même des fibrilles de fibrine. Ce résultat impliquerait que le PRF, à la différence des autres concentrés plaquettaires, serait en mesure de libérer les cytokines au fur et à mesure de la dégradation du lit de fibrine : un tel mécanisme permettrait d'expliquer la qualité des propriétés cicatricielles du PRF observées cliniquement.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Platelet concentrate;
Platelet growth factors;
PRF (Platelet Rich Fibrin);
PRP (Platelet Rich Plasma)

Abstract The platelet rich fibrin (PRF) belongs to a new generation of platelet concentrates, with simplified modes of production and without biochemical handling of blood (heparin, EDTA, bovine thrombin, calcium chloride...). In this second article, we were interested in the platelet associated features of this biomaterial. Indeed, during the production of the PRF by centrifugation, the blood platelets are activated, which induces their massive degranulation and the release of the platelet cytokines. The function of these molecules is crucial during first stages of any phenomenon of hemostasis and wound healing. The concentrations in cytokines obtained during the production of cPRP are already well known, whatever the protocol used. We thus undertook to measure out the concentrations of these molecules within the different parts of a PRF and the comparison between our data and those from some cPRP protocols. Our results revealed that the slow fibrin polymerization during the production of PRF would allow the intrinsic incorporation of the platelet cytokines in the fibrin meshing, especially in the network of glycanic chains trapped within the fibrin fibrillae. This result would imply that the PRF, unlike the other platelet concentrates, would be able to release progressively these cytokines with the degradation of the fibrin lattice: such a mechanism would explain the clinically observed healing properties of the PRF.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Si le PRF (Platelet Rich Fibrin) est un gel de fibrine aux vertus cicatricielles bien connues, il n'en demeure pas moins un concentré plaquettaire. En tant que tel, son mode de production cherche à accumuler les plaquettes et leurs précieuses cytokines au sein du caillot de fibrine. Cependant, si ces données sont bien connues pour les concentrés plaquettaires des générations précédentes (i.e. les différents cPRP), elles n'ont encore jamais été évaluées pour le PRF.

L'évaluation des quantités de cytokines plaquettaires au sein du PRF est donc une étape importante dans la connaissance de ce biomatériau, car ces molécules détiennent un pouvoir cicatriciel important. Mais en réalité, bien plus que leur dosage, c'est leur mode d'incorporation aux matrices de fibrine qui semble primordial à déterminer.

Plaquettes, hémostase et cicatrisation

Mécanismes biologiques

Formées dans la moelle osseuse à partir des mégacaryocytes, les plaquettes sont des structures discoïdes et anucléées. Leur durée de vie est de huit à dix jours. À l'intérieur de leur cytoplasme se trouvent de nombreux granules dont le contenu sera sécrété au moment de l'activation.

Les granules α contiennent de nombreuses protéines spécifiques de la plaquette (facteur 4 plaquettaire, β -thromboglobuline) ou non (fibrinectine, thrombospondine, fibrinogène et autres facteurs de coagulation, facteur Willebrand, facteurs de croissance, inhibiteurs de la fibrinolyse, immunoglobulines). Les granules denses contiennent de l'ADP, du calcium et de la sérotonine... À noter également que la membrane plaquettaire est formée d'une bicouche de phospholipides dans laquelle sont insérés des récepteurs pour un certain nombre de molécules (ADP, collagène, thrombine...).

Leur activation est fondamentale pour le déclenchement et la réalisation de l'hémostase, tant par leur agrégation face au site lésé que par leurs interactions avec les mécanismes de constitution du caillot de fibrine. Cependant, leur dégranulation implique également le relargage de cytokines capables de stimuler la colonisation et la prolifération cellulaire au sein du lit de fibrine, tout en guidant la mise en œuvre des premières étapes de la cicatrisation.

Les cytokines plaquettaires

Le TGF β -1 : l'agent fibrosant

Les TGF β (Transforming Growth Factor β) sont une vaste super-famille de plus de 30 membres, parmi lesquels on retrouvera certaines BMPs (Bone Mor-

phogenetic Protein). La molécule à laquelle on fera souvent référence en parlant « du » TGF β sera en réalité le TGF β -1. C'est l'isoforme la plus souvent rencontrée et la plus massivement produite, non seulement dans les granules α des plaquettes, mais de manière plus générale au cours du dialogue intercellulaire [1].

In vitro, ses effets sont extrêmement variés en fonction de la dose appliquée, de l'environnement matriciel et du type cellulaire. Par exemple, il a été démontré qu'il pouvait stimuler la prolifération des ostéoblastes tout aussi facilement qu'il pouvait l'inhiber [2].

Si ses effets en terme de prolifération sont très variables, il n'en reste pas moins, pour la plupart des types cellulaires, l'agent fibrosant le plus puissant de toutes les cytokines [3]. Autrement dit, il induira la synthèse massive de molécules matricielles telles que le collagène I et la fibronectine, que ce soit par les ostéoblastes ou les fibroblastes.

Ainsi, bien que ses mécanismes de régulation soient particulièrement complexes, le TGF β peut être considéré un modérateur de l'inflammation, par sa capacité à induire une cicatrisation fibreuse.

Les PDGFs : le stimulant des lignées mésenchymateuses

Les PDGFs sont des régulateurs essentiels de la migration, de la prolifération et de la survie des cellules de la lignée mésenchymateuse [4]. En fonction de la répartition de leurs différents récepteurs, ils pourront induire tout aussi facilement une stimulation qu'une inhibition du développement de ces cellules [5].

Cette position de nœud de régulation joue un rôle fondamental au cours du développement embryonnaire et de tous les mécanismes de remodelage tissulaire. À ce titre, les PDGFs jouent un rôle critique dans les mécanismes de cicatrisation physiologique et sur la pathogénie de l'athérosclérose et de nombreuses maladies fibroprolifératives (néoplasies, fibroses pulmonaires et rénales...) [6].

L'axe IGF : l'agent protecteur des cellules

Les IGFs I et II sont des régulateurs positifs de la prolifération et la différenciation cellulaire. De mode d'action autocrine/paracrine mais aussi endocrine, leur pouvoir est considéré comme positif sur la majeure partie des types cellulaires, ce qui inclut malheureusement les cellules cancéreuses (qui détournent le système IGF pour accroître leur capacité de survie) [7]. Car, si ces cytokines servent de médiateur de croissance cellulaire, elles constituent avant tout l'axe majeur de régulation de la mort cellulaire programmée (apoptose), en indui-

sant des signaux de survie qui protègent les cellules de nombreux stimuli apoptotiques présents dans le milieu [8].

Il faut noter que si les IGFs sont relargués par les plaquettes, ils sont avant tout massivement présents sous forme circulante dans le sang.

Plaquettes et PRF

Répartition des plaquettes au sein du PRF

Des études hématologiques préliminaires nous ont démontré qu'il ne subsistait aucune plaquette ni dans le surnageant acellulaire (PPP), ni dans le culot d'hématies. Quelques analyses histologiques suffirent à déterminer le positionnement des plaquettes au sein des différentes strates du tube : elles s'accumulent dans la partie basse du caillot de fibrine, principalement à la jonction entre la portion contaminée par les hématies (thrombus rouge) et le caillot de fibrine PRF à proprement parlé (Photos 1 et 2). Cette dernière observation renforce l'idée que la portion rouge à l'extrémité basse du PRF serait non seulement utilisable, mais même certainement plus efficace encore que la partie haute (Fig. 1).

Enfin, il est très intéressant de noter que le gel de fibrine PRF est imbibé de glycoaminoglycanes circulants et plaquettaires (héparine, acide hyaluronique...). Leur aspect en histologie au bleu alcyan (Photo 3) suit l'architecture fibrillaire de la fibrine, ce qui laisse présager que ces chaînons glycaniques sont incorporés au sein même des polymères de fibrine. Les glycosaminoglycanes ont une forte affinité pour les petits peptides circulants

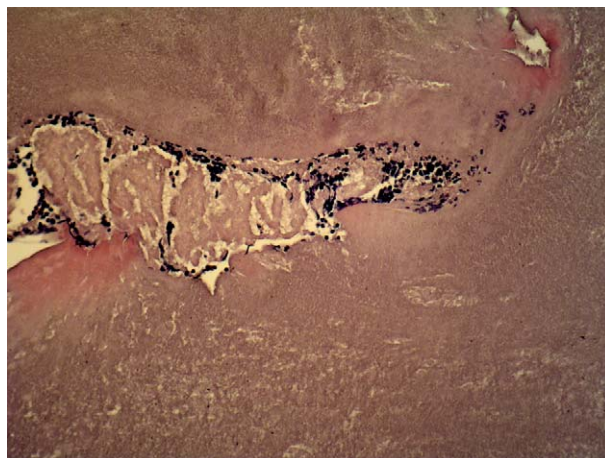


Photo 1 La partie inférieure du gel de fibrine PRF est occupée par des rainures blanchâtres qui apparaissent comme des agrégats de fragments cellulaires : ce sont nos plaquettes qui s'accumulent et constituent un « buffy coat ». (Coloration à l'hémalun-éosine, G = 52x).



Photo 2 La partie supérieure du gel de fibrine PRF est totalement vierge de structures cellulaires.
(Coloration à l'hémalun-éosine, G = 52×).

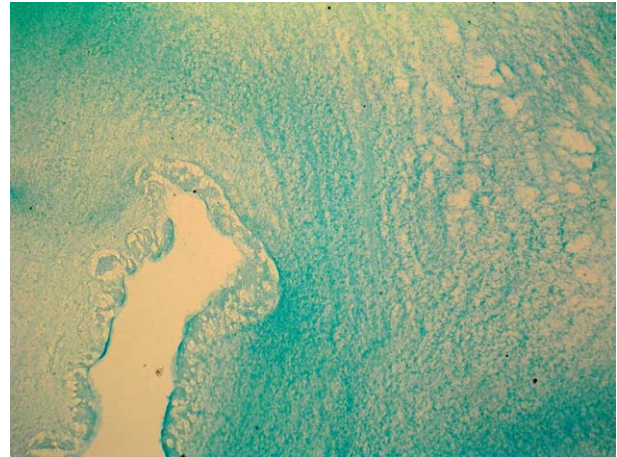
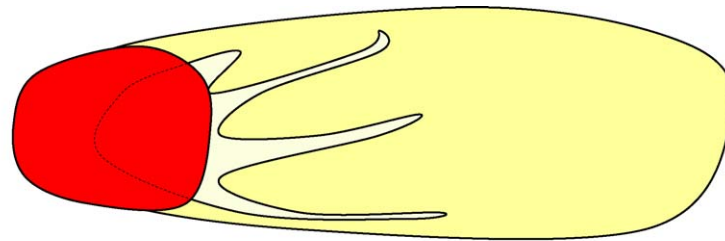


Photo 3 Distribution des structures glycaniques au sein du caillot PRF.
(coloration au bleu alcyan pH 1, G = 52×).



- Thrombus rouge : hématies (et plaquettes) piégées dans une matrice de fibrine.
- Caillot de fibrine PRF.
- « Buffy coat » : rainures blanchâtres correspondant à l'accumulation des plaquettes piégées dans la matrice de fibrine PRF.

Figure 1 le caillot de fibrine obtenu selon le protocole PROCESS peut se décomposer en trois parties : un thrombus rouge au contact du culot d'hématies, un gel de fibrine acellulaire et un réseau de colonnes blanchâtres qui correspondent à l'accumulation des plaquettes.

(tels que les cytokines plaquettaires...) et présentent une grande capacité à guider les migrations cellulaires et l'ensemble des phénomènes de cicatrisation.

Notre problématique

Les trois cytokines plaquettaires que nous venons de décrire jouent un rôle fondamental dans les processs initiaux de la cicatrisation, tant par leur capacité à stimuler la prolifération et la colonisation cellulaire (en particulier les PDGFs) qu'à induire le remodelage du lit de fibrine et la sécrétion des premiers éléments d'une matrice cicatricielle (TGF β , en particulier). Leur dosage doit permettre avant tout de déterminer dans quelle partie de

notre préparation PRF ces molécules s'accumulent : sont-elles concentrées dans le surnageant acellulaire ou restent-elles piégées dans le caillot de fibrine ? Et, plus important encore, sont-elles en solution dans le caillot PRF ou incorporées au sein même des polymères de fibrine ?

Pour cela, nous avons étudié, par dosage Elisa, le profil de sécrétion de 3 isoformes de ces cytokines (PDGF-BB, TGF β -1 et IGF-1) au sein des différentes strates du PRF et nous avons comparé nos valeurs à celles obtenues selon toute une gamme de protocoles cPRP différents.

Ce comparatif devrait nous renseigner sur les relations entretenues entre la matrice de fibrine et les cytokines relarguées dans le milieu au cours de

la centrifugation, et par la même sur le mode de fonctionnement biologique du PRF.

Matériels et méthodes

Les prélèvements sanguins furent réalisés sur un échantillon de 15 volontaires, hommes de 20 à 28 ans en bonne santé, non fumeurs. Conformément à la loi n° 88-1138 du 20 décembre 1988, relative à la protection des personnes qui se prêtent à des recherches biomédicales, et à la Déclaration d'Helsinki de l'association médicale mondiale, nos volontaires ont préalablement reçu une information claire et loyale sur la nature et les objectifs de notre étude.

Les prélèvements sanguins sont traités selon le protocole PRF et le matériel fourni par la société PROCESS qui commercialise cette technologie. Ils sont donc réalisés dans des tubes plastiques recouverts de poudre de verre et immédiatement placés dans la centrifugeuse pour dix minutes à environ 400 G. Une fois le PRF constitué, deux prélèvements distincts sont réalisés (Fig. 2) :

- le surnageant, ou PPP (Platelet Poor Plasma), représente le plasma acellulaire ;
- l'exsudat issu du caillot PRF correspond à la solution piégée dans les mailles du filet de fibrine. Pour l'obtenir, il faut laisser nos caillots PRF dans une cupule métallique stérile durant une dizaine de minute afin de les laisser relâcher peu à peu tout le liquide qu'ils contiennent.

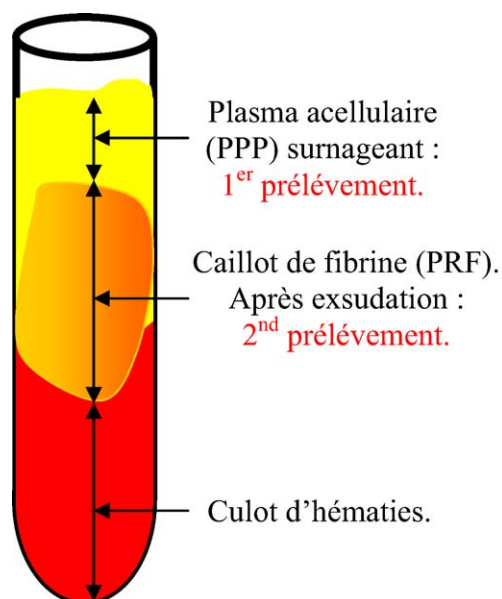


Figure 2 Représentation schématique des différentes strates de centrifugation obtenues lors de la préparation d'un caillot PRF selon le protocole PROCESS.

Les deux types de prélèvements ainsi réalisés sont conservés sous Eppendorf à -80°C . Les taux de PDGF-BB, IGF-1 et TGF β -1 présents dans ces prélèvements sont rapidement testés par Elisa (Quantikine, R&D Systems, Minneapolis, États-Unis). Les valeurs ont été quantifiées. Les moyennes ont été reportées sur des histogrammes et analysées statistiquement.

Les valeurs mesurées sont alors comparées à celles obtenues sur sang total selon deux protocoles :

- l'échantillon de sang est prélevé dans un tube sec et conservé immobile durant 30 minutes, afin de lui laisser le temps de coaguler complètement. Puis le tube subira une centrifugation de 15 minutes à 1000 G, qui permet alors de récupérer un sérum représentatif des quantités de cytokines présentes dans un sang complet activé ;
- l'échantillon de sang est prélevé sous anticoagulant (EDTA, citrate et/ou héparine) puis immédiatement centrifugé 15 minutes à 1000 G. Le plasma ainsi récupéré nous donnera les valeurs de cytokines circulantes dans un sang non activé.

Les résultats expérimentaux ont été corrélés en utilisant la méthode du test unilatéral de Student, avec un seuil de significativité de 0,05 %. Ces tests ont été effectués de deux manières différentes :

- entre les surnageants PPPs et les exsudats du caillot PRF ;
- entre les exsudats du caillot PRF et respectivement les valeurs plasmatiques et sérologiques moyennes établies par notre laboratoire.

Pour finir, un comparatif a pu être réalisé entre les concentrations en cytokines mesurées dans les exsudats du caillot PRF et les valeurs établies au sein de cPRP obtenus selon différents protocoles. Ces dernières valeurs sont empruntées à la littérature :

- cPRP par séparateur de cellules : valeurs de Weibrich et al. [9] ;
- cPRP par technique PCCS : valeurs de Weibrich et al. [10] ;
- cPRP par technique Curasan : valeurs de Weibrich et al. [10] pour IGF-1 et TGF β -1 et de Zimmermann et al. [11] pour PDGF-BB ;
- cPRP par techniques Friadent-Schütze et Harvest SmartPrep™ : valeurs de Weibrich et al. [12].

Résultats

Deux données majeures ont été mises en évidence par l'analyse statistique de nos résultats.

Tout d’abord, l’absence de différences significatives ($p < 5\%$) entre les concentrations en cytokines mesurées dans le surnageant PPP et celles au sein du caillot PRF proprement dit.

Ensuite, on peut noter que les quantités de PDGF-BB et de TGFβ-1 présentes dans les surnageants et les exsudats de caillot PRF sont toutes

très significativement inférieures à celles obtenues au sein des différents cPRP, et cela quel que soit le protocole utilisé pour leur production (Figs. 3 et 4). Pour l’IGF-1, en revanche, les valeurs mesurées dans les surnageants et exsudats sont toutes deux très significativement supérieures à celles des différents cPRP (Fig. 5).

Quantifications ELISA du PDGF-BB

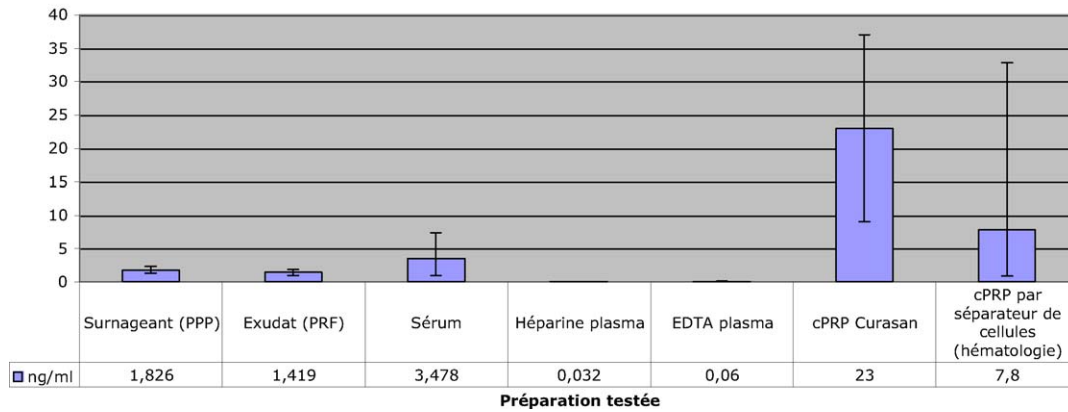


Figure 3 Quantifications par Elisa du PDGF-BB.

Quantifications ELISA du TGFβ-1

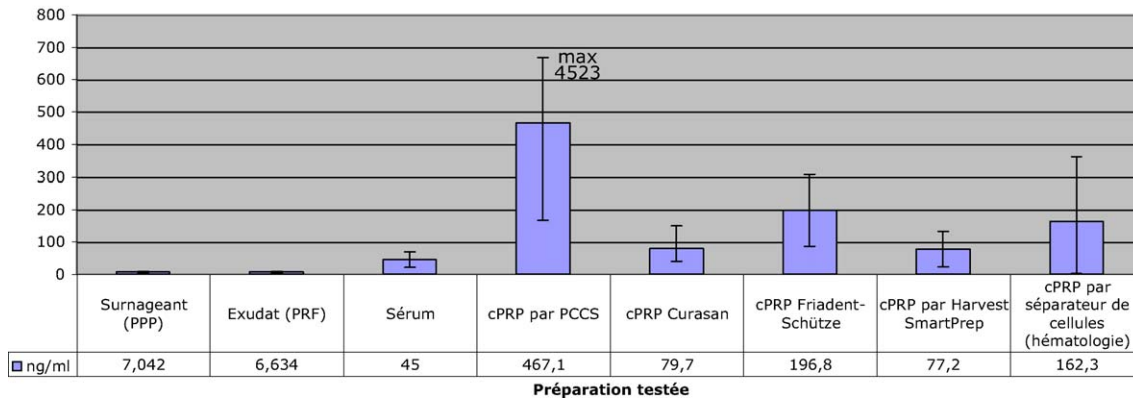


Figure 4 Quantifications par Elisa du TGFβ-1.

Quantifications ELISA de IIG

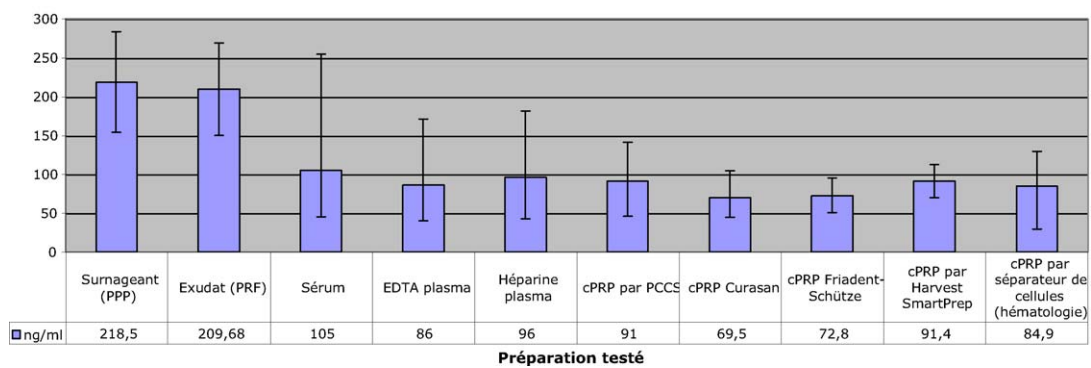


Figure 5 Quantifications par Elisa de l’IGF-1.

Discussion

Comment interpréter ces résultats ?

L'analyse de nos résultats permet d'établir d'importantes hypothèses de travail concernant la biologie du PRF. En effet, en comparant nos valeurs avec celles obtenues par d'autres auteurs avec du cPRP, et cela selon une vaste gamme de protocoles différents, nous pouvons d'ores et déjà affirmer que les cytokines plaquettaires restent majoritairement piégées au sein des mailles de fibrine, et même vraisemblablement au sein des polymères de fibrine.

En effet, il faut tout d'abord rappeler qu'au cours du protocole PRF, l'absence d'anticoagulant dans le tube de prélèvement induit nécessairement une activation massive des plaquettes, renforcée par la présence d'une phase minérale sur les parois du tube sec (poudre de verre résiduelle). Ces cytokines sont de petites molécules que la centrifugation devrait tout naturellement concentrer dans la partie haute du tube, c'est-à-dire dans le surnageant. Or, ce n'est absolument pas le cas. En fait, on ne retrouve la majorité de ces cytokines ni dans le surnageant ni dans l'exsudat. Elles sont donc restées piégées dans le PRF, au point de ne même plus pouvoir être exsudées, ce qui implique nécessairement une incorporation intime de ces molécules au sein même des polymères de fibrine.

L'IGF-1 n'y fait pas exception. Seulement, l'IGF-1 est une molécule principalement circulante : dès les premières étapes de la centrifugation, cette cytokine se retrouve concentrée dans la partie haute du tube, ce qui explique l'importance des concentrations qui y sont mesurées. En revanche, l'IGF-1 issu de la dégranulation des plaquettes subira très certainement le même phénomène d'incorporation matricielle que le TGF β -1 et le PDGF-BB plaquettaires. Noter que les valeurs de l'IGF-1 issues des technologies cPRP sont nécessairement faibles, puisque les dosages publiés sont réalisés sur le concentré plaquettaire seul : or, une simple analyse du protocole cPRP suffit à comprendre que la majeure partie de l'IGF-1 circulant se trouve dans le PPP (surnageant) qui est éliminé au cours des étapes de production du cPRP.

PRF et cPRP : polymérisations différentes, biologies différentes

À la différence des matrices de fibrine obtenues dans les protocoles de colles tissulaires, qu'il s'agisse de colles de fibrine simples (Fig. 6) ou de concentrés plaquettaires de type cPRP (Fig. 7), le

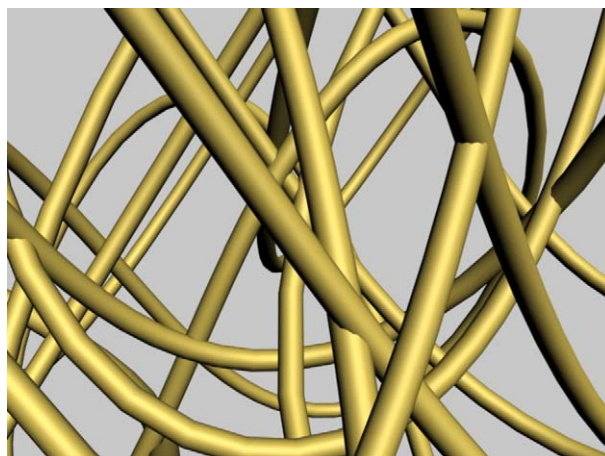
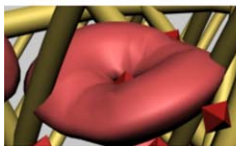
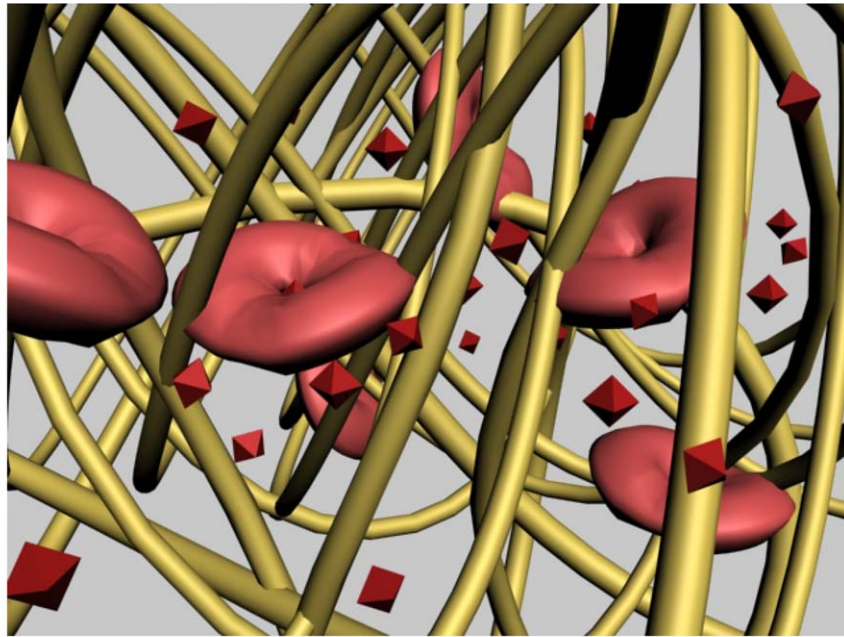


Figure 6 Modélisation théorique en images de synthèse d'un réseau de fibrine issu de la polymérisation d'une colle de fibrine. Noter que dans cet exemple, on n'a pas représenté de fibronectine piégée dans les mailles du gel, ce qui est pourtant le cas pour une colle telle que le Tisseel®. (D-TEP© v1.3)

PRF est issu d'une polymérisation naturelle et progressive au cours de la centrifugation. Le réseau de fibrine ainsi formé présente une organisation tridimensionnelle particulièrement homogène, plus encore que celle des caillots de fibrine obtenus *in vivo*. C'est ce qu'on observe sur les colorations au bleu alcyan : les chaînes glycaniques suivent scrupuleusement l'architecture fibrillaire de la trame de fibrine, ce qui laisse présager des résultats équivalents pour des glycoprotéines de structure aussi importantes pour la prolifération cellulaire que la fibronectine (Figs. 8 et 9).

De plus, un mode de polymérisation progressif implique une incorporation accrue des cytokines circulantes au sein des mailles de polymérisation (cytokines intrinsèques). Une telle configuration implique une durée de vie accrue pour ces cytokines, puisqu'elles ne seront libérées et utilisées qu'au moment du remodelage de la matrice cicatricielle initiale, lors de la dénudation du brin de fibrine (effet à plus long terme). Cela implique également un effet stimulant pour la cicatrisation puisque ces facteurs de croissance n'atteindront leur cible qu'au moment où les cellules seront exactement sur le site de cicatrisation. Les cytokines se maintiennent et sont donc disponibles *in situ* au moment opportun, lorsque les cellules entament la réduction des matrices cicatricielles du site lésé, c'est-à-dire lorsqu'elles doivent être stimulées pour préparer la reconstruction du site.

Enfin, une polymérisation lente à concentrations de thrombine physiologiques implique une architecture matricielle très élastique (jonctions branchées équilatérales entre fibrilles de fibrine : voir article 1) particulièrement propice à la migration

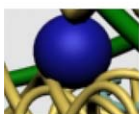
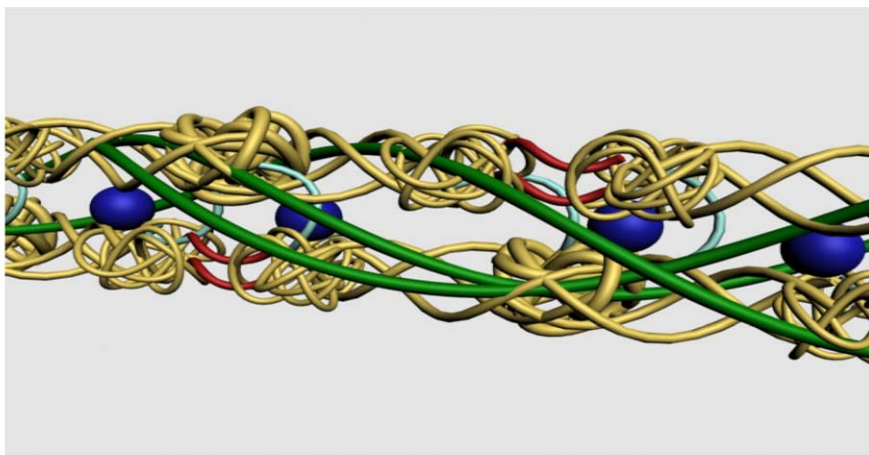


Plaquette piégée dans le gel de fibrine.

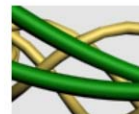


Cytokine plaquettaire en solution (extrinsèque).

Figure 7 Modélisation théorique en images de synthèse d'un réseau de fibrine issu de la polymérisation d'un cPRP. Les plaquettes activées sont piégées dans la trame de fibrine et dégranulent, libérant ainsi dans le milieu une importante quantité de cytokines qui restent piégées en solution de manière extrinsèque aux fibrilles de fibrine (échelles non respectées). (D-TEP© v1.3).

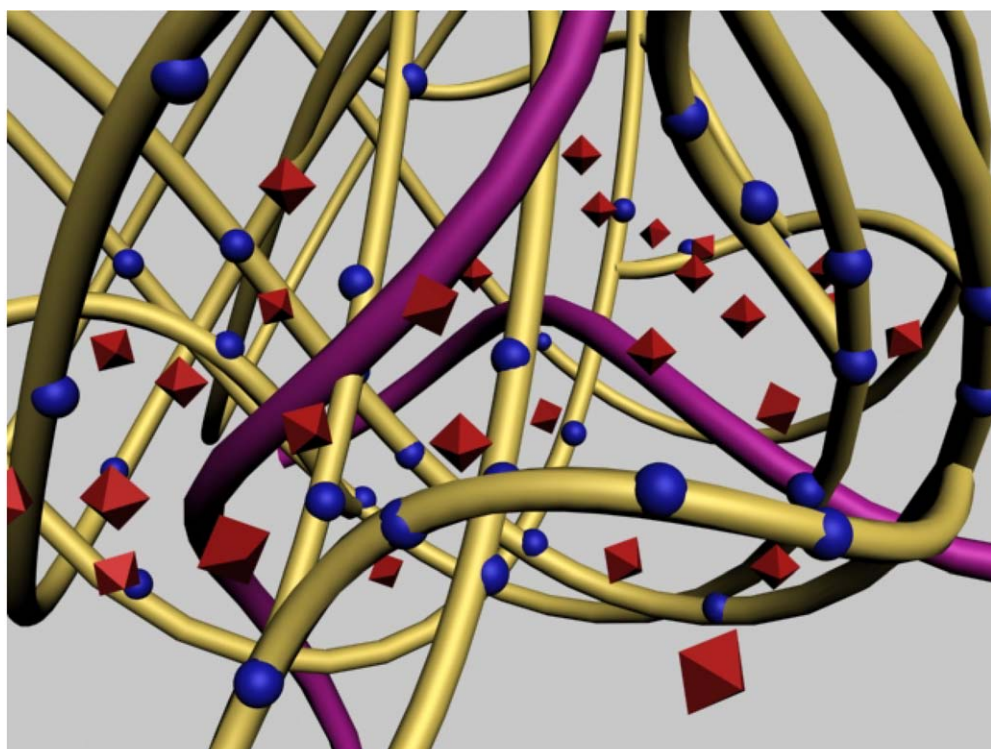


Cytokine piégée de manière intrinsèque au sein des fibrilles de fibrine (en bleu).

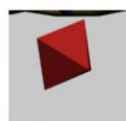


Chaînes glycaniques associées aux fibrilles de fibrine (en vert).

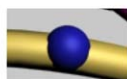
Figure 8 Modélisation théorique en images de synthèse d'une fibrille de fibrine constituée selon une technique PRF. Noter que ce mode de polymérisation lent permettrait l'incorporation de Glycoaminoglycanes et de cytokines au sein même du polymère de fibrine, ce qui rapproche la structure de notre gel PRF des thrombus de fibrine naturels (échelles non respectées). (D-TEP© v1.3)



Glycoprotéines circulantes
(fibronectine, ...)



Cytokines en solution dans
le gel PRF, associée de
manière extrinsèque aux
polymères de fibrine.



Fibrille de fibrine associant
chaînes glycaniques et
cytokines intrinsèques.

Figure 9 Modélisation théorique en images de synthèse d'un caillot de fibrine PRF. Noter la présence de glycoprotéines de structure piégées dans la trame de fibrine, ainsi que de cytokines extrinsèques (en solution) et surtout intrinsèques, c'est-à-dire piégées dans les fibrilles de fibrine au cours de leur polymérisation (échelles non respectées). (D-TEP© v1.3)

cellulaire et à la rétention des molécules en solution (pontage moléculaire en filet).

À l'inverse, le mode de polymérisation brutal des cPRP (et des colles de fibrine) nuira à l'incorporation intime des cytokines au sein de la matrice de fibrine. En raison des taux de thrombine élevés nécessaires à la prise rapide de la colle, cette fibrine sera pontée de manière rigide (jonctions condensées bilatérales : voir article 1), ce qui rend d'autant plus difficile le piégeage des petites molécules en solution : les cytokines relarguées par les plaquettes seront donc extrinsèques, c'est-à-dire piégées dans la suspension colloïdale entre les mailles du réseau de fibrine au cours de la gélification (Figs. 6 et 7). Leur élimination physiologique sera donc nécessairement rapide, et l'on perdra alors une grande part des synergies cytokines/

fibrine, ou plus généralement cytokines/matrice, que l'on doit observer au sein du PRF.

L'ensemble de ces paramètres comparatifs permet de considérer le PRF comme un biomatériau de potentialisation de la cicatrisation, et non comme une « simple » colle biologique à base fibrine.

Conclusion

Cette première analyse biochimique des différentes strates du PRF semble indiquer que ce biomatériau serait constitué d'un assemblage intime de cytokines, de chaînes glycaniques et de glycoprotéines de structure entremêlées au sein d'un réseau de fibrine lentement polymérisée. L'ensemble de ces composants biochimiques ont des effets syner-

giques avérés sur la cicatrisation : c'est par exemple le cas de la fibronectine et du PDGF-BB. En effet, en tant que rail à la prolifération et à la migration cellulaire, la fibronectine potentialise les effets stimulants obtenus par le PDGF-BB. Ces données préliminaires mènent donc à penser que le PRF serait un concentré de cicatrisation particulièrement efficace.

Les auteurs remercient Sylvie Igondjo-Tchen et Jean-Marie Legrand des laboratoires de la faculté de chirurgie dentaire (université Paris-V, 92120 Montrouge, France) ainsi qu' Heminia Forgès pour leur expertise technique, et l'ensemble des personnels du service d'odontologie de l' Hôpital Albert Chenevier pour leur aide précieuse.

Références

- [1] Schilephake H. Bone growth factors in maxillofacial skeletal reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;31(5): 469-84.
- [2] Giannobile WV. Periodontal tissue engineering by growth factors. *Bone* 1996;19(1 Suppl):235-375.
- [3] Border WA, Noble NA. Transforming growth factor beta in tissue fibrosis. *N Engl J Med* 1994;331(19):1286-92.
- [4] Rosenkranz S, Kazlauskas A. Evidence for distinct signaling properties and biological responses induced by the PDGF receptor alpha and beta subtypes. *Growth Factors* 1999; 16(3):201-16.
- [5] Heldin CH. Simultaneous induction of stimulatory and inhibitory signals by PDGF. *FEBS Lett* 1997;410(1):17-21.
- [6] Yu J, Ustach C, Kim HR. Platelet-derived growth factor signalling and human cancer. *J Biochem Mol Biol* 2003; 36(1):49-59.
- [7] Winkler R, et al. The IGF system: summary and recent data. *Rev Med Liege* 2000;55(7):725-39.
- [8] Butt AJ, Firth SM, Baxter RC. The IGF axis and programmed cell death. *Immunol Cell Biol* 1999;77(3):256-62.
- [9] Weibrich G, et al. Growth factor levels in platelet-rich plasma and correlations with donor age, sex, and platelet count. *J Craniomaxillofac Surg* 2002;30(2):97-102.
- [10] Weibrich G, Kleis WK, Hafner G. Growth factor levels in the platelet-rich plasma produced by two different methods: curasan-type PRP kit versus PCCS PRP system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(2):184-90.
- [11] Zimmermann R, et al. Different preparation methods to obtain platelet components as a source of growth factors for local application. *Transfusion* 2001;41(10):1217-24.
- [12] Weibrich G, et al. The Harvest Smart PRP system vs the Friudent-Schutze platelet-rich plasma kit. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(2):233-9.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation

Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines,
aspects immunitaires, implications thérapeutiques.
3^e partie : aspects immunitaires

Platelet-Rich Fibrin (PRF): a new healing biomaterial

3rd part: immune features

S. Dohan ^a, J. Choukroun ^c, A. Dohan ^b, J.M. Donsimoni ^b,
D. Gabrieleff ^a, F. Fioretti ^a, D. Dohan ^{a,d,*}

^a Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^b Centre antidouleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^c Faculté de médecine dentaire, université Saint-Joseph, Beyrouth, Liban

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire,
1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France

Reçu le 10 mai 2004

MOTS CLÉS

Concentré
plaquettaire ;
Gel de plaquettes ;
PRF ;
PRP

Résumé Introduction. - Le PRF (Platelet Rich Fibrin) appartient à une nouvelle génération de concentrés plaquettaires recherchant des modes de production simplifiés et sans manipulation biochimique du sang (héparine, EDTA, thrombine bovine, chlorure de calcium...).

But. - Dans ce troisième article, nous nous sommes intéressés aux aspects immunitaires de ce biomatériau. En effet, au cours de la production du PRF par centrifugation, les plaquettes ne sont pas les seuls éléments figurés du sang à être activés : les leucocytes vont également sécréter des cytokines en réaction aux phénomènes hémostatiques et inflammatoires provoqués artificiellement dans le tube centrifugé.

Méthodes. - Nous avons donc entrepris le dosage de cinq molécules au sein des différentes composantes du PRF : trois cytokines pro-inflammatoires (IL-1 β , IL-6 et TNF- α), une cytokine anti-inflammatoire (IL-4) et un facteur de croissance clé de l'angiogenèse (VEGF). Ces valeurs sont corrélées à celles obtenues dans le plasma (sang total non activé) et dans le sérum (sang total activé).

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : neimesys@hotmail.com (D. Dohan).

Conclusion. - Nos résultats laissent penser que le PRF aurait des capacités de régulation des phénomènes inflammatoires et de stimulation de l'immunité par chimiotactisme. Ce concept pourrait expliquer l'absence quasi systématique de suites opératoires infectieuses lorsque le PRF est utilisé en adjuvant chirurgical.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Platelet concentrate;
Platelet gel;
PRF (platelet Rich Fibrin);
PRP (Platelet Rich Plasma)

Abstract The PRF (platelet rich fibrin) belongs to a new generation of platelet concentrates, with simplified modes of production and without biochemical handling of blood (heparin, EDTA, bovine thrombin, calcium chloride...). In this third article, we were interested in the immunological features of this biomaterial. Indeed, during the production of the PRF by centrifugation, the platelets are not the only cellular elements of blood to be activated: the leucocytes will also secrete cytokines in reaction to the haemostatic and inflammatory phenomena artificially induced in the centrifuged tube. We thus undertook to measure out the concentrations of five molecules within the different parts of a PRF: three pro-inflammatory cytokines (IL-1 β , IL-6 and TNF- α), an anti-inflammatory cytokine (IL-4) and a key growth promoter of the angiogenesis (VEGF). Our data are correlated with those obtained in plasma (inactivated blood) and in sera (activated blood). Our results revealed that the PRF would have the ability to regulate the inflammatory phenomena and to stimulate immune processes by chemotactism. This concept could explain the reduction of post-operative infections when PRF is used as surgical additive.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Le PRF présente de nombreux paramètres de développement et de consolidation associés aux gels de culture organotypiques, ce qui a permis de l'assimiler à un « milieu de culture in vivo ». Et les données cliniques semblent démontrer qu'il se comporte comme une matrice propice au développement d'une cicatrisation cohérente sans excès inflammatoire. Cette dernière idée nous a tout naturellement amenés à rechercher, au sein de ce caillot de fibrine, des éléments de régulation et de maintien de l'homéostasie cellulaire et moléculaire suffisamment puissants pour contre-balancer les excès d'une inflammation postchirurgicale. Car, si l'on peut prédire un rôle important aux sécrétions plaquettaires, il ne faut pas oublier que le sang est un tissu à part entière, ce qui implique une multitude de paramètres pouvant intervenir dans le contrôle des réactions inflammatoires.

Cytokines, homéostasie et inflammation

Qu'est ce que l'inflammation ?

L'inflammation se définit par l'ensemble des phénomènes réactionnels déclenchés par l'organisme en réponse à une agression. Le processus inflammatoire se déroule en trois phases successives : une phase vasculaire, une phase cellulaire et une phase de cicatrisation.

La phase vasculaire se caractérise par l'ensemble des phénomènes permettant le développement

de l'hémostase (c'est-à-dire la constitution d'une matrice de cicatrisation à base fibrine) et facilitant la mise en place d'un nœud leucocytaire (i.e. l'arrivée sur le site de la lésion de cellules inflammatoires capables de coordonner toutes les forces cellulaires en présence pour les mener à la couverture anti-infectieuse du site et à la protection du développement de la cicatrisation initiale). Au final, il s'agit des processus hémostatiques menant à une coagulation le long de la brèche vasculaire et à la formation d'un lit de fibrine.

Les phénomènes vasoexsudatifs initiaux permettent l'arrivée des leucocytes dans le foyer inflammatoire. Les premiers en place sont les polynucléaires, puis ils sont remplacés par les cellules mononucléées. Parmi celles-ci, les macrophages qui participent à cette phase grâce à leur plus grande capacité de phagocytose. S'y associent des lymphocytes et des plasmocytes qui participent à la réponse immune spécifique de l'antigène.

Toutes les cellules présentes sur le site inflammatoire sont activées et sécrètent de nombreuses cytokines et des facteurs de croissance. Les médiateurs de l'inflammation participent au recrutement des fibroblastes, induisent leur prolifération et stimulent leur activité biosynthétique, conduisant à la sécrétion de protéases (métalloprotéases matricielles et plasmine entre autres) et à la néosynthèse des macromolécules du tissu conjonctif. Les médiateurs de l'inflammation mettent en jeu des phénomènes de production en cascade, des synergies d'effet et des boucles d'amplification par le biais notamment du système du complément.

Le processus inflammatoire est donc inhérent à l'acte chirurgical lui-même. Mais l'on constate que l'adjonction de PRF en diminue certains effets néfastes, principalement en corrigeant les excès des processus destructeurs et délétères difficilement contrôlables dans le processus de remodelage rapide mis en œuvre lors d'une agression.

Cytokines de l'inflammation

Le nombre de médiateurs impliqués dans les poussées inflammatoires est très important. Nous nous sommes donc spécifiquement intéressés à trois des principales cytokines associées à l'inflammation, l'IL-1 β , l'IL-6 et le TNF- α . Noter qu'au cours d'un phénomène inflammatoire, les pics de sécrétion de ces trois cytokines sont synchronisés dans l'espace et le temps. En fait, ces trois molécules constituent à elles toutes seules un chaînon clé de l'inflammation.

IL-1 β (Interleukine 1 β)

L'IL-1 est produite par les macrophages activés, les neutrophiles, les cellules endothéliales, les fibroblastes, les kératinocytes, les cellules de Langerhans... C'est l'un des médiateurs clés du contrôle de l'inflammation.

Il existe sous deux formes, α et β , qui correspondent à deux gènes différents mais conservent 27 % d'homologie au niveau protéique. L'IL-1 β demeure la forme prédominante.

La synthèse de l'IL-1 est médiée par le TNF- α , les interférons α , β , γ et les endotoxines bactériennes. Sa principale activité est la stimulation des lymphocytes T *helper*.

À noter qu'en combinaison avec le TNF- α , l'IL-1 apparaît être impliquée dans les lyses osseuses : en effet, il active les ostéoclastes et inhibe la formation d'os.

IL-6 (Interleukine 6)

L'IL-6 est une cytokine inflammatoire associée au circuit de l'IL-1 β et du TNF- α [1]. Ses sources principales in vivo sont les monocytes stimulés, les fibroblastes et les cellules endothéliales. Les macrophages, les lymphocytes T et B, les granulocytes, les mastocytes, les chondrocytes et les ostéoblastes produisent aussi de l'IL-6 après stimulation.

Physiologiquement, l'IL-6 est stimulée par l'IL-1, les endotoxines bactériennes, le TNF- α , le PDGF... L'IL-6 peut aussi stimuler ou inhiber sa propre synthèse.

L'IL-6 est un facteur de différenciation des lymphocytes B in vivo et in vitro et un activateur des lymphocytes T. En présence d'IL-2, il induit la

différenciation des lymphocytes T matures et immatures en lymphocytes T cytotoxiques.

L'IL-6 est capable d'induire la maturation finale des lymphocytes B en plasmocytes sécréteurs d'immunoglobulines, à condition que ceux-ci aient été préalablement pré-activés par l'IL-4. Au sein des populations de lymphocytes B, l'IL-6 stimule violemment la sécrétion d'anticorps : ce taux peut augmenter de 120 à 400 fois.

Enfin, il faut noter que l'IL-6 et l'IL-3 agissent de façon synergique in vitro pour promouvoir la prolifération de cellules souches hématopoïétiques.

L'IL-6 constitue donc avant tout une voie d'amplification majeure des signaux transmis aux cellules de l'immunité. Ainsi, IL-6 favorisera le déroulement des cascades de réaction qui mèneront à l'inflammation, avec tous les phénomènes de destruction ou de remodelage qui s'y associent...

TNF- α (Tumor Necrosis Factor α)

Le TNF- α est l'une des premières cytokines de la cascade inflammatoire mise en œuvre en réponse aux endotoxines bactériennes. Après stimulation par les LPS (lipopolysaccharides) bactériens, le TNF- α est sécrété par les macrophages, les monocytes, les polynucléaires neutrophiles et les lymphocytes T. Sa production est sous-régulée par l'IL-6 et le TGF- β .

Le TNF- α active les monocytes et stimule le pouvoir de remodelage des fibroblastes. De plus, il augmente la phagocytose et la cytotoxicité des neutrophiles et module l'expression de médiateurs clés tels que l'IL-1 et l'IL-6.

Cytokines de cicatrisation

Un pouvoir cicatriciel peut être défini selon deux aspects :

- soit il inhibe les voies inflammatoires et sous-régule leur amplification et son lot de destructions tissulaires : c'est le cas de l'IL-4 ;
- soit il favorise la mise en place des structures initiales fondamentales pour le développement d'une cicatrisation saine et coordonnée : c'est le cas du VEGF.

IL-4 (Interleukine 4)

L'IL-4 est produite principalement par une sous-population de cellules T activées (TH2, CD4+) qui sécrètent aussi l'IL-6. Elle favorise la prolifération et la différenciation des cellules B activées. Mais ses effets plus généraux sont totalement dépendants de son environnement en cytokines.

Au cours des phénomènes inflammatoires, sa fonction principale semble être de favoriser la cicatrisation en modérant l'inflammation et son cor-

tège de destructions. Par exemple, elle augmente la synthèse de collagène fibrillaire par le fibroblaste [2] et inhibe la stimulation de MMP-1 et MMP-3 par l'IL-1 β . En fait, elle supprime les voies de transduction des signaux médiés par IL-1 β , tels que la stimulation de la synthèse de PGE2 [3].

Ce rôle de modérateur de l'inflammation est donc très prononcé. Au point que le prétraitement des macrophages par l'IL-4 prévient la production d'IL-1 β , de TNF α et de prostaglandines en réponse à l'activation des cellules par les endotoxines bactériennes ou l'IFN- γ .

Le VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor)

Le VEGF est le plus puissant et le plus ubiquitaire des facteurs de croissance vasculaires connus. Il joue un rôle directeur dans le contrôle de nombreux aspects du comportement des cellules endothéliales, qu'ils s'agissent de prolifération, migration, spécialisation, ou tout simplement de survie. En fait, la simple présence de cette cytokine suffira à déclencher l'angiogenèse, et c'est la combinaison de ses différentes isoformes qui permettra de diriger et d'affiner le schéma de croissance du réseau vasculaire.

Notre problématique

Avec les cinq cytokines que nous venons de décrire, nous pouvons visualiser une part importante des chaînons inflammatoires, tant dans leur aspects immunitaires (IL-1 β , IL-6, TNF- α) que cicatriciels (IL-4, VEGF...). Nous nous sommes donc tout naturellement intéressés à leur présence au sein du caillot PRF, dont le pouvoir de stimulation de l'immunité et de contrôle des destructions inflammatoires est cliniquement établi.

Pour cela, nous avons étudié, par dosage Elisa, le profil de sécrétion de ces cytokines par les éléments figurés du sang en mesure de le faire, c'est-à-dire principalement les leucocytes, au cours de la réalisation de notre matrice PRF.

Ces dosages nous permettront d'évaluer leurs effets potentiels sur des matrices en cours de cicatrisation, qu'elles soient minéralisées (os, cartilage) ou non (gencives, peau).

Matériels et méthode

Les prélèvements sanguins furent réalisés sur un échantillon de 15 volontaires, hommes de 20 à 28 ans en bonne santé, non fumeurs. Conformément à la loi n° 88-1138 du 20 décembre 1988,

relative à la protection des personnes qui se prêtent à des recherches biomédicales, et à la Déclaration d'Helsinki de l'Association médicale mondiale, nos volontaires ont préalablement reçu une information claire et loyale sur la nature et les objectifs de notre étude.

Les prélèvements sanguins sont traités selon le protocole PRF et le matériel fourni par la société PROCESS qui commercialise cette technologie. Ils sont donc réalisés dans des tubes plastiques recouverts de poudre de verre et immédiatement placés dans la centrifugeuse pour dix minutes à environ 400 G. Une fois le PRF constitué, deux prélèvements distincts sont réalisés (Fig. 1) :

- le surnageant, ou PPP (Platelet Poor Plasma), représente le plasma acellulaire ;
- l'exsudat issu du caillot PRF correspond à la solution piégée dans les mailles du filet de fibrine. Pour l'obtenir, il faut laisser nos caillots PRF dans une cupule métallique stérile durant une dizaine de minute afin de les laisser relâcher peu à peu tout le liquide qu'ils contiennent.

Les deux types de prélèvements ainsi réalisés sont conservés sous Eppendorf à -80 °C. Les taux d'IL-1 β , d'IL-4, d'IL-6, de TNF- α et de VEGF présents dans ces prélèvements sont rapidement testés par Elisa (Quantikine, R&D Systems, Minneapolis, États-Unis). Les valeurs ont été quantifiées. Les moyennes ont été reportées sur des histogrammes et analysées statistiquement.

Les valeurs mesurées sont alors comparées à celles obtenues sur sang total selon deux protocoles :

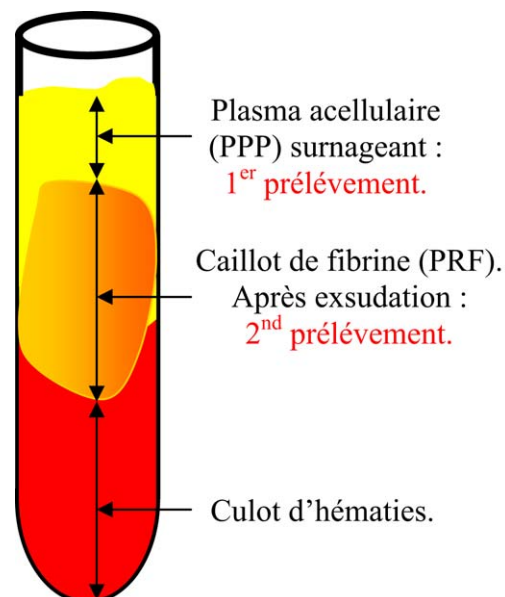


Figure 1 Représentation schématique des différentes strates de centrifugation obtenues lors de la préparation d'un caillot PRF selon le protocole PROCESS.

- l'échantillon de sang est prélevé dans un tube sec et conservé immobile durant 30 minutes, afin de lui laisser le temps de coaguler complètement. Puis le tube subira une centrifugation de 15 minutes à 1000 G, qui permet alors de récupérer un sérum représentatif des quantités de cytokines présentes dans un sang complet activé ;
- l'échantillon de sang est prélevé sous anticoagulant (EDTA, citrate et/ou héparine) puis immédiatement centrifugé 15 minutes à 1000 G. Le plasma ainsi récupéré nous donnera les valeurs de cytokines circulantes dans un sang non activé.

Les résultats expérimentaux ont été corrélés en utilisant la méthode du test unilatéral de Student, avec un seuil de significativité de 0,05 %. Ces tests ont été effectués de deux manières différentes :

- entre les surnageants PPPs et les exsudats du caillot PRF ;
- entre les exsudats du caillot PRF et respectivement les valeurs plasmatiques et sérologiques moyennes établies par notre laboratoire.

Résultats

Deux données majeures ont été mises en évidence par l'analyse statistique de nos résultats.

Tout d'abord, l'absence de différences significatives ($p < 5\%$) entre les concentrations en cytokines mesurées dans le surnageant PPP et celles au sein du caillot PRF proprement dit.

Ensuite, on peut noter que les valeurs obtenues dans l'exsudat du caillot PRF sont toutes significativement supérieures ($p < 5\%$) à celles mesurées dans les échantillons de plasma et séra testés.

Ces résultats sont identiques quelle que soit la cytokine testée, qu'ils s'agisse des cytokines dites

« pro-inflammatoires », telles que l'IL-1 β (Fig. 2), l'IL-6 (Fig. 3) et le TNF- α (Fig. 4) ou d'une cytokine dite « anti-inflammatoires », l'IL-4 (Fig. 5). Seul le VEGF (Fig. 6) fait exception, avec des concentrations sérologiques particulièrement élevées.

Discussion : le PRF : un nœud immunitaire ?

Nos résultats semblent mettre en évidence une sécrétion accrue de toutes les interleukines testées, qu'elles soient inflammatoires ou cicatricielles. Leur origine ne peut être que leucocytaire, ce qui signifierait que le mode d'activation lente du sang suffirait à induire une dégranulation accrue des populations de leucocytes. En effet, les comparaisons avec des sangs totaux non activés (plasma) ou activés (séra) indiquent très clairement qu'un phénomène d'activation se produit au cours de la centrifugation de production de PRF.

De plus, lorsque l'on observe les résultats obtenus sur les cytokines plaquettaires (voir article 2), on peut imaginer que les cytokines que nous avons testées seraient elles aussi piégées au fur et à mesure dans le gel de fibrine en cours de polymérisation : comme pour les molécules plaquettaires, ces cytokines leucocytaires sont relarguées peu à peu dans le milieu et bénéficient certainement d'un piégeage dans les mailles de fibrine.

Seul le VEGF présente des concentrations sérologiques significativement plus élevées que toutes les autres valeurs : il est vraisemblable qu'une partie du VEGF dosé soit issu des plaquettes, ce qui explique l'importance des concentrations sur sang activé. La sécrétion leucocytaire de VEGF peut donc être considérée comme négligeable. Mais les différences constatées entre sang activé et surnageant

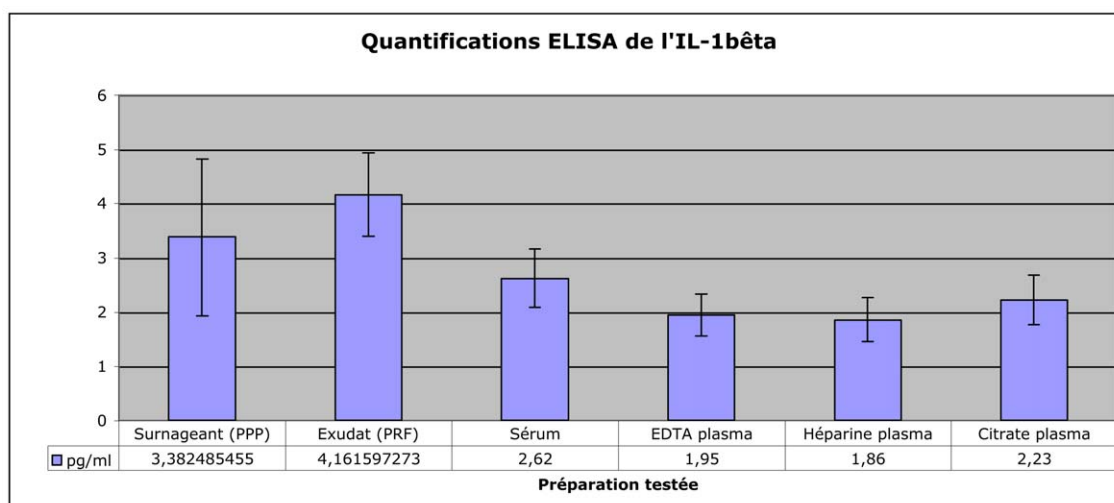


Figure 2 Quantifications par Elisa de l'IL-1 β .

Quantifications ELISA de l'IL-6

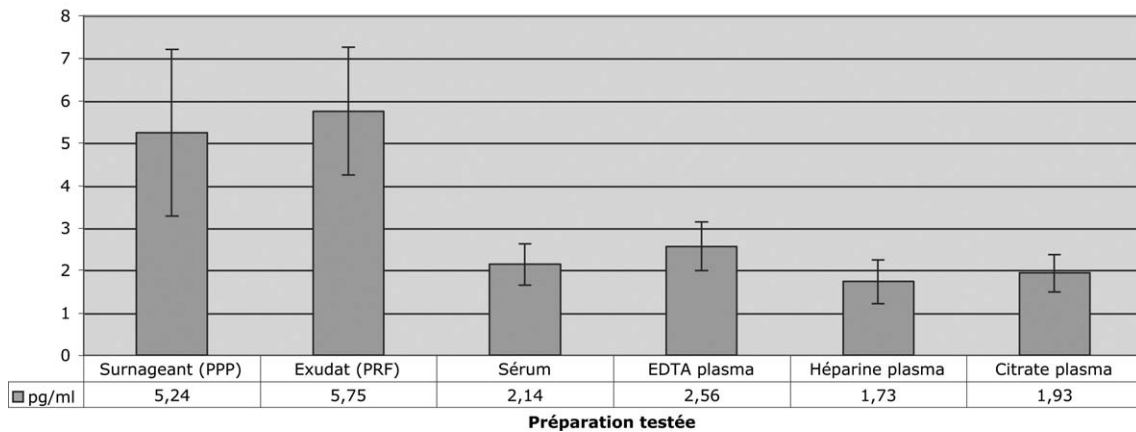


Figure 3 Quantifications par Elisa de l'IL-6.

Quantifications ELISA du TNF-alpha

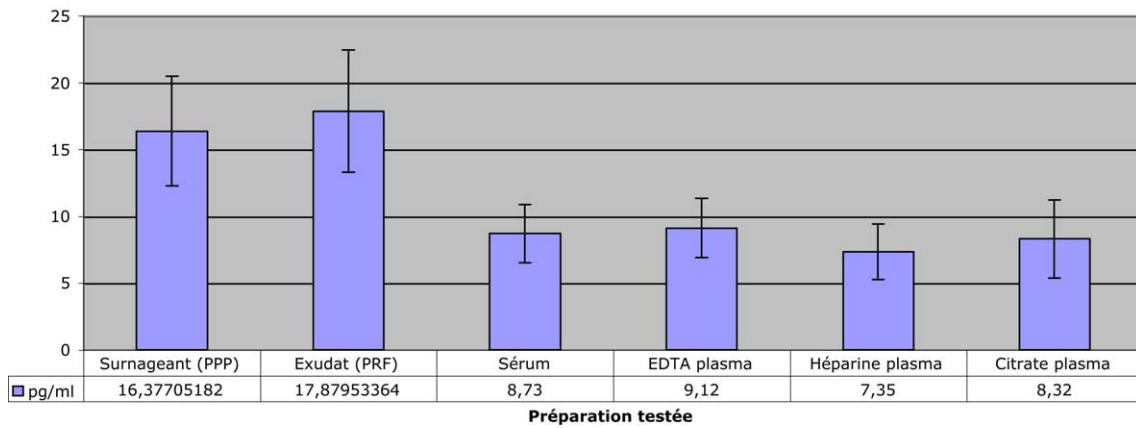


Figure 4 Quantifications par Elisa du TNF- α .

Quantifications ELISA de l'IL-4

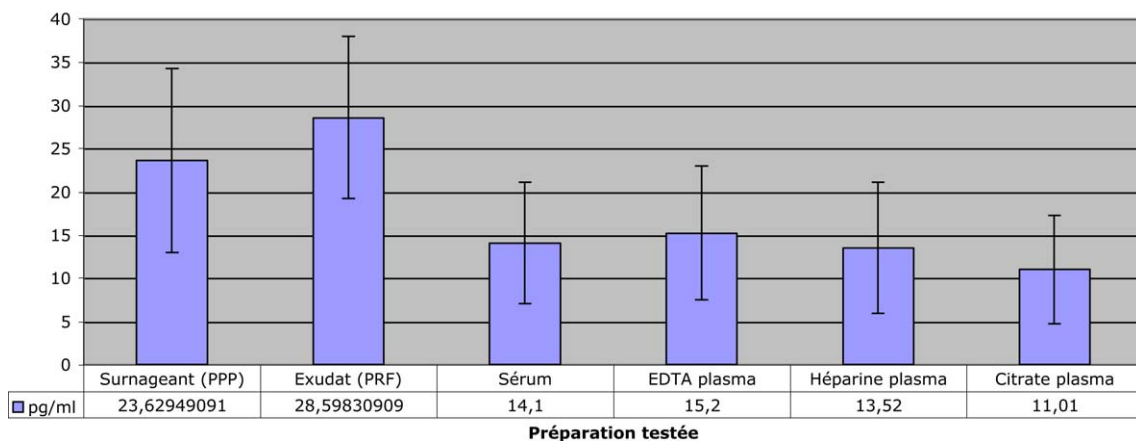


Figure 5 Quantifications par Elisa de l'IL-4.

PPP (ou exsudat PRF) nous rappellent encore une fois l'importance du piégeage des cytokines dans la matrice de fibrine PRF.

Avec une telle teneur en cytokines clés de l'immunité (pro- ou anti-inflammatoires) et de l'angiogénèse, le caillot de fibrine PRF peut tenir lieu de

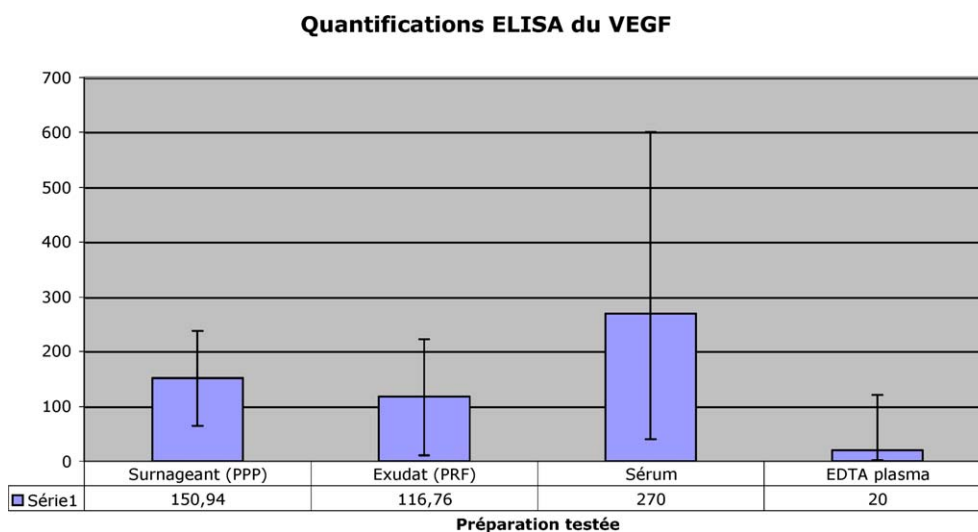


Figure 6 Quantifications par Elisa du VEGF.

nœud immunitaire. Ses capacités de défense face aux infections ne seraient pas négligeables, tant par le pouvoir chimiotactique de ces cytokines que par leur capacité à faciliter l'accès au site agressé (néovascularisation). Enfin, il est très intéressant de constater la présence de cytokines de rétrocontrôle de l'inflammation, en particulier l'IL-4.

Conclusion

L'homéostasie tissulaire dépend d'un équilibre fragile entre les activités anaboliques et cataboliques. Et les cytokines jouent un rôle important dans cet équilibre. Si les aspects plaquettaire des cPRP et PRF commencent à être bien connus, il n'en est pas de même des aspects inflammatoires. Nos résultats ouvrent donc une nouvelle voie de recherche pour la compréhension de ces technologies, car ils démontrent que le PRF n'est pas seulement un concentré plaquettaire, mais également un concentré immunitaire capable de stimuler les mécanismes de défense de l'hôte au niveau d'un site lésé. Et il est même vraisemblable que la parfaite régulation de l'inflammation constatée sur

les sites traités par PRF soit due au rétrocontrôle des cytokines piégées dans le réseau de fibrine et relarguées au cours du remodelage de cette matrice initiale.

Les auteurs remercient Sylvie Igondjo-Tchen et Jean-Marie Legrand des laboratoires de la faculté de chirurgie dentaire (université Paris-V, 92120 Montrouge, France) pour leur expertise technique, et l'ensemble des personnels du service d'odontologie de l' Hôpital Albert Chenevier pour leur aide précieuse.

Références

- [1] Tiggelman AM, et al. Interleukin-6 production by human liver (myo)fibroblasts in culture. Evidence for a regulatory role of LPS, IL-1 beta and TNF alpha. *J Hepatol* 1995;23(3): 295-306.
- [2] Tiggelman AM, et al. Collagen synthesis by human liver (myo)fibroblasts in culture: evidence for a regulatory role of IL-1 beta, IL-4, TGF beta and IFN gamma. *J Hepatol* 1995;23(3):307-17.
- [3] Hayashi Y, et al. Interferon-gamma and interleukin 4 inhibit interleukin 1beta-induced delayed prostaglandin E(2)generation through suppression of cyclooxygenase-2 expression in human fibroblasts. *Cytokine* 2000; 12(6):603-12.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

CAS CLINIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Le traitement de l'édentation mandibulaire totale par prothèse implantaire immédiate et permanente : technique de Bränemark-Novum

The treatment of the edentulous mandible by immediate and definitive implant prosthesis: Bränemark-Novum concept

B. Vialle

Service odontologie, hôpital d'instruction des armées Desgenettes, 108, boulevard Pinel, 69275 Lyon cedex 03, France

Reçu et accepté le 19 février 2004

MOTS CLÉS

Bränemark-Novum ;
Édentement ;
Mandibule ;
Mise en charge
immédiate

KEYWORDS

Bränemark-Novum;
Edentulous;
Mandibular;
Immediate loading

Résumé Cet article rapporte, à partir de quatre cas cliniques, le traitement du patient édenté total mandibulaire par prothèse implantaire fixée immédiate et permanente. Quatre patients ont reçu 12 implants de type Bränemark-Novum. Ils sont suivis entre 7 et 18 mois après la pose de ces implants. La crête osseuse est préparée de façon à recevoir trois implants spéciaux de 4,5 mm de diamètre. La mise en place précise a été effectuée grâce à des gabarits de forage appropriés. Après réalisation des sutures, une barre préfabriquée en titane (barre inférieure) relie les trois implants au moyen de vis en titane. Une deuxième barre (barre supérieure) est fixée à la précédente et il sera procédé à l'enregistrement de l'occlusion. Le bridge sera ainsi vissé sur cette barre supérieure. La restauration prothétique fixée et permanente est livrée au patient dans la même journée, environ dix heures après le début de l'intervention. Il est à noter que l'ensemble des phases chirurgicales et prothétiques a été réalisé par le même praticien.

© 2004 Publié par Elsevier SAS.

Abstract The purpose of this article, from four patients, is to report the treatment of the edentulous mandible by immediate and definitive implant prosthesis. Four patients received 12 Branemark Novum implants and were followed from 7 to 18 months after implant placement. The jaw was prepared to accommodate three special 4.5 mm wide implants. Precise implant positioning was accomplished with special drilling templates. After the mucosa had been sutured back into position, a prefabricated titanium lower bar was connected with titanium screws to the transmucosal implant. Another bar was then attached, and a bite registration was performed. The bridge was attached to the upper bar. The permanent reconstruction was provided to the patient the same day, about 10 h after the beginning. Surgical and prosthetic procedures were performed by the same dental surgeon.

© 2004 Publié par Elsevier SAS.

Adresse e-mail : brunovialle@yahoo.fr (B. Vialle).

Évolution de la procédure en deux temps chirurgicaux vers une procédure en un temps

À l'origine, le système Bränemark a été décrit comme une technique en deux temps, consistant à placer l'implant et à le maintenir enfoui pendant la période initiale de cicatrisation, ceci afin d'obtenir une cicatrisation et un remodelage complet de l'os avant la mise en charge fonctionnelle [1].

La période d'absence de charge imposée pendant les trois à six mois de cicatrisation, période longue et pas facile à gérer avec le patient, a conduit certains praticiens à simplifier la technique et à diminuer cette durée de cicatrisation. L'idée principale développée et expérimentée a été de raccorder le pilier transmuqueux lors de la chirurgie implantaire au lieu d'attendre le délai de trois à six mois de cicatrisation créant par la même une chirurgie en un temps [2]. Dans les années 1976, 1978 et 1981, l'équipe de Schroeder a montré que l'ostéointégration des implants ITI en un temps chirurgical est réalisable [3].

Le taux de succès à long terme nous montre que le temps chirurgical permet une ostéointégration identique à la technique implantaire en deux temps [4].

Mise en charge immédiate

En 1979, Lederman propose le traitement de l'édenté total mandibulaire par la pose de quatre implants en région symphysaire mis en charge immédiatement par une barre d'ancrage stabilisant une prothèse totale de recouvrement [5]. Dans cette situation, la mise en charge immédiate ne transmet pas de micromouvements délétères aux implants pendant le délai de cicatrisation osseuse. La stabilité primaire de l'implant est le principal facteur déterminant le résultat de la mise en charge immédiate. Il existe des outils diagnostiques, tels que la mesure de la valeur du couple d'insertion ou l'analyse de la fréquence de résonance, permettant d'évaluer la stabilité primaire de l'implant lors de sa pose [6]. La valeur du couple d'insertion est influencée par différents facteurs tels que :

- la préparation chirurgicale du site osseux implantaire ;
- la qualité de l'os ;
- la configuration de l'implant.

La stabilité secondaire de l'implant est également essentielle au succès de l'ostéointégration. L'application de forces excessives sur un implant

peut conduire à la formation de tissu fibreux à l'interface os-implant au lieu d'un contact direct os-implant. Brunski a montré que la mise en charge immédiate des implants peut aboutir à une ostéointégration à condition que les micromouvements soient inférieurs à 100 μm [7]. Les conditions de mise en charge sont plus favorables lorsque plusieurs implants répartis de façon uniforme sont reliés entre eux au moyen d'une armature rigide tout de suite après leur insertion chirurgicale.

Le concept Bränemark-Novum

La solution optimale consiste à proposer au patient la mise en place des implants et de la prothèse d'usage le même jour. Les professeurs Skalak et Bränemark ont évalué cette possibilité et ont développé une nouvelle approche pour la mise en charge immédiate à la mandibule en recourant à des composants préfabriqués [8]. Les résultats publiés par Bränemark et al. ainsi que des études cliniques multicentriques ont démontré la possibilité de mettre en fonction de façon systématique une prothèse d'usage fixe mandibulaire immédiatement après la pose des implants, dans la même journée, chez un patient édenté complet mandibulaire [9, 10]. Cette technique s'applique à tout édentement complet mandibulaire avec un volume osseux minimum de 12 à 13 mm en hauteur et 6 à 7 mm en épaisseur. Ce type de traitement est essentiellement recommandé pour des relations inter-arcade de type I ou III. Les classes II sont inappropriées, le patient se retrouvant avec une prothèse encombrante et présentant des contraintes biomécaniques défavorables [11].

Les patients doivent avoir un état de santé permettant de supporter une intervention de deux heures de chirurgie ainsi qu'une ouverture buccale adaptée à l'insertion des différents composants chirurgicaux. Le protocole Novum présente les caractéristiques suivantes [12] :

- des composants chirurgicaux et prothétiques préfabriqués utilisés selon un protocole de positionnement précis et prédéterminé ;
- une armature prothétique préfabriquée éliminant le recours à une technique d'empreinte conventionnelle ;
- une mise en charge immédiate par la réalisation de la prothèse d'usage assurant une connexion rigide des implants le jour même de leur insertion ;
- une réduction du temps de travail et des coûts.

Examens préopératoires

Étude prothétique

Des modèles d'étude des deux arcades sont réalisés. Les modèles de l'arcade mandibulaire édentée et de l'arcade antagoniste sont montés en articulateur selon les techniques habituelles. Toutes les corrections nécessaires de l'arcade antagoniste doivent être effectuées au préalable. Une hauteur minimale de 50 mm est nécessaire pour l'accès des instruments chirurgicaux.

Bilan radiologique

Il comprend un orthopantomogramme, un cliché occlusal centré sur la symphyse et une téléradiographie de profil.

La forme de l'arcade et le volume osseux de la mandibule sont les deux principaux facteurs de décision dans l'utilisation de la technique Novum. La radiographie panoramique permettra d'identifier les structures anatomiques, d'évaluer les dimensions de l'os mandibulaire et de détecter toute lésion pathologique susceptible d'interférer avec la mise en place des implants. Le cliché occlusal obtenu en projection axiale verticale (mordu) sur la zone symphysaire apporte une information capitale sur la courbure de l'arcade (forme en U, en V ou en N) et sur l'espace mésiodistal disponible entre les trous mentonniers. Les mandibules en forme de U ne présentent pas de difficulté majeure. Les arcades rectilignes entre les trous mentonniers, forme en N, peuvent être traitées en prenant des précautions opératoires d'usage. Les mandibules présentant une forme en V sont des contre-indications pour le protocole Novum [11].

La téléradiographie de profil permet de déterminer la hauteur et la largeur de la symphyse ainsi que le rapport des bases osseuses. La hauteur minimale doit être de 12 mm mesurés à partir du point où la largeur de la crête est de 6 à 7 mm. Un examen tomodensitométrique idéalement exploité par un logiciel type Dentscan permettant une information plus détaillée pourra être indiqué dans certains cas.

Matériel et méthode

Protocole chirurgical

Une prémédication est prescrite ; elle comporte un antibiotique (amoxicilline 1,5 g) pendant six jours, un anti-inflammatoire (methylprednisolone 32 mg) pendant trois jours, un antalgique (association paracétamol + dextropropoxyphène), un antiseptique (chlorhexidine) et un anxiolytique (hydroxyzine 100 mg) la veille au coucher et le matin de l'intervention.

Avant l'anesthésie, l'enregistrement de la dimension verticale est réalisé en marquant des repères au feutre à l'encre spéciale pour la peau sur le visage du patient.

La chirurgie est réalisée sous anesthésie locale et locorégionale. L'incision est pratiquée sur la crête de façon étendue avec deux incisions de décharge vestibulaire au niveau des deuxième molaires. Le but est de récliner un lambeau étendu de manière à visualiser avec précision l'émergence des trous mentonniers et les parois vestibulolinguales de la crête alvéolaire. Le sommet de la crête alvéolaire est meulé à l'aide de fraise à os sous irrigation jusqu'à l'obtention d'un plateau cristallin de 6 à 7 mm de large présentant une légère inclinaison vestibulolinguale. Un guide de repérage est alors posé sur le plateau cristallin afin de localiser les trois sites implantaires qui seront marqués à l'aide d'une fraise boule au travers des trois trous du guide. À ce stade, il est nécessaire de contrôler si les trois implants peuvent être posés sans exposition de spires en regard des corticales vestibulaire et linguale. Le site central est élargi à l'aide du foret de diamètre 2 mm. Un indicateur de direction est positionné au travers du guide dans ce site. Les deux sites postérieurs sont élargis à leur tour avec le foret de 2 mm.

Un guide d'évaluation qui préfigure la position finale est utilisé avec les trois indicateurs de direction. À ce stade, les changements dans le positionnement des implants par rapport aux tables osseuses peuvent être encore possibles. Puis, un guide de positionnement, calé par les deux indicateurs postérieurs, sert au forage du site implantaire antérieur à l'aide de forets de diamètre 2 ; 3 ; 3,5 ; 3,8 mm pour les implants de 4,5 et 4 mm, 4,2 et 4,4 mm pour les implants de 5 mm et de guides de forage correspondant. Les implants Novum sont disponibles en deux longueurs : 11,5 et 13,5 mm. L'irrigation de sérum physiologique ou d'eau stérile est effectuée en dessous des guides sur chaque foret. Après utilisation du taraud, l'implant est monté avec un porte-implant sur le contre-angle et vissé dans son logement à travers le guide pour l'implant préalablement installé. L'implant antérieur mis en place, le porte-implant est déposé avec le guide de positionnement.

Un gabarit en forme de V est ensuite fixé sur l'implant antérieur. Ce guide sera transfixé à l'os par l'intermédiaire de deux vis provisoires de stabilisation. En reprenant la séquence de forage décrite pour l'implant central, les deux implants postérieurs sont mis en place et le gabarit est retiré. Les tissus mous sont repositionnés autour des implants et on les suture avec du fil résorbable. On applique sur la muqueuse une feuille de silicone qui va limiter l'œdème.

La poutre inférieure est fixée à l'aide de vis provisoires en interposant des joints de compression en téflon pour mater la collerette supérieure de la tête des implants. Ce dispositif de compression est démonté et remplacé par les vis de fixation définitive qui seront serrées, lors de la phase prothétique, à 45 N/cm.

Protocole prothétique

Immédiatement à la sortie de la salle de chirurgie, l'étape prothétique va débuter par la phase d'enregistrement du rapport inter-maxillaire. En effet, les suprastructures prothétiques étant préfabriquées, aucune empreinte des implants ou des structures anatomiques environnantes n'est nécessaire.

Les trois implants étant disposés selon une topographie précise et standardisée, le modèle de travail mandibulaire a pu être confectionné à l'avance. Il s'agit d'une réplique de poutre inférieure montée sur les trois répliques d'implants. Le modèle de l'arcade maxillaire étant monté sur articulateur, une base d'occlusion en cire a pu être confectionnée sur la poutre supérieure destinée à être l'armature de la prothèse finale.

La poutre supérieure est vissée sur la poutre inférieure et l'on procède à l'enregistrement de l'occlusion en utilisant les repères cutanés marqués avant l'intervention. Les extensions postérieures métalliques de la poutre supérieure en titane peuvent interférer rendant nécessaire une réduction de la hauteur à l'aide de fraises transmétal afin d'augmenter l'espace inter-occlusal requis pour le montage des dents.

La poutre supérieure munie de la cire d'occlusion est livrée au laboratoire de prothèse. Après mise en articulateur, le montage des dents sur cire est réalisé sur cette poutre supérieure. Il s'agit d'un bridge implantoporté de 12 dents. L'essayage fonctionnel et esthétique du montage des dents est effectué en bouche. Après acceptation par le patient, il retourne au laboratoire de prothèse pour mise en moufle et cuisson d'une résine. Après polissage et finition, le bridge est prêt à être livré.

Le bridge est fixé sur la poutre inférieure par l'intermédiaire de quatre vis. Après réglage de l'occlusion, les vis sont serrées à 45 Ncm. Les orifices d'accès aux vis sont obturés avec un matériau provisoire photopolymérisable. Le patient peut alors quitter le cabinet dentaire, la restauration finale étant en place après une journée de traitement.

Suivi postopératoire

Le patient est revu à une semaine. Les sutures et la feuille de silicone sont retirées. Un second rendez-vous est fixé trois semaines après pour un contrôle

clinique à un mois postopératoire et pour un enseignement plus approfondi de l'hygiène. Puis, des contrôles ont lieu à trois, six mois ; les visites suivantes étant annuelles.

Présentation de quatre cas cliniques

cas n° 1 (Fig. 1 à 7)

Monsieur A, né le 29 mars 1950, est édenté total et porteur d'appareils inadaptés. Une prothèse amovible conventionnelle bimaxillaire est tout d'abord réalisée afin de répondre aux impératifs prothétiques classiques. Le patient ne s'adaptant pas à l'instabilité de sa prothèse mandibulaire, une étude implantaire est entreprise. Après analyse prothétique, examen clinique, radiologique et biologique, la décision est prise de poser trois implants Bränemark-Novum et de réaliser la prothèse d'usage fixe mandibulaire dans la journée. Le choix

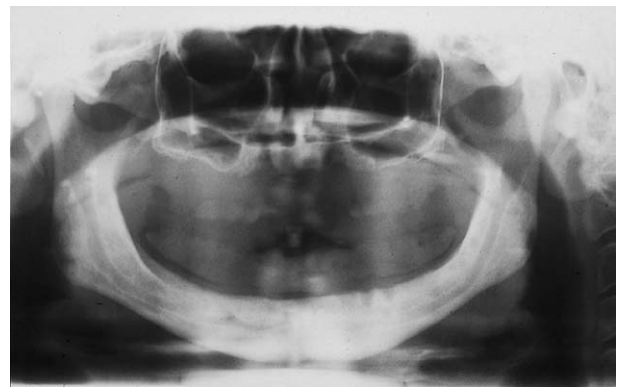


Figure 1 Radiographie panoramique pré-opératoire.



Figure 2 Télérâne pré-opératoire.

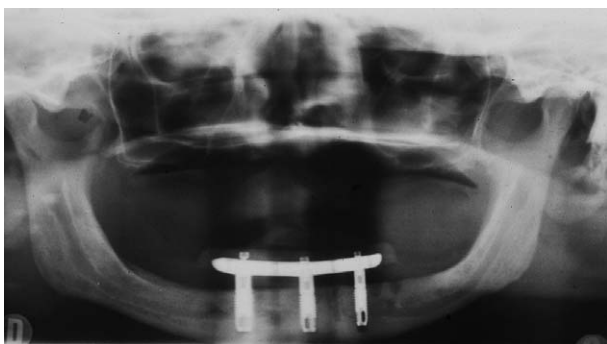


Figure 3 Radiographie panoramique après pose des trois implants et de la poutre inférieure.

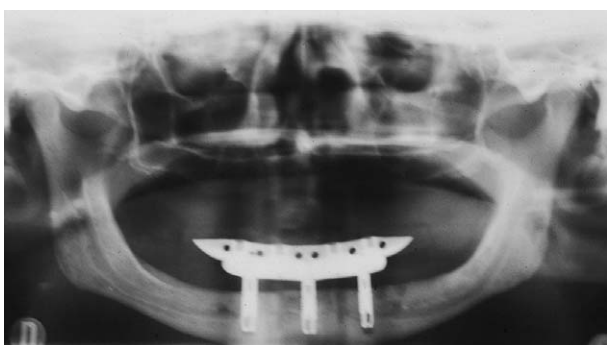


Figure 4 Radiographie panoramique avec bridge implanto-porté.

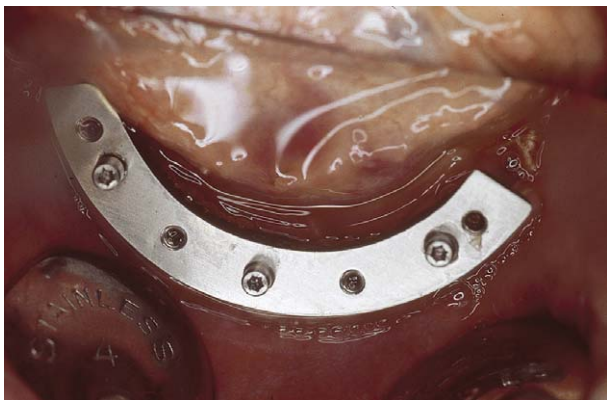


Figure 5 Poutre inférieure : contrôle clinique à six mois.

se porte sur des implants de diamètre 4,5 mm et de longueur 11,5 mm.

L'intervention a lieu le 25/06/02 :

- 07 heures 15 : détermination de la dimension verticale d'occlusion (DVO) avant la réalisation de l'anesthésie locorégionale ;
- 08 heures 15 : début de l'intervention chirurgicale en salle de chirurgie ;
- 11 heures : pose de la poutre inférieure et sortie de la salle opératoire ;
- 12 heures : fin de l'enregistrement de la relation inter-maxillaire (RIM) ;
- 13 heures 30 : essayage du montage des dents prothétiques sur cire ;



Figure 6 Vue occlusale du bridge implanto-porté à six mois.



Figure 7 Vue vestibulaire de la prothèse d'usage à six mois.

- 16 heures 15 : pose du bridge.
La durée du traitement a été de 9 heures.

Cas n° 2 (Fig. 8, 9)

Monsieur B, né le 25 février 1926, se présente pour une réhabilitation mandibulaire par prothèse implantoportée. Le cliché orthopantomogramme (OPT) montre la présence de quatre dents mandibulaires (dents 37, 44, 45 et 47) dont trois ne sont plus exploitables. Le patient est sous traitement anticoagulant (préviscan) en raison d'une fibrillation auriculaire chronique. Un relais héparine est prescrit par le cardiologue. Après analyse prothéti-

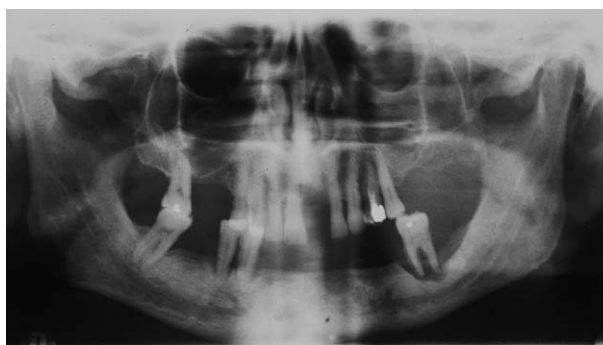


Figure 8 Radiographie panoramique pré-opératoire.

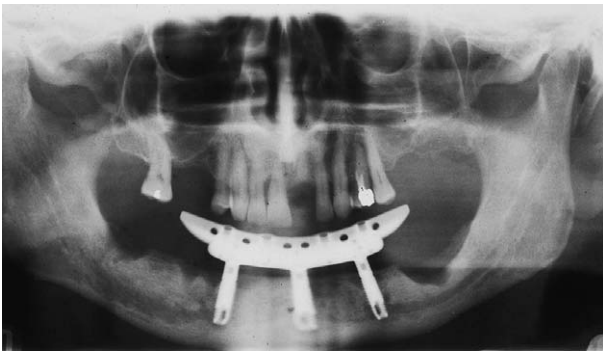


Figure 9 Radiographie panoramique avec bridge implantoporté.

que, examen clinique et radiologique, la technique Bränemark-Novum est choisie avec extractions, pose des implants suivi de la mise en charge immédiate par la prothèse définitive dans la journée.

Les antivitamines K sont arrêtés le 19/10/02 au soir. Le patient est hospitalisé en service de cardiologie pour mise sous relais calciparine.

L'intervention a lieu le 24/10/02 :

- 06 heures : le prélèvement sanguin donne une INR à 1,24 et un TP à 74 % ;
- 07 heures : détermination de la DVO suivie de l'anesthésie locorégionale ;
- 07 heures 45 : début de l'incision ;
- 10 heures 15 : fin de la phase chirurgicale ;
- 10 heures 45 : enregistrement de la RIM ;
- 13 heures 40 : essayage du montage prothétique ;
- 17 heures : pose du bridge.

La durée du traitement a été de 10 heures.

Cas n° 3 [13] (Fig. 10, 11)

Monsieur C, né le 15 juillet 1939, nous est adressé par son chirurgien-dentiste pour instabilité de sa prothèse totale mandibulaire. Après bilan radiologique comprenant un OPT, un mordru occlusal et une téléradio de profil, un examen tomodensitométrique Dentascan est demandé afin de vérifier le volume osseux disponible au niveau des trous mentonniers, le cas nous apparaissant limite. L'utilisa-

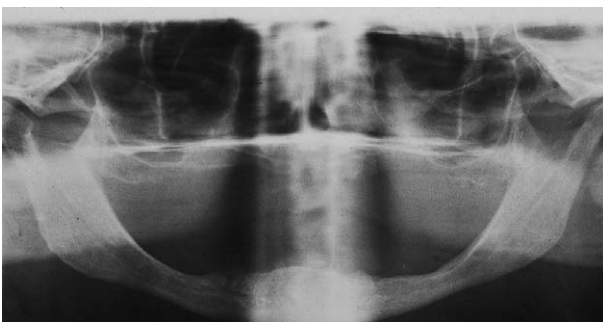


Figure 10 Radiographie panoramique pré-opératoire.



Figure 11 Radiographie panoramique avec bridge implantoporté.

tion d'implants de diamètre 4,5 mm et de longueur 11,5 mm étant possible, la technique Bränemark-Novum est choisie. L'intervention a lieu le 25/02/03 avec une durée de dix heures de traitement (07 h 30-17 h 30) pour fixer le bridge implantaire.

Cas n° 4 (Fig. 12 à 15)

Madame D, née le 04 novembre 1934, nous est adressée en consultation pour réhabiliter sa mandibule édentée à l'exception de sa canine mandibulaire droite mobile. L'appareil n'étant pas stable, la patiente souhaite une reconstruction fixe. Après examen radiologique approfondi comprenant un Dentascan, étude prothétique et analyse biologique, la décision est prise de poser trois implants Novum de 4,5 mm de diamètre et de 11,5 mm de longueur. L'intervention a lieu le 13/05/03 et au bout de dix heures (07 h-17 h) la patiente repart avec son bridge définitif en place.

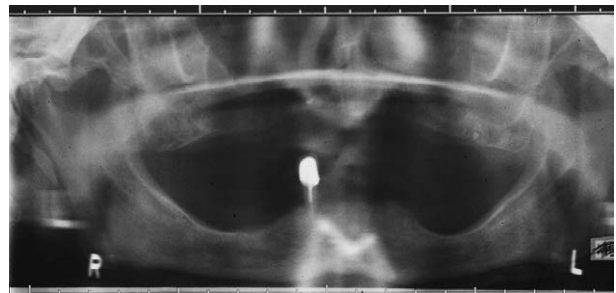


Figure 12 Radiographie panoramique pré-opératoire.

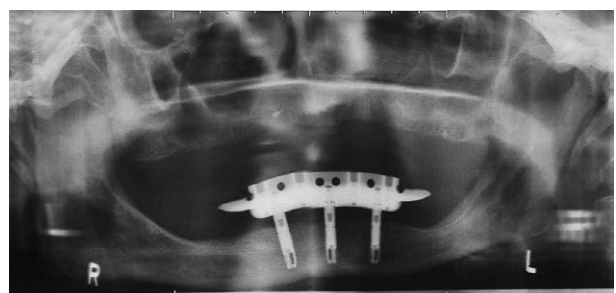


Figure 13 Radiographie panoramique avec bridge implantoporté.



Figure 14 Vue occlusale de la prothèse à six mois.



Figure 15 Vue vestibulaire du bridge implanto-porté à six mois.

Discussion

L'objectif de cette technique implantaire était de supprimer la période de cicatrisation sans charge tout en obtenant un résultat fiable. Ce but a été atteint : selon des critères bien précis, la mise en charge immédiate permet l'adaptation biologique favorable de l'os soumis le jour même à l'effort que lui impose la restauration prothétique. Ce protocole a permis d'éliminer la phase de prise d'empreinte : les composants préfabriqués ont permis la livraison aux patients d'une restauration prothétique permanente le jour même de la pose des implants.

Certains confrères estiment que la phase de préparation de la crête alvéolaire afin d'obtenir un plateau cristal de 6 à 7 mm de large est une véritable mutilation osseuse. Nous ne partageons pas ce point de vue. En effet, s'il est vrai qu'un espace disponible conséquent entre le sommet de la crête alvéolaire et l'arcade antagoniste est nécessaire pour permettre la mise en place de la suprastructure prothétique, nous pratiquons plus une mise en forme du plateau cristal avec recherche d'une angulation vestibulolinguale qu'une réduction de la hauteur de la crête alvéolaire. Pour

nous, la présence d'un volume osseux important est une contre-indication à la technique Bränemark-Novum.

Mais cette technique présente, à nos yeux, des limites. Il ne faut pas oublier l'aspect standard de la méthode. L'utilisation de composants chirurgicaux et prothétiques préfabriqués impose l'adaptation du patient à ces composants. Le système repose sur seulement trois implants. La non ostéointégration d'un seul implant entraîne l'échec du but final : la restauration prothétique définitive livrée au patient dans la même journée. En effet, le fabricant a prévu un protocole d'installation d'un nouvel implant, après cicatrisation osseuse, mais la complexité de la méthode nécessite un haut degré de précision [12].

Conclusion

L'avenir passe par la réalisation d'une prothèse sur mesure confectionnée avant la mise en place des implants [14]. Un guide scanographique, réplique exacte de la prothèse finale désirée est réalisé. L'utilisation combinée d'un Dentascan et d'un logiciel de prise de vues en trois dimensions permet de donner l'axe et les dimensions de chaque implant. Un guide chirurgical et un bridge en résine armée sont élaborés par stéréolithographie assistée par ordinateur. Ce guide muni de tubes creux est fixé directement sur l'os pour éviter tous mouvements au cours de la chirurgie. Les implants posés selon les guides de forage, le guide est déposé et la prothèse, préparée à l'avance, est mise en place.

Ainsi, nous passons de l'adaptation d'un patient à une prothèse préfabriquée, à la réalisation d'une prothèse sur mesure parfaitement adaptée guidant la mise en place d'implants [15].

Remerciements

Remerciements à l'ensemble du service d'odontologie de l'hôpital d'instruction des armées Desgenettes. Lyon.

Références

- [1] Bränemark PI, et al. Osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw. Experience from a 10-year study period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;16:1-132.
- [2] Ericsson I, Randow K, Glantz PO, et al. Clinical and radiographical features of submerged and non-submerged titanium implants. *Clin Oral Implant Res* 1994;5:185-9.
- [3] Schröder A, Sutter F, Krekeler G. *Oral Implantologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag Stuttgart; 1988.

- [4] Buser D, Mericskestern R, Bernard JP, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants Parti: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Impl Res* 1997;8:161-72.
- [5] Ledermann PD. Stegprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mit Hilfe von plasma-beschichteten Titan-schraubenimplantaten. *Zahnärztl Z* 1979;34:907-11.
- [6] Meredith N, Rasmusson L, Sennerby L, et al. Mapping implant stability by resonance frequency analysis. *Med Sci Res* 1996;24:191-3.
- [7] Brunski JB. Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface: Review paper. *Clin Mater* 1992; 10:153-201.
- [8] Brånemark P-I. The Brånemark-Novum Protocol for Same-Day Teeth. A global Perspective. Berlin: Quintessence Publishing Co; 2000.
- [9] Brånemark P-I, Engstrand P, Öhrnell L-O, et al. Brånemark-Novum: A new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999;1:2-16.
- [10] Engstrand P, Gröndhal K, Öhrnell LO, Nilsson P, Nannmark U, Brånemark P-I. Prospective follow-up study of 95 patients with edentulous mandibles treated according to the Brånemark-Novum concept. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;1:3-10.
- [11] Lekholm U. Patient selection for Brånemark-Novum treatment. *Applied Osseointegr Res* 2001;2(1):36-9.
- [12] Brånemark System Novum Protocole clinique « Un nouveau concept de traitement de l'édentement complet mandibulaire ». Éd Nobel Biocare.
- [13] Roma JM. Traitement de l'édentation mandibulaire totale par prothèse implantaire immédiate et définitive : technique Brånemark-Novum. Mémoire du DIU d'anatomie et prothèse appliquées à l'implantologie. Fac Méd Lyon Grange-Blanche 2003.
- [14] Van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, Brajnovic I, Van Cleynenbreugel J, Suetens P. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:663-70.
- [15] Tessandier-Assémat X. Le futur derrière nous ! *Implant* 2003;9(4):243 (éditorial).

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

CAS CLINIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Implantation et augmentation du volume osseux par micro-ostéotomie maxillaire : intérêt du Pepgen-15™

S. Altglas^{a,*}, N. Frydman^a, S. Decorbiere^b, P. Aidan^b

^a Paris, France

^b Service ORL, American hospital of Paris, France

Disponible sur internet le 02 juillet 2004

MOTS CLÉS

Implant ;
Microostéotomie
maxillaire ;
Comblement osseux
intrasinusal ;
Endoscopie
intrasinusal

Résumé La mise en place d'un implant endo-osseux lorsque la zone receveuse est de taille et de qualité insuffisante est toujours un challenge difficile. Les auteurs décrivent la technique de microostéotomie maxillaire utilisée lorsque l'os résiduel est supérieur ou égal à 5 mm. L'utilisation d'un endoscope intrasinusal permet en cours de chirurgie de contrôler l'intégralité de la membrane sinusienne. Le Pepgen-15™ semble posséder des capacités d'ostéoinduction permettant de limiter le volume osseux à prélever.

© 2004 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

Nombre de patients, édentés de longue date au niveau des secteurs maxillaires postérieurs, présentent une faible hauteur d'os (< 5 mm). Ce phénomène étant dû d'une part à la résorption de l'os maxillaire (diminution de volume de l'os alvéolaire) et d'autre part à la présence des sinus maxillaires, cavités pneumatiques dont la situation se trouve être en regard de la première prémolaire en avant et circonscrite dans la tubérosité maxillaire en arrière [1].

Les techniques « classiques » de mise en place chirurgicale d'implants endo-osseux, par forage dans l'os, ne permettent pas, au niveau postmaxillaire, le positionnement d'implants suffisamment longs (au moins 10 mm) pour assurer un résultat satisfaisant. De plus, l'os peu corticalisé à ce niveau n'offre pas la possibilité d'obtenir une stabilité primaire indispensable à l'ostéointégration de la fixture [2].

L'enjeu est donc de mettre au point une technique chirurgicale peu invasive, permettant la mise

en place des implants endoosseux suffisamment longs pour la pérennité de la future prothèse, et stable cliniquement dans un os souvent de type III/IV [3].

Lorsque l'os résiduel au niveau de cette zone anatomique est < 5 mm, nous sommes forcés de recourir à des méthodes chirurgicales « lourdes » avec comblement sinusien, soit par prélèvement autogène, soit par mise en place de matériaux ostéoconstructeur et/ou ostéoinducteurs ; dans ce cas, la mise en place des implants a lieu, la plupart du temps, quatre à six mois après le temps chirurgical du rehaussement sinusien, et le patient est réhabilité prothétiquement, quatre à six mois après la mise en place des implants [4].

Lorsque l'os résiduel est quantitativement supérieur ou égal à 5 mm, il est possible de pratiquer la méthode de microostéotomie. Cette technique décrite par Summers en 1994, permet de mettre en place des fixtures de 10 mm dans un site offrant 5 à 6 mm d'os résiduel.

Après la réalisation du forage initial (2 mm) des ostéotomes de diamètre croissant (cylindroconiques) sont impactés dans le puit de forage, soulevant ainsi délicatement la membrane sinusienne, et permettant l'insertion d'un matériau de comble-

* Auteur correspondant. 122, avenue Victor-Hugo, 75116 Paris, France.

Adresse e-mail : sylvain.Altglas@wanadoo.fr (S. Altglas).

ment mélangé à de l'os autogène ; l'os est ainsi compacté latéralement, (augmentation de la densité osseuse, donc plus grande stabilité de l'implant) et verticalement, (augmentation au niveau apical : juxtasinusien) [5].

Il est de plus cliniquement possible de contrôler l'ostéotomie par la mise en place d'un endoscope intra-sinusien afin de s'assurer de l'intégrité de la membrane sinusienne [6].

Cas cliniques

Cas clinique 1

Le matériau de comblement utilisé est le Peppen-15™ (Friadent) (Photo 1).

La perte de la première molaire maxillaire supérieure droite a entraîné un remaniement osseux dont la finalité est la diminution du volume osseux disponible (6 à 7 mm) (Photos 2 et 3).

Ce volume ne permet pas l'utilisation d'un implant de diamètre et de longueur appropriés, pour le remplacement fonctionnel d'une molaire.

La séquence opératoire est fondée sur le passage successif et progressif des ostéotomes et des poushers, de diamètre croissant, pour obtenir le site osseux préimplantaire. L'implant est alors impacté

et vissé en place : il s'agit d'un implant « Xive » de 4,5 mm de diamètre par 11 mm de longueur, offrant une stabilité primaire remarquable au moment de la pose (Photos 4, 5 et 6).

L'intégrité de la membrane sinusienne a été respectée tout au long de la manœuvre opératoire, et a été refoulée par le matériau de comblement interposé au moment de la pose de l'implant (Photo 7).

Cinq mois postopératoires, l'espace greffé est totalement réossifié. L'ostéo-intégration a été obtenue de manière satisfaisante (Photo 8).



Photo 3



Photo 1

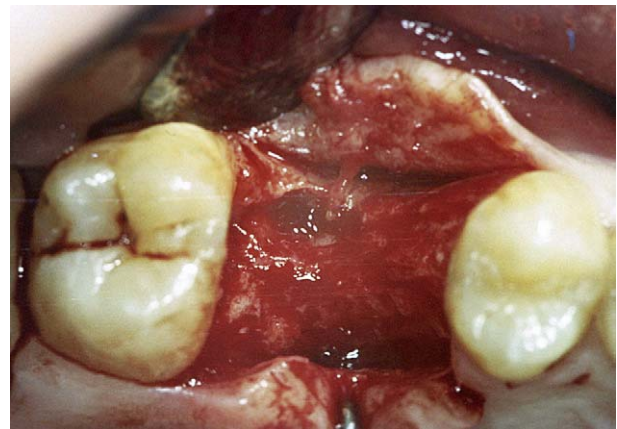


Photo 4

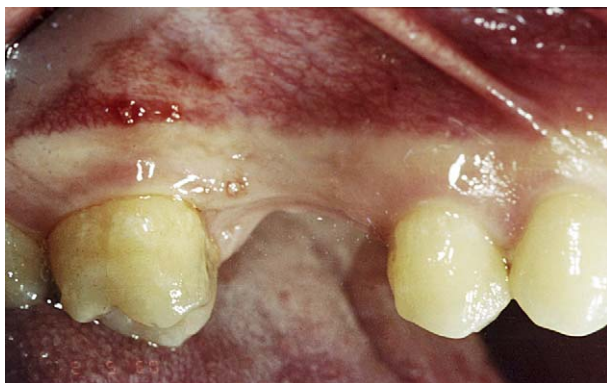


Photo 2

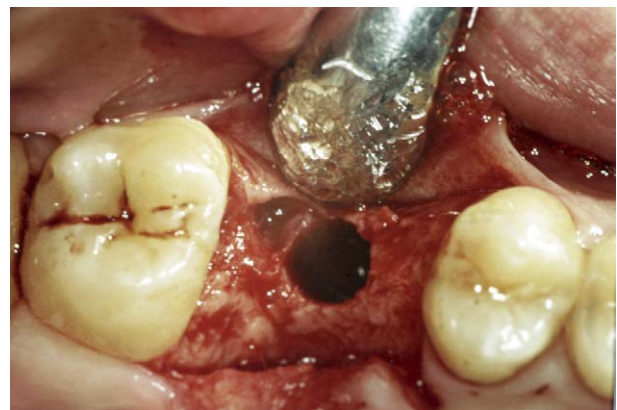


Photo 5

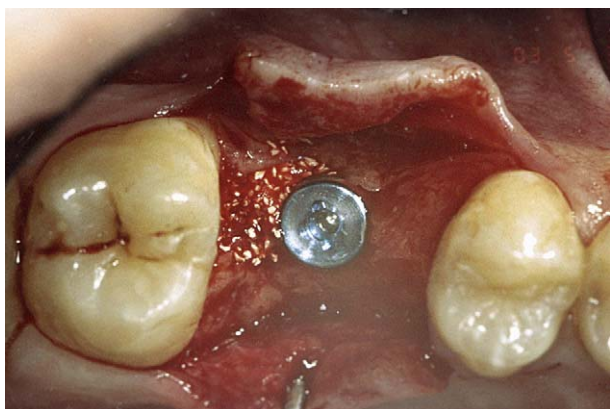


Photo 6



Photo 9

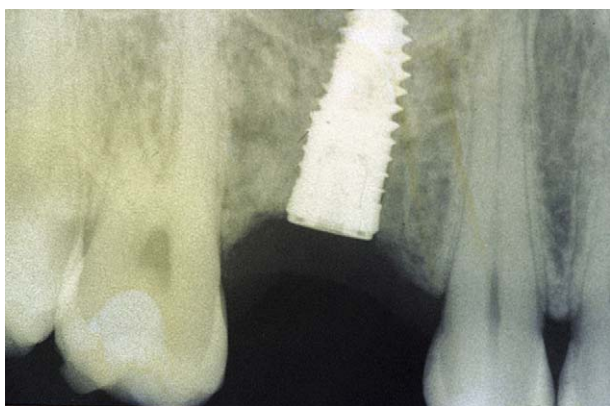


Photo 7



Photo 10

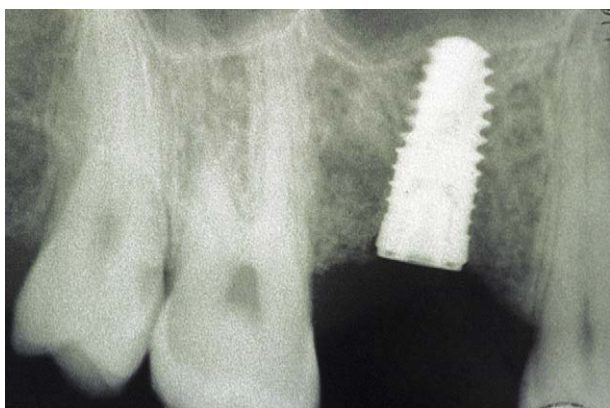


Photo 8



Photo 11

Cas clinique 2

L'édentation unilatérale postérieure va être corrigée par la mise en place de deux implants : Le premier en position de la 2^e prémolaire, et un second tubérositaire (Photo 9).

Le volume osseux disponible au niveau de la 2^e prémolaire est insuffisant. Une ostéotomie, associée à un relevé de la membrane sinusienne par

interposition de Pepgen-15™, est entreprise, de manière à stabiliser et à placer un implant « Frialit 2 » de 4,5 mm de diamètre par 10 mm de longueur (Photo 10).

Au bout de six mois postopératoires, l'espace greffé est ossifié et l'implant a suivi son ostéo-intégration normale, permettant à ce pilier implantaire de participer à la réalisation prothétique définitive (Photo 11).

Discussion

Le cas clinique exposé montre l'intérêt d'un matériel synthétique dans la réalisation d'une augmentation osseuse partielle du bas fond sinusien.

Le Pepgen P-15™ est une molécule comportant deux parties :

Une partie organique (15 acides aminés constitutifs du collagène de type 1) responsable de la liaison cellulaire et de l'initialisation de la néoformation osseuse.

Une partie anorganique : constituée d'un support naturel de phosphate de calcium permettant un attachement stable du Pepgen P-15™.

Les modes d'action du Pepgen-15™ sont d'imiter la séquence naturelle du collagène, d'initier la différenciation cellulaire et d'accélérer la régénération osseuse naturelle.

Au niveau postérieur, l'extraction dentaire est généralement suivie par une résorption de la crête osseuse alvéolaire concomitante à une extension du sinus maxillaire : le résultat étant une diminution significative du volume osseux disponible, plus particulièrement dans le sens vertical (Fig. 1).

La technique de l'élévation de la membrane sinusienne par microostéotomie est obtenue par l'utilisation consécutive d'ostéotomes et de pus-

chers de diamètre grandissant à bout convexe. Ces instruments utilisés par pressions légères, vont permettre le décollement, la mobilisation et l'élévation de la membrane de Schneider (Figs. 2-3).

L'espace ainsi créé recevra le matériau de comblement, autogène ou hétérogène, ou un mélange des deux, et permettra une sustentation de la membrane (Fig. 4).

Si la stabilisation primaire des implants peut être obtenue d'emblée, ils seront insérés en place et permettront un blocage définitif du système (Fig. 5).

Après ostéo-intégration (4 à 5 mois), et cicatrisation de l'apport osseux, il est difficile de voir la différence entre le nouvel os et l'ancienne trabéculatation préexistante (Fig. 6).

L'augmentation du volume osseux a donc permis l'utilisation d'implants de longueur et de diamètre appropriés, prévu pour le remplacement des dents du secteur postérieur, et dont le but est de recréer une fonction masticatoire correcte.

Dans tout type d'intervention, le matériel idéal lorsqu'une greffe osseuse est indiquée, est le prélèvement d'un greffon d'os autologue. L'intérêt d'un matériel synthétique est non pas de substituer à celui-ci mais de s'y associer. Cela permet de diminuer considérablement le volume osseux pré-

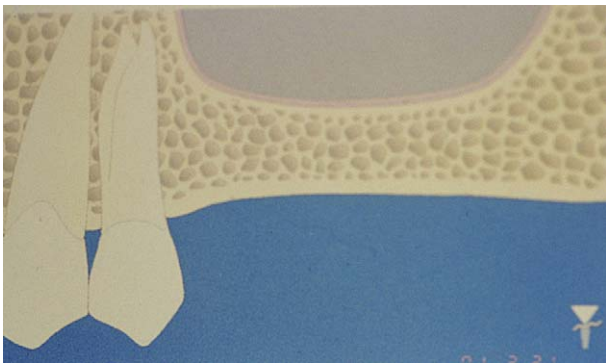


Figure 1

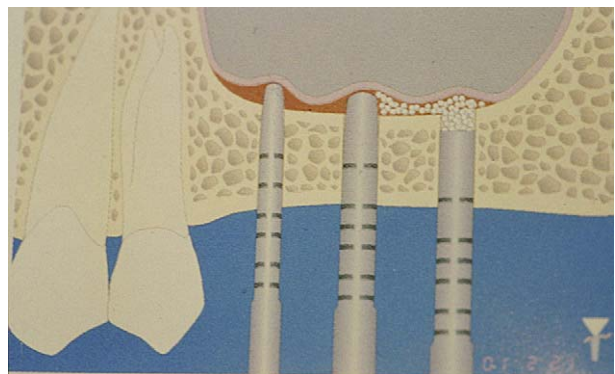


Figure 3

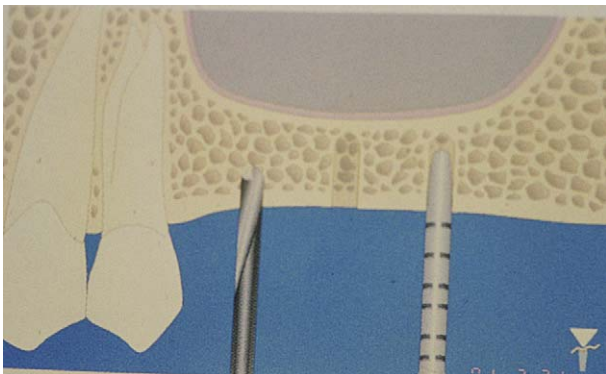


Figure 2

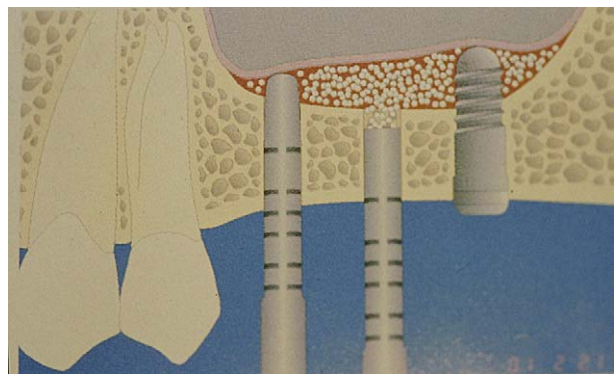


Figure 4

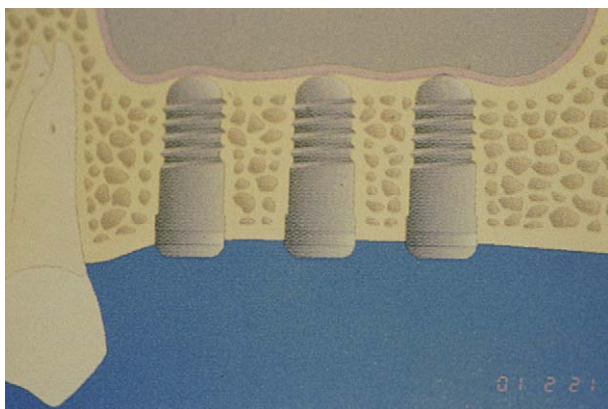


Figure 5

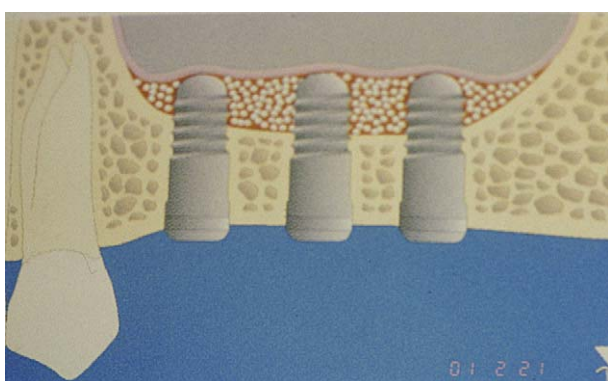


Figure 6

levé et donc d'éviter au patient une intervention lourde sous anesthésie générale. Cela est le plus souvent possible lorsque la taille de l'os résiduel est supérieure à 5 mm (cf. ci-dessus).

Les sites de prélèvement peuvent être effectués en intrabuccale (zone rétromolaire ou symphyse mentonnière) et leurs volumes seront adaptés aux zones à greffer.

La qualité des tissus mous joue un rôle prépondérant dans la bonne adaptation de l'implant. Une couverture du site opératoire par un lambeau parfaitement adapté et sans tension lors de la pose de l'implant est indispensable surtout lorsqu'une greffe a été effectuée. Plus il existe des zones cicatricielles au niveau gingival est plus l'implant aura du mal à s'ostéo-intégrer.

Les critères de succès d'une greffe osseuse dépendent également de nombreux facteurs [7]. En dehors du chirurgien et de l'environnement opératoire, une bonne hygiène buccale peut influencer considérablement la réussite du traitement implantoprothétique [8]. De même, l'abus de nicotine influence négativement les résultats des traitements implantaires. La perte d'implant est plus importante chez les fumeurs que chez les non-fumeurs [9].

La pose d'implants endosseux est contre-indiquée dans certaines maladies générales. Selon les auteurs les risques d'infection postopératoire et de mauvaise cicatrisation sont plus importants chez le patient diabétique. L'étude de Behneke [10] montre deux fois plus de complications postopératoires à cinq ans chez le patient diabétique par rapport à un groupe témoin. Cependant il n'est pas observé de différences significatives en terme de survie de l'implant.

La radiothérapie est également un facteur de mauvais pronostic. Il est recommandé de ne pas dépasser 60 Gy avec un espacement des doses de 4 à 5 Gy en plusieurs semaines [11]. Le traitement par oxygénothérapie hyperbare peut diminuer le risque d'échec des implants dentaires chez les patients en cours d'irradiation [12].

À ce jour aucune étude n'a montré à long terme que l'ostéoporose était une contre-indication à la mise en place d'implant endosseux [13].

Il existe en revanche des contre-indications absolues comme la maladie de Paget ou la maladie d'Albers-Shonberg en raison d'une diffusion sanguine osseuse insuffisante.

Conclusion

La mise en place d'un implant endosseux lorsque la zone osseuse receveuse est de taille et de qualité insuffisante est toujours un challenge difficile.

Cela nécessite une collaboration étroite entre le chirurgien dentiste, l'implantologiste et le chirurgien ORL.

De nouveau matériau comme le PEPGEN-15™ permettent de réduire considérablement le temps opératoire tout en assurant une qualité et stabilité optimales de l'implant.

De plus, le PEPGEN-15™ semble posséder des capacités d'ostéo-induction qui restent à démontrer par une étude histologique plus précise.

Références

- [1] Davarpanah, et al. IUT. J PérioDen Rest 2001 Dec;21(6): 599-607.
- [2] Fugazzoto. Int J O Maxillofac Implants 1999;14:536-42.
- [3] S RB C 1994 Feb;15(2):152-4.
- [4] Cosa F. All Implant dent 2000;9(4):363-8.
- [5] SCAREM. J Esth Dent 1998;10(3):164-71 et al.
- [6] Nkeuke, et al. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17(4): 557-66 Fact Aug.

- [7] Khoury F. *Implant* 1999;5:221-37.
- [8] Quirynen M, Van Steenberghe D. Bacterial adhesion to oral implants and assessment of attachment and marginal bone level. *Dtsch Zahnartzl Z* 1993;48:158-60.
- [9] Bain CA. Smoking and dental implants-where are we now? *Academy news of the academy of osteointegration* 1998; 9(2):3-6.
- [10] Behneke A, Behneke N, d'Hoedt B, Wagner W. Diabetes melitus-ein Risikofaktor für enossale implantate im zahnlosen unterkiefer? *Dtsch Zahnartzl Z* 1998;53:322-9.
- [11] Asikenen P, Klemetti E, Kotilainen R, Vuillemin T, Sutter F, Voipio HM, et al. Osseointegration of dental implants in bone irradiated with 40, 50, 60 Gy doses. An experimental study with beagle dogs. *Clin Oral impl res* 1998;9:20-5.
- [12] Arshad A, Patton D, El sharkawi A, Davies J. Implant rehabilitation of irradiated jaws: a preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1997;12:523-6.
- [13] Fujimoto T, Niimi A, Nakai H, Ueda M. Osseointegrated implants in a patient with osteoporosis: a case report. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1996;11:539-42.

Available online at www.sciencedirect.com





ELSEVIER

COMMUNICATION BRÈVE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Sinus-lifts : comment éviter la contamination per-opératoire systématique ?

Sinus-lifts: how to avoid the systematic per-operative contamination?

J. Choukroun ^a, C. Belveze ^b, M.O. Girard ^b, J.L. Roche ^b,
C. Schoeffler ^b, A. Simonpieri ^b, T. Ouaknine ^b, G. Korb ^c, D. Dohan ^{c,d,*}

^a Centre antidouleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^b Private practice, France

^c Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^d Laboratoire de radiologie imagerie biophysique, faculté de chirurgie dentaire, université Paris-V, 92120 Montrouge, France

Reçu le 10 mai 2004

Disponible sur internet le 20 juillet 2004

MOTS CLÉS

Grefe osseuse ;
Infection anaérobie ;
Métronidazole ;
Sinus lift

KEYWORDS

Anaerobic infection;
Bone graft;
Metronidazole;
Sinus lift

Résumé L'analyse des contrôles tomодensitométriques après greffes sinusiennes révèle un aspect lacunaire, inhomogène, qui est considéré comme « normal ». Cependant, la cavité buccale renferme une flore anaérobie très importante : notre hypothèse est donc que la contamination du sinus par les germes anaérobies est obligatoire pendant la greffe et que ce phénomène nuit grandement à la qualité de sa maturation. Pour valider cette théorie, un contrôle scanner est réalisé dès les premiers jours postopératoires de sinus-lift : nous constatons alors la présence de bulles gazeuses dans le greffon, témoignant d'une activité de germes anaérobies. La solution proposée serait d'utiliser du métronidazole à 0,5 % dans les complements sinusiens. Notre étude a porté sur 120 patients. Avec l'utilisation de métronidazole, il n'a été relevé aucune complication de type infectieux, majeure ou mineure. L'aspect tomодensitométrique de tous les cas cliniques étudiés dans cette série est absolument identique : il est totalement homogène. L'utilisation de métronidazole comme adjuvant chirurgical des sinus lifts semble donc une opportunité thérapeutique sérieuse et innovante.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract The analysis of scan controls after sinus lifts reveals a lacunar and inhomogeneous aspect, which is considered as "normal". However, the oral cavity contains a very significant anaerobic flora: our assumption is thus that the contamination of the sinus by the anaerobic germs is unavoidable during the bone graft surgery and that this phenomenon harms largely the quality of its maturation. To validate this theory, a scan control is carried out in the first post-operative days after sinus lift: we then note the presence of gas bubbles in the graft, testifying to anaerobic germs activity. The solution suggested would be to use metronidazole (0.5%) during bone graft procedures. Our study is related

* Auteurs correspondants.

Adresses e-mail : choukij@free.fr (J. Choukroun), neimesys@hotmail.com (D. Dohan).

to 120 patients. With the use of metronidazole, no infectious complication occurs. The tomographic aspect of all the clinical cases studied in this series is absolutely identical: it is completely homogeneous. The use of metronidazole as surgical additive for sinus lift thus seems a serious and innovating therapeutic opportunity.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

La chirurgie d'élevation sinusienne suivie de comblement avec différents matériaux permet au clinicien d'obtenir la formation d'os vital nécessaire à la fixation et l'ostéo-intégration des implants dans le cadre de la restauration prothétique des zones postérieures. Ces indications de greffes et comblements sinusiens ne cessent d'augmenter.

Néanmoins, cette technique n'est pas sans risque car elle nécessite une grande habileté technique et un environnement aseptique rigoureux. Les complications infectieuses sont redoutées, mais la fréquence reste peu connue du fait de l'absence de publications sur ce sujet. Elles seraient de l'ordre de 5 à 10 %. Le taux d'échec représenterait 5 % des complications.

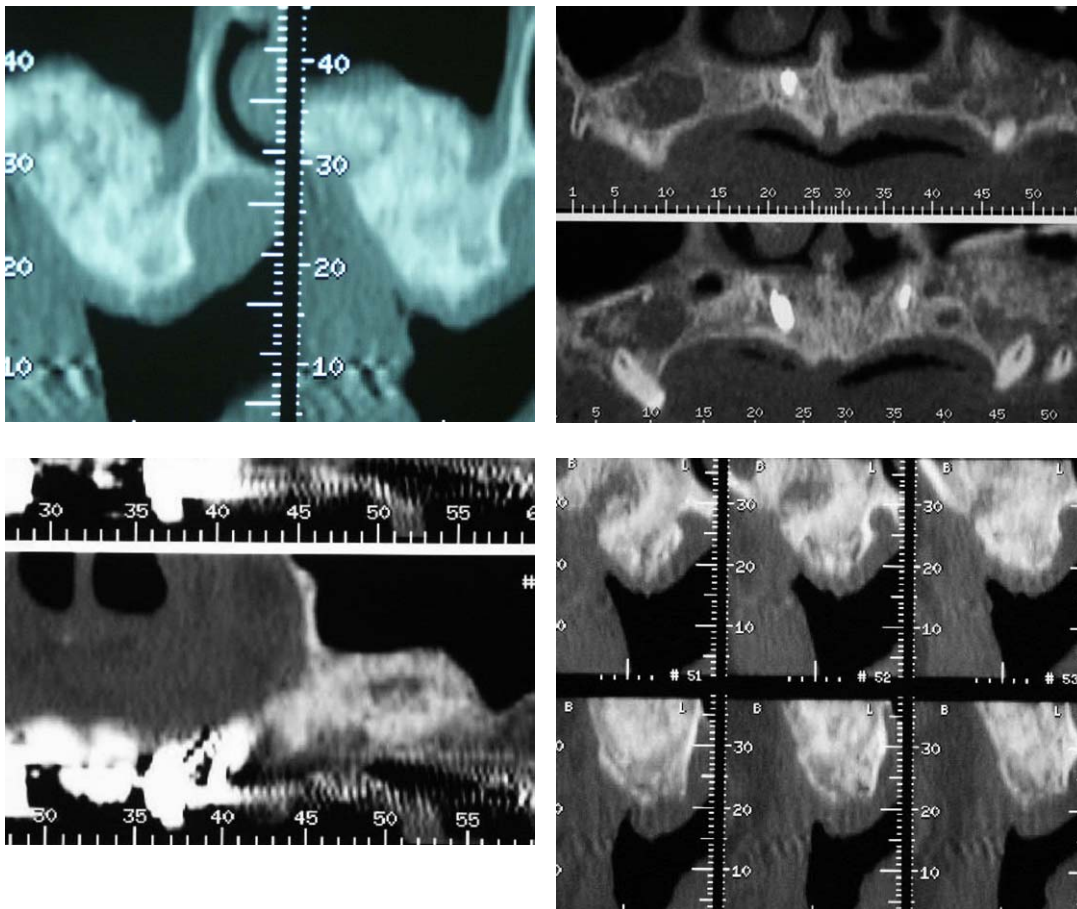
Quelle est la problématique ?

Analyse scanographique des greffes sinusiennes

L'analyse des contrôles tomographiques après greffes sinusiennes révèle un aspect quasi systématique : l'os greffé apparaît toujours dans une tonalité nodulaire. L'aspect est toujours ou presque lacunaire (Photos 1 à 4).

Cet aspect lacunaire n'est pas incompatible avec la pose d'implants. Et le taux de succès des implants posés en zone sous-sinusienne est très voisin du taux de succès des implants posés dans les autres secteurs.

Cet aspect inhomogène est donc considéré comme « normal ».



Photos 1 à 4 Scanners sinusiens postopératoires avec lacunes osseuses.

Analyse des germes pathogènes intrabuccaux

La cavité buccale renferme une flore anaérobie très importante. Leur rôle dans la pathogénie des infections orales est déjà bien connu. Dans la gencive saine, on retrouve 18 à 44 % de germes anaérobies (gram+ et gram-). Ces concentrations augmentent sensiblement en présence d'inflammation même légère ou d'infections aiguë ou chronique [1]. On retrouve également systématiquement la présence de germes anaérobies dans les abcès périapicaux et les sinusites associées [2]. De plus, il a été démontré que les germes anaérobies jouent un rôle fondamental dans les péri-implantites [3].

Le risque infectieux associé à cette flore est donc évident. Mais il demeure impossible, même après une préparation parodontale rigoureuse, d'intervenir chez des patients avec une gencive parfaitement saine.

Nous pensons que la contamination du sinus par les germes anaérobies est obligatoire pendant la greffe, et que ce phénomène nuit grandement à la qualité de sa maturation.

Étude tomодensitométrique immédiate après Sinus-lift : la théorie du sepsis

Un contrôle scanner dès les premiers jours postopératoires de sinus-lift est réalisé : nous constatons la présence de bulles gazeuses dans le greffon, témoignant d'une activité de germes anaérobies (Photo 5). En effet, cette production de gaz demeure le principe même du fonctionnement des germes anaérobies. Noter également que ces images de bulles gazeuses sont superposables à l'aspect des lacunes osseuses rencontrées auparavant.

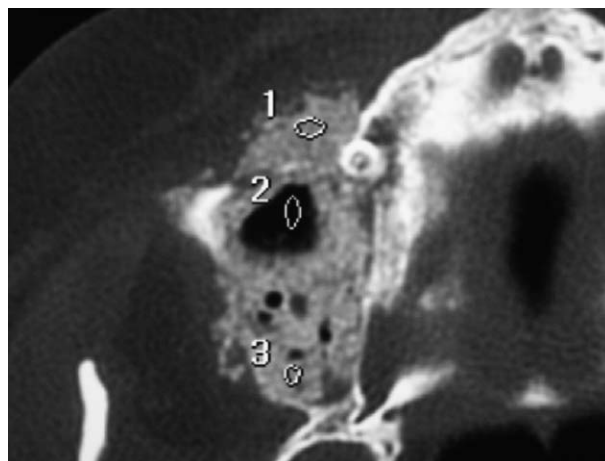


Photo 5 Lacunes gazeuses dans le comblement au dixième jour.

Une solution simple et efficace : utiliser du métronidazole à 0,5 % stérile dans les complements sinusiens

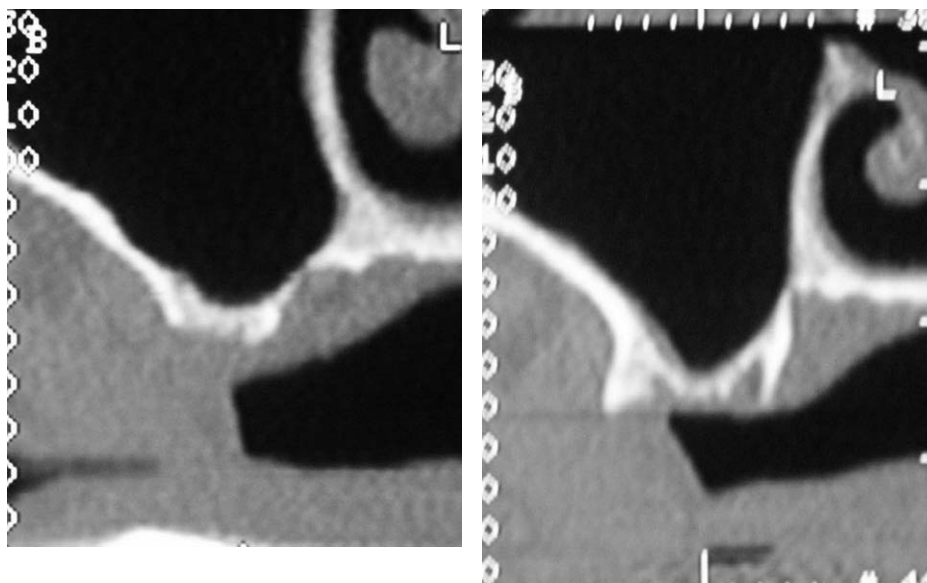
Une quantité de 10 ml de métronidazole (= 50 mg) stérile est utilisée pour chaque chirurgie de la manière suivante :

- 5 ml pour le rinçage buccal préopératoire ;
- 3 ml pour le rinçage du sinus après le décollement de la membrane sinusienne ;
- 2 ml pour l'hydratation de l'os allogène ou xénogène (mélangé ou non à de l'os autogène).

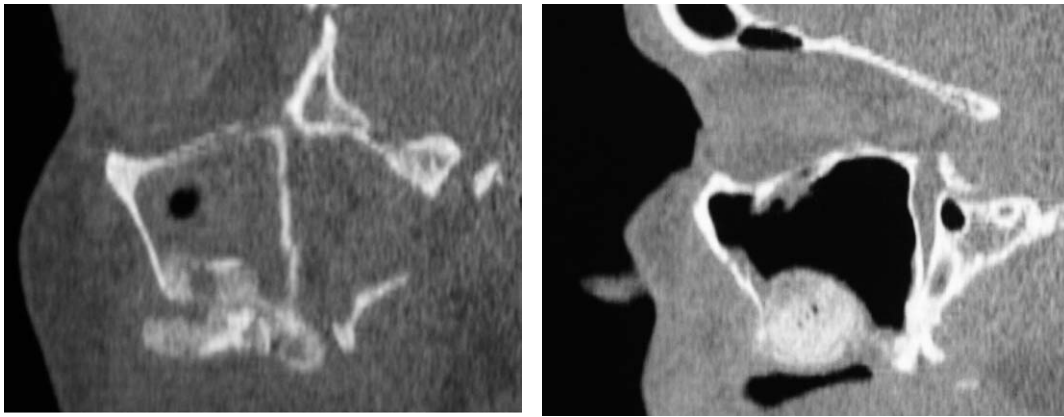
Présentation des résultats

1^{er} cas clinique (Photos 6 à 10)

Double sinus lift avec utilisation de métronidazole unilatérale.



Photos 6 et 7 Scanner préopératoire en vue d'un comblement sinusien bilatéral.



Photos 8 et 9 Dès le 15^e jour, le comblement est inhomogène sans métronidazole (photo de gauche : pas de métronidazole) mais homogène avec métronidazole (photo de droite : avec métronidazole).



Photo 10 À deux mois, le sinus traité avec du métronidazole (à gauche) est beaucoup plus dense (50 % de plus) et exempt de vacuole.

On peut facilement imaginer que la qualité de l'os est meilleure dans le comblement traité.

Série de cas cliniques (Photos 11 à 15)

On retrouve systématiquement un aspect totalement homogène du greffon avec des valeurs de

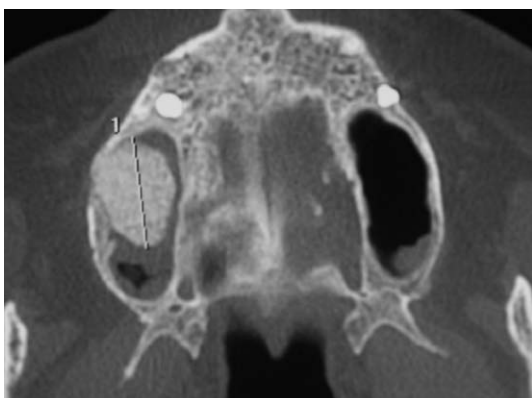


Photo 11 Aspects radiographiques d'un sinus lift unilatéral au 1^{er} mois postopératoire avec l'utilisation de métronidazole.

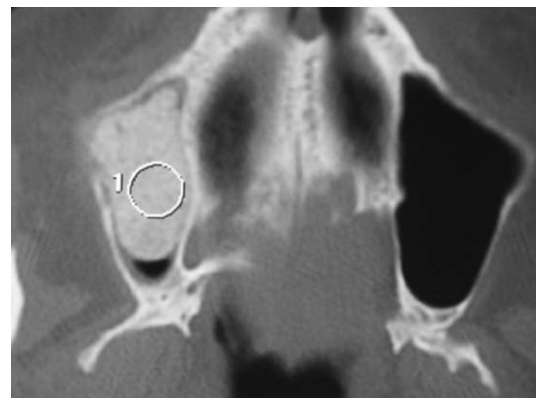


Photo 12 Aspects radiographiques d'un sinus lift unilatéral au 2^e mois postopératoire avec l'utilisation de métronidazole.

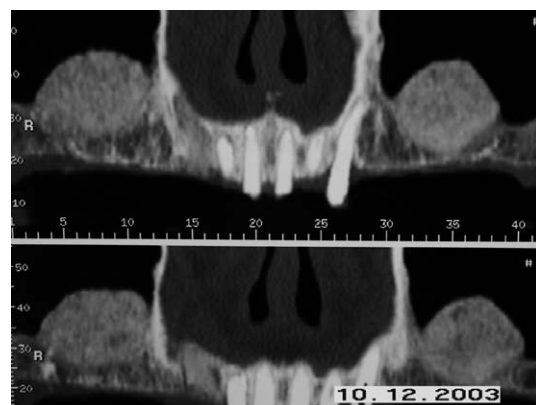
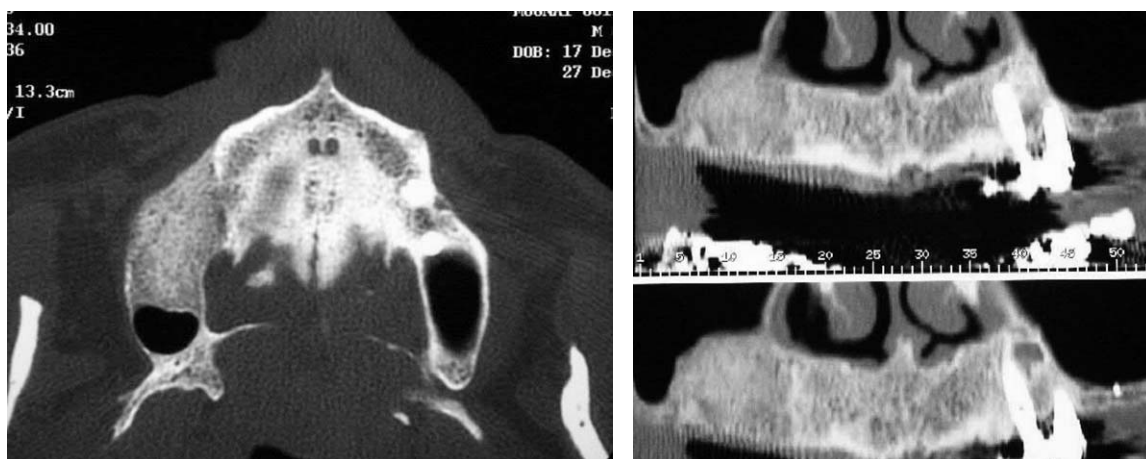


Photo 13 Aspects radiographiques d'un double sinus lift au 3^e mois postopératoire avec l'utilisation de métronidazole.

densité osseuse élevées : toujours supérieure à 650 U.H. au 3^e mois (la densité osseuse maxillaire se situe normalement entre 400 et 700 U.Hunsfield).

Cet aspect radiologique permet d'ailleurs aux praticiens de réaliser l'implantation sinusienne au 90^e jour.



Photos 14 et 15 Aspects radiographiques d'un sinus lift unilatéral au 3^e mois postopératoire avec l'utilisation de métronidazole.

Analyse des résultats : disparition des complications infectieuses dans la série étudiée

Dans cette série de 120 patients, il n'a été relevé aucune complication de type infectieux, majeure ou même mineure (comme cela est souvent le cas dans les élévations sinusiennes : œdème facial et douleurs pendant quelques jours, facilement résolutif sous traitement antibiotique classique).

Bien évidemment le taux d'échec est identique au taux d'infection à savoir nul (les actes ont été réalisés par des praticiens chevronnés, ce qui exclut les échecs dus à une erreur technique).

L'aspect tomodynamométrique de tous les cas cliniques étudiés dans cette série est absolument identique : il est totalement homogène.

Conclusion

Cette approche de la contamination anaérobie per-opérateur est une notion tout à fait nouvelle mais

elle est très logique, d'autant que tous les traitements antibiotiques utilisés en per- ou postopératoire sont principalement des thérapeutiques antibactériennes de type aérobie.

L'introduction du traitement par métronidazole du matériau de comblement est une véritable innovation car elle amène une plus grande sécurité dans la réalisation de l'acte et une meilleure qualité du résultat de la greffe osseuse. Tous ces aspects seront développés en détails lors de prochaines publications.

Références

- [1] Sutter VL. Anaerobes as normal oral flora. Rev Infect Dis 1984;6(Suppl 1):S62-6.
- [2] Brook I, Frazier EH, Gher Jr ME. Microbiology of periapical abscesses and associated maxillary sinusitis. J Periodontol 1996;67(6):608-10.
- [3] Heydenrijk K, et al. Microbiota around root-form endosseous implants: a review of the literature. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17(6):829-38.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright



ELSEVIER

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Éditorial

L'implantologie dentaire, sujet de cette revue scientifique, est une technique de réhabilitation occlusale dont il est maintenant classique et habituel de saluer les excellents résultats, avoisinants les 95 %, écriront et diront les meilleurs d'entre nous.

Cela veut dire statistiquement et mathématiquement que 5 % d'échecs existent à court, moyen ou long terme et pour différentes raisons, souvent bien différentes, selon le délai de survenue (chirurgical puis prothétique et/ou les deux).

Mais c'est peut-être un raccourci d'estimer que ces 5 % de mauvais résultats sont imputables à une erreur diagnostique ou thérapeutique, à une maladresse technique, à une faute, qualificatifs usuels et de nature à engager la responsabilité du praticien lors d'une évaluation médico-légale. L'obligation de résultats est une notion qui plane au-dessus de l'implantologie tout comme elle plane au-dessus des actes chirurgicaux réalisés en chirurgie dite « esthétique » depuis plus longtemps.

Toute chirurgie a ses aléas et malgré toutes les précautions prises et les bilans les plus sophistiqués, dits conformes aux données acquises et même actuelles de la science, ils existeront. Tout chirurgien le sait.

Alors que faire ? Recommander à chacun de situer et évaluer son cas clinique en pré-opératoire (soins particuliers dans la rédaction de la fiche clinique, relations épistolaires avec les praticiens traitants (signes indirects d'une information), de se plier aux impératifs administratifs (devis, DEP, factures) de ne pas hésiter à réfuter certains patients à risques médicaux (endocriniens non stabilisés, cardiaques valvulaires à risques, maladies pouvant affecter les défenses immunitaires mais avec des-

nuances suivant les maladies ou risques). Les fumeurs devront être contre-indiqués car autant il y a quelques années la contre-indication relative était de mise, autant aujourd'hui elle est absolue. C'est la même chose pour les irradiations cervico-faciales pour cancers ou autres affections des tissus hématopoïétiques, le tissu osseux gardant un souvenir indélébile d'une telle irradiation.

Voilà quelques recommandations d'ordre général avant la pose des implants. Mais cela n'exclut pas un bilan suffisant sur le plan clinique et radiologique (le denta-scanner étant logique en certains zones parfois un peu excessif en d'autres surtout les régions antérieures, le bilan sanguin au moins de base étant conseillé).

Mais l'expérience nous dit qu'il vaut mieux en faire trop que pas assez même si scientifiquement cela fait parfois sourire les techniciens. Le « médico-légal » rode un peu partout sous nos latitudes et dans notre société. Il faut donc faire avec comme on dit.

Il faut se couvrir même si on pense que parfois le patient fait les frais (financiers) d'un excès de zèle et de précautions.

Dans nos 5 % d'échecs, et chez nos praticiens expérimentés, il faut défendre l'aléa d'autant plus que le patient a donné avant toute intervention et à ce risque d'échec son consentement éclairé.

Nous sommes à une période charnière où nos responsabilités civiles professionnelles doivent être défendues par nous-mêmes sous peine, dans quelques mois ou années, d'en payer les conséquences.

D. Cantaloube (Professeur Agrégé du Val de grâce)
14 bis, rue Montbournon, Versailles 78000, France
Adresse e-mail :
daniel.cantaloube@wanadoo.fr (D. Cantaloube).

Disponible sur internet le 18 octobre 2004

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise

Concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse.

4^e partie : réhabilitations dentaires partielles

Set sat back maxillofacial implants

4th part: partial dental rehabilitations

J.-M. Donsimoni ^a, D. Gabrieleff ^{a,b}, P. Bermot ^c, D. Dohan ^{b,*}

^a Clinique Milan, 75009 Paris, France

^b Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^c 10, rue d'Alsace, 92300 Levallois-Perret, France

Disponible sur internet le 05 octobre 2004

MOTS CLÉS

Implants à plateaux d'assise ;
Maxillofacial ;
Orthopédie ;
Tricortical

KEYWORDS

Maxillofacial;
Orthopaedics;
Set sat back implants;
Tricortical

Résumé Si les implants à plateaux d'assise permettent les réhabilitations maxillomandibulaires et faciales les plus complexes, il est également possible de les utiliser dans le cadre de réhabilitations dentaires partielles. Cependant, de telles applications mettent particulièrement en évidence la difficulté d'appliquer un concept orthopédique de cicatrization en appui sans cisaillement au sein d'un front occlusal naturel avec toutes ses imperfections. L'objectif de cet article est d'analyser ces édentements partiels avec les critères technologiques de l'implantologie à plateaux d'assise. Il devient alors possible de développer un raisonnement clinique permettant de faire les choix thérapeutiques les mieux adaptés, ce qui se trouve illustré par deux cas cliniques exemplaires. Enfin, la prise en compte et en charge de nombreux paramètres supplémentaires constitue un élément de discussion récurrent pour ce genre de réhabilitations partielles.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract Although set sat back implants allow the most complex maxillomandibular and maxillofacial rehabilitations, it is also possible to use them within partial dental rehabilitations. However, such applications particularly highlight the difficulty in applying an orthopedic concept of cicatrization without shearing within a natural imperfect occlusion. The objective of this article is to analyze these partial edentation with the technological criteria of the set sat back implantology. It then becomes possible to develop a clinical reasoning to do adapted therapeutic choices, which is illustrated by two exemplary clinical cases. Lastly, the comprehension of many additional parameters constitutes a recurring element of discussion for this kind of partial rehabilitations.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant. Faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France.
Adresse e-mail : drdohan@hotmail.com (D. Dohan).

Introduction

Si les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise (IMFs) trouvent leurs applications les plus extraordinaires lors des réhabilitations maxillo-mandibulaires ou faciales de grande ampleur [1,2], ils n'en demeurent pas moins adaptés au traitement d'édentements de faible étendue au sein de structures anatomiques osseuses peu ou modérément délabrées.

Cependant, de part la présence d'organes dentaires résiduels plus ou moins nombreux, il peut s'avérer complexe, voire très délicat, de rester conforme à l'orthodoxie orthopédique qui sous-tend la réussite d'un traitement par IMFs. Certains aménagements de la stratégie thérapeutique sont donc nécessaires afin d'adapter la technique aux contraintes anatomiques et fonctionnelles. Ce qui implique de prendre en compte de nombreux paramètres supplémentaires.

Problématique des édentements partiels

On classe généralement les édentements partiels selon la classification de Kennedy :

- les classes I sont les édentements en extension bilatéraux ;
- les classes II sont les édentements en extension unilatéraux ;
- les classes III sont les édentements encastrés ;
- les classes IV sont des édentements encastrés antérieurs à problématique esthétique. Ils impliquent une notion de symétrie de l'édentement.

En implantologie maxillofaciale à plateaux d'assise, il faut reprendre cette classification selon deux paramètres clés :

- le respect du concept orthopédique de cicatrisation en appui [1] : en effet, les contraintes occlusales non maîtrisées appliquant des forces en cisaillement nuisent gravement à la pérennité de nos traitements ;
- la gestion des volumes et espaces nécessaires à la mise en place des implants : en effet, la présence des dents complique la stratégie thérapeutique. C'est en particulier le cas pour les édentements encastrés où peu de place reste disponible pour placer nos IMFs. Ce qui implique des modes d'insertion spécifiques, tels que les emboîtements.

Ce sont ces deux notions qui guideront notre analyse d'une situation clinique et la mise au point d'une stratégie chirurgicale et prothétique adaptée.

En posant ainsi notre problématique, il est aisé d'établir quelques conclusions élémentaires.

Tout d'abord, pour obtenir une cicatrisation en appui sans cisaillement, il faut pouvoir poser au moins trois IMFs non alignés : le tripodisme ainsi obtenu sera le seul garant de notre orthodoxie thérapeutique, c'est-à-dire du maintien de forces d'appui sans cisaillement nécessaires à la cicatrisation osseuse [1]. S'il est possible d'enfreindre cette règle par le jeu d'appuis dentaires ou implantaires axiaux, il faut cependant insister sur l'inadéquation entre les implants à plateaux d'assise et les traitements ne cherchant pas à les verrouiller prothétiquement dans les trois sens de l'espace. Il est ainsi quasiment exclu de faire des restaurations unitaires avec ces techniques, sauf exceptions particulièrement bien évaluées.

Ensuite, on peut admettre que les classes I sont les cas les plus faciles à gérer : l'absence de dents postérieures (en nombre suffisant) permet le contrôle de la dimension verticale ainsi que des forces posturales et dynamiques exercées par l'occlusion. Tous ces paramètres étant entre les mains du praticien, il sera aisé de respecter notre concept d'équilibre orthopédique. En échange cependant, l'édentement en extension impliquera souvent des résorptions plus importantes et la présence d'obstacles anatomiques majeurs sur le site opératoire.

Les classes II sont les cas les plus délicats, car ils nécessitent un équilibre occlusal entre secteur postérieur denté naturellement et secteur prothétique qu'il est virtuellement impossible d'obtenir. Seule la recherche de verrous en latéralité nous permettra de pérenniser la réhabilitation, que ce soit par le positionnement non aligné des implants ou l'association avec dents naturelles ou implants axiaux.

Les classes III posent peu le problème de la cicatrisation orthopédique tant que l'on n'oublie pas de solidariser l'arc prothétique sur les dents bordant l'édentement. Sans ce verrou en latéralité, la réhabilitation subira des contraintes en torsion et/ou en cisaillement qui pourront déstabiliser l'ensemble du travail. En effet, celui-ci repose sur peu d'implants en général, car il est toujours difficile de placer beaucoup d'IMFs dans un encastrement (sauf s'il est particulièrement étendu).

Enfin, pour les classes IV, il est important de mettre en évidence une double problématique :

- les forces de propulsion sont extrêmement violentes et provoquent des contraintes en cisaillement très prononcées ;
- la gestion esthétique des émergences des fûts implantaires est souvent délicate en implantologie axiale, et bien plus encore en implantologie à plateaux d'assise où ils sont volontairement très fins.

À ces premières notions élémentaires, il faut inclure un raisonnement beaucoup plus large sur

la place du traitement prothétique implantoporté au sein de la cavité buccale et, par extension, de la biomécanique du crâne facial.

Interfaces biomécaniques : le casse-tête des résiliences faciales

La résilience : une notion fondamentale

D'un point de vue strictement physique, la résilience peut être définie comme le rapport de l'énergie cinétique absorbée nécessaire pour provoquer la rupture d'un métal, à la surface de la section brisée : la résilience caractérise donc la résistance au choc.

Cette donnée est constamment analysée dans les tests d'évaluation des stratégies orthopédiques sur modèles animaux ou sur l'homme [3,4]. Si les appareillages orthopédiques en tiennent compte, c'est que l'os est l'exemple le plus simple et le plus frappant de matériau résilient : cette notion a donc évolué de la métallurgie vers la biologie des tissus durs.

Bien que minéralisé, le tissu osseux présente une résilience intrinsèque [5] liée à l'empilement des unités haversiennes les unes contre les autres : l'association de ces sous-unités cylindriques donne une certaine flexibilité à l'ensemble, à la manière d'un tapis de paille tressée. Mais la résilience finale du tissu reste totalement dépendante de l'organisation tridimensionnelle de la pièce osseuse : l'assemblage de structures osseuses différentes, telles qu'un os cortical dense et un os médullaire en réseau lâche, présentera une grande souplesse. De plus, cette architecture demeure adaptée aux contraintes grâce au pouvoir de remodelage des travées osseuses.

Si la résilience trouve une implication évidente en prothèse conjointe ou implantoportée (métallurgie), il est important de l'étendre aux implants eux-mêmes, voire aux structures osseuses qui les supportent. En effet, si les implants axiaux de concept Bränemarkien ne présentent qu'une faible résilience, puisqu'il s'agit de cylindres massifs en titane, ankylosés dans l'os, il en est tout autrement des IMFs : léger, échancrés, peu épais, ils présentent toutes les caractéristiques d'une pièce métallique résiliente.

Les résiliences faciales

Schématiquement, le massif facial peut être représenté comme une succession de plans horizontaux rigides empilés les uns sur les autres par l'intermé-

diaire de poutres verticales (voir article 3), ce qui lui confère une architecture souple et alvéolée. Il présente ainsi une grande capacité d'absorption des contraintes posturales et dynamiques qui s'exercent au niveau des interfaces alvéolodentaires.

Dans la cavité orale, on retrouvera donc l'expression de toute une série d'interfaces très résilientes :

- le front occlusal du crâne facial ;
- les mouvements de flexion de la mandibule, concentrés en regard des zones de faiblesse du corps mandibulaire (les foramina mentonniers) au moment de l'ouverture buccale ;
- la mobilité dentaire, physiologique ou pathologique ; chaque dent, grâce à son ligament alvéolodentaire, présentera sa propre capacité de réponse aux contraintes occlusodynamiques ;
- l'articulation temporomandibulaire : avec l'articulation dentodentaire (et son soutien ligamentaire alvéolodentaire), elle constitue une synarthrose.

La sphère orale est donc un milieu particulièrement résilient ; cette donnée fondamentale aura de nombreuses conséquences sur les stratégies thérapeutiques à y appliquer.

Conséquences implantaires

Dans la cavité orale, et par extension dans le massif facial, on peut considérer que presque toutes les interfaces sont résilientes. Ce phénomène pose de grands problèmes aux implants axiaux : le concept qui sous-tend leur utilisation, l'ostéo-intégration, implique leur ankylose. Autrement dit, ils sont contraints de devenir les supports d'une interface rigide en plein milieu d'une architecture très résiliente...

Cette différence conceptuelle compliquera d'autant leur mise en œuvre idéale. Par exemple, les flexions mandibulaires sont souvent décrites comme de redoutables ennemis de l'ancrage ostéo-intégré : les réhabilitations complètes mandibulaires se doivent donc d'être coupées, au niveau de l'un des foramina mentonniers par exemple, afin d'esquiver ce phénomène. De même, l'association d'implants axiaux avec des dents naturelles demeure très controversée, puisque la mobilité physiologique d'une dent est un facteur de déstabilisation pour un système ankylosé.

Cette problématique a mené au développement d'implants axiaux présentant un mécanisme de flexion interne [6,7] : ces derniers permettent donc, en théorie, de rechercher une ostéo-intégration et l'ankylose associée tout en conser-

vant une résilience adéquate au niveau prothétique [8]. Malheureusement, ces systèmes de résilience artificielle intégrée sont extrêmement fragiles, et leur altération implique souvent la perte de l'implant (fracture du mécanisme interne de l'implant).

Dans le cadre des techniques IMF, la notion de résilience est fondamentale. C'est elle qui explique la grande stabilité des ancrages implantaire face aux forces parasites. En effet, les IMF présentent un fût fin et des plateaux échanrés qui leur donnent une capacité de flexion suffisante pour absorber une grande part des contraintes de l'occlusion. C'est ce qui a poussé certains à rechercher une résilience maximale pour leurs réhabilitations, ce qui signifiait l'utilisation d'un nombre réduit d'appuis implantaires et la mise en place de peu d'IMFs. Ce protocole nous semble cependant trop léger dans un grand nombre de situations cliniques [1].

Grâce à leur grande résilience intrinsèque, les IMF supportent parfaitement les flexions mandibulaires et l'association avec des dents naturelles. À l'inverse, cette caractéristique implique de limiter l'association entre IMF et implants axiaux, afin d'éviter l'altération de l'interface ostéo-intégrée. On retombe là dans la même problématique que pour le couplage dent naturelle/implant axial.

Il est important de tenir compte de cette notion, car le traitement d'un édentement partiel par IMF associera souvent des dents naturelles ou des implants axiaux collatéraux.

Techniques chirurgicales spécifiques à la gestion esthétique d'édentements d'étendue modérée

L'utilisation d'implants à plateaux d'assise au sein de crêtes alvéolaires encore partiellement dentées met en jeu deux aspects dont il faut absolument tenir compte : la gestion de l'esthétique et la juste évaluation des volumes disponibles.

En effet, les arcades partiellement édentées n'ont en général subi que de faibles résorptions, ce qui implique que les crêtes alvéolaires soient encore à portée de la ligne du sourire. Dans de telles situations, la mise en place d'un jeu judicieux d'émergences implantaire est vivement recommandée afin d'obtenir un résultat esthétiquement satisfaisant.

De plus, les édentements partiels représentent des volumes de crête réduits car limités par la présence des dents résiduelles : nos plateaux d'assise, avec leurs grands diamètres, ont souvent des difficultés à trouver leur place dans le peu d'espace disponible.

Pour ces deux raisons, l'utilisation d'un positionnement implantaire en emboîtement est souvent préconisée. Il permet de placer de nombreux IMF côte à côte dans des espaces réduits en évitant tout télescopage entre les plateaux. De plus, en multipliant les implants, il est possible de mettre en place une série d'émergences implantaire alignées qui faciliteront d'autant la gestion esthétique du profil prothétique et des tissus mous en regard du bridge implantoporté.

L'emboîtement alterné : secteur antérieur

Il permet de garder une ligne du sourire presque rectiligne, ce qui en fait la technique de choix dans les secteurs antérieurs (Fig. 1).

L'emboîtement décline ou en escalier

Le dénivelé des crêtes alvéolaires résiduelles nécessite souvent de positionner nos IMF de plus en plus éloignés par rapport au plan d'occlusion. C'est souvent le cas au niveau prémolaire maxillaire, mais cette technique peut être appliquée en toute situation, si tant est que le relief osseux tourmenté s'y prête (Fig. 2 et Photo 1).

Cas cliniques : les édentements en extension unilatéraux

Ces situations cliniques mettent en évidence à elles toutes seules l'ensemble des problèmes rencontrés lors des réhabilitations dentaires partielles. Elles serviront donc d'exemple et de support au développement de notre raisonnement.

Les stratégies thérapeutiques

L'utilisation d'IMFs au sein de réhabilitations d'édentements partiels répond toujours à une pro-

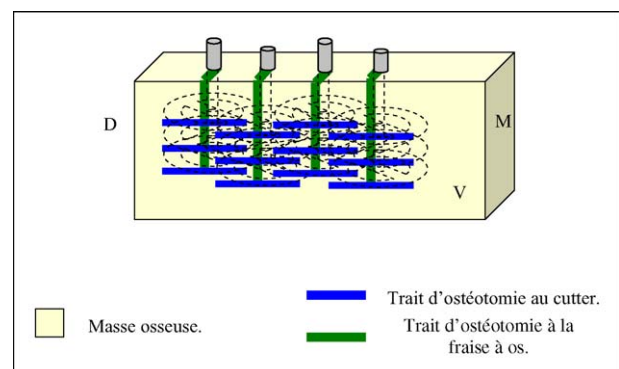


Figure 1 Représentation schématique du positionnement d'IMFs triples disques en emboîtement alterné au sein d'une masse osseuse uniforme théorique. (vue vestibulaire) Orientation : V = vestibulaire ; M = mésial ; D = distal.

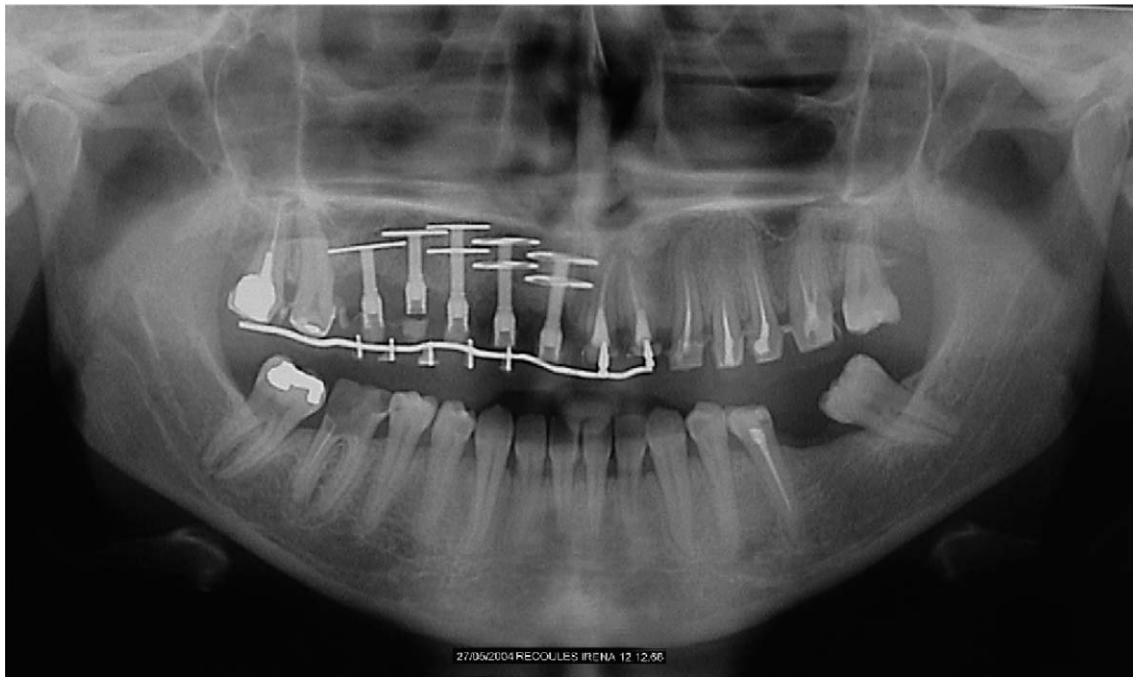


Photo 1 L'emboîtement en escalier permet d'agencer un nombre important d'implants sur une portée de crête alvéolaire réduite. On obtient alors un alignement des fûts implantaires optimal pour réaliser des émergences prothétiques esthétiques dans les secteurs antérieurs.

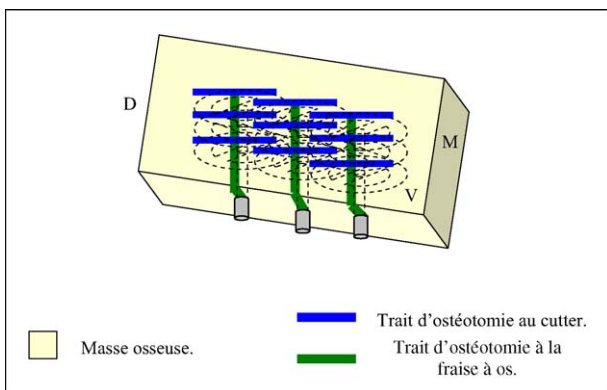


Figure 2 Représentation schématique du positionnement d'IMFs triples disques en emboîtement décliné au sein d'une masse osseuse uniforme théorique. (vue vestibulaire) Orientation : V = vestibulaire ; M = mésial ; D = distal.

blématique élémentaire : protéger nos implants des forces de cisaillement. Schématiquement, il n'existe que deux stratégies permettant ce contrôle des contraintes occlusodynamiques sur une faible portion d'arcade : le couplage IMF/implants axiaux ou le couplage IMF/dent naturelle.

Le couplage IMF/implants axiaux n'est classiquement utilisé que dans les options chirurgicales peu invasives, c'est-à-dire *l'approche dentaire*. Il consiste à encadrer nos IMFs par des implants axiaux de manière à obtenir une synergie fonctionnelle entre les différents éléments d'ancrage endosseux de nos réhabilitations. En effet, les IMFs sont

forts en appui mais faibles en cisaillement, tandis que les implants axiaux sont eux fragiles en appui mais plutôt résistants en cisaillement : on verrouille donc le positionnement des IMFs grâce au couplage avec une interface ankylosée (Fig. 3).

Cette approche présente cependant un gros désavantage : elle nécessite des structures osseuses résiduelles suffisantes pour ancrer un ou plusieurs implants axiaux, qu'il s'agisse de piliers conventionnels ou d'implants ptérygoidiens. Dès que les obstacles anatomiques se font trop présents, cette technique ne peut plus être mise en œuvre. De plus, cette approche implique le couplage de pièces extrêmement résilientes (les IMFs) avec des implants à l'interface biomécanique très rigide car ostéo-intégrée et ankylosée (les implants axiaux), ce qui est théoriquement dangereux pour la pérennité de nos ancrages.

À l'inverse, le couplage IMFs/dents naturelles présente le gros avantage d'une cohérence biomécanique : la résilience des implants, due à leur légèreté et à leur dessin échancré, trouve son pendant dans la mobilité physiologique d'une dent, due à l'ancrage du ligament alvéolodentaire dans l'os. Cependant, cette approche implique souvent de tailler des dents bordant l'édentement, ce qui peut avoir pour résultat de générer un délabrement malheureux des structures résiduelles. De plus, une dent couronnée peut se carier, surtout si elle sert de support à une prothèse étendue : les flexions de

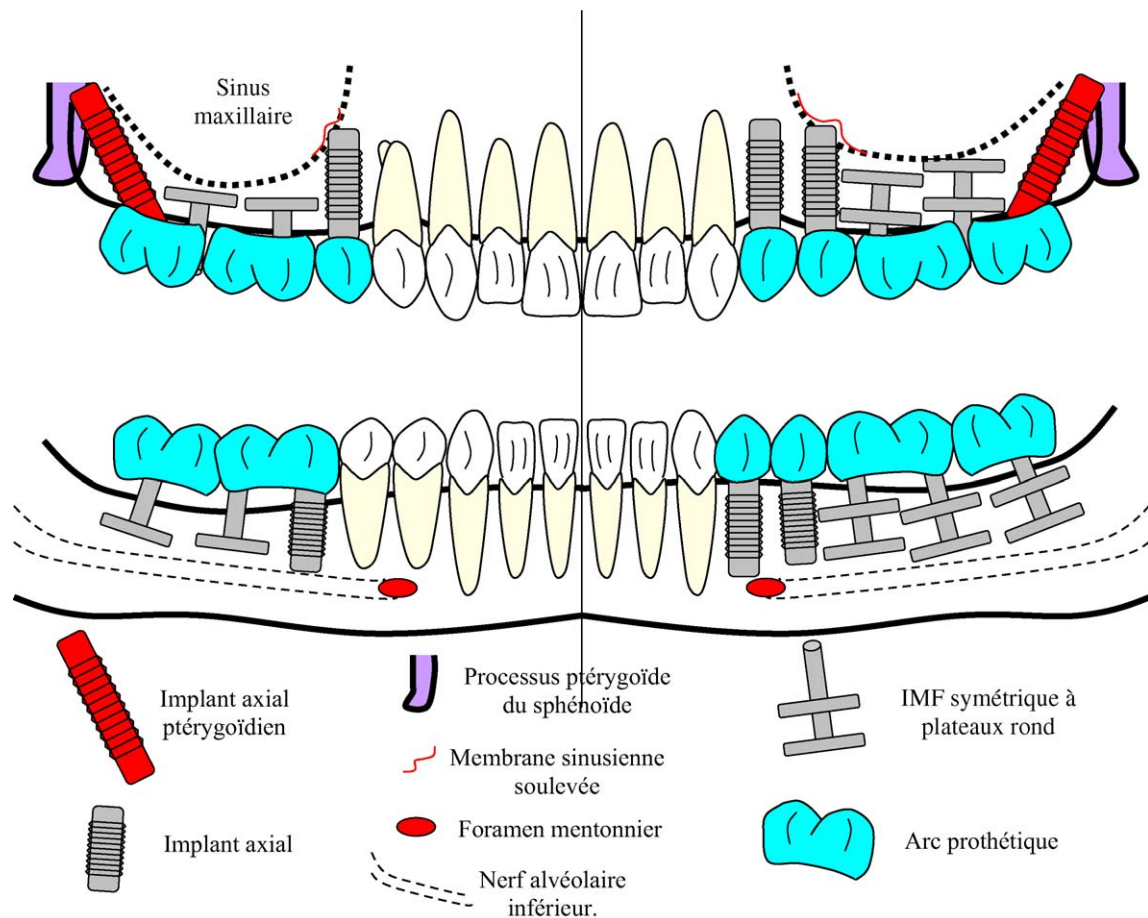


Figure 3 Stratégies de positionnement implantaire selon une approche dentaire schématisées sur une vue étalée (de type panoramique) d'un étage inférieur de la face. Noter que cette approche ne peut être mise en œuvre qu'au sein de structures osseuses peu délabrées, car elle nécessite l'utilisation d'implants axiaux pour verrouiller l'ensemble de la réhabilitation.

l'arc prothétique engendrent alors d'importantes contraintes en cisaillement au niveau du joint dentoprothétique et un risque de descellement silencieux accru.

Cependant, à la différence de l'option dentaire simple, cette stratégie permet de gérer toutes les situations, en mise en charge immédiate, et cela quel que soit l'état des structures osseuses de support et la proximité des obstacles anatomiques majeurs (sinus maxillaire, fosses nasales, nerf alvéolaire inférieur). C'est l'approche maxillofaciale, plus invasive, plus délicate, mais biomécaniquement plus cohérente avec les notions de résilience faciale (Fig. 4). De plus, elle seule nous permettra de replacer notre restauration dans une optique de cicatrisation en appui sans cisaillement, qui demeure, rappelons le encore, la règle de base pour réussir des traitements par IMF [1,2].

Les deux cas cliniques développés dans cet article ont été traités selon l'approche maxillofaciale, car tous deux présentaient des obstacles anatomiques particulièrement prononcés.

1^{er} cas : édentement en extension unilatéral mandibulaire

Un historique mouvementé

Monsieur X., 53 ans, est un confrère qui fit la douloureuse expérience des aléas thérapeutiques des chirurgies implantaires et préimplantaires axiales. En effet, pour traiter son édentement mandibulaire gauche en extension de 32 à 37, il lui fut proposé de poser quatre implants axiaux respectivement en 33, 35, 36 et 37. Au cours de cette première intervention, les implants furent posés trop proches du nerf alvéolaire inférieur, entraînant une compression de celui-ci et une anesthésie labiomentonnière.

Dans l'expectative d'une éventuelle rémission de ce signe, trois de ces premiers implants (35, 36, 37) ne furent déposés qu'un an plus tard pour réaliser une greffe osseuse d'apposition vestibulaire sur la crête édentée. Durant les six mois qui suivirent, la sensibilité labiomentonnière revint peu à peu. Puis, après maturation de la greffe, une nouvelle tentative d'implantation axiale fut réali-

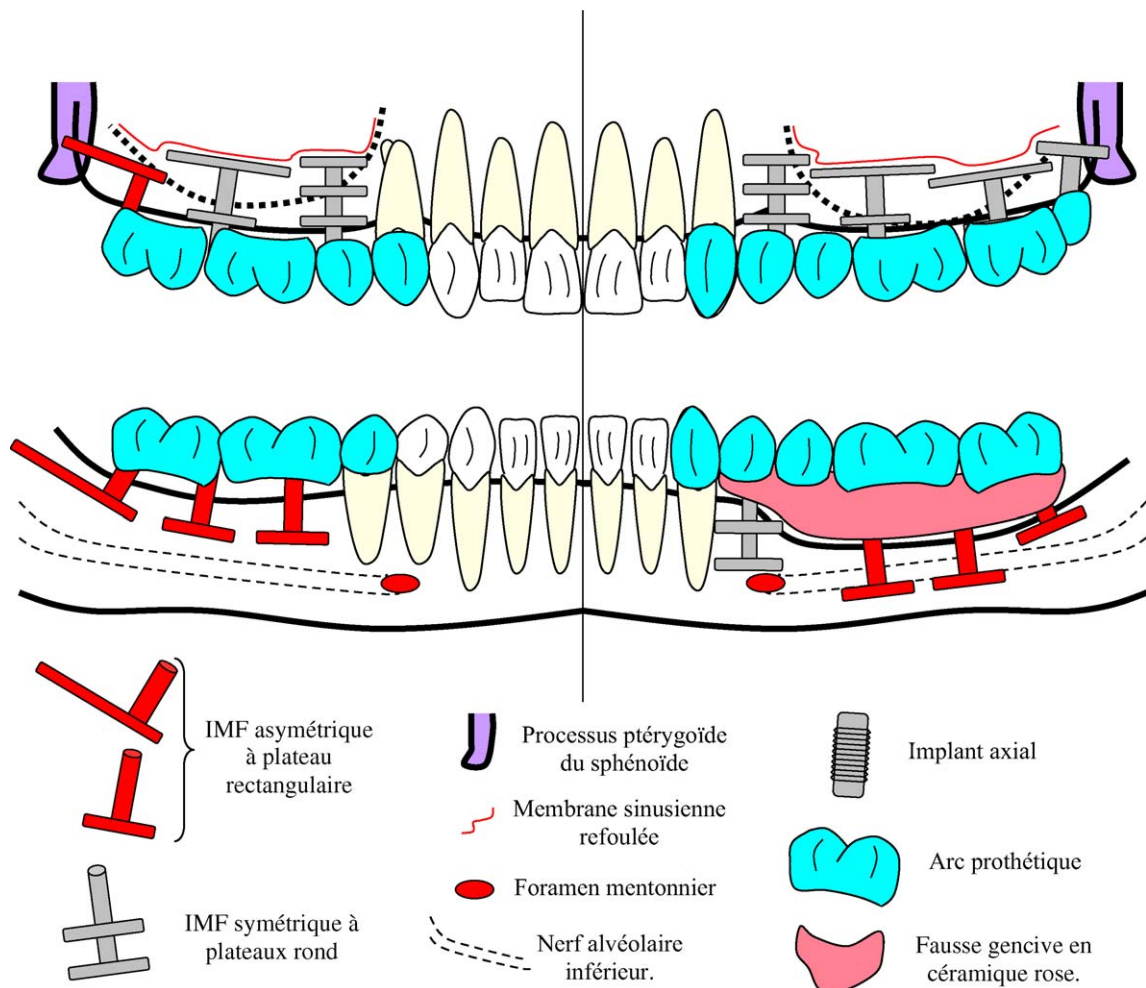


Figure 4 Stratégies de positionnement implantaire, selon une approche maxillofaciale, schématisées sur une vue étalée (de type panoramique) d'un étage inférieur de la face. Noter que cette approche peut être mise en œuvre quelles que soient les conditions anatomiques grâce à l'utilisation exclusive d'IMFs selon un concept de cicatrisation en appui sans cisaillement. Cependant, cette approche nécessite l'incorporation de dents naturelles dans l'arc prothétique : elles servent alors de verrous en latéralité pour protéger notre réhabilitation des forces occlusofonctionnelles de désengagement.

sée avec pour conséquence une nouvelle anesthésie labiomentonnière dès la pose de l'implant en 37, ce qui mit fin à l'intervention. Là encore, le chirurgien décida de laisser l'implant dans l'espoir d'une rémission.

Lorsque nous prenons en charge ce patient, il lui reste donc deux implants mandibulaires : l'un en 33, parfaitement intégré, et l'autre en 37, qui comprimait toujours le nerf alvéolaire inférieur très proche (Photo 2).

Temps chirurgicaux

Notre chirurgie se déroule en trois temps : il faut d'abord supprimer l'implant compressif, puis dégager complètement le nerf alvéolaire inférieur sur toute la longueur de l'édentement, jusqu'au foramen mentonnier (Photo 3). Pour finir, il faut réaliser les loges implantaires et le positionnement des IMFs en écartant le nerf ainsi dégagé (Photos 4,5).



Photo 2 Radiographie panoramique préopératoire. Notre patient conserve un petit implant en position 37, vestige des tentatives implantaires axiales et source d'une compression du nerf alvéolaire inférieur. L'implant en 33 semble, quant à lui, parfaitement ostéo-intégré.

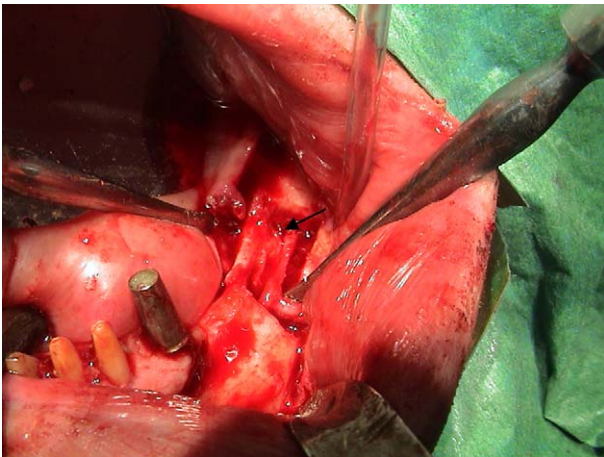


Photo 3 Notre technique de dégagement du nerf alvéolaire inférieur nécessite la mobilisation d'un volet osseux crestale juste au-dessus du nerf et sur toute sa longueur. Noter l'amin-cissement du nerf en regard de la zone de compression implantaire (flèche noire).

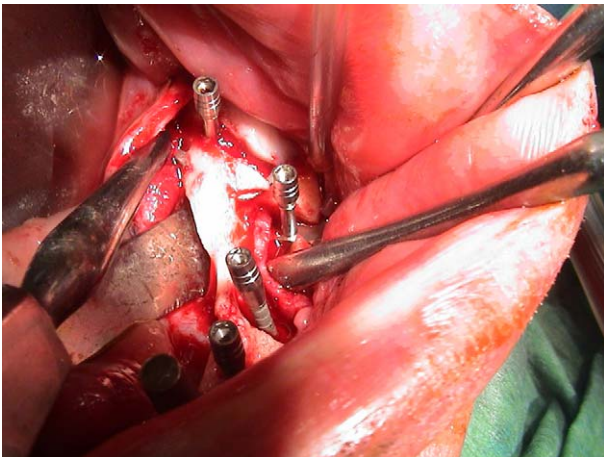


Photo 4 Le positionnement des implants sous le nerf alvéolaire inférieur implique un dégagement complet de celui-ci jusqu'au foramen mentonnier inclus, de manière à gagner en laxité au niveau du nerf et d'éviter tout risque de constriction à l'émergence mentonnière.

Notre technique de dégagement a pour principal objectif d'éviter toute constriction du nerf au cours de sa manipulation, et cela passe nécessairement par l'élimination des corticales osseuses qui cerclent le nerf mentonnier à son émergence.

Temps prothétiques

Afin de permettre une cicatrisation osseuse en appui sans cisaillement, il est important de verrouiller nos implants dans les trois directions de l'espace à l'aide d'un arc prothétique rigide. Celui-ci sera volontairement étendu de 37 à 43 de manière à protéger en latéralité le secteur postérieur grâce à la rigidité de l'arc antérieur. De plus, les résiliences des IMFs et des dents naturelles étant toutes deux importantes, l'ensemble ainsi constitué demeure totalement cohérent avec la biomécanique faciale.



Photo 5 Radiographie panoramique postopératoire. L'implant axial en 33 est conservé car il semble parfaitement ostéo-intégré. Il servira de pilier de protection canin en latéralité, même si, d'un point de vue strictement biomécanique, les résiliences des IMFs sont peu compatibles avec celles des implants axiaux.

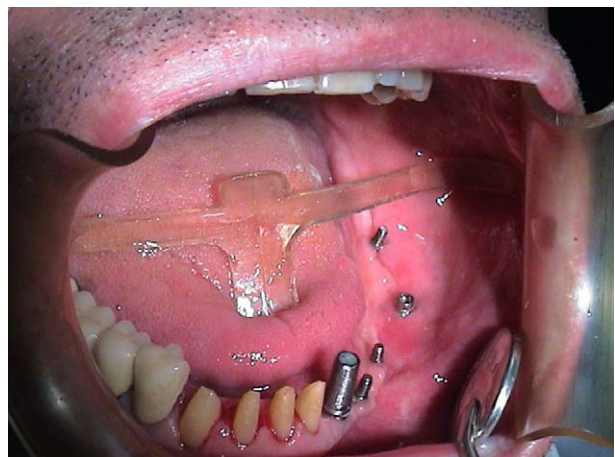


Photo 6 Afin d'obtenir notre blocage tridimensionnel de l'hémiarcade réhabilitée et favoriser une cicatrisation en appui sans cisaillement de nos IMFs, notre bridge devra être étendu jusqu'à 43. Noter le non-alignement des émergences implantaires. Cette disposition permet d'obtenir un tripodisme particulièrement stabilisant en latéralité.

Ceci est d'autant plus important dans le cas présent, car le corps mandibulaire gauche de notre patient demeure très fragilisé par les résorptions osseuses et les échecs implantaires successifs : la mise en charge immédiate et la cicatrisation en appui participeront donc à la consolidation de la charpente osseuse (Photos 6,7).

2^e cas clinique : édentement encastré unilatéral maxillaire avec forte perturbation de l'anatomie résiduelle

Dans un tel cas, il est important d'assimiler notre édentement encastré à un édentement en extension, car la fragilité des tissus de soutien résiduels



Photo 7 À deux mois postopératoires, le bridge définitif est réalisé.



Photo 8 Radiographie panoramique préopératoire. Noter la cratérisation du maxillaire droit au niveau de la zone qui fut greffée, et la présence d'une vis d'ostéosynthèse résiduelle.

éface à une occlusion naturelle nécessite des ancrages étendus à l'ensemble de l'hémiarcade. De plus, il faudra se rapprocher au mieux des concepts occlusofonctionnels mis en œuvre pour une réhabilitation de grande étendue.

Madame Y a elle aussi une douloureuse histoire pré-implantaire. Afin de remplacer 13, 14, 15 et 16, il lui fut réalisé une greffe osseuse d'apposition endosinusienne. Cependant, un incident septique



Photo 9 Les crêtes alvéolaires sont négatives en regard de la perte de substance.

majeur a conduit à la formation d'un séquestre osseux et à la perte d'une grande partie des parois sinusiennes. En fait, il ne reste plus qu'un cratère en regard du site greffé, au sein duquel on peut encore retrouver la dernière vis d'ostéosynthèse (Photos 8-14).

Discussion

Vérités et contradictions des théories occlusodynamiques

Le crâne facial présente l'une des architectures les plus résilientes des organismes mammifères supérieurs. En tant que tel, le choix du mode d'ancrage de nos réhabilitations se doit d'être le plus rigoureux possible.

L'ostéo-intégration des implants axiaux implique une ankylose quasiment contre nature : l'interface occlusale est profondément résiliente, car elle supporte une grande part de la charge posturale antérieure. On retrouve cette notion fondamentale tant au niveau de l'engrènement occlusal, grâce à la laxité du ligament alvéolodentaire, qu'au niveau des condyles de l'articulation temporo-mandibulaire.

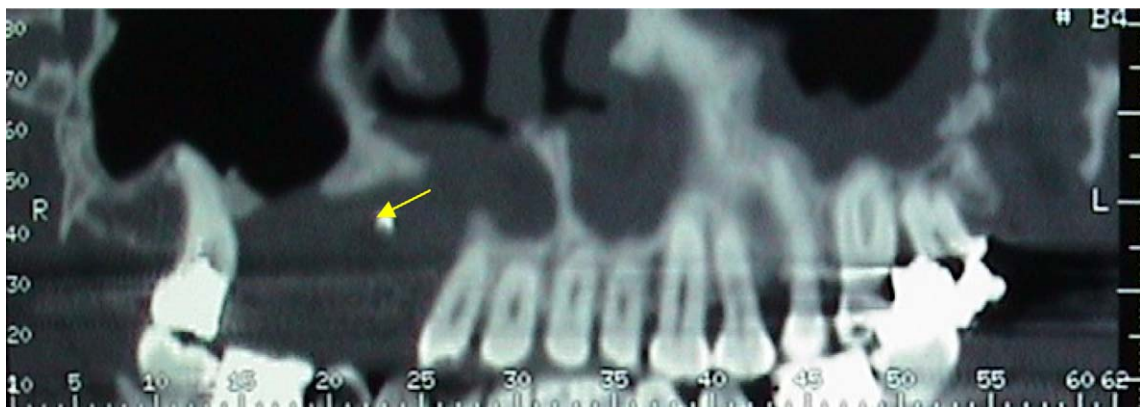


Photo 10 Reconstitution panoramique à partir d'un scanner des maxillaires de notre patiente. Noter la cratérisation de la pièce osseuse en regard de la zone de greffe. Le petit point très radio-opaque (flèche jaune) correspond à une vis d'ostéosynthèse résiduelle...

laire. C'est le principe de la synarthrose. Cette différence fonctionnelle pose de nombreux problèmes en implantologie axiale : les interfaces rigides ostéo-intégrées peuvent être peu à peu altérées par toutes les forces de flexion parasites.

À l'inverse, les IMFs possèdent une flexibilité intrinsèque beaucoup plus proche de celle de l'os qu'un implant cylindrique : c'est ce qui donnera sa cohésion à l'interface os/IMF. Et la flexibilité de l'ensemble reste totalement cohérente avec celle des dents naturelles. Ce qui n'est absolument pas le cas avec les implants ankylosés.

En théorie, il faudrait donc éviter à tout prix d'associer des implants axiaux avec des IMFs ou des dents naturelles. Et il est vrai que de tels couplages peuvent nuire grandement à l'ostéo-intégration, en raison de ces soucis de flexibilité différentielle. S'il s'agit là d'une règle de logique élémentaire, on ne peut pas toujours la suivre : dans notre premier cas

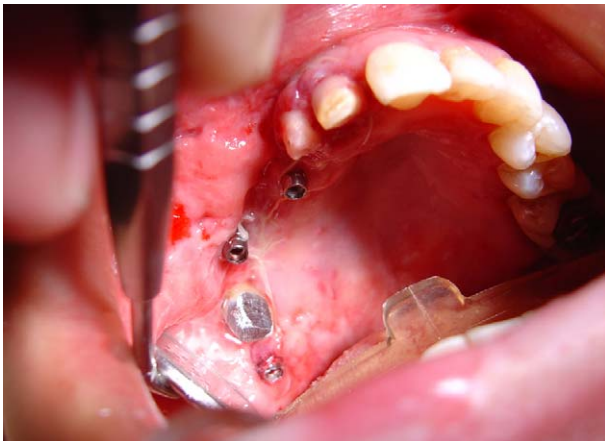


Photo 11 Afin de lutter contre les forces de désengagement en latéralité, les émergences implantaires ne sont pas alignées. On obtient ainsi un tripodisme stabilisant, renforcé par la présence d'une dent naturelle résiduelle [17]. En antérieur, le blocage de l'hémiarcade se poursuit jusqu'à la 11.



Photo 12 Radiographie panoramique postopératoire. Trois IMFs ont été mis en place : un premier dans le pilier canin, un deuxième dans le pilier zygomatique (processus zygomatique du maxillaire) et un dernier dans le pilier ptérygotubérositaire. Notre hémiarcade est donc bien équilibrée sur toute sa longueur, les dents naturelles incluses dans la réhabilitation jouant le rôle de verrous en latéralité.

clinique, nous avons choisi de conserver l'implant axial en 33 car son ostéo-intégration semblait réussie, et il apparaissait très aléatoire de vouloir éliminer cet implant sans altérer l'intégrité de notre corps mandibulaire.

Mais en dehors de ces situations d'exception, il faut rappeler que l'approche dentaire de l'utilisation des IMFs associe volontairement IMFs et implants axiaux, en faisant totalement abstraction des concepts de résilience. Si on peut imaginer que de telles stratégies aient peu de conséquences sur des réhabilitations de faible étendue, il ne faut cependant pas être dupe, et imaginer les conséquences de telles associations au sein de réhabilitations de grande ampleur. Si une marge de tolérance existe, il est bien difficile d'en évaluer avec précision les limites.

Pour toutes ces raisons, nous préconisons l'approche maxillofaciale, même si l'approche dentaire peut être très utile pour traiter les cas les plus simples.



Photos 13 et 14 Le bridge définitif est mis en place à deux mois postopératoires. Il reconstitue une hémiarcade équilibrée pour maintenir au maximum des contraintes en appui sans cisaillement au niveau des plateaux d'assise et pérenniser l'ensemble de la réhabilitation.

Le tripodisme : une association synergique de piliers

Il faut bien se souvenir que le concept des IMFs demeure la mise en place d'une cicatrisation en appui sans cisaillement. Ce qui implique une maîtrise rigoureuse de l'occlusion postchirurgicale, et l'élimination de toutes les forces parasites. Or, dans les édentements partiels, on n'a que rarement la possibilité de contrôler idéalement la situation occlusale : ce sont souvent les dents restantes qui guideront une occlusion physiologique, le plus souvent de confort, incorporant depuis longtemps tous les réflexes posturaux et moteurs de notre patient.

Dans une telle situation, il faut à tout prix protéger nos restaurations en latéralité. Comme nous l'avons vu, cela consiste simplement à ancrer notre bridge implantoporté sur une ou plusieurs dents bordant l'édentement : les IMFs travaillent en pression, les dents en latéralité, et l'ensemble demeure très résilient. Certains préconisent l'utilisation d'appuis implantaires axiaux de part et d'autre de l'édentement pour obtenir cette protection en deduction, mais cette association implant ankylosé et IMF résilient pose toujours des problèmes de cohérence biomécanique. Néanmoins, il existe une dernière méthode toute simple : le tripodisme. Cela consiste à éviter d'aligner nos IMFs de manière à obtenir un calage sur trois pilotis convergents : ainsi verrouillés, nos implants seront bien plus résistants lors des mouvements de déviation latérale. Et cela réduira de manière conséquente le risque.

Cependant, face à l'importance des contraintes occlusodynamiques, l'association avec les dents bordantes demeure une sécurité à imposer aux traitements les plus délicats.

Les réhabilitations dentaires partielles : entre obstacles anatomiques et orthodoxie conceptuelle

Les IMFs sont constitués de plateaux dont les diamètres se doivent d'être suffisamment importants pour permettre une cicatrisation en appui sans cisaillement. Malheureusement, le plus souvent, il nous faut utiliser des IMFs de petit diamètre à plusieurs plateaux pour éviter tout chevauchement avec les racines des dents naturelles.

De plus, il faut noter que l'utilisation de l'emboîtement, s'il permet de positionner de nombreux implants sur des longueurs d'arcade réduites, est incompatible avec les modes d'insertion composés. Or ce sont ces modes (baïonnettes, cran d'arrêt,...) qui sont les plus aptes à verrouiller nos implants contre les forces en cisaillement, les plus redouta-

bles ennemis de nos réhabilitations. Ainsi, ce protocole implantaire, s'il favorise la gestion esthétique des émergences et l'utilisation de zones d'appui peu étendues, demeure bien peu conforme aux règles de l'orthodoxie implantaire par IMF.

En résumé, on peut admettre que si la présence de dents résiduelles complique en général l'approche chirurgicale de la réhabilitation, elle constituera souvent un avantage thérapeutique en favorisant une protection occlusodynamique naturelle. À l'inverse, si ces mêmes dents se trouvent dans des positions incongrues, elles rendront nos stratégies implantaires particulièrement ardues...

IMFs ou implants axiaux ?

L'édentement partiel implique très souvent des délabrements osseux modérés, la présence de dents résiduelles neutralisant en partie les phénomènes de résorption les plus violents. On se retrouvera donc fréquemment sur des sites alvéolaires peu altérés, avec des obstacles anatomiques (nerf alvéolaire inférieur, sinus maxillaire) suffisamment éloignés pour pouvoir envisager une pose aisée d'implants axiaux.

Les IMFs gardent certes pour avantage de permettre une mise en charge immédiate : c'est la base de leur intégration biomécanique. Cependant, les progrès de l'implantologie axiale permettent également une mise en charge immédiate dans de nombreuses situations, si tant est que l'os péri-implantaire soit d'une qualité suffisante. Et les implants axiaux ont l'avantage de permettre une gestion esthétique des émergences implantaires plus aboutie qu'en technique IMF.

Dans de telles conditions, l'utilisation d'IMFs dans le traitement des édentements partiels est-elle encore indiquée ? N'est-il pas souhaitable de laisser ces situations cliniques à l'implantologie axiale, et de conserver notre concept orthopédique pour les réhabilitations de grande ampleur qui permettent sa mise en œuvre avec orthodoxie ?

La réponse s'argumente facilement en analysant deux paramètres : la proximité des obstacles anatomiques et l'étendue de la restauration.

En effet, face à certains obstacles anatomiques (sinus maxillaires, nerf alvéolaire inférieur), les IMFs demeurent la solution de choix. Mais lorsque l'édentement se raccourcit et les dents naturelles deviennent les seuls obstacles anatomiques, les implants axiaux recouvrent une grande part de leur intérêt. En fait, il faut raisonner ensuite au cas par cas afin de définir la meilleure solution à apporter à une situation donnée.

Car, si ces deux techniques répondent à des problématiques anatomiques et fonctionnelles dif-

férentes, elles correspondent avant tout à des demandes différentes de nos patients.

Conclusion

L'utilisation des IMFs dans le cadre de réhabilitations dentaires partielles met en évidence toute la difficulté d'appliquer un concept d'orthopédie au sein d'un front occlusal naturel avec toutes ses imperfections. S'il est possible de se placer dans une configuration de cicatrisation en appui sans cisaillement, il demeure nécessaire de faire certains compromis avec une équilibration implantaire et prothétique idéale.

Ces traitements impliquent donc la prise en compte et en charge de nombreux paramètres supplémentaires. Mais en approche maxillofaciale, la seule limite à la technique demeure la capacité du clinicien à établir une stratégie thérapeutique conforme aux grands principes orthopédiques, inaltérables, qui sous-tendent une utilisation optimale de ces implants.

Références

- [1] Donsimoni J-M, Dohan D. Set sat back maxillofacial implants. Part 1: orthopaedic concepts and technologies. *Implantodontie* 2004;13(1):13-30.
- [2] Donsimoni J-M, Bermot P, Dohan D. Set sat back maxillofacial implants. Part 2: maxillomandibular rehabilitations. *Implantodontie* 2004;13(1):31-43.
- [3] Gerich JG, Cassim A, Lattermann C, Lobenhoffer HP, Tscherne H. Resilience of tibial transplant fixation for replacement of the anterior cruciate ligament. Interference screws vs. staples. *Unfallchirurg* 1998;101(3):204-8.
- [4] Molster AO, Gjerdet NR, Langeland N, Lekven J, Alho A. Controlled bending instability in the healing of diaphyseal osteotomies in the rat femur. *J Orthop Res* 1987;5(1):29-35.
- [5] Sierpowska J, Toyras J, Hakulinen MA, Saarakkala S, Jurvelin JS, Lappalainen R. Electrical and dielectric properties of bovine trabecular bone-relationships with mechanical properties and mineral density. *Phys Med Biol* 2003;48(6):775-86.
- [6] Gaggl A, Schultes G. Resilience behavior of titanium implants with integrated maintenance-free biokinetic elements. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2000;110(12):140-6.
- [7] Gaggl A, Schultes G. Biomechanical properties in titanium implants with integrated maintenance free shock absorbing elements. *Biomaterials* 2001;22(22):3061-6.
- [8] Gaggl A, Schultes G. Clinical experiences with a new maintenance-free shock-absorbing element in titanium implants. *Implant Dent* 2001;10(4):246-53.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques

1^{re} partie : technologies

The ultrasonic cut in implantology

1st part: technologies

P. Leclercq^a, D. Dohan^{b,c,*}

^a 8, place du Général-Catroux, 75017 Paris, France

^b Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^c Laboratoire de radiologie imagerie biophysique, faculté de chirurgie dentaire, université Paris-V, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France

Disponible sur internet le 05 octobre 2004

MOTS CLÉS

Bistouri ultrasonore ;
Chirurgie orale ;
Piézo-chirurgie ;
Ultrasons

KEYWORDS

Oral surgery;
Piezosurgery;
Ultrasonic lancet;
Ultrasounds

Résumé Le bistouri ultrasonore est un instrument capable de découper avec précision les tissus durs et de faciliter le clivage des interfaces solides. Pour cela, il utilise des microvibrations de moyenne fréquence générées par un transducteur piézoélectrique et appliquées à des inserts durcis au nitrure de titane et/ou diamantés. Grâce à sa vaste gamme d'inserts, il trouve de nombreuses applications en chirurgie orale et maxillofaciale, qu'il s'agisse d'avulsions dentaires non traumatiques, de surfaçages radiculaires et débridements de poches parodontales, ou encore de curetages de kystes. Il propose également un protocole simplifié pour la réalisation des sinus-lifts. Enfin, il offre une vraie révolution dans la chirurgie de greffe osseuse en permettant la découpe précise et non traumatique des greffons. Cet article en présente les aspects physiques, technologiques et cliniques et entame une discussion sur ses applications les plus prometteuses. Car s'il demeure un outil sécurisant et performant dans de nombreuses circonstances, il est cependant important de lui définir un champ d'application raisonné.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract The ultrasonic lancet is a surgical device able to cut out with precision hard tissue and to facilitate the solid interfaces cleavage. It uses microvibrations of intermediate frequency generated by a piezoelectric transducer and applied to titanium nitride hardened and/or diamond-coated inserts. With its vast range of inserts, it finds many applications in oral and maxillofacial surgery, such as non-traumatic dental avulsions, root surfacing and bone defect debridement, or cyst removal. It also proposes a simplified protocol for the sinus lift surgery. Lastly, it offers a true revolution in the bone grafting surgery by allowing precise and non-traumatic graft harvesting. This article presents its physical, technological and clinical aspects and discusses its most promising applications. Indeed, although the ultrasonic lancet remains a safe and powerful tool in many circumstances, it is however significant to define a reasoned application field to it.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : siopa@siopa.fr (D. Dohan).

1158-1336/\$ - see front matter © 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

doi: 10.1016/j.implan.2004.07.005

Introduction

Le développement d'une instrumentation adaptée est une étape cruciale dans la validation et la pérennisation de toute technique chirurgicale. Trop longtemps considérée comme une chirurgie à faible risque en raison du fort potentiel de cicatrisation de la sphère orale et de l'absence de risque vital au cours de ces interventions, la chirurgie buccale doit le plus souvent se contenter d'instruments rudimentaires ne permettant que difficilement de travailler avec minutie au niveau des maxillaires. En fait, peu de ces outils sont adaptés à la réalisation non traumatique de chirurgies délicates dans des situations anatomiques difficiles.

Le bistouri ultrasonore apporte de nombreuses solutions à cette problématique, en grande partie parce qu'il fut développé par des chirurgiens maxillo-mandibulaires pour répondre à certaines difficultés de leur propre exercice. À partir de technologies piézoélectriques couramment utilisées sous la forme de détartreurs ultrasonores, ils ont mis au point cet outil totalement novateur : en effet, si les applications médicales des ultrasons sont nombreuses, elles demeuraient jusqu'à présent peu invasives. Et ce sont les indications cliniques de ce bistouri qui ont guidé toutes les étapes de sa conception et de sa mise au point.

Un peu de physique...

Ultrasons et piézoélectricité inverse

Les ultrasons sont des ondes mécaniques inaudibles et biologiquement inoffensives. Cependant, par un simple phénomène d'agitation, ils peuvent induire la désorganisation et la fragmentation de toutes les interfaces entre deux corps de nature différente : les vibrations ultrasonores permettent aisément le clivage des interfaces solide-solide (par vibration différentielle) et solide-liquide (par cavitation). Les applications médicales de telles propriétés sont nombreuses, qu'il s'agisse de fragmenter des caillots de tartre dentaire ou des calculs rénaux. Enfin, comme tout phénomène énergétique intense, ils peuvent engendrer des effets thermiques : on peut donc brûler des tissus biologiques avec des ultrasons, ce qui explique le nécessaire couplage de l'instrumentation ultrasonore avec une irrigation adéquate afin de refroidir les parties travaillantes et les tissus.

La piézoélectricité a été mise en évidence en 1881 par Pierre Curie. C'est un phénomène physique spécifique à certains cristaux taillés (tels que le

quartz) qui se caractérise par l'apparition de charges électriques sur l'ensemble de la surface du cristal soumis à une contrainte mécanique. La piézoélectricité inverse est donc le phénomène inverse : lorsqu'on applique un courant électrique sur ce cristal taillé, on provoquera une déformation mécanique. Si le courant utilisé est alternatif, alors nos cristaux s'étireront et se rétracteront en alternance. Enfin, si ce courant est alternatif de moyenne fréquence, nos cristaux subiront alors des oscillations mécaniques de moyenne fréquence : et ce sont ces vibrations de moyenne fréquence qui généreront des ondes ultrasonores dans les gaz et les liquides.

Dans la pratique, les cristaux de quartz ont été abandonnés depuis longtemps pour les applications médicales de la piézoélectricité. On leur préfère les pastilles de céramique piézoélectrique à base de titanate de Baryum ou équivalent, dont les résistances aux vibrations et les fréquences de résonance sont mieux adaptées aux applications cliniques.

La cavitation

Il s'agit d'un phénomène de micro-ébullition du liquide se produisant au niveau de toutes les interfaces solide-liquide vibrant en moyenne fréquence. Elle s'explique par une rupture de la cohésion moléculaire des liquides et l'apparition de zones de dépression se remplissant de vapeur jusqu'à constituer des bulles prêtes à imploser. En fait, ce phénomène se produit à toutes les transitions acoustiques entre vibrations des solides et ondes ultrasonores des liquides, quel qu'en soit le sens de transmission.

Ce phénomène est recherché dans de nombreuses applications, telles que les cuves de nettoyage ultrasonores, où l'apparition de ces bulles et leur implosion sur toute la surface des instruments immergés permettra leur nettoyage. Au niveau des détartreurs, la cavitation apparaîtra lorsque le spray d'eau entrera au contact de l'insert vibrant en moyenne fréquence : on obtient alors un brouillard de cavitation caractéristique de ces instruments.

Matériels et méthodes

La technologie du bistouri ultrasonore

Les détartreurs ultrasonores sont les outils les plus utilisés quotidiennement par l'ensemble des chirurgiens dentistes. La plupart des systèmes actuels, quelles que soient leur marque et leurs spécificités

technologiques, utilisent la piézoélectricité inverse, le plus souvent produite à l'aide de pastille de titanate de baryum ou équivalent empilées dans le manche et couplées à l'insert. Pourtant, aucun de ces systèmes ne permet de couper les tissus mous, et encore moins les tissus durs. On aurait même plutôt tendance à rechercher des systèmes efficaces mais peu tranchants de manière à ne pas léser la gencive à leur passage et des vibrations modérées pour éviter un effet « marteau piqueur » particulièrement néfaste pour la jonction amélo-dentinaire.

Avec de tels outils, les inserts conventionnels permettent au mieux d'obtenir, en forçant énormément, des encoches de 1 ou 2 mm de profondeur dans l'os. De plus, de telles tentatives se soldent le plus souvent par une nécrose du tissu osseux, tant l'échauffement produit par la violence des impacts de la pointe travaillante est important.

D'un point de vue technique, le bistouri ultrasonore se présente comme tous les autres systèmes détartreurs ultrasonores piézoélectriques du marché : un manche, un insert à visser, un générateur de courant périodique de moyenne fréquence avec les curseurs de réglage de puissance et de débit d'eau pour l'irrigation (Photo 1). À l'intérieur du manche, on retrouve l'empilement de pastilles céramiques piézoélectriques qui génèrent les vibrations de moyenne fréquence (Figs. 1,2). Si on lui branche des inserts adaptés, il peut même servir de détartreur conventionnel. Cependant, le bistouri ultrasonore se démarque des détartreurs conven-



Photo 1 Le bistouri ultrasonore Piezosurgery® de Mectron se compose d'un générateur de moyenne fréquence, couplé à une pompe d'irrigation de sérum physiologique, d'un manche à ultrasons contenant les transducteurs piézoélectriques et d'une importante gamme d'inserts.

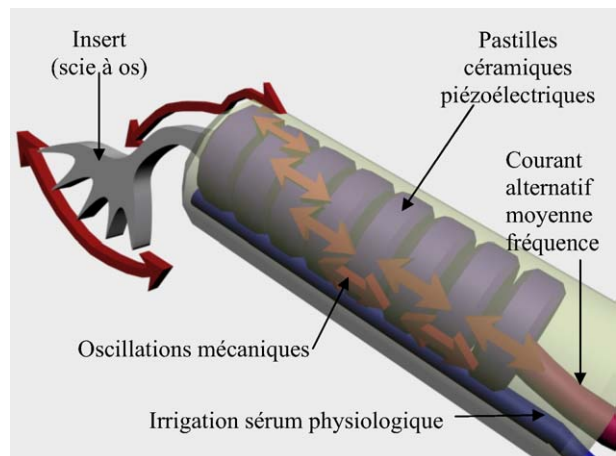


Figure 1 Schématisation du mode de fonctionnement du bistouri ultrasonore. Sous l'action d'un courant de moyenne fréquence, les pastilles de céramiques piézoélectriques empilées dans le manche subissent des variations dimensionnelles alternatives (rétraction puis relâchement en oscillations de moyenne fréquence (flèches rouges)) et transmettent leurs vibrations à l'insert vissé au manche. Les oscillations de l'insert produiront des ondes ultrasonores dans les gaz et les liquides.

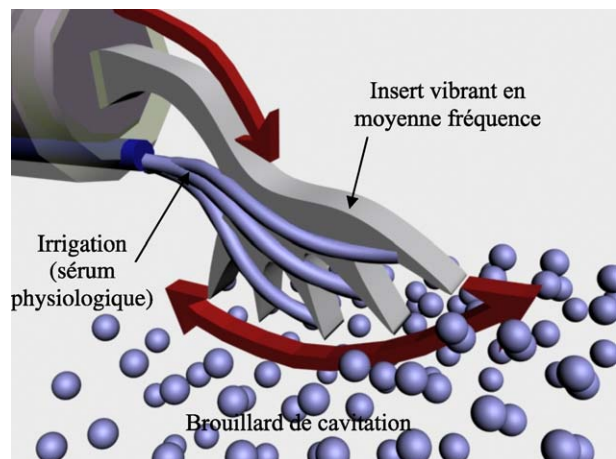


Figure 2 La cavitation est un phénomène de micro-ébullition apparaissant à toutes les interfaces solide-liquide vibrant à une fréquence ultrasonore. Lorsque le flux d'irrigation est propulsé sur la partie travaillante de l'insert vibrant en moyenne fréquence, il est donc transformé en brouillard de cavitation, c'est à dire en bulles d'irrigation prêtes à implorer aux contacts des surfaces à décaper.

tionnels selon quatre paramètres : les fréquences du générateur ainsi que la masse, la dureté et la forme des inserts.

Le système Piezosurgery® mis au point par la société Mectron est actuellement le seul bistouri ultrasonore commercialisé. Il se compose d'un générateur de moyennes fréquences autonome couplé à une pompe permettant l'irrigation peropératoire à l'aide de sérum physiologique stérile, qui remplacera donc avantageusement l'eau du robinet, non stérile, classiquement utilisée par les détartreurs ultrasonores.

Les inserts conventionnels servent pour les détartrages. Mais pour obtenir l'effet de coupe recherché, on utilisera des inserts modifiés dont les vibrations seront à même d'entrer en résonance avec les pastilles piézoélectriques du manche. Cette résonance permet d'accroître le rendement énergétique, ce qui rendra d'autant plus efficace notre insert. La dureté de celui-ci est accrue à l'aide d'une couche superficielle de nitrure de titane (qui donne l'aspect jaune cuivré aux inserts) parfois diamantée, ce qui permet à l'insert de s'attaquer aux matériaux les plus durs sans se briser. Enfin, les différentes formes d'insert permettent d'obtenir un effet de coupe lorsque leur tranchant se transforme en scie oscillante micrométrique sous l'effet des vibrations ultrasonores.

Le générateur comporte trois réglages en fréquence :

- le premier réglage transmet à l'insert des fréquences de 29 000 Hz permettant la réalisation de détartrages conventionnels à l'aide des inserts adaptés ;
- le deuxième réglage utilise des fréquences de 29 000 Hz modulées en 50 000 Hz toutes les 30 ns afin d'obtenir un effet de coupe modéré. Il demeure le plus souvent insuffisant pour les chirurgies osseuses, mais constitue un excellent compromis pour les chirurgies parodontales d'assainissement en facilitant le curetage des poches et le débridement des tissus de granulation ;
- le troisième réglage utilise des fréquences de 29 000 Hz modulées en 50 000 Hz toutes les 10 ns afin d'obtenir un effet de coupe maximal. C'est ce réglage qui aura pour nous le plus d'intérêt étant donné qu'il permet d'obtenir une résonance maximale entre les pastilles piézoélectriques du manche et les inserts de masse correspondante, ce qui implique un rendement énergétique et une efficacité de coupe optimum.

Enfin, chaque réglage de fréquence peut être associé à une puissance différente en fonction du travail à effectuer. Cependant, lors d'incisions osseuses, il faudra mettre en œuvre préférentiellement la puissance maximale afin d'avoir un effet de coupe suffisant.

Les différents inserts

Il existe une gamme importante d'inserts classés en quatre catégories en fonction du type de chirurgie à réaliser. En théorie, de nombreuses applications sont donc possibles. Cependant, si les vibrations ultrasonores permettent un clivage aisé des interfaces solides, l'incision osseuse avec ces instru-

ments se révèle plus lente qu'avec une turbine ou une pièce à main.

Le premier kit rassemble tous les inserts de chirurgie parodontale. Il se compose d'inserts conventionnels pour les détartrages et de leurs versions durcies par une couche de nitrure de titane. Ces derniers, couplés à une fréquence et à une puissance supérieure, permettent d'obtenir un effet de coupe modérée mais performant pour un curetage approfondi de lésions parodontales et le débridement de poches. Certains de ces inserts sont de surcroît diamantés afin de réaliser ostéoplastie et surfaçage radiculaire par microabrasion.

Le deuxième kit est dédié aux avulsions dentaires. Il est constitué d'une série de fins scalpels recouverts de nitrure de titane permettant le tracé de tranchées de dégagement autour des dents.

Le troisième kit est dédié à l'ouverture du sinus maxillaire et au soulèvement de sa membrane. Il se compose d'un insert couvert de nitrure de titane et diamanté (pour la découpe de la fenêtre d'accès au sinus), d'un insert à méplat large (pour décoller la membrane sinusienne par des vibrations en pression sur la fenêtre osseuse) et de deux inserts en forme de spatule courbe (à glisser entre la membrane sinusienne et l'os pour faciliter son décollement) (Photo 2).

Enfin, le quatrième kit se compose de tous les inserts nécessaires pour découper de l'os et en prélever des fragments. Tous sont recouverts de nitrure de titane, ce qui leur confère une solidité suffisante pour attaquer l'os à grande puissance. On y trouve des scies à os à cinq pointes et de larges scalpels qui se transforment en véritables scies oscillantes micrométriques sous l'impulsion des vibrations de moyenne fréquence (Photo 3). Quelques uns de ces ostéotomes sont de surcroît dia-

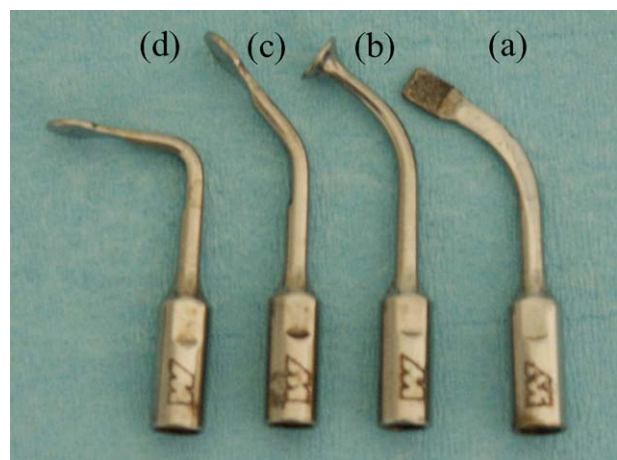


Photo 2 Le kit d'inserts pour soulèvement de sinus se compose d'un scalpel diamanté pour réaliser la fenêtre d'accès au sinus (a), d'un décolleur à méplat large (b) et de deux spatules ultrasonores (c et d).



Photo 3 Les scies à os sont des inserts recouverts de nitrure de titane, ce qui leur confère une solidité suffisante pour attaquer l'os à grande puissance. On y trouve des scies à cinq pointes et de larges scalpels qui se transforment en véritables scies oscillantes micrométriques sous l'impulsion des vibrations de moyenne fréquence.

mantés, ce qui permet d'élargir nos tranchées osseuses par microabrasion.

Noter qu'il existe quelques inserts accessoires tels que les racleurs à os, permettant de collecter des copeaux osseux grattés sur un site de prélèvement, ou encore l'ostéotome cylindrique pour approfondir un site implantaire (Photo 4).

Résultats

L'utilisation du bistouri ultrasonore lors d'avulsions dentaires présente de nombreux avantages. La finesse des inserts permet le tracé de tranchées très fines et peu délabrantes pour l'os parodontal. De plus, les vibrations ultrasonores favorisent la rup-

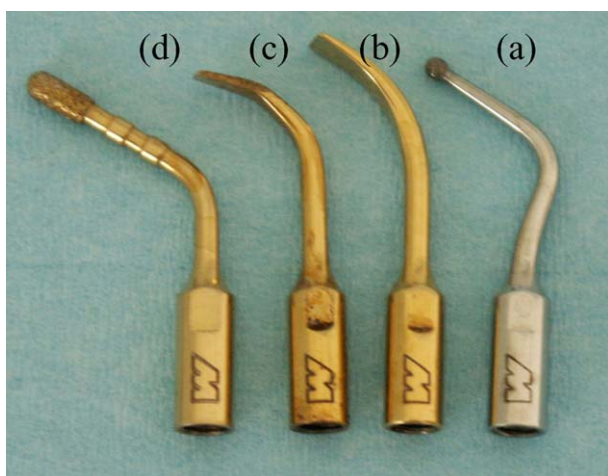


Photo 4 De nombreux inserts accessoires ont été conçus : boule diamantée pour fines incisions (a), spatules de raclage afin de collecter de l'os (b et c) et ostéotome cylindrique pour préparation finale d'un site implantaire (d).

ture des interfaces solides : en se dispersant dans le ligament parodontal, dans les zones de contact dent-os ou au niveau de toutes les interfaces de densité différente, ces vibrations en permettront le clivage peu traumatique. Le bistouri ultrasonore permettra donc d'extraire plus facilement certaines dents ankylosées et de limiter le risque de fracture de l'alvéole. La propreté de l'incision osseuse et la sécurité du geste préimplantaire faciliteront d'autant l'implantation immédiate sur le site de l'avulsion et un pronostic d'autant plus favorable.

Grâce à sa vaste gamme d'inserts et de réglages de fréquence, le bistouri ultrasonore rend également aisé le débridement des poches et le surfaçage radulaire, ainsi que l'aménagement parodontal par ostéoplastie. Grâce à ses inserts diamantés aux formes tronconiques, il permet de redessiner avec précision et en toute sécurité le tracé des festons osseux parodontaux. Grâce à ses inserts de détartrage durcis au nitrure de titane et à ses inserts en forme de spatule, il peut être d'une aide précieuse lors du curetage de kystes et du nettoyage périapical en cours de chirurgie endodontique.

Au cours de chirurgie d'élévation sinusienne, le bistouri ultrasonore permet une approche minutieuse du site à l'aide de son insert de tracé de la fenêtre d'accès [1,2]. Les instruments de décollement de la membrane sont intéressants, mais moins efficaces qu'un jeu de spatules à sinus parfaitement adaptées.

Enfin, le bistouri ultrasonore apporte une véritable révolution dans le cadre des chirurgies osseuses en permettant des incisions fines et non traumatiques tout en facilitant le clivage des plans osseux

grâce aux vibrations ultrasonores. En effet, lors d'incision osseuse, il a été constaté histologiquement que le tissu découpé demeurait parfaitement vital : le couplage d'un insert efficace avec les justes fréquences permet de neutraliser l'effet thermique nécosant que l'on aurait pu craindre sur un tel système [3,4]. De plus, on constate cliniquement que les vibrations ultrasonores de l'insert semblent suffisantes pour faciliter le détachement des fragments osseux que l'on cherche à collecter.

Ces propriétés sont utilisées avec succès dans de nombreuses chirurgies osseuses des maxillaires. En chirurgie orthognatique, l'utilisation du bistouri ultrasonore permet le tracé d'incision d'une grande propreté et le clivage des blocs osseux avec une utilisation limitée de l'instrumentation frappée, ce qui permet contrôler d'autant mieux les lignes de fracture lors de la séparation des portions de maxillaire ou de mandibule [5,6]. En chirurgie de greffe, l'utilisation du bistouri ultrasonore pour le tracé et la collecte du greffon, mentonnier ou rétromolaire, rend quasi inutile l'utilisation du ciseau à os frappé, ce qui diminue d'autant le traumatisme du patient et le risque de fracture du fragment osseux [7].

Quelle que soit l'application en chirurgie des bases osseuses, on notera toujours l'aisance que procure le bistouri ultrasonore en raison de sa grande sécurité d'utilisation : en effet, il n'attaque que les tissus situés face à la pointe de l'insert, ce qui permet de travailler dans les zones les plus difficiles d'accès, avec un contact visuel limité, sans risquer de lésions fortuites des tissus adjacents.

Discussion

Un outil efficace et sécurisant

Hormis la propreté de ses incisions et ses vibrations qui facilitent le clivage des interfaces solides, le bistouri ultrasonore présente avant tout un avantage en termes de sécurité et de contrôle des chirurgies difficiles. En effet, il n'y a presque aucun risque de lésion de structures anatomiques lors du passage de l'instrument, car son effet de coupe ne peut être obtenu que selon un axe de positionnement très précis de sa partie travaillante. À la différence des systèmes rotatifs, le risque de faucher le tissu environnant le site chirurgical est totalement nul en chirurgie piézoélectrique.

À l'inverse, les scies et fraises montées sur pièces à mains (systèmes à motorisation électrique) offrent un couple important particulièrement intéressant en chirurgie osseuse, mais leur inertie à l'arrêt les rend dangereuses à utiliser à proximité

d'obstacles anatomiques majeurs. Ce temps de latence peut être responsable de dégâts considérables. Les systèmes pneumatiques (turbine) répondent partiellement à cette problématique : lorsque le praticien relâche sa pédale, la pression disparaît presque immédiatement dans la turbine, et le couple s'annule : même si la fraise tourne encore quelques instants, son couple est si faible qu'elle ne peut plus occasionner de lésions des structures avoisinantes. Cependant, en raison de son faible couple, de la taille trop importante de sa tête pour agir dans des situations anatomiques difficiles et du trop grand diamètre des fraises efficaces en chirurgie osseuse (grosse fraise diamantée = efficacité accrue = perte de substance à la découpe très importante), la turbine ne peut pas être considérée comme un instrument adapté aux prélèvements osseux. Seule une utilisation en chirurgie à plateaux d'assise paraît encore aujourd'hui intéressante, à condition d'utiliser des cutters diamantés pour compenser son faible couple [8].

S'il est vrai que les pièces à main permettent l'utilisation d'instruments à cols longs pour intervenir en profondeur, ce qui est difficile avec les grosses têtes des contre-angles et des turbines, le bistouri ultrasonore demeure très nettement l'instrument le plus sécurisant pour agir avec un faible contrôle visuel dans des zones difficiles d'accès [9].

Enfin, le bistouri ultrasonore possède un dernier atout de choix par rapport aux instruments rotatifs : même en conservant un débit d'eau modéré, afin d'accroître notre visibilité chirurgicale, on aura toujours un drainage efficace du site. En effet, en piézochirurgie, l'eau ne sert pas qu'à disperser l'énergie calorifique que l'on transmet avec l'instrument en vibration afin d'éviter les brûlures : elle sert également au couplage acoustique entre la pointe de l'insert et les tissus à découper grâce à un brouillard de cavitation caractéristique des instruments ultrasonores. Ce brouillard est particulièrement efficace pour le rinçage des surfaces traitées et le drainage de débris, tant par la pression du spray que par l'effet décapant des bulles de cavitation en implosion.

Pour une application raisonnée

Plus que tout autre instrument, le bistouri ultrasonore présente les défauts de ses qualités : sa grande précision et son efficacité maîtrisable en toutes circonstances impliquent une usure accélérée des inserts et une vitesse de coupe assez modeste.

Bien que recouverts de nitrure de titane et parfois diamantés, les inserts de piézochirurgie s'usent très rapidement : il est recommandé de ne pas excéder dix petites utilisations en chirurgie os-

seuse. Malgré leur grande dureté, les inserts ne résistent pas très longtemps à la violence des impacts microabsorptifs, au risque de se briser, ou pire, d'abîmer les tissus à découper par échauffement incontrôlé. Dans de telles circonstances, impossible de généraliser l'utilisation de ce système à toutes les interventions de chirurgie osseuse : cet instrument n'a pas été conçu pour de la grosse chirurgie orthopédique...

De plus, en raison de son fonctionnement microabrasif, le bistouri ultrasonore souffre parfois d'un certain manque d'efficacité par rapport à une instrumentation plus conventionnelle. C'est en particulier le cas face à des instruments rotatifs d'une grande puissance de coupe, mais également dans de nombreuses situations cliniques nécessitant un geste chirurgical simple et rapide.

Par exemple, un praticien expérimenté saura réaliser aisément l'avulsion d'une dent à l'aide d'instruments peu traumatiques pour le tissu osseux (syndesmoteur faucille, etc.). L'utilisation du bistouri ultrasonore ne peut donc être utile dans cette application que face à des dents ankylosées nécessitant le tracé d'une tranchée péri-dentaire à la fraise à os ou lors du dégagement de dents incluses. Dans une telle situation, le tracé au bistouri ultrasonore sera presque deux fois moins large et donc deux fois moins délabrant qu'une fraise à os. De plus, les microvibrations ultrasonores faciliteront le clivage de l'interface solide entre la dent et de l'os, ce qui est d'autant plus important sur une dent ankylosée particulièrement sensible aux vibrations (en l'absence de ligament alvéolodentaire pour amortir les ultrasons).

De même, l'ouverture d'un sinus et le décollement de sa membrane sera aisément réalisé avec des instruments conventionnels.

Dans toutes ces situations, l'utilisation du bistouri ultrasonore, même si elle demeure efficace, ralentira grandement la main du chirurgien expérimenté. Elle ne pourra donc être retenue que pour des praticiens moins rodés pour lesquels l'aspect sécurisant de cet instrument sans danger sera primordial.

Toutes ces particularités font du bistouri ultrasonore un instrument d'une précision et d'une efficacité indéniable pour certaines chirurgies, mais qu'il est préférable de n'utiliser que lorsque ses qualités spécifiques peuvent jouer un rôle déterminant dans la réussite du traitement.

Conclusion

Le bistouri ultrasonore est un outil innovant permettant de réaliser avec minutie de nombreux actes délicats. Si son efficacité brute est moindre que pour des systèmes rotatifs plus archaïques, il n'en est pas moins parfaitement adapté à la réalisation de la plupart des chirurgies orales. En effet, grâce à l'utilisation des vibrations ultrasonores, il demeure un outil extrêmement sécurisant et performant pour intervenir avec maîtrise et précision.

Cependant, malgré l'étendue de ses applications potentielles, il est important de lui définir un champ d'application raisonné. Car, pour un praticien expérimenté, l'utilisation de ce bistouri peut être source de ralentissement de certains actes chirurgicaux en raison de ce manque d'invasivité brutale qui est pourtant son principal atout.

Références

- [1] Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21(6):561-7.
- [2] Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. Ultrasonic osteotomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(5):697-700.
- [3] Aro H, Kallioniemi H, Aho AJ, Kellokumpu-Lehtinen P. Ultrasonic device in bone cutting. A histological and scanning electron microscopical study. *Acta Orthop Scand* 1981;52(1):5-10.
- [4] Vercellotti T, Crovace A, Palermo A, Molfetta A. The Piezoelectric osteotomy in orthopedics : clinical and histological evaluations (pilot study in animals). *Medit J Surg Med* 2001;9(4):89-96.
- [5] Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(6):759-61.
- [6] Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20(4):358-65.
- [7] Horton JE, Tarpley Jr. TM, Jacoway JR. Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;51(3):236-42.
- [8] Donsimoni J-M, Dohan D. Set sat back maxillo-facial implants. Part 1 : orthopaedic concepts and technologies. *Implantodontie* 2004;13(1):13-30.
- [9] Horton JE, Tarpley Jr. TM, Wood LD. The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotary bur. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1975;39(4):536-46.



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques

2^e partie : applications cliniques

The ultrasonic cut in implantology

2nd part: clinical applications

P. Leclercq^a, D. Dohan^{b,c,*}

^a 8, place du Général-Catroux, 75017 Paris, France

^b Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^c Laboratoire de radiologie imagerie biophysique, faculté de chirurgie dentaire, université Paris-V, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France

Disponible sur internet le 05 octobre 2004

MOTS CLÉS

Bistouri ultrasonore ;
Grefe osseuse ;
Piézochirurgie ;
Prélèvement osseux

KEYWORDS

Bone graft;
Bone harvesting;
Piezosurgery;
Ultrasonic lancet

Résumé Le bistouri ultrasonore permet de réaliser avec une extrême précision et une grande sécurité un grand nombre de chirurgies orales et maxillo-faciales. Cependant, c'est au cours de quatre types d'interventions bien particuliers que cet outil présentera des performances réellement supérieures à l'instrumentation conventionnelle : la dépose non traumatique d'implants ostéo-intégrés, les prélèvements symphysaires et rétro-molaires et la latéralisation du nerf alvéolaire inférieur. L'objectif de cet article est de présenter en détail chacune de ces quatre applications et d'en discuter les avantages et les inconvénients par rapport aux techniques antérieures. En effet, le bistouri piézoélectrique permet de simplifier considérablement ces protocoles chirurgicaux grâce à des incisions peu délabrantes et un clivage des interfaces solides, sous l'effet des ultrasons, qui favorise la rupture des fragments osseux.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract The ultrasonic lancet makes possible to realize with extreme precision and safety a great number of oral and maxillofacial surgeries. However, it is during four quite particular interventions that this tool will present really higher performances than the conventional instrumentation: non-traumatic removal of osteo-integrated implants, symphysis and retro-molar bone harvesting and inferior alveolar nerve lateralization. The objective of this article is to present in detail each one of these four applications and to discuss their advantages and disadvantages compared to the former techniques. Indeed, the use of the piezoelectric lancet considerably simplifies these surgical protocols with non-traumatic cut and ultrasonic solid interfaces cleavage, which supports the bone fragments rupture.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : siopa@siopa.fr (D. Dohan).

Introduction

Le développement d'une instrumentation adaptée à chaque situation chirurgicale est un élément déterminant dans la rationalisation et la sécurisation des interventions les plus complexes. Et c'est cette recherche clinique et technologique qui permet de transformer certaines chirurgies délicates en actes codifiés et reproductibles.

Dans le domaine des greffes osseuses, la plupart des outils disponibles demeurent des adaptations plus ou moins heureuses de l'instrumentation en service en chirurgie dentaire ou en chirurgie maxillofaciale. Il s'agit souvent d'applications peu efficaces, miniaturisées, d'une instrumentation très polyvalente : scie oscillante, ciseaux à os et marteau, pièce à main et fraises à os... Pourtant, les greffes osseuses maxillo-mandibulaires ne peuvent être résumées à des actes de grosse chirurgie orthopédique : il s'agit de la première étape d'un remodelage, d'une reconstruction de la face. C'est une discipline qui nécessite des instruments de précision adaptés à chacun de ses aspects.

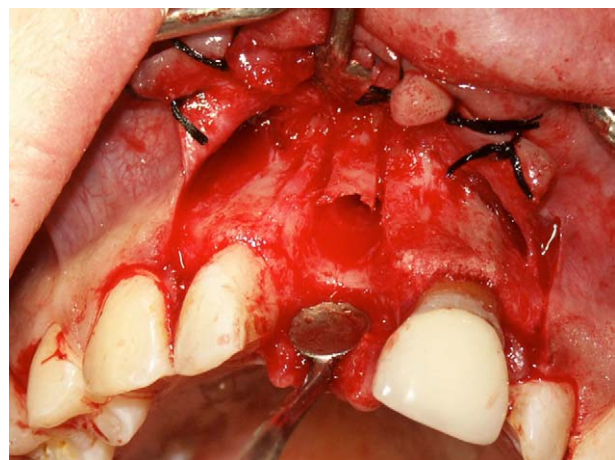
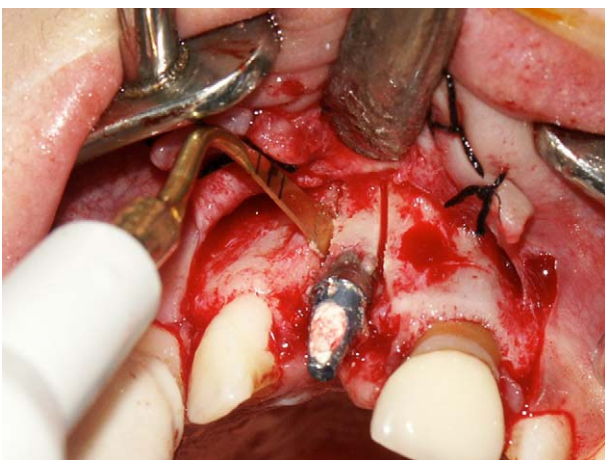
Grâce à ses nombreux inserts et à sa facilité d'utilisation, le bistouri ultrasonore est un compagnon efficace du chirurgien dans de nombreuses situations cliniques [1-4]. Cependant, pour un praticien expérimenté, son utilisation ne présente un intérêt déterminant qu'au cours de quatre interventions bien particulières : la dépose d'implants ostéo-intégrés, les prélèvements symphysaires, rétro-molaires et les déroutements de nerf alvéolaire inférieur. En effet, c'est véritablement au cours de ces quatre manœuvres délicates que les propriétés du bistouri ultrasonore deviennent un atout majeur pour une réussite, presque aisée, du traitement.

Bistouri ultrasonore et dépose d'implants ostéo-intégrés

Un implant ostéo-intégré peut résister à des forces de plus de 90 Newton en flexion et en torsion. C'est en général à ce seuil que le métal de l'implant commence à se déformer. La dépose d'une telle structure ankylosée est donc particulièrement délicate, avec le risque élevé de devoir emporter une partie de l'os péri-implantaire avec l'implant. Heureusement, de telles manœuvres sont le plus souvent réalisées sur des implants en échec, c'est-à-dire non ostéo-intégrés : la dépose est donc aisée puisque l'implant est enchâssé dans un tissu fibreux.

Cependant, il est parfois nécessaire d'éliminer certains implants malgré leur parfaite ostéo-intégration. C'est en particulier le cas d'implants ectopiques jugés inutilisables prothétiquement ou lorsque la position de l'implant implique un préjudice esthétique majeur. La dépose de ces implants se doit d'être la moins traumatique possible, afin de limiter le délabrement du site implantaire en vue de la prochaine implantation. Or, un implant ostéo-intégré est intimement relié à l'os qui le soutient, ce qui implique de grandes difficultés à rompre l'interface os/implant et un risque élevé de fracture des parois osseuses péri-implantaires au cours de la manœuvre.

Le bistouri ultrasonore permet de gérer efficacement ce genre de situations grâce à deux de ses propriétés : le clivage des interfaces solides par vibrations ultrasonores et la réalisation de fines tranchées osseuses par microabrasion. Il suffira alors de réaliser deux fines tranchées vestibulaires ou linguales de part et d'autre de l'implant afin de



Photos 1,2 Pour réaliser la dépose non traumatique d'un implant ostéo-intégré mal positionné, il suffit de réaliser deux fines tranchées de part et d'autre de l'implant (photo 1) afin de donner une certaine élasticité à la paroi osseuse tout en imposant des vibrations ultrasonores à l'interface os/implant. Le clivage de cette interface et la dépose de l'implant seront ainsi effectués avec un délabrement minimum des volumes osseux (photo 2).

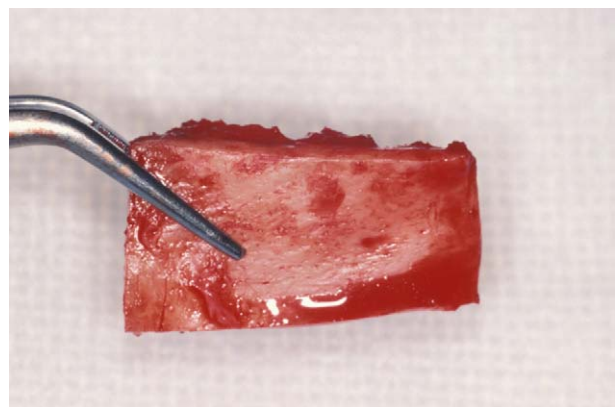
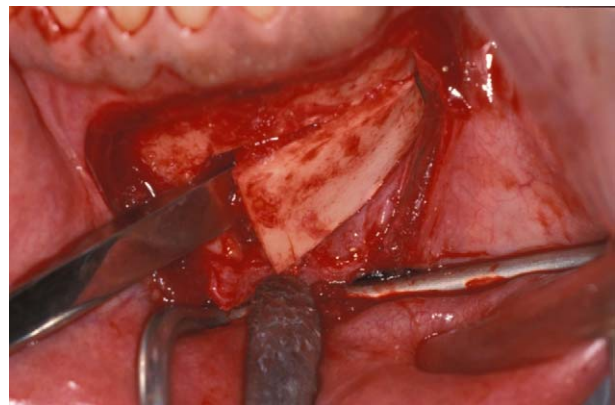
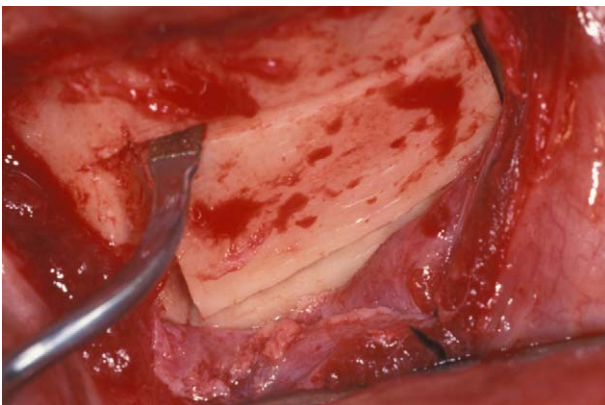
donner de l'élasticité à la paroi osseuse, tandis que les vibrations ultrasonores favoriseront le clivage de l'interface os/implant pourtant très solide. Grâce à ces astuces, la dépose de l'implant sera aisée (Photos 1,2). Cependant, toutes les étapes de cette chirurgie doivent être parfaitement maîtrisées, car le risque de fracture des parois osseuses péri-implantaires demeure élevé, en particulier au cours de la phase d'extraction proprement dite qui nécessite d'appliquer des forces en torsion conséquentes sur l'implant et les tissus qui y sont accrosés.

Bistouri ultrasonore et prélèvements symphysaires

Les prélèvements symphysaires permettent de récolter deux grands plateaux d'un os très corticalisé avec un risque minime pour le devenir du site donneur. Dans de nombreuses situations cliniques, ces deux fragments suffisent à mener à bien des greffes d'étendue modérée, qu'il s'agisse de comblements de sinus maxillaire ou de greffes d'ap-

sition en épaisseur ou en hauteur. Ces sites donneurs sont souvent préconisés, car ils permettent d'éviter les prélèvements osseux extraoraux (os pariétal, iliaque...), et donc l'anesthésie générale : une simple neuraleptanalgie suffira à maintenir notre patient dans un état adéquat tout au long de la chirurgie. Il est cependant une étape cruciale particulièrement désagréable pour un patient vigile : lorsque le praticien, après avoir découpé les limites du greffon, fait usage du ciseau frappé pour le détacher du corps mandibulaire. Chaque coup de marteau résonne violemment dans la tête du patient. Et après l'intervention, ce souvenir traumatisant peut occulter tous les efforts du praticien pour diminuer les souffrances peropératoires.

Le bistouri ultrasonore offre une alternative au ciseau frappé. En effet, la réalisation de la tranchée de délimitation du greffon au bistouri ultrasonore permet d'obtenir une incision peu délabrante, car beaucoup plus fine que celle obtenue à la fraise à os. Cette tranchée est également beaucoup plus profonde que celle obtenue avec un disque, par exemple, car les inserts permettent de travailler jusqu'à 10 ou 12 mm de profondeur. De plus, la transmission des vibrations ultrasonores à travers le

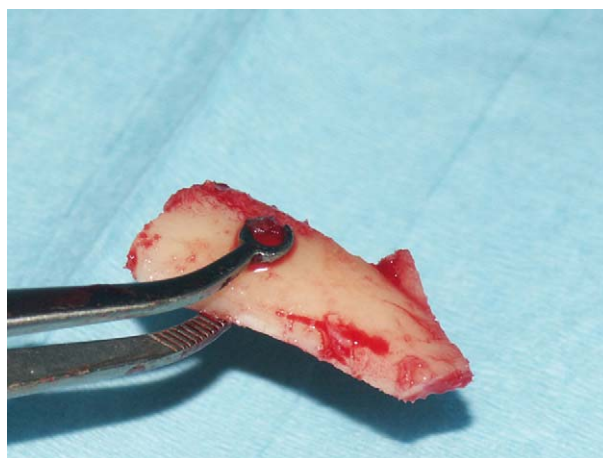
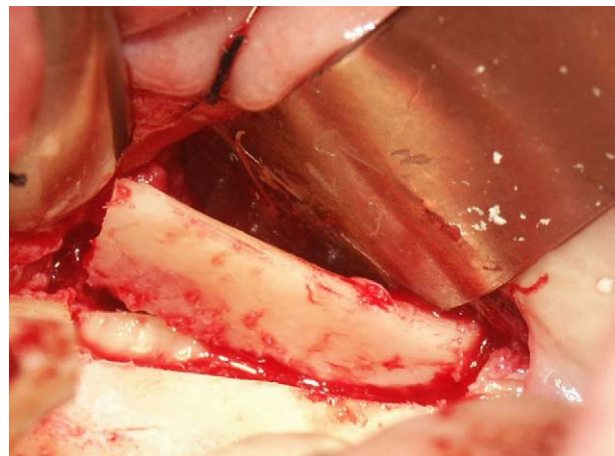
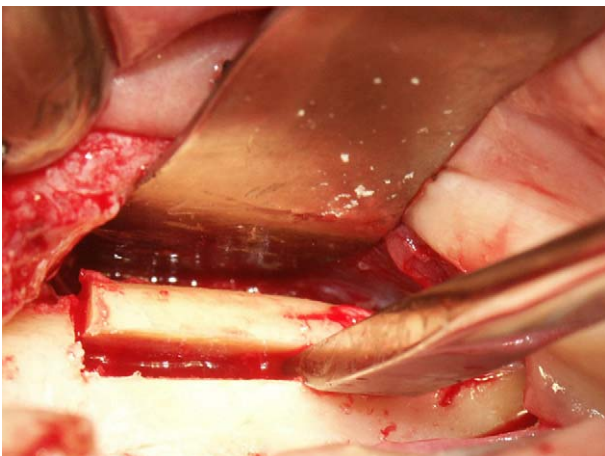
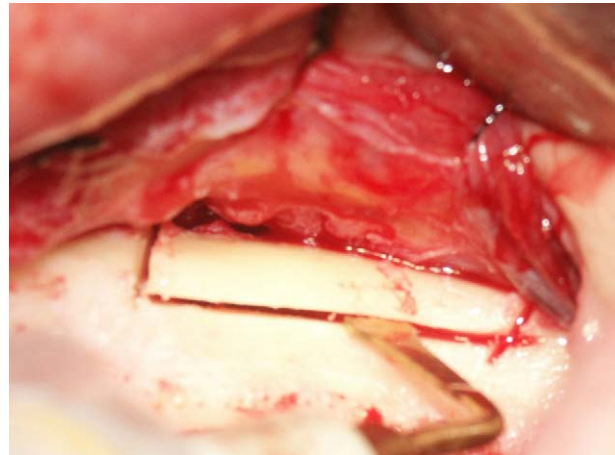
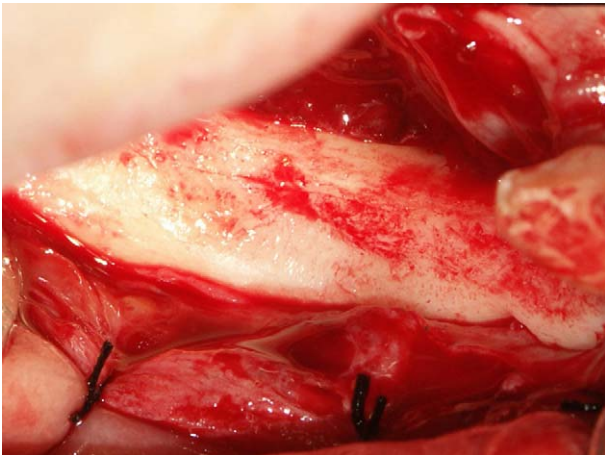


Photos 3-6 Prélèvement symphysaire à l'aide du bistouri ultrasonore. Le tracé du greffon est réalisé à l'aide d'un insert fin et diamanté (photo 3), ce qui permet de réaliser le clivage entre le plateau cortical à prélever et la masse mandibulaire aisément, avec un usage limité du ciseau frappé (photo 4). Le greffon ainsi récolté aura d'autant plus de chances de demeurer intact ; de plus, il devient plus facile de contrôler son épaisseur (photos 5 et 6).

greffon induit peu à peu une fracture de l'interface solide entre le plateau corticalisé et les tissus médullaires sous-jacents : ce clivage des deux structures de densité différente permettra de récupérer le fragment osseux aisément, parfois sans même avoir à utiliser une instrumentation frappée. Et même si quelques coups de ciseau à os sont nécessaires pour

finir la séparation du greffon, ils demeurent d'un impact très modéré (Photos 3-6).

Si l'utilisation du bistouri ultrasonore apporte au praticien une sécurité quant au bien-être du patient, il lui permet également de sécuriser le pronostic de son intervention. En effet, en diminuant



Photos 7-11 Prélèvement rétomolaire à l'aide du bistouri ultrasonore. Sur un rebord mandibulaire dénudé (photo 7), le tracé du greffon est réalisé à l'aide d'un insert fin de type scie à os (photo 8). Les vibrations ultrasonores facilitent le clivage du greffon, qui ne nécessite plus qu'un usage restreint du ciseau frappé (photo 9). Afin de contrôler l'épaisseur du prélèvement, il est important de ne pas oublier de tracer les limites du greffon sur la face latérale du corps mandibulaire : on obtiendra alors un fragment osseux aux dimensions parfaitement calculées (photos 10 et 11).

le nombre et l'intensité des coups de ciseau frappés nécessaires au clivage du plateau cortical, on en réduit d'autant le risque de fracture. Or, pour réaliser des greffes de qualité, il est important de récupérer des greffons de forme et de dimension parfaitement calculée pour réaliser un travail précis et minutieux : c'est l'une des clés du succès fonctionnel et esthétique de ces greffes. L'intégrité du greffon en est donc un élément crucial.

Bistouri ultrasonore et prélèvements rétromolaires

Située sur le corps mandibulaire dans le prolongement de la branche montante, la zone de prélèvement rétromolaire offre une très belle alternative au prélèvement symphysaire. Si cette zone demeure plus difficile d'accès que le menton, elle a l'avantage de permettre la collecte de fragments plus longs et plus épais qu'au niveau symphysaire. De plus, située en plein dans le *haut-bannage* de la mandibule, le site donneur aura tôt fait de se reconstituer sous l'effet des stimuli mécaniques qui s'y appliquent.

La problématique du prélèvement rétromolaire est très proche de celle du prélèvement symphysaire : réaliser des tranchées les plus fines possibles et mobiliser le greffon le moins violemment possible afin d'éviter de traumatiser le patient à coup de maillet et de briser le greffon d'un coup de ciseau maladroit.

Comme au niveau mentonnier, il est important de réaliser un tracé de greffon aux dimensions adéquates pour le site receveur. L'épaisseur du greffon sera déterminée par une incision horizontale basse, qui doit être réalisée au disque sur pièce à main ou avec un insert spécifique du bistouri ultrasonore, afin de tracer la limite inférieure du fragment osseux.

Enfin, bien plus qu'au niveau mentonnier, l'utilisation du bistouri ultrasonore est particulièrement sécurisante car elle offre la certitude de ne pas léser les tissus avoisinants par mégarde : dans un site aussi enfoui et difficile à contrôler visuellement qu'un angle rétromolaire, cette sécurité est d'une grande valeur et contribue à l'aisance chirurgicale du praticien (Photos 7-11).

Bistouri ultrasonore et déroutement de nerf alvéolaire inférieur

Le déplacement d'un nerf alvéolaire inférieur est une manœuvre très délicate qui reste réservée à

quelques situations cliniques extrêmes. Sa principale difficulté demeure le dégagement initial du nerf : il faut le décortiquer, sans le léser, sur toute sa longueur jusqu'au foramen mentonnier. Ce dernier doit être éliminé à son tour afin d'éviter tout risque de constriction du pédicule nerveux au cours du déplacement du nerf.

L'utilisation du bistouri ultrasonore est très intéressante au cours de cette intervention car elle permet de coupler le tracé de la tranchée osseuse avec la manœuvre de séparation du bloc osseux de la voie d'accès et de dégagement du nerf. Ainsi, les vibrations ultrasonores permettront un clivage aisé du plateau cortical avec les structures molles qui circulent en deçà : il s'agit là de la seule vraie difficulté du geste de latéralisation de nerf alvéolaire inférieur, et elle se trouve levée d'office grâce au bistouri ultrasonore.

Ensuite, comme pour les prélèvements rétromolaires, le dégagement du nerf alvéolaire inférieur implique le passage minutieux d'instruments le long d'une paroi osseuse difficile d'accès. Le bistouri ultrasonore présente le gros avantage de n'avoir de pouvoir de coupe qu'à l'extrémité de sa portion travaillante, ce qui permet de l'utiliser dans les secteurs les plus reculés sans craindre pour l'intégrité des tissus avoisinants (joues, langue...).

Enfin, le risque de lésion fortuite du nerf au cours de l'incision osseuse se trouve réduit par le faible pouvoir de coupe des inserts du bistouri ultrasonore. Et les oscillations microabrasives de ces inserts donneront à la main du chirurgien une information bien plus précise sur la dureté du tissu traversé qu'une turbine ou une pièce à main, ce qui réduira d'autant les erreurs d'appréciation de la profondeur de coupe.

Toutes ces sécurités contribuent à démystifier cette chirurgie de déplacement du nerf alvéolaire inférieur. Si la manœuvre demeure délicate, elle n'en devient pas moins simplifiée et grandement sécurisée par cette instrumentation, principalement grâce à ses propriétés de clivage des interfaces solides (Photos 12-14).

Discussion

Le principal inconvénient de l'utilisation du bistouri ultrasonore en chirurgie de prélèvement osseux est sa relative inefficacité et fragilité face à des os très denses. Or, la majeure partie de nos prélèvements proviennent de secteurs très corticalisés : os mentonnier, os rétromolaire, os pariétal. Ce qui signifie

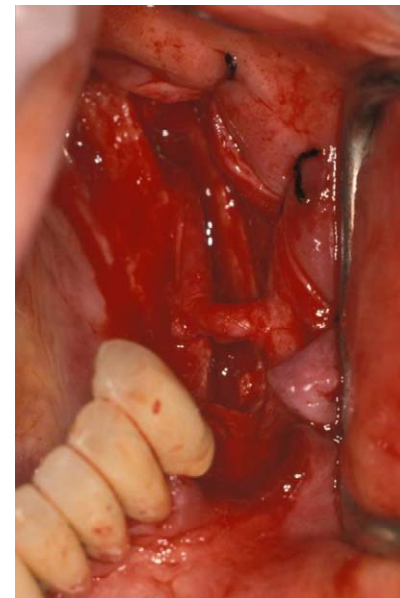
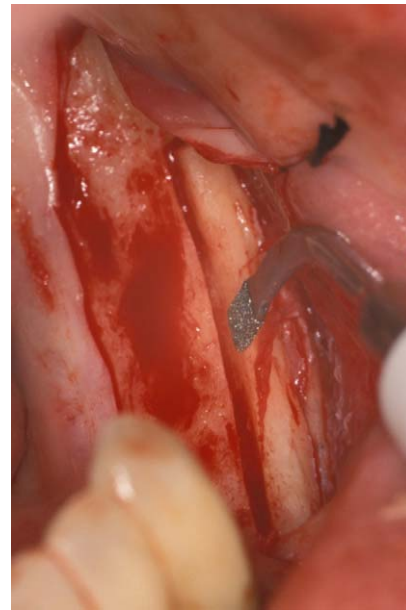


Photo 12 Radiographie panoramique préimplantaire. La pose d'implants dans le secteur postérieur gauche implique la latéralisation du nerf alvéolaire inférieur.

qu'en théorie, la principale indication du bistouri ultrasonore est à peu de chose près sa principale contre-indication.

Cliniquement, cependant, on s'accommodera aisément de ce manque d'efficacité face aux os plus durs : en progressant plus lentement, sans forcer, les os les plus corticalisés finissent toujours par céder. On constatera cependant une usure accélérée des inserts et un taux de fracture des parties travaillantes plus élevés que pour des os moins durs. Ces fractures demeurent sans conséquence sur la qualité de la coupe mais nécessitent une gestion attentive des stocks d'inserts de rechange.

Malgré cette inadéquation, le bistouri ultrasonore demeure sans conteste le meilleur instrument actuellement disponible pour réaliser les prélèvements osseux, même les plus corticalisés. En effet, les vibrations ultrasonores favorisent le clivage des interfaces solides et rendent aisée la séparation du greffon de son site de prélèvement. La récolte du plateau osseux se fera même souvent sans l'aide de ciseau à os et de marteau, dont les violents impacts risqueraient de briser les greffons en fragments difficilement utilisables par la suite. De plus, sur des sites profondément enfouis, l'utilisation du bistouri ultrasonore est extrêmement sécurisante car elle donne la certitude de ne pas léser de tissus, mous ou durs, de manière fortuite. Le coût de quelques inserts fracturés se trouve donc largement récompensé par une aisance et une sécurité chirurgicale tant pour le praticien que pour le patient. Et c'est là d'ailleurs un élément déterminant qui ne souffre aucune discussion de spécialiste : les coups de ciseau à os et de marteau sont toujours les principaux souvenirs douloureux postopératoires. Et rien que pour cela, l'utilisation du protocole de



Photos 13,14 Dégagement et latéralisation préimplantaires d'un nerf alvéolaire inférieur à l'aide du bistouri ultrasonore. Le tracé du plateau osseux d'accès est réalisé à l'aide d'un insert diamanté (photo 13), en ne négligeant pas l'élimination du foramen mentonnier afin de libérer le nerf sur toute sa longueur : il s'agit là d'un préalable absolu à la réussite sans séquelle d'une telle intervention (photo 14).

prélèvement osseux avec bistouri ultrasonore devrait être systématique.

Conclusion

Le bistouri ultrasonore fait partie de ces quelques outils qui transforment les manœuvres les plus délicates en gestes aisés et parfaitement maîtrisés. Si de nombreuses applications s'offrent à lui, il en

est quelques-unes où il excelle. Car comme pour tout outil, il est important d'en définir les avantages et les inconvénients, de lui définir un champ d'application raisonné et raisonnable afin de profiter pleinement de ses atouts sans se heurter à ses limites.

Références

- [1] Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21(6):561-7.
- [2] Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20(4):358-65.
- [3] Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. Ultrasonic ostectomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(5):697-700.
- [4] Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(6):759-61.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques

4^e partie : analyses histologiques

Platelet concentrates: technologies, associated biology, clinical applications, histological analysis

4th part: histological analysis

J. Choukroun ^a, A. Simonpieri ^b, M.-O. Girard ^c, C. Schoeffler ^{b, d}, S. Dohan ^e, D. Dohan ^{e, f, *}

^a Centre antidouleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^b 65, cours Pierre-Puget, 13006 Marseille, France

^c 3 ter, place de l'Hôtel-de-Ville, 01100 Bellignat, France

^d 51, rue des Bains, 01220 Divonne-les-Bains, France

^e Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^f Laboratoire de radiologie imagerie biophysique, faculté de chirurgie dentaire, université Paris-V, 1, rue Maurice-Arnoux, , 92120 Montrouge, France

Disponible sur internet le 05 octobre 2004

MOTS CLÉS

Comblement de sinus ;
Concentré plaquettaire ;
FDBA (freeze-dried bone
allograft) ;
Greffe osseuse ;
PRF (Platelet-Rich Fibrin)

Résumé L'utilisation des gels plaquettaires en tant qu'adjuvants chirurgicaux est encore très récente, et elle souffre du manque d'investigations sérieuses quant à leurs propriétés biologiques. Ce constat met en évidence la nécessité de protocoles d'analyse rationalisés, reproductibles et fiables des résultats obtenus par adjonction de ces préparations. Face à l'absence totale de travaux sur le PRF (Platelet-Rich Fibrin), dont l'action sur le guidage du remodelage osseux est en théorie plus importante que celle d'une simple colle biologique à base de fibrine (cPRP : concentrated Platelet-Rich Plasma), nous avons entrepris une étude histologique de prélèvements osseux issus d'une série de neuf comblements de sinus réalisés avec de l'os allogénique Phoenix de TBF®, avec ou sans PRF. Après quatre mois de maturation, le tissu osseux greffé avec PRF a fini par acquérir une architecture quasiment superposable à celle obtenue à huit mois sans PRF. De plus, les quantités d'os néoformé sont équivalentes entre les deux protocoles. Ces résultats nous permettent d'envisager la diminution du temps de maturation des greffons avant implantation et la réalisation de greffes à l'aide de prélèvements osseux moins importants grâce à l'ajout de PRF.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : joseph.choukroun@free.fr (J. Choukroun), drdohand@hotmail.com (D. Dohan).

KEYWORDS

Bone graft;
 FDBA (freeze-dried bone
 allograft);
 Platelet Concentrate;
 PRF (Platelet-Rich
 Fibrin), sinus lift

Abstract The use of platelet gel as surgical additive is still recent and suffers from the lack of serious investigations as for their biological properties. It highlights the need for rationalized, reproducible and reliable protocols of analysis of the results obtained by addition of these preparations. Because of the total absence of work on the PRF (Platelet-Rich Fibrin), whose action on the osseous remodelling is in theory more significant than that of a simple biological adhesive containing fibrin (cPRP: concentrated Platelet-Rich Plasma), we undertook a histological study of bone biopsies obtained from a series of 9 sinus lifts carried out with freeze-dried bone allograft Phœnix from TBF®, with or without PRF. After four months of maturation, the bone tissue grafted with PRF has acquired an almost superposable architecture with that obtained after 8 months without PRF. Moreover, the quantities of newly formed bone are equivalent between the two protocols. These first results enable us to consider the reduction of the graft maturation time before implantation and grafting with smaller bone harvesting thanks to the addition of PRF.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Les applications cliniques potentielles des concentrés plaquettaires sont sujettes à bien des polémiques. Si leurs effets immédiats en terme d'accélération de la cicatrisation des tissus conjonctifs ne font plus aucun doute, tant par l'action inévitable du pansement de fibrine que par les effets plus controversés des cytokines plaquettaires, leur capacité à induire des cicatrisations complexes et des remodelages à plus long terme demeure à démontrer. Nous avons donc entrepris une étude histologique à partir de prélèvements osseux issus de sites greffés afin d'étudier les implications et effets du PRF (Platelet-Rich Fibrin). L'objectif de cette étude est de déterminer le pourcentage d'os néoformé sous l'action du PRF au sein d'un greffon en cours de maturation.

Introduction

Le choix de la situation clinique à évaluer

Le comblement de sinus maxillaire (ou apposition endosinusienne sous-muqueuse) a été choisi pour de nombreuses raisons.

Tout d'abord parce qu'il permet l'évaluation de l'action du concentré plaquettaire sur la cicatrisation et le remodelage osseux, c'est-à-dire un processus de réparation complexe à long terme, nécessitant de nombreux signaux pour obtenir un tissu cohérent.

Ensuite, parce que le prélèvement de fragments osseux ne pose aucun problème éthique ou technique : en effet, les interventions de comblement visent toujours la pose d'implants, et le deuxième temps chirurgical fait partie intégrante du plan de traitement. Ainsi, il suffira simplement de récolter un fragment osseux cylindrique à l'aide d'un trépan de 3 mm de diamètre, avant d'entamer le passage des derniers forets et la pose de l'implant.

Enfin, parce qu'il représente un site idéal, dans une loge protégée de toutes les contraintes extérieures, qu'elles soient mécaniques ou biochimiques, ce qui limite déjà grandement l'importance des biais.

Bien entendu, les variations interindividuelles sont telles, qu'il s'agisse d'inflammation ou de cicatrisation, qu'il faut se prémunir de toutes interprétations hâtives de résultats quantitatifs. C'est d'ailleurs pour cette raison que la méthode d'analyse osseuse choisie fut purement histologique, c'est-à-dire à visée qualitative, même si des extrapolations quantitatives fondées sur la statistique demeurent toujours possibles.

À noter que pour notre étude, il fallut utiliser le PRF et non le cPRP (*concentrated Platelet-Rich Plasma*), pourtant bien plus documenté, car la loi française interdit la réimplantation de ce qu'elle considère comme un produit dérivé du sang. Les manipulations nécessaires à la production de cPRP (i.e. prélèvements sous anticoagulant, puis ajouts de thrombine bovine et de chlorure de calcium) sont strictement interdites en dehors des banques de sang et instituts de transfusion sanguine.

De plus, l'utilisation de colles de fibrine étant déjà largement documentée, en particulier sur site osseux [1-5], leur application au cours d'une chirurgie de comblement de sinus ne pose aucun problème éthique, le PRF étant avant tout un caillot de fibrine.

Le choix du matériau de comblement

Afin de pouvoir réaliser des prélèvements de greffon osseux de taille suffisante, il ne fallait inclure dans l'étude que des sinus nécessitant des greffes très importantes : en effet, dans ces situations anatomiques, les résorptions terminales des crêtes alvéolaires ne laissent qu'une faible épaisseur d'os cortical entre la cavité orale et le sinus, de sorte

que la majeure partie du prélèvement, lors de la pose des implants, est issue du greffon.

De tels sinus ne peuvent être greffés qu'à l'aide d'os autogène iliaque ou pariétal, xénogène (Bio-Oss[®], d'origine bovine) ou allogène (os de banque humain, de type Phœnix TBF[®]). L'objectif de cette étude est d'évaluer la quantité d'os néo-formé sous l'action du PRF au sein d'un greffon sinusien. Pour cette raison, les greffons autogènes sont à proscrire car, avec eux, il est impossible de faire la différence entre l'os néo-formé et l'os greffé. Quant au Bio-Oss[®], il demeure toujours un doute quant aux interférences potentielles d'un collagène bovin au sein d'une cicatrisation osseuse humaine.

L'os humain de banque Phœnix TBF[®] a donc été choisi délibérément pour étudier avec un minimum de biais l'importance de la néo-formation d'os induite par le PRF au cours du remodelage osseux. L'os TBF[®] présente également l'avantage d'être disponible sous plusieurs formes utilisables cliniquement, en poudre, en plateaux corticaux ou en masse osseuse complète (tête de fémur humaine), ce qui rend d'autant plus aisée son utilisation au cours de nos chirurgies.

Matériels et méthodes

Les temps chirurgicaux

L'étude fut menée sur une série de 9 complements de sinus réalisés entre janvier 2001 et juin 2003, à l'aide d'une allogreffe Phœnix de TBF[®]. Le choix du matériau fut pris d'un commun accord avec les patients, après information préalable et consentement éclairé conformément à la loi d'Helsinki.

Pour chacun de ces cas, les membranes furent réclinées sans déchirure et le prélèvement osseux placé sur site après avoir été fragmenté.

L'association avec du PRF a été effectuée dans 6 de ces cas, avec un mode de préparation à 2500 tours/min durant 12 minutes. Les caillots de PRF récupérés peuvent alors être utilisés de deux façons :

- certains sont placés dans une cupule stérile et découpés en fragments de quelques mm³ afin de pouvoir les mélanger aux prélèvements osseux et constituer ainsi une masse de matériau de greffe homogène ;
- d'autres sont placés sur des compresses stériles et comprimés afin d'obtenir des membranes de fibrine très résistantes que l'on pourra plaquer au fond du sinus (contre la membrane sinusienne afin de prévenir toute déchirure), par dessus le matériau de complément avant fermeture du site, et enfin juste sous le trait

d'incision pour accélérer la cicatrisation muquogingivale.

Après cette première intervention, le site est laissé quatre mois avant d'entamer la pose des implants et la récupération de colonnes osseuses à analyser. À noter qu'à ce stade, un premier foret élimine les strates osseuses de surface (correspondant à l'os corticoalvéolaire normal du site) afin de pénétrer dans le site d'apposition et de ne prélever que de l'os de greffe. Un simple trépan de 3 mm de diamètre est alors utilisé pour récolter l'os à analyser, puis un foret de plus gros diamètre finira la préparation du site pour la pose de d'implant.

Pour les trois patients sans PRF, la pose des implants et la collecte des prélèvements ne furent réalisées qu'au bout de huit mois, en raison d'un aspect radiologique défavorable : dans de telles situations, la pose d'implants à quatre mois semblait prématurée, ce qui est communément admis, d'expérience de clinicien, au sein de ce type de greffe. À huit mois, cependant, le protocole a pu être repris comme pour la série avec PRF.

Les temps de maturation de greffe et le nombre de fragments collectés pour analyse sont résumés dans le tableau ci-dessous (Fig. 1).

Protocole histologique et morphométrique

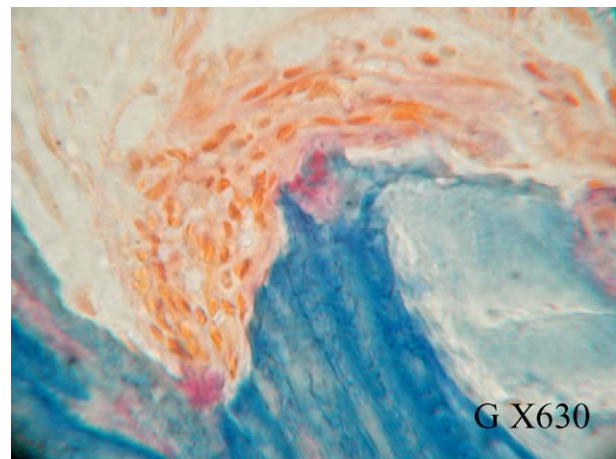
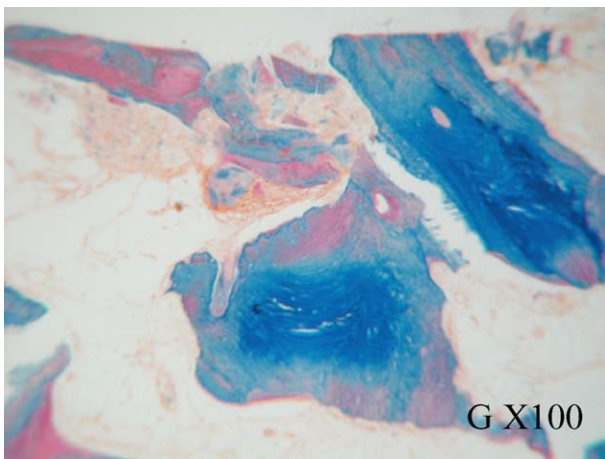
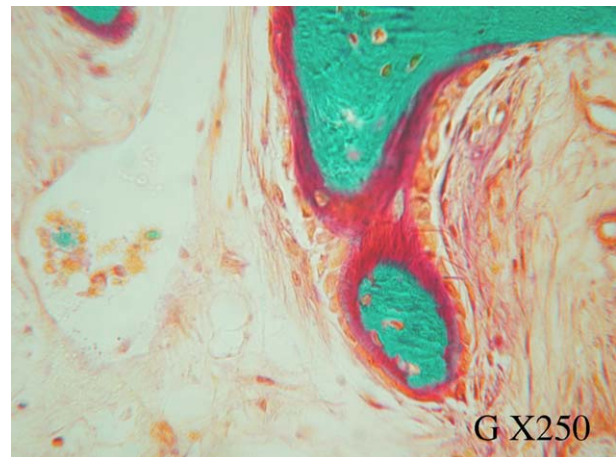
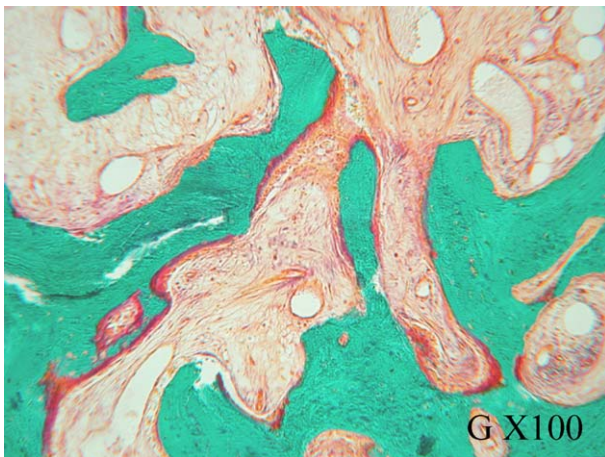
Les fragments osseux sont collectés et traités afin d'en réaliser une histologie selon deux protocoles différents : bleu de toluidine/PAS et trichrome de Masson. Après coloration, les lames sont montées et prêtes pour analyse manuelle et informatisée. À partir des images numériques de ces coupes histologiques, les différentes composantes (travées osseuses minéralisées, bordures ostéoides et espaces médullaires) sont séparées et mesurées (en nombre de pixels) à l'aide d'un logiciel d'analyse d'images.

En trichrome de Masson, les travées minéralisées sont isolées en vert, les bordures ostéoides en rouge et les espaces médullaires en rose (Photos 1,2). En bleu de toluidine/PAS, les travées minéralisées sont isolées en bleu, les bordures ostéoides en rouge et les espaces médullaires en rose-orangé (Photos 3,4).

Les mesures de chaque composante sont ensuite exprimées en % de la surface totale de chaque biopsie (Figs. 2,3).

| Type d'os | Temps de maturation | Nombre de cas cliniques |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Greffe avec PRF | 4 mois | 6 |
| Greffe sans PRF | 4 mois | Prélèvement impossible |
| Greffe sans PRF | 8 mois | 3 |

Figure 1 Récapitulatif des fragments osseux collectés pour analyse.



Photos 1-4 Les analyses préliminaires permettent de mettre en évidence des travées osseuses riches en ostéocytes qui apparaissent en vert (Photos 1 et 2) ou en bleu (Photos 3 et 4) selon la coloration utilisée, avec des bordures ostéoides importantes en rouge (Photos 2 et 4) en rapport avec des fronts cellulaires denses d'ostéoblastes. La richesse en tissu ostéoides témoigne d'un remaniement important, qu'il s'agisse de greffons avec PRF à quatre mois ou sans PRF à 8 mois.

Il n'existe pas de protocole histologique permettant de déterminer avec précision les quantités d'os néoformé par rapport au volume d'os greffé, en particulier lorsqu'il s'agit d'un greffon osseux allogénique : en effet, la structure collégénique d'un fragment d'os humain Phœnix TBF® est nécessairement très proche de celle de l'os néoformé au sein du site receveur. L'évaluation des quantités d'os néoformé ne peut donc être réalisée que sur

une observation minutieuse de la vitalité osseuse : lorsque les loges ostréocytaires sont remplies par un corps cellulaire bien distinct, il s'agit d'un os vivant néoformé ; en revanche, si ces loges sont vides, il s'agit d'un os inerte greffé. Il devient ainsi possible d'évaluer le ratio entre os néoformé et os greffé, mais cette évaluation est fondée sur des critères qualitatifs soumis au jugement de l'opérateur. C'est pour cette raison que ces travaux histo-

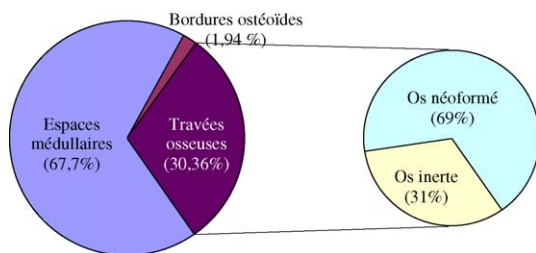


Figure 2 Composition moyenne d'un prélèvement de greffon osseux à quatre mois avec PRF.

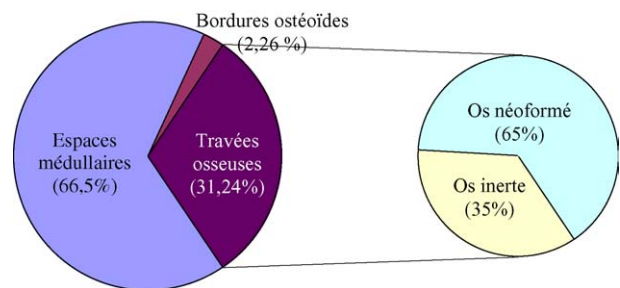


Figure 3 Composition moyenne d'un prélèvement de greffon osseux à huit mois sans PRF.

morphométriques ont été réalisés par trois laboratoires différents, afin de neutraliser au mieux ce biais technique.

Résultats

Les analyses préliminaires permettent de mettre en évidence des travées osseuses riches en ostéocytes, avec des bordures ostéoïdes importantes (Photos 1-4), en rapport avec des fronts cellulaires denses d'ostéoblastes. Dans certains secteurs cependant, on observe des travées moins massives, plus espacées et parfois entourées de tissu adipeux. Il s'agit toujours des parties les plus apicales des prélèvements, ce qui peut s'expliquer par l'impossibilité chirurgicale d'un tassement parfaitement homogène du greffon dans l'ensemble de la cavité sinusienne. Cependant, si ces secteurs osseux sont moins denses, ils n'en présentent pas moins une forte activité de remaniement matriciel.

Les ratios os vivant-os inerte au sein des travées osseuses permettent d'évaluer l'importance de ce remaniement : on observe environ 1/3 d'os inerte greffé pour 2/3 d'os vivant néoformé (Figs. 1,2). Étant donné l'absence de techniques histologiques standardisées et parfaitement reproductibles dans ce type de quantifications morphométriques, il s'agit de résultats nécessairement approximatifs, mais ils permettent d'avoir une première évaluation de la qualité des trabéculations osseuses présentes au sein du greffon (Photos 2,4).

La caractéristique essentielle de ces biopsies réside donc dans la richesse en tissu ostéoïde qui témoigne d'un remaniement important, un remaniement qui concerne l'ensemble du prélèvement, indépendamment des densités osseuses qui peuvent varier notablement d'un site à l'autre. Et surtout, tous les résultats sont sensiblement équivalents au sein des différents prélèvements analysés, qu'il s'agisse de greffons avec PRF à quatre mois ou sans PRF à huit mois (Figs. 1,2).

Discussion

Cette étude pose la question du délai opportun à respecter avant de réintervenir sur le site greffé à l'aide d'une combinaison entre l'os allogénique Phoenix TBF® et le PRF. En effet, les analyses histomorphométriques réalisées confirment une architecture osseuse comparable, voire superposable, entre les greffons avec PRF à quatre mois et sans PRF à huit mois. L'adjonction de PRF semble donc permettre de raccourcir le temps de maturation d'une greffe puisque l'on obtient un site im-

plantable en quatre mois avec PRF, au lieu des huit à 12 mois classiquement établis avec ce genre de greffons FDBA (*freeze-dried bone allograft*) sans PRF.

Ces analyses mettent de surcroît en évidence un autre avantage à l'utilisation du PRF : l'adjonction de PRF au matériau de comblement osseux permet d'augmenter le volume du greffon, sans nuire à la qualité de sa maturation. Ce qui implique qu'il serait peut-être possible de limiter le volume de certains prélèvements osseux en les complétant avec du PRF au cours des chirurgies de greffe.

D'un point de vue fondamental, il demeure difficile de savoir si l'ajout d'un caillot de fibrine permet réellement l'accélération des dépôts de matrice osseuse. Cependant, une telle matrice de fibrine semble totalement en mesure de faciliter l'organisation de ce tissu en remodelage : on reconnaît là le pouvoir structurant de la fibrine sur la croissance et l'épanouissement tissulaire [6,7]. C'est cette trame de fibrine qui va véritablement guider la cicatrisation en lui donnant des grands axes de développement. Si les cytokines plaquettaires peuvent avoir un rôle à jouer aux cours de ces process, il ne semble être que secondaire.

En effet, le nombre statistique de cellules présentes dans les loges de remodelage est élevé et du même ordre quel que soit le protocole de greffes, ce qui laisse à penser que les cytokines plaquettaires ajoutées par le PRF n'ont qu'un effet très limité sur la prolifération cellulaire à long terme. Dans ce domaine, ce sont les données tissulaires qui prévalent et régulent le nombre de ces cellules.

Conclusion

Les similitudes histologiques observées entre les deux protocoles (avec PRF à 4 mois-sans PRF à 8 mois) nous permettent d'envisager des greffes à l'aide de prélèvements osseux moins importants et des délais de maturation osseuse préimplantaire réduits. En effet, souvent confrontés à de faibles quantités osseuses prélevables (au niveau mentionné, par exemple), nous pourrions, grâce à l'ajout de PRF, augmenter le volume du greffon sans nuire à la qualité future de l'os obtenu. L'adjonction de PRF semble donc tout-à-fait indiquée dans le cadre des greffes endosinusiennes, à condition d'en connaître les avantages et les limites : il agit à la manière d'un pansement de fibrine, i.e. comme un biomatériau de cicatrisation, et non comme un remède miracle à toutes les erreurs diagnostiques et chirurgicales.

Remerciements

Les auteurs remercient la société Process® (49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France) pour son aide technique au cours de cette étude.

Références

- [1] Tayapongsak P, O'Brien DA, Monteiro CB, Arceo-Diaz LY. Autologous fibrin adhesive in mandibular reconstruction with particulate cancellous bone and marrow. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52(2):161-5 (discussion 166).
- [2] Matras H. Fibrin sealant in maxillofacial surgery. Development and indications. A review of the past 12 years. *Facial Plast Surg* 1985;2(4):297-313.
- [3] Vinazzer H. Fibrin sealing: physiologic and biochemical background. *Facial Plast Surg* 1985;2(4):291-5.
- [4] Matras H. Fibrin seal: the state of the art. *J Oral Maxillofac Surg* 1985;43(8):605-11.
- [5] Gibble JW, Ness PM. Fibrin glue: the perfect operative sealant? *Transfusion* 1990;30(8):741-7.
- [6] Clark RA. Fibrin and wound healing. *Ann N Y Acad Sci* 2001;936:355-67.
- [7] Van Hinsbergh VW, Collen A, Koolwijk P. Role of fibrin matrix in angiogenesis. *Ann N Y Acad Sci* 2001;936:426-37.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

NOTE TECHNIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Une aspiration nasale efficace pour soulever les membranes sinusiennes

An effective nasal aspiration to lift sinus membranes

J.-M. Donsimoni ^a, D. Gabrieleff ^{a,b}, S. Dohan ^b, D. Dohan ^{b,*}

^a Clinique Milan, 17, rue de Milan, 75009 Paris, France

^b Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

Disponible sur internet le 05 octobre 2004

MOTS CLÉS

Aspiration nasale ;
Sinus-lift ;
Membrane sinusienne ;
Implant à plateaux
d'assise

KEYWORDS

Nasal aspiration;
Set sat back implant;
Sinus-lift;
Sinus membrane

Résumé Le décollement de la membrane sinusienne est une étape délicate de nombreuses chirurgies implantaire et préimplantaires maxillaires. Afin de faciliter cette manœuvre chirurgicale, l'aspiration nasale est une technique facile à mettre en œuvre, efficace et sans risque. Sur un patient sous anesthésie générale, on crée une dépression intranasale et sinusienne à l'aide d'une canule raccordée à une aspiration chirurgicale. Cette dépression facilite le décollement de la membrane sinusienne et permet son maintien en position haute, loin des dangers du champ opératoire. Ainsi, malgré ses limites, cette technique peut être d'une grande aide au cours des chirurgies sinusiennes les plus minutieuses.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract The sinus membrane separation is a delicate step of many maxillary implant and preimplant surgeries. In order to facilitate this surgical procedure, the nasal aspiration is an easy, effective and without risk technique. On a patient under general anaesthesia, it creates an intranasal and intrasinus depression using a cannula connected to a surgical aspiration. This depression facilitates the separation of the sinus membrane and maintains it in high position, far from the dangers of the operative field. Thus, despite its limits, this technique can be a great help during most meticulous sinus surgeries.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Le décollement de la muqueuse sinusienne (ou membrane de Schneider) demeure le geste le plus délicat des chirurgies de comblement des sinus maxillaires. En effet, celles-ci nécessitent un contrôle attentif du site receveur du greffon et tout déchirement de la membrane peut être sanctionné

par un échec de la greffe et des suites post-opératoires plus ou moins invalidantes.

Si de nombreux instruments ont été dessinés afin de rendre cette phase chirurgicale plus aisée, elle n'en demeure pas moins extrêmement aléatoire, tant en raison de la finesse du tissu à soulever que des variations anatomiques endosinusiennes que l'examen tomодensitométrique ne révèle que partiellement (cloisons intermédiaires, par exemple).

L'aspiration nasale a pour objectif non pas de décoller les muqueuses nasales et sinusiennes, mais

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : drdohand@hotmail.com (D. Dohan).

d'aider à leur décollement lorsque le chirurgien glissera ses instruments pour créer son plan de clivage. Elle fonctionne sur le principe d'une dépression intra-antrale générée par aspiration en milieu clos : les cavités nasales et sinusiennes doivent donc être correctement obturées (nez et pharynx fermés) chez un patient sous respiration artificielle (anesthésie générale). Et si ses applications de référence sont les chirurgies implantaires à plateaux d'assise (lors du placement des implants en endosinusal) ou préimplantaires axiales (greffes osseuses), sa facilité de mise en oeuvre en fait un outil utile en toute chirurgie des cavités maxillaires.

Matériel et méthode

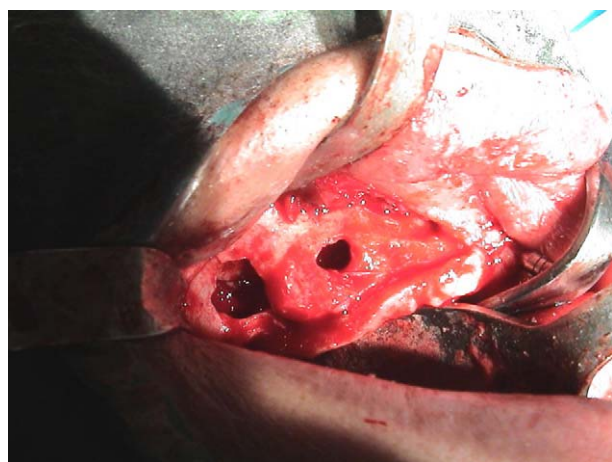
Le patient est tout d'abord intubé de manière conventionnelle par voie nasale, conformément aux nécessités des chirurgies orales ou maxillo-mandibulaires. Puis, une canule d'aspiration (de type pompe à salive de chirurgie dentaire), dont la lumière avoisine les 4 mm de diamètre (Photo 1), est

placée dans une narine, préférentiellement du côté de la membrane sinusal à soulever (Photo 2).

Cette canule est alors branchée sur une aspiration chirurgicale autonome que l'on ne mettra en marche qu'au moment où le chirurgien commencera à travailler sur le site périsinusal : c'est en particulier le cas lorsque l'on a des implants à placer dans certains secteurs éloignés du champ opératoire sinusal.

Le nez du patient, avec ses deux canules émergentes (intubation nasale de respiration artificielle et aspiration nasale), est alors emballé à l'aide plusieurs épaisseurs de ruban adhésif chirurgical étanche de manière à obtenir un véritable blocage des voies nasales (Photo 3).

Le packing est placé au fond de la gorge, juste avant la décontamination usuelle de la cavité orale à l'antiseptique iodé (type bétadine) qui précède toute chirurgie aseptique des sinus. L'imprégnation des compresses du packing par la bétadine jouera le rôle de ciment et fera le joint d'étanchéité en renforçant l'adhérence du packing aux parois du pharynx et en neutralisant la perméabilité naturelle de l'amas de compresses (Fig. 1).



Photos 1-4 L'aspiration nasale se compose d'une pompe à salive classique (Photo 1) que l'on dispose dans la narine du patient, de préférence du côté où aura lieu l'intervention sinusal (Photo 2). Les voies nasales doivent alors être parfaitement obturées à l'aide d'un emballage de ruban adhésif hermétique (Photo 3) et, grâce à la dépression endosinusal générée par cette installation, on obtiendra aisément le décollement de la muqueuse sinusal en cours d'intervention (Photo 4).

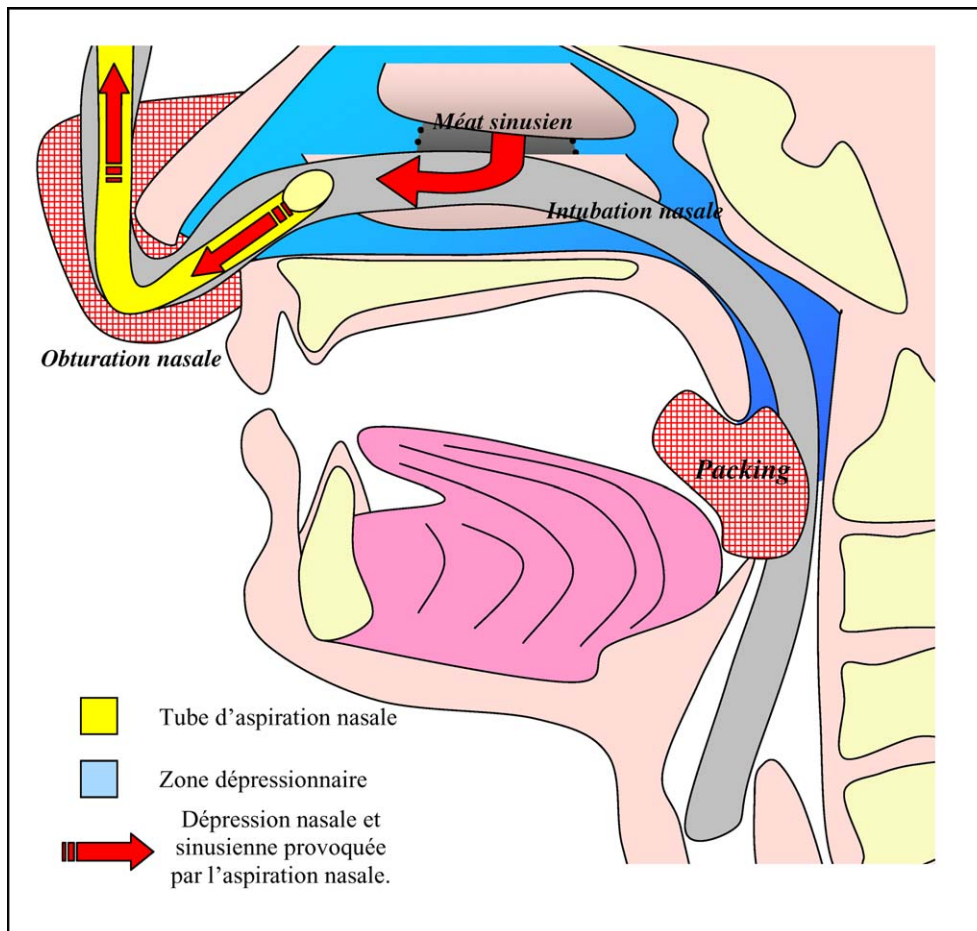


Figure 1 Schématisation de l'effet dépressionnaire de l'aspiration nasale au sein des cavités nasales et sinusiennes sur une coupe sagittale médiane d'une tête humaine.

Enfin, toute communication buccosinusienne ou buconasale doit être obturée à l'aide d'une compresse imbibée de bétadine : ces orifices sont autant de fuites avérées dans notre cavité nasosinusienne et elles rendent impossible la mise en place d'une dépression efficace.

Résultat

Lorsque le chirurgien commence son incision au niveau du site périsinusien, l'aspiration nasale peut être mise en marche.

Une fois la voie d'abord du sinus réalisée, soit par élimination de la paroi osseuse, soit par soulèvement d'un volet osseux, on découvre alors une membrane sinusienne légèrement déformée sous l'effet de la dépression intraantrale. Il faut noter l'absence d'oscillations respiratoires de cette membrane : la cavité nasale est en effet totalement isolée des voies de respiration artificielles de l'individu (intubation nasale) et ne subit normalement plus que la dépression continue induite par l'aspiration nasale.

À l'aide de ses instruments favoris (spatule, décolleur manuel ou ultrasonore), le chirurgien n'a

plus qu'à réaliser minutieusement le décollement des membranes. Dans un premier temps, celui-ci est effectué de manière conventionnelle sur toute la périphérie du volet osseux. Cette étape est délicate, mais rapidement la membrane commence à se cliver sans avoir à exercer la moindre contrainte : ce deuxième temps est très aisé car le glissement de l'instrument suffit alors à défaire la muqueuse de son support osseux.

Il s'agit là d'un simple phénomène d'aspiration : sitôt que le décollement de la membrane a atteint une surface suffisante, les forces exercées sur les bords de la partie libérée commencent à décoller spontanément la muqueuse restante.

En cours d'intervention, cette aspiration continue permet de bloquer la muqueuse à distance du champ opératoire sans qu'il soit nécessaire de la maintenir refoulée manuellement (Photo 4). En Implantologie à plateaux d'assise particulièrement, cette technique apporte une aide déterminante au chirurgien en permettant le maintien haut placé de la muqueuse pendant le temps opératoire, c'est-à-dire au moment du passage des cutters, de l'in-

sersion des implants et de l'obturation à l'aide de PRF et d'hydroxyapatite [1-3].

Discussion

Une technique simple et efficace

Cette technique ne demande aucun matériel sophistiqué : juste une canule d'aspiration dentaire non stérile, une aspiration chirurgicale autonome conventionnelle dont tout bloc chirurgical est équipé en au moins deux exemplaires, quelques compresses et une bonne dose de ruban adhésif imperméable. Elle est sans danger, et ne demande que quelques instants à mettre en place. Mais son aide au moment crucial du décollement des membranes peut être déterminante.

De plus, en cas de blessure nasale ou sinusienne fortuite, le chirurgien sera immédiatement prévenu par l'apparition de sang dans le tube d'aspiration nasale : ce signe permettra de prendre les mesures palliatives nécessaires.

Les limites de la technique

Cette technique permet de faciliter le travail du chirurgien. En aucune façon elle ne le fera pour lui. De plus, elle nécessite l'obturation complète des voies pharyngiennes à l'aide d'un packing, ce qui implique une utilisation exclusivement limitée aux patients sous anesthésie générale.

Elle ne fonctionne qu'à condition que les méats sinusiens soient totalement perméables. Sans cela, l'effet de dépression demeurera localisé au nez. Et il ne faut pas imposer de dépression supérieure à 800 millibars : on atteint alors des seuils qui peuvent entraîner des dommages au sein de l'ensemble du réseau sinusien du massif facial, pouvant théoriquement aller jusqu'au barotraumatisme. Pour cette raison, il est conseillé de régler l'aspiration entre 500 et 800 millibars.

Évidemment, cette technique ne sera d'aucune utilité chez les patients présentant des communications buccosinusiennes et bucconasales : il est

alors impossible de générer une dépression dans les cavités maxillaires en raison des « fuites » que représentent ces communications dans notre dispositif.

Enfin, si cette technique facilite le décollement des muqueuses nasales et sinusiennes, elle ne changera pas leur texture et leur résistance. Les sinus irrités et œdématisés saigneront toujours autant. De plus, de par sa puissance modérée, l'aspiration nasale aura moins d'effet sur le soulevé des muqueuses nasales polypoides et des masses fibreuses au sein des crânes faciaux en délabrement extrême.

Conclusion

L'aspiration nasale est une technique facile à mettre en oeuvre, efficace et sans risque. Elle peut devenir un outil supplémentaire et un atout majeur pour toutes les chirurgies des sinus, qu'il s'agisse de greffes osseuses ou d'implantologie à plateaux d'assise, si tant est que l'on en comprenne les limites. Sa principale limite provient avant tout de la nécessité de la mettre en oeuvre sur des patients sous anesthésie générale : or, à l'heure où les chirurgies de greffes se font encore bien souvent sous anesthésie locale, une grande partie des chirurgiens doivent donc se priver de cette aide sérieuse. Mais pour tous les autres, sa mise en place peut rapidement devenir systématique, au point de faire partie d'installation préopératoire du patient, juste après l'intubation nasale.

Références

- [1] Donsimoni J-M, Dohan D. Set sat back maxillo-facial implants. Part 1 : orthopaedic concepts and technologies. *Implantodontie* 2004;13(1):13-30.
- [2] Donsimoni J-M, Bermot P, Dohan D. Set sat back maxillo-facial implants. Part 2 : maxillo-mandibular rehabilitations. *Implantodontie* 2004;13(1):31-43.
- [3] Gaultier F, Navarro G, Donsimoni J-M, Dohan D. Platelet concentrates. Part 3 : clinical applications. *Implantodontie* 2004;13(1):3-11.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Les nouveaux états de surface implantaires. Intérêts et perspectives¹

Disponible sur internet le 22 septembre 2004

Implantodontie
Implants et dentisterie esthétique

www.elsevier.com/locate/implan

Comparative surface analysis and clinical performance studies - of Branemark implants and related clones

Helsingen L., Lyberg T.
j.o.m.i. 1994, vol.9, n° 4: 422-430.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cet article paru dans le JOMI en 1994 fait suite à travail conduit par des dentistes norvégiens dans le but de :

- comparer les caractéristiques des états de surfaces, les compositions chimiques de trois implants à surface lisse par rapport à l'implant référence Nobelpharma.
- d'apprécier les éventuelles différences (chez un même patient) d'ostéo-intégration de chaque système et en définitive le taux de succès de chacun d'entre eux.

Les quatre types d'implants comparés sont :

- Nobelpharma (B), implant de référence pour l'étude ;
- Swede-Vent (C) de chez Core-vent ;
- 3i (I) ;
- Osseodent (O).

L'état de surface des implants est important puisqu'il représente un des six facteurs influençant la réponse des cellules osseuses vis-à-vis de l'implant [1], donc de leur ostéo-intégration. Cet état de surface est caractérisé par, la composition chimique des oxydes métalliques de la surface implantaire, l'énergie de surface (tension superficielle, mouillabilité de l'implant) et la rugosité, qui influence considérablement les réactions biologiques [2].

Les quatre implants étudiés font partie de la même famille : les implants vissés à surface dite « lisse à l'œil nu. »

Finition d'un implant à surface lisse

Après usinage, l'implant est nettoyé et laissé lisse.

Cet état de surface peut être caractérisé par une unité de mesure obtenue par profilométrie : le Ra (rugosité arithmétique exprimée en micromètre). Ainsi, l'implant référence de notre étude, (B), obtient un Ra d'environ 40 micromètres. Une surface polie miroir a un Ra inférieur à 0,30 µm.

Étude physicochimique des implants

La microscopie à balayage et l'analyse aux rayons x de la dispersion d'énergie (EDAX) sont les deux techniques utilisées pour étudier les différents implants et leur système de connexion prothétique.

L'aspect macroscopique des répliques (I et O) est semblable à (B). Seul (C) comporte un pilier en une seule pièce, mais semblable aux autres.

L'examen au microscope à balayage montre peu de différence et met en évidence des surfaces usinées dont les précisions sont voisines pour les implants (B), (I) et (O). C'est encore (C) qui diffère laissant apparaître de nombreuses porosités et rugosités augmentant la surface développée (fabrication par coulée et non par usinage).

Les analyses par EDAX confirment que tous les implants sont fabriqués à partir de titane pur. On détecte quelques traces de silice sur les filetages de (C) et (I) ainsi que de l'aluminium et du chrome impurs sur :

- les piliers de prothèse et les vis de couverture de (C) ;
- Compte tenu des différences marquées de l'implant (C), celui-ci n'est pas retenu dans l'étude clinique ;

[1] Sous la responsabilité du Professeur Christian Chavrier et du Docteur Michel Perriat, DU de chirurgie et prothèse implantaires, faculté d'odontologie de Lyon, rue Guillaume-Paradin, 69372 Lyon cedex 08, France. Tél. : +33-4-78-77-86-84 ; fax : +33-4-78-77-86-96.

Adresse e-mail : c.chavrier@wanadoo.fr (C. Chavrier).

Étude clinique

Cent vingt-six implants sont placés dans deux groupes : groupe I avec (B) et (O), groupe II avec (B) et (I). Sur l'ensemble,

Dix implants seront perdus pendant la cicatrisation ou lors de la mise en fonction. Tous les patients sont appareillés par des bridges à la « Branemark »

Durée de l'étude : deux ans.

À propos de : résultat de l'étude

Composition chimique : aucune différence qualitative significative n'est détectée parmi les quatre types d'implants.

- Propriétés physiques : seuls les implants (C) diffèrent des autres implants, notamment en ce qui concerne leur état de surface.
- Analyse clinique sur deux ans : aucune différence significative de résorption d'os marginal n'est observée entre les trois implants testés (B), (I) et (O).

CE QUE NOUS EN PENSONS

De l'aveu même des auteurs, on ne peut pas tirer des conclusions significatives d'une telle étude car trop courte dans le temps et effectuée sur un échantillon trop étroit. Néanmoins, les résultats obtenus ont permis de montrer :

- que les copies fonctionnent avec les mêmes taux de succès que l'implant de référence pendant les deux premières années après leur pose. C'est un point intéressant car cela confirme les résultats d'une autre étude menée in vivo chez l'animal [2]. En effet, leur étude sur six mois permet d'obtenir des conclusions identiques avec un autre clone de l'implant Nobel (Euroteknika) bien que ce dernier soit légèrement différent quant à sa composition chimique et sa micro morphologie (rugosité, traitement de surface et filetage) ;
- que l'intérêt clinique de ces clones est avant tout économique ;
- que cette étude montre la voie pour d'autres plus approfondies ;
- qu'il serait intéressant que l'ensemble des manufacturiers des clones d'implant de Bränemark mettent en place, avec l'aide des praticiens utilisateurs, une étude sur le long terme comme l'ont fait les Suédois à partir de 1965.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

L'état de surface d'un biomatériau, et en particulier sa rugosité, est un facteur important conditionnant sa biocompatibilité.

Les deux implants étudiés ont des résultats identiques à l'implant de référence de chez Nobelbiocare quant à leur ostéo-intégration et leur mise en charge, deux ans après leur pose. Aussi, les premiers résultats cliniques montrent que le comportement clinique des implants Swede-Vent (C) est proche de celui des implants de Bränemark standard [4], alors que son traitement de surface est différent : nettoyage acide.

Ces quatre implants, qui apparaissent identiques à l'œil nu, sont pourtant légèrement différents vus microscope à balayage, sans que cela semble altérer leur biocompatibilité.

Bibliographie

- [1] Albrektsson T., Albrektsson B. (1987): Osseo-integration of bone implants. A review of an alternative mode of fixation. Acta. Orthop. Scand. 58: 567-577.
- [2] Ratner BD., Johnson AB., Lenk TJ. (1987): Biomaterials surfaces. J. Biomed. Mater. Res. 21 A1; 59-90.
- [3] Lesourd M., Donath K., Chappard D, Basle M.-F. État de surface et compatibilité in vivo de deux types d'implants en titane. Implant Volume 2. Numéro 1. 1996.
- [4] Patrick, D ; Zosky, J ; Lubar, R ; Buchs, A. The longitudinal clinical efficacy of Core-Vent dental implants. A five-year report. J. Oral. Implantol., 1989, 15: 95-103.

Analysé par Alain Laguilhomie

Removal Torques for polished and Rough Titanium Implants

Carlsson L., Röstlund T., Albrektsson B., Albrektsson T.

The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. Vol 3, n° 1, 1988 : 21-24.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Une étude destinée à comparer la capacité à s'opposer aux forces de dévissage, à l'aide de deux groupes d'implants en titanes en forme de vis, présentant des qualités de surface différentes.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Vingt-huit implants sont posés dans les fémurs de sept lapins :

- 14 implants ont une surface lisse (surface = 10 nm) ;
- 14 implants ont une surface rugueuse (surface = 1000 nm).

Chaque lapin reçoit quatre implants : deux lisses et deux rugueuses, un de chaque dans chaque fémur.

Un appareil appelé l'extracteur de Johnichi est utilisé pour mesurer le couple nécessaire au dévissage des implants (0 à 60 Ncm).

CE QUE NOUS EN PENSONS

Résultats à six semaines

Un lapin sur les sept est sacrifié et les quatre implants sont retirés en bloc pour une analyse histologique.

Les résultats des coupes histologiques montrent 60 % de contacts directs os-implants pour les deux types d'état de surface.

Sur les six autres lapins un lapin est décédé.

Pour les cinq lapins restants :

- le couple de dévissage moyen pour les implants à surface rugueuse est de 26,4 Ncm ;
- le couple de dévissage moyen pour les implants à surface lisse est de 17,2 Ncm.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Le couple nécessaire à l'extraction des implants à surface rugueuse est nettement plus élevé que le couple requis pour extraire des implants à surface lisse.

Analysé par Achille Peivandi et Stephan Duffort

Implant fixation improved by close fit: cylindrical implant-bone interface studied in rabbits.

Carlsson L., Röstlund T., Albrektsson B., Albrektsson T.

Acta. Orthop. Scand. 59(3): 272-275, 1988.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Une étude destinée à vérifier si un contact intime os-implant lors de la pose de l'implant est indispensable pour l'ostéo-intégration.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Dix-huit implants sont posés dans les tibias de neuf lapins.

Un forage de 3,7 mm de diamètre est effectué dans chaque tibia et trois types d'implants sont posés :

- type A : implants de 3,7 mm de diamètre ;
- type B : implants de 3 mm de diamètres ;
- Type C : implants de 2 mm de diamètre.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Sept lapins sont sacrifiés à six semaines et 2 à 12 semaines.

Les implants sont retirés en bloc pour une étude histologique.

À six semaines

- Cinq implants de type A : contact direct os-implant.
- Quatre implants de type B : un implant avec contact direct os-implant et trois implants avec un hiatus os-implant de 0,22 mm en moyenne.
- Cinq implants de type C : pas de contact direct os-implant avec un hiatus de 0,54 mm en moyenne.

À 12 semaines

Quatre implants de types B : deux implants avec contact direct os-implant d'un côté seulement et deux implants avec un hiatus de 0,23 à 0,51 mm.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Un ajustage parfait entre l'implant et le site osseux receveur est un critère indispensable au succès de l'ostéo-intégration

Analysé par Achille Peivendi et Stephan Duffort

Formation osseuse directe sur des implants en titane sables : une étude expérimentale.

Piattelli A., Scarano A., Piattelli M. and Calabrese L. Biomaterials 1996, Vol. 17 n° 10 : 1015-1018

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Il a été démontré dans de nombreuses études que l'état de surface implantaire influence beaucoup la réaction tissulaire autour de l'implant.

Dans cette étude Piattelli et al. étudient la formation osseuse initiale sur des implants vis en titane grade deux sablés avec des particules de dioxyde d'alumine de diamètre 150 micromètres chez le lapin.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

- Six lapins sont utilisés et reçoivent chacun deux implants dans un tibia.
- Deux lapins sont sacrifiés à la première semaine.
- Deux lapins sont sacrifiés à la deuxième semaine.
- Deux lapins sont sacrifiés à la quatrième semaine.

Résultats

Après les sacrifices, les implants sont récupérés par carottage et des lamelles sont préparées pour études microscopiques.

Il est possible de voir, dès la première semaine, la présence d'ostéoblastes qui migrent des surfaces endostées vers la surface de l'implant. Ces ostéoblastes secrètent une matrice osseuse non mature.

Dès la deuxième semaine, les ostéoblastes déposent de la matrice directement au contact de l'implant. On peut voir la formation de lacunes ostéocytaires.

À la quatrième semaine, l'os est mature. On peut voir la présence d'ostéons.

Cette étude nous explique différentes choses :

- sur une surface rugueuse l'ostéogénèse se fait plus rapidement par rapport à une surface lisse ;
- la surface de contact os-implant est plus importante ;
- les forces nécessaires au dévissage l'implant sont plus importantes par rapport à une surface lisse.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Le procédé de sablage est très utilisé actuellement pour augmenter la rugosité de la surface des implants. L'utilisation d'oxyde d'alumine est souvent utilisée.

Aux vues de toutes les études, il est évident que l'augmentation de la rugosité offre des avantages en terme de contact os-implant et d'amélioration du couple de dépose des implants et ceci quelle que soit la technique utilisée pour augmenter la rugosité.

Néanmoins, cette étude présente des limites :

- tout d'abord, elle se fait sur des tibias de lapins, ce qui est totalement différent de l'os maxillaire humain ;
- de plus, les problèmes de relargage ionique et leurs effets sur l'ostéo-intégration ne sont pas abordés ;
- Il semblerait selon les études qu'un contact os-implant plus important ne garantit pas forcément un meilleur succès clinique (Jaffin et Berman 1991 et Sullivan 1997).

Le recul clinique nous permettra de mieux apprécier la réelle efficacité de ce type de surface par rapport aux surfaces lisses dont la fiabilité n'est plus à prouver.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Au niveau microscopique, c'est la rugosité de la surface implantaire qui apparaît être le facteur prépondérant influant sur la solidité de l'attachement.

Cette étude montre que les surfaces rugueuses permettent de sélectionner une population cellulaire, ce qui confirme l'étude de Bowwers et al. 1992.

Les macrophages préfèrent les surfaces rugueuses tandis que les fibroblastes préfèrent les surfaces lisses.

Cette étude montre que les surfaces rugueuses obtenues par sablage sont favorables à l'ostéogénèse et activent les cellules précurseurs des ostéoblastes ce qui est confirmé par l'étude de Wennerberg 1998

Analysé par Pascal Paldino

Rugosité de surface des implants dentaire : mesures, évaluation, résultats expérimentaux.

Wenneberg A.

Implant 2001 ; 7(4) : 281-289.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

La rugosité de l'implant dentaire est un facteur important pour le succès de l'ostéo-intégration.

Elle permet :

- une liaison mécanique à l'échelle microscopique et augmente donc la solidité de l'attachement ;
- un développement préférentiel des ostéoblastes et des macrophages.

Il existe des méthodes de mesures pour caractériser la topographie de surface des implants dentaires et des méthodes d'évaluation pour analyser la solidité de la fixation osseuse qui en résulte.

La méthode retenue pour caractériser la topographie de surface est la méthode optique sans contact.

Par balayage de la surface par un laser, les paramètres de rugosités sont calculés :

- paramètre d'amplitude ;
- paramètre d'espacement ;
- paramètres hybrides.

Quelques impératifs s'imposent pour une bonne caractérisation de surface :

- nécessité de mesurer la rugosité en différents points de la surface car la rugosité est différente sur le sommet, le flanc ou la vallée des spires ;

- pour le sens de la mesure, tenir compte de l'isotropie ou de l'anisotropie de la surface.
- la distance d'échantillonnage doit être bien déterminée pour éviter un « Effet trompeur » ;
- problème pour mesurer les contre-dépouilles ;
- des filtres doivent être utilisés pour séparer la forme, l'ondulation et la rugosité.

En fournissant des données numériques, il serait donc possible de *reproduire un état de surface qui aurait été jugé idéal* d'après la méthode d'évaluation utilisée (pic du couple de dépose, calcul de la quantité de contact os-implant).

Les résultats de plusieurs études montrent une meilleure fixation osseuse pour des implants sablés avec des particules de 25 et 75 μm par rapport à des implants usinés.

Une étude comparant la solidité de l'attachement osseux en fonction de la taille des particules de sablage démontrent qu'une surface « moyennement rugueuse » avec les paramètres de rugosité suivants : S_a 1,45 μm , $S_c \times 11 \mu\text{m}$, S_{dr} 1,50 μm présente la meilleure fixation osseuse.

Une autre étude comparant deux modifications de surface sur le même implant a été réalisée pour supprimer les biais relatifs à la position de l'implant, sa stabilité primaire. Les résultats obtenus convergent.

Une étude récente a été réalisée chez l'homme en comparant des μ -implants sablés et usinés (Ivanoff CJ, 2001).

Les résultats correspondent aux études faites sur l'animal.

Ils insistent sur quelques points importants :

- les différentes parties de l'implant fileté (sommet, flanc, vallée) doivent être analysées car elles ne présentent pas la même rugosité de surface ;
- le flanc est la partie la plus largement en contact avec l'os ;
- elle montre plus de rugosités pour les implants sablés ;
- l'orientation des irrégularités est importante et l'attachement osseux est plus solide avec des surfaces isotropiques ;
- Il faut toujours corrélérer le degré de rugosité à la forme et à la taille de l'implant.

En effet, la rugosité de surface des μ - implants préparés avec les mêmes méthodes de modification de surface que pour les implants de taille standard se révèle considérablement supérieure.

Ainsi, pour chaque nouvelle configuration d'implant, une mesure de topographie de surface devrait être envisagée.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

L'article décrit les techniques d'analyse et de mesure de la rugosité de surface et nous sensibilise sur la difficulté de caractériser avec précision une surface.

Il confirme la supériorité des implants sablés par rapport aux implants usinés quant à l'ostéo-intégration.

CE QUE NOUS EN PENSONS

L'article reprend et synthétise les résultats d'études déjà publiées précédemment.

À la fin de l'article, l'auteur soulève quelques points importants : expérimentation humaine, état de surface corrélée à la configuration de l'implant, isotropie sans les développer.

De plus, la conclusion « l'os humain réagit de façon analogue à l'os de lapin » me semble hâtive après une seule étude.

Toutes les études donnent des résultats à court terme et sans mise en charge fonctionnelle.

Bibliographie

- [1] Wenneberg A. Bone tissue response to commercially pure titanium implants blasted with fine and coarse particles of aluminium oxide. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996; 11(1):38-45.
- [2] Wenneberg A. A histomorphometric evaluation of screw-shaped implants each prepared with two surface roughnesses. *Clin Oral Impl Res.* 1998;9:11-19.
- [3] Wenneberg A. Suggested guidelines for the topographic evaluation of implant surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000.15:331-344.
- [4] Ivanoff CJ, Widmark G, Hallgreen C, Sennerby L, Wenneberg A. Histologic evaluation of the bone integration of TiO₂ blasted and turned titanium micro-implants in humans. *Clinic. Oral. Implants. Res.* 2001;12(2):128-134.

Analysé par Isabelle Rigal

La formation d'une matrice minéralisée par les ostéoblastes sur des surfaces de titane usiné, soufflé à l'oxyde de titane ou recouvert de plasma de titane.

Cooper L.F., Masuda T., Whitson S.W., Yliheikkilä P., Felton D.A.

Int. J. Oral. Maxillofac. Implants 1999; 14:37-47.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cet article rapporte une étude menée par le Dr Cooper, qui souhaite déterminer si la formation et la minéralisation de la matrice extracellulaire, par les ostéoblastes, peuvent être modifiées par des particularités topographiques des surfaces en titane commercialement pur.

Il a réalisé cette recherche car les études fondamentales montrant et expliquant la relation entre la formation osseuse et la topographie de surface de l'implant sont peu nombreuses. De plus, elles examinent les effets de l'état de surface sur les attaches cellulaires, et non sur la formation d'une matrice minéralisée.

L'étude du Dr Cooper permettrait d'améliorer le développement des implants dentaires ostéo-intégrés en optimisant leur état de surface. Cela favoriserait une meilleure réponse osseuse et diminuerait le pourcentage d'échecs de l'ostéo-intégration.

PRINCIPE DE L'ÉTUDE

Pour démontrer que la formation et de la minéralisation de la matrice extracellulaire par les ostéoblastes sont dépendantes de l'état de surface, Lyndon Cooper met en culture des ostéoblastes issus de mandibule bovine sur des disques de titane qui diffèrent par leur état de surface.

Les surfaces de titane étudiées seront initialement analysées en microscopie de forme atomique, afin d'avoir une connaissance chiffrée et précise de leur topographie.

Surfaces de culture

Ce sont des surfaces de titane commercialement pur soit usiné, soit soufflé à l'oxyde de titane, ou encore recouvert de plasma de titane

Durée de mise en culture

Quatorze à 21 jours, jusqu'à formation de plusieurs couches de cellules et de matrice extracellulaire minéralisée.

CE QUE NOUS EN PENSONS

En reprenant le tableau des résultats de l'expérience ligne par ligne, on peut faire les observations et les interprétations suivantes :

- après mise en culture des ostéoblastes, on observe que la croissance cellulaire est importante sur les trois surfaces testées, avec une prolifération cellulaire plus grande sur la surface soufflée au TiO.

Ces surfaces permettent donc un développement favorable de la culture, surtout sur la surface soufflée au TiO.

- on observe que, sur les surfaces Ti usiné et TiO, seules les cellules de la couche supérieure sécrètent une matrice collagénique endogène,

alors qu'elle est sécrétée par toutes les couches cellulaires pour la surface TPS.

Nous constatons que les ostéoblastes sécrètent en continu du collagène lorsqu'ils sont cultivés sur TPS. Donc, le revêtement en TPS perturbe la différenciation des ostéoblastes.

- La matrice extracellulaire collagénique est la plus minéralisée sur le Ti usiné. Elle est un peu moins minéralisée mais abondante sur les surfaces soufflées au TiO. En revanche, elle ne présente presque pas de minéralisation sur les surfaces TPS.

Nous constatons une diminution de la minéralisation de la matrice pour les cultures sur TPS. Donc, le revêtement TPS crée une perturbation dans la différenciation des ostéoblastes.

- Les protéines BSP et OC s'expriment fortement et uniquement dans les couches supérieures des cultures sur les surfaces Ti usiné et TiO. Sur le TPS au contraire, ces protéines sont en faible quantité et seulement sur les cellules adhérant au substrat.

L'expression de BSP et OC par les ostéoblastes est diminuée et perturbée sur la surface TPS. Donc, l'évolution des précurseurs ostéoblastiques en ostéocytes est perturbée, par TPS.

- L'analyse des surfaces-test après la culture montre des résidus morphologiquement différents selon les surfaces :

○ Sur Ti usiné:

Un nombre très limité de cellules résiduelles et peu de matériau résiduel quel qu'il soit.

○ Sur TiO:

Le plus grand nombre de cellules adhérentes après dépose de la culture et du matériel fibrillaire et globulaire résiduel.

○ Sur TPS :

Aucun attachement cellulaire, du matériel résiduel fibrillaire très nombreux, et une substance globulaire. (*Ce matériel résiduel est le plus évident dans les larges zones de replis créés par le processus de spray de titane.*)

La topographie des surfaces TPS est favorable à la formation de matériel globulaire par les différents constituants du milieu, ce qui est impossible avec les surfaces sur lesquelles les cellules sont solidement adhérentes.

- On observe des lacunes de minéralisation sur la surface TPS, alors que les deux autres surfaces sont totalement recouvertes de phosphates calciques, les capteurs ne détectant ni titane ni oxygène.

La différenciation des ostéoblastes est perturbée par la topographie de la surface TPS, ce qui diminue la minéralisation de la matrice et induit un recouvrement incomplet du support.

Conclusions de l'étude de L. Cooper

Tous les résultats de l'étude, dont le seul paramètre variable est la topographie de surface, montrent des différences entre les surfaces-test. La formation et la minéralisation de la matrice extracellulaire par les ostéoblastes sont donc fonction de cette topographie.

La perturbation de l'expression des protéines de la matrice extracellulaire spécifiques à l'os et la modification de son niveau de minéralisation démontre que la topographie de surface modifie la différenciation des ostéoblastes.

Tous les facteurs biologiques ou physicochimiques qui modifient l'interface entre les cellules et un support de même nature sont également fonction de la topographie de surface.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

La topographie de surface est un élément important à prendre en compte avant toute pose d'implant dentaire ostéo-intégré.

Les modifications de formation de la matrice minéralisée mises en évidence sur certaines surfaces dans cet article incitent à éviter toute surface qui n'aurait pas été validée comme conforme aux données acquises de la science par la littérature scientifique compétente.

Il paraît inconcevable après lecture de cet article de poser un implant recouvert de TPS. Pourtant pour certains fabricants, cela représente la moitié de leur gamme implantaire.

- Les états de surface du titane usiné et du titane soufflé à l'oxyde de titane n'ont, ni l'un ni l'autre, d'effet néfaste sur la formation et la minéralisation de la matrice extracellulaire par les ostéoblastes.

Cependant, il vaudrait mieux utiliser les implants à surface « rugueuses » (*ce qui correspond à la domination actuelle des poses d'implants à surface sablée ou sablée et mordancée*), et cela parce que :

- Il a été démontré dans l'étude que la surface en titane soufflé au TiO présentait une meilleure adhérence cellulaire que la surface en titane usiné, et que la croissance cellulaire était plus importante que sur le titane usiné.

La rugosité d'une surface implantaire augmente sa superficie, et donc multiplie le nombre d'ostéoblastes y adhérant par rapport à la même surface en titane usiné.

On a donc une ostéo-intégration qui ne sera pas meilleure à terme, mais qui se fera plus rapidement sur une surface rugueuse que sur une surface lisse.

Analysé par Arnaud Froehly

Évaluation d'un implant endo-osseux avec une surface SLA ou TPS sur le chien : résultats radiographiques.

Cochran D. L. Clin.

Oral Impl. Res. 1996 : 7 : 240-225.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Étude

Soixante-neuf implants ITI avec soit une surface TPS soit SLA sont posés sur le chien Fox-hound et suivis pendant 15 mois. La mise en fonction est réalisée par des couronnes en or.

Pour permettre un suivi Rx correct, un angulateur individualisé est réalisé pour chaque chien, et les mêmes intensité, voltage, temps et distance d'exposition sont utilisées.

CE QUE NOUS PENSONS

Mesures et résultats

DIB : distance os-implant

Il existe une perte osseuse crestale qui se fait jusqu'à six mois après la mise en charge.

Soixante-cinq pour cent avant la mise en charge

Trente-cinq pour cent dans les trois 1^{er} mois de mise en charge.

Il existe une différence significative entre les deux surfaces : TPS présente une perte supérieure à SLA.

Précharge : 0,52 mm pour SLA comparé à 0,69 mm pour TPS

trois mois de charge : 0,73 mm pour SLA - 1,06 mm pour TPS

Après la perte osseuse se stabilise : la différence acquise entre TPS et SLA demeure.

CADIA : évaluation des variations de densité osseuse assistée par ordinateur

- Les mesures se font en Mésial et Distal de chaque implant et à différentes hauteurs. Pour la mesure la plus crestale, l'auteur montre une augmentation de la densité osseuse pendant la période de précharge puis une diminution significativement plus importante pour TPS pendant la période précoce de charge.
- Pour la mesure crestale légèrement plus apicale que la précédente, l'auteur montre une différence significative de l'augmentation de la densité osseuse entre les deux états de surface en faveur de SLA.

Pour les autres valeurs plus apicales, l'auteur de montre aucune variation des densités au cours du temps.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Conclusion

Ces résultats suggèrent que les implants recouverts de SLA ont de meilleurs résultats que les implants recouverts de TPS.

Analysé par Hervé Bouchet

Réponse osseuse a des implants en titane en charge ou non dont l'état de surface est sable et mordance : une étude histomorphométrique sur mandibule de chien.

Cochran D.L., Scenk R.K., Lussi A., Higginbottom F.L., Buser D.

J. Biomed. Mater. Res. 1998, 40: 1-11.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

L'étude menée compare une surface dite SLA, c'est-à-dire sablée et mordancée et une surface dite TPS, c'est-à-dire projetée d'un spray de plasma de titane. Elle a lieu sur la mandibule de six chiens à court (3 mois) et à long terme (15 mois) sur des implants dentaires en charge ou non.

Pour les implants dont l'état de surface est de type SLA, le premier traitement effectué est un sablage au corindon (Al_2O_3). Ils sont ensuite rincés et mordancés avec un mélange acide chlorhydrique - acide sulfurique. Le sablage crée des rétentions de 18 à 23 microns alors que le mordantage crée des rétentions de 2 à 4 microns.

Le spray de plasma de titane crée des rétentions de 30 à 50 microns.

Dans le protocole, 72 implants ont été posés sur six chiens, soit six implants par hémimandibule (3 tests et 3 contrôles). Dès le départ, trois implants sont perdus.

Chaque groupe est constitué de deux chiens. Pour le groupe A, les implants ne sont pas mis en charge, le sacrifice a lieu à trois mois. Les implants sont mis en charge à trois mois pour les autres groupes. Pour le groupe B, le sacrifice a lieu à six mois, soit trois mois de mise en charge. Pour le groupe C, le sacrifice a lieu à 15 mois, soit 12 mois de mise en charge. Ces mises en charge sont réalisées le plus naturellement possible par duplicata sur les crocs extraits.

Les résultats sont observés par étude sur le contact des deux états de surface par rapport à l'os cortical et spongieux. L'histologie montre un os cortical présentant des zones de compression et de microfractures qui marquent un remodelage

osseux de type haversien. Ce remodelage débute à trois mois et se poursuit encore à 15 mois. En ce qui concerne l'os spongieux, la matrice osseuse s'organise lors de la mise en charge par l'orientation des trabécules osseuses. L'os néoformé est un os sain, bien vascularisé.

Quelle que soit la nature du revêtement (TPS ou SLA), l'histologie note un contact direct entre l'os et l'implant. L'os au contact du TPS présente cependant une structure tridimensionnelle plus importante, mais l'autre note un risque de présence de particules de revêtement détachées dans la moelle osseuse.

Les résultats histomorphométriques montrent qu'à trois mois de cicatrisation, la surface de contact os-implant est supérieure pour le revêtement de type SLA que pour le TPS (72,3 contre 52,1 %).

À six mois de cicatrisation, donc à trois mois de mise en charge, cette surface est à l'avantage de revêtement de type TPS (78,1 contre 68,2 %). Malgré cette différence de 9,8 %, l'auteur trouve que cette différence n'est pas significative entre les deux états de surface. Pendant cette période de cicatrisation, l'os primaire en contact avec l'implant diminue pour être remplacé par de l'os secondaire.

À 15 mois de cicatrisation, donc à 12 mois de mise en charge, ce rapport s'inverse, la surface de contact os-implant est supérieure pour le SLA (71,7 contre 58,9 %). Ces résultats nous montrent donc une nette diminution du contact os-implant pour le revêtement TPS.

Selon l'auteur, la diminution de cette surface de contact os-implant s'explique par le remodelage osseux en cours à l'interface os-implant pendant ces premiers mois de cicatrisation. La diminution importante de la surface de contact entre le revêtement SLA et l'os s'explique par le remodelage osseux précoce au contact de cet état de surface, ce qui de par ce fait rend le résultat non significatif selon l'auteur, qui ajoute que le revêtement SLA est plus ostéophile que le TPS, mais que rien n'est reconnu à ce jour.

Cependant l'activité de la phosphatase alcaline, marqueur de la maturation des cellules osseuses, est plus importante au contact du SLA.

L'auteur conclue que l'ostéo-intégration est meilleure à trois mois avec le revêtement SLA, qu'il y a moins de perte osseuse et que le contact os-implant est meilleur à long terme avec cet état de surface.

CE QUE NOUS PENSONS

Le revêtement SLA est le nouvel état de surface des implants ITI qui étaient auparavant recouverts de TPS. Cette étude permet de mettre en valeur ce nouvel état de surface par rapport à l'ancien et de

montrer que la durée d'ostéo-intégration peut encore être réduite car ces implants sont en 1 temps.

Quant à dire que le matériau est plus ostéophile ou qu'une différence de 9,8 soit presque 10 % n'est pas significative ; elle peut être due aux différences locales et aux variations osseuses au niveau des sites implantaires.

Nous préférons nous reporter à l'activité de la phosphatase alcaline, marqueur de la maturation des cellules osseuses.

Il faut cependant rappeler que le mois gagné sur l'ostéo-intégration n'est rien par rapport à la durée de vie de l'implant quand les indications et l'acte opératoire sont bien réalisés. De plus, un échec précoce engendre moins de stress pour le praticien.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Ce nouvel état de surface à deux « volumes » de rétention, semble donner de bons résultats et semble accélérer la durée d'ostéo-intégration. L'apposition osseuse secondaire est plus rapide, et à un an de mise en charge, la surface de contact os-implant est supérieure à l'ancien état de surface, ce qui est une avancée technologique et un gain de temps sur l'ostéo-intégration.

Analysé par Pierre-Olivier Benetiere

Les effets de la rugosité des surfaces en titane sur la colonisation bactérienne précoce in vivo.

Rimondini L., Farè S., Brambilla E., Felloni A., Consonni C., Brossa F., Carrassi A.
J. Periodontol. 1997 ; 68 : 556-562.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cette étude montre, in vivo, le degré de polissage nécessaire des surfaces en titane pour réduire la colonisation bactérienne après 24 heures.

Trois groupes de 16 disques (A,B,C) en titane de grade IV de 4 mm de diamètre ont été répartis selon trois degrés de polissage de surface différents après avoir reçu des traitements de surface différents (pâte diamantée de granulométrie différente, sablage...). La rugosité de surface a été évaluée à l'aide d'un appareil de profilométrie optique (laser) et la morphologie de surface a été observée à l'aide d'un microscope électronique à balayage (MEB).

Huit volontaires âgés de 20 à 22 ans, ayant une bonne santé buccale et un indice de plaque proche de 0 au début de l'étude et qui n'avaient pas utilisé d'antibiotique ni de chlorhexidine pendant deux mois avant l'étude, ont été sélectionnés. Deux sup-

ports en résine ont été fixés dans les zones mandibulaires postérieures droites et gauches par une ligature orthodontique, chez chacun d'entre eux. Chaque support comportait trois disques en titane, un de chaque groupe A, B et C. Les volontaires ont stoppé toute hygiène buccale pendant 24 heures, après quoi les supports ont été déposés. Un des supports a permis d'évaluer la quantité de microorganismes adhérents, l'autre a servi à l'étude morphologique au MEB.

Sur chaque disque de titane, une surface totale de $100 \times 125 \mu\text{m}$ a été examinée au ME. La surface correspondait à la somme de cinq surfaces de $20 \times 25 \mu\text{m}$ choisies au hasard sur chaque disque. Pour chaque surface de $20 \times 25 \mu\text{m}$, la densité bactérienne, et la morphologie des espèces bactériennes ont été enregistrées. Les données recueillies pour chaque disque correspondaient à la somme des données recueillies pour chaque surface de $20 \times 25 \mu\text{m}$.

Les disques du groupe A présentaient une surface lisse plus importante que ceux des groupes B et C (Fig. 2). La procédure de polissage utilisée dans le groupe A a produit la surface de titane la plus lisse avec de petits creux et de faibles rayures (Fig. 2A). La surface des disques du groupe B montrait plus d'irrégularités principalement dues aux rayures causées par le procédé de polissage utilisé. Les disques du groupe C présentaient eux les surfaces les plus rugueuses avec des puits profonds (Fig. 2C).

La détermination de la quantité de microorganismes adhérents et l'évaluation au ME ont montré que les disques du groupe A présentaient moins de bactéries que ceux des groupes dont la rugosité était plus élevée. La population bactérienne était composée de cocci dans le groupe A et de cocci et de bâtonnets courts et longs dans les groupes B et C.

Les auteurs concluent qu'une surface polie en titane avec un $Ra < 0,088 \mu\text{m}$ et un $Rz < 1,027 \mu\text{m}$ empêchait fortement l'accumulation et la maturation de la plaque bactérienne après 24 heures et qu'un tel état de surface pourrait être utilisé pour les composants implantaires transgingivaux et de cicatrisation.

CE QUE NOUS PENSONS

Les résultats n'ont été exploités que chez cinq sujets seulement suite à un incident de manipulation chez trois sujets.

La quantité de plaque précoce et la séquence d'apparition des espèces bactériennes sur la surface en titane sont supposées similaires dans les zones supra et sous-gingivales, parce que les mécanismes d'adhésion bactérienne sont supposés

être similaires dans les deux zones. Par conséquent, les auteurs pensent que le degré de poli de surface du titane obtenu dans le groupe A peut empêcher la colonisation sous-gingivale comme la colonisation supra-gingivale.

Nous pensons que ces conclusions mériteraient d'être confirmées par des études *in vivo* au niveau des surfaces en titane sous-gingivales.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

La colonisation de la plaque bactérienne représente un des principaux facteurs influençant les taux de succès des implants oraux.

Plusieurs études (...) ont montré que les *propriétés physicochimiques* des surfaces implantaire représentaient un facteur important pour promouvoir la colonisation bactérienne.

L'énergie de surface

La rugosité et la présence de molécules spécifiques issues de la salive sur la surface en titane sont supposées augmenter la colonisation bactérienne.

En particulier, les *surfaces rugueuses* augmentent la colonisation bactérienne par différents mécanismes, à savoir :

- une augmentation de la surface globale disponible pour la colonisation bactérienne ;
- la présence d'abris créés par les irrégularités de surface qui protègent les bactéries contre les forces d'élimination (brossage, flux salivaire...), et en même temps, leur permettent d'établir des liens moins réversibles avec la surface.

La rugosité de surface

Elle influence le nombre d'espèces bactériennes et leur séquence d'apparition.

L'accumulation bactérienne commence au niveau des creux et des rayures et la séquence d'apparition est habituellement : les cocci, les bâtonnets, les formes filamenteuses, les formes fusiformes, les spirichètes et les agrégats bactériens.

Les effets de la rugosité semblent s'estomper dans le temps.

La composition différente des matériaux

Elle affecte seulement très légèrement la colonisation bactérienne. La quantité de plaque bactérienne précoce semble plus en relation avec le degré de rugosité qu'avec la composition du matériel.

Dans cette étude, les observations au MEB apportent des informations sur le degré de maturation de la plaque bactérienne, surtout sur les premiers phénomènes de la colonisation. *La maturation de la plaque* dépend du degré de rugosité.

Les cocci ont toujours été observés dans les trois groupes et sont les premières espèces principalement impliquées dans la colonisation bactérienne. Les bâtonnets apparaissent secondairement, fréquemment assemblés aux cocci et ils sont considérés comme un indice des étapes avancées de la maturation.

Dans le groupe A, les valeurs moyennes Ra et Rz étaient deux à sept fois plus faibles que celles obtenues pour les piliers de cicatrisation et les éléments transgingivaux de la plupart des systèmes implantaire. Moins de bactéries ont été observées que dans les autres groupes et elles étaient limitées au cocci. La colonisation bactérienne était localisée sur des zones mal polies, localisées à la base des concavités créées par la procédure de polissage (Fig. 5). Pas de bâtonnets courts et longs et seulement peu d'agrégats bactériens ont été détectés. Il convient de noter que la quantité de bactéries observées après 24 heures dans le groupe A semble être moins importante que celles rapportées dans des études au niveau des cols implantaire, au niveau de surfaces de titane TPS ainsi qu'au niveau des tissus dentaires.

Selon les auteurs, les résultats observés pourraient être dus à l'inhibition de la phase d'adhésion bactérienne. Le degré de poli de surface obtenu dans le groupe A ne permet pas aux bactéries d'établir une adhésion ferme à la surface en titane contaminée.

Les disques du groupe B présentaient une rugosité de surface très similaire de celles de la plupart des systèmes implantaire et montraient plus de bactéries que les disques du groupe A (Fig. 6). Des bâtonnets longs et courts disposés horizontalement ont été observés.

Les disques du groupe C montraient les surfaces les plus colonisées. Des cocci et des formes bacillaires étaient prédominantes dans ce groupe de disque. Des bâtonnets longs ont été détectés. Une épaisse pellicule organique a été quelquefois observée. Les bactéries ont toujours été observées sous forme d'agrégats et en plusieurs couches dans le groupe C (Fig. 7).

Les résultats montrent qu'une surface polie en titane avec un Ra < 0,088 µm et un Rz < 1,027 µm empêche fortement la colonisation de la plaque bactérienne après 24 heures.

Un poli de surface similaire devrait caractériser les surfaces des éléments transgingivaux et de cicatrisation pour minimiser la colonisation bactérienne et permettre une bonne cicatrisation et une bonne santé des tissus péri-implantaire.

Analysé par Thierry Gasnier

Les résultats préliminaires d'une étude multicentrique évaluant les surfaces des implants titanes purs mordancées chimiquement.

Sullivan D. Y., Sherwood R. L. et Mai T. N. J.
 Prost. Dent. 1997,78 : 379-386.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cent quarante-sept implants ont été posés chez 75 patients.

L'étude est réalisée sur trois ans.

Les critères étudiés sont les examens cliniques et radiologiques.

Résultats

Sur les 147 implants posés, cinq sont perdus chez seulement deux patients sur un total de 75. Une patiente a perdu quatre implants qui possédaient un os de type IV mais avec un bilan médical compromettant, pathologie cardiovasculaire, hypothyroïdie, reflux gastrique arthrite osseuse, obstruction pulmonaire chronique et ancienne grosse fumeuse.

Un deuxième patient a perdu un implant sur un os de type II.

CE QUE NOUS EN PENSONS

On peut améliorer la liaison entre les biomolécules du site receveur et la couche d'oxyde de l'implant qui se fait normalement à travers de faible force de Van Der Waals en augmentant les blocages mécaniques.

Les surfaces rugueuses, corrélées à une mouillabilité plus grande, facilitent l'adhésion cellulaire et améliorent le blocage mécanique entre l'implant et l'os. On obtient une plus grande résistance à la compression et traction et une répartition du stress mécanique

Le taux de succès global des implants est de 96,6 %.

Dans l'os de type IV le taux de succès est descendu jusqu'à 63,6 %.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

La patiente qui a perdu quatre implants avait un dossier médical compromettant et normalement elle ne devait pas être candidate à une chirurgie implantaire.

D'autres études seront nécessaires pour bien comprendre le vrai mécanisme d'adhésion cellulaire aux différents états de surface

Analysé par San Khoondial Jhugroo

Une perte plus importante des implants Branemark dans l'os de type IV.

Jaffin R. A., Berman C. L.
 J. Periodontol. 1991, 62 : 2-4.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

La perte des implants est attribuée :

- à la surcharge occlusale ;
- aux infections buccales ;
- à la compétence du chirurgien ;
- à la quantité et qualité de l'os.

L'os de type IV possède une corticale très fine et l'os trabéculaire peu dense qui contribue à une mauvaise stabilité primaire de l'implant.

L'étude a été réalisée entre octobre 1984 et septembre 1989 et 1054 implants ont été étudiés

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Une grande perte d'implants existe dans l'os de type IV, environ 35 %, ce qui est dix fois supérieure comparé aux autres types d'os.

Le vrai diagnostic de l'os de type IV se fait lors de l'ostéotomie ou du forage.

CE QUE NOUS EN PENSONS

La stabilité primaire est très importante dans l'os de type IV sinon il faut rechercher un ancrage bicortical si possible.

Analysé par San Khoondial Jhugroo

Utilisation de la fréquence de résonance en vue de quantifier la stabilité de l'interface implant-tissu

Quantitative determination of stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis

Meredith N., Alleyne D., Cawley P.
 Clin. Oral Impl. Res. 1996 ; 7 : 261-267.

Comparaison entre les mesures du couple de coupe et de la fréquence de résonance sur des implants maxillaires. Une étude clinique d'une durée de 20 mois

A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study.

Friberg B., Sennerby L., Meredith N., Lekholm U.
 Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 1999 ; 28 : 297-303.

Diagnostic de la stabilité d'un implant par l'analyse de sa fréquence de résonance.

Sennerby L., Meredith N.

Implant 1999 ; vol 5 n° 2 : 93 100.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

L'échec en implantologie peut avoir plusieurs causes : traumatisme, infection, surcharge...

La plupart du temps les échecs se manifestent par une augmentation de la mobilité de l'implant, par une diminution de la hauteur de l'os marginal ou par une fracture d'un ou plusieurs composants implantaires.

Comment évaluer l'ostéo-intégration ?

La méthode clinique la plus simple et la plus courante pour appréhender la qualité de l'interface implant / tissu est la radiographie. Cependant, l'analyse radiographique ne fournit que peu d'indication sur l'importance de la stabilité.

De nombreuses équipes de recherche ont tenté de mettre au point un test quantitatif reproductible non invasif.

En 1994, Meredith et al. décrivent une technique fondée sur la fréquence de résonance permettant de mesurer l'évolution de l'interface os-implant in vivo.

L'étude conduite par Friberg et al. a consisté à suivre l'évolution de 61 implants « lisses » placés au maxillaire sur 9 patients pendant 20 mois. L'utilisation du couple de coupe associé à la mesure de la fréquence de résonance dans des os de faible densité a permis de montrer l'augmentation de la stabilité primaire en fonction du temps. Cette augmentation semble être le résultat de la formation et de la maturation du tissu osseux malgré la diminution du niveau osseux marginal lors de la connection du pilier (0,13 mm), puis lors de la mise en fonction (1 mm) après un an.

La relation étroite entre la densité osseuse et l'augmentation de la stabilité d'un implant est démontrée en séparant les sites osseux en trois catégories distinctes : faible densité, densité intermédiaire et os dense. Des différences significatives furent observées lors de la mise en place des implants. Après 20 mois, les trois groupes présentent les mêmes valeurs de fréquence de résonance

CE QUE NOUS PENSONS

La possibilité de pouvoir suivre l'évolution de la stabilité des implants au cours des différentes étapes de traitement semble offrir de nouvelles pers-

pectives. Pour l'heure, il est encore trop tôt pour aboutir à des conclusions. L'analyse de la fréquence de résonance (AFR) paraît être un outil de recherche intéressant malgré le faible recul clinique.

Nombreuses sont les interrogations que suscite cet outil.

L'AFR est-elle un examen fiable ? Quels sont les possibilités d'anticipation par rapport à un éventuel échec ? Existe-t-il des valeurs minimales indice ISQ, attestant de l'ostéo-intégration à long terme ? Quelles sont les valeurs minimales pour permettre une mise en charge au maxillaire et à la mandibule ? Quand faut-il augmenter la période de cicatrisation ?

Les premières études sont encourageantes. Elles tentent de mettre au point un protocole reposant sur des paramètres cliniques permettant de prévoir un éventuel échec.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

L'analyse de la fréquence de résonance (AFR) d'un implant semble être un test clinique simple, reproductible et non invasif.

L'utilisation conjointe du couple de coupe et de la fréquence de résonance permet de connaître quelle est la densité osseuse en présence.

L'importance de l'os marginal pour la stabilité primaire au moment de la mise en place des implants est démontrée par la corrélation statistique positive trouvée entre les valeurs du couple de coupe du premier tiers et la fréquence de résonance alors observée.

Une augmentation très nette de la stabilité dans le temps a été rapportée dans les zones de faible densité. En revanche, la stabilité d'implants insérés dans un os plus dense avec un couple de vissage élevé aura tendance à diminuer.

La période de cicatrisation des os de faible densité avec des implants dits « lisses » semble être de huit mois au lieu de six mois.

La stabilité des implants mandibulaires n'augmente pas au cours de la période de trois à quatre mois de cicatrisation. On peut donc opter pour une mise en charge immédiate dans un os de densité élevée.

Après 20 mois, la stabilité secondaire de tous les implants s'oriente vers la même valeur.

L'AFR a permis de contredire les tests de dépose par application d'un couple de dévissage, obtenus avec les implants rugueux.

Les implants à surface rugueuse ne sont pas plus stables que ceux à surface lisse.

Analysé par Eric Blanchet



ELSEVIER

ERRATUM

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Erratum à l'article : « Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation ».

S. Dohan et al. Vol. 13, n° 2 2004 ☆

S. Dohan, J. Choukroun, A. Dohan, J.-M. Donsimoni, D. Gabrieleff, F. Fioretti, D. Dohan *

Disponible sur internet le 12 octobre 2004

Dans le numéro 2, volume 13, p. 87, 99 et 109 de la revue *Implantodontie*, des erreurs sont apparues dans les affiliations des auteurs de l'article « Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. (Parties 1, 2 et 3) ». Nous restituons ci-dessous les informations correctes telles qu'elles auraient dû être publiées.

Nous prions les auteurs et les lecteurs de bien vouloir nous en excuser.

Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation

Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques

1^{re} partie : biotechnologies et fibrine

S. Dohan^a, J. Choukroun^b, A. Dohan^c, J.-M. Donsimoni^c, D. Gabrieleff^a, F. Fioretti^a, D. Dohan^{a,d,*}

^a Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^b Centre anti-douleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^c Clinique Milan, 75009 Paris, France

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire, 92120 Montrouge, France

Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation

Biotechnologies et fibrines, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques

2^e partie : plaquettes et cytokines

S. Dohan^a, J. Choukroun^b, A. Dohan^c, J.-M. Donsimoni^c, D. Gabrieleff^a, F. Fioretti^a, G. Korb^a, D. Dohan^{a,d,*}

^a Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^b Centre antidouleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^c Clinique Milan, 75009 Paris, France

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire, 92120 Montrouge, France

Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation

Biotechnologies et fibrines, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques

3^e partie : aspects immunitaires

S. Dohan^a, J. Choukroun^b, A. Dohan^c, J.-M. Donsimoni^c, D. Gabrieleff^a, F. Fioretti^a, D. Dohan^{a,d,*}

^a Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^b Centre anti-douleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^c Clinique Milan, 75009 Paris, France

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire, 92120 Montrouge, France

Dans cette 3^e partie, les remerciements des auteurs comportent une erreur, les voici dans leur version corrigée :

« Les auteurs remercient Sylvie Igondjo-Tchen et Jean-Marie Legrand des laboratoires de la faculté de chirurgie dentaire (université Paris-V, 92120 Montrouge, France) ainsi qu'Herminia Forgès pour leur expertise technique, et l'ensemble des personnels du service d'odontologie de l'hôpital Albert-Chenevier pour leur aide précieuse ».

☆ doi of original articles 10.1016/j.implan.2004.06.001, 10.1016/j.implan.2004.06.002, 10.1016/j.implan.2004.06.003.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : neimesys@hotmail.com (D. Dohan).

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright



ELSEVIER

ÉDITORIAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

De nouvelles perspectives pour l'implantologie française

Some new perspectives for French Implantology

L'implantologie française compte dans ses rangs de nombreux praticiens d'exception dont le savoir et l'expérience inspirent, à juste titre, le respect de nos confrères à travers le monde. Mais ces talentueux cliniciens sont-ils réellement reconnus ? Quelles traces laisseront-ils de leur expérience ? La littérature internationale répond malheureusement aisément à cette question : pas grand-chose.

Pour vous en convaincre, il vous suffit de rassembler tous les praticiens implantologues francophones les plus prestigieux et de rechercher leurs travaux dans les bases de données de référence que sont Medline (PubMed) ou *Current Contents*. Et vous constaterez avec effroi que même les noms les plus reconnus y sont, en réalité, très peu représentés.

Le principal problème pour un praticien cherchant à communiquer, c'est que seules les revues internationales sont indexées. Or ces revues sont quasiment toutes en anglais et il est encore assez difficile d'y pénétrer, tant en raison de difficultés à manipuler la langue de Shakespeare dans sa version médicale que par l'implacable sélection des comités de lecture.

Quant aux revues francophones, elles sont nombreuses mais d'un niveau modeste. Et actuellement, aucune revue d'implantologie, mais également de parodontologie et de dentisterie esthétique, ne permet de publier en français tout en ayant accès aux bases de données d'excellence, seuls outils permettant la conservation de nos travaux au cours du temps. En étant tout à fait honnête, il est possible de résumer la situation ainsi : aujourd'hui, publier en français ne sert malheureusement à rien du tout...

Alors que les implantologues français font partie des plus innovants au monde, que restera t'il, demain de leur expérience clinique ? Que restera t'il de leurs ouvrages ? Que restera t'il de tous ces

articles publiés en français dans ces revues qui parsèment notre tissu syndical et associatif odontostomatologique ?

Le papier vieillit, les mémoires s'effritent.

Il ne restera, finalement, que les travaux qui auront été méticuleusement indexés et préservés dans des bases de données électroniques. Mais une telle indexation prend du temps pour une revue, et nécessite une grande rigueur, surtout lorsque l'on cherche à conserver le français comme langue principale. Dans ce domaine, les organismes indépendants gérant les bases de données sont impitoyables.

Alors aujourd'hui, tandis que le groupe Elsevier nous offre l'opportunité d'obtenir une indexation précieuse et méritée, il est important que chaque praticien prenne conscience de l'importance d'une telle revue francophone unique en son genre : indexée sur www.sciencedirect.com, au même titre que de nombreuses revues médicales de prestige telles que le Lancet ou Bone, le contenu d'Implantodontie est librement disponible au format numérique PDF.

Désormais, publier en français ne restera plus lettre morte car, grâce à Elsevier, tous les articles parus dans Implantodontie sont indexés et accessibles d'un clic sur internet, demain comme dans 10 ou 20 ans. Grâce à cet outil, les étudiants et praticiens auront accès pour longtemps à ce que vous aurez réalisé, établi, compris, de sorte que votre expérience de clinicien ne sera pas perdue.

Tout ce que vous avez à faire pour participer à l'aventure ?

Venir à nos côtés pour montrer au monde entier que la recherche clinique française est bien l'une des plus dynamiques au monde.

Disponible sur internet le 23 novembre 2004



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise

Concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse.

5^e partie : techniques de réintervention

Set sat back maxillofacial implants

5th part: complications management

J.-M. Donsimoni ^{a,*}, A. Dohan ^b, D. Gabrieleff ^{a,b}, D. Dohan ^{b,c,*}

^a Clinique Milan, 17, rue de Milan, 75009 Paris, France

^b Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^c Laboratoire de radiologie imagerie biophysique, faculté de chirurgie dentaire, université Paris V, 92120 Montrouge, France

Disponible sur internet le 2 décembre 2004

MOTS CLÉS

Diskimplant® ;
Implant à plateaux
d'assise ;
Implantologie basale ;
Maxillo-facial ;
Suites précoces ;
Suites tardives

Résumé L'implantologie à plateaux d'assise repose sur des fondements biologiques et biomécaniques profondément différents de l'implantologie axiale. Il ne s'agit plus d'implants ankylosés pour supporter une contrainte, mais d'implants dont l'intégration se fait par la contrainte. Ce nouveau raisonnement thérapeutique peut paraître déroutant au début, et une bonne compréhension des différents types de complications précoces ou tardives et de leur origine biomécanique et/ou infectieuse est nécessaire avant d'envisager une réintervention éclairée. Au final, la gestion des suites et des échecs thérapeutiques, bien plus que la réussite d'un traitement, met en évidence le degré de maîtrise théorique et clinique d'un praticien. Il est donc souhaitable, d'un point de vue légal, que chacun prenne conscience des responsabilités et des risques qui sont mis en jeu au cours de ces réinterventions.

© 2004 Publié par Elsevier SAS.

KEYWORDS

Basal implantology;
Diskimplant®;
Early complications;
Late complications;
Maxillo-facial;
Set sat back implant

Abstract The Set sat back Implantology is based on biological and biomechanical concepts, which are very different from axial Implantology. The Implant is no more ankylosed in order to support occlusal forces, but integrated under the effect of these forces. This new therapeutic reasoning can appear disconcerting at first, and a good comprehension of the various types of early or late complications and their biomechanical and/or infectious origin is necessary before considering an enlightened reintervention. Finally, the management of therapeutic complications and failures, much more than the success of a treatment, highlights the theoretical and clinical competence level of a

* Auteurs correspondants. Faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France.
Adresse e-mail : drdohand@hotmail.com (D. Dohan).

practitioner. It is thus important, from a legal point of view, to be aware of the responsibilities and the risks involved during these reinterventions.
© 2004 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

Si l'implantologie orale et maxillo-faciale actuelle offre des taux de réussite très élevés, elle n'en est pas pour autant infaillible. Et la gestion des suites et des échecs thérapeutiques, bien plus que la réussite d'un traitement, met en évidence le degré de maîtrise théorique et clinique, et parfois les lacunes, d'un praticien implantologue.

Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise (IMFs) ou implants basaux n'échappent pas à cette règle [1-3]. Reposant sur des concepts thérapeutiques très différents des implants axiaux, cette implantologie implique un réapprentissage complet des diagnostics et des comportements face à des suites opératoires avérées ou des situations problématiques pouvant être perçues comme des échecs. Et la gestion de ces situations nécessite une bonne connaissance des règles conceptuelles qui sous-tendent la réussite de ces traitements, afin d'imaginer des solutions originales et efficaces.

La notion d'échec en Implantologie à plateaux d'assise

L'implantologie à plateaux d'assise repose sur des fondements biologiques et biomécaniques complètement différents de l'implantologie axiale. Il ne s'agit plus d'implants ankylosés capables de supporter les forces occlusales, mais de prolongements endo-osseux d'une réhabilitation orale dont l'intégration dans l'os se fait sous l'effet des contraintes occlusodynamiques [1].

Autrement dit, les implants axiaux s'ostéo-intègrent *pour* supporter des contraintes alors que les implants à plateaux d'assise s'intègrent *par* les contraintes qu'ils supportent.

Cette différence conceptuelle implique des réactions biologiques différentes face aux deux grandes sources d'échecs implantaire précoces ou tardifs : le risque infectieux et le risque biomécanique.

Échecs précoces, échecs tardifs

En implantologie axiale, les échecs précoces sont toujours assimilés à des erreurs chirurgicales plus ou moins évidentes impliquant le plus souvent un

phénomène infectieux ou une absence de blocage primaire de l'implant. Les phénomènes tardifs sont dus principalement soit à une prothèse implantaire mal équilibrée induisant des contraintes parasites avec surcharges occlusales sur l'implant, soit à une infection, en particulier lorsque l'hygiène est mal contrôlée [4-6]. La principale cause de la perte tardive des implants axiaux demeure la péri-implantite [6]. Elle se définit comme la destruction du tissu osseux péri-implantaire suite à une infection [7]. C'est un phénomène irréversible qui implique la dépose rapide l'implant afin d'éviter une destruction accélérée du tissu osseux péri-implantaire [8-10]. Et il s'agit là d'un échec de l'ostéo-intégration, c'est-à-dire le principe fondateur de l'implantologie axiale.

En implantologie à plateaux d'assise, les échecs précoces sont également assimilés à des erreurs chirurgicales associant faute d'asepsie et/ou défaut de blocage primaire de l'implant. Dans ce cas, il s'agit d'un blocage trop tardif des implants par l'attelle de contention que représente la prothèse : si ce verrouillage n'est pas réalisé rapidement, les implants subissent des contraintes extérieures qui induisent des micromouvements et l'apparition d'une ostéolyse péri-implantaire. On retrouve également ce phénomène si le patient ne vient pas à ses rendez-vous de réglage de sa prothèse provisoire durant le premier mois post-opératoire : toute sur-occlusion ou déséquilibre mal pris en charge durant ces premiers temps cruciaux pour la consolidation osseuse peut induire d'importants dégâts au sein du tissu de soutien. La majeure partie du temps, un simple blocage des implants associé à des réglages occlusodynamiques adéquats suffira à induire la cicatrisation de ces loges d'ostéolyses. Cependant, lorsque celles-ci atteignent un volume important, elles peuvent devenir de véritables voies de colonisation pour les germes buccaux et induire un phénomène infectieux qui nécessitera une réintervention rapide.

Les échecs tardifs répondent aux mêmes circonstances : il s'agit le plus souvent des conséquences du descellement fortuit du bridge qui permettra alors les micromouvements des implants ainsi libérés de leur attelle. On retrouve surtout ce phénomène dans les systèmes implanto-dento-portés, où le descellement du bridge au niveau d'une dent cariée ou fracturée demeurera souvent asymptomatique jusqu'au développement de lésions péri-

implantaires. Une loge d'ostéolyse apparaîtra alors radiologiquement. Cependant, là encore, tant qu'aucune infection ne contamine le site, il suffit que le descellement soit découvert à temps pour resceller l'ensemble du bridge, corriger les surcharges occlusales occasionnées et permettre la réparation du site osseux sous l'effet des contraintes occlusodynamiques, selon ce même principe de cicatrisation osseuse en appui sans cisaillement. Cette problématique explique l'importance du suivi des patients en implantologie à plateaux d'assise.

Une autre cause d'échecs tardifs peut être la fracture d'un fût implantaire. Si ce phénomène existe en implantologie axiale, il est théoriquement plus important en implantologie à plateaux d'assise, en raison du diamètre extrêmement réduit des fûts implantaires (inférieur à 2 mm en moyenne). Ces fractures peuvent être de deux sortes : en compression ou en cisaillement. Les fractures à la compression impliquent une impaction du fût implantaire dans le plateau d'assise (et donc une fracture à la base de l'implant). Le plus souvent, elles sont le signe d'une surcharge occlusale iatrogène due à des défauts de réglages des bridges ou à des parafonctions traumatisantes du patient, telles qu'un bruxisme mal compensé. Les fractures en torsion ou cisaillement sont quant à elles caractéristiques des bridges sectoriels sur IMFs sans incorporation d'une dent ou même d'un implant axial, au sein de la réhabilitation. Sans ce verrouillage, les implants à plateaux d'assise ne sont plus protégés en latéralité et une telle situation est favorable à l'apparition de fracture en cisaillement, en général dans la zone d'émergence du fût implantaire hors de la crête osseuse.

Risques infectieux et risques biomécaniques

Le risque infectieux en implantologie à plateaux d'assise est globalement plus faible qu'en implantologie axiale en raison de la capacité d'intégration et de défense des fûts implantaires dans leur tissu de soutien. En effet, l'accumulation de plaque et la pénétration infectieuse sur les fûts prothétiques de ces implants est naturellement plus faible que pour les implants axiaux : la surface développée du cylindre des fûts implantaires au contact de la plaque bactérienne est beaucoup plus réduite chez les implants basaux, au fût fin de moins de 2 mm de diamètre, que chez les implants axiaux dont les diamètres oscillent entre 4 et 5 mm en moyenne.

De plus, en cherchant l'ankylose pure et des diamètres (et donc des surfaces développées) maximum pour un meilleur ancrage, les implants axiaux se comportent comme de véritables garrots pour la vascularisation péri-implantaire au milieu

de l'os spongieux. À l'inverse, le fût fin des IMFs n'entrave pas l'irrigation vasculaire du support osseux dont l'épaisseur est souvent modeste. Et une meilleure vascularisation du site implique une meilleure réponse immunitaire.

Enfin, puisque le concept d'intégration de ces implants s'inscrit davantage dans la mécanique maxillo-faciale que dans la biologie osseuse, la sensibilité de leur soutien osseux (stimulé et renforcé par la fonction) aux agressions bactériennes sera évidemment plus faible que pour un système implantaire dont la survie dépend exclusivement de l'ancrage initial [11]. C'est ce dernier point qui explique le caractère irréversible des péri-implantites axiales [9] face aux capacités de cicatrisation péri-implantaire constatées en implantologie à plateaux d'assise.

À l'inverse, la sensibilité des traitements par IMFs face aux risques biomécaniques est beaucoup plus importante que pour les implants axiaux. En effet, toute la biologie de l'intégration de ces implants repose sur leur contention initiale et leur mise en fonction cohérente au sein de la dynamique faciale. Toute erreur de réglage occlusodynamique de l'attelle provisoire ou du bridge définitif engendrera rapidement l'apparition de lyse osseuse péri-implantaire et un risque infectieux accru sur ces sites affaiblis. On retrouve également ces phénomènes lorsque l'occlusion se trouve modifiée par un traitement sur une arcade dentée antagoniste, induisant une suroclusion ou une bascule au niveau du bridge implanto-porté (tel qu'un bridge mandibulaire mal réglé réalisé quelques années après la réhabilitation du maxillaire par implants à plateaux d'assise, par exemple). De même, tout descellement non diagnostiqué du système prothétique de contention, en particulier au niveau des dents résiduelles incorporées au sein de la réhabilitation, impliquera rapidement des suites identiques. Si les surcharges occlusales sont également à l'origine de la perte d'implants axiaux, la vitesse de développement de ce phénomène est très inférieure à celle observée pour les implants basaux, en raison du rôle primordial que joue la mise en charge cohérente de ces implants dans leur intégration biologique élémentaire.

Indications de la réintervention, techniques opératoires et précautions élémentaires

En implantologie, réintervention signifie souvent lyses osseuses importantes, avec parfois des perturbations importantes des reliefs anatomiques. La

réintervention au niveau d'implants à plateaux d'assise pose ce même problème, mais elle répond à des règles spécifiques.

Les suites opératoires normales d'une chirurgie implantaire étendue à tout un maxillaire peuvent parfois être importantes, principalement en raison de l'œdème post-chirurgical. Cependant, il ne s'agit là que de suites normales qui n'impliquent aucunement des lésions implantaires.

Les indications précoces d'une réintervention sont le plus souvent d'ordre infectieux, si un phénomène septique sinusien se développe par exemple. D'autres indications plus rares sont les disjonctions de suture, qui peuvent être favorisées par les troubles de la néo-vascularisation et plus généralement de la cicatrisation observée chez les patients diabétiques, fumeurs, etc. Cependant, là encore, il n'existe aucune raison de retirer les implants : il est juste important de désinfecter régulièrement le site opératoire avec des agents iodés locaux et des antibiotiques par voie générale, le temps que la cicatrisation finisse par avoir lieu. Si ces disjonctions de suture mènent à des communications bucco-sinusiennes, il suffit le plus souvent de procéder à des lavages sinusiens réguliers, voire à une petite réintervention chirurgicale de déplacement de lambeau, jusqu'à la fermeture complète de la communication. Cependant, si ce traitement simple ne suffit pas à fermer sans dommage la communication et qu'une infection s'est propagée sur l'ensemble du site, il faudra exceptionnellement envisager la dépose de certains implants et leur remplacement immédiat ou retardé.

Hormis ces suites chirurgicales évidentes, le développement de lésions péri-implantaires répond à un schéma général parfaitement défini.

En général, tout commence par un problème biomécanique. Par exemple, suite au descellement d'un bridge ou à une surcharge occlusale non diagnostiquée, la lyse osseuse induite ne sera pas irréversible comme en implantologie axiale, aussi longtemps qu'elle ne sera pas le support d'un phénomène infectieux : il suffira de rétablir la contention de l'implant ou de rééquilibrer l'interface occlusale pour qu'une cicatrisation osseuse en appui puisse se mettre en place sous l'effet des contraintes occlusofonctionnelles.

En revanche, dès qu'une infection se surajoute à un problème biomécanique, la réintervention chirurgicale sera nécessaire. En fonction de l'importance de l'infection et de la lyse osseuse, on pourra parfois procéder simplement au débridement du tissu fibrokystique péri-implantaire, la remise en charge de l'implant par son blocage dans le bridge suffisant le plus souvent à induire une cicatrisation osseuse et un renforcement du tissu péri-

implantaire par une simple stimulation fonctionnelle. Dès que l'infection atteint un degré très important, voire incontrôlable, il faudra parfois déposer l'implant, cureter le site et le désinfecter à l'aide de solution iodée et d'antibiotiques locaux, avant de prendre la décision de réimplanter immédiatement ou de patienter quelques semaines avant de reprendre. C'est dans ces dernières situations que l'on risque d'avoir affaire à des délabrements osseux importants. Cependant, grâce aux techniques développées pour les réhabilitations maxillo-faciales, les implants à plateaux d'assise offrent des possibilités de remplacement immédiat, même dans les situations les plus délicates. C'est en particulier le cas des sites devenus impropres à l'utilisation d'implants cylindriques, si ce n'est au prix de greffes longues, douloureuses et grandement compliquées par la perte de cohérence anatomique de la pièce osseuse (sinus ouvert, perte de tables osseuses vestibulaires et/ou linguales, communications bucco-sinusiennes, bucco-nasales, etc.).

Dans les cas de fracture d'implants en compression, on se retrouve face à la double nécessité de déposer les morceaux de l'implant brisé et de placer un nouvel implant sur les restes souvent délabrés du site implantaire. En général, ces fractures ont lieu à la base de l'implant, à la jonction entre le plateau d'assise et le fût prothétique. Si ce dernier est facile à retirer de l'os, il n'en est pas de même du plateau. On dispose alors de deux options : soit réaliser une ostéotomie à la fraise à os et au cutter autour du plateau jusqu'à obtenir prise sur lui, soit laisser le disque en place tout simplement, à condition qu'aucun phénomène infectieux ou signe de lyse osseuse ne soit observé à proximité. Dans ce dernier cas, il suffira de réaliser une loge pour l'implant de remplacement juste au-dessus des restes du précédent.

Les fractures d'implants en cisaillement ont en général lieu au niveau de l'émergence osseuse du fût implantaire. Dans ce cas, la dépose de l'implant n'est plus nécessaire. Il suffit en effet de dégager sur quelques millimètres la portion de fût implantaire résiduelle, d'y rétablir un filetage à l'aide d'un instrument adéquat et d'y visser un moignon prothétique légèrement plus long que le précédent pour compenser la perte de hauteur associée à la fracture du fût implantaire. Dans une telle situation, on pourra sans difficulté réutiliser en l'état la même prothèse définitive à resceller.

Si au cours de certaines de ces manœuvres, les structures osseuses adjacentes venaient à céder, on se retrouvait alors dans une configuration originale à appréhender avec imagination, telle qu'on la retrouve dans la gestion des réhabilitations maxillo-faciales entre autres [3].

Cas cliniques

Risques biomécaniques et risques septiques

Ces deux risques sont intimement liés en Implantologie à plateaux d'assise. En général, tout débute par un incident biomécanique sur lequel se greffe une infection plus ou moins étendue.

Lorsque notre patient se présente à la consultation, il a déjà subi plusieurs tentatives de traitements implantaire. En 1982 fut réalisé un bridge complet implanto-porté qui dura 10 ans. Puis en 1992, il fut remplacé par une prothèse amovible complète stabilisée par une barre de jonction implanto-porté (Fig. 1). En 1998, ce patient fut pris en charge en implantologie basale par un membre de l'École allemande [1,2] : quatre implants à larges plateaux d'assise furent posés, selon la technique maxillo-faciale de Frank Spahn. Malheureusement, chez ce patient bruxomane à la prognathie

mandibulaire traitée 20 ans auparavant par une ostéotomie d'Obwegeser, les implants basaux ne résistèrent pas longtemps aux contraintes occlusales. Ce problème biomécanique se transforma rapidement en loges d'ostéolyses péri-implantaires généralisées avec ouvertures de communications bucco-sinusiennes, bucco-nasales et infection surajoutée. C'est dans cet état que ce patient se présente en consultation début 2002 (Fig. 2).

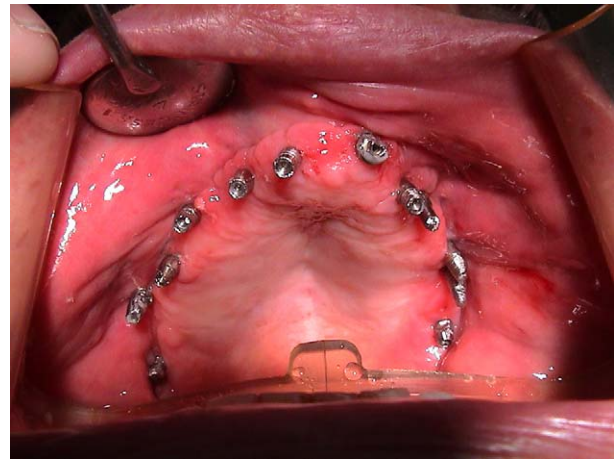
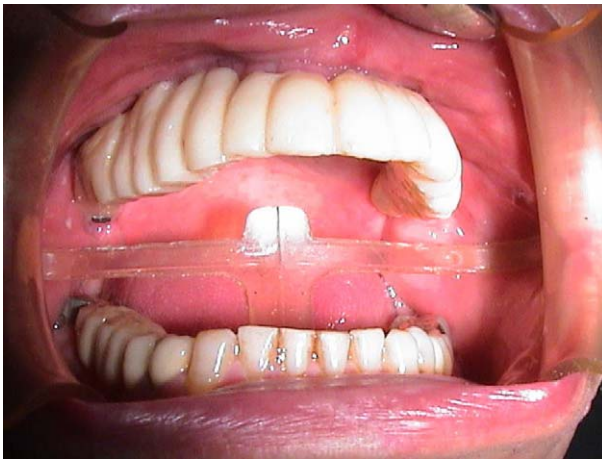
La réintervention permet le curetage des sites d'ostéolyses et la fermeture des cheminées de communications bucco-sinusiennes et bucco-nasales à l'aide de membranes de PRF [12-14]. Malgré la sévérité des lésions péri-implantaires, trois implants à plateaux d'assise sur quatre sont conservés, ainsi que le dernier implant axial. Huit nouveaux implants sont posés au cours de l'intervention afin de consolider la nouvelle réhabilitation et de répondre à l'importance des contraintes occlusales mises en oeuvre chez ce patient. Les douze



Figure 1 En 1998, ce patient portait une prothèse maxillaire complète stabilisée par trois implants axiaux résiduels reliés par une barre de jonction. Deux de ces implants étaient devenus mobiles suite à une péri-implantite visible radiologiquement. Noter la présence de vis et de fil d'ostéosynthèse à la mandibule, seule trace visible d'une chirurgie de recul du corps mandibulaire selon Obwegeser.



Figure 2 Après sa prise en charge en 1998 par un membre de l'École allemande d'implantologie basale, ce patient voit rapidement apparaître des mobilités, puis des infections à répétition au niveau de sa réhabilitation implanto-portée : en effet, les implants basaux, trop peu nombreux, ne résistèrent pas longtemps aux contraintes occlusales de ce patient bruxomane. Ce problème biomécanique se transforma rapidement en loges d'ostéolyses péri-implantaires généralisées, visibles sur cette radio, avec ouvertures de communications bucco-sinusiennes, bucco-nasales et infection surajoutée. C'est dans cet état que ce patient se présente à notre consultation début 2002.



Figs. 3-5 La réintervention permet le curetage des sites d'ostéolyses, la fermeture des communications bucco-sinusiennes et bucco-nasales à l'aide, entre autres, de membranes de PRF et la pose de huit nouveaux implants. Malgré la sévérité de leurs lésions péri-implantaires, trois des quatre implants basaux de la précédente réhabilitation sont conservés, ainsi que le dernier implant axial. Les douze implants sont alors immédiatement solidarisés entre eux à l'aide d'une prothèse provisoire en résine servant d'attelle de contention. Après cicatrisation à deux mois post-opératoires, la radiographie panoramique de contrôle met clairement en évidence une disparition complète des loges d'ostéolyse, y compris au contact des anciens implants les plus atteints. Noter que les différentes communications bucco-sinusiennes ont totalement cicatrisé.

implants sont alors immédiatement solidarisés entre eux à l'aide d'une prothèse provisoire en résine servant d'attelle de contention (Figs. 3-5).

Après cicatrisation à deux mois post-opératoires, la radiographie panoramique de contrôle met clairement en évidence une disparition complète des loges d'ostéolyse, y compris au contact des anciens implants les plus atteints. La consolidation de la réhabilitation et la remise en fonction cohérente et raisonnée des implants victimes de péri-implantite a permis leur sauvegarde et la cicatrisation complète de leur tissu de soutien. Un tel phénomène n'existe pas en implantologie axiale, où la péri-implantite mène inéluctablement à la perte de l'implant.

Cette caractéristique des implants à plateaux d'assise peut paraître déroutante pour ceux qui ne la connaissent pas : ces implants peuvent guérir par la fonction.

Enfin, la prothèse définitive s'apparente dans ce cas à de la prothèse maxillo-faciale sur deux éta-

ges, l'un pour les dents en céramique blanche, l'autre pour les remparts alvéolaires en céramique rose (Figs. 6-9). Étant donnée l'importance des résorptions osseuses maxillaires, les remparts alvéolaires sont remplacés par une hauteur prothétique importante en céramique rose [2,3].

Remplacement d'un implant fracturé sous un bridge maxillaire complet

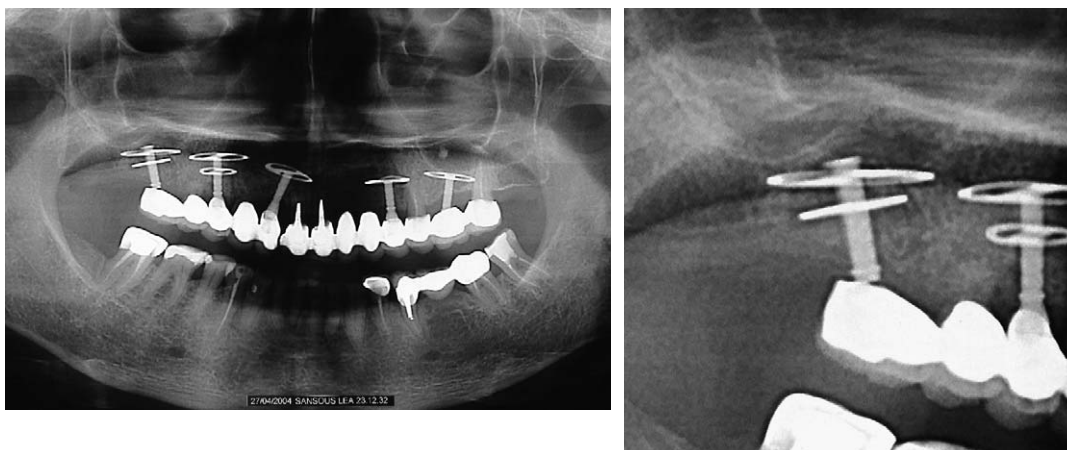
Les fractures d'implants à plateaux d'assise peuvent être dues à des surcharges axiales (fracture en compression) ou en latéralité (fracture en cisaillement). Cependant, ces dernières se traitent très facilement sous anesthésie locale à condition de posséder la bonne instrumentation et de savoir comment faire. Seules les fractures en compression nécessitent réellement une réintervention sérieuse, parfois sous anesthésie générale, car ces fractures apparaissent à la base de l'implant, ce qui implique d'extraire les plateaux d'assise et le fût



Figs. 6-9 Étant donné l'importance des destructions osseuses maxillaires, l'ensemble des remparts alvéolaires est remplacé par une hauteur importante de fausse gencive en céramique rose. La prothèse s'apparente dans ce cas à de la prothèse maxillo-faciale sur deux étages, l'un pour les dents en céramique blanche, l'autres pour les remparts alvéolaires en céramique rose. Noter que malgré l'importance des résorptions maxillaires, le patient peut être replacé en occlusion classe I Canine. Le porte-à-faux entre la prothèse et ses implants de soutien ne pose pas de problème grâce au nombre d'implants utilisés et à des réglages occlusaux permettant d'éliminer tous risques de bascule.

implantaire séparément, tout en rajoutant un ou plusieurs implants sur le site. En effet, ce type de fracture étant dû à des contraintes occlusales supérieures à ce qui est toléré par notre réhabilitation,

il faut savoir parfois remplacer un implant fracturé par plusieurs nouveaux implants de manière à consolider l'ensemble (Figs. 10-14). C'est d'ailleurs la prise de conscience de ce risque qui a permis de



Figs. 10 et 11 Les fractures d'implants en compression se caractérisent par une impaction du fût implantaire dans son plateau d'assise sous l'effet de contraintes axiales excessives.



Figure 12 L'implant fracturé est remplacé par deux implants : un implant à très grand plateau sur le site de l'implant fracturé, et un implant supplémentaire postérieur pour consolider la réhabilitation face aux contraintes occlusales importantes induites par l'arcade antagoniste dentée.



Figs. 13 et 14 Pour des raisons de sécurité, le bridge définitif n'a pas été descellé au cours de la réintervention. On s'est juste contenté de couper la portion soutenue par l'implant fracturé à déposer. L'incorporation des deux nouveaux implants est réalisée à l'aide d'un raccord prothétique rigide et verrouillée dans le prolongement de la première prothèse définitive.

faire évoluer notre technique au cours des dix dernières années, en augmentant de manière significative le nombre d'implants posés pour une réhabilitation [2,3].

Discussion

L'échec en Implantologie à plateaux d'assise : une notion relative

Implants basaux (IMFs) et implants axiaux répondent à des concepts de cicatrisation totalement différents. Si leurs réactions face aux risques septiques et biomécaniques peuvent paraître proches, la majeure partie des suites précoces ou tardives qui affectent les IMFs ne sont pas irréversibles, à la différence des lésions qui atteignent les implants axiaux [8]. Et cela peut parfois faire apparaître les implants basaux comme « auto-cicatrisants ».

En implantologie à plateaux d'assise, l'ostéo-intégration est secondaire [1]. Seule compte le

phénomène de renforcement osseux provoqué par la cicatrisation osseuse en appui au cours de la mise en fonction de l'implant. Et si les péri-implantites basales existent, elles sont principalement provoquées par un problème occlusodynamique (même si par la suite une infection s'y ajoute), c'est-à-dire soit une surcharge occlusale, soit le descellement du bridge entraînant la mobilisation de l'implant au cours de la mastication. Mais à la différence des implants axiaux, les implants à plateaux d'assise peuvent guérir de leur péri-implantite : celles-ci sont dues à des perturbations mécaniques, et il suffira le plus souvent de corriger l'origine du problème pour obtenir une guérison totale du site par stimulation de la cicatrisation osseuse en appui lors de la remise en fonction correcte de l'implant. Ce phénomène est également mis à profit chez les patients présentant des terrains complexes avec des pathologies générales telles que le diabète : l'implantologie basale stimule la cicatrisation par la fonction, ce qui est également valable chez les patients affaiblis, là où l'implantologie axiale ré-

clame une cicatrisation péri-implantaire naturelle préalable à toute stimulation fonctionnelle [11].

Ainsi, même face à une suite précoce ou tardive, qu'elle soit biomécanique ou septique, il est rare de devoir déposer des implants basaux. La quasi-absence de phénomènes irréversibles, tels que les péri-implantites des implants axiaux, permet le plus souvent de contrôler ces suites et de les guérir sans dommage.

Enfin, comme nous l'avons vu précédemment, en implantologie à plateaux d'assise, il n'existe quasiment aucune limite à la réalisation en un temps chirurgical des traitements les plus délicats [2,3]. Ce qui signifie que la perte d'un implant basal peut de toute façon être immédiatement compensée par le remplacement de cet implant, sauf en cas de surinfection extrêmement sévère du site implantaire. Il n'existe donc pas réellement d'échecs en implantologie à plateaux d'assise, sauf si c'est la volonté du patient de ne pas poursuivre un traitement.

Réintervention, confraternité et responsabilité civile

Lorsqu'un praticien réalise un traitement, il met en jeu sa responsabilité tant vis à vis du patient que vis à vis de sa profession. Réintervenir implique un exercice encore plus délicat, en particulier lorsqu'il s'agit de reprendre un traitement réalisé par un confrère. Si cette équation déontologique se pose parfois en implantologie axiale, elle devient largement plus complexe quand il s'agit d'un traitement d'implantologie basale.

En effet, malgré des résultats très performants, cette technique demeure délicate à mettre en oeuvre et elle n'est encore que très peu enseignée au sein des facultés. Le nombre de praticiens utilisant ces implants est faible. Et ceux qui les utilisent selon un concept strictement orthopédique sont encore moins nombreux. Dans de telles circonstances, cette technique de plus de 30 ans demeure encore bien confidentielle, bien qu'en expansion importante depuis environ cinq ans. De nombreux confrères sont ainsi désemparés lorsqu'ils se retrouvent face à des patients porteurs de ces implants, et peuvent parfois réagir, volontairement ou non, de manière contraire aux principes de cette implantologie sans autre raison que leur manque d'information. Et trompés par le mot « implant » dont ils pensent connaître le sens, ils extrapolent à tort à l'implantologie basale les préceptes valables en implantologie axiale. Cependant, lorsqu'il s'agit de réintervention, on passe aisément du verbe critique au geste de responsabilité civile qui lui peut conduire à des questions.

Il faut souligner que la responsabilité ne se partage pas et qu'un praticien, même bien intentionné mais ne connaissant pas l'implantologie basale, engage sa responsabilité s'il décide d'agir sur un travail dont il ignore le cahier des charges. En particulier, il aura à expliquer, s'il dépose à tort des implants à plateaux d'assise, sur quelles connaissances il a cru devoir fonder son geste.

« En cas de difficulté et de doute... rapprochez-vous des textes ! », disait le célèbre procureur général Beziot de la Cour de cassation. Le Code de Déontologie des chirurgiens dentistes (articles 52 à 61 en particulier) fait obligation à un praticien consulté pour une réintervention sur le travail d'un confrère de prendre contact avec celui-ci afin de bien connaître les détails du précédent traitement et de déterminer ensemble la conduite thérapeutique et psychologique à tenir vis à vis du patient. En cas de désaccord entre les praticiens, il faut alors en théorie demander la médiation du Conseil de l'ordre. Mais en aucune façon il n'est autorisé de réintervenir, en particulier sur des traitements aussi complexes (hormis, évidemment, en cas d'urgence), sans concertation préalable.

Dans tous les cas, le patient garde le choix de son thérapeute, mais le praticien consulté se doit de rester neutre et de ne pas tenir de propos critiques définitifs sur une méthode dont il ignore tout.

Ainsi, il est important de considérer cette implantologie avec rigueur et d'éviter de réintervenir sans avoir acquis la formation théorique et pratique minimum nécessaire à une juste compréhension des techniques et des risques.

Conclusion

C'est la gestion des suites et des échecs qui définit le niveau de compétence d'un praticien. L'implantologie à plateaux d'assise, par son concept orthopédique de cicatrisation osseuse en appui, bouleverse radicalement l'approche simple et sécurisante de la réintervention en implantologie axiale : pour elle, les règles sont différentes, voire inversées. C'est ce raisonnement alternatif qui est le plus déroutant pour tout praticien non formé à cette technique. Il est donc souhaitable, d'un point de vue légal, que chacun prenne conscience des responsabilités et des risques qui sont mis en jeu lorsque des réinterventions hasardeuses sont menées. Surtout lorsque l'on observe la qualité et la simplicité de ces mêmes réinterventions lorsqu'elles sont réalisées par des mains et des esprits informés.

Références

- [1] Donsimoni J-M, Dohan D. Set sat back maxillo-facial implants. Part 1 : orthopaedic concepts and technologies. *Implantodontie* 2004;13(1):13-30.
- [2] Donsimoni J-M, Bermot P, Dohan D. Set sat back maxillo-facial implants. Part 2 : maxillo-mandibular rehabilitations. *Implantodontie* 2004;13(1):31-43.
- [3] Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Set sat back maxillo-facial implants. Part 3 : maxillo-facial reconstructions. *Implantodontie* 2004;13(2):71-86.
- [4] Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106(1):527-51.
- [5] Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998;106(3):721-64.
- [6] Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14(4):473-90.
- [7] Quirynen M, De Soete M, Van Steenberghe D. Infectious risks for oral implants: a review of the literature. *Clin Oral Implants Res* 2002;13(1):1-19.
- [8] Roos-Jansaker AM, Renvert S, Egelberg J. Treatment of peri-implant infections: a literature review. *J Clin Periodontol* 2003;30(6):467-85.
- [9] Lang NP, Wilson TG, Corbet EF. Biological complications with dental implants: their prevention, diagnosis and treatment. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(Suppl 1):146-55.
- [10] Klinge B, Gustafsson A, Berglundh T. A systematic review of the effect of anti-infective therapy in the treatment of peri-implantitis. *J Clin Periodontol* 2002;29(Suppl 3):213-25 discussion 232-3.
- [11] Sugerma PB, Barber MT. Patient selection for endosseous dental implants: oral and systemic considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(2):191-201.
- [12] Dohan S, Choukroun J, Dohan A, Donsimoni J-M, Gabrieleff D, Fioretti F, et al. Platelet Rich Fibrin (PRF) : a new healing biomaterial. Part 1 : biotechnologies and fibrin. *Implantodontie* 2004;13(2):87-97.
- [13] Dohan S, Choukroun J, Dohan A, Donsimoni J-M, Gabrieleff D, Fioretti F, et al. Platelet Rich Fibrin (PRF) : a new healing biomaterial. Part 2 : Platelets and cytokines. *Implantodontie* 2004;13(2):99-108.
- [14] Dohan S, Choukroun J, Dohan A, Donsimoni J-M, Gabrieleff D, Fioretti F, et al. Platelet Rich Fibrin (PRF) : a new healing biomaterial. Part 3 : immune features. *Implantodontie* 2004;13(2):109-15.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise

Concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse.
6^e partie : une méta-analyse ?

Set sat back maxillofacial implants

6th part: meta-analysis?

J.-M. Donsimoni ^{a,*}, A. Dohan ^b, D. Gabrieleff ^{a,b}, D. Dohan ^{b,*}

^a Clinique Milan, 17, rue de Milan, 75009 Paris, France

^b Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

Disponible sur internet le 2 décembre 2004

MOTS CLÉS

Diskimplant® ;
Étude rétrospective ;
Implant à plateaux
d'assise ;
Implantologie basale ;
Maxillofacial

Résumé Bien que l'implantologie à plateaux d'assise sous ces différentes formes existe depuis presque 30 ans, il n'existe pas encore d'étude clinique statistique de grande ampleur disponible dans la littérature internationale à ce jour. L'objectif de ce dernier article est donc de tenter d'établir une première étude rétrospective ne portant que sur les réhabilitations maxillaires et/ou mandibulaires complètes par implants maxillofaciaux à plateaux d'assise réalisées à la clinique Milan à Paris de 1994 à début 2004, ce qui exclut du champ de ce travail les réhabilitations qui n'intéressent qu'un secteur d'arcade dentaire. Nos résultats sont classés en quatre tableaux distincts afin de déterminer les statistiques générales de notre exercice, l'influence du contexte occlusofonctionnel et du type de réhabilitation (implantaire stricte ou mixte dento-implantoportée) sur l'apparition de suites précoces ou tardives, d'en évaluer la nature et la fréquence et de mettre en évidence le rôle du tabac et du bruxisme dans leur apparition. Au final, les résultats de cette technique sont très prometteurs, en particulier pour le traitement des situations cliniques les plus délicates, chez les patients les plus fragiles.
© 2004 Publié par Elsevier SAS.

KEYWORDS

Basal implantology;
Diskimplant®;
Maxillofacial;
Retrospective study;
Set sat back implant

Abstract Although set sat back implantology exists since near 30 years, there is still no significant statistical clinical study in the international literature. The objective of this last article is thus to establish a retrospective study on all complete maxillary and/or mandibular rehabilitation with set sat back maxillofacial implants carried out in Milan Private Clinic (Paris) from 1994 to the early 2004, excluding from the field of this work all partial dental rehabilitations. Our results are classified in 4 distinct tables in order to determine the general statistics of our exercise, the influence of the occlusal and

* Auteurs correspondants. Faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France.
Adresse e-mail : drdohand@hotmail.com (D. Dohan).

functional context and the rehabilitation type (strictly implantar or mixt dental-implantar) on the development of early or late complications, to evaluate their nature and frequency and to highlight the role of smoking and bruxism on their development. Finally, the results of this technique are very interesting, particularly for the treatment of the most complex clinical situations in the most fragile patients.

© 2004 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

La juste évaluation de l'efficacité des thérapeutiques implantaire est une démarche cruciale tant pour la qualité des soins apportés au patient que pour le développement de raisonnements cliniques et de techniques toujours plus performants [1]. Si la plupart des traitements disposent de fondements théoriques raisonnables, il est souvent bien difficile de démontrer scientifiquement leur efficacité. C'est ce qui a rendu le concept de dentisterie fondée sur la preuve (*evidence-based dentistry*) si attrayant depuis quelques années désormais. Cette philosophie implique que l'expérience individuelle de chaque praticien soit intégrée de manière rigoureuse et systématique en un ensemble cohérent de données fondamentales et cliniques. C'est ce type de raisonnements méta-analytiques qui permettent d'éliminer les traitements inefficaces voire dangereux de l'arsenal thérapeutique, dans une recherche permanente de rationalisation des coûts financiers et humains des traitements médicaux [1].

Bien que l'implantologie à plateaux d'assise sous ces différentes formes existe depuis presque 30 ans, il n'existe pas encore d'étude clinique statistique de grande ampleur disponible dans la littérature internationale à ce jour.

L'objectif de ce dernier article est donc de tenter d'établir une première étude rétrospective portant uniquement sur les réhabilitations maxillaires et/ou mandibulaires complètes par implants maxillofaciaux à plateaux d'assise réalisées à la clinique Milan à Paris au cours des dix dernières années à l'aide de statistiques claires, et en prenant appui sur une technique clairement décrite dans les cinq articles précédents de cette série [2-4].

Problématique de l'étude

Il est difficile de développer une définition exacte d'un succès en implantologie. En effet, il n'existe pas de critères universels de succès en raison du grand nombre de facteurs biologiques, mécaniques, techniques et psychologiques qui sont impliqués [5]. Le simple fait qu'un implant soit fonctionnel ou accepté par le patient ne peut pas suffire à définir

un succès. Il est également important de faire la distinction entre le succès d'une prothèse implantoportée et le succès individuel des implants supportant une prothèse. Sur l'ensemble d'un maxillaire traité, la perte d'un implant n'aura souvent pas de conséquence sur la longévité du traitement dans son ensemble, mais dans certains cas, la perte d'un seul implant menacera la survie de la prothèse [5].

Comment peut-on dans ce cas, mener une étude sérieuse en implantologie maxillofaciale à plateaux d'assise ? En effet, bien peu de praticiens utilisent couramment ces implants, et moins encore les utilisent strictement selon les principes orthopédiques qui pourtant sont les garants de leur efficacité [2]. Dans la majeure partie des cas, ces implants sont au mieux utilisés face à des sinus juxtacrestaux et associés à des implants axiaux, ce qui, comme nous l'avons vu précédemment (voir article 4), ne peut pas être considéré comme homogène d'un point de vue biomécanique en raison de la différence de résilience entre les implants à plateaux d'assise et les implants axiaux. Et même au sein de l'exercice d'un seul et même praticien, de nombreuses évolutions techniques et conceptuelles apparaissent peu à peu avec le développement d'une expérience clinique [2-4].

Ce problème se retrouve d'ailleurs de façon systématique dans l'ensemble de la littérature : le temps qu'une première étude sérieuse soit menée selon un système donné, l'instinct et l'expérience des praticiens auront déjà fait évoluer les critères retenus initialement, qu'il s'agisse de petits réglages techniques tels que la force du torque à appliquer au vissage d'une prothèse ou d'un changement plus radical du concept avec simplification des procédures. C'est ce qui rend si difficile de mener des travaux de qualité à long terme : les thérapeutiques médicales, et dentaires en particulier, sont en permanente évolution grâce à l'inventivité et l'expérience des praticiens. Si ce phénomène est presque caricatural dans le domaine des résines composites, l'implantologie n'est pas épargnée. Par exemple, le système implantaire axial a subi des évolutions continues de ses formes et états de surface au cours du temps [1].

Au final, une étude statistique en implantologie basale présente nécessairement une certaine hété-

rogénéité qui rend difficile l'analyse de critères de réussite pointus développés pour l'implantologie axiale, tels que les index de saignements, les analyses de plaques ou encore l'évolution de la hauteur d'os marginal péri-implantaire [5].

Cependant, puisque notre travail ne porte que sur l'exercice d'un seul praticien spécialisé quasi exclusivement dans la pose de ces implants, cette étude présente l'avantage d'être *totale*ment randomisée : en effet, tous les patients considérés ont été traités selon un protocole similaire quelle que soit leur situation clinique. Les résultats statistiques ne sont pas biaisés par un tri préopératoire visant à diviser la patientèle en catégories distinctes, avec par exemple d'un côté les cas les plus simples pour l'implantologie axiale et de l'autre côté les patients difficiles réservés à l'implantologie basale. Dans notre exercice, la grande majorité des patients traités suivent le même protocole thérapeutique, quelle que soit leur situation clinique initiale, puisque l'implantologie à plateaux d'assise permet en théorie le traitement de toutes les édentations complètes, des plus simples aux plus complexes [2-4].

À partir de ces problématiques ardues, il convient de développer une approche cohérente pour notre étude et de définir des objectifs raisonnables.

Matériel et méthode

Objectifs de l'étude

Dans un premier temps, il est important de définir clairement les critères de réussite des traitements. Actuellement, étant donné l'absence d'études rétrospectives précises et de grande ampleur portant sur cette technique implantaire, il faut considérer que la priorité de cette première étude peut se résumer en une phrase : nous devons définir si cette technique permet d'obtenir des résultats reproductibles et fiables dans le temps. Il ne s'agit même pas de déterminer les caractéristiques exactes des succès de cette implantologie, mais juste de pouvoir mettre en évidence ces succès et prouver que cette implantologie ne nuit pas au patient. Pour cela, les critères devront être très simples, beaucoup plus généraux que s'il s'agissait d'une étude clinique sur un énième type d'implant axial : les patients traités retrouvent-ils une fonction masticatoire et phonétique acceptable et acceptée ? Les réhabilitations sont-elles esthétiquement acceptables et acceptées par le patient ? Enfin, quelle est l'évolution de ces paramètres dans le temps ?

Afin d'évaluer avec un minimum de biais les résultats obtenus, cette étude ne devra porter que

sur un type de traitement spécifique. En l'occurrence, puisque l'on cherche à valider en premier lieu le concept orthopédique de cicatrisation en appui sans cisaillement, on limitera cette étude aux seuls cas de réhabilitations maxillaires et/ou mandibulaires complètes. C'est dans ces situations cliniques que le verrouillage tridimensionnel des implants par la prothèse est le moins perturbé par des contraintes parasites incontrôlables : on se retrouve alors dans un cas de cicatrisation en appui idéal. Parmi ces cas cliniques, on notera parfois la présence de dents résiduelles intégrées à la réhabilitation globale, et de paramètres d'occlusion variables selon la nature de l'arcade dentaire antagoniste (naturelle, amovible ou implantoportée). Toutes ces données accessoires doivent être prises en compte et intégrées à notre démarche analytique.

Quelques critères de succès (tels que l'absence de douleurs spontanées ou provoquées, l'absence de fibrose confirmée radiologiquement, l'absence de mobilité de la réhabilitation implantoportée) doivent être définis et une période de suivi adéquate doit être considérée. Dans la mesure où nous n'avons débuté l'utilisation de ces implants qu'il y a dix ans, la période de suivi sera variable, allant de neuf à dix ans pour les cas les plus anciens à six mois pour les cas les plus récents. Ces derniers ne peuvent donc avoir de sens statistique que dans le décompte des suites et échecs précoces. Les suites ne sont considérées comme tardives qu'au-delà des six premiers mois postopératoires.

Trois périodes, trois approches techniques pour un même concept

L'implantologie à plateaux d'assise est une technique qui repose sur un concept orthopédique de cicatrisation osseuse en appui sans cisaillement. Cependant, pour atteindre cet objectif, de nombreuses options techniques s'offrent à la main du praticien.

Au cours de nos dix ans de pratique, notre technique a tout naturellement évolué, intégrant l'expérience acquise au cours des traitements réussis, mais surtout le raisonnement thérapeutique développé lors de la gestion de certaines suites précoces ou tardives. Il est toutefois possible de distinguer trois grandes périodes distinctes dans cette évolution technique progressive.

De 1994 à 1997, nous avons commencé par appliquer avec rigueur les concepts et conseils de Frank Spahn, c'est-à-dire une technique maxillofaciale avec utilisation de plateaux d'assise de diamètre importants peu nombreux et idéalement placés dans les zones de résistance maxillaires et mandi-

bulaires. À la différence de Spahn cependant, la confection du bridge provisoire servant d'attelle occlusale et de fixateur externe des implants est systématiquement réalisée le jour même, là où Spahn préconisait parfois un délai de cicatrisation avant le blocage des implants.

En 1998 et 1999, la technique a peu à peu évolué, en augmentant le nombre d'implants nécessaires au soutien de la prothèse et en favorisant certaines insertions composées, plus délicates à mettre en œuvre mais plus propices au blocage des implants en latéralité.

Enfin, de 2000 à janvier 2004, les insertions composées sont systématiques, comme l'accroissement statistique du nombre d'implants posés pour réhabiliter une arcade maxillaire ou mandibulaire complète.

Notre activité globale se décompose approximativement en un tiers de réhabilitations dentaires partielles et deux tiers de réhabilitations maxillaires ou mandibulaires complètes. Cette étude se limitant aux réhabilitations complètes, elle portera donc sur 1352 implants posés en première intention sur un total d'environ 1575 implants posés depuis dix ans. Il faut toutefois noter que cette activité n'est pas parfaitement homogène au cours du temps : la courbe du nombre total d'implants à plateaux d'assise posés chaque année met en évidence une progression de cette activité avec le développement de notre expérience clinique (Fig. 1).

Organisation de l'étude

Nos résultats peuvent être classés en quatre tableaux distincts.

Le premier tableau comptabilise les statistiques cliniques générales de notre exercice, en particulier le nombre total d'implants posés, perdus, remplacés et le nombre d'échecs avérés temporaires ou définitifs de cette technique implantaire au cours de réhabilitations maxillaires et ou mandibulaires complètes. Noter que parfois, un implant perdu a été remplacé par deux voire trois nouveaux

implants, mais pour la clarté des statistiques, on se limite à compter les implants perdus et remplacés. De même, quelques bridges sectoriels ont nécessité leur remplacement par un bridge complet (c'est en particulier le cas entre 1994 et 1997, lorsque le concept de protection des implants en latéralité n'était pas encore parfaitement maîtrisé). Ces quelques échecs apparaîtront dans les statistiques des bridges sectoriels (à publier ultérieurement).

Le deuxième tableau permet une première évaluation statistique de l'influence générale du contexte occlusofonctionnel et du type de réhabilitation (implantaire stricte ou mixte dento-implantoportée) sur l'apparition de suites précoces ou tardives au sein de ces mêmes réhabilitations maxillaires ou mandibulaires complètes par implants à plateaux d'assise.

Sur l'ensemble des cas cliniques étudiés, le nombre de dents naturelles incorporées dans ces bridges implantoportés n'excède jamais six dents. Il s'agit en général du cas de figure où l'on cherche à conserver un bloc incisivocanin pathologique mais encore utilisable.

Pour cette étude, on considère un maxillaire ou une mandibule antagoniste comme denté lorsque ceux-ci disposent d'au moins dix dents ou réhabilitations dentaires fixées fonctionnelles sans prothèse adjointe, hors dents de sagesse. Cela inclut donc les prothèses adjointes de quatre dents ou moins. À l'inverse, on considère un maxillaire ou une mandibule antagoniste comme traitée par prothèse adjointe lorsque ceux-ci disposent d'une prothèse adjointe partielle d'au moins cinq dents ou complète. Noter que ces critères de classement statistiques peuvent paraître imparfaits, car ne tenant pas forcément compte de l'ensemble d'une situation clinique occlusale donnée. Cependant, au cours de nos investigations, aucun patient n'a pu être considéré comme problématique : tous ceux classés dans la catégorie « traité par prothèse adjointe » présentaient sans exception une occlusion totalement dépendante de leur prothèse adjointe, et tous ceux présentés dans la catégorie « denté » présentaient des arcades dentaires plus ou moins

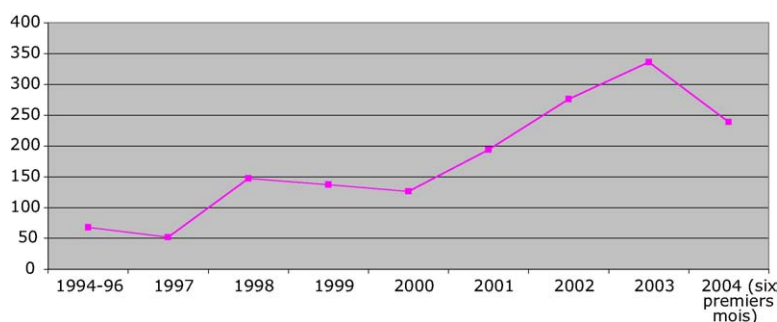


Figure 1 Nombre d'implants posés chaque année au cours de notre exercice en implantologie maxillofaciale à plateaux d'assise.

complètes associées à des fonctions masticatoires naturelles.

Le troisième tableau cherche à évaluer la nature et la fréquence des suites précoces ou tardives pouvant induire une réintervention chirurgicale, avec ou sans dépose d'implants à plateaux d'assise ;

Enfin, le quatrième tableau tentera de mettre en évidence le rôle du tabac et du bruxisme dans l'apparition de ces mêmes suites, et dans les échecs implantaires et/ou prothétiques associés.

Résultats et discussion

Un concept de cicatrisation osseuse en appui sans cisaillement efficace et éprouvé

Les résultats mis en avant dans cette étude démontrent sans ambiguïté l'efficacité et le caractère reproductible de ces traitements implantaires délicats intéressants des maxillaires complets (Tableau 1). Ils permettent également de mettre en évidence les failles potentielles du système : ces implants cicatrisent et renforcent leur assise par la fonction, et tout déséquilibre de celle-ci peut être à l'origine de suites plus ou moins importantes mais toujours désagréables. En effet, face à une arcade dentée, c'est-à-dire induisant des contraintes occlusofonctionnelles plus importantes et moins maîtrisables qu'une prothèse amovible, nos réhabilitations présentent un nombre plus important de suites tardives, en raison de forces parasites qui peuvent déstabiliser l'équilibre maxillomandibulaire nécessaire à une bonne cicatrisation osseuse en appui sans cisaillement (Tableau 2).

De même, on observe un nombre plus important de suites tardives sur les réhabilitations mixtes

dento-implantoportées que sur les réhabilitations implantoportées strictes : ceci est dû aux risques carieux et parodontaux réels des dents incluses dans la réhabilitation, ainsi qu'aux défauts structuraux de ces dents le plus souvent dévitalisées (la suppression de la pulpe induit un vieillissement accéléré des structures minéralisées de la dent par un phénomène de déshydratation progressive et accroît d'autant le risque de fractures sous les contraintes occlusales). La fréquence de ces phénomènes étant cependant peu significative, il est difficile d'en attribuer l'origine à un problème biomécanique récurrent lié au couplage entre dents et implants (Tableau 2). De ce point de vue-là, le concept des résiliences différentielles entre les implants sur leurs plateaux d'assise et les dents sur leur ligament alvéolodentaire ne semble pas pouvoir être remis en question. Il faut cependant noter que cette étude ne présente que des patients traités selon une approche strictement maxillofaciale, c'est-à-dire utilisant prioritairement des disques très résilients de diamètres importants et évitant systématiquement l'association avec des implants axiaux ankylosés. On ne peut donc pas donner de réponse absolue à la problématique des différences de résilience. Et l'incompatibilité relative des résiliences entre les deux systèmes implantaires demeure avant tout théorique.

Les suites précoces ou tardives rencontrées dans l'exercice de cette implantologie sont avant tout d'origine biomécanique, plus rarement d'origine infectieuse stricte (Tableau 3). Le cas le plus classique demeure la mobilisation d'implants suite à des contraintes occlusofonctionnelles mal maîtrisées (parfois iatrogènes avec la modification du contexte occlusal lors d'un traitement de l'arcade antagoniste postérieur au traitement implantaire) ou lors du descellement inopiné de leur attelle de contention prothétique. Dès que ces phénomènes

Tableau 1 Résultats cliniques généraux des réhabilitations maxillaires ou mandibulaires complètes en implantologie à plateaux d'assise.

| Période couverte par l'étude rétrospective | De 1994 à 1997 | 1998-1999 | De 2000 à 2004 |
|---|----------------|-----------|----------------|
| Nombre total de réhabilitations maxillaires ou mandibulaires complètes | 49 | 31 | 154 |
| Nombre total d'implants posés en première intention. | 213 | 161 | 978 |
| Nombre moyen d'implants par réhabilitation complète | 4,3 | 5,2 | 6,4 |
| Nombre total d'implants perdus sans interruption du plan de traitement | 12 | 14 | 15 |
| Nombre total d'implants perdus et remplacés | 12 | 12 | 1 |
| Nombre total d'implants perdus et non remplacés | 0 | 2 | 14 |
| Patients ayant nécessité la dépose complète d'une réhabilitation maxillaire avec remplacement immédiat. | 0 | 2 | 0 |
| Patients ayant nécessité la dépose définitive d'une réhabilitation maxillaire | 0 | 0 | 1 |
| Patients ayant nécessité la dépose complète d'une réhabilitation mandibulaire | 0 | 0 | 0 |

Tableau 2 Influence générale du contexte occlusofonctionnel et du type de réhabilitation (implantaire stricte ou mixte dento-implantoportée) sur l'apparition de suites précoces ou tardives au sein de réhabilitations maxillaires et/ou mandibulaires complètes par implants à plateaux d'assise.

| Période couverte par l'étude rétrospective | De 1994 à 1997 | | | | | | 1998-1999 | | | | | | De 2000 à 2004 | | | | | |
|--|------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|
| | Implantoportée stricte | | | Implanto et dentoportée | | | Implantoportée stricte | | | Implanto et dentoportée | | | Implantoportée stricte | | | Implanto et dentoportée | | |
| <i>Nature de la réhabilitation</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> |
| Suites opératoires ? | 5 | 1 | 0 | 32 | 4 | 7 | 9 | 1 | 1 | 18 | 0 | 2 | 83 | 1 | 0 | 64 | 5 | 1 |
| Nombre total de réhabilitations maxillaires ou mandibulaires complètes par type de suite opératoire soit | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| En pourcentage de l'ensemble des réhabilitations réalisées au cours d'une période donnée. | 10,2 % | 2 % | 0 % | 65,3 % | 8,2 % | 14,3 % | 29 % | 3,25 % | 3,25 % | 58 % | 0 % | 6,5 % | 53,9 % | 0,65 % | 0 % | 41,5 % | 3,3 % | 0,65 % |
| Réhabilitations bimaxillaires | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 21 | 0 | 0 | 12 | 1 | 1 |
| Réhabilitations maxillaires contre mandibule dentée | 2 | 1 | 0 | 16 | 4 | 6 | 3 | 1 | 0 | 9 | 0 | 2 | 25 | 0 | 0 | 26 | 3 | 0 |
| Réhabilitations maxillaires contre mandibule traitée par prothèse adjointe | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Réhabilitations mandibulaires contre maxillaire denté. | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Réhabilitations mandibulaires contre maxillaire traité par prothèse adjointe. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |

S : sans suite ; P : suites précoces ; T : suites tardives.

Tableau 3 Nature des suites précoces ou tardives pouvant induire une réintervention chirurgicale, avec ou sans dépose d'implants à plateaux d'assise.

| Période couverte par l'étude rétrospective | De 1994 à 1996 | | De 1996 à 1998 | | De 1998 à 2004 | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Nombre total de réhabilitations maxillaires et/ou mandibulaires complètes. | 49 | | 31 | | 154 | |
| Nombre de cas ayant nécessité une réintervention sous anesthésie générale | 6 | | 3 | | 5 | |
| Nombre de cas ayant nécessité une réintervention sous anesthésie locale | 5 | | 1 | | 2 | |
| Suites précoces (durant les 3 premiers mois) | <i>Avec dépose d'implants</i> | <i>Sans dépose d'implants</i> | <i>Avec dépose d'implants</i> | <i>Sans dépose d'implants</i> | <i>Avec dépose d'implants</i> | <i>Sans dépose d'implants</i> |
| Événements infectieux associés ou non à une étiologie biomécanique. | 3 | 0 | 1 | 0 | 3 | 1 |
| Disjonctions de suture (avec retard de cicatrisation et parfois infection). | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Suites tardives (à partir d'un an postopératoire). | <i>Avec dépose d'implants</i> | <i>Sans dépose d'implants</i> | <i>Avec dépose d'implants</i> | <i>Sans dépose d'implants</i> | <i>Avec dépose d'implants</i> | <i>Sans dépose d'implants</i> |
| Perte d'ancrage d'origine mécanique, associée ou non à une infection. | 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Implants fracturés. | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Émergence d'un disque le long du rempart alvéolaire induisant un préjudice esthétique ou fonctionnel. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

d'origine biomécanique atteignent un stade avancé avec lyse osseuse avérée, un phénomène infectieux se greffe le plus souvent par-dessus.

Il existe également un risque de découvrément d'un bord de disque implantaire (Tableau 3). Ce phénomène se développe parfois dans les cas de crêtes osseuses très fines, lorsque les bords des plateaux d'assise sont maintenus enfouis grâce à un matériau de comblement osseux, le plus souvent de l'hydroxyapatite. Si ce biomatériau se trouve mal intégré à son support osseux, et déplacé ou éliminé au cours de contraintes parasites, il est possible qu'un bord de disque finisse par faire saillie dans la muqueuse gingivale. Dans la pratique, cela ne pose pas de problème infectieux et ne nuit jamais à l'intégration des implants : ceux-ci cicatrisent avant tout selon un concept biomécanique qui n'est pas sensible au découvrément latéral de l'implant. Cependant, de tels phénomènes peuvent être à l'origine d'un préjudice esthétique s'ils sont visibles au sourire et parfois fonctionnel, si leur saillie dans la muqueuse induit une blessure récurrente, gênante et parfois douloureuse des tissus muqueux adjacents. L'élimination des parties extrusées peut se faire simplement à la turbine sous locale.

Le bruxisme est également corrélé à une augmentation des suites précoces et tardives. Cependant, les résultats s'améliorent très nettement au cours du temps, en raison des évolutions de la technique implantaire et prothétique. En effet, le nombre d'implants par arcade reconstituée aug-

mente de manière significative, ce qui accroît le nombre d'appuis et la solidité de l'ancrage de la réhabilitation implantoportée. De plus, les règles d'occlusion ont peu à peu évolué, en particulier au niveau du bridge provisoire, afin de neutraliser au mieux les forces parasites qui pourraient déstabiliser notre traitement durant les premiers temps postopératoires de cicatrisation en appui sans cisaillement et de consolidation du tissu osseux péri-implantaire. Cependant, il est intéressant de noter que les suites constatées chez les patients bruxomanes pourraient tout autant être corrélées au tabagisme. Le bruxisme peut donc être considéré comme un facteur aggravant et non comme un facteur déclencheur systématique (Tableau 4).

Enfin, parmi les nombreux critères classiquement retenus pour évaluer les thérapeutiques médicales, on retrouve également la notion de coût humain et financier. Il s'agit dans le cas présent d'évaluer le temps ou le nombre de visites ou de chirurgies nécessaires pour réaliser un traitement et sa maintenance, les différents inconforts vécus par le patient au cours du traitement et de la maintenance (douleur, saignement, reprises de traitements) et du coût financier final de l'ensemble de la thérapeutique implantaire [1,5]. Notre technique implique actuellement un taux de réintervention situé entre 3 et 5 % (Tableau 2). Cependant, il s'agit en général de suites mineures chez les cas les plus complexes, et dans de telles situations, ces réinterventions, bien que désagréables,

Tableau 4 Influence générale du tabagisme et du bruxisme sur l'apparition de suites opératoires.

| Période couverte par l'étude rétrospective | De 1994 à 1996 | | | | | | De 1996 à 1998 | | | | | | De 1998 à 2004 | | | | | |
|---|------------------|------------|--------------|----------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|----------------------|----------|------------|------------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|----------|
| | Fumeur | | | Non-fumeur | | | Fumeur | | | Non-fumeur | | | <i>Fumeur</i> | | | <i>Non-fumeur</i> | | |
| Tabagisme ? (ou psychotropes) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suites opératoires ? | S | P | T | S | P | T | S | P | T | S | P | T | S | P | T | S | P | T |
| Nombre total de réhabilitations maxillaires et/ou mandibulaires complètes par type de suite opératoire. | 12 24,5 % | 4 8,2 % | 4 8,2 % | 25 51 % | 1 2 % | 3 6,1 % | 8 25,8 % | 1 3,2 % | 3 9,7 % | 19 61,3 % | 0 0 % | 0 0 % | 41 26,6 % | 5 3,25 % | 1 0,65 % | 106 68,85 % | 1 0,65 % | 0 0 % |
| <i>Bruxisme ?</i> | <i>Bruxomane</i> | | | <i>Non-bruxomane</i> | | | <i>Bruxomane</i> | | | <i>Non-bruxomane</i> | | | <i>Bruxomane</i> | | | <i>Non-bruxomane</i> | | |
| <i>Suites opératoires ?</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> | <i>S</i> | <i>P</i> | <i>T</i> |
| Nombre total de réhabilitations maxillaires et/ou mandibulaires complètes par type de suite opératoire. | 6 12,25 % | 3 6,1 % | 6 12,25 % | 31 63,3 % | 2 4,1 % | 1 2 % | 5 16,1 % | 1 3,2 % | 2 6,5 % | 22 71 % | 0 0 % | 1 3,2 % | 23 14,95 % | 4 2,6 % | 1 0,65 % | 124 80,5 % | 2 1,3 % | 0 0 % |

S : sans suite ; P : suites précoces ; T : suites tardives.

sont à comparer au nombre d'interventions nécessaires pour traiter ces patients en technique axiale avec un premier temps pré-implantaire de greffes osseuses. En implantologie à plateaux d'assise, tout a lieu en un seul temps, ce qui relativise considérablement la notion de réintervention et son importance à l'échelle globale du traitement.

Au final, il faut noter que les résultats archivés s'améliorent de manière significative tout le long de notre exercice (Tableau 1). Il faut voir là l'importance de l'apprentissage de cette nouvelle technique délicate et le poids de l'expérience pour gérer au mieux les cas les plus complexes. Et ces résultats confortent tous les raisonnements théoriques énoncés au cours des cinq précédents articles de cette série [2-4].

Des implants peu sensibles aux conséquences vasculaires et immunitaires du tabagisme

Le tabac induit des troubles notables de la microvascularisation gingivale et alvéolaire ainsi que des retards de cicatrisation avérés. Il provoque ainsi un affaiblissement du système immunitaire dans la cavité orale et facilite la minéralisation de la plaque bactérienne en tartre, ce qui accroît grandement le risque infectieux au niveau des implants oraux et ralentit la capacité de l'organisme à réaliser leur ostéo-intégration rapide. Ce qui fait dire à certains que le tabagisme devrait être considéré comme une contre-indication absolue à l'implantologie orale [6-9]. Cependant, le degré d'implication du tabagisme dans les capacités immunitaires et cicatricielles des patients dépend en réalité de nombreux paramètres, qu'il s'agisse du nombre de cigarettes fumées par jour tout au long d'une année que du terrain, c'est-à-dire de la plus ou moins grande sensibilité de l'organisme du patient face aux atteintes du tabac.

Pour cette étude, nous avons considéré comme fumeurs uniquement les patients fumant plus d'un paquet par jour au cours des 24 derniers mois. Dans la pratique, en effet, on peut considérer que de tels fumeurs sont extrêmement dépendants du tabac, ce qui signifie qu'ils en subissent à la fois les effets somatiques (avec leurs conséquences sur la cicatrisation) et psychologiques (qui impliquent une dépendance et une consommation régulière).

L'objectif de cette classification simplifiée est juste de permettre d'évaluer les gros problèmes que l'on peut observer chez des patients fumeurs avérés porteurs d'implants à plateaux d'assise. Dans la mesure où le concept de cicatrisation de ces implants est très différent du concept thérapeutique des implants axiaux, cette première étude

cherche donc seulement à déterminer de manière générale si le tabac intervient de manière notable sur l'intégration de ces implants, et de quelle façon (Tableau 4).

En l'occurrence, les seules suites précoces que l'on puisse attribuer au terrain tabagique demeurent le problème récurrent des disjonctions de suture associée à une mauvaise vascularisation gingivale et à une faiblesse des mécanismes de cicatrisation. Ces disjonctions impliquent un retard de fermeture du trait d'incision. À la mandibule, hormis le problème de la gêne occasionnée pour le patient et les douleurs temporaires, aucune perte d'implants précoces ou retardés n'a été mise en évidence suite à ces disjonctions de suture. En revanche, au maxillaire, ces disjonctions impliquent la mise à nu de secteurs sensibles recouverts d'hydroxyapatite : ce biomatériau n'est alors plus maintenu et est éliminé peu à peu dans la cavité buccale, jusqu'à provoquer parfois l'ouverture d'une communication buccosinusienne. Il s'agit là, d'ailleurs, de la principale source de suites précoces de grande importance, associées le plus souvent à des déposes d'implants voire de réhabilitations.

Enfin à plus long terme, d'un point de vue statistique, on ne note pas plus de pertes d'implants chez les gros fumeurs que chez les non-fumeurs (Tableau 4). Ces dernières données laissent donc penser que, passés les premiers temps postopératoires, le concept orthopédique de cicatrisation en appui de ces implants n'est en aucune façon perturbé par les conséquences morbides d'une consommation importante de tabac. Cela pourrait s'expliquer entre autres par la faible surface développée des fûts implantaire qui implique une moindre exposition aux agressions bactériennes extérieures et une meilleure vascularisation osseuse autour de l'implant, là où le tabac facilite l'accumulation de plaque et l'affaiblissement des défenses immunitaires locales.

Suivi des patients et risque d'échec

Le principal problème d'une étude rétrospective sur dix ans intéressant un si grand nombre de cas provient de la difficulté de suivre de manière régulière, voire même tout simplement de retrouver, les patients traités. La majeure partie du temps, l'intervention a lieu si rapidement, avec un résultat immédiat, que les patients ne réalisent pas l'extrême complexité de leur traitement et la nécessité absolue d'un suivi rigoureux. Et même en leur donnant une information préopératoire claire, loyale et manuscrite contresignée, il est parfois difficile de leur faire comprendre le caractère crucial des rendez-vous postopératoires immédiats,

nécessaires à l'équilibration occlusale de la prothèse provisoire et sans lesquels toute réhabilitation complexe peut rapidement devenir un échec. Tous les échecs majeurs, sans exception, ayant mené à la dépose complète d'une réhabilitation maxillaire sont d'ailleurs exclusivement dus aux comportements négligents de patients ne se présentant pas à leurs rendez-vous de réglages d'occlusion durant les premiers jours ou semaines postopératoires.

De ce point de vue là, les chirurgies implantaires axiales, en particulier lorsqu'elles demandent des greffes longues et délicates, offrent une meilleure sécurité pour le praticien : on peut en général imaginer que les patients qui acceptent la réalisation de greffes pariétales sont extrêmement motivés et qu'ils ne poseront pas de problèmes à venir à leurs rendez-vous... même si là encore, on trouve d'irréductibles négligents qui croient que, puisqu'il ne s'agit que de dents, cela ne porte pas à conséquence.

Au final, il est donc quasiment impossible de retrouver tous les patients traités. Et c'est entre autres pour cette raison que nous avons choisi de limiter cette étude aux seules réhabilitations complètes, car celles-ci étant les plus coûteuses, on a la certitude qu'un patient qui ne vient pas se plaindre n'a que peu ou pas de raisons de le faire. De plus, étant donné la nature maxillofaciale de cette thérapeutique à l'échelle d'une arcade complète, le moindre échec entraînerait rapidement des signes esthétiques et fonctionnels qui alarmeraient immédiatement même les patients les plus négligents.

L'histoire de l'implantologie basale : une méta-analyse de « tradition orale »

L'implantologie à plateaux d'assise débutée il y a plus de 30 ans avec un concept de cicatrisation en appui développé par Jean-Marc Juillet et un premier implant spécifique : le T3D® [10]. Les traces de l'utilisation de cet implant sont peu nombreuses dans la littérature, et il n'existe aucune statistique concernant la réussite de ces traitements. Pourtant, si on interroge des praticiens qui utilisèrent cet implant ancestral il y a plus de 20 ans de cela, tous certifient avoir obtenu d'excellents résultats avec ces implants, en particulier pour le traitement des édentations maxillaires et mandibulaires complètes, qu'ils soient utilisés seuls ou couplés à des lames de Linkow, lames ramiques ou tout autre implant aujourd'hui dépassé. En aucune façon ces praticiens ne se rappellent avoir eu des suites ou des complications majeures telles que celles observées sur les implants sous-périostés qui étaient alors très en vogue.

En fait, si ces praticiens ont abandonné le T3D®, c'est avant tout parce qu'il était très difficile à mettre en place et que le concept orthopédique associé leur paraissait moins rassurant que l'ostéo-intégration des implants axiaux qui commençaient alors à devenir la référence.

Peu après, avec la naissance du Diskimplant®, de nombreux praticiens tentèrent d'utiliser cet implant à nouveau. Malheureusement, à cette époque, le concept orthopédique ayant été négligé après la disparition de Jean-Marc Juillet, les résultats obtenus avec les premiers Diskimplant® commercialisés étaient mitigés. Comme nous l'avons vu précédemment, cette approche strictement dentaire et peu invasive de G. Scortecchi impliquait la pose d'implants plus nombreux mais de plus petit diamètre et avec plusieurs disques [11-15]. Donnant de bons résultats dans ses mains, elle avait été moins heureuse lorsqu'elle fut appliquée par d'autres que lui ce qui retarda la diffusion de cet implant en France. Cependant, aucune publication n'est venue signaler la nature, les causes et les conséquences de ces échecs, de sorte qu'il ne reste aucune trace écrite utilisable d'un point de vue statistique de cette période.

Parallèlement, une École allemande d'implantologie basale s'est développée autour de Frank Spahn. Chirurgien maxillofacial, il appliqua à la lettre le concept orthopédique de Juillet en utilisant des Diskimplants® de grand diamètre développés pour lui. Grâce à un respect efficace du concept de cicatrisation en appui sans cisaillement et à l'utilisation de plateaux d'assise de plus grande taille, Spahn pu présenter ses résultats à 15 ans dans un petit ouvrage publié en 2000 [16]. Cependant, malgré ce premier effort scientifique et synthétique, on n'y retrouve que des statistiques insuffisantes pour une technique complexe, évolutive et pour laquelle il est difficile d'établir véritablement des paramètres clairs de réussite. Cependant, dans ce domaine, tous les travaux à long terme sont directement issus de l'expérience de Spahn et de ses collaborateurs [17,18].

L'équipe de Frank Spahn aurait placé plus de 15 000 implants à plateaux d'assise chez plus de 3000 patients en une quinzaine d'années. Cependant, il n'existe pas d'étude clinique statistique approfondie sur l'ensemble de ces patients. Tout juste dispose-t-on du pourcentage approximatif d'entre eux dont les traitements auraient totalement échoué, soit environ 0,7 % [16]. Et les auteurs attribuent ces échecs à des pertes de confiance de ces patients empêchant la reprise du traitement par l'implantologue initial et non à une impossibilité définitive de les traiter. Malheureusement, ces résultats sont très incomplets : on ne dispose pas,

par exemple, du nombre réel de suites postopératoires et de réinterventions. En fait, le pourcentage d'échecs mis en avant ne prend pas en compte de manière précise la problématique des complications, mais juste la réussite finale du traitement à court et long terme, ce qui peut être considéré comme une lacune [16].

Enfin, il faut noter que la technique et les formats d'implants utilisés ont lentement évolué avec le temps, au gré de l'expérience des praticiens, et cela sans aucun suivi universitaire cherchant à évaluer scientifiquement les résultats. Des travaux de Spahn, il est juste possible de dire que cette implantologie est fondée sur des principes éprouvés, mais il est difficile de trouver dans la littérature des traces cohérentes de l'évolution de la technique implantaire.

Le concept de cicatrisation en appui est validé, mais pour le reste, tout demeure très flou.

Depuis quelques années, l'école de Scortecchi a vu son renouveau autour de principes convergents vers la technique maxillofaciale. Une grande part de la nouvelle gamme d'implants à plateaux d'assise Diskimplant® est issue de cette prise de conscience du caractère crucial du concept orthopédique de cicatrisation osseuse en appui et des techniques qui en découlent. Cependant, si la technique se développe et évolue très vite, il n'existe pas encore d'étude statistique permettant d'évaluer, ne serait-ce qu'à moyen terme, les qualités, et les défauts, de cette implantologie. Dans la pratique, seuls les 15 000 implants de Spahn et al. peuvent donc être considérés comme une base de raisonnement solide [16]. Or, s'ils mettent en évidence une fiabilité évidente de ces techniques, les critères de cette réussite demeurent flous et la nature des échecs temporaires et définitifs également.

Dans de telles conditions, il est évidemment impossible de réaliser une méta-analyse au sens propre, et cela pour une simple raison : une méta-analyse se présente comme une revue systématique de la littérature permettant d'intégrer l'ensemble des études cliniques afin d'en tirer un raisonnement plus général et des résultats moins biaisés. Hors, en implantologie à plateaux d'assise, depuis 30 ans d'existence, les seuls résultats intégrables sont issus du discours même des praticiens qui ont pris part à l'évolution de ces implants : il n'existe aucune trace écrite utilisable d'un compte rendu statistique et technique détaillé. Il faut toutefois nuancer cette affirmation puisque le développement de cette implantologie a été accompagné par la constitution de groupes de réflexion et de formation (tel que le *Basal Implantoral Club Deutschland* et *Implantoral Club Belgium* [Pr Pierre Doms]) ainsi que par de nombreuses conférences de consensus

(tel le Symposium international BIO à Paris en marge du congrès de l'ADF) et de publications régionales, principalement en allemand, qui n'ont malheureusement laissé que très peu de traces dans la littérature internationale indexée.

Donc, en réalité, cet article peut être considéré comme une *méta-analyse d'une implantologie de tradition orale*. Ou plus simplement, comme une étude clinique rétrospective détaillée (si l'on tient compte des 5 premiers articles de cette série) d'une technique maxillofaciale très évolutive, peu décrite dans la littérature et difficilement appréhendables à l'aide des critères pointus classiquement retenus en implantologie orale conventionnelle.

C'est dans cette optique de clarté que nous avons développé nos critères statistiques d'analyse de résultats cliniques hétérogènes de près de dix ans d'activité.

Conclusion

Il est souvent reproché aux études cliniques menées en implantologie de manquer de rigueur et de mettre trop facilement en avant des résultats biaisés. En implantologie à plateaux d'assise, il faut admettre que nous ne sommes pas à même de discuter de pointilleux détails de spécialistes. Il s'agit avant tout de déterminer si le concept thérapeutique peut être considéré comme fiable et quelles en sont les règles élémentaires de fonctionnement.

Grâce à cette étude, nous avons pu extraire des critères pertinents d'analyse de cette technique et de ses évolutions au cours de dix ans d'exercice. Mais il en existe d'autres qui n'ont pas été étudiés ici, tels que les différents types de réglages d'occlusion.

Cependant, il faut rappeler que l'opérateur dont on analyse les résultats est un autodidacte de cette chirurgie et que la somme de subtiles évolutions gestuelles et techniques qui constitue l'expérience se retrouve dans l'amélioration des résultats et demeure difficile à analyser de manière parfaitement scientifique [2-4].

Enfin, dans le monde de l'implantologie basale, l'information se transmet encore trop souvent par tradition orale et non par des études scientifiques et des comptes-rendus techniques détaillés. C'est ce manque de transparence qui nuit le plus à cette discipline complexe mais efficace. Car, et cette étude en témoigne, les résultats de cette technique sont très prometteurs, en particulier pour le traitement des situations cliniques les plus délicates, chez les patients les plus fragiles.

Références

- [1] Esposito M, Worthington HV, Coulthard P. In search of truth: the role of systematic reviews and meta-analyses for assessing the effectiveness of rehabilitation with oral implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001;3(2):62-78.
- [2] Donsimoni J-M, Dohan D. Set sat back maxillofacial implants. Part 1: orthopaedic concepts and technologies. *Implantodontie* 2004;13(1):13-30.
- [3] Donsimoni J-M, Bermot P, Dohan D. Set sat back maxillofacial implants. Part 2: maxillomandibular rehabilitations. *Implantodontie* 2004;13(1):31-43.
- [4] Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Set sat back maxillofacial implants. Part 3: maxillofacial reconstructions. *Implantodontie* 2004;13(2):71-86.
- [5] Esposito M, Coulthard P, Worthington HV, Jokstad A. Quality assessment of randomized controlled trials of oral implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16(6):783-92.
- [6] Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseo-integrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106(1):527-51.
- [7] Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseo-integrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998;106(3):721-64.
- [8] Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14(4):473-90.
- [9] Sugerman PB, Barber MT. Patient selection for endosseous dental implants: oral and systemic considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(2):191-201.
- [10] Juillet JM. Three dimensional implants-development and evaluation. *Oral Implantol* 1974;4(4):527-33.
- [11] Scortecci G, Doms P. Artificial bio-integrated roots with tricortical support. *Diskimplants. Actual Odontostomatol (Paris)* 1987;41(159 Spec No):521-38.
- [12] Scortecci G, Bourbon B, Foesser P. Dentures on Disk implants. 2. complete fixed denture: the Antistress Diskimplant system. *Rev Fr Prothes Dent* 1990;22:35-51.
- [13] Scortecci G, Bourbon B. Dentures on the Diskimplant. *Rev Fr Prothes Dent* 1990;13:31-48.
- [14] Scortecci GM. Diskimplant system yields tricortical support to make the most of available bone. *Dent Implantol Update* 1991;2(8):72-4.
- [15] Scortecci G. Immediate function of cortically anchored disk-design implants without bone augmentation in moderately to severely resorbed completely edentulous maxillae. *J Oral Implantol* 1999;25(2):70-9.
- [16] Spahn F-P. Fuite du temps, perte des dents...et pourtant une vie à pleines dents fixes! Editions Hans Huber; 2000.
- [17] Ihde SK. Fixed prosthodontics in skeletal Class III patients with partially edentulous jaws and age-related prognathism: the basal osseo-integration procedure. *Implant Dent* 1999;8(3):241-6.
- [18] Ihde S. Restoration of the atrophied mandible using basal osseo-integrated implants and fixed prosthetic superstructures. *Implant Dent* 2001;10(1):41-5.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

ARTICLE ORIGINAL

Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation

Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques
4^e partie : implications thérapeutiques

Platelet-Rich Fibrin (PRF): a new healing biomaterial

4th part: therapeutic implications

J. Choukroun ^a, A. Simonpieri ^b, M.-O. Girard ^c, F. Fioretti ^d, S. Dohan ^d,
D. Dohan ^{d,e,*}

^a Centre antidouleur, 49, rue Gioffredo, 06000 Nice, France

^b 65, cours Pierre-Puget, 13006 Marseille, France

^c 3ter, place de l'Hôtel de Ville, 01100 Bellignat, France

^d Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^e Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France

Disponible sur internet le 05 octobre 2004

MOTS CLÉS

Colle de fibrine ;
Gel de fibrine ;
PRF ;
PRP

Résumé Le PRF (*Platelet Rich Fibrin*) appartient à une nouvelle génération de concentrés plaquettaires recherchant des modes de production simplifiés et sans manipulation biochimique du sang (héparine, EDTA, thrombine bovine, Chlorure de calcium...). Dans ce quatrième article, nous avons cherché à corréler la biologie précédemment évaluée du PRF avec de premiers résultats cliniques établis, afin de déterminer les champs d'applications potentielles de ce biomatériau. Notre raisonnement s'articule autour de quatre événements fondamentaux de la cicatrisation : l'angiogenèse, le contrôle immunitaire, la captation des cellules souches circulantes et l'épithélialisation de couverture de la plaie. En effet, toutes les applications cliniques connues du PRF mettent en évidence une cicatrisation accélérée des tissus grâce au développement d'une néovascularisation efficace, d'une fermeture accélérée des plaies avec remodelage rapide du tissu cicatriciel et d'une absence quasi totale de suites infectieuses. Ces premiers travaux permettent donc d'envisager de nombreuses applications à venir pour le PRF, tant en chirurgie plastique qu'en chirurgie osseuse, à condition d'être capable d'en évaluer de manière impartiale et rigoureuse les effets réels.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : joseph.choukroun@free.fr (J. Choukroun), drdohand@hotmail.com (D. Dohan).

KEYWORDS

Fibrin gel;
Fibrin glue;
PRF (Platelet Rich Fibrin);
PRP (Platelet Rich Plasma)

Abstract The PRF (Platelet Rich Fibrin) belongs to a new generation of platelet concentrates, with simplified modes of production and without biochemical handling of blood (heparin, EDTA, bovine thrombin, Calcium chloride...). In this fourth article, we sought to correlate the previously evaluated biology of the PRF with first established clinical results, in order to determine the potential fields of application of this biomaterial. Our reasoning is structured around four fundamental events of the cicatrisation: angiogenesis, immune control, circulating stem cells trapping and wound covering epithelialisation. Indeed, all the known clinical applications of the PRF highlight an accelerated tissue cicatrisation because of the development of an effective neovascularization, an accelerated wound closing with fast cicatricial tissue remodelling and the quasi-total absence of infectious events. This first work thus makes it possible to plan many future applications for the PRF, as well in plastic surgery as in bone surgery, provided that its real effects are evaluated in an impartial and rigorous way.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Le PRF se définit comme un concentré plaquettaire et immunitaire permettant de rassembler en une seule membrane de fibrine l'ensemble des constituants favorables à la cicatrisation et à l'immunité présents dans un prélèvement sanguin. Si les cytokines plaquettaires et leucocytaires jouent certainement un rôle important dans la biologie de ce biomatériau, la matrice de fibrine qui leur sert de support demeure sans conteste l'élément déterminant à prendre en compte pour tenter d'évaluer le potentiel thérapeutique réel du PRF.

Afin de mettre en évidence les effets réels de cette matrice de fibrine, il est important d'isoler nos observations cliniques selon quatre aspects bien spécifiques de la cicatrisation : l'angiogenèse, le contrôle immunitaire, la captation des cellules souches circulantes et l'épithélialisation de couverture de la plaie.

Angiogenèse, immunité et couverture épithéliale

Ce sont les trois éléments clés de la cicatrisation et de la maturation des tissus mous. Les membranes de PRF peuvent y jouer le rôle d'un pansement de fibrine, c'est-à-dire d'une matrice capable de supporter simultanément le développement de ces trois phénomènes.

La fibrine est le guide naturel de l'angiogenèse

L'angiogenèse, qui consiste en la formation de nouveaux vaisseaux, requiert une matrice extracellulaire dans le lit de la plaie afin de permettre aux cellules endothéliales de migrer, de se diviser et de changer de phénotype.

Les principaux facteurs solubles impliqués dans l'angiogenèse sont le FGFB, le VEGF, l'angiopoïétine et le PDGF. Quant à la matrice de fibrine, il a été montré qu'elle est capable d'induire directement l'angiogenèse [1]. Cette propriété capitale peut s'expliquer par la structure tridimensionnelle du gel de fibrine, mais également par l'action conjuguée des cytokines qu'il enferme dans ses mailles. Certains auteurs [2,3] indiquent en effet que le FGFB et le PDGF peuvent se lier à la fibrine avec une assez haute affinité. La liaison de nombreux facteurs de croissance différents à la matrice de fibrine pourraient expliquer cette induction directe de l'angiogenèse.

De plus, les modèles développés par Nehl et Herrmann [4] ont permis de montrer que la structure de cette matrice est également déterminante, puisque la rigidité de celle-ci influence considérablement la formation de tubes par les cellules endothéliales en réponse au FGFB ou au VEGF. Cet aspect a déjà été discuté précédemment (voir article 1), car il est crucial pour comprendre la différence de cinétique biologique entre colle de fibrine, cPRP et PRF.

Enfin, il est important de rappeler que l'expression de l'intégrine $\alpha v \beta 3$ (qui permet aux cellules de se lier à la fibrine, à la fibronectine et à la vitronectine entre autres) par les cellules endothéliales est une étape importante de l'angiogenèse. Or, une fine régulation de l'expression de cette intégrine par les cellules endothéliales serait dirigée par la matrice de fibrine elle-même. En effet, en culture, la fibrine induit l'expression de l'intégrine $\alpha v \beta 3$ à la surface des cellules endothéliales humaines [2] ; induction dont n'est pas capable le collagène...

La fibrine est un support naturel de l'immunité

Les produits de dégradation de la fibrine et du fibrinogène stimulent la migration des neutrophiles

et augmentent l'expression à leur surface du récepteur CD11/CD18. Ce récepteur permet l'adhérence des neutrophiles à l'endothélium et leur transmigration mais aussi l'adhésion des neutrophiles au fibrinogène [5]. De plus, ces éléments issus de la fibrine modulent la phagocytose et les processus de dégradation enzymatique menés par ces cellules [6].

Les monocytes arrivent plus tard que les neutrophiles. Il a été montré que la colonisation de la plaie par les macrophages est contrôlée par la fibronectine, par les propriétés physicochimiques de la matrice tridimensionnelle de fibrine et par les agents chémoattractants qu'elle enserme dans ses mailles [7]. Par exemple, les dimères de fragments D de fibrine ajoutés au milieu de culture de promonocytes humains augmentent leur sécrétion d'IL-1 et de PA-u [8], ce qui implique un rétrocontrôle positif de la fibrine sur les cascades inflammatoires.

Fibrine et recouvrement des plaies

La matrice de fibrine guide la cicatrisation de couverture des sites lésés en intervenant au niveau de deux grands types cellulaires qui constituent les strates des tissus de recouvrement : cellules épithéliales et fibroblastes.

Au niveau des berges d'une plaie, les cellules épithéliales perdent leur polarité basoapicale pour émettre un prolongement du côté basolatéral libre. Les cellules migrent alors sur la matrice transitoire faite de fibrinogène, de fibronectine, de tenascine et de vitronectine. Cette migration consiste plus en une véritable digestion de cette matrice guide qu'en une simple translation.

La fibrine, la fibronectine, le PDGF et le TGF- β sont autant d'agents essentiels pour la modulation de la prolifération, de l'expression des intégrines et de la migration des fibroblastes de la plaie [9]. Ceux-ci peuvent se lier directement avec la fibrine par différentes intégrines dont l'intégrine $\alpha v \beta 3$. Et ils développent une importante activité protéolytique pour se déplacer au sein du caillot de fibrine (grâce à l'expression de deux activateurs du plasminogène). De plus, la migration de fibroblastes de rat dans des gels de fibrine (in vitro) est optimale lorsqu'il existe un maximum de liaisons croisées entre chaînes α [10]. Cet aspect représente l'une des principales différences entre les polymérisations violentes des colles de fibrine (et par extension des cPRP) et la gélification lente du PRF (voir article 1).

Après la migration et la digestion de la fibrine, les fibroblastes s'orientent vers la synthèse collagénique comme le montre un modèle de cicatrisation

in vitro fait de fibroblastes ensemencés dans des gels de fibrine [11].

Implication clinique

Ces éléments de réflexion fondamentaux nous permettent d'envisager le PRF comme un pansement de fibrine perméable au développement d'une microvascularisation et capable de guider la migration des cellules épithéliales à sa surface. Les intérêts d'une telle membrane sont donc évidents : protéger les plaies ouvertes et accélérer leur fermeture. À cela se rajoute l'effet stimulant d'un maillage de fibrine sur la colonisation d'un site lésé par les cellules immunitaires, ce qui est d'autant plus important au niveau de plaies ouvertes soumises aux agressions bactériennes extérieures ou au sein d'un site déjà infecté dont on aimerait faciliter la cicatrisation en contrôlant les phénomènes inflammatoires souvent violents qui s'y déroulent.

L'exemple le plus simple demeure l'obturation d'une alvéole à l'aide d'un caillot PRF : on observe rapidement une néovascularisation se former à travers le caillot et le recouvrement rapide de la surface de PRF par des couches épithéliales de plus en plus épaisses. Enfin, malgré l'état inflammatoire et infectieux de certains sites alvéolaires atteints de parodontopathie, on observe une cicatrisation rapide du site sans douleur ni suites sèches ou purulentes (alvéolites, etc.) (Photos 1-6).

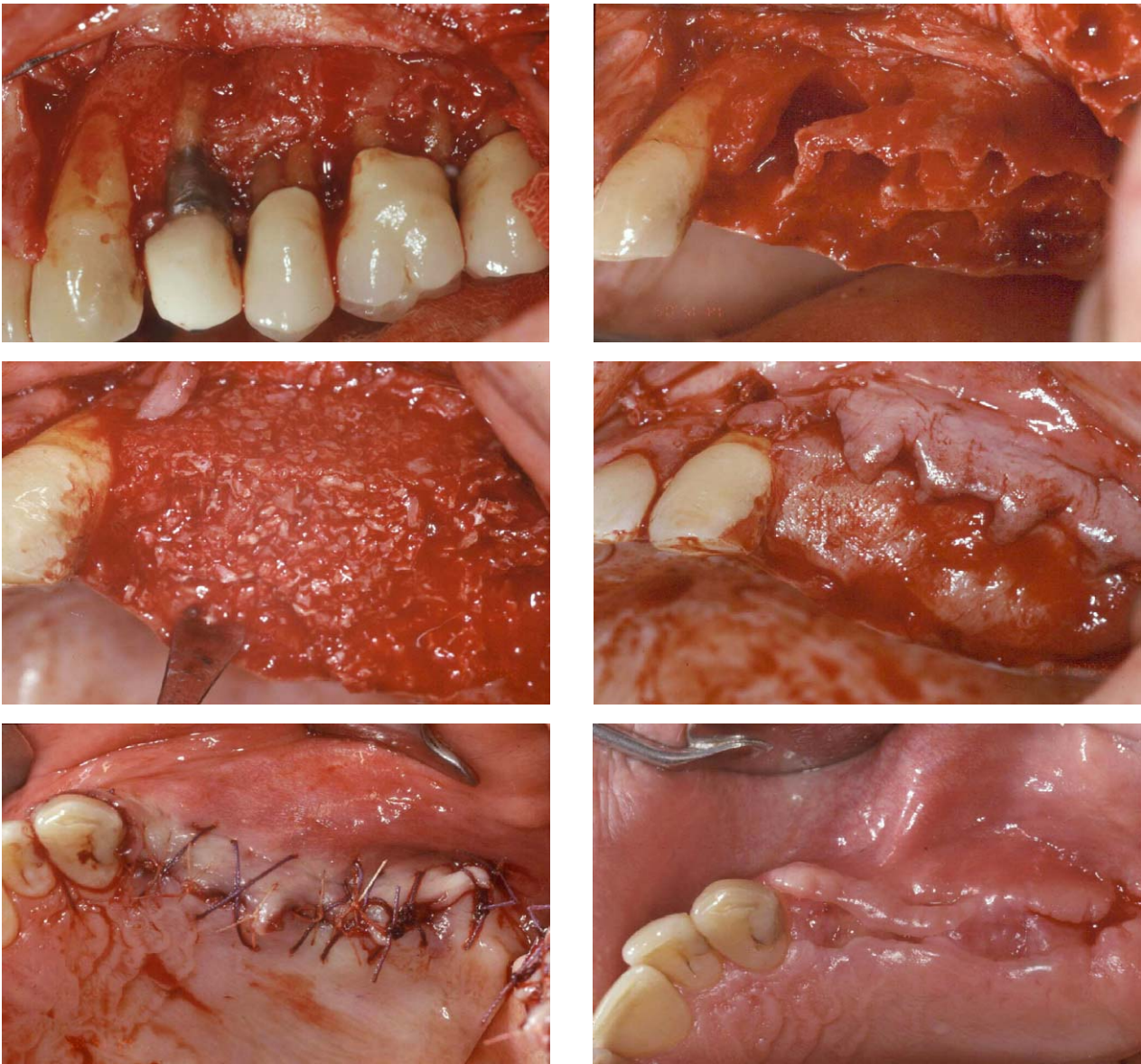
Angiogenèse et captation des cellules souches

Au cours de tout phénomène d'hémostase et de cicatrisation, le caillot de fibrine piège les cellules souches circulantes amenées sur le site lésé grâce aux néovascularisations initiales. Enchâssées dans la matrice de fibrine, ces cellules convergent vers un phénotype sécrétoire permettant l'accélération de la fermeture des brèches vasculaires et tissulaires.

Le PRF, en tant que pansement de fibrine, peut servir de filet à cellules souches circulantes, en particulier lorsqu'une angiogenèse accélérée s'est étendue au sein de cette membrane de fibrine. Cet aspect sera d'autant mieux évalué au sein de sites osseux ayant subi de grands délabrements. En effet, de telles cicatrisations nécessitent l'accumulation de cellules souches médullaires sur site et leur conversion vers un phénotype ostéoblastique.

Fibrine et cellules souches mésenchymateuses

Les cellules souches mésenchymateuses issues de la moelle osseuse contribuent au renouvellement de



Photos 1-6 Les avulsions dentaires et le comblement osseux sur site alvéolaire de grande étendue en parodontite terminale (photo 1) demeurent des interventions délicates en raison de l'impossibilité de refermer de manière non traumatique les berges de la plaie au-dessus des alvéoles et de contrôler totalement les séquelles infectieuses et kystiques au moment de leur débridement (photo 2). Après comblement des alvéoles résiduelles à l'aide d'os allogénique Phoenix de TBF® (photo 3), l'utilisation du PRF comme membrane de couverture (photos 4 et 5) permet une néoangiogenèse et une épithélialisation rapides du site tout en neutralisant les phénomènes infectieux, ou au moins inflammatoires, générés par l'infection entretenue de ce secteur alvéolaire. À 48 heures, la plaie sera totalement refermée et les fils de sutures peuvent être retirés (photo 6).

l'ensemble des types cellulaires mésenchymateux de l'os, mais participent également à la cicatrisation de nombreux autres tissus. Ces cellules indifférenciées seraient recrutées à partir du sang de façon privilégiée vers les tissus conjonctifs lésés [12,13], où elles seraient alors capables de se différencier en de nombreux types cellulaires différents. Mais cette différenciation initiale se réalise nécessairement au sein d'une matrice transitoire cicatricielle constituée de fibrine et de fibronectine.

C'est pourquoi, on utilise préférentiellement la fibrine comme support matriciel pour greffer ces cellules. Plusieurs auteurs ont ainsi démontré qu'une matrice de fibrine est un bon support pour greffer des cellules souches mésenchymateuses sur un site osseux afin d'obtenir une régénération osseuse [14-16]. Ainsi, une matrice de fibrine constituée par 18 mg/ml de fibrinogène et 100 IU/ml d'activité de thrombine est un support optimal pour la prolifération et la migration de ces cellules souches [14]. Une telle matrice artificielle est à

peine plus dense qu'un caillot de fibrine naturel de type PRF.

Fibrine et os

Les interactions directes entre la fibrine et les cellules osseuses au cours des phénomènes de cicatrisation sont peu documentées. En revanche, il existe de nombreuses études chez l'animal évaluant l'effet de la fibrine sur la cicatrisation osseuse. Les résultats s'avèrent contradictoires, la cicatrisation osseuse étant soit améliorée soit inchangée. Ces divergences seraient liées aux différences entre les modèles utilisés : le type d'animal, de défaut osseux et de gel de fibrine [17].

Néanmoins, la fibrine est un support matriciel reconnu pour la greffe de BMPs. Ainsi, une matrice de fibrine associée à des BMPs a des propriétés angiogéniques, hémostatiques et ostéoconduites [18]. De l'os s'est même formé après que celle-ci ait été greffée en intramusculaire, ce qui implique une libération progressive des BMPs contenus dans les mailles de fibrine. Ce mode de relargage progressif des cytokines fait partie de la biologie des caillots de fibrine *in vivo* et, vraisemblablement, de celle du PRF (voir article 2).

Implication clinique

Le rappel de ces éléments fondamentaux se trouve illustré aisément lors de l'exérèse kystique au sein de maxillaire. On dispose alors de loge osseuse isolée. Normalement, si l'exérèse kystique complète est réalisée, la cavité kystique se remplit rapidement de sang et le caillot qui s'y forme n'est autre qu'une version « allégée », car physiologique, du PRF. La matrice de fibrine du thrombus sert de pièges aux cellules souches circulantes, et l'on observe toujours dans ces cas des comblements osseux naturels complets entre six mois et un an.

En ajoutant du PRF au caillot naturel, on accélère un phénomène strictement physiologique grâce à une matrice de fibrine mieux organisée, capable de diriger de manière plus efficace la captation des cellules souches et la cicatrisation matricielle. Un volume osseux kystique comblé à l'aide de PRF sera totalement cicatrisé à deux mois au lieu des 10 à 12 mois nécessaires naturellement (Photos 7-10). Et l'on doit en grande partie cette accélération à un simple phénomène de guidage tissulaire et de contrôle cicatriciel exercé par une membrane PRF nécessairement plus structurée que le thrombus hémostatique naturel.

Discussion : quel champ d'application pour le PRF ?

En première approche, il faut considérer le PRF comme un pansement de fibrine. Son architecture moléculaire à faible concentration de thrombine (favorisant les jonctions moléculaires équilatérales) rend cette membrane de fibrine particulièrement propice/perméable aux migrations cellulaires, tant fibroblastiques qu'endothéliales. Cela implique une angiogenèse rapide et un remodelage aisé de la matrice de fibrine en un tissu conjonctif plus résistant. Ainsi, cette membrane de PRF peut être utilisée dans toutes les cicatrisations superficielles, cutanées et muqueuses.

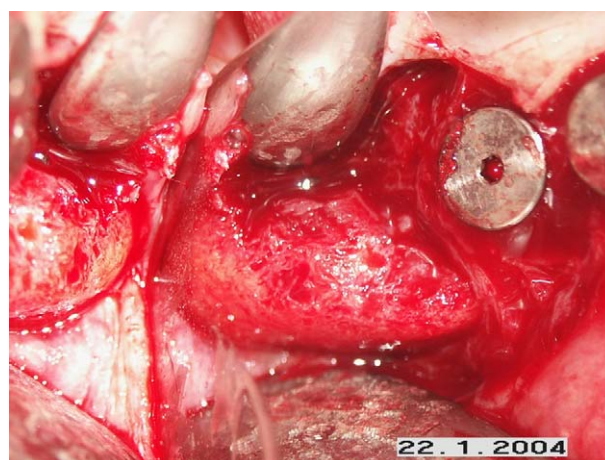
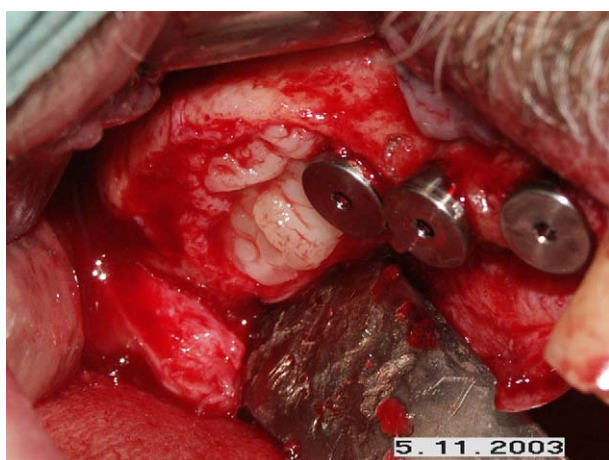
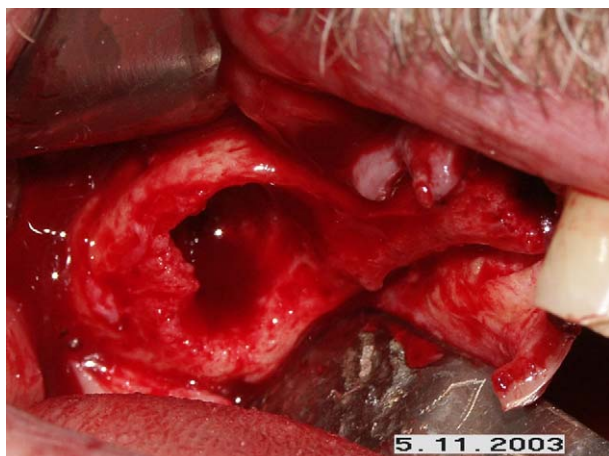
Mais le PRF n'est pas qu'une simple membrane de fibrine. C'est une matrice complète contenant l'ensemble des éléments cellulaires et moléculaires nécessaires à une cicatrisation optimale : en piégeant la majeure partie des constituants favorables à la cicatrisation et à l'immunité présents dans un prélèvement sanguin (voir articles précédents), le PRF peut être considéré comme un concentré de cicatrisation totalement physiologique, sans ajout ni manipulation.

Il y aurait donc de nombreuses applications extra-orales à entrevoir, en particulier en chirurgie plastique, où la recherche de biomatériaux permettant d'améliorer le rendu esthétique des plaies cutanées est un problème récurrent. C'est d'ailleurs dans cette discipline que les colles de fibrine furent, et sont encore, les plus utilisées, en raison de leur capacité à accélérer et améliorer la cicatrisation.

Il existe cependant une limite importante à l'utilisation systématique du PRF dans de nombreuses situations chirurgicales : les volumes de PRF que l'on peut produire sont nécessairement limités. Ce biomatériau est totalement autologue : issu du sang du patient, on ne peut en obtenir qu'une quantité modeste. Et impossible d'utiliser une banque de PRFs issus de donneurs : chaque PRF est profondément marqué par son organisme d'origine puisqu'on y trouve toutes les cellules immunitaires circulantes et une vaste gamme de molécules plasmatiques hautement antigéniques. Ainsi, la trop grande qualité intrinsèque de cette matrice de fibrine naturelle la rend totalement spécifique à un individu et à un seul.

Conclusion

Le PRF peut désormais être considéré comme un biomatériau de cicatrisation synthétisant en une



Photos 7-10 Lors des exérèses kystiques volumineuses des maxillaires (photos 7 et 8), la présence de parois résiduelles sur le site chirurgical suffit à permettre la reconstitution naturelle d'un tissu osseux au bout d'une année : le thrombus constitué sur le site d'intervention suffit à piéger les cellules souches circulantes et à guider la cicatrisation. L'obturation de la cavité kystique avec du PRF (photo 9) permet d'accélérer ce phénomène naturel. En moins de deux mois et demi, le site d'exérèse sera complètement comblé par un tissu osseux dense et corticalisé (photo 10).

seule membrane l'ensemble des paramètres nécessaires à une cicatrisation optimale : une matrice de fibrine polymérisée en architecture tétramoléculaire, l'incorporation intrinsèque des cytokines plaquettaires et leucocytaires dans la maille de fibrine, des plaquettes, des leucocytes et également quelques cellules souches circulantes. Cependant, bien que les cytokines piégées dans le PRF et relarguées progressivement permettent l'accélération de tous les phénomènes cellulaires, la matrice de fibrine, cohérente et structurée, demeure nécessairement l'élément clé de toutes les cicatrisations potentialisées par le PRF.

En pratique, ce biomatériau totalement naturel semble effectivement accélérer les phénomènes de cicatrisation physiologiques, ce qui ouvre de nombreuses perspectives d'évaluations cliniques de ses propriétés biologiques. Cependant, il demeure important de ne pas espérer du PRF des vertus miraculeuses : c'est un adjuvant chirurgical et il ne saurait remplacer la juste maîtrise des thérapeutiques conventionnelles.

Références

- [1] Dvorak HF, Harvey VS, Estrella P, Brown LF, McDonagh J, Dvorak AM. Fibrin containing gels induce angiogenesis. Implications for tumor stroma generation and wound healing. *Lab Invest* 1987;57(6):673-86.
- [2] Feng X, Clark RA, Galanakis D, Tonnesen MG. Fibrin and collagen differentially regulate human dermal microvascular endothelial cell integrins: stabilization of $\alpha v/\beta 3$ mRNA by fibrin1. *J Invest Dermatol* 1999; 113(6):913-9.
- [3] Sahni A, Odriljin T, Francis CW. Binding of basic fibroblast growth factor to fibrinogen and fibrin. *J Biol Chem* 1998; 273(13):7554-9.
- [4] Nehls V, Herrmann R. The configuration of fibrin clots determines capillary morphogenesis and endothelial cell migration. *Microvasc Res* 1996;51(3):347-64.
- [5] Loike JD, Sodeik B, Cao L, Leucona S, Weitz JI, Detmers PA, et al. CD11c/CD18 on neutrophils recognizes a domain at the N terminus of the A alpha chain of fibrinogen. *Proc Natl Acad Sci USA* 1991;88(3):1044-8.
- [6] Kazura JW, Wenger JD, Salata RA, Budzynski AZ, Goldsmith GH. Modulation of polymorphonuclear leukocyte microbicidal activity and oxidative metabolism by fibrinogen degradation products D and E. *J Clin Invest* 1989;83(6): 1916-24.

- [7] Lanir N, Ciano PS, Van de Water L, McDonagh J, Dvorak AM, Dvorak HF. Macrophage migration in fibrin gel matrices. II. Effects of clotting factor XIII, fibronectin, and glycosaminoglycan content on cell migration. *J Immunol* 1988; 140(7):2340-9.
- [8] Hamaguchi M, Morishita Y, Takahashi I, Ogura M, Takamatsu J, Saito H. FDP D-dimer induces the secretion of interleukin-1, urokinase-type plasminogen activator, and plasminogen activator inhibitor-2 in a human promonocytic leukemia cell line. *Blood* 1991;77(1):94-100.
- [9] Gray AJ, Bishop JE, Reeves JT, Laurent GJ. A alpha and B beta chains of fibrinogen stimulate proliferation of human fibroblasts. *J Cell Sci* 1993;104(Pt 2):409-13.
- [10] Brown LF, Lanir N, McDonagh J, Tognazzi K, Dvorak AM, Dvorak HF. Fibroblast migration in fibrin gel matrices. *Am J Pathol* 1993;142(1):273-83.
- [11] Tuan TL, Song A, Chang S, Younai S, Nimni ME. In vitro fibroplasia: matrix contraction, cell growth, and collagen production of fibroblasts cultured in fibrin gels. *Exp Cell Res* 1996;223(1):127-34.
- [12] Bucala R, Spiegel LA, Chesney J, Hogan M, Cerami A. Circulating fibrocytes define a new leukocyte subpopulation that mediates tissue repair. *Mol Med* 1994;1(1):71-81.
- [13] Badiavas EV, Abedi M, Butmarc J, Falanga V, Quesenberry P. Participation of bone marrow derived cells in cutaneous wound healing. *J Cell Physiol* 2003;196(2):245-50.
- [14] Bensaïd W, Triffitt JT, Blanchat C, Oudina K, Sedel L, Petite H. A biodegradable fibrin scaffold for mesenchymal stem cell transplantation. *Biomaterials* 2003;24(14):2497-502.
- [15] Yamada Y, Boo JS, Ozawa R, Nagasaka T, Okazaki Y, Hata K, Ueda M. Bone regeneration following injection of mesenchymal stem cells and fibrin glue with a biodegradable scaffold. *J Craniomaxillofac Surg* 2003;31(1):27-33.
- [16] Boo JS, Yamada Y, Okazaki Y, Hibino Y, Okada K, Hata K, Yoshikawa T, Sugiura Y, Ueda M. Tissue-engineered bone using mesenchymal stem cells and a biodegradable scaffold. *J Craniofac Surg* 2002;13(2):231-9 (discussion 240-243).
- [17] Soffer E, Ouhayoun JP, Anagnostou F. Fibrin sealants and platelet preparations in bone and periodontal healing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95(5):521-8.
- [18] Kawamura M, Urist MR. Human fibrin is a physiologic delivery system for bone morphogenetic protein. *Clin Orthop* 1988;235:302-10.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Diffusion et pénombre : deux pièges du radiodiagnostic préimplantaire

Diffusion and penumbra: two traps of the preimplantar radiodiagnosis

P. Leclercq ^a, J.-M. Donsimoni ^b, D. Dohan ^{c,*}

^a 8, place du Général-Catroux, 75017 Paris, France

^b Clinique Milan, 17, rue de Milan, 75009 Paris, France

^c Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

Disponible sur internet le 05 octobre 2004

MOTS CLÉS

Diffusion ;
Pénombre ;
Scanner ;
Tomodensitométrie

Résumé Les reconstitutions tomодensitométriques des maxillaires font partie des outils les plus performants à la disposition des praticiens pour maîtriser et réaliser leurs traitements implantaire. Cependant, la pénombre et la diffusion, deux phénomènes physiques indissociables de l'utilisation des rayons X, peuvent grandement nuire à la précision de ces examens radiologiques. L'objectif de cet article est de présenter ces deux phénomènes et les pièges qu'ils induisent au cours de la pratique implantaire. Sur un maxillaire édenté, leur association fera apparaître les interfaces entre les éléments osseux et les cavités aériennes au détriment du volume osseux résiduel. Sur un crâne facial ayant subi une grosse chirurgie d'exérèse, la diffusion accrue des rayons au sein des masses fibreuses cicatricielles induira une surévaluation des volumes des structures osseuses résiduelles. Ces deux pièges sont inévitables et il est important d'en tenir compte afin d'éviter de se fier aveuglément aux données issues des scanners préimplantaires.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Diffusion;
Penumbra;
Scanner;
Tomodensitometry

Abstract The tomодensitometric maxillary reconstitutions belong to the most powerful available tools to control and carry out the implant treatments. However, penumbra and diffusion, two X-ray use indissociable physical phenomena, can largely harm the precision of these radiological examinations. The objective of this article is to present these two phenomena and their consequences in oral implantology. On a toothless maxillary, their association will reveal the interfaces between bone structures and air cavities to the detriment of residual bone volume. On a facial cranium after large exeresis surgery, the increased X-ray diffusion within the cicatricial fibrous masses will induce an overvaluation of the residual bone structures. These two traps are inevitable and it is important to take them into consideration in order to avoid trusting blindly the pre-implant scanners data.

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant. Laboratoire de radiologie imagerie biophysique, faculté de chirurgie dentaire, université Paris-V, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France.

Adresse e-mail : siopa@siopa.fr (D. Dohan).

Outil précieux pour la décision thérapeutique, document médico-légal quasiment incontournable, la tomodensitométrie ou scanner préimplantaire a désormais une place fondamentale dans le raisonnement thérapeutique de tous les praticiens.

Cependant, malgré leur grande précision et le développement permanent de nouvelles technologies pour en augmenter la précision et faciliter leur utilisation, ces outils souffrent de plusieurs biais qui ne sont plus tant dus aux systèmes de récolte et d'exploitation informatisée des données numériques, mais aux rayons X eux-mêmes. Dans ce domaine, deux phénomènes physiques fondamentaux perturbent profondément la fiabilité des systèmes radiologiques les plus perfectionnés. Deux phénomènes issus de la technique même que l'on ne peut ni ignorer ni totalement corriger : la pénombre et la diffusion.

Un peu de physique...

La pénombre

Également appelée flou de foyer ou flou géométrique, la pénombre peut se définir comme une zone de flou apparaissant à toutes les interfaces entre objets de densité différente et engendrée par le dédoublement du cône d'émergence des rayons X. En effet, la source de rayons X ne peut jamais être parfaitement ponctuelle et génère nécessairement

une pénombre, et donc une perte d'informations, au niveau des limites de tous les objets radiographiés (Fig. 1).

Même en diminuant autant que possible la taille de la source, il est impossible d'éliminer totalement ce phénomène. La conséquence du flou de foyer est que les objets de diamètre inférieur au diamètre de la source s'estompent et parfois même disparaissent. De plus, il sera à l'origine d'un flou permanent dans toutes les zones de fort contraste, c'est-à-dire principalement le long des parois osseuses très radio-opaques.

La diffusion

La diffusion ou dispersion est un changement de direction du photon X incident sans changement de longueur d'onde au contact d'un atome. Il s'agit là d'un phénomène élémentaire de l'atténuation des rayons X à travers la matière, mais il induit une problématique très particulière en radiologie du Vivant : la diffusion des rayons X dans l'eau est très supérieure à leur diffusion dans l'air (Figs. 2,3). Or, hormis les tissus durs qui absorbent ces rayons (d'où leur aspect translucide ou radio-opaque sur les images radiologiques), le massif facial se compose d'un assemblage de tissus mous gorgés d'eau et de cavités aériennes. Dans de telles circonstances, les phénomènes de diffusion différentielle se superposent et leur interprétation radiologique devient nécessairement complexe.

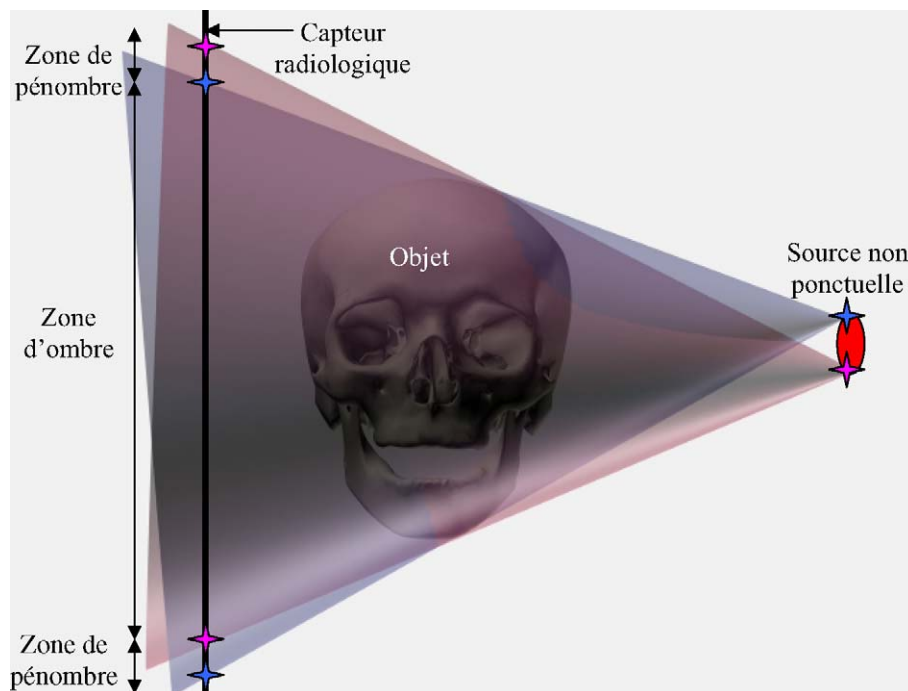


Figure 1 Dans la zone d'ombre, les cônes de rayons X issus des deux extrémités de la source non ponctuelle se recouvrent, livrant une image exacte. Autour de cette ombre, une zone de pénombre se projette et fait perdre de la netteté au niveau des contrastes de l'objet.

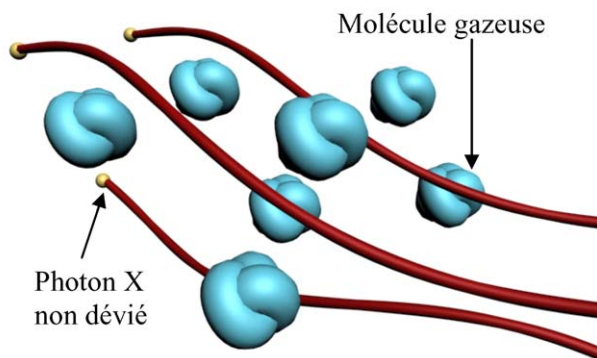


Figure 2 La diffusion dans l'air (Fig. 2) est beaucoup plus faible que dans l'eau.

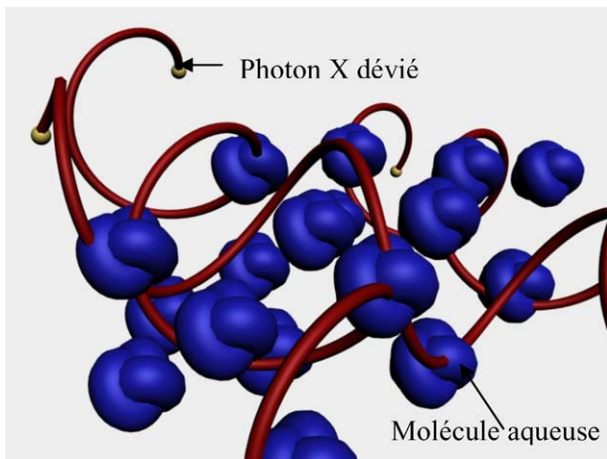


Figure 3 En effet, la densité moléculaire dans les liquides sera beaucoup plus élevée que dans les gaz, ce qui implique un plus grand nombre statistique de collisions entre photons X et molécules du milieu et donc une déviation accrue du faisceau incident de rayons X.

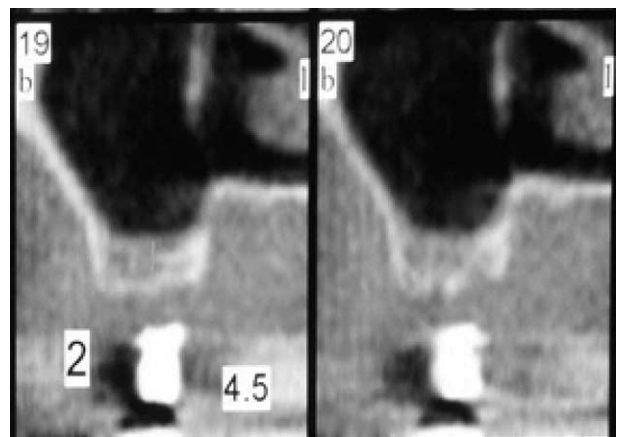
Implications cliniques

Pénombre et diffusion sont une problématique constante pour tout type de radiographie. Cependant, c'est lors des reconstitutions tomодensitométriques des maxillaires que ces deux phénomènes induiront les perturbations les plus étonnantes en raison de l'architecture particulièrement complexe des cavités de la face. Et il est important de les comprendre pour mieux en éviter les pièges lors du radiodiagnostic préimplantaire.

Au sein de maxillaires édentés, les crêtes alvéolaires postérieures sont délimitées par la cavité orale en bas et les sinus maxillaires en haut, c'est-à-dire des cavités aériennes de part et d'autre. Le phénomène de pénombre rendra floues les limites radio-opaques de cet os. Et puisque le contraste de ces limites se fait avec l'air, on aura une faible diffusion et une forte transmission des rayons X

jusqu'au capteur du scanner. Dans cette situation, le flou de pénombre sera traité par le logiciel de reconstitution tomодensitométrique comme une structure radio-claire, puisque la superposition des cavités aériennes aura facilité le passage sans déviation des rayons X. Les sinus apparaîtront ainsi souvent plus volumineux qu'ils ne le sont réellement. Et le praticien sera donc induit en erreur puisque le scanner indiquera des hauteurs d'os insuffisantes pour la pose d'implants alors que l'on dispose en réalité de plusieurs millimètres supplémentaires. Ainsi, la présence d'une interface avec l'air fera tourner le flou de pénombre au désavantage des structures osseuses radio-opaques, révélant parfois un manque d'os qui n'existe pas vraiment (Photos 1,2).

À l'inverse, dans certaines situations cliniques extrêmes, en particulier lors de gros délabrements maxillaires après exérèse tumorale, les pertes de substance osseuse maxillaires seront très importan-



Photos 1 et 2 Pénombre et diffusion induisent souvent une sous-évaluation des volumes osseux résiduels lors des reconstitutions tomодensitométriques. Dans le cas présent, les mesures réalisées sur le scanner n'accordent qu'environ 4,5 mm de hauteur d'os. Cependant, une fois le sinus ouvert pour compléter, on peut aisément mesurer, lors de la pénétration du foret gradué notamment, qu'il restait presque 7 mm d'os utilisable. Une fois l'implant de 10 mm positionné, sa portion apicale dépasse de la crête osseuse de moins de 3 mm environ.

tes, au point de ne laisser qu'un assemblage résiduel de fines parois osseuses désordonnées et perdues au milieu d'une masse fibreuse cicatricielle. Cette masse fibreuse étant gorgée d'eau, il faut considérer que notre maxillaire se compose alors de fines lames osseuses faiblement radio-opaques en interface directe avec de l'eau. La pénombre rendra floues les limites des fragments osseux, si tant est qu'elle n'en fasse pas disparaître les plus fins, tandis que la diffusion accrue dans l'eau induira une faible transmission des rayons X incidents jusqu'au capteur du scanner. Le logiciel de reconstitution tomодensitométrique analysera alors le flou de pénombre de l'interface entre l'os et le tissu fibreux comme une structure radio-opaque et les structures osseuses résiduelles apparaîtront souvent plus épaisses et plus massives qu'elles ne le sont réellement (Photos 3,4).

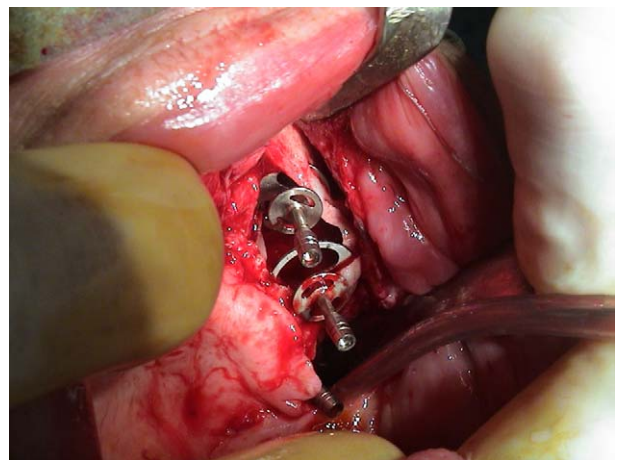
Il s'agit là de la principale difficulté de l'analyse radiologique des crânes faciaux après exérèse tumorale : on ne dispose alors plus d'aucun repère, et les artéfacts de reconstruction ne permettent même plus d'évaluer avec précision l'état réel des structures osseuses résiduelles.

Noter que ces pièges de reconstitution tomодensitométrique seront beaucoup moins prononcés au sein de structures osseuses massives, telles qu'un corps mandibulaire parfaitement délimité par une épaisse corticale osseuse radio-opaque. Pénombre et diffusion sont donc définitivement des pièges clé de la reconstitution maxillaire.

Discussion

Malgré tous les filtres mathématiques permettant d'améliorer l'image et de neutraliser les phénomènes parasites, le scanner demeure une reconstruction algorithmique de la réalité. Et cette reconstitution est totalement dépendante des signaux collectés sur les récepteurs aux rayons X. La combinaison du flou de pénombre et des diffusions complexes au niveau du crâne facial suffit à piéger les logiciels des scanners sans la moindre possibilité de correction.

Dans de telles conditions, l'utilisation de guides radiologiques pourrait être remise en cause : s'il y a un risque élevé d'inadéquation entre l'image radiologique reconstituée et la réalité du site osseux, il devient dangereux de se fier exclusivement aux données du scanner préimplantaire et de suivre aveuglément son guide chirurgical. Ce raisonnement nous ramène à l'idée évidente mais parfois oubliée que le guide chirurgical ne remplacera jamais l'expérience et la sensibilité d'une main de chirurgien : tout guide servira avant tout à imaginer



Photos 3 et 4 Au sein d'un maxillaire très délabré après exérèse tumorale ou élimination d'un important séquestre osseux (ici, un maxillaire détruit par une greffe osseuse surinfectée non traitée à temps), la combinaison de la pénombre et de la diffusion dans les masses fibreuses induira un biais important au niveau de l'image reconstituée par scanner. Le modèle en résine issu d'un tel scanner (photo 3) présente des pans osseux absents en réalité. De plus, l'ordinateur reconstituera les structures résiduelles de manière plus épaisse qu'elles ne le sont réellement.

les paramètres morphologiques, esthétiques et fonctionnels d'une réhabilitation implantoportée idéale. Il pourra guider chaque étape thérapeutique en rappelant à tout instant la finalité du traitement : la réalisation d'une prothèse fixée sur un support osseux reconstruit. Mais en aucune façon ce guide ne saurait dicter son geste au chirurgien.

De nombreux autres biais peuvent évidemment se surajouter, qu'il s'agisse d'un flou cinétique (qui est dû à un mouvement de la source, du récepteur et parfois même du patient au cours de la réalisation du scanner) ou d'un flou anatomique (qui aura tendance à faire disparaître les structures superposées les plus fines). Mais seules la pénombre et la diffusion peuvent induire une vraie erreur d'évaluation de l'état d'un site implantaire. Face à la synergie redoutable de ces deux phénomènes physiques élémentaires, l'expérience du praticien de-

meure la seule garantie d'une juste évaluation de la situation anatomique et le garant d'une adaptation en temps réel de la technique chirurgicale, voire même du plan de traitement implantaire.

Conclusion

Les reconstitutions tomодensitométriques sont des outils d'une grande fiabilité au service du diagnostic préimplantaire. Cependant, les maxillaires présentent une organisation anatomique complexe ca-

pable de générer de redoutables pièges et artefacts radiologiques. Pénombre et diffusion en sont deux phénomènes clés qui suffisent à mettre en échec toute volonté de maîtrise absolue du plan de traitement sur la base d'informations radiologiques nécessairement biaisées. Il est donc important de réaliser à nouveau que seule la main du chirurgien peut guider la mise en place des implants : scanner et guides chirurgicaux ne sont que des instruments d'évaluation et de contrôle, et ils ne sauraient remplacer l'expérience et le raisonnement thérapeutique.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

MISE AU POINT TECHNIQUE

Préparer une intervention implantaire. Ergonomie en cours d'intervention

Ergonomics during a surgery dental replacement

P. Colin

4 bis, rue Baudin, 34000, Montpellier, France

Disponible sur internet le 2 décembre 2004

MOTS CLÉS

Salle d'opération ;
Dispositif chirurgical ;
Hygiène ;
Prévention

Résumé Notre objectif est d'assurer des soins de qualité en toute sécurité pour nos patients. Cet article a pour but de proposer un protocole qui permettra à chaque chirurgien-dentiste d'effectuer dans son cabinet une intervention de chirurgie implantaire dans le respect de cet objectif. L'idéal est de disposer d'une structure de soins avec deux fauteuils dentaires et deux assistantes formées et disponibles pour l'intervention et pour cela, une salle opératoire dédiée à la chirurgie implantaire avec un sas d'entrée constitue la meilleure option. Néanmoins, il est possible d'opérer en toute sécurité pour nos patients en ne possédant qu'un seul fauteuil et une assistante, moyennant une immobilisation plus importante de cette unique salle de soins qui devra être préparée au préalable et débarrassée après intervention. Les aménagements à apporter par rapport au premier cas de figure dans lequel nous nous situons seront indiqués.

© 2004 Publié par Elsevier SAS.

KEYWORDS

Ward;
Surgery process;
Dental;
Hygiene;
Preventive issues

Abstract Our concern is to take care of our patients under very secure conditions. Our present work is intended to disclose a protocol supposed to perform such a task. Every dentist who follows closely such a protocol will be able to perform a very secure dental surgery with no risk for the patient. The most practical way to handle such a technique is to own two dentist's chairs and to conduct the operating process with two personal assistants. The ward must be devoted to dental surgery only and the input should be protected by an airlock. Otherwise a dental surgery operation could be conducted under very secure patient's conditions even if the dentist could use only one dentist's chair and be helped by only one personal assistant. To work under such restrictive conditions it is important to arrange very carefully the ward and to cleanse it right after the dental operation has been performed. The aim of this publication is to explain what kind of arrangements have to be performed to challenge such a deal despite such restrictive conditions.

© 2004 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

La chirurgie implantaire a pour but le positionnement dans les maxillaires d'implants métalliques, et on lui associe bien souvent, préalablement ou dans le même temps, des substituts osseux, des

membranes ou des blocs osseux autogènes. Toutes ces manipulations peuvent générer une infection si une contamination locale incontrôlée est présente car les bactéries ont la capacité d'adhérer à ces corps étrangers et de se développer au sein d'un biofilm difficilement détruit par antibiothérapie

sortir de la salle opératoire ce qui génère énervement, perte de temps et aérobiocontamination. Il est ainsi souhaitable :

- que la totalité du matériel soit listé et stocké d'une manière rationnelle ;
- que le matériel nécessaire à l'intervention soit mentionné sur une fiche d'intervention (Fig. 2) ;
- qu'un moyen de transport soit prévu pour acheminer le matériel et pour évacuer le matériel souillé en fin d'intervention (Fig. 3).

Une fois le matériel acheminé en salle opératoire, la désinfection de celle-ci peut être complétée par l'utilisation d'un diffuseur de produit désinfectant par voie aérienne. Outre l'avantage de s'effectuer hors présence humaine, il est possible d'obtenir une efficacité sur des surfaces difficilement accessibles comme le plafonnier qui surplombe la tête du fauteuil, ou l'intérieur des tubs pour autant que ceux-ci soient débarrassés de leur couvercle. Les produits diffusés sont de l'aldéhyde formique ou plus récemment du peroxyde d'hydrogène.

Préparation d'une zone stérile et installation du plateau technique de base

Principe

La salle opératoire sera aménagée avant l'arrivée du patient. Il s'agit d'isoler un espace stérile autour de la tête du patient où sera disposé le plateau technique de base. Tout ce que l'opérateur et son assistante seront amenés à manipuler durant l'intervention devra être stérile ou muni d'une protection stérile (Fig. 4). Ainsi, il faut être deux pour cet aménagement (deux assistantes formées ou mieux, l'opérateur et une assistante) et veiller à respecter un protocole précis pour ne pas souiller cet espace ou omettre de protéger une surface qui devra être touchée par la suite (poignée du scalytique ou tableau de bord du moteur par exemple).

Tenue pour cette préparation

Tenue de soins propre, masque recouvrant le nez, sabot, charlotte, calot ou mieux cagoule. L'intervenant qui manipulera le matériel stérile devra revêtir une blouse stérile et des gants stériles après lavage chirurgical des mains (cf. Tableau 1).

Protocole

Des champs stériles sont tout d'abord disposés sur le mobilier de l'espace chirurgical environnant afin

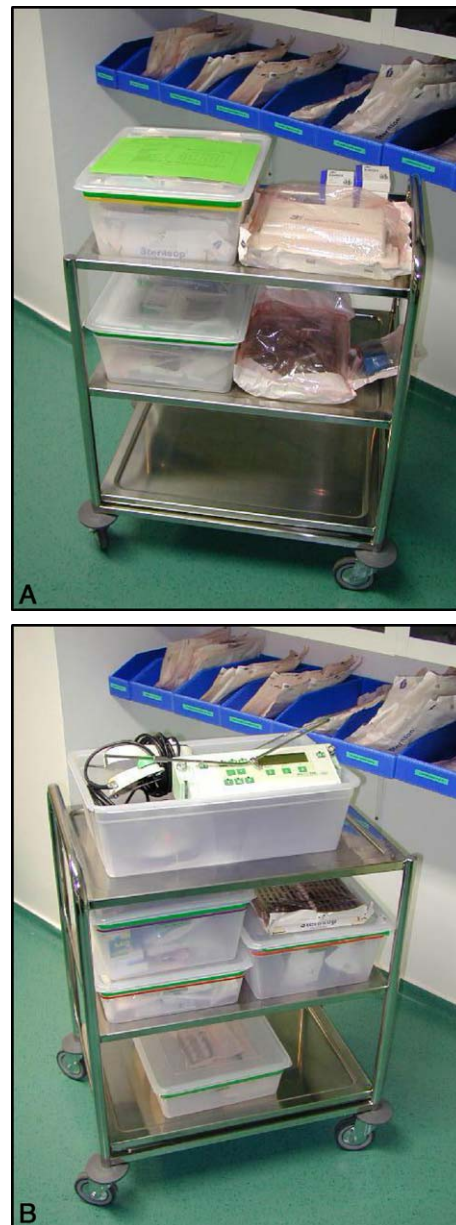


Figure 3 A et B. Les tubs -- ou casiers mobiles -- sont disposés sur un chariot de transport. Ils se déclinent en plusieurs tailles. Sur la figure a, on note la fiche d'intervention personnalisée (impression de la fiche présentée en Fig. 2) qui permet le chargement des chariots et sur la figure b, un tub de grande taille contient le moteur d'implantologie. En arrière plan, des casiers étiquetés contiennent du consommable stérile préparé au cabinet. Ces deux chariots resteront en salle opératoire pendant l'intervention, et l'un des deux supportera un bac de détergence dans lequel sera plongé le matériel souillé avant son acheminement en salle de stérilisation.

de l'isoler (l'unit ou le crachoir par exemple, le mobilier d'appoint), puis sur l'espace chirurgical immédiat sur lequel va être disposé le consommable stérile nécessaire pour poursuivre la préparation de la zone d'intervention (poignées du scalytique, protection du moteur, adhésifs, gaine stérile le cas échéant) (Fig. 5). Seront ensuite disposés sur

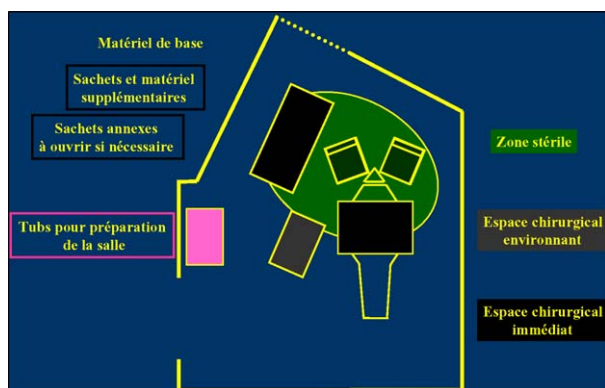


Figure 4 L'aménagement « d'une zone stérile » dans la salle opératoire requiert un protocole rigoureux. Il faut faire en sorte que tout ce que l'opérateur et son aide seront amenés à manipuler soit stérile ou revêtu de protections stériles. Cette zone englobera la bouche du patient, les deux intervenants et les plans de l'espace chirurgical immédiat sur lesquels le matériel de base sera disposé avant l'installation du patient. L'espace chirurgical environnant, en relation avec cette zone (crachoir, unit, mobilier non indispensables) sera isolé. Le matériel annexe et le consommable prévus pour l'intervention seront disposés dans la zone non stérile, accessible à l'instrumentiste, et ouvert au fur et à mesure (boîte d'implant, implants, suture, etc.). En son absence, il faut ouvrir plus de sachets dès le départ et changer de gants pendant l'intervention dès qu'un emballage nécessitera d'être ouvert. Le matériel supplémentaire (instrument rotatif de secours par exemple) sera également disposé dans la zone non stérile.

l'espace chirurgical immédiat les champs pour recouvrir le patient (champs de corps et de bouche) et le matériel de base (système d'aspiration stérile, instrumentation de base, instrumentation rotative, récipient à sérum, compresses, etc.). Tous les emballages sont ouverts selon un ordre prédéfini issu d'une réflexion de chacun. Il convient de protéger de l'aérobiocontamination ou d'une fausse manœuvre le matériel ouvert en le recouvrant d'un



Figure 5 Le tableau de bord du moteur chirurgical est recouvert d'une protection stérile. Un sachet d'emballage découpé est ici utilisé. Il a été lui-même emballé et stérilisé avant utilisation. Noter en arrière plan un champ stérile isolant le chariot qui supporte le moteur (espace chirurgical environnant) de la zone stérile.

champ stérile dans l'attente de son utilisation, et pour ce faire, le champ patient peut être utilisé. Lorsqu'une instrumentiste est présente tout au long de l'intervention, il est préférable d'opter pour une ouverture échelonnée des sachets au fur et à mesure des besoins (Fig. 6).

Préparation du patient

Dès son arrivée, le patient est invité à se désinfecter le visage dans le cabinet de toilette à l'aide d'un gant jetable et d'une lotion antiseptique. Il est ensuite conduit dans une salle de soins où la préparation antiseptique va consister en :

- *La désinfection de la cavité buccale.* Il est important de bien se rappeler que la cavité orale

Tableau 1 Procédures de désinfection chirurgicale des mains.

| Procédure | Produits/Matériel | Technique |
|---|---|---|
| Désinfection chirurgicale des mains par lavage . | - Savon désinfectant normé - Eau bactériologiquement maîtrisée - Brosses à ongles stériles - Essuie-mains stériles | - Mouiller mains et avant-bras - Savonner mains et avant-bras, 1 minute pour chaque côté - Rincer - Brosser les ongles 1 minute (30 secondes/main) - Rincer - Savonner mains et poignets, 1 minute par côté - Rincer - Sécher |
| Désinfection chirurgicale des mains par friction . | - Savon non désinfectant - Eau du réseau - Brosses à ongles - Essuie-mains usage unique - Produit désinfectant pour friction normée | - Mouiller mains et avant-bras - Savonner mains et avant bras, 1 minute au total - Rincer - Brosser les ongles 1 minute (30 secondes/main) - Rincer - Sécher soigneusement - 1 ^{re} friction, mains et avant-bras, jusqu'à séchage complet - 2 ^e friction mains et poignets jusqu'à séchage complet. |

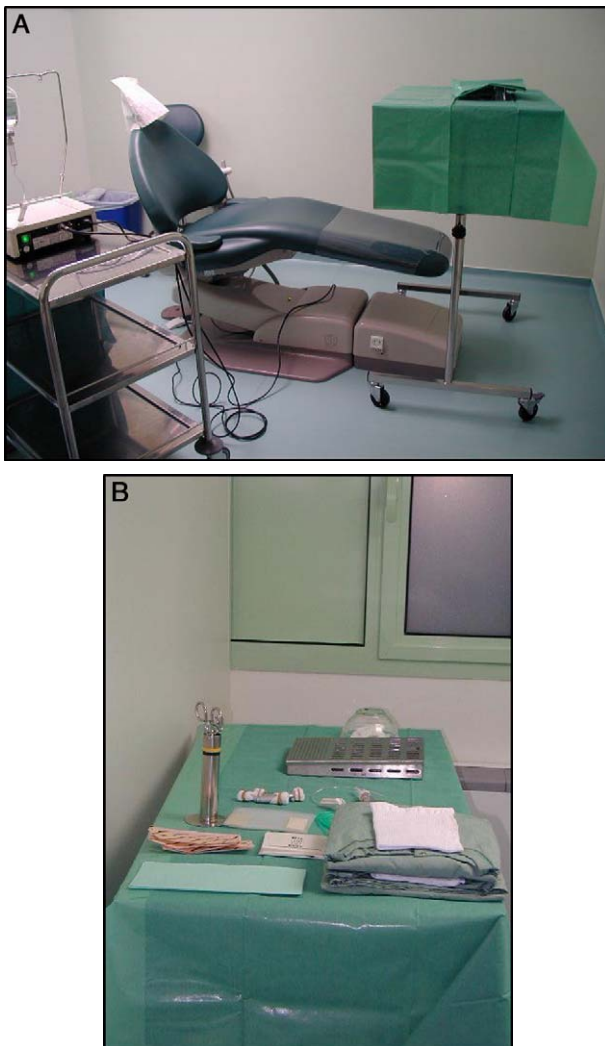


Figure 6 La salle opératoire est prête pour accueillir le patient. A) Une protection stérile recouvre la tête. Le champ patient recouvre du matériel préalablement disposé sur la table pont pour éviter toute aérobiocontamination. B) Il en est de même pour le récipient à sérum qui est retourné sur des compresses et la lame de bistouri. Les blouses pliées à l'envers ainsi que des essuie-mains stériles sont à disposition pour les intervenants au fauteuil.

de nos patients représente la principale zone septique potentiellement en contact avec les matériaux implantables. Dès lors, pour réduire le taux d'échecs précoces, il est impératif d'intervenir chez des patients éduqués sur le plan de leur contrôle de plaque, avec le cas échéant une flore bactérienne parodontale ou carieuse sous contrôle professionnel [11,9,7]. Dans un premier temps, le balayage des surfaces dentaires à l'aide d'un détartreur à ultrasons permet de réduire la quantité de bactéries présentes [8]. Il se poursuivra par le brossage des dents avec une brosse à dent trempée dans un bain de bouche à la chlorhexidine, puis par la désinfection des muqueuses et de la langue avec une compresse également imbibée de chlorhexi-

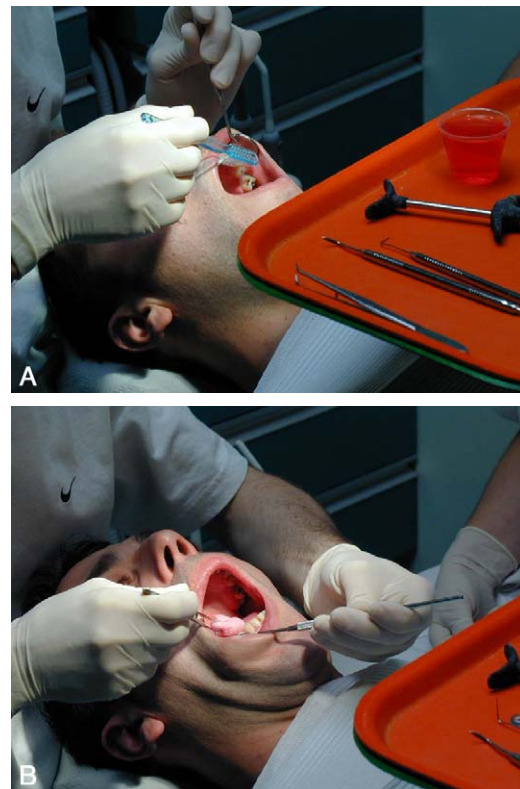


Figure 7 A) Après le passage des ultrasons, les dents sont brossées avec un bain de bouche contenant de la chlorhexidine. B) Les muqueuses et en particulier la langue sont ensuite frottées avec une compresse imbibée de chlorhexidine. Par la suite, il faudra désinfecter la peau et en particulier le nez du patient.

dine. Ceci fera chuter le taux de bactéries dans la salive, avec un effet rémanent tout au long de l'intervention [1,13] (Fig. 7) ;

- *L'injection sous-linguale d'une médication complémentaire* comme l'atropine® s'il n'y a pas de contre-indication à son utilisation. Elle entraîne entre autre une réduction de la quantité salivaire, effet secondaire intéressant pour une implantation sur l'arcade inférieure, en particulier au niveau incisivocanin chez un patient qui salive beaucoup.
- *Une désinfection du visage.* La peau contient de nombreux germes [2], le nez étant une zone particulièrement septique. C'est pourquoi la cavité orale sera isolée en début d'intervention par l'intermédiaire d'un champ adhésif troué. Au préalable, et bien que cela n'exonère pas la pose de ce champ, la peau et en particulier le nez seront badigeonnés pendant 3 minutes avec une solution dermique à base de chlorhexidine (Septéal® ou Plurexid®), de polyvidone iodée (Bétadine® en prenant garde à l'allergie à l'iode) ou de phénylmercure borate (Merfène®), en allant des commissures vers les oreilles et des lèvres vers le nez ou le menton. Après quelques minutes, la solution est sèche, et il est alors



Figure 8 Avant d'être introduit dans la salle opératoire, le patient sera habillé d'une blouse, d'une coiffe et de surchaussures.

possible de dégraisser le pourtour des lèvres à l'éther, ce qui permettra une meilleure adhésion du champ de bouche.

- *L'habillement du patient.* Le patient revêtira une blouse jetable, une charlotte isolera les cheveux et des surchaussures les pieds (Fig. 8). Au préalable, il retournera aux toilettes, afin de ne pas manifester d'impatience en cours d'intervention.

Note : dans la mesure où le cabinet dispose d'un seul fauteuil, la préparation du patient se fera directement dans la salle opératoire après son habillage.

Préparation de l'opérateur et de son aide au fauteuil

Il s'agira à ce stade d'assurer une désinfection chirurgicale des mains, de revêtir une blouse stérile et d'enfiler des gants stériles. Dès lors, le praticien et son assistante ne devront toucher que du matériel stérile ou protégé par une enveloppe stérile. Il faut donc veiller à ne pas commettre d'erreurs telles qu'allumer le scialytique, se gratter, ajuster son masque, ses lunettes ou son siège avec des gants stériles qui de fait ne le seront plus. Cette énumération n'est pas exhaustive tant les sources d'erreurs sont importantes. C'est pourquoi il est recommandé au débutant de ménager une plage horaire suffisamment longue pour ne pas être pris par le temps et ainsi garder l'esprit lucide. En cas d'erreurs, il faut immédiatement changer de gants

et les répertorier dès la fin de l'intervention pour y remédier au fur et à mesure des interventions similaires qui suivront.

Lavage chirurgical des mains (cf. Tableau 1)

La main, et en particulier sa face interne abrite une flore bactérienne très élevée (10⁵ bactéries/cm²). La plupart des infections en lieu de soins (ILS) sont manuportées. Le lavage chirurgical a pour but d'éliminer la flore transitoire (principalement responsable des infections transmises) et de réduire et inhiber la flore résidente. On peut effectuer simultanément le lavage et la désinfection en utilisant un savon antiseptique normé, ou le lavage avec un savon doux puis la désinfection par friction avec une solution alcoolique adaptée. Il n'existe pas d'indications dans lesquelles la désinfection chirurgicale par lavage est préférable à la désinfection chirurgicale par frictions, si bien que cette dernière tend à remplacer le lavage chirurgical classique. Outre une procédure moins longue pour une meilleure efficacité, la désinfection chirurgicale des mains par frictions diminue considérablement les contraintes de contrôle de la qualité de l'eau dispensée pour l'hygiène des mains [10]. Quelques points importants :

- les ongles doivent être courts et propres, pas de bagues, bracelets ou montre ;
- coiffe, masque et lunette revêtus ;
- minuteur déclenché ;
- brosses à ongles stériles, sachets ouverts à l'avance, une pour chacun des intervenants ;
- robinetterie à commande non manuelle ;
- brosser les ongles, et en particulier sous les ongles, et ne brosser que les ongles ;
- laver les avant-bras et les mains en insistant sur l'extrémité des doigts et sur les zones interdigitales ;
- bien rincer, et laisser égoutter l'eau des mains vers les coudes ;
- sécher avec une serviette stérile, ou avec un essuie-mains non stérile à usage unique suivi d'une désinfection complémentaire avec la solution alcoolique.

Habillage des opérateurs

Blouse stérile pliée à l'envers, permettant aux intervenants de s'en saisir sans la souiller, et de l'enfiler avec l'aide de l'instrumentiste qui la ferme par l'arrière. Elle peut être en tissu, lavée, pliée et emballée pour être stérilisée au cabinet ou en non tissée stérile et jetable. Il convient d'opter pour une blouse avec manches longues disposant



Figure 9 L'opérateur s'est saisi de la blouse stérile pliée à l'envers que l'instrumentiste lui ferme vers l'arrière. Ses mains sont lavées et ne sont pas encore gantées à ce stade. La bavette sera nouée par l'instrumentiste qui saisira les deux cordons en prenant garde à ne pas toucher les mains de l'intervenant.

d'une bavette, cette dernière protégeant le masque non stérile d'un éventuel contact (Fig. 9).

Note : si le praticien ne travaille qu'avec une seule assistante, il faut s'aider mutuellement pour l'habillage et ne pas hésiter à changer de gants ouverts préalablement.

Enfilage des gants stériles

L'utilisation de gants fait suite au lavage des mains et ne saurait compenser une désinfection approximative. En effet, on observe une multiplication rapide des bactéries sous les gants due à la transpiration de la peau. Hors, même des gants chirurgicaux en latex présentent, après 30 minutes d'utilisation, des microporosités. Il faut donc changer de gants toutes les 30 minutes (les recommandations de changement varient de une demi-heure à deux heures selon l'épaisseur du latex, la qualité du gant, le type d'intervention et l'opérateur. Il est toutefois prudent de ne pas excéder 45 minutes) [4] et après deux heures, utiliser une solution désinfectante hydroalcoolique avant d'enfiler une nouvelle paire. Le changement est impératif en cas de fautes, piqûre ou perforation. Il convient d'ôter les gants en dehors du champ opératoire selon un protocole inverse de celui qui a permis leur insertion, la main dégantée ne devant en aucun cas toucher la face souillée du gant à éliminer. Ils sont alors jetés dans la poubelle des déchets à risques, le dernier gant retiré renfermant le premier, face interne retournée.



Figure 10 Un champ de bouche stérile perforé isole la cavité orale. Il permet d'éviter tout contact avec la peau du visage, et en particulier le nez qui doit être recouvert. Le praticien veillera à décoller l'adhésif des narines en interposant une compresse et bien qu'il soit possible de libérer les narines en découpant le champ autour d'une protection nasale perforée stérile, l'expérience montre que nos patients tolèrent un tel champ hermétique pour autant qu'ils en soient préalablement avertis.

Installation du patient dans la salle opératoire

Les deux intervenants préparés, l'instrumentiste va conduire le patient dans la salle opératoire où il va être *drapé* à l'aide d'un champ stérile étendu des épaules jusqu'à ses pieds, puis un *champ de bouche stérile* isolera la cavité orale en recouvrant la peau du visage et en particulier le nez (Fig. 10). Pour éviter tout inconfort ou tout risque d'hypercapnie chez une personne âgée en particulier, il est possible de disposer sur son nez une protection perforée stérile. L'air expiré par le patient ne contient pas plus de bactéries que le milieu ambiant, et c'est bien le contact des gants stériles avec le nez même préalablement désinfecté qu'il faut absolument éviter [11]. L'expérience montre que les patients tolèrent ce champ opaque qui leur est collé sur le visage dès lors qu'il s'y sont mentalement préparés et qu'ils en ont compris l'importance. C'est le rôle de l'instrumentiste de les informer. Dès lors, l'espace chirurgical immédiat pourra être rapproché autour de la tête du patient, le ou les tuyaux stériles de l'aspiration ainsi que le cordon du moteur chirurgical seront fixés avec des adhésifs stériles sur les champs de table ou à défaut sur le champ patient pour éviter toute chute et le scialytique sera dirigé vers la cavité buccale. Ainsi, très rapidement après son transfert dans la salle opératoire, l'intervention peut commencer, le patient ayant été anesthésié au préalable. Ce protocole est avantageux sous anesthésie locale, car le patient est conscient et même s'il est sous sédatif, c'est une période angoissante pour lui dont il convient de réduire la durée. On constate en effet que les

patients ne se détendent qu'après le démarrage de l'intervention lorsqu'ils sentent que tout se passe bien pour eux.

Note : si le cabinet dispose d'un seul fauteuil, il faut modifier ce protocole et adopter celui d'une intervention sous anesthésie générale où le malade est introduit dans la salle opératoire, puis endormi. Par la suite seulement une zone stérile est isolée tout autour de sa tête, ce qui bien sûr demande un certain temps plus facilement gérable avec un patient inconscient.

Ergonomie en cours d'intervention

L'ergonomie en cours d'intervention permettra de réduire le temps de l'intervention et d'en assurer un déroulement sans aléa. L'organisation de son lieu de travail avec un patient calme et en confiance permettront d'optimiser le résultat. Quelques recommandations peuvent être proposées ou rappelées :

- l'opérateur doit avoir à portée de mains toute l'instrumentation nécessaire à l'intervention : c'est pourquoi elle doit être préparée à l'avance et tout le matériel nécessaire devra être présent dans la salle opératoire ;
- les sachets du matériel annexe et supplémentaire ainsi que les consommables seront ouverts à la demande par l'instrumentiste, ce qui évitera tant l'encombrement du plan chirurgical qu'une contamination aéroportée ;
- pour limiter l'aérocontamination, il faut éviter d'être trop nombreux dans la salle opératoire, et la gestuelle des intervenants est fondamentale : limiter le bavardage, les déplacements de l'instrumentiste doivent être lents, l'ouverture et la fermeture de la porte strictement limitées [6,14] ;
- en dehors de la bouche du patient qui est désinfectée, tout ce que l'opérateur ou son aide devront toucher doit être stérile. Bien entendu, le matériel utilisé doit l'être également. En cas de faute, il est immédiatement éliminé. Il en est de même pour les gants qui doivent être changés toutes les 30 à 45 minutes ;
- les compresses souillées doivent être immédiatement jetées dans la poubelle à déchets médicaux. Il en est de même des emballages vides comme celui des sutures ;
- l'instrumentiste peut participer à la réorganisation de l'espace chirurgical immédiat en repositionnant les instruments à leur bon emplacement ;
- le site osseux peut-être isolé en suturant les lambeaux aux muqueuses avoisinantes. Ceci



Figure 11 Les lambeaux sont suturés aux muqueuses environnantes ce qui permet une meilleure visibilité en libérant une main, car l'écarteur de joue va dans le même temps éloigner le lambeau vestibulaire du site osseux. De plus, il y a ainsi une meilleure protection d'une éventuelle contamination par un mouvement incontrôlé de la langue.

permet une meilleure visibilité, libère une main et peut contribuer à éviter une contamination par la salive (Fig. 11) ;

- une double aspiration est recommandée pour éviter tout contact du site osseux avec la canule qui aspire au fond de la cavité buccale. Il est impératif de procéder ainsi si un récupérateur d'os est branché en dérivation.

Fin de l'intervention

Le but est de quitter la salle opératoire dans la même tenue qui nous à permis d'y accéder. Les intervenants enlèvent leur blouse stérile, et le patient est libéré du champ de bouche et du drapage. Il pourra alors être conduit dans une autre salle pour se reposer. La salle opératoire sera alors conditionnée comme suit :

- les champs et diverses protections seront jetés dans le conteneur à déchets médicaux ;
- tout le matériel chirurgical souillé sera plongé dans le bac de détergence, les cassettes étant préalablement reconditionnées. Pour son transport jusqu'à la salle de stérilisation, ce bac devra être fermé par un couvercle hermétique ;
- le linge sera transporté dans un bac à linge ;
- les tubs seront fermés et acheminés jusqu'à leur lieu de stockage ;

- les déchets seront évacués dans un conteneur fermé et stocké dans un lieu approprié.

Après l'intervention, la salle opératoire sera laissée dans un état propre. Elle sera si possible aérée, et pourra alors être préparée pour une nouvelle intervention.

Conclusion

Une telle préparation est parfaitement possible en cabinet dentaire. Les précautions peuvent sembler excessives pour une intervention implantaire simple où la phase cruciale consiste à prélever l'implant de l'emballage stérile qui le contient et à l'insérer dans le site osseux. Toutefois, pour une intervention longue combinant pose d'implants et augmentation du volume osseux, cette discipline sera garante d'un minimum d'infections postopératoires. Et comme il est difficile d'adopter plusieurs protocoles préparatoires selon la difficulté d'une intervention que l'on ne soupçonne pas toujours, il appartient à chacun d'entre nous de roder dans sa propre structure la meilleure démarche pour opérer en toute sécurité dans toutes les situations. La répétition de ce protocole préparatoire va permettre de l'appliquer en routine en veillant à l'améliorer constamment. C'est ainsi que l'on peut progresser.

References

- [1] Altonen M, Saxen L, Kosunen T, Ainamo J. Effect of two antimicrobial rinses and oral prophylaxis on preoperative degerming of saliva. *Int J Oral Surg* 1976;5:276-84.
- [2] Bergeaud Y. De l'aérobiocontamination en salle d'opération à la toilette préopératoire du malade. *Tech Hospitalières* 1992;559:43-4.
- [3] Constans J, Nicolas O, Mathieu A, Hadou R. Le bloc opératoire, arguments concernant la conception architecturale. *Tech Hospitalières* 1990;541:39.
- [4] CCCLIN Paris-Nord (centre de coordination des comités de lutte contre les infections nosocomiales de l'interrégion Paris-Nord). Les gants à l'hôpital, un choix éclairé. *Document du 27/09/98. Institut Santé et Développement, 15, rue de l'École de Médecine. 75006 Paris.*

- [5] Grelaud G. L'adhérence bactérienne aux biomatériaux. *Le Pharmacien Hospitalier* 1992;27(110):7-12.
- [6] Hoet T. Lettre ouverte à l'hygiène hospitalière, en particulier celle qui concerne les blocs opératoires. *Tech Hospitalières* 1989;531:95-101.
- [7] Monbelli A, Marxer M, Gaberthüel T, Grunder U, Lang NP. The microbiota of osseointegrated implants in patients with a history of periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1995;22:124-30.
- [8] Mouton C, Robert JC. Bactériologie buccodentaire. Masson; 1993 page 47.
- [9] Sixou M, Lodter JP. Étude de la flore sous-gingivale des implants ostéo-intégrés dans des situations d'échecs et de succès chez des patients édentés et partiellement édentés. *Journal de Parodontologie* 1994;13(n° 1):67-76.
- [10] Société Française d'Hygiène Hospitalière. Recommandations pour l'hygiène des mains. Collection Hygiènes. Anios Éditeur; 2002.
- [11] Van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, Folmer T, Henry P, Herrmann I, et al. The applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:272-82.
- [12] Van steenberghe D, Yoshida K, Papaioannou W, Bolln CML, Reybrouck G, Quirynen M. Complete nose coverage to prevent airborne contamination via nostris is unnecessary. *Clin Oral Impl Res* 1997;8:512-6.
- [13] Veksler A, Kayrouz G, Newman M. Reduction of Salivary Bacteria by Pre-Procedural Rinses With Chlorhexidine 0.12%. *J Periodontol* 1991;62:649-51.
- [14] Zeitoun R. Aérobiocontamination dans un cabinet dentaire au cours de chirurgie implantaire. Etude quantitative. *Actualités Odonto-Stomatologiques* 1992;180:713-21.

Complément de lecture

- Brisset L, Lecolier MD. Hygiène et asepsie au cabinet dentaire. Masson; 1997.
- Commission des dispositifs médicaux de l'ADF. Protection des mains au cabinet dentaire. ADF. 2001.
- Guignard JP, Glenat MC, Riondet G, Manillier P, De Ligt H, Le Cavorzin N. Décontamination, Bio-Nettoyage, Désinfection, Stérilisation. Guide Pratique 2^e édition. Editions Hospitalières.
- Zeitoun R. (1993). L'asepsie en chirurgie implantaire *Information Dentaire* 1995;37:2827-33.
- Missika P, Drouhet G. Hygiène, Asepsie, Ergonomie, Un défi permanent. Editions CDP; 2001.
- Zeitoun R. Erreurs d'asepsie en chirurgie parodontale et en chirurgie implantaire. *Journal de Parodontologie* 1995;14(n° 1):7-21.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

MISE AU POINT TECHNIQUE

Une protection efficace contre le risque infectieux en Implantologie : un nouveau gant viro protecteur

An efficient protection against infectious risks in Implantology: a new antiviral glove

D. Cantaloube ^a, D. Dohan ^b, N. Moussaoui ^a, P. Hoerner ^{c,*}, P. Sonntag ^d

^a Clinique de Milan, 17, rue Milan, 75009 Paris, France

^b Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux, Montrouge, France

^c Hutchinson Santé, 2, rue Balzac, 75008 Paris, France

^d Centre de recherche Hutchinson, BP 31, rue Gustave-Nourry, 45120 Chalette-sur-Loing, France

Disponible sur internet le 24 novembre 2004

MOTS CLÉS

Accidents exposants au sang ;
Contamination ;
Gant de chirurgie ;
Infection virale

Résumé Il est toujours risqué pour un praticien d'opérer un patient porteur d'une maladie virale ou plus généralement infectieuse (sida, hépatites, septicémie...). Toute blessure des mains sur un tel terrain peut entraîner une contamination. Le gant G-VIR[®], dernier-né technologique contre ce risque, se comporte comme une barrière active : son mode d'action libérant un désinfectant au point de rupture permet de réduire la charge virale transmise au porteur. De plus, ce gant n'entrave pas la précision du geste chirurgical (comme a pu le démontrer une étude clinique réalisée à l'hôpital de Lyon Sud par le laboratoire BIOMATECH). Son utilisation doit être systématique sous certaines latitudes, dans certaines circonstances en chirurgie de masse ou au contraire dans des cas plus ciblés comme les risques d'hépatite C et du sida... dans nos villes et hôpitaux. La charge financière est modeste, eu égard au risque encouru et en matière de prévention ce gant doit être utilisé chaque fois que cela semble nécessaire. Il est un gant qui assure et qui rassure !!

© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Blood exposure accidents;
Contamination;
Surgical glove;
Viral infection

Abstract Performing surgery on a patient infected with bloodborne pathogens (human immunodeficiency virus, hepatitis C virus,...) is always hazardous. Every hand injury may lead to exposure to bloodborne pathogens. The G-VIR[®] glove is an innovative device against exposure risk. Its unique active barrier design allows to expel disinfectant on the sharp when it breaches, the viral load transmitted through the glove is therefore reduced. Furthermore this glove does not hinder the dexterity of the surgeon (as shown by a clinical study performed at Biomatech and Lyon Sud Hospital). This glove has to be considered as the standard for some regions of the world, or in some circumstances when performing mass surgery and conversely in well focused cases as human immunodeficiency virus or

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : pierre.hoerner@paris.hutchinson.fr (P. Hoerner).

hepatitis C virus positive patient in our countries and hospitals. Its cost is low when compared to the infection risk and in order to prevent occupational infection it should be used each time it is considered as beneficial. The glove which makes it possible!
© 2004 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Le risque de contamination virale des personnels soignants suite à des Accidents Exposants au Sang (AES) est réel et largement documenté. La stomatologie, l'odontologie et donc l'implantologie sont des pratiques particulièrement à risque suite à l'exposition prolongée au sang du patient et à des objets vulnérants (aiguilles, vis, fils d'acier, instruments pour extraction, forets, esquilles d'os...). Les statistiques globales pour ces spécialités donnent un taux d'accidents exposants au sang de 0,9 pour cent actes [1]. Cette valeur est déjà élevée mais, si l'on distingue les procédures ne faisant pas intervenir d'objets vulnérants de celles les faisant intervenir, le taux d'incidents percutanés atteint 2,9 incidents pour cent actes de chirurgie à risque (chirurgie reconstructrice, traumatologie, chirurgie de fermetures muqueuse ou peau,...) [2,3].

Protection actuelle

De nombreux dispositifs protecteurs ont été créés afin de prévenir les expositions au sang qu'elles soient d'origine percutanée (piqûre ou coupure), ou par contact cutanéomuqueux (projection oculaire ou sur les lèvres). Cependant, leur mise en œuvre peut se révéler complexe et conduire ainsi à une réduction de leur efficacité [4].

De manière générale, toutes les solutions de protection proposées à ce jour agissent comme des membranes passives séparant deux milieux, à l'image des gants de soins, barrière entre les fluides biologiques et les mains des soignants. La protection des mains repose sur l'intégrité de cette membrane, ce qui implique l'utilisation de gants de bonne qualité d'autant plus que cette chirurgie est « active » [5]. Plus cette membrane est fine, plus le risque de la voir endommagée augmente, si bien que pour améliorer la sécurité, la solution est d'augmenter de façon corrélée son épaisseur et sa résistance. Le double gantage repose sur ce principe. Toutefois s'il permet d'éviter le contact avec le sang du patient au travers d'un gant simple déchiré, il ne peut pallier aux accidents percutanés et aux lacerations qui conduisent aux expositions les plus graves [6].

Ainsi de nombreuses tentatives ont été faites par les fabricants de matériel afin d'améliorer la protection des soignants contre les accidents percutanés par le développement de sous gants ou de doigtiers en Kevlar dont l'efficacité contre la piqûre est proportionnelle à l'épaisseur et à la perte de dextérité dans les gestes opératoires. Cette solution revient donc à recouvrir la main d'une armure avec perte de souplesse et d'allongement liée aux caractéristiques intrinsèques des matériaux utilisés.

Une protection active tirée de la nature

Une alternative est proposée par les systèmes biologiques pour lesquels une lésion est protégée par un liquide expulsé à l'endroit de la blessure. Il en va ainsi pour l'Hevea [7] ou la coagulation sanguine.

Cette observation a conduit à la réalisation d'une membrane, qui projette un liquide désinfectant lors d'une lésion par piqûre ou coupure [8]. Celle-ci est constituée d'une structure sandwich en élastomère de synthèse représentée sur la Fig. 1. Deux couches fines (d'environ 100 μm d'épaisseur) d'élastomère entourent une couche centrale d'environ 250 μm d'épaisseur. Cette dernière est constituée d'une matrice élastomère dans laquelle de fines gouttelettes de désinfectant (d'environ 50 μm de diamètre) sont dispersées.

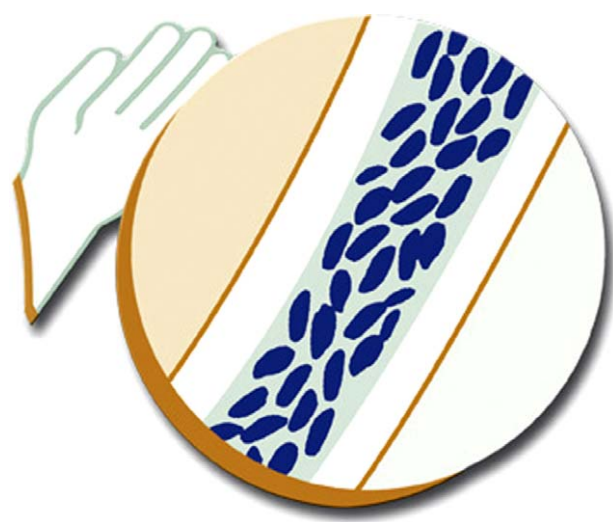


Figure 1 Représentation de la structure de la membrane constituée de trois couches d'élastomère de synthèse. La couche du milieu (250 μm) renferme un mélange désinfectant sous forme de microgouttelettes réparties dans une matrice d'élastomère.

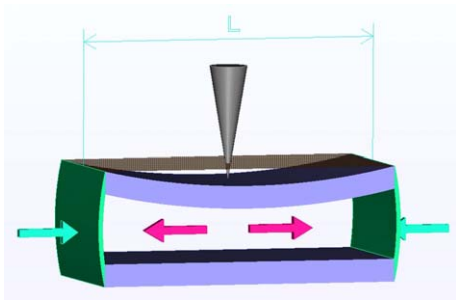


Figure 2 Principe d'action de la membrane. La zone intermédiaire est détruite sur une zone de largeur L qui est fonction de l'épaisseur de la couche supérieure et du ratio des contraintes « seuil » des couches supérieure et intermédiaire. Les zones intactes maintiennent le liquide désinfectant en place alors que la déformation de la couche supérieure le met sous pression.

Cette membrane fonctionne selon le mécanisme suivant (Fig. 2) :

L'objet vulnérant exerce tout d'abord une forte contrainte localisée sur la couche supérieure du matériau. Cette contrainte transmise à l'ensemble de la structure entraîne la rupture de la couche intermédiaire plus fragile que les couches externes. La structure cellulaire de la couche intermédiaire ayant disparu sur une région de largeur L, la couche supérieure qui n'est plus supportée, se déforme dans cette zone. Le liquide compris dans la couche intermédiaire est alors sous pression sous l'effet de la déformation de la couche supérieure. Il est également maintenu en place par la couche intermédiaire de structure intacte restante sur le pourtour de la région détruite, et la couche inférieure. Ainsi lorsque la couche supérieure cède, le liquide est projeté sur l'aiguille sous l'effet de la pression.

Le mécanisme de cette membrane repose sur la conversion de l'énergie élastique à l'origine de la rupture en énergie d'expulsion du liquide concentré au point d'impact. Le temps caractéristique d'expulsion du liquide ainsi que la quantité de liquide expulsé varient avec le diamètre des gouttes et le rapport des contraintes de rupture des couches intermédiaire et supérieure. Il est ainsi possible d'avoir émission de liquide avant que la membrane ne soit intégralement percée.

Ce concept est mis en œuvre dans la fabrication de gants commercialisés sous le nom G-VIR® (société Hutchinson santé). Du fait de leur épaisseur comparable à celle d'un double gantage et des matériaux utilisés, les gants conservent des caractéristiques de souplesse et de dextérité compatibles avec les exigences chirurgicales.

Réduction de la charge virale transmise en cas d'accident

L'efficacité de ce gant lors d'accidents percutanés a été évaluée au moyen de tests simulant un acci-

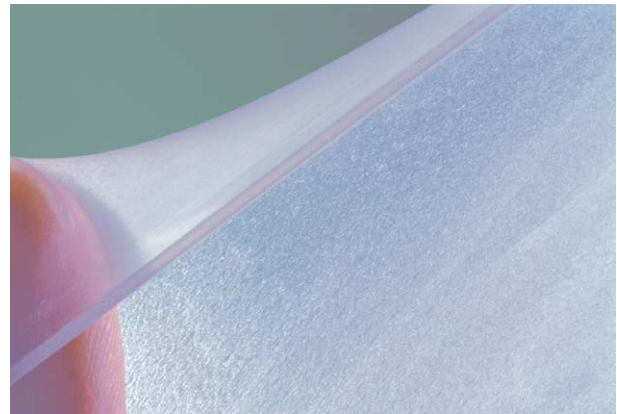


Figure 3 Photo en gros plan du gant G-VIR®. On aperçoit les gouttelettes d'agent désinfectant au sein de la structure du gant.

dent mettant en jeu une aiguille creuse [9]. Les tests, tant in vivo qu'in vitro, ont été réalisés sur des virus modèles du sida et de l'hépatite C : le virus de l'herpes Simplex de type I, du sida félin ainsi que de la diarrhée bovine.

Afin de démontrer l'efficacité du mécanisme en se soustrayant des phénomènes d'essuyage dû à l'épaisseur, le gant G-VIR® a été comparé à un gant de même épaisseur et de même structure mais ne contenant pas de liquide désinfectant. Une réduction notable de l'infection par ces virus, après passage au travers du gant G-VIR®, a été observée dans tous les cas. La quantification des résultats in vitro montre une réduction supérieure à 80 % du nombre de virions, après passage au travers du gant G-VIR®. Il faut noter que le nombre de virions transmis lors d'un passage au travers du gant de référence est comparable à celui obtenu pour un double gantage (résultats non publiés).

Cette membrane présente donc une efficacité en cas d'accidents percutanés tels que piqûres, coupures ou lacérations du gant. Fig. 3.

Mais ses performances ne se limitent pas aux seules expositions percutanées : en effet, la présence de l'agent désinfectant au sein de la structure permet également de réduire très significativement le nombre de micro-organismes pouvant traverser le gant lorsque celui-ci est microperforé. De tels microdéfauts sont fréquents avec les gants traditionnels : ils peuvent être directement liés à la structure intrinsèque des matériaux (films à base de latex) ou peuvent apparaître en cours d'utilisation, sous l'effet des sollicitations mécaniques ou suite au contact avec un objet perforant. Ces microperforations peuvent conduire à des expositions cutanées, pouvant être prolongées, avec du sang ou des liquides biologiques.

Avec le gant G-VIR®, le liquide traversant le matériau endommagé est en contact avec le désin-

fectant. Le gant conserve alors une relative imperméabilité aux pathogènes même lorsque son étanchéité physique est compromise.

Conclusion

Dans la sphère orofaciale et notamment buccale, de nombreux actes chirurgicaux (extractions dentaires, chirurgie gingivale, blocage bimaxillaire par fils métalliques, mise en place d'implants...) exposent quotidiennement les mains du chirurgien à des risques, à des agressions inévitables car accidentelles.

Il y a quelques années, on se piquait sans arrière-pensée, sans angoisse, ni grands risques. Les temps ont changé, le profil sérologique est à reconsidérer et une protection de toute l'équipe soignante s'impose de manière générale.

Le gant G-VIR[®] répond parfaitement à cette attente. Son épaisseur n'entrave aucunement la précision du geste. Elle est tout à fait comparable à un double gantage. Des études préliminaires chez l'animal et dans différents blocs opératoires ont permis de s'en assurer (pose d'implants notamment).

Références

- [1] Beltrami EM. Risk and management of blood borne infections in health care workers. *Clin Microbiol Rev* 2000;13: 385-407.
- [2] Jonathan EC, Dodson TB, Cleveland JL, Lockwood SA. Percutaneous injuries during oral and maxillofacial surgery procedures. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55:553-6.
- [3] Upton LG. Discussion. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55: 556-7.
- [4] Perry J. Reducing the risk of scalpel blade injury. *Oupatient Surg Mag* 2003;4:98-9.
- [5] Albin MS, Bunegin L, Duke ES, Ritter RR, Page CP. Anatomy of a defective barrier: sequential glove leak detection in a surgical and dental environment. *Crit Care Med* 1992;20: 170-84.
- [6] Mc Leod GG. Needle stick injuries at operations for trauma. Are surgical gloves an effective barrier? *J Bone Joint Surg* 1989;71:489-91.
- [7] Farrel BD, Dessourd DE, Mitter C. Escalation of plant defenses do latex and resin canals spur plant diversification. *Am Nat* 1991;138:881-900.
- [8] Sonntag P, Hoerner P, Cheymol A, Argy G, Riess G, Reiter G. Biocide squirting from an elastomeric tri-layer film. *Nature Mat* 2004;3:311-5.
- [9] Bricout F, Moraillon A, Sonntag P, Hoerner P, Blackwelder W, Plotkin SJ. Virus Inhibiting glove to reduce the risk of infection by enveloped viruses. *J Med Vir* 2003;69:538-45.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT[®]



ELSEVIER

Index des auteurs

- Aïdan P., 125
Altglas S., 125
- Belveze C., 131
Bermot P., 31, 139
Bey E., 45
- Cantaloube D., 1, 45, 137, 253
Chavrier C., 51
Choukroun J., 87, 99, 109, 131, 167, 177, 203, 229
Colin P., 243
- Decorbiere S., 125
Denhez F., 45
Dohan A., 71, 87, 99, 109, 203, 207, 217
Dohan D., 3, 13, 31, 71, 87, 99, 109, 131, 139, 151, 159, 167, 173, 177, 203, 207, 217, 229, 237, 253
Dohhan S., 87, 99, 109, 167, 173, 203, 229
Donsimoni J.-M., 3, 13, 31, 71, 87, 99, 109, 139, 173, 203, 207, 217, 237
- Fioretti F., 87, 99, 109, 203, 229
Frydman N., 125
- Gabrieleff D., 71, 87, 99, 109, 139, 173, 203, 207, 217
Gaultier F., 3
Girard M.-O., 131, 177, 167, 229
Gouzien G., 45
- Hoerner P., 253
- Korb G., 99, 131
- Leclercq P., 151, 159, 237
- Moussaoui N., 253
- Navarro G., 3
- Ouaknine T., 131, 177
- Paranque A.R., 45
- Roche J.L., 131
- Schoeffler C., 131, 167
Simonpieri A., 131, 167, 177, 229
Sonntag P., 253
- Vialle B., 117



Index des mots clés

A

Accidents exposants au sang - Une protection efficace contre le risque infectieux en Implantologie : un nouveau gant viro protecteur, 253

Aspiration nasale - Une aspiration nasale efficace pour soulever les membranes sinusiennes, 173

B

Bistouri ultrasonore - De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 151 - De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 159

Bränemark-Novum - Le traitement de l'édentation mandibulaire totale par prothèse implantaire immédiate et permanente : technique de Bränemark-Novum, 117

C

Chirurgie orale - De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 151

Colle de fibrine - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques 3^e partie : applications cliniques, 3 - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 1^{re} partie : biotechnologies et fibrine, 87 - *Platelet Rich Fibrin* (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation, 229

Comblement de sinus - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques, 167

Comblement osseux intrasinusien - Implantation et augmentation du volume osseux par micro-ostéotomie maxillaire : intérêt du Pepgen-15TM, 125

Concentré plaquettaire - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques 3^e partie : applications cliniques, 3 - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects im-

munitaires, implications thérapeutiques. 2^e partie : plaquettes et cytokines, 99 - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 3^e partie : aspects immunitaires, 109 - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques, 167

Contamination - Une protection efficace contre le risque infectieux en Implantologie : un nouveau gant viro protecteur, 253

D

Diffusion - Diffusion et pénombre : deux pièges du radiodiagnostic préimplantaire, 237

Diskimplant[®] - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 207 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 217

Dispositif chirurgical - Préparer une intervention implantaire. Ergonomie en cours d'intervention, 243

Distraction osseuse alvéolaire - Distraction alvéolaire des secteurs postérieurs mandibulaires : à propos d'un cas clinique, 45

E

Édentement - Le traitement de l'édentation mandibulaire totale par prothèse implantaire immédiate et permanente : technique de Bränemark-Novum, 117

Endoscopie intrasinusienne - Implantation et augmentation du volume osseux par micro-ostéotomie maxillaire : intérêt du Pepgen-15TM, 125

Étude rétrospective - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 217

F

Facteurs de croissance plaquettaires - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 2^e partie : plaquettes et cytokines, 99 - Implantation immédiate post-extractionnelle (IIPE) : l'intérêt du PRF[®], 177

FDDB (freeze-dried bone allograft) - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques, 167

G

Gant de chirurgie - Une protection efficace contre le risque infectieux en Implantologie : un nouveau gant viro protecteur, 253

Gel de fibrine - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 1^{re} partie : biotechnologies et fibrine, 87 - *Platelet Rich Fibrin* (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation, 229

Gel de plaquettes - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 3^e partie : aspects immunitaires, 109

Grefe osseuse - Sinus-lifts : comment éviter la contamination peropératoire systématique ? 131- De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 159 - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques, 167

H

Hygiène - Préparer une intervention implantaire. Ergonomie en cours d'intervention, 243

I

Implant - Implantation et augmentation du volume osseux par micro-ostéotomie maxillaire : intérêt du Pepgen-15TM, 125

Implant à plateau d'assise - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 13 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 31 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : troisième partie : reconstructions maxillo-faciales. Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales,

réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse, 71 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 139 - Une aspiration nasale efficace pour soulever les membranes sinusiennes, 173 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 207 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 217

Implantation immédiate post-extractionnelle - Implantation immédiate post-extractionnelle (IIPE) : l'intérêt du PRF®, 177

Implantologie - Distraction alvéolaire des secteurs postérieurs mandibulaires : à propos d'un cas clinique, 45

Implantologie basale - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 207 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 217

Infection anaérobie - Sinus-lifts : comment éviter la contamination per-opératoire systématique ? 131

Infection virale - Une protection efficace contre le risque infectieux en Implantologie : un nouveau gant viro protecteur, 253

M

Mandibule - Distraction alvéolaire des secteurs postérieurs mandibulaires : à propos d'un cas clinique, 45 - Le traitement de l'édentation mandibulaire totale par prothèse implantaire immédiate et permanente : technique de Bränemark-Novum, 117

Maxillofacial - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 13 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 31 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : troisième partie : reconstructions maxillo-faciales. Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse, 71 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 139 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 207 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 217

Membrane sinusienne - Une aspiration nasale efficace pour soulever les membranes sinusiennes, 173

Métronidazole - Sinus-lifts : comment éviter la contamination per-opératoire systématique ? 131

Microostéotomie maxillaire - Implantation et augmentation du volume osseux par micro-ostéotomie maxillaire : intérêt du Pepgen-15™, 125

Mise en charge immédiate - Le traitement de l'édentation mandibulaire totale par prothèse implantaire immédiate et permanente : technique de Bränemark-Novum, 117

O

Orthopédie - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 13 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 31 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : troisième partie : reconstructions maxillo-faciales. Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse, 71 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 139

P

Pénombre - Diffusion et pénombre : deux pièges du radiodiagnostic préimplantaire, 237

Piézochirurgie - De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 151 - Piézochirurgie - De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 159

Prélèvement osseux - De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 159

Prévention - Préparer une intervention implantaire. Ergonomie en cours d'intervention, 243

PRF - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 1^{re} partie : biotechnologies et fibrine, 87 - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 2^e partie : plaquettes et cytokines, 99 - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 3^e partie : aspects immunitaires, 109 - *Platelet Rich Fibrin* (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation, 229

PRF (Platelet-Rich Fibrin) - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques

3^e partie : applications cliniques, 3 - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques, 167 - Implantation immédiate post-extractionnelle (IIPE) : l'intérêt du PRF®, 177

PRP - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 1^{re} partie : biotechnologies et fibrine, 87 - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 2^e partie : plaquettes et cytokines, 99 - Platelet Rich Fibrin (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation. Biotechnologies et fibrine, plaquettes et cytokines, aspects immunitaires, implications thérapeutiques. 3^e partie : aspects immunitaires, 109 - *Platelet Rich Fibrin* (PRF) : un nouveau biomatériau de cicatrisation, 229

PRP (Platelet-Rich Plasma) - Concentrés plaquettaires : technologies, biologie associée, applications cliniques, analyses histologiques 3^e partie : applications cliniques, 3

R

Régénération péri-implantaire - Implantation immédiate post-extractionnelle (IIPE) : l'intérêt du PRF®, 177

Région prémolomolaire - Distraction alvéolaire des secteurs postérieurs mandibulaires : à propos d'un cas clinique, 45

S

Salle d'opération - Préparer une intervention implantaire. Ergonomie en cours d'intervention, 243

Scanner - Diffusion et pénombre : deux pièges du radiodiagnostic préimplantaire, 237

Secteurs postérieurs - Distraction alvéolaire des secteurs postérieurs mandibulaires : à propos d'un cas clinique, 45

Sinus lift - Sinus-lifts : comment éviter la contamination per-opératoire systématique ? 131 - Une aspiration nasale efficace pour soulever les membranes sinusiennes, 173

Suites précoces - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 207

Suites tardives - Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise, 207

T

Tomodensitométrie - Diffusion et pénombre : deux pièges du radiodiagnostic préimplantaire, 237

Tricortical - Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise, 13 - Les

implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise, 31 - Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : troisième partie : reconstructions maxillo-faciales. Les implants maxillo-faciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techni-

ques de réintervention, méta-analyse, 71 - Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise, 139

U

Ultrasons - De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques, 151

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

COMITÉ DE RÉDACTION DE LA REVUE IMPLANTODONTIE :

RÉDACTEUR EN CHEF : Daniel Cantaloube

RÉDACTEURS-ASSOCIÉS : Patrick Missika, Paris
Alain Deboise, Paris

COMITÉ DE RÉDACTION : Jean-Marie Donsimoni, Paris
Robert Fromental, Lyon
Jean-Pierre Fusari, Lyon
Patrick Limbour, Paris

RESPONSABLES DE LA RUBRIQUE ANALYSE DE LA LITTÉRATURE :

Pr Christian Chavrier (Lyon). Diplôme Universitaire de Chirurgie et Prothèse Implantaires, Université Lyon I, sous la responsabilité du
Professeur Christian Chavrier et du Dr Michel Perriat. c.chavrier@wanadoo.fr

Pr Patrick Missika (Paris) missika@ccr.jussieu.fr



Éditorial

Chers abonnés, chers lecteurs,

Dans ce premier numéro de l'année nous tenons à vous remercier de votre fidélité et nous espérons que votre revue « *Implantodontie, implants et dentisterie esthétique* » répond déjà et répondra bientôt encore d'avantage à vos attentes dans ces deux domaines.

Voilà une année que les éditions Elsevier France, sur sa demande et conformément à un accord bilatéral, ont racheté au docteur Alain Girod la revue *Implantodontie*. Promesse tenue et contrat honoré, nous volons maintenant de nos propres ailes et en toute indépendance.

Revue de chirurgie et de dentisterie avec comme dénominateur commun l'implant, elle est en train de « prendre ses marques », de trouver son identité, son originalité, grâce à l'aide de chirurgiens-dentistes, de stomatologistes, de chirurgiens maxillofaciaux et de chercheurs qui nous aident à la rendre pluridisciplinaire et digne d'intérêt.

Les nouveautés voulues par la rédaction et l'éditeur se mettent en place progressivement : un comité éditorial digne de ce nom ; un comité de lecture choisi de façon rigoureuse, une nouvelle présentation attractive et conforme à nombre de revues scientifiques et médicales, des auteurs de qualité, ... et une permanence de nos bureaux à votre écoute.

Un succès déjà puisque le Syndicat national de la presse médicale lui a décerné le premier prix dans

la catégorie des revues destinées aux dentistes et stomatologistes pour la publication de l'article du Dr Jean-Marie Donsimoni intitulé : « Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise, vol. 13 n° 1, janvier 2004-p.13-30. »

Plutôt que d'imposer un style, nous souhaiterions bénéficier de vos suggestions. Nous voulons faire adhérer et écrire les généralistes de l'implantologie, les « ténors », les chercheurs, les juristes, les assureurs ... bref des signatures venues de tous les horizons, de tous les bords, de la recherche fondamentale en laboratoire à la pratique quotidienne au cabinet.

Votre contribution intellectuelle nous est indispensable. Notre revue vous est ouverte et nous restons à votre disposition pour répondre à vos questions. Nous sommes optimistes pour l'avenir.

Merci pour votre contribution/collaboration

D. Cantaloube (Rédacteur en chef) *

C. Aimé-Sempé (Éditeur)

14 bis, rue Montbauron, 78000 Versailles, France

Adresse e-mail :

daniel.cantaloube@wanadoo.fr (D. Cantaloube).

Disponible sur internet le 13 mars 2005

* Auteur correspondant.

Available online at www.sciencedirect.com





ELSEVIER

CAS CLINIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Reconstruction implantoprothétique simplifiée par le système Easy Abutment[®] : à propos d'un cas clinique

Implantoprosthetic Reconstruction simplified by Easy Abutment: a case report

J. Garnier *, P. Limbour

Unité fonctionnelle d'implantologie et de réhabilitation orale, CHU de Rennes, 2, place Pasteur, 35000 Rennes, France. Laboratoire de prothèse C. Allaime, 35410 Chateaugiron, France

Disponible sur internet le 09 mars 2005

MOTS CLÉS

Implant dentaire ;
Empreinte dentaire ;
Système Easy
Abutment[®]

Résumé L'objectif de ce cas clinique est de montrer qu'un édentement postérieur peut être traité avec précision et simplicité. Le système Easy Abutment[®] (Nobel Biocare[®], Göteborg, Suède) facilite la réalisation prothétique. L'impératif majeur de l'utilisation de ce système est lié à la concordance de l'axe d'insertion de l'implant et de l'axe prothétique. Le système Easy Abutment[®] associe un pilier implantaire, une vis de pilier, un capuchon d'empreinte à clipper, un bouchon obturateur de puits d'accès de vis, un embout de seringue, un capuchon de cicatrisation. Il n'y a pas de prothèse de temporisation, ni de pilier provisoire. Le pilier implantaire utilisé est standard, il est usiné.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Dental implant;
Dental impression;
Easy Abutment[®]
system

Abstract The aim of this reported case is to show that a posterior *edentulous* can be treated with precision and simplicity. The Easy Abutment[®] system (Nobel Biocare[®], Göteborg, Suède) simplifies the prosthodontic work. The indications are linked with the axis of the implant and the prosthesis. The Easy Abutment[®] system associates an abutment, a screw, an impression cap, a plug filing and a healing cap. There's no temporary prosthesis, neither temporary abutment. The abutment is standard and tooled [1-3].

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

L'objectif de ce cas clinique est de montrer qu'un édentement postérieur peut être traité avec précision et simplicité. Le système Easy Abutment[®] (Nobel Biocare[®], Göteborg, Suède) simplifie la réalisation

prothétique. Les indications sont liées à l'axe de mise en place de l'implant par rapport à l'axe de la future prothèse.

Le système Easy Abutment[®] associe un pilier implantaire, une vis de pilier, un capuchon d'empreinte à clipper, un bouchon obturateur de puits d'accès de vis, un embout de seringue, un capuchon de cicatrisation (Figs. 8-10). Il n'y a pas de prothèse de temporisation, ni de pilier provisoire. Le pilier implantaire utilisé est standard, il est usiné.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : garnierju@aol.com (J. Garnier).

Cas clinique

Une patiente de 43 ans vient consulter pour une réhabilitation implantaire de deux édentements unitaires du secteur postérieur mandibulaire (Fig. 1).

Les 36 et 45 absentes seront remplacées par deux implants Replace® Select Tapered® (Nobel Biocare®, Göteborg, Suède) de 4,3 et 5 mm. La longueur des deux fixtures est de 13 mm. La technique de pose des implants est standard (Fig. 2).

À huit semaines les piliers de cicatrisation sont mis en place et trois semaines plus tard les prothèses peuvent être réalisées (Fig. 3).

Les vis de cicatrisation sont retirées (Figs. 4 et 5) et les piliers implantaires sont vissés à la clé dynamométrique (35 Ncm) (Figs. 6 et 7). Des bouchons obturateurs en caoutchouc sont insérés au sommet des piliers pour éviter l'introduction du matériau d'empreinte au contact de la vis. Chaque pilier est livré avec un capuchon d'empreinte (impression cap) (Fig. 9). Les piliers implantaires sont standards et usinés, ce qui assure une connexion et une



Figure 1 Édentements unitaires du secteur postérieur mandibulaire.

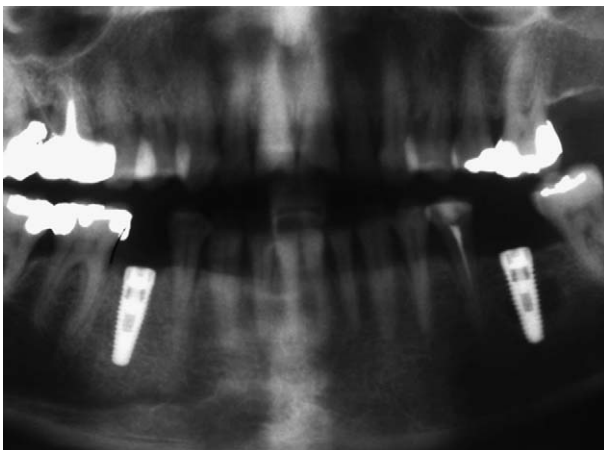


Figure 2 La longueur des deux fixtures est de 13 mm. La technique de pose des implants est standard.

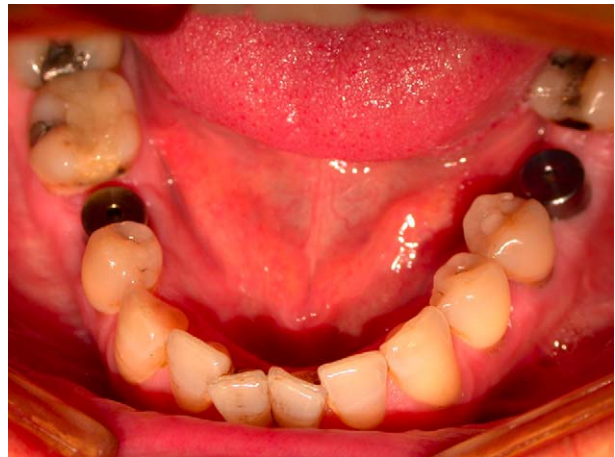


Figure 3 À huit semaines les piliers de cicatrisation sont mis en place et trois semaines plus tard les prothèses peuvent être réalisées.

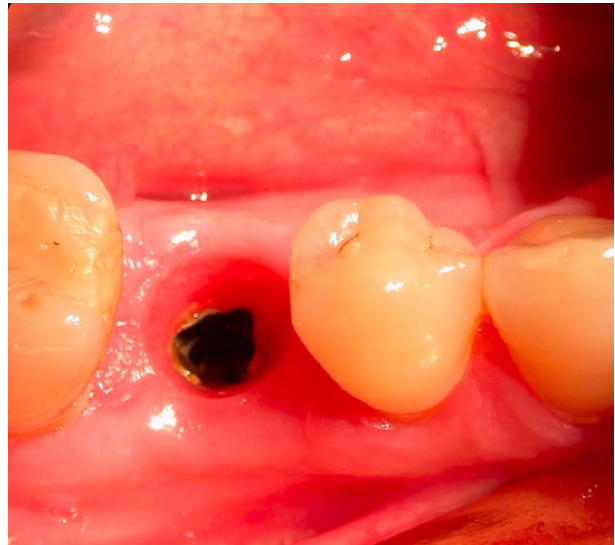


Figure 4 Retrait des piliers de cicatrisation et adaptation de la gencive marginale.



Figure 5 Retrait des piliers de cicatrisation et adaptation de la gencive marginale.



Figure 6 Mise en place du pilier implantaire de la 45.



Figure 7 Mise en place du pilier implantaire de la 36.



Figure 8 Système Easy Abutment®.

adaptation parfaite. Les capuchons d'empreintes sont clipés sur les piliers (Fig. 11). Des rétinctions spécifiques assurent leur fixité. Une empreinte par double mélange est prise. Le silicone light est injecté par le sommet des capuchons d'empreinte. L'empreinte est retirée et validée (Figs. 12 et 13).



Figure 9 Capuchon d'empreinte.

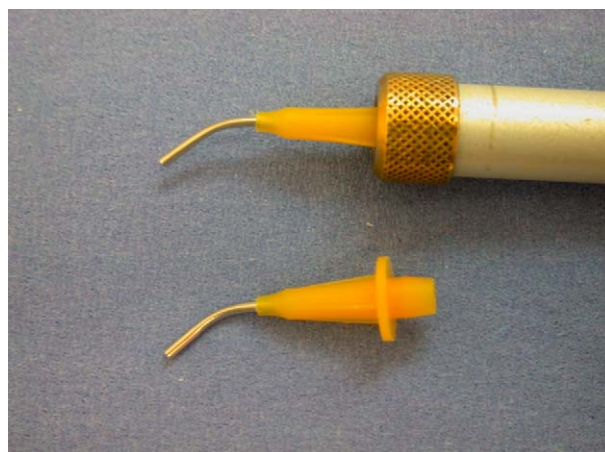


Figure 10 embout de seringue s'adaptant au capuchon d'empreinte.



Figure 11 Capuchon d'empreinte clipés sur les piliers implantaires.

Les piliers sont laissés en place et recouverts de capuchons de cicatrisation vissés (Fig. 14). Un analogue de laboratoire, réplique du pilier, est positionné dans l'empreinte et transmis au laboratoire (Fig. 15). Une chape calcifiable peut être fournie au prothésiste pour simplifier la fabrication de l'arma-

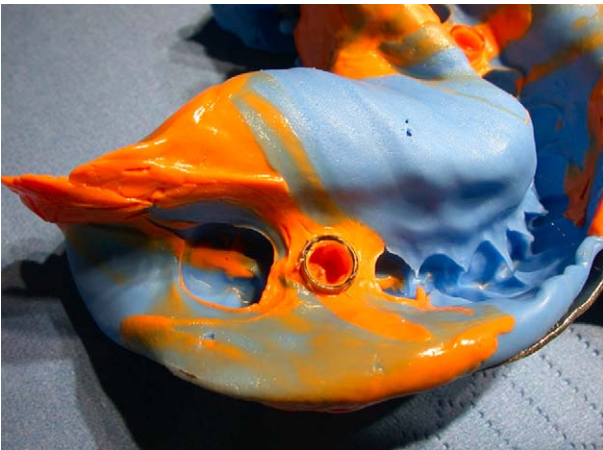


Figure 12 Retrait de l'empreinte et contrôle.



Figure 13 Contrôle de la précision de l'empreinte.



Figure 14 Capuchons de cicatrisation recouvrant les piliers implantaires.

ture (Fig. 16). Cette chape en plastique calcinable est spécifique du pilier implantaire et servira de base pour le montage en cire de la chape (Fig. 17 et 18). Ainsi le technicien de laboratoire n'intervient pas dans l'élaboration du joint cervical.



Figure 15 Analogues des piliers implantaires à fournir au technicien de laboratoire.

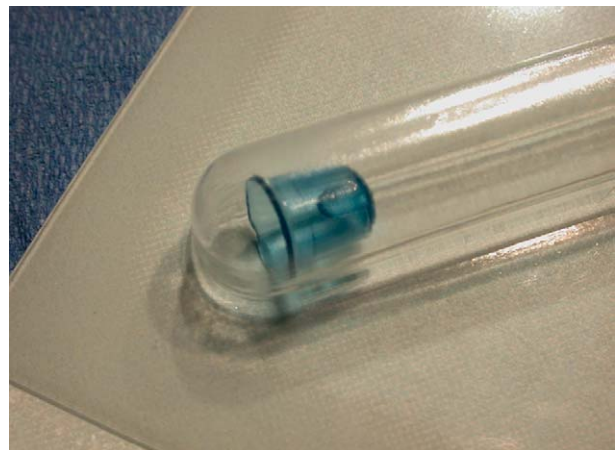


Figure 16 chape calcinable servant de base pour le montage en cire de l'infrastructure en métal.



Figure 17 La chape calcinable s'adapte à l'analogue du pilier implantaire.

Les chapes métalliques sont essayées pour valider la coulée (Figs. 19 et 20). La précision de l'ajustement est vérifiée par un contrôle radiographique (Figs. 21 et 22).

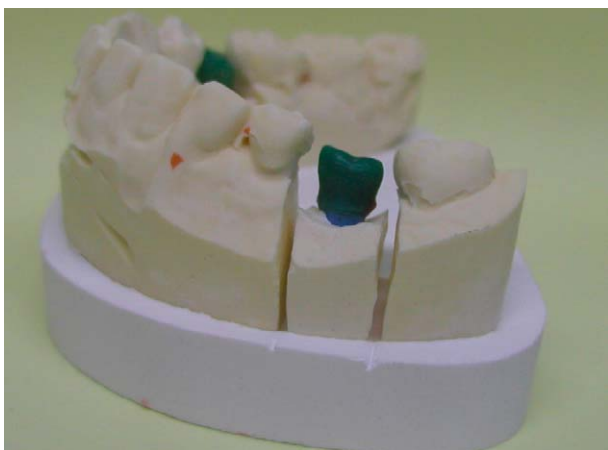


Figure 18 Montage en cire de la chape métallique.



Figure 19 Contrôle clinique de l'adaptation de la chape métallique de la 45.



Figure 20 contrôle clinique de l'adaptation de la chape métallique de la 36.

La céramique est montée sur les chapes et les couronnes sont scellées sur les piliers implantaires (Figs. 23 et 24).



Figure 21 Contrôle radiographique de l'adaptation de la chape métallique de la 45.



Figure 22 Contrôle radiographique de l'adaptation de la chape métallique de la 36.

Commentaire

Ce système de réhabilitation implantoportée a été conçu pour les cas simples où l'implant est idéalement positionné dans l'axe de la prothèse. Il tolère peu de modifications (retouche de l'axe des piliers), dans le cas contraire un autre système doit être utilisé.

Ses avantages sont :

- sa grande précision ;
- sa simplicité ;



Figure 23 Contrôle clinique de l'adaptation de la couronne 45.



Figure 24 Contrôle clinique de l'adaptation de la couronne 36.

- le maintien de l'attachement tissulaire autour du pilier (pour les limites sous-gingivales) ;
- l'absence de manipulation du pilier implantaire par le praticien qui réalise la prothèse ;

Son utilisation est limitée par les contraintes anatomiques et esthétiques :

- nécessité d'avoir un axe implantaire commun à l'axe prothétique, donc un bon volume osseux et gingival ;
- nécessité d'avoir un pilier droit, le prémaxillaire est donc contre-indiqué ;
- la retouche du pilier empêche l'utilisation de l'analogue monobloc.

Les indications sont limitées aux secteurs édentés, unitaires ou partiels, postérieurs.

Conclusion

Le système Easy Abutment® simplifie à l'extrême la réalisation d'une coiffe implantoportée. Son utilisation requiert une mise en place idéale de l'implant qui ne peut être assurée que par un guide chirurgical extrapolé de la céraplastie prospective. Une étude préchirurgicale des rapports intermaxillaires permet de confirmer l'indication du choix de ce système. La précision du joint prothétique garantit une parfaite stabilité de l'espace biologique et une bonne pérennité de la reconstruction. Les manipulations limitées de l'accastillage prothétique assurent un gain de temps et l'assurance d'un résultat clinique reproductible.

Pour en savoir plus

- Lekholm U, Van Steenberghe D, Hermann I, Bolender C, et al. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: a prospective 5-years multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:627-35.
- Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15 years study of osseo-integrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
- Branemark PI, Hanson BO, Adell R, Breine U, et al. Osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw: experience from a 10-year period. *Scand J Plas Reconstr Surg* 1977;16:1-132.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

CAS CLINIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Restauration unitaire implantaire à l'aide du système Procéra® : à propos d'un cas clinique

Unitary Implant Restoration using the Procera System: a case report

P. Limbour *, J. Garnier

Unité fonctionnelle d'implantologie et de réhabilitation orale, CHU de Rennes, 2, place Pasteur, 35000 Rennes, France. Laboratoire de prothèse C. Allaime, 35410 Chateaugiron, France,

Disponible sur internet le 09 mars 2005

MOTS CLÉS

Esthétique ;
Implant dentaire ;
Procéra

Résumé Le succès implantaire en secteur antérieur passe par l'intégration tissulaire et esthétique de l'implant et de la prothèse. Les impératifs esthétiques conditionnent et orientent toutes les étapes du plan de traitement de l'extraction à la mise en place de la prothèse d'usage. Les reconstructions Procéra®, par leur qualité de mimétisme et de gestion de la lumière, par leur excellente tolérance biologique, représentent désormais une référence pour les réhabilitations implantoportées du secteur antérieur.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Aesthetic;
Dental implant;
Procera

Abstract Tissue and esthetic integration of the prosthesis leads to success in implantology. Esthetic imperatives turn the treatment plan, from the tooth extraction to the prosthesis. The Procera abutment, with their excellent biological tolerance, represents the reference for rehabilitation of the anterior maxilla with implants.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

L'esthétique en implantologie est fondée sur plusieurs paramètres comprenant la reconstruction anatomique (dentaire et gingivale), la restitution de la symétrie, le choix de la teinte et la gestion de la lumière. Les piliers Procéra® (Procéra® Nobel Biocare®, Göteborg, Suède) permettent de répondre à la demande croissante de restaurations esthétiques de la part des patients. L'intérêt est majeur pour les dents antérieures. [1-3].

Observation

Un patient de 28 ans est adressé par son praticien traitant pour une réhabilitation implantaire de la dent n° 11.

La dent a subi un traumatisme et malgré le traitement réalisé à l'époque, la racine présente une forte résorption. Les examens clinique et radiologique ont révélé une dyschromie associée à une résorption radiculaire du tiers moyen (Figs. 1 et 2). On remarque également un décalage des collets entre la 11 et la 21.

Le diagnostic d'une résorption externe post-traumatique a été retenu et l'indication d'extraction posée.

L'anamnèse n'a pas retrouvé de contre-indication générale ou locale à un traitement implan-

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : limbour@polyclinique-sevigne.fr
(P. Limbour).



Figure 1 Situation initiale.



Figure 2 Radiographie initiale : résorption radiculaire.

taire. La localisation de l'édentement et l'absence de restauration conservatrice ou prothétique dans le secteur incisivo-canin nous a orienté vers une restauration par une couronne Procéra® implantoportée (Procera® Nobel Biocare®, Göteborg, Suède).

L'extraction a été réalisée (Fig. 3) de manière atraumatique, tant pour les tissus mous que pour le tissu osseux. Il était important de conserver les papilles interdentaires et l'alignement des collets entre la 11 et la 21. Une prothèse provisoire amovible non compressive a été mise en place pour permettre la cicatrisation alvéolaire (Fig. 4). L'existence d'une légère déhiscence osseuse a contre-indiqué une extraction avec implantation immédiate.

Six semaines plus tard un implant Replace® Select Tapered (Nobel Biocare®, Göteborg, Suède) de

4,3 par 13 mm a été enfoui (Fig. 5). Afin de corriger le non alignement des collets et d'augmenter le volume de la crête édentée, un comblement (Fig. 6) est effectué par un substitut osseux synthétique, du phosphate tricalcique béta, commercia-



Figure 3 Résorption radiculaire.



Figure 4 situation préimplantaire avec perte limitée des papilles à six semaines.

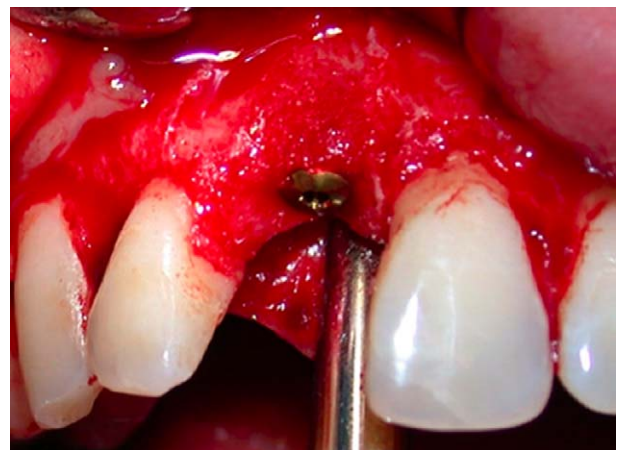


Figure 5 Mise en place de l'implant révélant la perte de substance vestibulaire.



Figure 6 Comblement vestibulaire au Cérasorb®.

lisé sous le nom de Cérasorb® (Curasan®, Kleinos-theim). Nous avons préféré une implantation précoce avec cicatrisation des tissus mous pour favoriser l'adjonction du biomatériau et optimiser ainsi la reconstruction de la crête (Fig. 7). La découverte à cinq mois postopératoires et la mise en place du pilier de cicatrisation nous a permis de vérifier l'ostéointégration ainsi que la position tri-dimensionnelle de l'implant par rapport à la future prothèse (Fig. 8) : situation mésiodistale, vestibulopalatine et enfouissement du col de l'implant.

Deux semaines plus tard une prothèse transitoire vissée est mise en place (Fig. 9). La restauration des points de contacts à moins de 5 mm du plateau implantaire a favorisé la maturation papillaire et sa prolifération (Figs. 10 et 11). Le patient a été revu à huit semaines pour la réalisation de la coiffe définitive. L'empreinte est prise avec le système classique de transfert et d'analogue. Le technicien de laboratoire va concevoir une maquette du pilier en cire (Fig. 12). Les paramètres de la maquette (angulation du pilier, organisation du profil d'émergence, adaptation des limites cervicales) seront



Figure 7 Cicatrisation à cinq mois avec correction de la perte de substance antéropostérieure.



Figure 8 Mise en place de la vis de cicatrisation.



Figure 9 Coiffe transitoire transvissée.



Figure 10 Mise en place de la provisoire sans maturation papillaire.

enregistrées par un scanner Procera Pico® (Fig. 13). Les données numériques sont transmises au site de fabrication (Stockholm, Suède) qui renvoie un pilier Procéra en alumine avec la chape en oxyde d'alumine frittée de haute densité au laboratoire. Le technicien réalise la céramique sur la



Figure 11 Contrôle à dix semaines de la prolifération papillaire avec la dent provisoire.

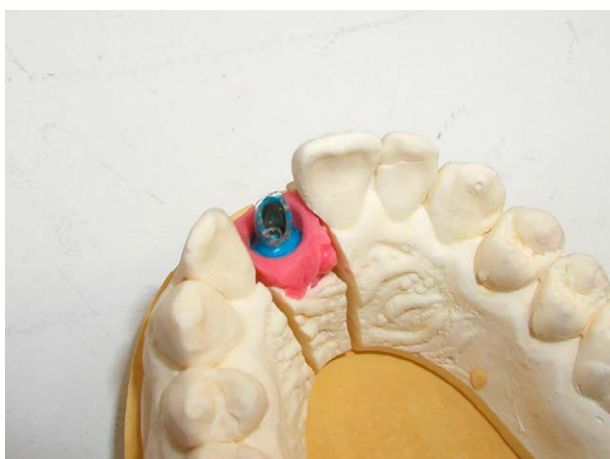


Figure 12 Réalisation de la maquette en cire du pilier au laboratoire.



Figure 13 Représentation numérique du pilier.

chape et assure ainsi le caractère esthétique de la prothèse (Fig. 14).

La dent provisoire est retirée et le pilier en alumine vissé sur l'implant avec la clé dynamométrique à 35 Ncm. La couronne Procéra sera scellée



Figure 14 Pilier et couronne Procéra®.



Figure 15 Mise en place du pilier vissé à 35 Ncm.



Figure 16 Situation clinique le jour de la pose. avec un ciment verre ionomère (Fuji Plus®, GC, Japan). (Figs. 15-18).

Commentaire

Le système Procera® est un système de fabrication assisté par ordinateur. La base de départ est un



Figure 17 Situation initiale avec décalage des collets lié au traumatisme.



Figure 18 Situation finale avec alignement des collets grâce au comblement et à la gestion des tissus mous.

modèle de travail avec analogue d'implant et fausse gencive. Un pilier idéal sera réalisé en cire puis un scanner adapté va lire le modèle et envoyer par modem les informations numériques au site de fabrication en Suède. Un cylindre en alumine pur préfabriqué sera usiné par fraisage à partir des données numériques pour la réalisation du pilier. Une chape est réalisée en oxyde d'alumine frittée de haute densité pour offrir une résistance maximale. L'habillage de la chape est faite au laboratoire.

Les avantages du système Procera® :

- esthétiques :
 - pas de pilier métallique, améliorant la translucidité de la restauration ;
 - possibilité de restauration par couronnes céramocéramiques ;
- biomécaniques :
 - la pièce de départ, préfabriquée, est d'un volume suffisant pour permettre un rattrapage de l'axe prothétique et une modification du profil d'émergence ;
 - précision des limites cervicales et du profil d'émergence qui sont enregistrés par le scanner ;
 - grande précision et ajustage optimal de la chape sur le pilier grâce au procédé d'usinage ;
 - système de connexion interne de l'implant assurant une bonne répartition des contraintes ;
 - vissage du pilier aisé avec un couple de 35 Ncm ;
 - biocompatibilité gingivale idéale de l'alumine ;
 - rapidité de la réalisation et simplification des étapes prothétiques au fauteuil.

Conclusion

L'esthétique est devenue un des critères de succès des réhabilitations antérieures implantoportées. La nouvelle technique prothétique Procera® AllCeram optimise l'intégration de la restauration. Cependant ces progrès ne doivent pas occulter la rigueur chirurgicale de la mise en place d'un implant dans le secteur antérieur.

Références

- [1] Bonnard P, Hermans M, Adriaensens P, Daelemans P, Malevez C. Anterior esthetic rehabilitation on teeth and dental implants optimized with Procera technology: a case report. *J Esthet Restor Dent* 2001;13(3):163-71.
- [2] Millar B. Metal-free esthetic restorations: procera concept. *Br Dent J* Aug 2004;197(4):218-9 28.
- [3] Kucey BK. The Procera abutment - the fifth generation abutment for dental implants. *J Can Dent Assoc* Sept 2000;66(8):445-9.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

TECHNIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Apport de la radiochirurgie en implantologie

The contribution of radiosurgery to implantology

B. Guillaume (médecin stomatologue, Président du Collège français d'implantologie, Chargé d'enseignement, Expert près la Cour d'appel de Paris)

Faculté de médecine d'Angers, unité Inserm : EMI 0335 Biomatériaux-Tissu calcifiés, expert près la Cour d'appel de Paris, 6, rue de Rome 75008 Paris, France

Disponible sur internet le 09 mars 2005

MOTS CLÉS

Radiofréquence ;
Implant ;
Bistouri ;
Radiochirurgie ;
Haute fréquence

KEYWORDS

Radiofrequency ;
Implant ;
Bistouri ;
Radiosurgery ;
High frequency

Résumé L'utilisation de la radiochirurgie par courant électrique à haute fréquence (4 MHz) et à basse température est désormais largement répandue dans de nombreux domaines chirurgicaux comme l'O.R.L, la dermatologie, et la chirurgie plastique. Cette technique de radiochirurgie de part ses propriétés physiques, accroît le confort opératoire tout en améliorant l'environnement tissulaire tant au stade chirurgical qu'à la phase prothétique.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract The radiosurgery use of high frequency (4 MHz) low temperature radio wave is used now in several surgical acts in ENT, Dermatology, Plastic surgery. This procedure increases comfort during the operation while also improving the gingival environment both at the operation and prosthetic phase.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Le bistouri électrique classique utilise des fréquences de l'ordre de 1 MHz environ.

Il est utilisé pour l'incision et la thermocoagulation avec élévation thermique tissulaire associée à une dégradation cellulaire suivie de cicatrisation tissulaire fibreuse.

La radio chirurgie à très haute fréquence et basse température (4 MHz) permet une approche opératoire différente et des résultats cliniques plus spécifiques notamment en implantologie.

Un courant spécifique de 4 MHz permet de réaliser par une visibilité opératoire maximale, des inci-

sions fines sur les sites implantaire et un aménagement tissulaire adapté.

Matériels et méthode

Caractéristiques Physiques

La radiochirurgie à très haute fréquence utilise un courant à quatre millions d'oscillations par seconde (4 MHz) par ondulation et filtration du courant, spécifique du générateur utilisé avec un niveau d'énergie délivré très bas de l'ordre de 8 à 25 Watts.

Pour rappel la fréquence utilisée par un bistouri électrique classique varie de 450 KHz à 1 MHz.

Plus la fréquence est élevée moins on a besoin d'un courant fort, générateur d'effet Joule, ce qui

Adresse e-mail : doct.guillaume@wanadoo.fr
(B. Guillaume).

explique les basses température observées de l'ordre de 90 contre 800 °C pour un bistouri électrique [2,3,9].

Ces courants à très haute fréquence génèrent une hyperfréquence moléculaire au niveau tissulaire par agitation ionique des molécules d'eau intracellulaires, source de volatilisation cellulaire immédiate.

Au niveau macroscopique on constate des plans de coupe fins sans carbonisation des parois de l'incision (Photo 1).

Sur le plan électrophysique lors d'une oscillation du courant électrique, seule la crête de l'oscillation est responsable de phénomènes physiques utilisés en chirurgie lors de l'électrosection ou l'électrocoagulation (Photo 2).

Plus la valeur de la crête sera étroite, plus l'effet électrophysique recherché sera réduit. En effet, l'effet de coupe se produira pendant un temps trop bref et l'action de coupe sera minimale. Cette insuffisance d'action est rectifiée par un transistor créant une durée de passage de courant de crête plus long et plus efficace.

Ainsi trois types d'ondes existent :

- ondes modulées partiellement rectifiées (mode coag) : débit intermittent d'ondes à haute fré-

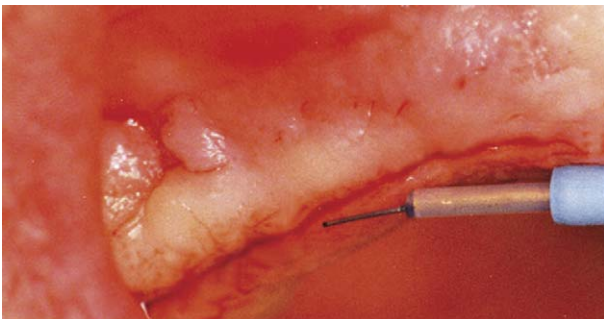


Photo 1 Incision par radiofréquence sur la crête.

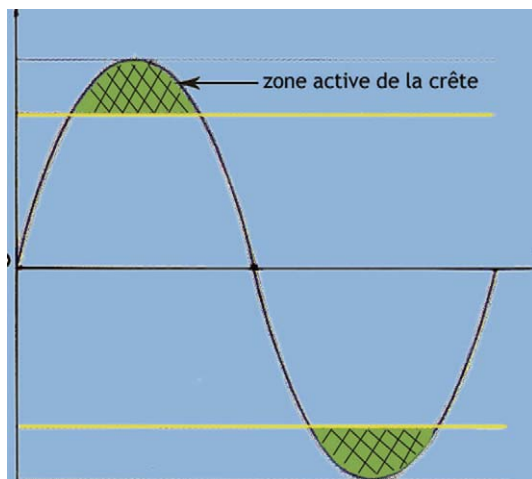


Photo 2 Oscillation du courant alternatif.

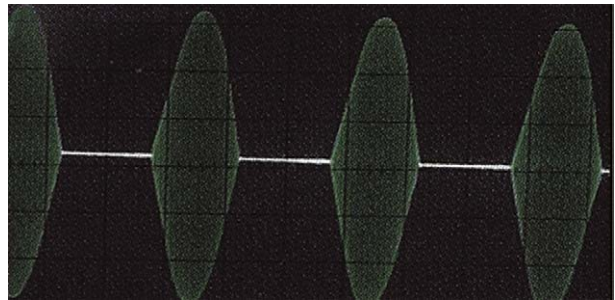


Photo 3 Onde modulée partiellement rectifiée.

quence intéressant pour la coagulation et l'hémostase vasculaire (Photo 3) ;

- ondes modulées totalement rectifiées (mode cut-coag) : ondes source d'un effet de section et de coagulation des surfaces tissulaires (Photo 4) ;
- ondes totalement rectifiées et filtrées (mode cut) : débit continu et non pulsé d'ondes de haute fréquence permettant une action de micro coupe. La chaleur latérale dégagée par l'électrode demeure très faible (Photo 5).

Matériel

Il est constitué d'un générateur source d'un courant de 4 MHz (Photo 6), d'électrodes de forme variable selon l'indication opératoire, d'une plaque d'isolation et d'une commande externe.

L'électrode du bistouri joue le rôle d'anode active (Photo 7).

En mode monopolaire, une antenne réceptrice (la cathode) est nécessaire sous forme de plaque placée dans le dos du patient.

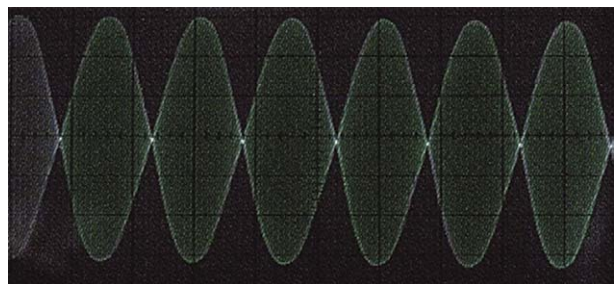


Photo 4 Onde modulée totalement rectifiée.

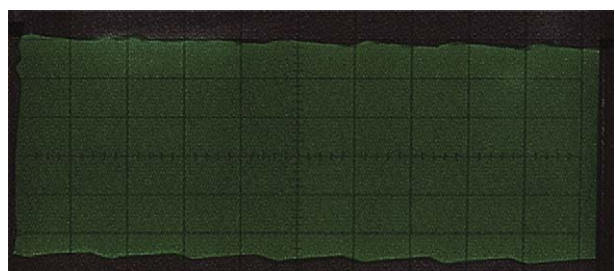


Photo 5 Onde totalement rectifiée et filtrée.

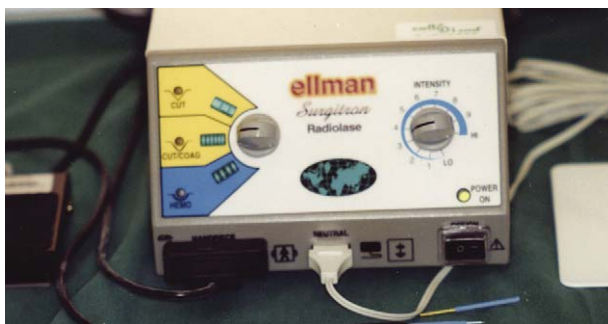


Photo 6 Générateur à très haute fréquence.



Photo 7 Différents types d'électrodes.

La délivrance du courant électrique s'effectue par commande au pied, l'intensité étant réglée préalablement sur le générateur.

À la différence d'une incision par lame froide, le geste opératoire ne devra pas être appuyé mais au contraire l'électrode sera passée comme un fil sur la surface du tissu ouvrant progressivement les parois tissulaires [13-14].

La forme de l'électrode élimine les risques liés au maniement d'une lame froide dans des zones peu accessibles tout en assurant par ailleurs une cautérisation du site opératoire.

Il en résulte un repositionnement aisé postopératoire des lambeaux aux bords d'incisions nets peu sujet à développer des hématomes postopératoires [6,7].

Indications en implantologie

L'intérêt majeur de l'utilisation de la radio chirurgie est de pouvoir préparer l'environnement tissulaire péri implantaire.

Implantologie en un temps

L'indication de pose d'implant non enfoui ne cesse de croître par la fiabilité et la pérennité reconnues de ce protocole et par l'absence d'une deuxième intervention de dégagement relativement peu appréciée par le patient. [8].

La gencive péri-implantaire sera sculptée de façon extrêmement précise en vue de son repositionnement autour du col de l'implant et pourra aussi être reprise sans difficulté si nécessaire une fois la vis de couverture posée sur l'implant (Photos 8,9).

Il importe bien évidemment de n'avoir pas de contact prolongé avec l'implant pour éviter toute source d'élévation thermique osseuse. En cas de contact ponctuel, il est rare que le patient ressente une gêne.

Ainsi, sur des épaisseurs de 5 dixièmes de mm, il est aisé d'aménager la gencive de façon précise autour de l'implant.

La volatilisation cellulaire par hyper fréquence tissulaire entraîne très rapidement une fibrose réactionnelle de la muqueuse responsable de l'apparition secondaire d'une gencive postopératoire non inflammatoire sur la périphérie de la tête implantaire (Photos 10-12).

Le résultat postopératoire à 15 jours, après utilisation de ce courant se traduit par le développement d'une gencive fibreuse favorable à la stabilisation tissulaire péri-implantaire et au delà lors de la phase prothétique (Photos 13-16).

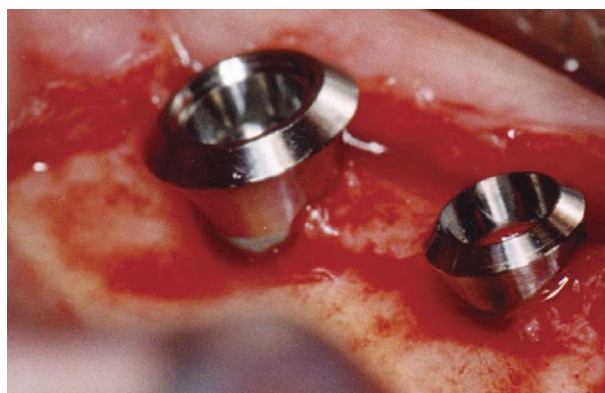


Photo 8 Adaptation gingivale autour d'implants non enfouis.

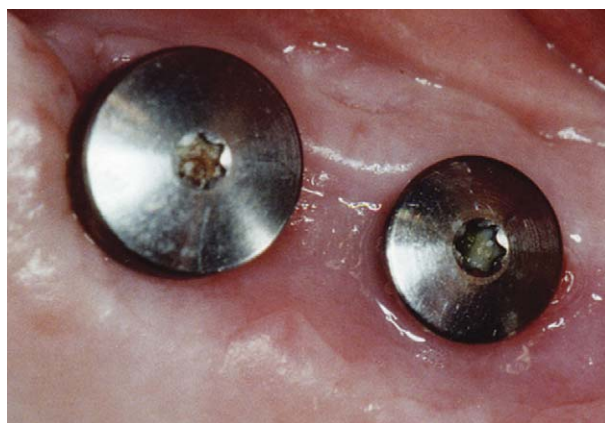


Photo 9 État cicatriciel à 20 jours.

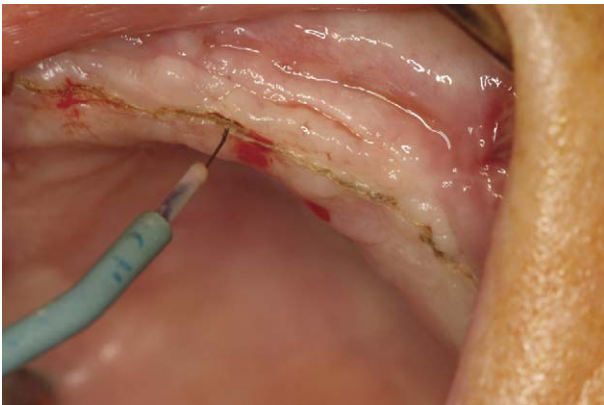


Photo 10 Incision crestale sans carbonisation tissulaire.

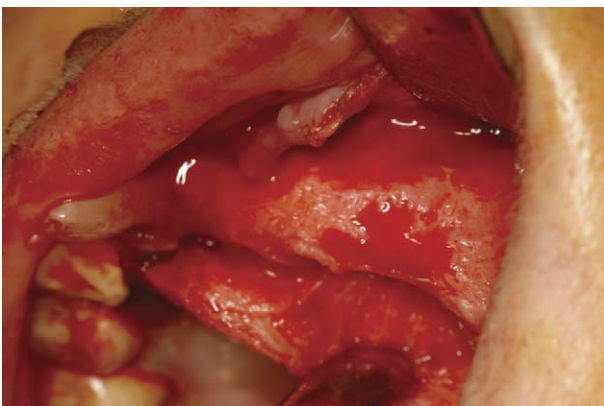


Photo 11 Dégagement du site maxillaire.
Suintement hémorragique limité des tissus muqueux.

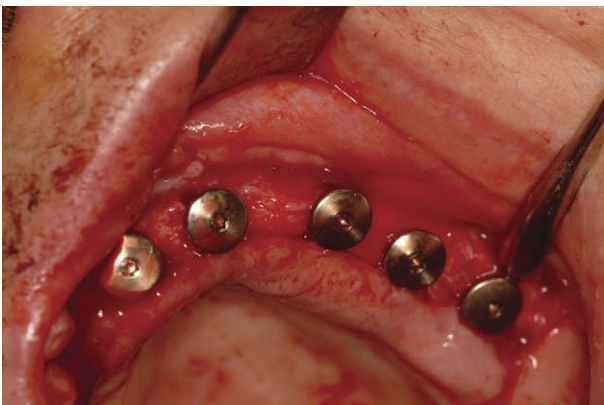


Photo 12 Le mode cut-coag permet une découpe précise sans rétraction des berges tissulaires.

Évolution clinique

L'utilisation dans ces conditions ne perturbe pas l'ostéo-intégration dans les mois qui suivent la pose d'implants, les radiographies à un an ne montrant aucune modification radiographique évocatrice d'alvéolyse péri-implantaire.

Implant enfoui et mise en fonction

Le dégagement du tissu gingival recouvrant la vis de couverture lors de la mise en fonction d'un implant



Photo 13 Incision sur la crête mandibulaire.

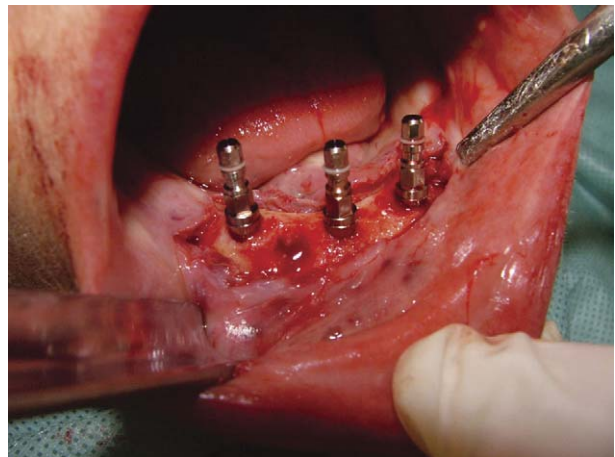


Photo 14 Visibilité et respect des tissus.



Photo 15 Environnement péri-implantaire non inflammatoire.
enfoui est parfois une opération délicate par lame froide (lame 15, lame 11) ou par emporte-pièce. Cette incision s'accompagne en général d'un suintement hémorragique gênant pour l'opérateur, d'une source éventuelle de contamination bactérienne et d'une adaptation tissulaire irrégulière.

L'utilisation du bistouri électrique quant à lui est contre-indiquée en raison de la puissance thermique délivrée sur la tête de l'implant. Les électrodes

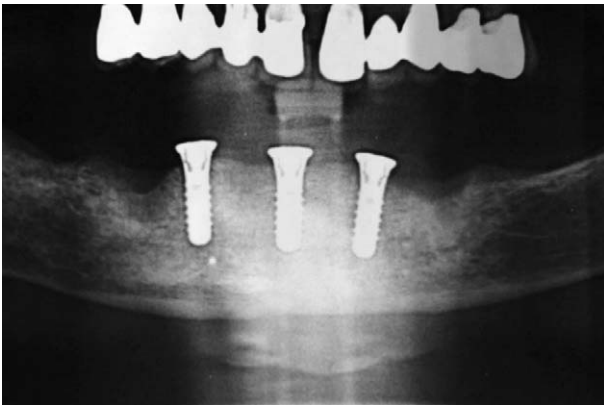


Photo 16 Contrôle radiographique normal.

en radiofréquence permettent l'élimination non hémorragique de capuchons muqueux ainsi qu'une cautérisation du plan incisé. Il est possible lors de cette étape de découper un cylindre trans muqueux jusqu'à la base de l'implant qu'il s'agisse d'implant à hexagone externe ou d'hexagone interne. Cela est rendu possible par l'élimination progressive du tissu sans carbonisation ni hémorragie.

Il importe seulement de s'assurer que le contact entre l'électrode et tête de l'implant soit réduit au minimum. La chaleur dégagée à la pointe est nettement inférieure à celle délivrée par un bistouri électrique classique mais comme toute source d'énergie, il est recommandé d'éviter des contacts prolongés avec l'implant.

Du fait des conditions d'accès particulièrement visibles, il est possible d'éliminer progressivement le tissu muqueux sans quasiment être en contact avec la tête implantaire.

Il en résulte un contrôle précis de l'adaptation des bagues de cicatrisation ou des transferts prothétiques. Ainsi visualisé, on mesurera aisément la hauteur gingivale supra-implantaire, d'où un choix adapté des composants prothétiques (Photos 17,18).

La cicatrisation de ces tissus se traduit par une muqueuse à l'aspect cicatriciel non inflammatoire (Photos 19,20).

Étape prothétique

Une fois la bague de cicatrisation posée, débute l'étape prothétique par la phase de prise d'empreinte. Il est toujours possible de remodifier la périphérie du sertissage gingival autour de la tête de l'implant pour obtenir une optimisation esthétique du contour gingival prothétique (Photos 21,22).

Pour obtenir une empreinte précise et permettre au matériau d'empreinte de fuser légèrement en sous-gingival, l'élimination d'une épaisseur extrêmement fine de la gencive peut aussi être obtenue

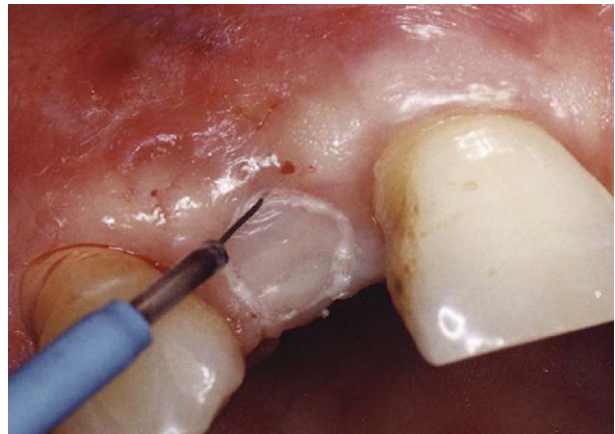


Photo 17 Découpe atraumatique du manchon muqueux recouvrant un implant enfoui.



Photo 18 Maintien des papilles et absence de rétraction.

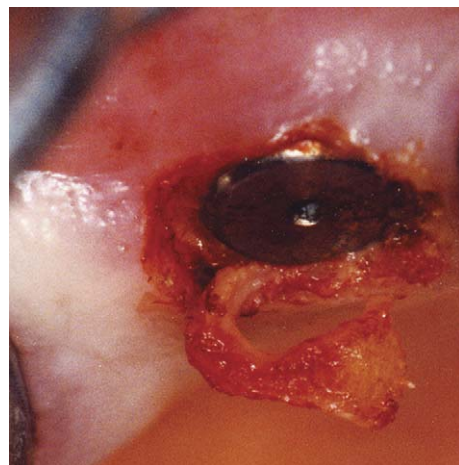


Photo 19 Découpe progressive et fine de la muqueuse sus implantaire.

en mode cut-coag. On pourra aussi avoir recours à la radiochirurgie, au stade prothétique lors d'un descellement d'un pilier ou d'une couronne afin de

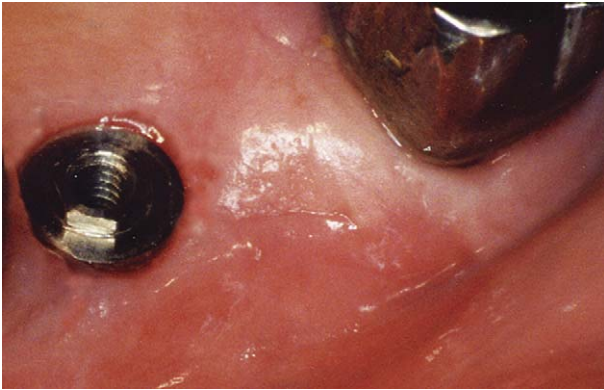


Photo 20 Résultat de la cicatrisation.



Photo 21 Recouvrement partiel d'un implant non enfoui.



Photo 22 Dégagement des excès muqueux par radiofréquence. remodeler à nouveau la gencive avant la nouvelle empreinte [1].

Autres indications

Préparation tissulaire

Utilisée en chirurgie stomatologique (dent de sagesse, kyste, greffe osseuse) la radiochirurgie permet bien évidemment des incisions pour la réalisation de lambeaux de pleine épaisseur ou d'épaisseur partielle. Celle-ci peut débuter soit sur la ligne de crête gingivale soit être décalée, assurant une ligne d'incision non hémorragique [4-5].

Il n'y a pas de rétraction tissulaire lors de la coupe initiale mais une ouverture modérée du plan superficiel. Des passages successifs permettront d'aller jusqu'au plan périosté.

L'énergie de volatilisation est transmise essentiellement par la pointe de l'électrode. Ceci explique l'absence de lésions thermiques sur les parois de l'incision lors des passages successifs de l'électrode. Les suites sont donc considérablement améliorées par une cicatrisation sans hématome, ni œdème réactionnel. La finesse du trait d'incision assure un repositionnement aisé des bords de l'incision (Photos 5,13,14).

Dépose d'un implant

Une perte conséquente de l'ostéo-intégration implantaire impose de retirer l'implant.

En effet, cette complication se caractérise par le développement d'un tissu de granulation hyperplasique inflammatoire et hémorragique masquant particulièrement la périphérie implantaire.

La radiochirurgie en mode cut-coag ou coag s'effectue aisément sans hémorragie. On constate une élimination progressive de ces tissus avec peu de saignement et une cicatrisation des tissus grâce à une cautérisation peropératoire essentielle pour ces territoires infectés. Les suites opératoires s'accompagnent d'une absence quasi totale d'hématome et d'œdème (Photos 23,24).

Discussion

Utilisée dans des spécialités chirurgicales comme la carcinologie, l'ophtalmologie (blépharoplastie), la chirurgie plastique, l'otorhinolaryngologie [11] dans le traitement du ronflement, les courants par haute fréquence apporte un champ d'action nouveau et des indications de plus en plus larges. (Photos 25-27)

Ainsi en chirurgie plastique on a comparé les effets de coupes de tissu par lame froide, bistouri



Photo 23 Implant fracturé entouré de tissu inflammatoire.



Photo 24 Elimination du tissu de granulation et absence d'hémorragie locale peropératoire.

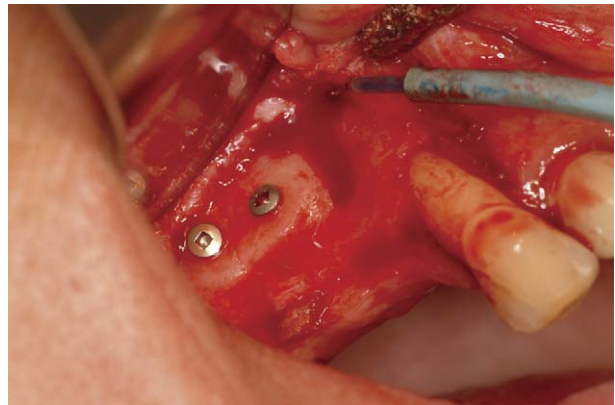


Photo 27 Greffe osseuse d'apposition préimplantaire.

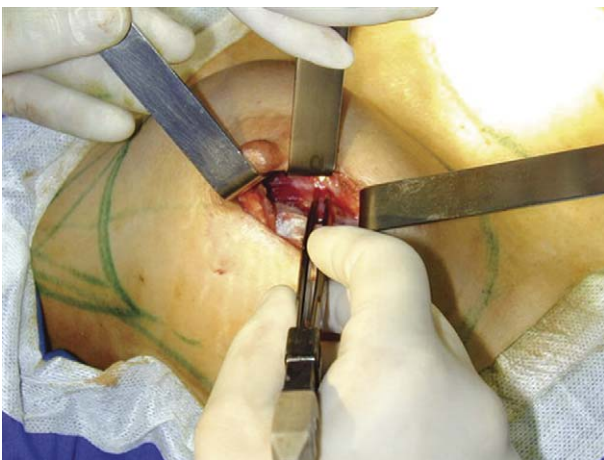


Photo 25 Chirurgie plastique mammaire (Docteur STAN).



Photo 26 Réduction partielle du lobe de l'oreille par radiofréquence.

électrique et radiofréquence. L'étude sur 8, 30 et 60 jours montre que l'inflammation tissulaire disparaît dans les mêmes proportions entre une lame froide et la radiofréquence [10,12].

En revanche l'inflammation est nettement plus forte avec un bistouri électrique. La cicatrisation est plus fine à 60 jours par radiofréquence et net-

tement plus irrégulière avec un bistouri électrique. [Aymard et al. (Surgical technology international VII)] (Photos 28,29).

En ophtalmologie Welch et al., notent une nette diminution des lésions tissulaires latérales lors d'incisions par radiofréquence comparées aux incisions par laser CO₂.

(WELCH DD. Occuloplastic and reconstructive surgery. September 1st 2001. LOWERYJ. Review for Ophtalmology. Oct 2001.)

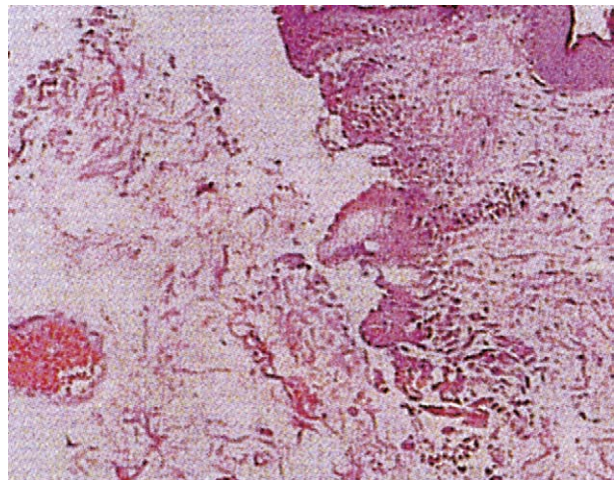


Photo 28 Résultat d'une coupe histologique par laser Nd-YAG. Dégradation d'une paroi par effet thermique.

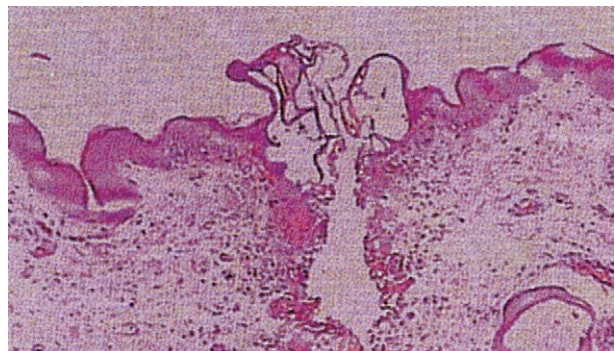


Photo 29 Aspect histologique par radiofréquence. Les parois de l'incision sont conservées.

Enfin lors d'une étude comparative entre radiofréquence, laser CO₂ et Nd-YAG laser sur des ovocytes humains, l'extension de la dégradation tissulaire est de 0,3 mm pour la radiofréquence, 0,6 mm pour le laser CO₂ et 0,8 mm pour le Nd-YAG laser. (AUGUST and coll. *Annals of clinical and laboratory science* 1999.)

En implantologie plusieurs modes opératoires existent :

La lame froide de bistouri de par sa structure impose une pression de coupe. La lame étant rigide, celle-ci ne peut facilement s'adapter à toutes les zones anatomiques et peut être source de risque opératoire. Le site opératoire est rapidement hémorragique. Enfin il n'y a pas de cautérisation peropératoire par la lame.

L'incision par laser se fait en fibre souple. Il y a une cautérisation du site peropératoire mais on note un dégagement de chaleur latérale plus important. Le coût d'équipement d'un laser reste important notamment en omnipratique.

La radiochirurgie traditionnelle assure une accessibilité opératoire intéressante mais les courants à basse fréquence sont générateurs d'élévation thermique importante.

La radiochirurgie à haute fréquence facilite l'acte opératoire par une grande visibilité et une dégradation tissulaire moindre qu'avec les autres procédés.

Conclusion

La radiochirurgie à haute fréquence, de part ses caractéristiques électrophysiques et son adaptabilité opératoire, apporte une sécurité opératoire et un acte thérapeutique de grande précision en implantologie.

L'absence d'élévation thermique lors d'incision non hémorragique favorise une cicatrisation optimale des plans tissulaires.

La maniabilité des électrodes rend ce geste particulièrement adapté pour l'adaptation des tissus péri-implantaires.

Références

- [1] Berland L, Weetbrook P. Implant crowns and Veneers using nitrogen and heat-processed microhybrids. *Dent Today* 1998;17(5):84-7.
- [2] Bessany J. Electrochirurgie: Principe et applications en Odonto-stomatologie. Edition par société SATELEC; 1981 30 Juin.
- [3] Brown JS. Radio Surgery for minor operation in general practice. *Cosmetic dermatology* 2000; July.
- [4] Davidoff RS. Developing soft tissue contours for implant-supported restorations; a simplified method for enhanced aesthetics. *Pract Perio and Aesth* 1996;8(5):507-13.
- [5] Ferris RT. Periodontal-flap management is improved with radiosurgery. *Dent Econ* 1993;83(6):96-7.
- [6] Guillaume B. Chirurgie implantaire et courants à très haute fréquence. *Revue Implant* 2002;8(n° 4).
- [7] Guillaume B. Chirurgie par courants à très haute fréquence en implantologie. *Revue CDF* N° 1133 2003.
- [8] Guillaume B. Radiosurgery and Implantology. *Revue Dentistry today* N°227 2003.
- [9] Lhuisset F. Electrochirurgie Editions techniques. *Encycl. Méd. Chir Stomatologie-Odontologie I* 22-020-G-10, 1995, 5p.
- [10] Kalkwarf KL, Krejci RF, et al. Epithelial and connective tissue healing following electrosurgical incisions in human gingiva. *J Oral Maxillofac Surg* 1983;41(2):80-5.
- [11] Schmitt E, Petelle B, Meyer B. Radiofréquence vélaire et vélo-turbinale pour rhinopathie à propos de 256 cas. *Revue officielle de la Société Française d'ORL* 2001; 67 N° 3.
- [12] Sebben JE. Electrosurgery principes : cutting current and cutaneous surgery. *J Dermatol Surg Onco* 1998;14:29-32 Part 1.
- [13] Sherman JA. In: *Oral electrosurgery: an illustrated clinical guide*. London England: Martin Dunitz, Ltd; 1997. p. 121-50 9-40.
- [14] Sherman JA. Radiosurgery for General Dentistry. *Revue The journal of the New York State academy of General Dentistry* 2000;6.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

TECHNIQUES CHIRURGICALES

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Ostéotomie de Schuchardt à visée préimplantaire

Schuchardt's Osteotomy for Preimplant Use

J.-P. Meningaud ^{a,*}, L. Corcos ^b, P. Pitak-Arnop ^a

^a Service de chirurgie maxillofaciale du Pr Jacques-Charles Bertrand, CHU Pitié-Salpêtrière, 47, boulevard de l'Hôpital, 75013, Paris, France

^b Service de chirurgie maxillofaciale, CHI de Villeneuve-Saint-Georges, 40 allée de la source, 94190 Villeneuve-Saint-Georges, France

Disponible sur internet le 09 mars 2005

Une indication pas si rare

Il n'est pas exceptionnel d'avoir des demandes implantaire sur un secteur molaire mandibulaire chez des patients ayant une égression conséquente du secteur antagoniste. Il s'agit le plus souvent de patients qui diffèrent pendant plusieurs années leur réhabilitation prothétique unilatérale jusqu'au jour où, suite à une avulsion, la mastication sur les secteurs molaires contralatéraux devient impossible. Nécessité faisant loi, ces patients viennent consulter. Si l'égression est modérée, il est toujours possible de tricher un peu en réalisant un meulage des couronnes maxillaires et en adaptant le travail prothétique des couronnes mandibulaires (en utilisant des couronnes transvissées par exemple). Mais lorsque l'égression est trop importante, la prothèse sur implant devient impossible. Quand le secteur maxillaire postérieur est sain, l'indication d'une réhabilitation prothétique sur implant reste licite mais doit passer par une impaction du secteur maxillaire postérieur concerné. Ce type d'ostéotomie a été décrit initialement par K. Schuchardt pour traiter les béances antérieures. Il peut être tout à fait adapté à la chirurgie préimplantaire [1-4] (Photo 1).

Technique d'ostéotomie segmentaire postérieure du maxillaire

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale. Après infiltration au sérum adrénaliné, l'inci-

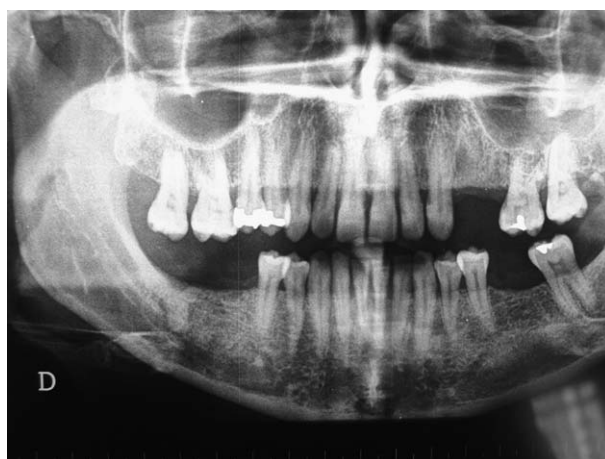


Photo 1 Radio panoramique initiale montrant l'égression de 16 et 17. En occlusion, la couronne de 17 est au contact de la muqueuse mandibulaire.

sion est réalisée dans le vestibule en regard du secteur concerné, 1 cm au-dessus du collet des dents, avec un trait de refend décalé d'une à deux dents ou sans trait de refend mais alors en prolongeant l'incision jusqu'à la canine. Le trait d'ostéotomie horizontale sur la corticale externe peut être réalisé à l'aide d'une grosse fraise boule de façon à gagner d'emblée la hauteur nécessaire. Il est réalisé 4 à 5 mm au-dessus des apex dentaires. Le trait vertical antérieur est amorcé avec une fraise fissure fine ou à la scie puis complété en sous-muqueux à l'aide d'un ostéotome fin. Il faut prendre garde à ne pas léser les racines dentaires. La muqueuse en rapport avec le trait vertical est tunnalisée et soigneusement respectée. En postérieur, une disjonction ptérygomaxillaire peut être réalisée à l'aide d'un ciseau courbe, mais plus

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : meningaud@noos.fr (J.-P. Meningaud).

simplement, le trait horizontal peut fléchir en arrière de sorte à terminer dans la tubérosité et éviter ainsi d'avoir à réaliser une disjonction. Plus que dans le gain de temps, l'intérêt réside dans les suites qui sont plus simples car cette façon de faire est moins hémorragique (artère tubérositaire). En réalisant un petit bras de levier avec une rugine ou tout simplement en appuyant avec le pouce sur le versant vestibulaire des dents concernées, le fragment bascule en dedans tout en créant une fracture en bois vert sur versant palatin. Il faut ensuite gagner de la hauteur sur le versant palatin. Après avoir ruginé la muqueuse du bas-fond sinusien, cette hauteur est gagnée à la fraise boule sous irrigation continue en prenant garde à ne pas blesser la muqueuse palatine qui apportera sa vascularisation au fragment [1,3-7]. Pour ne pas réaliser d'erreur sur la quantité d'impaction et le degré de version vestibulaire ou palatine, il est hautement recommandé d'utiliser un guide de positionnement chirurgical sous la forme d'une gouttière maxillaire

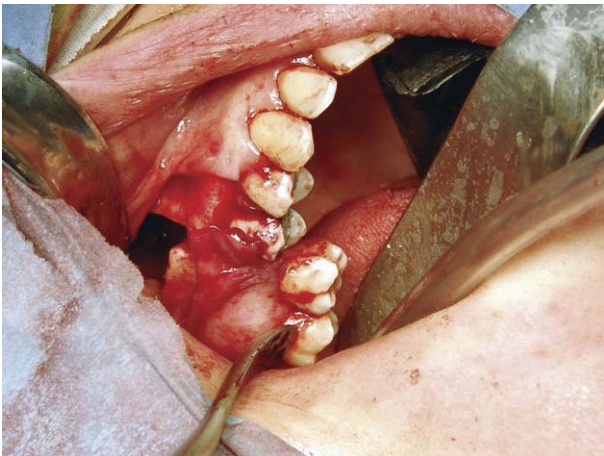


Photo 2 Version palatine du fragment maxillaire postérieur permettant d'avoir accès à l'os palatin.



Photo 3 Mise en place des guides chirurgicaux de repositionnement permettant de contrôler dans les trois plans de l'espace la position du fragment impacté.

et d'une prothèse adjointe mandibulaire. Il s'agit d'obtenir une information précise dans les trois plans de l'espace, par ailleurs la prothèse adjointe immédiate pourra être utilisée en postopératoire pour empêcher une égression secondaire. Une fois le fragment correctement positionné (en occlusion sur la prothèse adjointe), une ostéosynthèse est réalisée à l'aide d'une miniplaque et de vis. Enfin pour plus de sûreté dans la contention du montage (absence de version et absence d'égression avant la mise en charge des implants mandibulaires) une contention orthodontique peut être réalisée [3,5-8] (Photo 2-4).

Une technique simple mais exigeante

En somme, l'ostéotomie segmentaire postérieure du maxillaire est une technique simple mais exigeante. Tout comme en chirurgie implantaire, la plupart des échecs en chirurgie préimplantaire pro-



Photo 4 Fragment ostéosynthésé à l'aide d'une plaque quatre trous en titane Modus 2 et vis de 5 mm diamètre 2.



Photo 5 Mise en place de deux implants Straumann longueur 10 mm diamètre 4,1 mm et longueur 8 mm et diamètre 4,8 mm solidarisés l'un à l'autre.



Photo 6 Réhabilitation prothétique sur implants six mois après. Un fil orthodontique rigide Elgiloy 16 × 22 avait été posé sur 14, 15, 16 et 17 afin d'assurer l'absence de versions et d'égression entre le moment de l'ostéotomie et celui de la réhabilitation prothétique. Sur le secteur antérieur : traitement orthodontique pour une raison n'ayant rien à voir avec le cas (fermeture de diadèmes de canine à canine et nivellement).

vient de la mauvaise préparation des cas. Une parfaite coordination doit être réalisée entre les acteurs des trois étapes : chirurgie préprothétique, étape implantaire et réhabilitation prothétique. Le maître d'œuvre doit être celui qui réalisera la prothèse, car c'est lui qui détient la vérité occlusale. Une transmission fiable de l'information ne peut se faire que grâce à un guide chirurgical de repositionnement (maxillaire et mandibulaire) [1,3,4,7] (Photo 5-7).

Références

[1] McArthur DR, Turvey TA. Maxillary segmental osteotomies for mandibular removable partial denture patients. *J Prosthet Dent* 1979;41:381-7.



Photo 7 Occlusion obtenue avec deux implants solidarisés l'un à l'autre par la prothèse. Il n'a pas été nécessaire de transvisser les couronnes.

- [2] Itkin AB, Riker K, McKay K, Zweig BE. Posterior segmental osteotomy with simultaneous endosseous implant placement to facilitate fixed reconstruction. *J Oral Implantol* 1990;16:116-20.
- [3] Basa S, Belli E. Posterior maxillary osteotomy for mandibular implant insertion. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1995;10:147-50.
- [4] Rosen PS, Forman D. The role of orthognathic surgery in the treatment of severe dentoalveolar extrusion. *J Am Dent Assoc* 1999;130:1619-22.
- [5] Bell WH, Levy BM. Revascularization and bone healing after posterior maxillary osteotomy. *J Oral Surg* 1971;29:313-20.
- [6] Moloney F, Stoelinga PJ, Tideman H. The posterior segmental maxillary osteotomy: recent applications. *J Oral Maxillofac Surg* 1984;42:771-81.
- [7] Ataoglu H, Kucukkolbasi H, Ataoglu T. Posterior segmental osteotomy of maxillary edentulous ridge: an alternative to vertical reduction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;31:558-9.
- [8] West RA, Epker BN. Posterior maxillary surgery its place in the treatment of dentofacial deformities. *J Oral Surg* 1972;30:562-3.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Les augmentations osseuses maxillaires postérieures par comblement sous-sinusal*

Disponible sur internet le 27 janvier 2005

Historique des augmentations osseuses maxillaires postérieures par comblement sous-sinusal Maxillary and sinus implant reconstructions

Tatum H.
Dent Clin North Am 1986, 30: 207-229

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

À la fin des années 1960, la perte d'os après l'extraction des dents supérieures, accélérée par le port de prothèses limitait la possibilité de poses implantaire.

Linkow a tenté d'introduire des implants lame dans l'épaisseur de l'os résiduel sous la membrane de Schneider sans la lacérer, mais sans succès.

En 1974, le Dr Hilt TATUM a développé une procédure pour ajouter l'os nécessaire à la pose d'implants dans ces cas irrésolus.

Il a mis au point un protocole pour soulever la membrane sinusienne en conservant son intégrité afin d'augmenter la hauteur disponible par un apport d'os autogène. Cela par une modification de la technique de Caldwell-Luc, qu'il appellera : « inverted lateral window »

Cette procédure est désormais connue à travers le monde, et cette greffe est la plus prédictible de la région intra-orale.

Pourtant il ne l'a publiée qu'en 1986 (article qui nous sert de base pour cet historique.)

Entre ces deux dates, des publications sur les volets osseux maxillaires ont été faites :

- en 1980, par Boyne et James, utilisant des implants lame. (14 cas) ;
- en 1984, par P.I. Brånemark (139 cas) ; puis, après généralisation de la technique,
- en 1987, Misch et sa classification ;
- en 1994, Brånemark et sa classification.

[1] Sous la responsabilité du Professeur Christian Chavrier et du Docteur Michel Perriat, DU de chirurgie et prothèse implantaire, faculté d'odontologie de Lyon, rue Guillaume-Paradin, 69372 Lyon cedex 08, France. Tél. : +33-4-78-77-86-84 ; fax : +33-4-78-77-86-96.

Adresse e-mail : c.chavrier@wanadoo.fr (C. Chavrier).

Nous devons donc la technique du « soulevé » de sinus à Hilt Tatum :

- abord sinusal modéré, volet rabattu en dedans en manière de toit au comblement.
- remplissage avec de l'os iliaque fragmenté

CE QUE NOUS EN PENSONS

Elle demeure la plus utilisée, bien que d'autres soient apparues depuis :

Méthode TULASNE

Faux-plancher en os pariétal, encastré ext. Impacté int. et comblé.

Méthode KHOURY

Monobloc de crête iliaque avec double cerclage métallique.

Particularité du protocole de TATUM décrite dans l'article

La technique implantaire avec greffe sous-sinusienne simultanée (selon H.TATUM)

Il s'agit de poser un implant développé par TATUM dans une logette préparée dans le plancher sinusien receveur.

C'est le fameux implant en grille de radiateur.

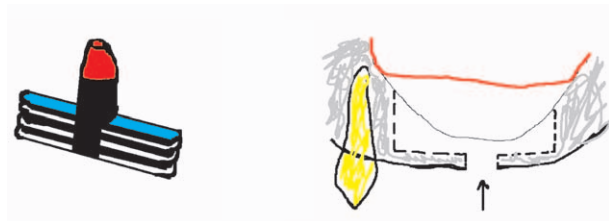


Fig. 1.

Ces implants sont :

en alliage de titane

- utilisés comme pilier avec implants ou dent nat
- en prothèse conjointe
- laissés cicatrisés six mois

L'implant est mis en place par le sinus, le col sortant par un orifice obtenu par des ostéotomes et un maillet. Il existe aussi des implants pour un site sans déficit osseux (avec forme verrou).

Posés à partir de 1981, ces implants ont rapidement été arrêtés.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Il est impressionnant de découvrir l'origine d'une technique aussi répandue que celle des soulevés de sinus par volet osseux latéral, et il est important d'en connaître l'auteur. Toutefois personne ne peut s'empêcher de penser qu'il est dommage que Hilt TATUM n'aie pas publié sa découverte dès 1974.

Le fait d'attendre 1986 pour associer à sa technique l'implant Omnii en grille de radiateur en a diminué le caractère fondamental, d'autant plus que le système proposé n'a jamais convaincu.

Les premiers auteurs de la littérature ont beau être Boyne et James en 1980, l'augmentation osseuse sous-sinusienne par voie latérale est la technique de TATUM.

Analysé par A. Froely

Plans de traitement du maxillaire postérieur en implantologie

Maxillary sinus augmentation for endosteal implants: organized alternative treatment plans

Misch C.E.

Int. J.Oral Implant, Vol. 4, N°2, 1987: 49-58.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

L'article de C. Misch définit les différentes options de traitements implantaires dans la zone maxillaire postérieure.

Considérations anatomiques :

- évolution du maxillaire après la perte des dents.

La perte des dents postérieures induit une diminution en hauteur mais aussi en largeur de l'os au dépend de la table osseuse vestibulaire.

On note également une diminution de la densité osseuse ce qui nuit à la stabilité des implants ;

- expansion du sinus maxillaire.

Il a la forme d'une pyramide qui ne fait que croître avec l'âge, ce qui entraîne une diminution de la quantité d'os disponible entre le plancher sinusien et la crête résiduelle ;

Évaluation du cas :

- clinique.

Il est indispensable que le sujet soit exempt de toute pathologie sinusienne : examen ORL.

- radiologique : panoramique et scanner.

Évaluation de l'épaississement de la membrane et de l'anatomie du sinus ;

- pathologique.

Prise en compte de pathologies : pseudokyste au niveau du plancher, mucocèle.

Classification de C.E.Misch

- SA-1

Mise en place d'implants endo-osseux avec au moins 10 mm d'os de densité D2, 12 mm d'os de densité D3, 14 mm d'os de densité D4.

Possibilité éventuelle de réaliser des greffes autogènes en *onlay* pour augmenter la largeur.

- SA-2

Deux millimètres de hauteur d'os en moins par rapport à SA-1.

Forage de 2 mm en deçà, en prenant garde de ne pas léser la membrane, puis ostéotome.

Deux à quatre millimètres d'os pourront se former autour de l'apex de l'implant.

Mise en charge progressive de l'implant.

- SA-3

Évaluation de la membrane sinusienne avec augmentation sous antrale et mise en place retardée des implants endo-osseux.

Présence de 5 à 12 mm de hauteur d'os.

Technique de TATUM puis mise en place de HA dense, HA et os cortical congelé et déshydraté (DFDB), os autogène puis DFDB en vestibulaire.

Mise en place des implants au bout de deux mois.

Six à dix mois de cicatrisation nécessaire avant de placer les piliers.

- SA-4

Augmentation du sinus et augmentation sous antrale.

Présence de moins de 5 mm d'os entre le plancher sinusien et la crête résiduelle : nécessité d'une plus grande quantité de matériaux à greffer.

Indication de prélèvement mentonnier.

Période de six à dix mois avant la mise en place des implants, la crête résiduelle est souvent plus médiane que les autres SA : résorption centripète.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

La zone postérieure a longtemps été considérée comme défavorable pour la mise en place d'implants.

En 1984, C.E. Misch a développé une classification fondée sur la hauteur d'os disponible entre le plancher du sinus et la crête résiduelle.

CE QUE NOUS EN PENSONS

La classification de C.E. Misch fait toujours référence actuellement.

Les greffes allogéniques sont les plus controversées au niveau des matériaux : ex : HA

Les prélèvements de moyenne importance se situent généralement au niveau de la symphyse et les greffons plus importants, au niveau pariétal.

Analysé par P. Druet

Classification de Jensen Treatment planning for sinus Graft.

Jensen, Quintessence 1999, Chapitre5)

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

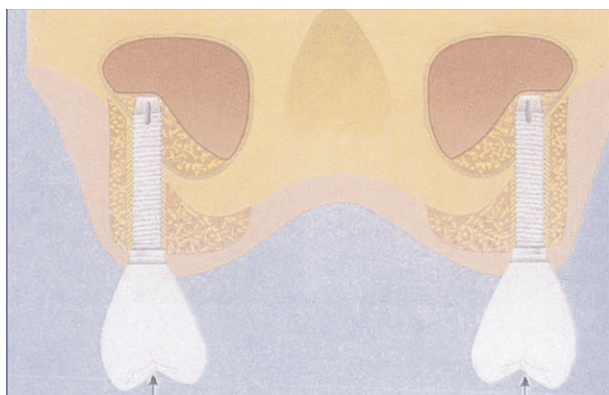


Fig. 2.

La classification de Jensen

Classification des sites implantaires sous-sinusiens

- **Classe A** : 10 mm ou + d'os résiduel soit 100 % dans de l'os natif pour un implant de 10 mm
- **Classe B** : 7 à 9 mm d'os résiduel soit 70 à 90 % dans de l'os natif pour un implant de 10 mm
- **Classe C** : 4 à 6 mm d'os résiduel soit 40 à 60 % dans de l'os natif pour un implant de 10 mm
- **Classe D** : 1 à 3 mm d'os résiduel soit 10 à 30 % dans de l'os natif pour un implant de 10 mm
- **Classe E** : absence ou ablation du sinus

Traitement des sites implantaires par classe

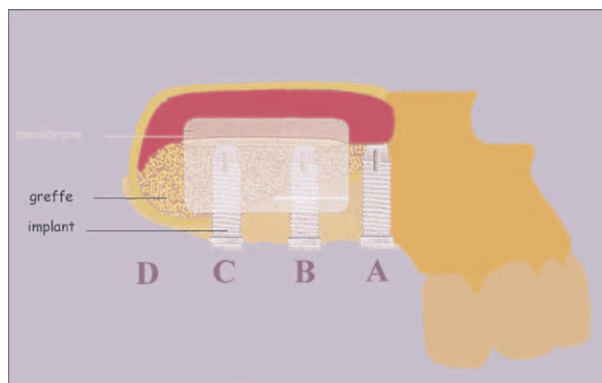


Fig. 3.



Fig. 4.

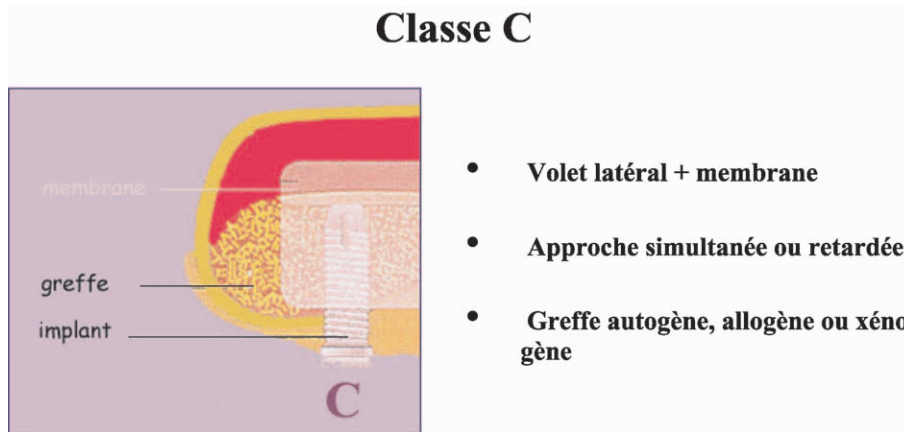


Fig. 5.

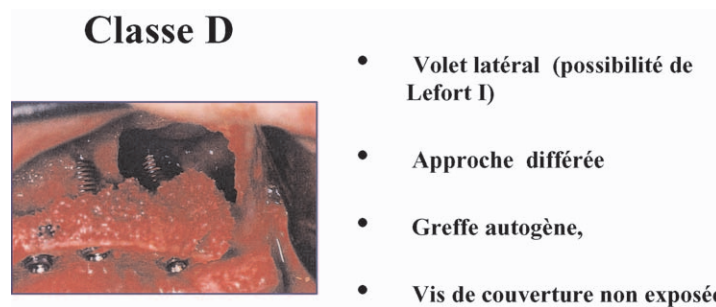


Fig. 6.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Cette classification verticale arbitraire a été créée pour orienter le praticien dans son choix face aux nombreux matériaux et techniques de greffe.

Elle fait partie intégrante de la stratégie préopératoire, permet également d'appréhender la possibilité de la mise en place simultanée ou différée des implants.

Une greffe libre placée sans contact avec de l'os natif résiduel sera non fonctionnel et se résorbera très certainement. Concernant les zones très résorbées (1 à 2 mm), il est plus prudent de faire la greffe osseuse (os iliaque) et de différer la mise en place des implants.

A contrario, pour une classe A ou B, si la largeur de la crête est suffisante et la qualité osseuse adéquate, il est possible d'élever la membrane sinusienne avec la technique des ostéotomes et de mettre en place les implants.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Chaque cas est unique. Le jugement du clinicien concernant l'approche de la greffe à réaliser est capital. Aucune technique n'est universelle face à chaque situation rencontrée.

Le planning pré-chirurgical comprend les étapes suivantes :

- établir les modalités de la greffe (classification) ;
- définir la relation alvéolaire (verticale + horizontale) ;

- définir le concept occlusoprothétique (nombre, longueur et largeur des implants).

Analysé par E. Blanchet

Autres techniques de comblement

Augmentation of the maxillary sinus floor with autogenous bone for the placement of endosseous implants

Raghoobar

J Oral Maxillofac Surg 51 : 1198-1203, 1993.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cette étude clinique (série de cas) a deux objectifs :

- décrire une technique d'élévation du plancher sinusien par comblement d'os autogène + implantation immédiate ou différée ;
- évaluer les résultats à court terme.

L'indication est posée lorsque la hauteur d'os sous le sinus est < 8 mm.

Le site de prélèvement est majoritairement l'os iliaque.

L'implantation est différée à trois mois quand la hauteur d'os sous le sinus est < 5 mm.

La mise en fonction se fait à six mois post-implantation.

La durée moyenne de suivi est de 16 mois après la pose des implants.

Technique chirurgicale au niveau du site receveur :

- incision crestale + décharges et lambeau mucopériosté exposant le bord antérieur du sinus ;
- ostéotomie pour délimiter un volet d'accès osseux qui va être récliné vers l'intérieur soulevant ainsi la membrane sinusienne sans dépasser le cornet moyen ;
- forage des puits pour les implants (si 1 temps) ;
- mise en place et synthèse de la partie corticale du greffon sous la membrane sinusienne puis comblement par l'os spongieux ;
- insertion des implants (si 1 temps) ;

Évaluation/résultats :

- huit cas de perforation de la membrane sinusienne ;
- cinq implants perdus ;
- un cas de résorption après la mise en fonction.

Pour les auteurs, cette technique *simple* permet de *bons résultats à court terme*.

Des études ultérieures devront analyser à long terme la survie des implants et la résorption de la greffe.

L'accent est mis sur *l'intérêt de la couche corticale sous la membrane du sinus* :

- étanchéité en cas de perforations ;
- possibilité de synthèse du greffon.

Analyse critique par d'autres auteurs (Kent, Block - New Orleans) :

- indication de la greffe dès que Ht < 10 mm et non 8 mm (implants de 13 mm et pas plus de 2 mm de protrusion dans le sinus) ;
- répartition arbitraire ½ temps chirurgicaux : pour eux, un greffon spongieux permet la stabilité des implants s'il existe au moins 3 mm d'os alvéolaire. Si on est en présence de moins de 3 mm d'os, le greffon doit être corticospongieux mais l'implantation peut être immédiate ;
- douteux de l'intérêt de la couche corticale pour l'étanchéité :

Ces auteurs utilisent de l'os autogène + os lyophilisé déminéralisé.

- CI manquantes.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

La technique chirurgicale est très bien décrite avec des iconographies.

L'intérêt d'un greffon corticospongieux est bien mis en avant.

CE QUE NOUS EN PENSONS

L'étude porte surtout sur les autogreffes avec prélèvement iliaque puisque les patients qui ont reçu des greffons intra-oraux ne sont pas représentatifs (seulement 3).

Pourtant les auteurs soulèvent de nombreux avantages quant à leur utilisation.

Les résultats à long terme sur la survie des implants, la résorption seront primordiaux surtout pour l'os iliaque qui a une origine embryologique différente/os alvéolaire

Analysé par I. Rigal

Augmentation du plancher sinusien par bloc osseux mandibulaire avec implantation simultanée : recul clinique sur six ans

Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation: a six year clinical investigation

Fouad. Khoury,

The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants 1999; 14: 557-564.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Dans le secteur maxillaire postérieur, la présence d'un sinus de gros volume est souvent un obstacle à la mise en place d'implant ostéo-intégré sans aménagement préalable du site. Les procédures d'augmentation du plancher sinusien permettent la mise en place d'implants endo-osseux dans cette zone. Cette intervention peut être réalisée préalablement à la pose des implants ou bien simultanément à celle-ci, ceci va dépendre de la hauteur d'os résiduel qui doit être au moins de 5 mm afin d'assurer une stabilité primaire des implants.

Dans cette étude, Fouad Khoury étudie sur six ans le taux de réussite de 216 soulevés de sinus avec pose immédiate de 467 implants (os résiduel au minimum de 5 mm). Les plafonds sinusiens sont d'origine autologue (symphyse mentonnière ou ramique). Une étude macroscopique est réalisée sur la qualité de l'ostéo-intégration des implants, qui va dépendre du type de comblement et de la méthode utilisée pour remplir l'espace entre le bloc osseux et les implants.

De 1991 à 1995, 216 soulevés de sinus ont été réalisés sur 142 femmes et 74 hommes de 22 à 69 ans.

Quatre cent soixante-sept implants ont été placés simultanément avec la greffe osseuse sinusienne.

La technique du soulevé de sinus par voie vestibulaire est classique avec un abord systématique dans la région de la 2^e prémolaire à 2^e molaire maxillaire.

L'alvéolectomie se fait toujours après avoir bien identifié la limite entre le procès alvéolaire (os rouge) et la face antérieure du sinus (os blanc).

Une fois l'alvéolectomie réalisée, le volet osseux vestibulaire est éliminé et la membrane réclinée délicatement.

Sur 51 patients, on a pu noter une perforation de la membrane sinusienne.

Suivant l'importance de la perforation, soit-elle est suturée avec du fil de type VICRYL 5/0, soit dans les petites perforations, on applique de la Fibrine adhésive.

Sur les 216 soulevés de sinus, 69 des plafonds osseux proviennent de la zone rétro-molaire, et 147 proviennent de la symphyse mentonnière.

L'espace entre le bloc osseux et le procès alvéolaire est comblé de différentes façons :

- pour dix patients : seul le lambeau est repositionné, pas de membrane ni de matériau de comblement ;
- pour dix patients : seule une membrane GORE-TEX est fixée sur le site greffé, puis recouvert par le lambeau ;
- pour dix patients : l'espace est comblé avec des blocs de collagène ;

Pour 11 patients : des copeaux d'os maxillaire (tubérosité), permettent de combler l'espace ;

- pour 12 patients : un mélange d'algipore (hydroxyapatite) et d'os autologue d'origine mandibulaire à part égale ;
- pour 30 patients : l'espace est comblé avec de l'Algipore et de l'os mandibulaire à part égale, le tout stabilisé par de la Fibrine adhésive ;
- pour 31 patients : l'espace est comblé avec de l'ALGIPORE et de l'os mandibulaire à part égale, le tout stabilisé par une membrane GORE-TEX.
- pour 39 patients : seul de l'os mandibulaire très cortical est utilisé.
- pour 32 patients : de l'os mandibulaire très cortical est utilisé recouvert d'une membrane GORE-TEX.
- pour 31 patients : de l'os mandibulaire très cortical est utilisé recouvert par de la Fibrine adhésive.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Les contrôles postopératoires ont lieux à 1, 2,4 semaines postopératoires, puis tous les trois mois jusqu'à la mise en place des prothèses transitoires.

Ces contrôles persistent à la même fréquence pendant deux ans, jusqu'à la mise en place des prothèses définitives, puis ensuite les patients sont vus une fois par an.

Ces contrôles comprennent les éléments suivants :

- évaluation de l'hygiène ;

- contrôle de l'ostéo-intégration par PERIOTEST et matité du son à la percussion ;
- bilan radiographique ;
 - panoramique dentaire ;
 - status ;
 - téléradiographie.

Deux cent seize soulevés de sinus : 142 femmes et 74 Hommes

Soixante neuf plafonds d'origine rétromolaire

Cent quarante-sept plafonds d'origine de la symphyse mentonnière.

Cinquante et une perforations de membranes soit 23,6 %.

Selon les critères d'Albrektsson, 28 implants sont perdus soit 6 % :

- 19 implants perdus à six mois après la restauration provisoire, soit 41 % ;
- neuf implants sont considérés comme des échecs par ce qu'on peut noter une perte osseuse marginale vestibulaire de 3 mm, soit 1,9 % ;
- 152 patients, soit 70,4 % ont reçu des restaurations fixes, et 36 des restaurations amovibles stabilisées par une barre.

On constate que 14 des 19 implants perdus correspondent à des sites où la membrane sinusienne a été perforée.

Les implants perdus ont été remplacés par d'autres implants 8 à 12 semaines après leur dépose.

439 implants ont une ostéo-intégration irréprochable selon les critères d'Albrektsson. Aucune complication sinusienne n'a été observée, les seules complications observées sont au niveau du site de prélèvement mandibulaire symphysaire où des troubles neurosensoriels ont été observés mais qui disparaissent au bout d'un an.

Une étude macroscopique sur la qualité de la régénération osseuse induite au niveau du site greffé a été conduite pour chaque type de matériaux utilisés ainsi que sa technique de mise en œuvre. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

| Techniques de comblements de l'espace résiduel | Régénération osseuse (en macroscopie) |
|--|---------------------------------------|
| Aucun matériau de comblement | - |
| Aucun matériau de comblement juste une membrane GORE-TEX | - |
| Collagène | + |
| Os maxillaire (tubérosité) | + |
| HA + os autologue | ++ |
| HA + os + Fibrine glue | +++ |
| HA + os + GORE-TEX | +++ |
| Os mandibulaire | ++++ |
| Os mandibulaire+GORE-TEX | ++++ |
| Os mandibulaire + Fibrin glue | ++++ |

DISCUSSION

La mandibule procure une quantité et une qualité osseuse suffisante pour ce type d'intervention, avec une prévision de succès satisfaisante.

La possibilité de mettre les implants dans le même temps chirurgical que la greffe sinusienne est une technique intéressante car elle prive le patient d'un deuxième temps chirurgical, et permet de diminuer de façon significative le délai de cicatrisation (9 mois) avant la mise en fonction.

En effet, la régénération osseuse sous sinusienne ainsi que l'ostéo-intégration se font dans le même temps.

Une quantité osseuse de 5 mm est indispensable si l'on veut mettre les implants dans le même temps opératoire.

Les patients sont équipés avec des restaurations provisoires en résine acrylique sur armature en or pendant deux ans afin d'avoir une bonne maturité osseuse, puis on met en place les restaurations définitives en céramique.

Tous les implants perdus l'ont été pendant la 1^{re} année de mise en fonction. Une corrélation peut être notée entre une perforation de la membrane sinusienne et l'augmentation du risque d'échec de l'ostéo-intégration des implants (14 échecs sur les 19 comptabilisés).

Les meilleurs résultats de régénération osseuse en macroscopie sont obtenus avec l'os autologue mandibulaire en copeaux mélangé avec de l'ALGI-PORE et le tout stabilisé avec une membrane GORE-TEX ou bien de la colle biologique (Fibrin Adhésiv).

L'os d'origine maxillaire (tubérositaire) ne constitue pas un matériau de choix car trop spongieux, il se résorbe sous la pression de la membrane sinusienne.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Ce type de pratique qui consiste lorsque cela est possible à greffer le sinus et mettre en place les implants simultanément donne des résultats encourageants après une observation clinique de six ans.

L'os d'origine mandibulaire semble être le matériau de choix.

Les résultats les plus prévisibles actuellement sont les greffes osseuses du plancher sinusien avec de l'os autologue.

Certains auteurs comme Jensen et al. 1998, pensent qu'il est moins favorable et plus risqué de mettre les implants simultanément le jour de la greffe car la distance à parcourir pour les cellules osseuses est trop importante, car elles doivent à la

fois coloniser la greffe et migrer jusqu'à la surface des implants.

En 1996, une conférence de consensus sur les comblements sinusiens a été organisée par l'Académie de l'ostéo-intégration (Jensen et al, 1998). Trente-huit praticiens ont fourni les résultats d'environ 1000 comblements sinusiens avec pose de plus de 3500 implants.

La survie implantaire a été choisie comme critère de succès.

Le taux de succès cumulé était de 90 % à trois ans.

D'après les résultats publiés par le consensus, aucune différence significative de succès n'a été démontrée entre la pose immédiate ou différée des implants lors d'un comblement sinusien avec différents matériaux (Tableau 1) sauf pour les autogreffes pures où la technique différée montre un taux de succès supérieur (Tableau 2).

Tableau 1
Implantation immédiate ou différée dans les sinus comblés avec différents matériaux, résultats à trois ans (Jensen et al., 1998)

| Technique | Nb d'implants | Implants perdus | Taux de succès (%) |
|------------------------|---------------|-----------------|--------------------|
| Implantation immédiate | 918 | 133 | 85,5 |
| Implantation différée | 596 | 96 | 83,9 |

Tableau 2
Implantation immédiate ou différée dans les sinus greffés avec l'os autogène, résultats à trois ans (Jensen et al., 1998)

| Technique | Nb d'implants | Implants perdus | Taux de succès (%) |
|------------------------|---------------|-----------------|--------------------|
| Implantation immédiate | 196 | 41 | 79 |
| Implantation différée | 166 | 21 | 87 |

D'après Blomqvist et al. (1997), les implants posés en même temps qu'une greffe sinusienne sont généralement placés et angulés en palatin.

Une intervention en deux temps offre des conditions optimales pour la pose des implants.

Analysé par P. Paldino

Grefe osseuse du sinus maxillaire et implants Bränemark

J.F. Tulasne, J. Saade, A. Riachi

Implant : mai 1993 : 101-115.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Tulasne et ses collaborateurs présentent une technique de comblement sinusien réalisée de 1989 à

février 1993. Le site de prélèvement est de l'os de la voûte crânienne dans 53 cas sur 75 sinus traités. C'est cette technique que nous proposons détaillée.

La technique chirurgicale

- Premier cas traité en 1989 : soulèvement muqueux et comblement localisé au secteur édenté ;
- septembre 1990 : décollement muqueux étendu et comblement de toute la partie inférieure du sinus ;
- depuis janvier 1992 : principe :
- « construction d'un nouveau plancher sinusien 10 à 15 mm au-dessus du précédent de façon à former un plafond sur un bas-fond rigide rempli de copeaux d'os rigide » :
- incision (dans le vestibule ou sur la crête), l'abord du sinus maxillaire est réalisé après dissection sous-périostée totale de l'hémimaxillaire ;
- réalisation d'un volet de 15 mm de haut sur 20 mm de long ;
- décollement de la membrane : en arrière d'abord, puis en bas et enfin vers l'avant qui ménage une cavité d'environ 10 à 15 cm³. Stimulation des parois à la rugine ;
- réalisation d'un plafond avec un grand greffon corticospongieux prélevé sur la voûte crânienne : saignée horizontale dans la paroi latérale destinée à recevoir un greffon taillé aux dimensions exactes du sinus d'après la coupe scanner, le tout venant s'encastrent parfaitement. La face corticale est orientée vers le haut (après avoir été trouée et meulée), au contact de la membrane ;
- le comblement du sinus est effectué minutieusement (tassement sans espace mort) avec les restes des greffons prélevés après être broyés dans un moulin à os ;

La reconstruction réalisée est régulière, homogène et stable grâce au greffon placé horizontalement. Contrôle scanner à huit jours. Les implants sont posés six mois après.

Réflexion des auteurs

Les comblements sinusiens doivent être réalisés avec de l'os autogène essentiellement car génère une ostéo-intégration des implants plus sûre que des allogreffes.

L'os cortical crânien complique la reconstruction de part sa rigidité et son manque de vascularisation : risque de séquestre. En revanche, les scanners de contrôle mettent en évidence la supériorité de la greffe d'origine crânienne par rapport à la greffe d'origine iliaque.

Quel est l'avenir de cet os greffé (auto ou allo) dans le temps ? Le remodelage est permanent et aléatoire selon des facteurs locaux ou régionaux. Les implants jouent-ils un rôle de « fixateur » de l'os greffé de part les forces reçues ? Quel avenir pour les biomatériaux ?

Technique à caractère expérimental de cette méthode.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Avec cette méthode chirurgicale, on entre dans une autre dimension de la dentisterie. Mais elle est réservée au chirurgien maxillofacial et sort de notre exercice courant. Elle doit être réservée à des patients très motivés compte tenu des risques encourus. Peut-être ouvre-t-elle une base d'intervention avec des greffons allogéniques (TBF, grille titane) ? Les suites et les risques ont diminué, les résultats sont-ils équivalents ?

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

La technique par elle-même nous apporte une bonne information : la réalisation d'un plafond permet de mieux condenser le matériau de comblement et un meilleur site pour nos implants. L'os autogène semble être le meilleur matériau pour les comblements sinusiens. Et aujourd'hui ?

Analysé par A. Laguilhomie

Consensus sur les comblements sinusiens en 1996

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Pour bien comprendre l'efficacité des comblements sinusiens, une conférence consensuelle a eu lieu à l'Académie de l'ostéo-intégration de Babson collège à Massachusetts le 16 et 17 novembre 1996. Environ 85 spécialistes et conférenciers ont été invités et parmi eux 38 ont soumis les résultats et les radiographies concernant 1007 soulevés de sinus avec 2997 implants posés pendant une période de plus de dix ans. La majorité de ces implants ont été suivis pendant trois ans ou plus. Différents types d'implants et différents matériaux de complément ont été utilisés. Le résultat montre un taux de succès de 90 %. Les radiographies ont été analysées par deux radiologues différents.

L'objectif de cette conférence est de répondre aux six questions majeures :

- est-ce que les soulevés de sinus permettent la survie des implants à long terme au maxillaire postérieur ?

- indications et contre-indications des comblements sinusiens ?
- est-ce qu'il y a une différence de résultats avec les différents matériaux de comblements ?
- quels sont les taux de succès des différents matériaux et types d'implants placés dans les comblements sinusiens et leur devenir ?
- comparaison entre la pose immédiate et différée des implants ?
- quels types de prothèse sont conseillés et leurs impacts sur l'intégration et la fonction à long terme des implants ?

L'os autogène

Avec l'os autogène, le taux de succès à cinq ans est de 88,7 et de 86,1 % à six ans. En ajoutant de l'os allogène le taux à cinq ans chute à 79,5 %

Il n'existe pas de différence de résultat entre l'os utilisé sous forme de bloc ou de particules

Le taux de succès à quatre ans donne le résultat suivant, 85 % pour les implants usinés, 97 % pour les implants TPS et 99 % pour les surfaces recouvertes d'hydroxyapatite.

Statistiquement, il n'y a pas de différence significative entre la pose des implants immédiate ou différée. Mais on peut constater que le taux de succès à cinq ans donne un résultat de

84,5 % pour la pose immédiate et de 93,1 % pour la pose différée.

Les allogreffes

Le taux de succès implantaire avec les allogreffes est de 85 % après cinq ans.

Analyse radiologique des échecs

Les succès sont seulement comptabilisés avec la survie des implants, et les échecs des greffes osseuses avant la pose des implants sont volontairement exclus car aucune statistique n'était disponible.

Os résiduel

Quand il existe plus de 8 à 10 mm d'os résiduel la greffe osseuse devient superflue car l'ostéo-intégration dans l'os résiduel permet une bonne fixité de l'implant.

Selon une étude sur la suivie de 349 implants pendant une période moyenne de 3,2 ans on a obtenu 20 échecs. Parmi eux, 13 ont été placés dans un os résiduel de 4 mm de hauteur ou moins et sept implants étaient placés dans un os résiduel de 4 à 8 mm de hauteur. Aucun implant placé dans l'os résiduel de plus de 8 mm a été perdu.

État de surface implantaire

Le taux d'échec est de 8,6 % avec les implants usinés, 9,8 % avec les implants TPS et 0 % avec les implants recouverts d'hydroxyapatite.

Les fumeurs

Il existe une perte de 12,7 % chez les fumeurs et seulement 4,8 % chez les non-fumeurs.

Hauteur du greffon

La perte de hauteur des greffons est seulement de 0,79 mm sur une durée de trois ans pour une combinaison d'os autogène et d'os alloplastique (H.A) tandis que la plus grosse perte est enregistrée pour de l'os déminéralisé congelé. Par contre on observe une bonne stabilité pour les autres matériaux avec seulement 1 à 2 mm de perte pour la même durée.

Analyse clinique des échecs

Cent soixante-quatre échecs ont été analysés cliniquement et on constate que la plupart des échecs sont découverts seulement au stade 2 de la chirurgie. Parmi ces échecs, 40 sont attribués aux traumatismes causés par les prothèses et 79 sont dus à une faute chirurgicale.

L'infection du greffon osseux a provoqué 20 pertes d'implants et 12 implants sont perdus pour cause de membrane.

Dans 61 cas il y a eu complète résorption du greffon, dans 82 cas il existait encore une petite partie du greffon et 22 échecs ont été constatés même s'il n'y a eu aucune résorption des greffons.

Soixante et un pour cent des implants perdus étaient placés dans un os résiduel de 5 mm ou moins et aussi dans 61 % des pertes d'implant quand la pose des implants était consécutive au comblement sinusien.

La cigarette était responsable de 31 % des pertes et l'abus d'alcool était responsable de 3 % des pertes.

La péri-implantite était constatée avec 49 implants (18 usinés, 36 hydroxy-apatite et 5 avec le T.P.S).

CE QUE NOUS EN PENSONS

Les greffons osseux et le plancher sinusien

Les études montrent que l'os se forme à partir du plancher sinusien avec n'importe quel matériau. Quand il y a peu de matériaux ou en cas d'ostéotomie, l'espace créé entre le plancher sinusien est comblé par un caillot sanguin et ainsi la formation osseuse est activée tant qu'il existe ce vide.

L'apport des matériaux alloplastiques ayant un pouvoir ostéoconducteur permet de maintenir un

espace et mélangé à un caillot sanguin va permettre la formation osseuse à partir du plancher.

Les matériaux ostéo-inducteurs permettent aussi cette formation osseuse à partir du plancher sinusien mais ils sont aussi capables de former de l'os nouveau au sein du greffon même. Pour cette raison, l'os autogène doit être considéré comme un matériau de choix pour les défauts osseux, incluant les chirurgies de soulèvements de sinus, malgré qu'aucune conclusion affirmative n'ait été dégagée à cette conférence.

L'ostéo-induction

L'ostéo-induction est une activité pharmacocinétique et on pense qu'elle est directement proportionnelle à la concentration des protéines morphogénétiques (BMP) présentes dans le greffon. Les protéines BMP-7 et BMP-2 par elles-mêmes induisent la séquence complète de formation osseuse.

Les allogreffes

Les études récentes montrent des doutes à propos de l'activité protéinique des allogreffes. Elles sont considérées comme de mauvais ostéoconducteurs et ainsi sont peu utilisées dans les défauts osseux.

Les allogreffes montrent plus d'échecs quand la pose des implants est différée, plus d'infection et plus d'échecs lors de la phase 2 chirurgicale. Même, mélangées à des autogreffes, elles ne contribuent pas à la longévité des implants. Les allogreffes ont tendance à retarder la formation osseuse et l'ostéo-intégration, amenant une résorption incomplète des greffons et une mauvaise fixation des implants. Cette résorption osseuse incomplète va former un mélange d'os vital et non vital.

Les autogreffes

La vitalité du greffon est importante pour la survie des implants car il doit répondre à des microtraumatismes et permettre la réparation de l'ostéo-intégration. Le volume minimal d'os vital au sein d'un greffon doit se situer entre 25 et 35 %. Selon une étude, les greffons ayant seulement 20 % d'os vital ont tendance à avoir des échecs implantaires et une mauvaise intégration.

La cicatrisation

L'observation des protéines morphogénétiques (BMP-2) montrent que la formation osseuse débute au niveau du plancher sinusien où les cellules sont pluripotentes et plus vascularisées. La minéralisation commence de la périphérie vers le centre du greffon.

L'état de surface

Les surfaces rugueuses donnent de meilleurs résultats que les surfaces lisses. Ici, ce sont les implants hydroxyapatite qui donnent les meilleurs résultats, actuellement il y a beaucoup de controverses à propos de ces implants. La nature chimique de l'hydroxyapatite a le pouvoir de combler les espaces entre l'implant et l'os allant jusqu'à 1 mm, par contre les implants usinés ne peuvent combler les espaces que de 0,25 mm maximum.

La pose des implants

Ces études n'ont pas pu montrer le moment idéal pour poser les implants.

La pose différée

Elle est conseillée pour bien choisir le site implantaire, obtenir une bonne fixation primaire et profiter de la cicatrisation osseuse. Elle est préconisée aussi dans le cas de perforation de la membrane sinusienne et de mauvaise qualité de l'os.

La pose immédiate

Elle diminue le temps chirurgical (une seule chirurgie), le coût et le délai d'attente.

Ce consensus ne permet pas de conclure quel état de surface ou quels matériaux de comblement sont préférables pour la pose immédiate ou différée des implants.

Hauteur d'os résiduel préopératoire

La perte des implants est d'autant plus élevée que la hauteur résiduelle d'os est faible et un soulèvement de sinus est recommandé quand la hauteur disponible est inférieure à 8 mm.

La cigarette et le greffon

Le tiers des échecs est dû à la cigarette et les fumeurs avaient 7 % plus d'échecs que les non-fumeurs.

La cigarette doit être considérée comme une contre-indication chez les candidats aux soulèvements de sinus.

La fumée perturbe probablement la cicatrisation du greffon et modifie la circulation sanguine en augmentant la résistance totale périphérique et en provoquant une agrégation plaquettaire intense. La nicotine bloque la prolifération cellulaire et interfère directement avec la fonction ostéoblastique. Les fumeurs ont une perte significative de contenus minéraux osseux (10 à 20 % chez les hommes et 15 à 30 % chez les femmes). La densité minérale osseuse peut être réduite de deux à six fois plus chez les fumeurs chroniques.

Il est conseillé de demander aux patients fumeurs d'arrêter de fumer des semaines (voire des mois) avant et après la chirurgie jusqu'à complète intégration du greffon.

Les prothèses et la greffe osseuse

Il existe très peu d'études concernant la prothèse idéale à utiliser sur les greffes osseuses. Quelques recommandations sont conseillées pour la réalisation des P.A. P. maxillaires postérieures, en créant le triangle de sustentation implantaire, en abaissant au maximum le bras de levier, en évitant les extensions prothétiques et en empêchant une pression directe sur l'os. Egalement, le contact occlusal avec les dents naturelles antagonistes doit être le plus léger possible.

Les nouveautés

Les ostéotomes, les distractions osseuses, les membranes résorbables, les facteurs de croissance, l'évolution des matériaux allogreffes et l'amélioration des états de surfaces ont été admis comme des avancées qui pourraient améliorer la greffe sinusienne. Beaucoup de chirurgiens utilisaient déjà la plupart de ces techniques, mais, comme il n'y avait pas assez de recul, elles ont été volontairement mises de côté. Quand, à l'utilisation des membranes, le débat était lancé en attendant d'autres résultats.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Les conférenciers étaient unanimes pour conclure que la greffe sinusienne était bien une technique efficace et qu'elle pouvait être utilisée pour permettre la réalisation des restaurations implantoportées au maxillaire postérieur. Ainsi cette chirurgie ne peut être considérée comme expérimentale mais comme une technique maxillofaciale pour la réhabilitation fonctionnelle maxillaire et dans les réparations traumatiques, atrophiques et congénitales.

La question concernant les indications et contre-indications demande des études supplémentaires. Mais, quand il existe moins de 8 mm de hauteur d'os résiduel, la greffe sinusienne est fortement conseillée.

Aucun matériau de comblement ou technique spécifique n'a pris le dessus et tous donnent des résultats plus ou moins similaires.

Il n'y a aucune différence significative entre la pose d'implant immédiate ou différée mais il est recommandé d'utiliser la deuxième technique.

Les surfaces rugueuses donnent de meilleurs résultats que les surfaces lisses.

En ce qui concerne les prothèses, les mêmes recommandations qu'au niveau des sites non greffés sont demandées.

Analysés par T. Gasnier et S. Jhugroo

Incidents peropératoires

« A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair »

J. Periodontol 1999; 70: 692-699

Vlassis J.M., Fugazzoto P.A

« Influence of anatomy on schneiderian membrane perforations during sinus elevation surgery : 3D analysis »

Pract Proced Aestht Dent;13 (2) : 160-163.

Cho S., Wallace S.S., Froum S.J., Tarnow D.P.

« Maxillary sinus membrae repair: report of a technique for large perforations »

Impl. Dent 1999; 8: 29-34.

Pikos M.A.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Selon certains auteurs une élévation de sinus est considérée comme une procédure invasive à risques.

Mais en fait, il existe peu d'incidents per-op. et de complications post-op.

La complication peropératoire principale est la perforation de la membrane de Schneider dont le risque de survenu est variable :

- Raghoobar en 1999 ⇒ 35 % ;
- Pikos en 1999 ⇒ 30 % ;
- Misch en 1993 ⇒ 10 %.

Les raisons les plus communes d'une perforation de la membrane de Schneider sont :

- ostéotomie malmenée ;
- réflexion trop vigoureuse de la membrane de Schneider avec du matériel inadéquat ;
- mauvaise appréciation de l'épaisseur de la membrane.

Les conséquences d'une membrane de Schneider perforée sont :

- la dissémination du matériau de comblement ;
- une voie d'entrée pour les bactéries du système respiratoire et un risque d'infection du greffon ;

- infection, sinusite, faible qualité et volume insuffisant d'os reconstruit.

Article de VLASSIS

Les auteurs décrivent cinq classes différentes, en fonction de leur localisation dans l'aire opératoire.

Les auteurs décrivent cinq classes différentes, en fonction de leur localisation dans l'aire opératoire.

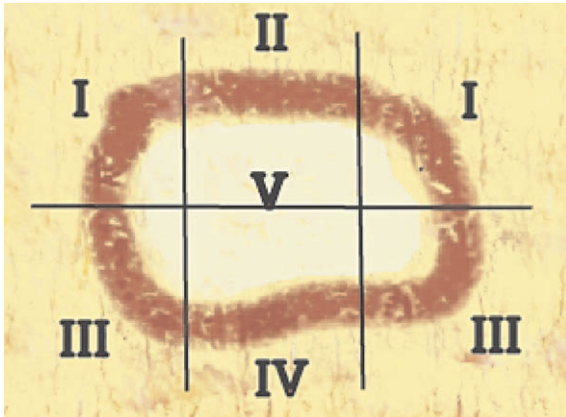


Fig. 7.

Classification de Vlassis

L'auteur définit cinq classes en fonction de la situation de la perforation dans l'aire opératoire

Classe I

En cas de petite perforation, il suffit de placer une membrane de collagène en la faisant déborder de 3 mm sur tout le pourtour de la perforation. Puis placer le matériel de comblement osseux d'abord sur les bords de la membrane de collagène pour éviter qu'elle ne bouge.

Pour une perforation plus large, prendre le soin de bien décoller le reste de la membrane en périphérie de la perforation, ceci va donner de la laxité à la membrane qu'on va pincer au niveau de la perforation puis suturer avec du fil résorbable type Vicryl5.0

Classe II

Dans ce cas, on peut toujours utiliser membrane de collagène +++, ou de l'os lamellaire humain congelé déminéralisé, des sutures résorbables, plus rarement.

Classe III

Il s'agit de la perforation la plus fréquente

Prévention : par des bords de la fenêtre osseuse arrondis, il faut décoller d'abord la partie inférieure, puis médiale et latérale avant de s'occuper des angles

En cas de perforation, des sutures résorbables + os lamellaire sont indiqués.

Classe IV

Il s'agit de la perforation la plus rare. Elle est due à la présence d'un septum osseux.

Là aussi l'usage de sutures résorbables, d'os lamellaire ou d'une membrane de collagène est nécessaire.

Classe V

Il s'agit d'une perforation préexistante (pneumatisation et résorption+++)

Il faut avant de réaliser sa fenêtre, réaliser une ostéotomie autour de la perforation, décoller la membrane, la pincer et la suturer avant de placer une membrane de collagène ou d'os lamellaire. Le volet osseux est alors réalisé puis le reste de la membrane décollé.

En conclusion, une perforation n'entraîne pas l'interruption de l'intervention.

La réparation est indispensable au succès du traitement.

Classe I et II aucun changement de planning

Classe III et IV, pas d'implantation simultanée

Article de CHO

L'étude porte sur N = 236 élévations de sinus

Taux de perforation = 18,2 % (soit 43 perforations)

Un sous-groupe est constitué de N' = 49 élévations de sinus sur 34 patients

Taux de perforation = 18,4 % (soit 9 perforations)...jusque là, tout est normal.

Cho va étudier s'il existe une corrélation entre l'anatomie du sinus et le risque de perforation :



Fig. 8.

Groupe 1 : $A < 30$ (37,5 %)

Groupe 2 : $31^\circ < A < 61$ (28,6 %)

Groupe 3 : $A > 61$ (0 %)

CE QUE NOUS EN PENSONS

Un bon moyen d'étudier le succès d'un soulevé de sinus est d'évaluer le taux de survie des implants posés dans l'os greffé.

Mb perforées (43) 216 Implants posés, 12 échecs 94,4 %

Mb non perforées (193) 577 Implants posés, 51 échecs 91,1 %

Donc, le succès d'un soulevé de sinus, au travers du taux de survie des implants posés, n'est pas influencé par une perforation de la membrane de Schneider.

L'angle A traduit la largeur du sinus, A diminue en se rapprochant de la paroi antérieure du sinus. C'est donc à ce niveau que le risque est le plus élevé.

En cas de sinus étroit, faire son ostéotomie le plus près possible de la paroi antérieure et inférieure du sinus

Article de PIKOS

Membranes de collagène et large perforation

Cet article est un « Case of report » sans rigueur scientifique

L'auteur conseille Biomend® pour une large perforation.

Il a plus de 100 cas depuis 1996. Aucune statistique n'est donnée.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

La perforation de la membrane est fréquente (jusqu'à 30 %) et est liée à l'étroitesse du sinus, ce qui explique qu'il y a plus de perforations dans les classes III.

Attention au dessin de sa fenêtre (favoriser des angles arrondis)

Décoller d'abord en bas puis sur les cotés méiaux et distaux.

Après réparation (fils résorbable 5.0, membranes de collagène, os lamellaire), on peut poursuivre l'intervention.

Analysé par H. Bouchet

Les complications postopératoires lors des augmentations osseuses au niveau du maxillaire postérieur par comblement sous-sinusal Maxillary sinus function after sinus lifts for the insertion of dental implants

J. Oral Maxillofac. Surg. 1997; 55: 936-939.

Timmenga N, Raghoobar G., Boering G., Weissenbruch R.

Sinus lift complications: Avoiding problems and finding solutions.

Dent. Implant. Update 1997: Sept.

Moses J.

Maxillary sinus complications related to endosseous implants.

Int. J. Oral Maxillofac. Implants 1995; 10: 451-461.

Regev E., Smith R., Perrot D., Pogrel M.

Bilateral chronic maxillary sinusitis after the sinus lift procedure.

Amer. J. Otoryn. 1999; 20: 133-135.

Batthacharyya N.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Après la phase chirurgicale, les suites opératoires sont plus lourdes que pour une pose d'implants simples. Il existe un certain nombre de complications suivant immédiatement la greffe.

La **douleur**, dans le cas d'une chirurgie de greffe osseuse doit être faible, calmée par des antalgiques simples. L'apparition de douleurs violentes fait suspecter un rejet du greffon.

La **paresthésie du nerf sous-orbitaire** peut être rencontrée lors d'élévation de larges lambeaux. Le patient conserve cette sensation d'être anesthésié par dilacération du nerf lors du décollement du lambeau ou d'incisions en demi-épaisseur pour obtenir de la laxité. Ce déficit nerveux, pouvant apparaître quelques heures après l'intervention, est purement sensitif.

La **sinusite** traitée par une antibiothérapie adaptée (amoxicilline + acide clavulanique ou ampicilline) pendant une durée minimale de dix jours est marquée par trois symptômes communs : une congestion nasale, une rhinorrhée purulente et des maux de tête. Elle apparaît entre 0 et 20 % des cas selon les auteurs. Les bactéries les plus souvent responsables sont : *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenza*, *Streptococcus pyogenes* et *Moraxella catarrhales*. Les patients prédisposés sont les plus touchés. La survie du greffon est assurée si la sinusite est traitée rapidement et efficacement.

L'**œdème** est une suite normale de l'intervention, c'est une réaction endogène au traumatisme de la chirurgie. Il est variable en fonction du patient, le plus souvent modéré. Il est important de limiter son apparition par l'application d'une poche de glace immédiatement après la chirurgie pendant quelques heures.

L'apparition des **ecchymoses** et des **hématomes** est fréquente, surtout dans de telles chirurgies nécessitant le décollement de lambeaux de grande étendue. Ils correspondent à des stases sanguines dans les tissus. Leur résorption nécessite

parfois deux à trois semaines, entraînant une gêne sociale.

Les **hémorragies** postopératoires peuvent se manifester dans les heures suivant l'intervention, quand l'action du vasoconstricteur a disparu. Elles sont le plus souvent rencontrées chez les patients sous anticoagulants ou prenant régulièrement de l'aspirine. Quand survient une telle complication, les sutures doivent être vérifiées et les tissus mis en compression. L'**hémosinus** peut se résorber spontanément, peut s'infecter créant une sinusite ou même aboutir à une communication buccosinusienne.

L'**ouverture de la plaie muqueuse** dans les jours suivant l'intervention nécessite une ré-intervention urgente afin de recréer l'étanchéité des tissus. L'exposition du greffon osseux dans la cavité buccale entraîne une infection locale immédiate. Si la surface exposée est relativement faible, on peut tenter un meulage de la partie exposée sans anesthésie afin d'espérer une refermeture spontanée des tissus gingivaux et prescrire une antibiothérapie.

Malheureusement, dans certains cas, le greffon ne peut être conservé et doit être le plus rapidement enlevé.

Le **tabac** a une action très néfaste sur la cicatrisation des tissus et surtout sur le greffon osseux. Les patients fumant plus de dix cigarettes par jour depuis plusieurs années sont considérés comme une contre-indication formelle à la greffe.

L'**infection du greffon** peut être prévenue par une aseptie rigoureuse du site en peropératoire et à la préparation de la bouche en préopératoire. L'intervention est réalisée sous antibiothérapie à large spectre. REGEV rapporte un cas de sinusite à *Escherichia coli* (!!!).

Le greffon doit être parfaitement **stabilisé** et **ancré** au site receveur. En cas de mobilité du greffon par défaut de fixation, il résulte une vascularisation défailante, une encapsulation conjonctive et un rejet. La muqueuse doit aussi être **suturée sans tension**, ce qui nécessite l'aménagement des lambeaux et des points de sutures multiples et étanches.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Il est très difficile de trouver de la bibliographie traitant des complications et d'échecs que les praticiens ont pu rencontrer. La plupart des auteurs préfèrent relater un cas (isolé et rare selon eux) voire même relater les conclusions d'un article rédigé par un confrère. Cependant, les complications font partie intégrante de tout type d'actes médicaux invasifs dont font partie les augmentations osseuses sous-sinusiennes maxillaires postérieures

par comblement osseux sous-sinusien. Il n'y a pas de consensus entre les auteurs en ce qui concerne le traitement des sinusites. Certains déposent le plus rapidement possible les matériaux de comblement, tandis que d'autres rapportent qu'un traitement antibiotique (avec antibiogramme ou non) suffit à éradiquer l'infection.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Le praticien responsable connaît les risques, les complications possibles ainsi que les méthodes pour les éviter ou les régler afin de garantir la plus grande sécurité possible pour son patient.

Si malheureusement durant l'intervention, la membrane venait à être lésée, le fait de la suturer évite beaucoup de complications post-opératoires. De plus, le niveau de la greffe osseuse doit rester en dessous du niveau de l'ostium afin de ne pas gêner le drainage du sinus.

La période d'attente après une greffe osseuse sous-sinusienne doit être comprise entre deux et six mois.

Analysé par P.-O. Benetière

Discussion

L'élévation du plancher du sinus offre à l'implantologiste un moyen efficace de faire reculer les limites de son art, en autorisant une réhabilitation implanto-prothétique des zones maxillaires postérieures quand les conditions osseuses requises font défaut.

Depuis 1996 et la conférence de consensus, la communauté scientifique et chaque praticien disposent enfin de résultats précis sur le taux de réussite de la chirurgie de greffe osseuse sous-sinusienne et de l'implantation associée sur une période de près de dix ans. Le consensus a également permis une normalisation des divers procédés.

Les résultats sont extrêmement positifs, approchant les 90 % de réussite.

Dans un souci d'offrir aux patients candidats à une chirurgie de greffe osseuse implantaire les meilleures chances possibles de réussite, la majorité des praticiens utilisent encore à ce jour le prélèvement d'os autogène pour ses qualités ostéogéniques uniques. Toutefois, de plus en plus d'études laissent apparaître le bon comportement des matériaux seulement ostéoconducteurs comme les matériaux alloplastiques notamment. Ils remplissent correctement leur rôle d'échafaudage pour la construction osseuse souhaitée et on peut

espérer que la recherche fournira à l'avenir un matériau concurrentiel au niveau des qualités ostéogéniques, offrant une garantie d'innocuité absolue et disponible de façon illimitée et bon marché.

La greffe osseuse intrasinusienne a ceci de particulier qu'elle doit, non seulement répondre aux impératifs de toute greffe – reconstituer fonctionnellement, biologiquement et physiologiquement le milieu – mais encore assurer un site d'ostéo-intégration acceptable pour les implants, que ce soit simultanément ou dans un deuxième temps. Les évaluations histomorphométriques publiées ce jour, se montrent optimistes sur l'avenir de cet os implanté.

Toutefois, l'option implantaire ne doit être retenue que si le bénéfice à long terme pour le patient est supérieur à toute autre thérapeutique. Seule, une analyse très détaillée des conditions locales, générales, psychologiques et de la motivation du patient permettra de déterminer ce choix.

Les différentes alternatives thérapeutiques ainsi que les différentes étapes du traitement, les aspects financiers et les contraintes de temps devront être exposés au patient. Dans tous les cas, quelle que soit la fiabilité de la thérapeutique de comblement sinusien, les risques de complications et d'échecs doivent rester présents à l'esprit du praticien.

Enfin, le praticien doit parfaitement maîtriser la technique implantaire afin d'évaluer le bien fondé de l'indication d'une chirurgie de préparation mais aussi être capable de prendre en charge leur réalisation en établissant une parfaite collaboration entre les différentes disciplines : radiologie, chirurgie, implantologie et réhabilitation prothétique.

Analysé par M. Perriat

Conclusion

Les techniques de greffes osseuses sous sinusien maxillaires en chirurgie préimplantaire permettent d'accroître les indications d'implantation chez les patients motivés présentant un déficit osseux, à ce niveau.

Pour J.F. Tulasne en 1999 (9), sur près de 400 sinus opérés avec un taux d'ostéo-intégration de 95 %, on peut considérer comme résolu le problème de l'ancrage implantaire dans les secteurs postérieurs maxillaires.

Ces techniques doivent être maniées avec prudence avec un chirurgien rompu aux techniques de prélèvement et de greffe osseuse et susceptible d'assumer les éventuelles complications infectieuses ou autres qu'elles peuvent entraîner.

Présenté par M. Perriat

Références

- [1] Boyne PJ., James RA. Grafting of the Maxillary Sinus Floor With Autogenous Marrow and Bone. *J.Oral Surg.* 38: 613-616, 1980.
- [2] Tatum OH, JR. Maxillary and Sinus Implant. Reconstruction, *Dent. Clinics North AM.* 30: 207-229, 1986.
- [3] Misch CE. Maxillary Sinus Augmentation for Endosteal implants. Organized Alternative. *Treatment Plans. Int. J.Oral Implant.* 4: 49-58, 1987.
- [4] Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compend Contin Educ Dent* 1994; 15: 152-162.
- [5] Smiler DG. The sinus lift graft: basic technique and variations. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1997 Oct; 9(8): 885-893.
- [6] Babbush CA. Sinus lift revisited: an update on current implant-related procedures. *Dent Implantol Update.* 1998 Jan; 9 (1) 1-5.
- [7] Garg AK. Augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants: anatomy, physiology and procedures. *Implant Dent.* 1999; 8(1): 36-46.
- [8] Jensen O.T. Treatment planning for sinus grafts. In Jensen OT (Ed.). *The sinus bone graft.* Chicago. Quintessence. 1999, Chapitre 5.
- [9] Tulasne JF, Saade J., Riachi A. Greffe osseuse du sinus maxillaire et implants de Branemark. *Cah. Prothese Implant Hors Série Mai* 1993; 2;101-114.
- [10] Vlassis JM, Fugazzotto PA. A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedure with options for repair. *J. Periodontol.* 1999 Jun; 70 (6): 692-699.
- [11] Cho SC, Wallace SS., Froum SJ., Tarnow DP. Influence of anatomy on Schneiderian membrane perforations during sinus elevation surgery: three -dimensional analysis. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2001 Mars; 13 (2): 160-163.
- [12] Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: report of a technique for large perforations. *Impl. Dent* 1999; 8(1): 29-34.
- [13] Sullivan SM., Bulard RA., Meaders R., Patterson MK. The use of fibrin adhesive in sinus lift procedures. *Oral Surg. Oral Med. Oral. Pathol. Oral Radiol. Endod.* 1997. Dec. 84;(6): 616-619.
- [14] Von Arx T., Kurt B., Hardt N. Pose d'implants avec augmentation simultanée du lit osseux : régénération du volume osseux péri-implantaire à l'aide de greffons autologues et de treillis en titane à structure microscopique. *Inform. Dent.* 1998; 24: 1710-1715.
- [15] Triplett R.G, Schow S.R. Autologous bone grafts and endosseous implants: Complementary techniques. *J.Oral Maxillofac. Surg.* 1996; 54: 486-494.
- [16] Misch CE. Plan de traitement du Maxillaire Postérieur en Implantologie. *Implantodontie N° 19 4^e Trimestre* 1995 ; 7-24.
- [17] Van Den Bergh JP, Ten Bruggenkate CM, Disch FJ., Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin. Oral Implants Res.* 2000 Jun; 11 (3): 256-265.
- [18] Tessier P. Autogenous bone grafts taken from the calvarium for facial and cranial applications. *Clin. Plast Surg* 1982; 9: 531-53.
- [19] Khoury F. Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation : a 6- year clinical investigation. *Int. J. Oral Maxillofac Implants.* 1999 Jul-Aug; 14 (4); 557-564.
- [20] Raghoobar GM. Augmentation of the maxillary Sinus floor With Autogenous Bone for the Placement of Endosseous Implants. *J.Oral Maxillofac. Surg.* 51: 1198-1203: 1993.
- [21] Jensen OT. Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int. J.Oral Maxillofac, Sp. Suppl.* Vol.13, 1998: 5-32.
- [22] Moses JJ., Arredondo A. Sinus lift complications: avoiding problems and finding solutions. *Dent. Implantol. Update.* 1997 Sep.; 8(9): 70-72.

[23] Battachary N. Bilateral chronic maxillary sinusitis after the sinus-lift procedure. *AM. J. Otolaryngol* 1999; Mar-Apr. 20 (2): 133-135.

[24] Nicolaas M. et al. Maxillary Sinus Function After sinus Lifts for the Insertion of Dental Implants. *J.Oral Maxillofac Surg.*; 55: 936-939: 1997.

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Assembled By Tsunami

Assembled By Tsunami

Copyright



ELSEVIER

ÉDITORIAL

En implantologie en général, et notamment en chirurgie préimplantaire et implantaire, il existe, pour les praticiens comme pour les patients et à chaque étape du traitement, des risques.

C'est la raison pour laquelle l'information de départ (consultation(s) initiale(s)) donnée par l'implantologue se doit d'être détaillée, loyale et intelligible, au besoin, répétée avec description des risques connus, classiques, mais aussi, ceux qui sont moins habituels mais néanmoins notés dans la littérature.

Mais que faire finalement avec les patients à risques ou dits à risques ?

Dans une première catégorie, et à titre d'exemple, nous trouvons les patients ou malades qui présentent des risques « Oslériens » (valvulopathies mitrales et/ou aortiques à type d'insuffisance ou de rétrécissement), ceux qui ont bénéficié de radiothérapie pour traitement de cancers ou de lymphomes (et pour lesquels chaque praticien doit avoir à l'esprit que l'os est irradié à vie, de manière indélébile, que ses défenses face à l'infection sont fortement et à jamais, diminuées et qu'en plus, les doses de rayonnement délivrées ne sont pas toujours bien connues car lointaines temporellement). La prudence la plus extrême s'impose et si un traitement implantaire est évoqué, la décision de l'entreprendre doit être collégiale, réfléchie, raisonnée et la solution adaptée.

Dans une seconde catégorie, on trouve nombre de maladies médicales fréquentes (diabète non in-

sulinodépendant, rhumatismes inflammatoires, maladies virales chroniques avec dépression immunitaire, traitements médicamenteux type neuroleptique ou antidépresseur) qui ne contre-indiquent pas de manière absolue la chirurgie implantaire sous réserve que la pathologie causale soit contrôlée et équilibrée par une thérapeutique ou que les effets du traitement ne soient pas délétères pour la cavité buccale (xérostomie notamment).

C'est une des facettes de l'enjeu de l'implantologie actuelle. La population vieillit, la demande de réhabilitation dentaire fixe grandit et le praticien implantologue se trouve confronté à des problèmes médicaux variés, multicentriques, affectant plusieurs organes à des degrés divers, soulevant des discussions sur le bien fondé ou non, les risques de telle ou telle pratique implantaire.

Il faut réfléchir attentivement à chaque cas, peser le pour et le contre, prendre des contacts épistolaires avec généralistes et spécialistes, médecin de ville et hospitalier et « faire pour le mieux ».

Le risque zéro n'existe pas mais on sait quand même qu'avec certaines pathologies, le risque est à deux chiffres en pourcentage et qui plus est peut engager le pronostic vital.

Alors, prudence !!

D. Cantaloube (Professeur agrégé du Val-de-Grâce)
14 bis, rue Montbauron, 78000 Versailles, France
Adresse e-mail :
daniel.cantaloube@wanadoo.fr (D. Cantaloube).

Disponible sur internet le 11 juillet 2005

Available online at www.sciencedirect.com





ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains de métaux poreux à base de nitinol ou de tantale dans un modèle de culture cellulaire tridimensionnelle

Porous tantalum and nitinol colonization by human osteoblasts in three-dimensional cell cultures

A.-C. Maurin ^{a,*}, R. Fromental ^b, D. Cantaloube ^c, R. Caterini ^d

^a *Inra Clermont-Ferrand-Theix, UNMP, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France*

^b *Cabinet privé d'implantodontie, espace Brotteaux, 69006 Lyon, France*

^c *Clinique Milan, 17, rue de Milan, 75009 Paris, France*

^d *École centrale, Cegely, 69134 Ecully cedex, France*

Disponible sur internet le 05 juillet 2005

MOTS CLÉS

Chirurgie dentaire ;
Implant ;
Métal poreux ;
Tantale ;
Alliage titane-nickel ;
Ostéoblaste ;
Croissance osseuse

Résumé Agissant tels de véritables tuteurs pour la propagation des cellules et la conduction de tissus en formation, les matériaux poreux sont utilisés depuis plusieurs années en chirurgie réparatrice. Dans le cas particulier de la chirurgie traumatique orthopédique et dentaire, les fortes contraintes mécaniques imposées aux implants ont rapidement conduit à l'utilisation courante de métaux à la fois très résistants et biocompatibles. Cependant, l'utilisation de ces métaux sous forme massive (non poreuse) pose des problèmes en terme d'intégration dans le tissu osseux environnant. Récemment, les dernières technologies ont permis d'obtenir des matériaux métalliques présentant une porosité dite « ouverte », biologiquement et biomécaniquement compatibles. Deux d'entre eux ont particulièrement suscité notre intérêt pour la conception de nouveaux implants dentaires, l'un constitué d'un alliage titane-nickel (nitinol), l'autre réalisé à base de tantale. Cette étude a été effectuée afin d'apprécier, dans un premier temps, le niveau de colonisation de ces matériaux poreux par des ostéoblastes humains dans un modèle de culture cellulaire in vitro en trois dimensions. L'envahissement cellulaire a été évalué quantitativement par la technique de MTT et qualitativement par microscopie confocale. Les deux métaux poreux se sont révélés favorables à l'adhésion et à la prolifération des ostéoblastes, avec cependant un avantage concernant le tantale pour lequel une très bonne infiltration des cellules en profondeur a pu être mise en évidence. Ces résultats obtenus in vitro laissent présager d'une bonne infiltration de tissu néoformé in vivo à l'intérieur de la structure trabéculaire, ce qui est en accord avec la rapidité d'ostéo-intégration qui a été constatée lors de l'utilisation récente de ces matériaux en chirurgie orthopédique.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : acmaurin@sancy.clermont.inra.fr (A.-C. Maurin).

KEYWORDS

dentistry;
Surgery;
Implant;
Porous metal;
Tantalum;
NiTi alloy;
Osteoblast;
Bone ingrowth

Abstract Acting as scaffolds for cell spreading and new tissue ingrowth once implanted into living tissues, porous materials have been used for several years for reconstructive surgery. In the field of dentistry and orthopedics, the biomechanical requirements for the implants have lead to an extensive use of biocompatible alloys. However, in a solid form these alloys have always exhibited inadequate fixative properties in the surrounding bone. Recent technologies allow the manufacturing of highly porous metallic open cell structures, biologically and biomechanically compliant. Two of these porous metals appeared particularly interesting for the design of novel dental implants: a porous titanium-nickel alloy (NiTi) and a porous tantalum structure. The purpose of the present study was to assess in vitro the invasion level of these porous materials by human osteoblasts, by the use of a three-dimensional cell culture system. Bone cell growth was measured by the MTT test, whereas cell infiltration and morphology throughout the porous scaffolds were examined by confocal microscopy. Our results indicate that porous NiTi and porous tantalum behave as suitable substrates for the attachment and ingrowth of human osteoblasts. Furthermore, the tantalum porous structure appeared more favorable to bone cell morphology and infiltration. These in vitro results are predictive for a good in vivo osseo-integration of implants made with these porous metals, as already reported in several orthopedic applications.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Avantages des métaux poreux

La fixation durable des implants métalliques dans le tissu osseux environnant représente depuis toujours l'un des principaux défis en chirurgie traumatique orthopédique et dentaire, car les formes massives posent un problème d'ancrage à plus ou moins long terme. Les différentes approches qui ont été proposées afin d'améliorer la situation (vis, colle, ciment, surfaces poreuses) n'ont pas offert de solution complètement satisfaisante. Par ailleurs, on sait depuis longtemps qu'un matériel poreux est mieux toléré par l'organisme et favorise davantage la croissance osseuse que le même matériau sous forme solide. L'utilisation de greffes étant très lourde à mettre en place, des biomatériaux poreux (céramiques et polymères) ont été proposés afin de les remplacer, mais jusqu'à présent ils ont toujours présenté des propriétés mécaniques insuffisantes.

Les dernières technologies ont permis de mettre au point des structures métalliques entièrement poreuses qui sont d'ores et déjà utilisées pour diverses applications en chirurgies orthopédiques. Ces métaux poreux, dont la biocompatibilité est parfaitement démontrée, combinent l'avantage de posséder une haute capacité d'intégration à celui d'être mécaniquement bien adaptés à une implantation permanente dans le tissu osseux. En effet, les structures obtenues possèdent une très haute interconnectivité entre les pores (structure trabéculaire à porosité ouverte) et génèrent un taux d'espace vide minimum de 60 % (jusqu'à 85 % dans certains cas) avec des tailles de pores allant de 50 à

600 μm . Cette configuration, similaire à celle de l'os trabéculaire, est favorable à l'absorption immédiate des fluides biologiques et à la croissance de tissu osseux minéralisé [1,2]. De plus, sous forme poreuse les métaux et alliages métalliques utilisés conservent de très bonnes caractéristiques de solidité et de résistance, tout en atteignant des modules d'élasticité similaires à celui du tissu osseux. Enfin, les métaux poreux sont autoclavables et aisément manufacturables.

Les métaux poreux apparaissent donc comme des matériaux d'implantation osseuse optimaux car ils réunissent des propriétés qui étaient jusqu'à présent proposées de façon isolée par les matériaux préexistants :

- les métaux poreux miment la microarchitecture de l'os trabéculaire naturel et supportent les contraintes mécaniques appliquées ;
- ils servent de tuteurs pour l'incorporation d'os nouvellement formé.

Il en résulte une stabilité et une capacité d'intégration et de fixation accrues, d'où une réduction importante du délai de cicatrisation. Il est donc légitime d'espérer de l'utilisation des métaux poreux une augmentation de la fiabilité et de la durabilité de l'implant.

Présentation des métaux poreux étudiés

Alliage titane-nickel poreux

Ce matériau est fabriqué selon la méthode protégée par le brevet A61L27/00 (Victor Gjunter [RU], 1999) et il est principalement commercialisé par la firme Biorthex (Montréal, Canada), pour un grand nombre d'applications, principalement dans le do-

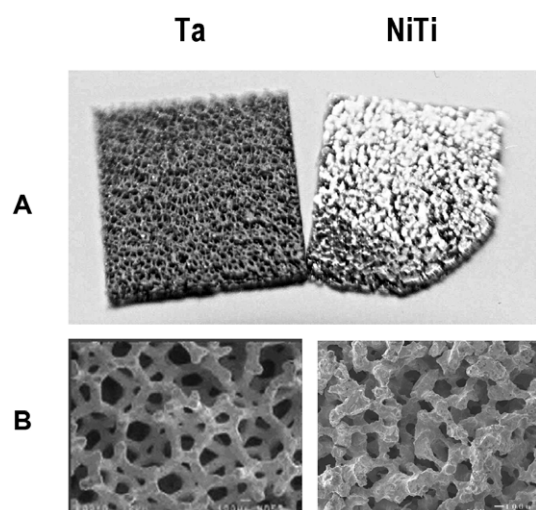


Figure 1 Aspect des métaux poreux étudiés. **A.** Aspect macroscopique de pièces de Ta et de NiTi poreux (porosités de 60 %) visualisées sous la loupe. **B.** Faibles grossissements permettant de mettre en évidence les travées interconnectées (porosité NiTi : 60 % ; porosité Ta : 80 %).

maine vertébral. Quant aux applications dentaires, elles sont couvertes par le brevet PCT 9909273 du 16 juillet 1999 (Richard Caterini, Daniel Cantaloube, Robert Fromental)

Sous sa forme massive, cet alliage titane-nickel (54-46 %) également appelé nitinol ou NiTi, est utilisé depuis plusieurs années et a été approuvé par la *food and drug administration* (FDA) pour diverses applications chirurgicales. Sa biocompatibilité a largement été démontrée [3-6]. La forme poreuse (Fig. 1) est obtenue par la filière des poudres sous haute température et forte pression. Elle possède environ 60 % d'espace vide et ses pores interconnectés ont un diamètre moyen de $230 \pm 130 \mu\text{m}$. Bien que présentant une résistance mécanique supérieure à l'os spongieux, le NiTi poreux possède un module d'élasticité similaire. Ses applications chirurgicales concernent principalement la colonne vertébrale. Une étude récente chez l'animal a mis en évidence une excellente capacité d'ostéo-intégration de ce matériau, ainsi que des propriétés ostéoconductrices [7].

Matrice poreuse de tantale

Par un processus de dépôt de vapeurs chimiques sur un squelette de carbone vitreux réticulé, il est possible de fabriquer des matrices poreuses uniformément et entièrement recouvertes de certains métaux sous forme très pure. Initialement, cette technologie a été mise au point par la firme Ulramet (Pacoima, CA, États-Unis) avec du tantale (Brevet US 5, 282, 861, Richard Kaplan aux États-Unis, 1994) afin d'obtenir de nouvelles structures pour l'industrie aérospatiale. Ces réseaux poreux présentant un aspect tout à fait similaire à celui

de l'os trabéculaire (Fig. 1), leur application chirurgicale en tant que matériaux de réparation osseuse a été exploitée par la société Implex (Allendale, NJ, États-Unis) principalement dans le domaine de la réparation coxofémorale. Le domaine dentaire est couvert par le brevet INPI FR2861597 du 4 novembre 2003 (Daniel Cantaloube, Robert Fromental, Richard Caterini). Les excellentes propriétés de résistance à la corrosion et de biocompatibilité du tantale en font un matériau d'implantation de choix [8-12]. La matrice de tantale utilisée par la compagnie Implex pour l'élaboration de dispositifs prothétiques présente une porosité ouverte ménageant 80 % d'espace vide, avec une taille moyenne de pore de 350 à 550 μm (Fig. 1B). Elle possède une résistance à la compression et un module d'élasticité situés entre les valeurs de l'os trabéculaire et celles de l'os cortical. Elle est actuellement utilisée en chirurgie vertébrale, de la hanche et du genou. Des études réalisées chez le chien ont permis de démontrer d'excellentes capacités d'ostéo-intégration et d'ostéoconduction d'implants de tantale poreux [13-15]. En outre, le procédé de fabrication de ce matériau permet d'obtenir aisément des formes complexes, et il est possible de contrôler le pourcentage de porosité et la taille des pores. La matrice de tantale utilisée dans cette étude présente 80 % d'espace vide (Fig. 1A).

Objectif de l'étude

Malgré le fait que les métaux poreux précédemment décrits soient d'ores et déjà commercialisés et utilisés en clinique humaine, il existe peu d'études caractérisant leur comportement vis-à-vis des cellules et des tissus osseux environnants. La biocompatibilité du NiTi sous forme non poreuse a été confirmée *in vitro* sur des cultures de cellules ostéoblastiques [5, 16, 17]. De même, une étude récente a mis en évidence que le tantale sous forme massive constituait un bon substrat pour l'attachement, la prolifération et l'expression de la fonction différenciée de cultures primaires d'ostéoblastes humains [18]. Cependant, le comportement de ces deux types de métaux sous forme poreuse vis-à-vis de cellules ostéoblastiques n'a jamais été étudié *in vitro*. Le but de cette étude a été de vérifier le bon comportement du NiTi et du tantale sous formes poreuses vis-à-vis de la propagation d'ostéoblastes humains normaux dans un modèle *in vitro* de culture cellulaire tridimensionnelle. La colonisation cellulaire des métaux poreux a été évaluée quantitativement par le test MTT de prolifération-viabilité cellulaires et qualitativement par visualisation au microscope confocal.

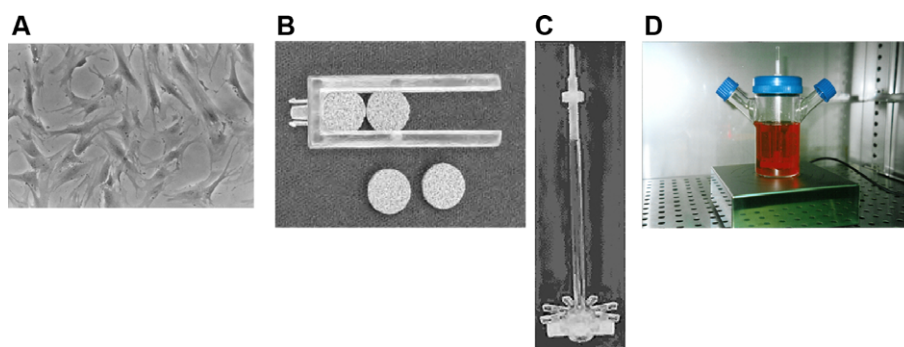


Figure 2 Culture d'ostéoblastes en trois dimensions. Représentation schématique du système de culture tridimensionnelle. Des ostéoblastes humains sains (A) ont été ensemencés sur des pièces de métal poreux de dimensions standards. Ces pièces ont ensuite été insérées stérilement dans de petites fourches (B) dont la base comprend un système de fixation à l'hélice aimantée (C) permettant le mouvement de rotation des pièces dans le milieu de culture par simple agitation magnétique (D).

Matériels et méthodes

Matériels

L'alliage titane-nickel (54-46 %) poreux a été fabriqué par la firme Umicore (Bruxelles, Belgique) et le tantale poreux a été fourni par Implex Inc (Allendale, NJ, États-Unis). Leur taux de porosité était de 60 % pour le NiTi et de 80 % pour le tantale.

Avant leur utilisation, les deux matériaux ont été usinés par Raboutet S.A. (France) afin de produire des pièces de forme circulaire, de diamètre et d'épaisseur standards (9 mm et 2 mm, respectivement) adaptables au système de culture cellulaire en trois dimensions. Les pièces ont été stérilisées par autoclavage à 125 °C pendant 30 minutes (réalisé par Dentaire Net, Saint-Beauzire, France) avant d'être utilisées pour la culture cellulaire. Le système de culture de cellules en 3D provenait de Cytomatrix (Cambridge, MA, États-Unis), et tous les réactifs (MTT, phalloïdine couplée à la rhodamine) de Sigma Aldrich (Saint-Quentin Fallavier, France).

Les ostéoblastes humains normaux ont été obtenus chez Promocell (Heidelberg, Allemagne), ainsi que leur milieu de culture approprié (référence C-10720).

Après avoir été ensemencées avec les ostéoblastes (85 000 cellules/cm²), les pièces de métaux poreux ont été placées dans des puits de plaques de culture et laissées dans l'incubateur pour une heure afin de favoriser l'attachement cellulaire. Les pièces métalliques ont ensuite été placées dans le système de culture cellulaire tridimensionnelle selon la Fig. 2. Le milieu de culture dans lequel baignent les pièces de matériau ensemencées avec les cellules est mis sous agitation constante et très faible (5 rpm), à l'intérieur d'un incubateur classique à 5 % de CO₂. Ce milieu a été changé au bout de trois jours de culture.

Test MTT

La colonisation du matériau par les ostéoblastes a été quantifiée par la technique du MTT, couramment utilisé dans des études similaires [19,20]. Ce test reflète la prolifération et la viabilité cellulaires. Il consiste à mesurer l'activité de la succinate déshydrogénase mitochondriale des cellules vivantes par dosage colorimétrique. Cette enzyme, par coupure du cycle tétrazolium, transforme le MTT (ou bromure de 3[4,5-diméthylthiazol-2-yl]-2,5-diphényltétrazolium), de couleur jaune, en cristaux de formazan bleus. Cette conversion se produit uniquement dans les cellules vivantes. Les cristaux de formazan sont solubilisés dans du diméthylsulfoxyde et la solution colorée résultante est quantifiée au spectrophotomètre par mesure de l'absorbance (Abs) à 565 nm. La quantité de formazan formée est proportionnelle au nombre de cellules vivantes. Des mesures ont été réalisées à trois jours et à six jours après ensemencement des cellules. Les pièces de métaux poreux ont été retirées de leur support puis incubées dans des puits de plaque de culture avec 0,5 mg/ml de MTT dilué dans du milieu de culture (solution stock à 5 mg/ml dans du PBS). Au bout de quatre heures dans l'incubateur à 37 °C, le surnageant a été éliminé et remplacé par le même volume de tampon de lyse (99,4 % de DMSO, 0,6 % d'acide chlorhydrique, 10 % de sodium-dodécylsulfate). Après cinq minutes d'agitation forte, le milieu a été prélevé et trois dilutions ont été réalisées pour chaque échantillon. La densité optique (DO) de chacune de ces dilutions a été lue à 565 nm. La valeur de DO retenue pour chaque échantillon est issue de la moyenne des valeurs calculées à partir de chaque dilution. Les résultats présentés sont les moyennes des DO obtenues par centimètre carré de surface, pour trois pièces identiques de chaque matériau à chaque intervalle de temps (Fig. 3).

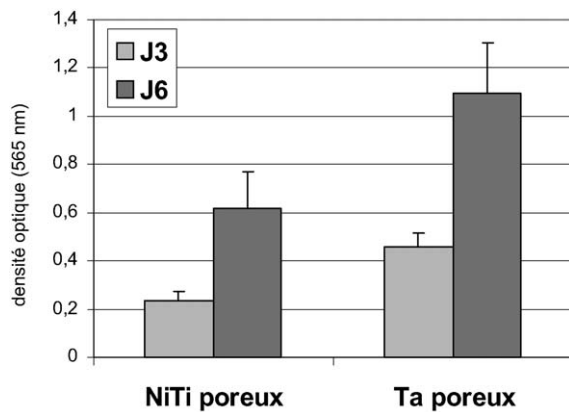


Figure 3 Croissance-viabilité des ostéoblastes ensemencés sur les métaux poreux. Des mesures ont été réalisées à trois jours et à six jours post-ensemencement. À l'issue du test MTT, la densité optique des échantillons a été mesurée à 565 nm. Pour chaque temps, les résultats représentent la moyenne des densités optiques obtenues pour trois pièces du même matériau.

Microscopie confocale

En raison de la nature, de l'épaisseur et des reliefs de l'échantillon, l'observation des ostéoblastes ayant colonisé les surfaces internes des métaux poreux a été réalisée par microscopie confocale. Afin de visualiser les cellules entières et d'apprécier ainsi leur morphologie et leur étalement, le

cytosquelette (actine) des ostéoblastes a été préalablement marqué avec de la phalloïdine couplée à un fluorochrome (rhodamine), technique couramment utilisée dans des études similaires [21]. Après six jours de culture, les pièces de métaux poreux ont été rincées trois fois avec du PBS, puis les cellules ont été fixées avec du paraformaldéhyde (4 % dans du PBS pendant 15 minutes) et perméabilisées avec du Triton X-100 (0,2 % dans du PBS pendant 10 minutes). Les échantillons ont ensuite été incubés avec la rhodamine-phalloïdine (5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ dans du PBS), lavés trois fois avec du PBS, puis maintenus dans un bain de PBS à 4 °C en attendant l'analyse. Les pièces de métaux poreux ont été examinées avec un microscope équipé d'un laser argon-krypton. L'acquisition des données a été réalisée sur différents plans focaux à intervalles réguliers dans l'épaisseur de l'échantillon (détails dans la légende de la Fig. 4).

Résultats

Quantification de la colonisation par le test MTT

Les ostéoblastes ensemencés ont adhéré et proliféré, apparemment de façon linéaire dans le

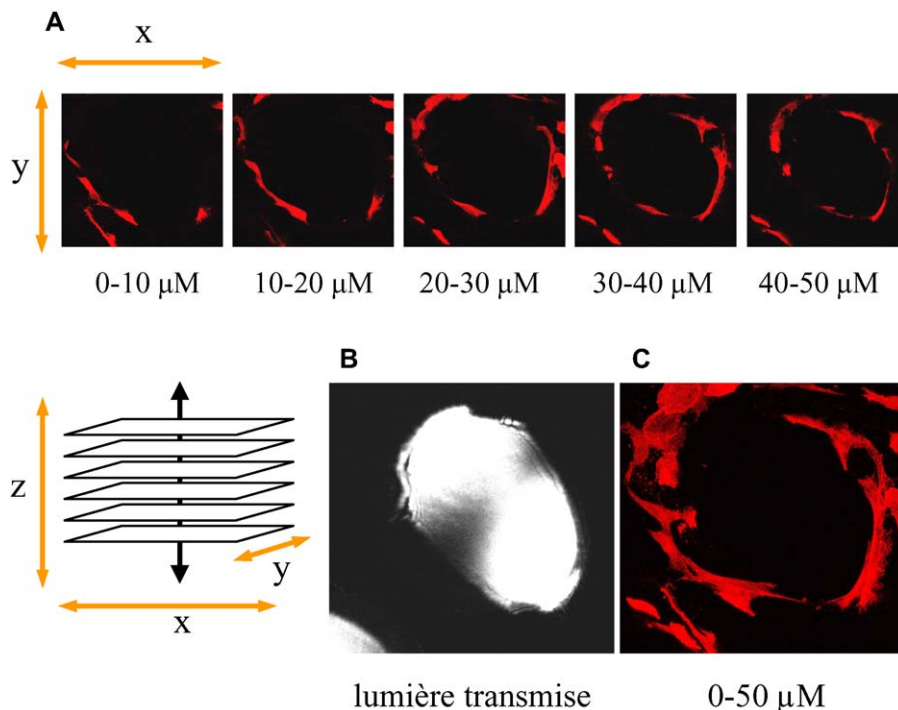


Figure 4 Visualisation de la colonisation des pièces de métaux poreux par les ostéoblastes. Au bout de six jours de culture, le cytosquelette des cellules ayant colonisé les pièces de métaux poreux a été marqué par de la phalloïdine couplée à un fluorochrome. Les pièces de matériaux ont ensuite été observées au microscope confocal (grossissement $\times 40$) afin de pouvoir suivre la pousse cellulaire sur différents plans focaux dans l'épaisseur de l'échantillon. A. À partir d'une pièce de tantale poreux colonisée par des ostéoblastes, des acquisitions ont été réalisées sur cinq couches distantes de 10 μm entre elles. L'empilement des données obtenues dans ces cinq plans (suivant l'axe z) a permis d'accumuler les données sur 50 μm . B. et C. L'image résultante a été comparée à celle obtenue en lumière transmise afin de faire apparaître la structure poreuse.

temps, sur les surfaces des deux types de métaux poreux au cours des six premiers jours après la mise en culture (Fig. 3). Pour un nombre d'ostéoblastes ensemencés J0 identique, le tantale poreux à J3 ou à J6 a présenté une quantité de cellules vivantes deux fois plus importante que le NiTi poreux.

Appréciation visuelle

Six jours après l'ensemencement d'un nombre égal de cellules, des ostéoblastes adhérents ont été observés sur la surface des deux types de métaux poreux (Fig. 4). Cependant, les ostéoblastes présents à la surface du NiTi poreux ont présenté une morphologie différente, moins « étalée » et moins régulière que les ostéoblastes observés sur les échantillons de tantale poreux. De plus, la colonisation cellulaire des pièces de nitinol poreux est apparue moins importante et moins homogène que celle des pièces de tantale poreux. À partir des échantillons de tantale poreux, il a été possible de reconstituer une image tridimensionnelle par empilement des données obtenues dans différents plans focaux (x,y) sur une épaisseur de 100 µm (z) selon la Fig. 4. Ces images ont permis de mettre en évidence la pénétration et l'envahissement ostéoblastiques à la surface des travées à l'intérieur de la matrice poreuse de tantale.

Discussion

Les résultats obtenus dans cette étude in vitro indiquent que le NiTi poreux et la matrice de tantale poreuse sont tous deux de bons substrats pour l'adhésion et la prolifération des ostéoblastes, ce qui est en accord avec les données de la littérature concernant les études in vivo d'implantation de ces matériaux poreux chez l'animal, et in vitro avec les formes massives de ces métaux.

La différence obtenue dans la vitesse de croissance osseuse entre le tantale et le NiTi peut être due à la différence de porosité (80 % pour le tantale contre 60 % pour le NiTi). Des études complémentaires sont nécessaires pour optimiser la porosité adéquate selon le type de matériau utilisé et son usage. Malgré tout, les deux matériaux apparaissent comme parfaitement adaptés à l'adhésion, la migration et/ou la prolifération des ostéoblastes.

Ces résultats sont préliminaires et devront être complétés in vitro par l'étude de l'activité différenciée des ostéoblastes et de la minéralisation à l'intérieur des métaux poreux. Cependant, le bon comportement des ostéoblastes au contact des métaux poreux rapporté dans cette étude in vitro est encourageant et laisse présager d'une très bonne

intégration au tissu osseux in vivo, comme cela a été décrit dans le cadre d'autres applications en chirurgie orthopédique.

Afin de pouvoir confirmer l'intérêt de ces matrices métalliques poreuses à base de titane-nickel et de tantale en implantologie dentaire, il est prévu d'enrichir ces résultats par une étude de fonctionnalité in vivo chez l'animal et par une étude clinique chez l'homme.

Remerciements

Nous remercions vivement le Pr Jean-Yves Bignon de nous avoir donné la possibilité de réaliser ces expériences au sein de son laboratoire d'oncologie moléculaire à Clermont-Ferrand, France.

Nous remercions également l'entreprise Raboutet pour son apport technologique dans le domaine de l'usinage des matériaux poreux.

Enfin nous tenons à remercier la société Vital Implant, dans le cadre à laquelle l'étude a été réalisée.

Références

- [1] Ayers RA, Simske SJ, Bateman TA, Petkus A, Sachdeva RL, Gyunter VE. Effect of nitinol implant porosity on cranial bone ingrowth and apposition after 6 weeks. *J Biomed Mater Res* 1999;45:42-7.
- [2] Bobyn JD, Pilliar RM, Cameron HU, Weatherly GC. The optimum pore size for the fixation of porous-surfaced metal implants by the ingrowth of bone. *Clin Orthop* 1980; 150:263-70.
- [3] Shabalovskaya SA. Surface, corrosion and biocompatibility aspects of Nitinol as an implant material. *Biomed Mater Eng* 2002;4:69-109 (Review).
- [4] Firstov GS, Vitchev RG, Kumar H, Blanpain B, Van Humbeeck J. Surface oxidation of NiTi shape memory alloy. *Biomaterials* 2002;23:4863-71.
- [5] Bogdanski D, Koller M, Muller D, Muhr G, Bram M, Buchkremer HP, et al. Easy assessment of the biocompatibility of Ni-Ti alloys by in vitro cell culture experiments on a functionally graded Ni-NiTi-Ti material. *Biomaterials* 2002; 23:4549-55.
- [6] Rhalmi S, Odin M, Assad M, Tabrizian M, Rivard CH, Yahia LH. Hard, soft tissue and in vitro cell response to porous nickel-titanium: a biocompatibility evaluation. *Biomed Mater Eng* 1999;9:151-62.
- [7] Assad M, Jarzem P, Leroux MA, Coillard C, Chernyshov AV, Charette S, et al. Porous titanium-nickel for intervertebral fusion in a sheep model: Part 1. Histomorphometric and radiological analysis1. *J Biomed Mater Res* 2003;64B:107-20.
- [8] Christie MJ. Clinical applications of Trabecular Metal. *Am J Orthop* 2002;31:219-20.
- [9] Cohen R. A porous tantalum trabecular metal: basic science. *Am J Orthop* 2002;31:216-7.

- [10] Zardiackas LD, Parsell DE, Dillon LD, Mitchell DW, Nunery LA, Poggie R. Structure, metallurgy, and mechanical properties of a porous tantalum foam. *J Biomed Mater Res* 2001;58:180-7.
- [11] Matsuno H, Yokoyama A, Watari F, Uo M, Kawasaki T. Biocompatibility and osteogenesis of refractory metal implants, titanium, hafnium, niobium, tantalum and rhodium. *Biomaterials* 2001;22:1253-62.
- [12] Black J. Biological performance of tantalum. *Clin Mater* 1994;16:167-73.
- [13] Hacking SA, Bobyn JD, Toh K, Tanzer M, Krygier JJ. Fibrous tissue ingrowth and attachment to porous tantalum. *J Biomed Mater Res* 2000;52:631-8.
- [14] Bobyn JD, Stackpool GJ, Hacking SA, Tanzer M, Krygier JJ. Characteristics of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:907-14.
- [15] Bobyn JD, Toh KK, Hacking SA, Tanzer M, Krygier JJ. Tissue response to porous tantalum acetabular cups: a canine model. *J Arthroplasty* 1999;14:347-54.
- [16] Kapanen A, Ilvesaro J, Danilov A, Ryhanen J, Lehenkari P, Tuukkanen J. Behaviour of nitinol in osteoblast-like ROS-17 cell cultures. *Biomaterials* 2002;23:645-50.
- [17] Kapanen A, Ryhanen J, Danilov A, Tuukkanen J. Effect of nickel-titanium shape memory metal alloy on bone formation. *Biomaterials* 2001;22:2475-80.
- [18] Findlay DM, Welldon K, Atkins GJ, Howie DW, Zannettino AC, Bobyn D. The proliferation and phenotypic expression of human osteoblasts on tantalum metal. *Biomaterials* 2004;25:2215-27.
- [19] Yang Y, Tian J, Deng L, Ong JL. Morphological behavior of osteoblast-like cells on surface-modified titanium in vitro. *Biomaterials* 2002;23:1389-9.
- [20] Ramires PA, Romito A, Cosentino F, Milella E. The influence of titania/hydroxyapatite composite coatings on in vitro osteoblasts behaviour. *Biomaterials* 2001;22:1467-74.
- [21] Ramires PA, Giuffrida A, Milella E. Three-dimensional reconstruction of confocal laser microscopy images to study the behaviour of osteoblastic cells grown on biomaterials. *Biomaterials* 2002;23:397-406.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Utilisation prophylactique de la toxine botulique en implantologie dentaire

S. Ihde (Professeur associé)

Faculté de médecine, clinique de chirurgie dentaire, Palackeho 12, 77200 Olomouc, République tchèque

Disponible sur internet le 25 juillet 2005

MOTS CLÉS

Toxine botulique ;
Implantologie
dentaire ;
Mise en charge
immédiate ;
Réduction des forces
masticatoires

Résumé L'usage des implants latéraux permet aujourd'hui de doter presque tous les patients de dentiers fixes à supports endo-osseux sans nécessiter d'augmentation des crêtes [1]. Dans la plupart des cas, les restaurations peuvent être assorties de protocoles de traitement permettant la mise en charge immédiate des implants insérés. Les patients présentant une réduction importante de l'os maxillaire et ceux suspectés d'exercer des forces masticatoires élevées posent toutefois des problèmes particuliers à l'implantologue et au chirurgien-dentiste. Il est particulièrement important de contrôler de manière sûre les forces exercées sur l'interface entre l'os et l'implant lorsque la réserve osseuse est insuffisante, les dimensions verticales et sagittales défavorables ou les muscles masticateurs très actifs. L'administration à titre prophylactique de toxine botulique peu de temps avant l'implantation facilite la réduction de la force du masséter et du temporal après l'implantation en abolissant les mouvements volontaires ou involontaires du système masticatoire agissant sur l'interface os-implant et susceptibles d'empêcher l'intégration des implants. Ce premier article décrit certains aspects de la physiologie osseuse en vue de justifier l'utilisation de la toxine botulique dans la mise en charge immédiate en implantologie et l'illustre par deux cas cliniques. Un deuxième article abordera l'utilisation thérapeutique de la toxine botulique dans le traitement de reprise en implantologie et les procédures à suivre en cas de problèmes.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

La toxine botulique est l'un des poisons les plus violents que l'on connaisse. Elle est utilisée à des fins thérapeutiques pour abolir ou réduire les forces musculaires, y compris en chirurgie dentaire. Son utilisation, avec de bons résultats, dans les luxations craniomandibulaires à répétition [1-3] et l'hypertrophie des muscles masticateurs [4] a été décrite. Les publications connues mettent toutefois l'accent sur l'action directe sur les muscles traités et non sur leurs effets indirects sur l'os de la mâchoire stimulé par ces muscles. Le présent article explique comment cet effet indirect peut être exploité en implantologie dentaire.

Pour la planification des traitements en implantologie dentaire, Misch a classé la qualité du substrat osseux en quatre catégories, de D1 à D4. La qualité de l'os au début du traitement dépend de l'état nutritionnel et de la situation de charge. Au cours du traitement implantologique, elle est modifiée par de nombreux facteurs qui agissent parfois en synergie. D'une part, les surfaces des implants endo-osseux semblent corticaliser l'os qui est en contact direct avec elles. D'autre part, la charge influence l'adaptation de l'os et l'augmentation de la densité (compactage) de l'os trabéculaire [5]. Les forces masticatoires transmises à l'os stimulent et favorisent la maturation de l'os à l'interface avec l'implant. Enfin, la modification de l'orientation globale de la charge dans l'os crânien implanté peut modifier la fonction masticatoire et le schéma de minéralisation de l'os dans son ensemble [6].

Adresse e-mail : ihde@lf.upo.cz (S. Ihde).

Les protocoles de traitement implantologiques doivent tenir compte de ces trois facteurs, à la fois du point de vue quantitatif et dans leur séquence temporelle. Le substrat des implantations dentaires est constitué par les os ostéoniques, qui présentent une réaction typique et invariable aux traumatismes et aux modifications de la charge : des unités multicellulaires osseuses (BMU) [7] se forment avec pour résultat une augmentation initiale de la porosité, puis une réorientation de l'architecture ostéonique et un schéma de minéralisation adapté. L'augmentation du nombre de BMU apparaît lorsque les microfissures sont réparées dans l'os surchargé, mais elle crée également des tunnels à travers les zones osseuses en sous charge. La fréquence d'activation des BMU augmente dans l'os en surcharge et en sous charge mécanique.

Les systèmes os-implant-restauration à support endo-osseux nécessitent une stabilisation primaire lors de l'insertion et la préservation d'un bon contact direct avec l'os pendant la phase de réparation de celui-ci. Dans le même temps, l'os ne doit jamais être surchargé sous peine de voir l'interface osseuse se détacher de l'implant et les microfissures s'accumuler pour accroître potentiellement la porosité au point de détruire la structure de la matrice (ostéoporose post-traumatique) [8]. Une phase de cicatrisation à l'abri de toute charge est impérative pour de nombreux systèmes d'implants.

Les protocoles de traitement avec mise en charge immédiate privilégient les implants offrant un ancrage macromécanique suffisant (implants-vis de compression ou implants basaux). Dans le même temps, l'utilisation de gouttières sur les nombreux implants insérés peut être essayée pour éviter les pics de charges sur certains implants isolés. En règle générale, un appui sur l'os cortical est préféré à l'appui sur l'os spongieux. L'os cortical est nécessaire pour le soutien par le squelette. Par l'intermédiaire de macrotrajectoires, il transmet les immenses charges produites par le poids propre du corps et par la tension musculaire.

Rapport de cas

Une patiente âgée de 55 ans, en bon état général, a demandé un traitement implantologique du maxillaire. Deux implants-vis pleins avaient déjà été insérés dans la mandibule trois ans auparavant, supportés sur un bloc de couronnes en porte-à-faux. Au bilan clinique, on a notamment remarqué la masse considérable des masséters des deux côtés. La patiente signalait une parafonction nocturne massive (grincements de dents, contractions des mâchoires), au point qu'elle ne pouvait parfois

pas ouvrir la bouche le matin. Sur le principe, ni les forces masticatoires élevées ni les parafonctions ne constituent une contre-indication du traitement implantologique ; de fait, ces deux facteurs entraînent la production d'os fortement minéralisé.

La patiente a été traitée avec des implants-vis de compression et une combinaison d'implants-vis de compression et d'implants latéraux dans la mâchoire supérieure. Dans le même temps, la mâchoire inférieure a été complètement restaurée avec des couronnes et des bridges céramométalliques afin qu'optimiser les profils tridimensionnels des surfaces occlusales. Chaque masséter a été traité avec 200 unités de toxine botulique (Dysport, Ipsen Pharma, 76259 Ettlingen, Allemagne) réparties en deux points : une dose a été injectée par la face externe à l'insertion caudale du muscle, au-dessus de l'angle de l'éminence mandibulaire, et la deuxième par l'intérieur, en passant par la cavité buccale, dans la partie antérosupérieure du muscle, sous son point d'ancrage sur l'arcade zygomatique.

Lors des contrôles à quatre jours et quatre semaines, aucune contraction musculaire n'a été observée cliniquement, et l'ouverture de la bouche était inchangée. Les implants insérés, qui avaient été mis en charge immédiatement, paraissent stables et bien intégrés à chaque contrôle. Un seul des anciens implants-vis pleins mandibulaires antérieurs s'est avéré desserré au bout de 14 mois. Il a été remplacé par un implant latéral supplémentaire. La perte de l'implant n'a pas été attribuée à l'effet de la toxine botulique mais à un détachement latéral de l'os à partir de la surface verticale de l'implant.

Subjectivement, la patiente se disait très satisfaite de l'effet du médicament et a signalé que ses muscles n'étaient plus contractés lorsqu'elle s'éveillait le matin, chose qu'elle considérait comme une amélioration considérable de sa qualité de vie. Dans la mesure où les muscles temporaux n'avaient pas été traités, la mastication des aliments mous est restée possible pendant toute la durée du traitement. Les muscles ont progressivement récupéré leur force au bout de trois mois, sans toutefois reprendre leur rigidité matinale. (Figs. 1,2).

Discussion

L'insertion de multiples implants endo-osseux et la mise en charge immédiate des restaurations modifient tous les paramètres de la fonction masticatoire. Les nouvelles surfaces occlusales créées vont être intégrées dans le processus masticatoire. Il en



Figure 1 Panoramic préopératoire de la patiente de 55 ans. La dent 25 a été extraite pendant la phase d'implantation.

résulte des modifications considérables des fonctions musculaires, qui influencent à leur tour la morphologie de l'os de la mâchoire et la position relative des arcades.

Ce facteur suffit à lui seul à nécessiter un ajustement occlusal complet par addition et soustraction. En outre, le blocage musculaire préopératoire ne cède pas avant plusieurs mois [9]. Il entraîne lui aussi des modifications des relations entre les mâchoires, qui peuvent causer une surcharge à l'interface entre l'os et l'implant.

La plupart des patients peuvent déplacer leurs arcades dentaires de manière congruente pendant la journée (mouvements volontaires). Pendant les phases où le contrôle volontaire est absent, en particulier la nuit, les mâchoires peuvent entrer en contact dans les positions très différentes de leur position dans la journée. Dans ce cas, l'équilibre est perdu. La dynamique musculaire pendant le sommeil est unique pour chaque patient et n'est pas la même que lors du serrage volontaire des mâchoires. Elle crée une charge mécanique plus forte sur l'articulation temporomandibulaire du côté assurant l'équilibre [10].

L'administration de toxine botulique réduit le risque que des modifications progressives ou soudaines de la position mandibulaire endommagent l'interface osseuse des implants mis en charge im-

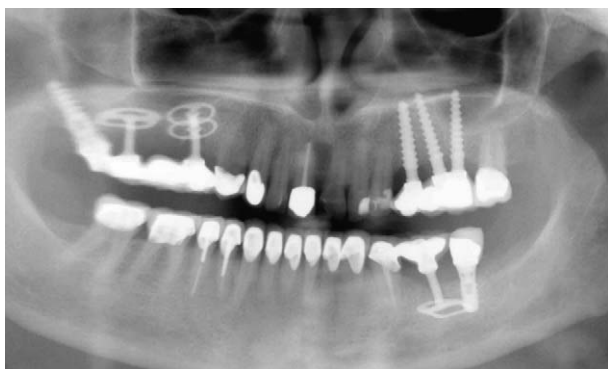


Figure 2 Panoramic 12 mois après le traitement implantologique maxillaire et mandibulaire et la restauration.

médiatement, avant que ces évolutions soient détectées lors des contrôles programmés. Dans les premières phases du traitement, ces forces peuvent mobiliser les implants.

Cette considération doit en particulier être prise en compte chez des patients ayant une relation des mâchoires squelettique de classe II et qui doivent recevoir une restauration alors que cette relation persiste. Or c'est justement dans ce groupe de patients que le contrôle des forces masticatoires manque de fiabilité. Plus l'anomalie est avancée, plus le schéma masticatoire antérieur, habituel chez ces patients, est accusé et oblige l'articulation temporomandibulaire à effectuer de grands mouvements de protrusion.

Dans de nombreux cas, l'articulation temporomandibulaire se déplace vers l'arrière lorsque la zone d'appui est perdue [12]. L'inconstance de la position de l'articulation temporomandibulaire empêche de déterminer les relations entre les mâchoires avec certitude chez ces patients. Il faut souvent corriger des contacts unilatéraux prématurés dès les premières phases d'utilisation fonctionnelle. Comme l'appui antérieur fait souvent défaut, l'intégralité des forces d'occlusion s'exerce sur le maxillaire distal, sur l'os qui est déjà initialement le plus faible.

La cicatrisation des implants sans charge, exigée par les fabricants de nombreux systèmes, exige principalement, pour l'intégration de l'implant, une interaction directe entre la surface de l'implant et l'os environnant. Selon ces protocoles de traitement, il ne doit y avoir aucun stimulus résultant de la fonction masticatoire qui pourrait influencer sur l'orientation et la maturité des zones d'os spongieux et cortical. Dans le même temps, la force masticatoire après l'implantation sans mise en charge précoce reste, au mieux, inchangée, ce qui explique pourquoi le remodelage par ostéotomie entraîne une réduction du volume osseux total [11].

Au niveau du maxillaire latéral, en particulier, il existe des zones osseuses à faible activité de minéralisation. Il est fréquent que le sinus maxillaire s'élargisse, tandis que la réserve osseuse verticale diminue du côté de la cavité buccale. La qualité de l'os selon la classification de Misch est souvent D3 ou D4 seulement.

Cette évolution dans les zones mentionnées s'explique par le fait que la région comprise entre la première prémolaire supérieure et la deuxième molaire supérieure est la première soumise aux forces de traction [12]. Cette tension résulte de la pression de la mandibule sur les dents et la région osseuse antérieure, et de la force de traction distomédiane du muscle ptérygoïde externe. Ainsi, les zones distales antérieures et éloignées du maxil-

laire sont bien stimulées (zones « 1 » [13,14]). La zone intermédiaire est une zone de tension prédominante à minéralisation plus faible en conséquence (zone « 0 »).

Les forces de compression exercées par la langue n'affectent que le côté palatal, ce qui explique que l'os soit plus longtemps préservé dans cette zone. À l'inverse, l'os n'est pas préservé, ou seulement dans une faible mesure, lorsqu'il est soumis à des forces de traction nettes. La perte osseuse n'est pas en soi une preuve de la présence de ces forces de traction. (Cette relation est difficile à appréhender selon l'approche habituelle de notre profession, car nous avons appris que c'est la pression, et non la tension, qui cause les pertes osseuses, en particulier sous les dentiers.)

Si des implants sont posés dans des zones de tension, cela suffit à créer des conditions particulièrement défavorables pour les implants eux-mêmes, et en particulier pour leur mise en charge immédiate. Afin d'éviter que l'interface osseuse se détache de l'implant et qu'une surcharge se produise dans des zones qui ne subissaient qu'une faible charge avant l'implantation, la réduction des forces masticatoires apparaît comme une aide thérapeutique intéressante.

Une fois l'implant cicatrisé, nous avons observé que les forces masticatoires transmises au niveau endo-osseux sont suffisamment stimulantes pour permettre une ostéo-intégration continue avec une forte minéralisation, même dans les anciennes zones de tension.

Les conséquences micromorphologiques potentielles de la réduction des forces masticatoires exercées sur l'os doivent également être discutées. Si la charge est réduite, avec la déformation élastique de l'os ostéonique, une stase se crée dans le système de transport des ostéons, et on observe par la suite une intensification du remodelage [14]. Tandis que la porosité augmente, la minéralisation de la région affectée diminue progressivement, en plusieurs semaines, ce qui optimise l'élasticité de l'os. Cela n'aboutit cependant pas à une disparition complète de l'os de la mâchoire dans la zone implantée, grâce aux forces masticatoires exercées sur l'os péri-implantaire et stimulant ces zones sous l'effet de la mise en charge immédiate. À l'inverse, les charges sur les macrotrajectoires pouvant produire un schéma de minéralisation plus globale et orientées différemment sont réduites. C'est pourquoi il est probablement plus sûr d'implanter les zones « 0 » lorsque les muscles produisant le schéma de minéralisation locale sont affaiblis ou temporairement inactivés.

Notre expérience de la toxine botulique concerne les implants basaux. Il est toutefois

concevable, sur le principe, que ce médicament puisse être utilisé comme adjuvant dans les concepts de traitement par implants crestaux ou par une combinaison d'implants basaux et crestaux.

Pour des raisons d'éthique, il ne nous semble pas possible de réaliser des études démontrant le bénéfice des injections de toxine botulique, car il serait difficile de laisser un groupe témoin privé des avantages de ce traitement. Les cliniciens qui ont pris connaissance de l'exposé qui précède auront du mal à trouver des arguments contre l'utilisation prophylactique de la toxine botulique, même dans les cas où la quantité et la qualité de l'os sont réduites et où la mise en charge est immédiate dans des situations osseuses compromises.

Conclusion

Les forces exercées par les gros muscles masticatoires peuvent être temporairement réduites par l'injection de toxine botulique (Dysport®) dans le masséter. Cette approche permet d'augmenter la sûreté du traitement en implantologie dentaire, tout en élargissant les indications des protocoles de traitement avec mise en charge immédiate. L'usage de la toxine botulique paraît particulièrement utile si l'on sait que les forces masticatoires sont importantes ou en cas d'antécédents connus ou de suspicion de parafonction. De l'avis de l'auteur, il existe d'autres indications lorsque la réserve osseuse totale est réduite et qu'un traitement restaurateur de relations de mâchoires de classe II doit être exécuté en l'absence d'appui circulaire. Les indications du traitement par implants et de la mise en charge immédiate des implants devraient être réévaluées en tenant compte de ces options.

Références

- [1] Scortecci G, Misch C, Benner K. *Implants and Restorative Dentistry*. London: Dunitz; 2001.
- [2] Ziegler CM, Haag C, Mühling J. Treatment of the recurrent temporomandibular joint dislocation with intramuscular botulinum toxin. *Clin Oral Investig* 2003;7:52-5.
- [3] Daelen B, Thorwirth V, Koch A. Treatment of recurrent dislocation of the temporomandibular joint with type A botulinum toxin. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:458-60.
- [4] Von Lindern JJ, Niederhagen B, Berge S, Appel T, Reich RH. Die Behandlung der muskulären Hyperaktivität der Kau-muskulatur mit Botulinumtoxin Typ A. *Dtsch Zahnärztl Z* 2000;55:26-9.

- [5] Hollister SJ, Goldstein SA. Relationship between trabecular tissue strains and bone adaptation under controlled implant loads. In: "Bone Structure and Remodelling", Odgaard A, Weinans H, editors. Recent advances in Human Biology. Singapore, New Jersey: World Scientific; 1994. p. 51-64 (Vol. 2).
- [6] Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:397-402.
- [7] Frost HM. *The Laws of Bone Structure*. Springfield: Thomas; 1964.
- [8] Scully TJ, Besterman G. Stress fracture: a preventable training injury. *Mil Med* 1982;147:285-7.
- [9] Gerber A. Okklusionslehre, Okklusionsdiagnostik und Okklusionsbehandlung im Wandel unserer Aspekte. *Schweiz Monatschr Zahnmed/RMSO* 1970;80:447-70.
- [10] Minagi S, Akamatsu Y, Matsunga T, Sato TJ. *Oral Rehabil* 1998;25:902-7.
- [11] Thomsen JS, Mosekilde L, Mosekilde E. Stochastic Simulation of Bone Remodelling. In: Odgaard A, Weinans H, editors. Recent advances in Human Biology. Singapore, New Jersey: World Scientific; 1994. p. 167-80 (2).
- [12] Ihde S. Four-Dimensional Considerations of Bone Morphology and Mechanics (Ch.9). In: *Principles of BOI*. Berlin-Heidelberg: Springer; 2005.
- [13] Mercier P, Lafontant R. Residual alveolar ridge atrophy: Classification and influence of facial morphology. *J Prosthet Dent* 1979;41:602-7.
- [14] Uthoff HK, Jaworski ZFG. Bone loss in response to long-term immobilization. *J Bone Joint Surg* 1978;60B:420-9.
- réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 1^{re} partie : concepts et technologies orthopédiques. *Implantodontie* January-March 2004;13(1):13-30.
- Donsimoni J-M, Bermot P, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise: Concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 2^e partie : réhabilitations maxillomandibulaires. *Implantodontie* January-March 2004;13(1):31-43.
- Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : troisième partie : reconstructions maxillofaciales : Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. *Implantodontie* April-June 2004;13(2):71-86.
- Donsimoni J-M, Gabrieleff D, Bermot P, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 4^e partie : réhabilitations dentaires partielles. *Implantodontie* July-September 2004;13(3):139-50.
- Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 5^e partie : techniques de réintervention. *Implantodontie* October-December 2004;13(4):207-16.
- Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 6^e partie : une méta-analyse ? *Implantodontie* October-December 2004;13(4):217-28.

Pour en savoir plus sur l'implantologie basale, vous pouvez lire

Donsimoni J-M, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise: concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales,

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Utilisation thérapeutique de la toxine botulique dans le traitement d'entretien en implantologie dentaire

S. Ihde (Professeur associé)

Clinique de chirurgie dentaire, faculté de médecine, Palackeho 12, 77200 Olomouc, République tchèque

Disponible sur internet le 25 juillet 2005

MOTS CLÉS

Toxine botulique ;
Implantologie
dentaire ;
Réduction des forces
masticatoires ;
Phase d'entretien

Résumé L'usage des implants latéraux permet aujourd'hui de doter presque tous les patients de dentiers fixes à supports endo-osseux sans nécessiter d'augmentation des crêtes [1]. Il peut toutefois arriver que des implants initialement bien intégrés présentent une mobilité inattendue lors du fonctionnement effectif du système os-implant-restauration. De nombreux développements peuvent être impliqués ici et peuvent tous aboutir, isolément ou en combinaison, à une surcharge de l'interface entre l'os et l'implant endo-osseux [2]. Il en résulte dans un premier temps une mobilité accrue, sans que l'ostéo-intégration des implants au sens strict soit immédiatement compromise. Dans certains cas, la toxine botulique peut être employée à titre thérapeutique pour favoriser la stabilisation de l'interface entre l'os et les implants et la reminéralisation. Le présent article décrit certains aspects de la physiologie osseuse en vue de justifier l'utilisation de la toxine botulique dans le traitement de reprise, et les illustre de deux cas cliniques.
© 2005 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

Même lorsqu'ils sont parfaitement et solidement intégrés, les implants dentaires latéraux peuvent être mobilisés pendant l'utilisation, au niveau soit des implants eux-mêmes, soit de l'ensemble du système os-implant-restauration. Ce phénomène peut avoir plusieurs causes :

- perte de dents ou de bridges dans les régions non implantées des mâchoires, entraînant des charges unilatérales et par conséquent une surcharge de l'interface os-implant ;
- allongement ou migration de certaines dents dans les régions non implantées de la mâchoire ; ce risque est particulièrement grand au niveau des troisièmes molaires mandibulaires ;
- luxation de l'articulation temporo-mandibulaire à la suite du relâchement spontané des muscles bloqués, pendant la phase d'utilisation fonctionnelle du système os-implant-restauration ;

- intrusion unilatérale d'un système os-implant-restauration du côté où les forces de mastication sont les plus importantes ou la résistance de l'os plus faible, avec pour conséquence, l'inclinaison du plan occlusal et l'apparition d'un côté de mastication préférentiel ;
- apparition de schémas masticatoires atypiques ou, à tout le moins, modifiés, entraînant un changement de répartition des zones 1 et 0 [1-3] dans l'os de la mâchoire implantée. La transition du schéma masticatoire d'un mouvement de meule postérieur à un mouvement antérieur est un exemple de ce type d'évolution.
- perte du support cortical de certains implants à la suite de changements morphologiques des os du crâne associés au fonctionnement de la mâchoire [4].

Dans le cadre de cette étude, nous avons observé que les implants ayant cicatrisé sans complications après insertion ont de grandes chances de retrouver leur stabilité après une surcharge et une mobilisa-

tion de la superstructure. On suppose que la reminéralisation et le remodelage sont possibles tant que la matrice est peu minéralisée et ne s'est pas transformée en tissu de granulation à la suite d'une infection.

Dans ces situations, le traitement primaire consiste à supprimer immédiatement la cause de la surcharge. On peut pour cela ajouter des implants dans la mâchoire affectée. Si l'équilibrage des surfaces occlusales de la mâchoire opposée est insuffisant, il faut rétablir l'équilibre masticatoire fonctionnel au moyen d'une restauration. Enfin, il est souvent nécessaire d'ajuster l'angle fonctionnel masticatoire de Planas (AFMP) [5]. Cette mesure rétablit très rapidement une fonction symétrique. De ce fait, un schéma de minéralisation symétrique se recrée progressivement des deux côtés de la mâchoire et permet d'obtenir un ancrage uniformément solide du système os-implant-restauration dans tout l'os de la mâchoire.

Toutefois, même les forces masticatoires régulières et symétriques peuvent dépasser le seuil de charge au-delà duquel la reminéralisation de l'interface affaiblie au contact direct entre l'os et l'implant n'est plus correctement possible. Dans cette situation, il est très utile de réduire la force musculaire pendant une durée prolongée. Cette réduction peut être obtenue par l'injection de toxine botulique dans les grands muscles responsables de la fermeture des mâchoires.

Cas n° 1

Un patient âgé de 75 ans au début du traitement avait reçu six ans auparavant un bridge maxillaire céramométallique circulaire porté par une dent et un implant. Par la même occasion, la mandibule avait été restaurée et le dentier partiel mandibulaire refait afin d'adapter le plan occlusal, la courbe de Spee et l'inclinaison des cuspides. Peu après la première phase du traitement, le patient a été perdu de vue. Il ne s'est représenté qu'après que son bridge maxillaire se fut descellé, comme il l'avait lui-même remarqué.

L'examen clinique a montré que le recouvrement vertical antérieur s'était considérablement approfondi de sorte que, le schéma masticatoire s'était décalé vers l'avant. Il en résultait des forces de levier intempestives, grevant la capacité de régénération de l'os cortical notamment au niveau distal. L'approfondissement de l'overbite peut s'expliquer par une abrasion des dents de l'appareil mandibulaire, un basculement distal de l'appareil, l'allongement des dents antérieures mandibulaires et l'inclinaison du plan occlusal maxillaire à la suite du remodelage et de la résorption fonctionnelle de

l'os de la mâchoire. Dans ce scénario, les implants de la mâchoire supérieure étaient restés intégrés mais suivaient l'évolution tridimensionnelle de leur position dans l'espace sous l'effet du processus de résorption.

La première étape du traitement a consisté à réajuster le plan occlusal, ce qui a nécessité des modifications du maxillaire et de la mandibule. La dent 13, naturelle, a été extraite et remplacée par un implant supplémentaire. Toutefois, les implants maxillaires, à l'exception de ce nouvel implant, étaient visiblement mobiles, et cette mobilité n'a pas diminué après la pose du nouveau bridge, même au bout de plusieurs semaines. Cette mobilité n'était toutefois pas douloureuse pour le patient.

Comme la fonction masticatoire était bien ajustée, nous avons soupçonné une parafonction nocturne susceptible d'expliquer la persistance de la mobilité des implants, compte tenu en particulier du développement extrême des masséters chez ce patient. Nous avons donc temporairement paralysé les masséters au moyen de toxine botulique (Dysport, Ipsen Pharma, 76259 Ettlingen, Allemagne) [6]. Au total, 400 unités de la préparation ont été injectées à parts égales dans les deux muscles, avec deux points d'injection de chaque côté pour obtenir une réponse des deux parties du muscle. Aucune activité des muscles traités n'a été observée lors des contrôles, à quatre jours puis à six semaines.

À huit semaines, la mobilité clinique avait considérablement diminué, ce qui peut être attribué à une minéralisation osseuse accrue de l'interface. Pendant les 12 mois suivant le traitement par la toxine botulique, le système implant-restauration s'est encore stabilisé, alors que l'examen clinique avait mis en évidence une régénération complète des deux masséters trois mois après le traitement. Le patient lui-même signalait que le bridge et les implants lui paraissaient plus stables que jamais auparavant.

Ce cas montre que si les restaurations sur implants sont perdues de vue pendant une période prolongée, plusieurs phénomènes peuvent se combiner pour produire des charges et forces de levier nocives entre les surfaces occlusales maxillaires et mandibulaires, au point de mobiliser les implants latéraux à la suite de la surcharge de l'interface osseuse (corticale).

Si les ajustements de l'occlusion destinés à modifier la fonction masticatoire sont insuffisants, une paralysie temporaire des muscles responsables de la fermeture de mâchoires peut réduire encore la charge sur l'interface os-implant et contribuer à stabiliser les implants latéraux lorsque toutes les causes de surcharge liées à la restauration ont été traitées.

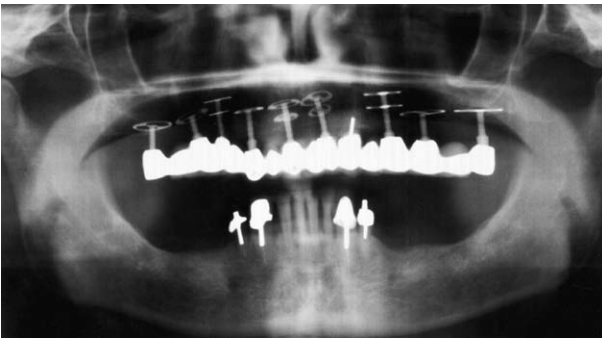


Figure 1 Panoramique après insertion de neuf implants basaux et restauration initiale.

Le cas présenté est intéressant en cela qu'il montre qu'une mobilisation massive du système implant-restauration peut se produire en cas de surcharge sévère, alors que neuf implants portés par 13 disques endo-osseux et une dent naturelle sont présents pour transmettre les charges. La contrainte de traction exercée sur la première molaire maxillaire a produit la porosité la plus prononcée et, de ce fait, la plus forte mobilité. Le grand nombre d'implants et d'interfaces de transmission des charges présents a facilité une reminéralisation rapide Figs. 1 et 2.

Cas n° 2

Un patient âgé de 58 ans, en bon état général, a dû subir l'extraction de plusieurs dents mandibulaires et maxillaires au cours d'une seule séance. Six implants endo-osseux (quatre maxillaires et deux mandibulaires) ont été posés dans le même temps. Le maxillaire et la mandibule ont été restaurés avec des bridges temporaires à long terme selon le protocole de mise en charge immédiate des implants latéraux. Après 12 mois, on a remarqué que le bridge temporaire maxillaire était nettement mobile bien que tous les implants lui fussent encore solidement fixés. Des contacts prématurés entre



Figure 2 Panoramique après extraction de 13 et de l'implant de 16 et remplacement par deux implants basaux supplémentaires.

les deux bridges étaient apparus dans la région postérieure. De discrètes radiotransparences étaient visibles autour de tous les disques basaux maxillaires, ce qui a été interprété comme la présence d'une ostéolyse de surcharge.

Dans la mesure où quatre implants seulement avaient été posés initialement dans le maxillaire, alors qu'il y avait de la place pour un plus grand nombre d'implants, un traitement chirurgical et médicamenteux combiné a été défini avant la réalisation des restaurations définitives. Quatre implants latéraux supplémentaires ont été insérés et assemblés aux implants existants à l'aide d'un bridge circulaire. Par la même occasion, l'occlusion a été soigneusement ajustée, en particulier au niveau mandibulaire.

Lors de la pose du nouveau bridge maxillaire, 400 unités de toxine botulique au total ont été injectées dans les deux masséters. Aucune activité de ces deux muscles n'a été observée lors des contrôles à une semaine et à six semaines. La force musculaire s'est rétablie au bout de quatre mois, sans effets indésirables sur la stabilité du système implant-restauration. Aucun signe pathologique n'a été observé lors des contrôles pendant les deux ans qui ont suivi les développements décrits ici.

La seconde intervention chirurgicale a donné une nouvelle impulsion à un remodelage complet, ce qui explique que l'ensemble de l'os de la mâchoire soit à nouveau rempli d'ostéons, avec plus de succès et plus largement cette fois. On notera toutefois que grâce à leur plus grande stabilité, ce sont les *nouveaux* implants qui supporteront la majeure partie de la charge fonctionnelle masticatoire, dans une situation où des implants légèrement mobiles sont reliés de manière rigide à de nouveaux implants stabilisés en première intention par un protocole de mise en charge immédiate. Cette situation ne favorise pas l'intégration des implants supplémentaires, ce qui peut constituer, en soi, une indication à l'usage thérapeutique de la toxine botulique.

Discussion

La phase d'utilisation fonctionnelle des systèmes os-implant-restauration à supports endo-osseux est souvent caractérisée par d'importantes modifications de la position relative des arcades dentaires, des segments ou de certaines dents. L'étendue et la séquence de ces changements sont imprévisibles, de sorte que les restaurations insérées doivent être surveillées et ajustées à intervalles réguliers. On peut encore moins prévoir les remaniements morphologiques de l'os de la mâchoire implantée, qui

résultent de différentes causes. Ces changements sont suivis passivement par les implants intégrés et, de ce fait, par les surfaces fonctionnelles des restaurations [7]. Outre la force masticatoire et la fonction masticatoire, l'âge du sujet, son état hormonal, ses prédispositions génétiques [8] ainsi que ses habitudes [9] et d'autres facteurs encore jouent un rôle dans la nature et l'étendue des remaniements [10,11]. Dans l'ensemble, ceux-ci dépassent souvent les connaissances des chirurgiens-dentistes et ce à quoi a pu les préparer leur pratique quotidienne des restaurations portées par les dents.

L'os péri-implantaire peut être affecté de deux manières différentes, quelle qu'en soit la cause, et les patients peuvent donc successivement se trouver dans deux situations :

- si l'interface os-implant est surchargée, l'os et l'implant peuvent se séparer, avec pour résultat une perte de la rétention positive. Par ailleurs, la surcharge peut entraîner des microfissures cumulées et créer un risque d'ostéolyse stérile de surcharge ;
- si les forces de traction régionales prédominent du côté de la sous-charge, les implants sont mobilisés même si leur ostéo-intégration se poursuit, parce que la capacité de charge du lit osseux lui-même a été modifiée par la porosité accrue de l'os. Du côté de la sous-charge, même les forces masticatoires modérées qui étaient bien tolérées auparavant peuvent causer ou favoriser une ostéolyse de surcharge à l'interface avec l'os, comme cela est décrit au point 1.

On peut critiquer l'approche thérapeutique mettant en œuvre la toxine botulique en arguant que les forces masticatoires reviendront à leur niveau antérieur une fois l'effet de l'injection passé et reprendront leur action délétère. À cela, nous répondrons que l'objectif thérapeutique n'est pas de réduire de façon définitive les forces masticatoires, mais de créer une situation de charge plus favorable pendant la durée limitée d'une phase d'élasticité accrue de l'interface osseuse, le temps que l'os se reminéralise et que l'implant se réintègre dans l'interface osseuse. Si on ne résout pas tout de suite les problèmes de contact prématuré et de mise en charge unilatérale à l'aide de la toxine botulique, la stabilisation du système os-implant ne sera pas durablement assurée et les causes d'instabilité persisteront.

Il semble que le traitement par la toxine botulique réduise les forces masticatoires à un niveau où elles stimulent la création d'un os interfacial plus densément minéralisé, même dans les régions d'élasticité accrue. Dans le même temps, les trajectoires de minéralisation globales sont soulagées de leurs contraintes, ce qui peut entraîner un plus

fort remodelage dans ces zones et une redistribution des zones 0 et 1 [12]. Lorsque les forces masticatoires se rétablissent, la minéralisation de l'os de la mâchoire se remet à augmenter [13]. La qualité osseuse, mesurée en unités Hounsfield, est donc peu ou prou un critère du conditionnement de l'os et de sa mise en charge avant le bilan clinique et le traitement ultérieur, et non une indication de performances potentielles après implantation et mise en charge fonctionnelle. Il semble globalement judicieux de ne pas se limiter aux mesures histologiques de l'interface osseuse dans le cadre d'études scientifiques du comportement d'intégration des implants de tous types, mais de déterminer aussi le degré de minéralisation au niveau de l'interface dans des conditions expérimentales.

Des études histologiques ont montré qu'une intégration plus poussée est graduellement obtenue pendant la phase de fonctionnement réel des implants latéraux. L'os peut adopter plusieurs stratégies différentes : des mouvements d'excursion latérale de la tige filetée entraînent une apposition osseuse dans les parties verticales de l'implant. À l'intérieur même de l'os, la région d'adaptation osseuse peut être augmentée par le comblement des vides, par ostéoadaptation ou par une orientation de l'os médiée par le tissu conjonctif orienté suivant les lignes de force [14].

Les praticiens noteront que lorsque seuls les masséters sont traités, les contacts antérieurs augmentent généralement, en raison d'une légère dislocation antérieure de la mandibule. Ce changement doit être compensé en temps utile par de petits ajustements des surfaces occlusales. Il doit rester suffisamment d'espace antérieur libre pour les dents antérieures mandibulaires ou bien, cet espace doit être créé par un renforcement postérieur mandibulaire.

En outre, l'activité des muscles entraîne leur raccourcissement lorsque les forces masticatoires se rétablissent après que la toxine a fini d'agir. Les faces distales de la superstructure, entre lesquelles une relation verticale correcte s'était établie pendant que les muscles étaient inactifs, doivent être réduites à temps afin d'éviter une mise en charge excessive.

Il n'existe pas d'études visant à savoir s'il convient de traiter seulement les masséters ou, si les injections devaient aussi concerner certaines parties du muscle temporal, par précaution. L'auteur estime que le traitement bilatéral des masséters est généralement suffisant. Si les muscles temporaux sont particulièrement développés à l'examen ou, si l'atrophie osseuse de la mâchoire est exceptionnellement poussée, on peut sans doute envisager cette utilisation limitée de la

toxine botulique, en donnant cependant la priorité au traitement des deux grands muscles masticateurs.

L'auteur est d'avis que les stratégies thérapeutiques visant à réduire les charges à l'interface osseuse, par exemple l'utilisation d'intercepteurs, ne constitue pas une alternative viable au traitement décrit ici. Ces dispositifs utilisent en effet des stimuli d'origine musculaire concentrés sur un petit nombre de dents pour réduire les forces masticatoires en induisant une douleur. Or les implants sont dépourvus de propriocepteurs.

Les gouttières, les dispositifs d'électrostimulation nerveuse et autres traitements ne sont pas plus utiles. Ces approches ne produisent pas l'effet recherché, à savoir réduire la charge sur l'interface entre l'implant et l'os pendant une durée spécifique (environ deux mois).

La réintégration des surfaces des implants endosseux est très compromise en cas d'infection entraînant un remaniement granulomateux de l'interface osseuse. Reste à savoir si l'expérience acquise avec la toxine botulique au niveau des implants latéraux est transposable aux implants crestaux (implants-vis par exemple). La plus forte microrugosité des interfaces verticales de ces derniers favorise l'inoculation d'infections par des mouvements verticaux et leur progression rapide, ce qui réduit en théorie les chances de réintégration, même si l'on diminue la charge masticatoire.

Conclusion

Les systèmes os-implant-restauration peuvent être mobilisés par une surcharge ou une sous-charge de l'os péri-implantaire. L'usage de la toxine botulique permet de réduire l'influence indirecte de la charge masticatoire sur l'interface entre l'os et l'implant endosseux. Si les répartitions de charge délétères entre les surfaces occlusales des mâchoires sont éliminées, l'usage de la toxine botulique sur les grands muscles masticateurs peut créer un environnement favorable à la réintégration des implants et à la reminéralisation de l'os. Ce traitement vise à atteindre l'équilibre entre déminéralisation et reminéralisation. Il peut faciliter la décision lorsqu'il s'agit de savoir si un implant (latéral) en souffrance doit être extrait, et favorise les mesures de préservation de systèmes implant-restauration qui ne sont pas complètement stables à l'examen clinique à cause d'une surcharge masticatoire.

Références

- [1] Scortecci G, Misch C, Benner K. Implants and Restorative Dentistry. Verlag Dunitz; 2001.
- [2] Ihde S. Maintenance (Ch.26). Principles of BOI. Heidelberg: Springer Verlag; 2005 (in press).
- [3] Mercier P, Lafontant R. Residual alveolar ridge atrophy: Classification and influence of facial morphology. *J Prosthet Dent* 1979;41:602-7.
- [4] Baker LW. The influence of the forces of occlusion on the development of the bones of the skull. *Int J Orthodontia, Oral Surgery, Radiography* 1922;8(5):259-81.
- [5] Planas P. La réhabilitation neuro-occlusale. Paris: Masson; 1982.
- [6] Chikhani L, Dichamp J, Guilbert F, Bertrand J-C. Bruxisme, syndrome algodysfonctionnel des articulations temporo-mandibulaires. Traitement par la toxine botulique. Étude sur 1150 cas. *Implantodontie* 2001;50:27-35.
- [7] Ihde S. Adaptations fonctionnelles de la hauteur de l'os péri-implantaire après implantation de BOI dans la mandibule. *Implantodontie* 2003;12:23-33.
- [8] Cusack S, Cashman KD. Impact of genetic variation on metabolic response of bone diet. *Proc Nutr Soc* 2003;62(4):901-12.
- [9] Minsk L, Polson AM. Dental implant outcomes in postmenopausal women undergoing hormone replacement. *Compendium* 1998;19:859-66.
- [10] Dannuci GA, Martin RB, Patterson-Buckendahl P. Ovariectomy and trabecular bone remodelling in dog. *Calcif Tissue Int* 1987;40:194-9.
- [11] Prentice A. Diet, nutrition and the prevention of osteoporosis. *Public Health Nutr* 2004;7(1A):227-43.
- [12] Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:397-402.
- [13] Maki K, Miller AJ, Okano T, Hatcher D, Yamaguchi T, Kobayashi H, et al. Cortical bone mineral density in asymmetrical mandibles: a three-dimensional quantitative computed tomography study. *Eur J Orthod* 2001;23:217-32.
- [14] Ihde S. Histology of BOI-Implants (Ch.23). Principles of BOI; Chapter 23. Heidelberg: Springer Verlag; 2005 (in press).

Pour en savoir plus sur l'implantologie basale, vous pouvez lire

- Donsimoni JM, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 1^{re} partie : concepts et technologies orthopédiques. *Implantodontie* January-March 2004; 13(1):13-30.
- Donsimoni JM, Bermot P, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillomandibulaires, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 2^e partie : réhabilitations maxillomandibulaires. *Implantodontie* January-March 2004; 13(1):31-43.

Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : troisième partie : reconstructions maxillo-faciales: Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillofaciales, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. *Implantodontie* April-June 2004;13(2):71-86.

Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillofaciales, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 4^e partie : réhabilitations dentaires partielles. *Implantodontie* July-September 2004;13(3):139-50.

Donsimoni J-M, Gabrieleff D, Bermot P, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillofaciales, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 5^e partie : techniques de réintervention. *Implantodontie* October-December 2004;13(4):207-16.

Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff D, Dohan D. Les implants maxillofaciaux à plateaux d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillofaciales, reconstructions maxillofaciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. 6^e partie : une méta-analyse ? *Implantodontie* October-December 2004;13(4):217-28.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Technique sécurisée d'élévation du plancher du sinus maxillaire par voie crestale par ostéotome à « butée »

Safe technique for sinus floor elevation through alveolar crest with stop sinus osteotomes

J. Lalo ^{a,c,*}, G. Broukhris ^a, M. Djemil ^{a,b}, M. Beleh ^a

^a Service d'odontostomatologie et de chirurgie maxillofaciale, hôpital Tenon-AP-HP, 4, rue de la Chine, 75970 Paris cedex 20, France

^b Villa n° 8, Saïd-Benhadadi, Dar-Diaf, Chiraga, 16000 Alger, Algérie

^c Clinique Victor-Hugo, 5 bis, rue du Dôme, 75116 Paris, France

Reçu le 30 mars 2005 ; accepté le 30 mai 2005

Disponible sur internet le 21 juillet 2005

MOTS CLÉS

Grefe osseuse ;
Sinus maxillaire ;
Ostéotome ;
Implant

KEYWORDS

Grafting bone ;
Maxillary sinus ;
Osteotomy ;
Dental Implant

Résumé Décrite par Summers en 1994, la technique d'élévation du plancher du sinus maxillaire par voie crestale à l'aide d'ostéotome est devenue une alternative aux greffes osseuses par antrostomie maxillaire latérale. Afin de réduire le risque d'échec par perforation de la membrane sinusienne lors de l'ostéotomie, les auteurs ont imaginé l'utilisation d'ostéotomes à butée permettant une technique sécurisée qu'ils décrivent. © 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract Sinus floor elevation technique with osteotomes, through maxillary alveolar crest, was described by Summers in 1994. This technique, which seems less invasive at first sight, meets a large success and is a real option with classic maxillary sinus floor bone grafting through lateral antrostomy. To reduce the failure rate due to mucous membrane perforation during osteotomy, authors have imagined stop sinus osteotomes. They are going to show some technical refinements to perform this surgical operation and to reach more security. © 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Les insuffisances osseuses des secteurs maxillaires postérieurs posent le problème de leur réhabilitation implantaire.

Celui-ci est résolu pour sa plus grande partie par une augmentation osseuse au niveau du plancher du

sinus maxillaire à l'aide de greffe autologue, hétérologue ou d'autres matériaux naturels ou artificiels inducteurs d'ossification.

La technique de comblement comporte deux options :

- Une option classique avec abord latéral du sinus maxillaire et antrostomie, décrite par Tatum, qui permet un décollement de la muqueuse sinusienne et un comblement sous contrôle de la vue.

* auteur correspondant.

Adresse e-mail : jacques.lalo@tnn.ap-hop-paris.fr (J. Lalo).

- Une option avec abord crestal et élévation à l'aveugle du plancher du sinus après fracture à l'aide d'ostéotomes qui a été décrite par Summers [1-6]. Cette option, moins invasive pour des restaurations localisées, pose le problème du contrôle du mouvement de l'ostéotome lors de la réalisation de la fracture osseuse et lors du soulèvement du plancher pendant le comblement.

Ce risque non négligeable de perforation de la muqueuse sinusienne et de refoulement de la greffe dans la cavité sinusienne, du fait de l'absence de contrôle du geste opératoire dans cette option crestale, a incité notre équipe à réfléchir à la mise au point d'une technique sécurisée, à l'aide d'ostéotomes à butée.

Technique

Le dentascanner en coupes sagittales permet le calcul de la hauteur osseuse disponible au niveau de l'emplacement prévu pour l'implant.

Cet emplacement est repéré au mieux pendant l'examen grâce à l'utilisation d'un guide radiographique et chirurgical.

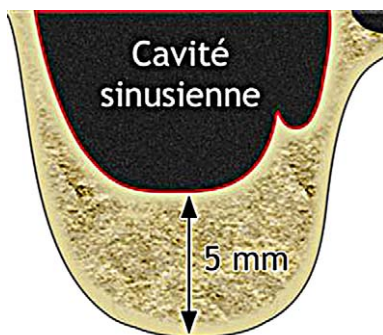
Dans notre exemple, nous prendrons une hauteur disponible de 5 mm (Fig. 1).

L'intervention est menée sous anesthésie locale, en s'aidant d'une prémédication ou d'une sédation au protoxyde d'azote, ou bien sous anesthésie générale pour les cas complexes ou avec prélèvements osseux.

Le premier forage (Fig. 2) est réalisé à vitesse lente à l'aide d'un foret à butée d'une taille de 1 mm au-dessous de la hauteur osseuse disponible (soit 4 mm dans l'exemple).

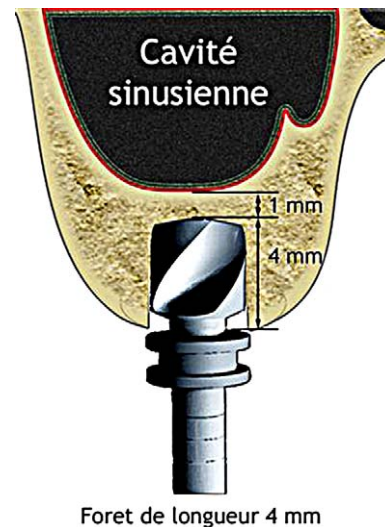
Le diamètre du foret dépend du diamètre de l'implant à placer :

- diamètre de 3 mm pour un diamètre d'implant jusqu'à 4 mm ;
- diamètre de 4 mm pour un diamètre d'implant jusqu'à 6 mm.



Coupe sagittale - 5mm de hauteur osseuse

Figure 1 Exemple de hauteur osseuse disponible de 5 mm.



Foret de longueur 4 mm

Figure 2 Premier forage à 4 mm laissant 1 mm de toit osseux.

L'os du puits de forage peut être récupéré.

Nous utilisons ensuite un disque à vitesse de rotation lente d'un diamètre égal à celui du dernier foret utilisé (3 ou 4 mm) (Fig. 3). Ce disque, en s'appuyant sur le toit osseux, permet de créer par un mouvement circulaire un sillon latéral qui augmente la surface sur laquelle se répartissent les forces d'impaction transmise au plancher par l'ostéotome au travers de la greffe qui est progressivement introduite (Fig. 4). La manœuvre réalisée est ainsi plus douce.

La taille de l'ostéotome à butée correspond à la hauteur osseuse disponible (5 mm dans notre exemple). Son diamètre est celui du dernier foret utilisé. L'ostéotome peut être droit ou coudé selon les conditions anatomiques : zone d'ostéotomie, ouverture buccale du patient (Photos 1 et 1 bis).

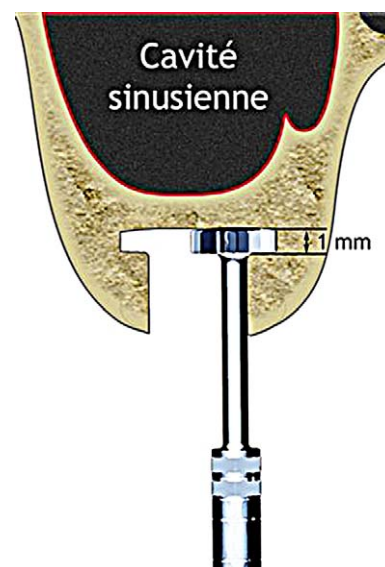


Figure 3 Utilisation du disque à vitesse de rotation lente et création d'un sillon latéral au fond du puits de forage.

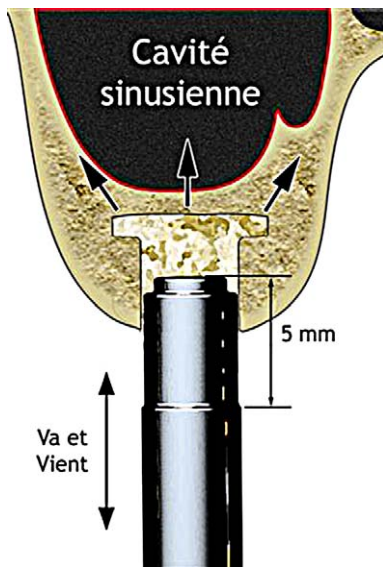


Figure 4 Introduction de la greffe osseuse et utilisation de l'ostéotome à « butée ».

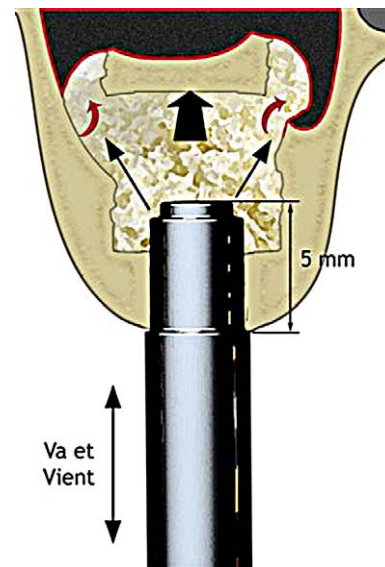


Figure 5 Fracture du toit osseux et comblement du plancher par introduction progressive de la greffe.



Photo 1 Ostéotome droit et ostéotome coudé.

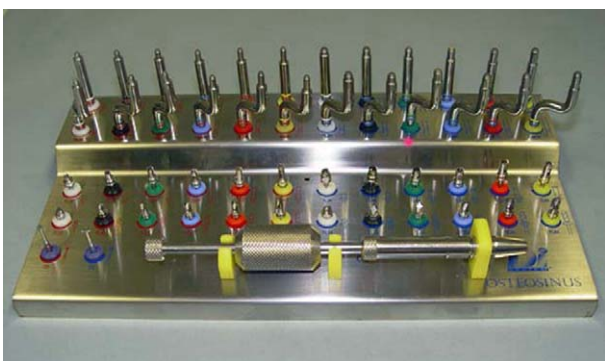
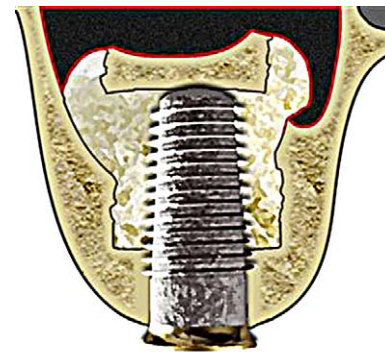


Photo 1 bis Instrumentation utilisée.

Le greffon osseux (par exemple os humain lyophilisé) introduit dans le puits de forage est refoulé au fond par l'ostéotome puis impacté jusqu'à sa butée par un mouvement de va-et-vient de la masse coulissante ou à l'aide d'un maillet chirurgical.

Cette manœuvre, répétée d'introduction osseuse et d'impaction avec le même ostéotome, entraîne la fracture du plancher du sinus et son



Implant en place

Figure 6 Mise en place de l'implant.

soulèvement progressif ainsi que le décollement de la muqueuse (Fig. 5). La « butée » protège la manœuvre de l'introduction accidentelle de l'ostéotome dans le sinus.

Le volume du greffon utilisé est en moyenne de 2 cc par site (1 à 3 cc) ce qui permet de placer des implants ayant une longueur d'au moins 10 mm pour les gros diamètres (6 mm) et d'au moins 12 mm pour les diamètres inférieurs. La durée d'enfouissement des implants insérés est de six mois.

L'implant est posé immédiatement lorsque la base osseuse initiale dépasse 4 mm (Fig. 6), lui assurant une stabilité initiale.

En cas d'instabilité, la mise en place de l'implant est différée.

Exemples cliniques

Les trois exemples cliniques permettent d'illustrer notre description technique.

Exemple n° 1 : (Photos 2 à 11)

Patient de 55 ans présentant une perte de 26 (Photos 2 et 3).

Hauteur osseuse disponible de 6 mm sur le dentascanner (Photo 4).

Projet thérapeutique : comblement osseux par voie crestale par la technique d'ostéotome à « butée » avec mise en place d'un implant immédiat de diamètre 5 mm. Intervention sous anesthésie locale.

- Le forage est réalisé à l'aide de deux forets de 3 puis 4 mm de diamètre (Photos 5 et 6) ayant une longueur de 5 mm (6 moins 1 mm).
- Passage du disque de diamètre 4 mm (Photo 7).



Photos 2 et 3 Panoramique dentaire : absence de 26.

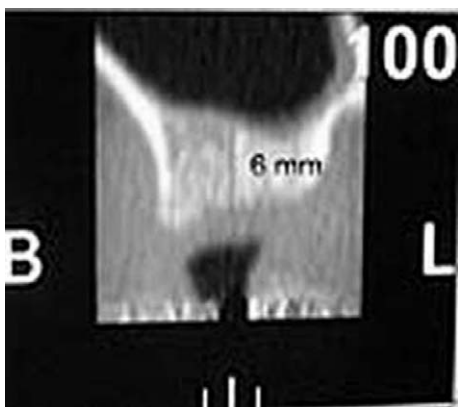


Photo 4 Hauteur disponible de 6 mm au dentascanner.



Photo 5 Utilisation d'un premier foret de diamètre 3 mm et de longueur 5 mm.



Photo 6 Utilisation du deuxième foret de diamètre 4 mm et de longueur 5 mm.

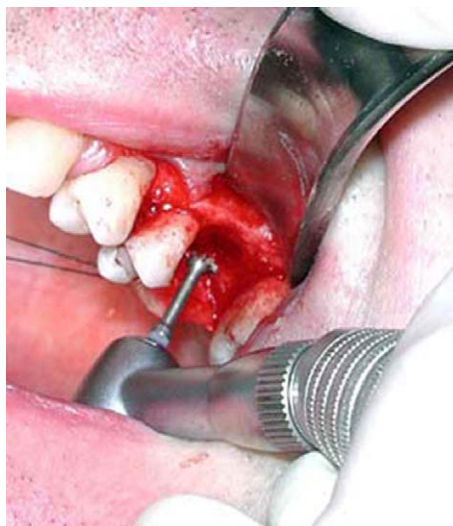


Photo 7 Introduction du disque de 4 mm.

- Introduction de la greffe osseuse (2 cc) et ostéotomie à l'aide d'un ostéotome de diamètre 4 mm et de longueur 6 mm (Photo 8).
- Soulèvement du plancher par fracture et introduction de 2 cc de greffe à l'aide de l'ostéotome (Photos 9 et 10).



Photo 8 Fracture du plancher à l'aide de l'ostéotome à « butée » en s'aidant de la masselotte.



Photo 9 Poursuite de l'introduction de la greffe osseuse.



Photo 10 Refoulement de la greffe à l'aide de l'ostéotome à « butée » permettant l'ascension du plancher du sinus.

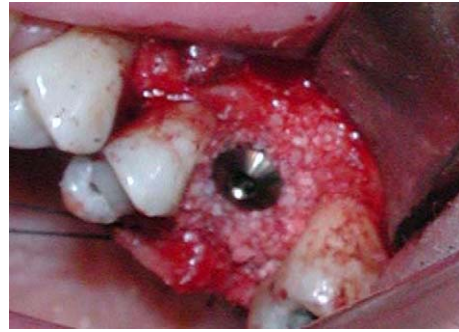


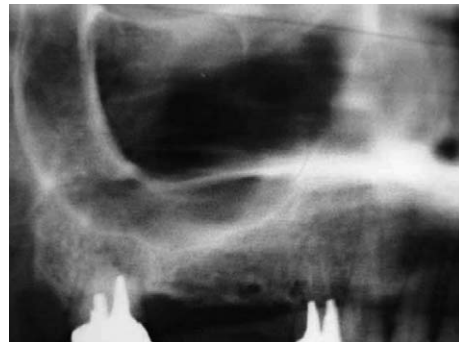
Photo 11 Mise en place d'un implant de 12 × 4,7 mm.

- Mise en place d'un implant de 12 × 5 mm (Photo 11).

Exemple n° 2 : (Photos 12 à 23)

Patient de 50 ans consultant deux mois après l'extraction de 15 et 16.

- Bilan radiographique (Photos 12 et 13).
- Scanner dentaire : hauteur disponible de 8 mm dans la zone prévue pour placer l'implant remplaçant 15 et 4 mm à l'emplacement de 16 (Photo 14).
- Décision thérapeutique : double comblement par voie crestale à l'aide d'ostéotome à « butée » avec mise en place de deux implants immédiats de diamètre 5 mm.



Photos 12 et 13 Absence de 15 et 16 à la radiographie panoramique.

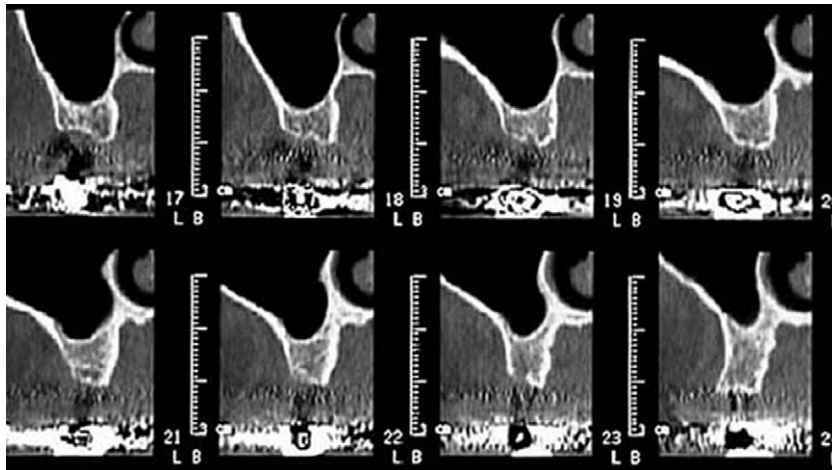


Photo 14 Dentascanner : hauteur osseuse maximum disponible de 8 mm pour l'implant proximal et de 4 mm pour l'implant distal.

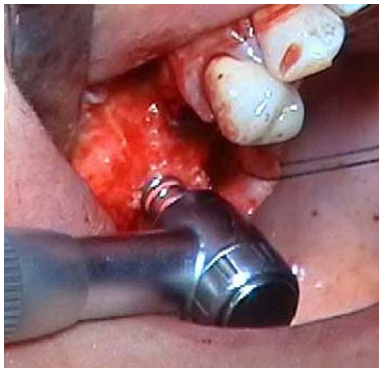


Photo 15 Forage à l'aide du foret à « butée ».



Photo 17 Ostéotomie.

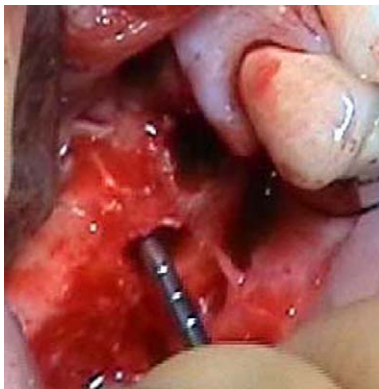


Photo 16 Vérification de l'intégrité du toit osseux et de l'absence d'effraction muqueuse à l'aide d'une sonde.

- Double forage à l'aide de forets à « butée » de 4 mm de diamètre ayant une longueur de 7 mm pour le puits proximal et de 3 mm pour le puits distal (photo 15).
- Vérification par précaution de l'intégrité de la partie supérieure du forage et de l'absence d'effraction muqueuse avant l'ostéotomie (Photo 16).
- Utilisation de l'ostéotome de diamètre 4 mm et de longueur 8 mm en proximal et 4 mm de longueur en distal (Photo 17).

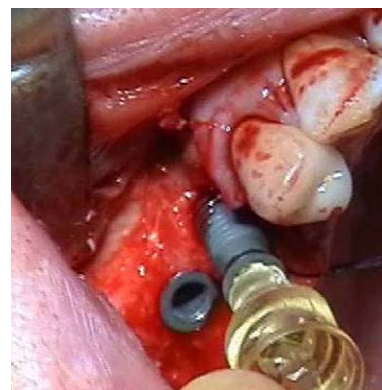


Photo 18 Mise en place de deux implants de 12 × 4,7 mm.

- Comblement osseux de 4 cc au total.
- Mise en place de deux implants de 12 mm de longueur et 5 mm de diamètre (Photo 18).
- Contrôle radiologique immédiat (Photo 19). À noter la formation d'une bulle osseuse à contour net signe l'intégrité de la muqueuse sinusienne.



Photo 19 Aspect radiologique immédiat. La flèche indique la délimitation nette de la greffe osseuse.

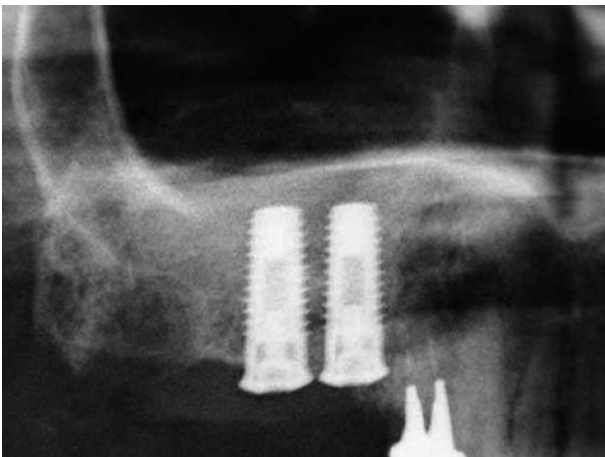
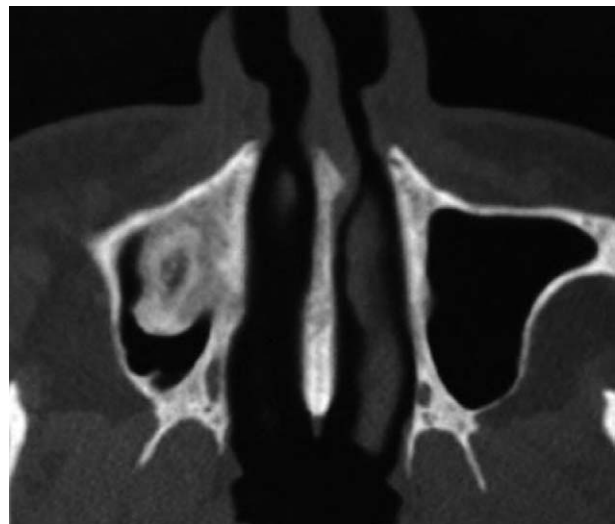
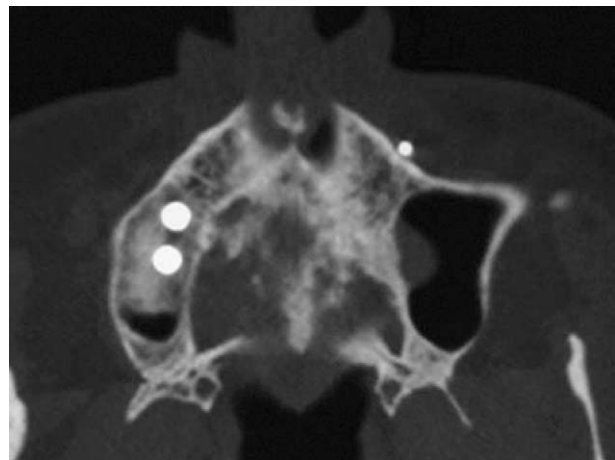
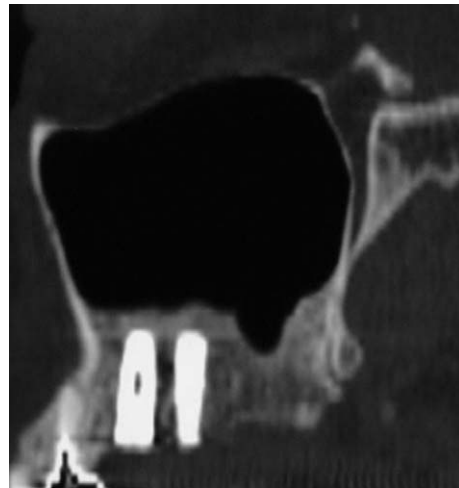


Photo 20 Panoramique de contrôle à quatre mois.

- Le contrôle radiographique standard à quatre mois (Photo 20) et scanographique en coupes sagittales (Photo 21) et en coupes transversales (Photos 22,23) montrant les rapports entre l'implant, la greffe et le sinus.

Exemple n° 3

- Patiente de 30 ans désirant une réhabilitation implantaire pour absence de 26.
- Hauteur disponible de 4 mm au plus sur le dentascanner (Photo 24).
- Soulèvement du plancher par ostéotome de 3 et 4 mm.
- Greffe osseuse de 2 cc environ.
- Utilisation d'un implant conique de 10 mm de longueur et de 6 mm de diamètre, à stries profondes, col évasé court, permettant une implantation stable immédiate (Photo 25).
- Contrôle panoramique à quatre mois (Photo 26).



Photos 21 à 23 Le scanner en coupes sagittales et transversales montre une prise de greffe homogène et une intégration des implants.

Conclusion

L'élévation du plancher du sinus par voie crestale est une alternative technique à la greffe osseuse par voie classique latérale. Elle a notre préférence pour les édentements incomplets.

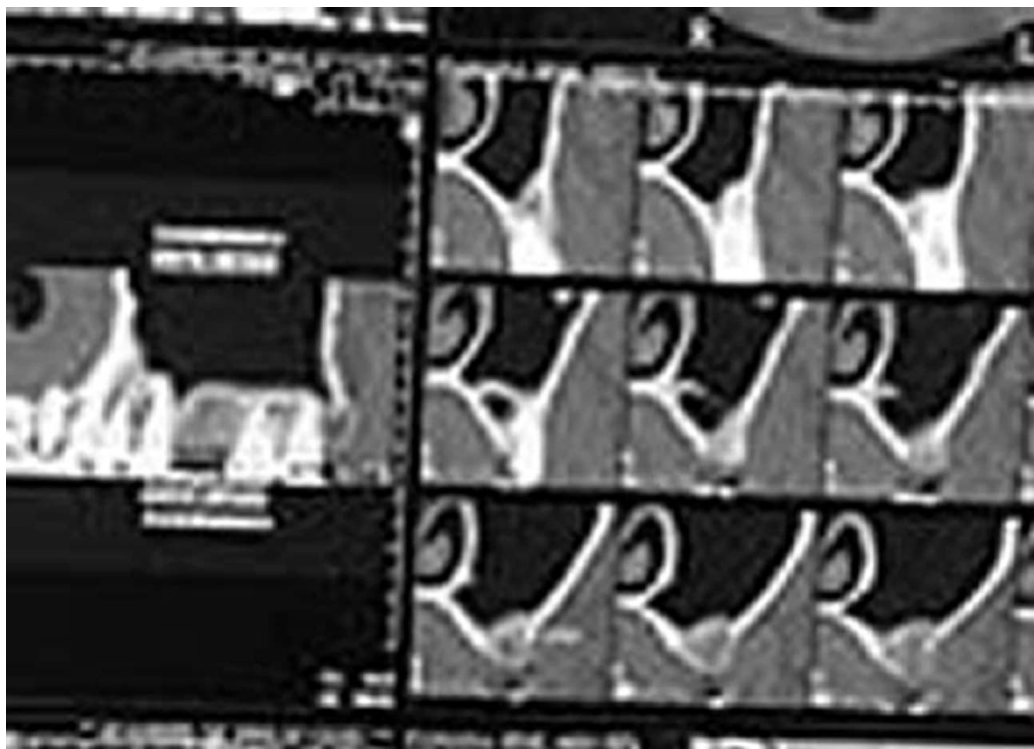


Photo 24 Hauteur disponible de 4 mm maximum.



Photo 25 Mise en place après greffe d'un implant de 10 × 6 mm.



Photo 26 Contrôle radiographique à quatre mois.

Cette technique, au premier abord moins invasive et attrayante pour les édentements localisés, n'en est pas moins délicate à réaliser. Pour garantir sa fiabilité, un contrôle rigoureux du geste opératoire est nécessaire pour ne pas créer d'effraction intrasinusienne lors de l'ostéotomie.

L'utilisation d'une instrumentation à « butée » de sécurité et d'une technique bien codifiée garantissent à l'opérateur une meilleure fiabilité pour cette intervention et une réduction de la morbidité opératoire.

Références

- [1] Summers RB. Sinus floor elevation with osteotomes. *J Esth Dent* 1998;10(3):164-71.
- [2] Summers RB. Staged osteotomies in sinus areas: preparing for implant placement. *Dent Implantol Update* 1996;7(12): 93-5.
- [3] Summers RB. Conservative osteotomy technique with simultaneous implant insertion. *Dent Implantol Update* 1996;7(7):49-53.
- [4] Summers RB. The osteotome technique: Part 4—Future site development. *Compend Contin Educ Dent* November 1995; 16(11):1080 (1092 passim; quiz 1099).

- [5] Summers RB. The osteotome technique: Part 3—Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium* June 1994;15(6):698 (700,702-4 passim; quiz 710).
- [6] Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* February 1994; 15(2):152 (154-6,158 passim; quiz 162).

Pour en savoir plus

- Woo L, Le BT. Maxillary sinus floor elevation: review of anatomy and two techniques. *Implant Dent* 2004;13(1):28-32.
- Davarpanah M, Martinez H, Tecucianu JF, Hage G, Lazzara R. The modified osteotome technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21(6):599-607.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

La mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire

1^{re} partie : analyse de la littérature et facteurs de réussite chirurgicaux

Immediate loading of implants in the edentulous mandible using fixed prosthesis

1st part: review of literature and surgical factors of success

A. Diss ^{a,b,*}, Y. Nguyen ^b, Y. Charbit ^{a,b}, C. Hitzig ^{a,b}, P. Mahler ^b,
D. Dohan ^{c,d}

^a UFR d'odontologie, département de parodontologie, faculté de chirurgie dentaire, 22, avenue de Diablos-Bleus, 06000 Nice, France

^b Service d'odontologie, hôpital Saint-Roch, Nice, France

^c Service d'odontologie, hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire de l'université Paris-V, France

Disponible sur internet le 15 juin 2005

MOTS CLÉS

Mise en charge immédiate ;
Bridges implantoportés ;
Édentement complet mandibulaire

KEYWORDS

Immediate loading;
Full arch bridge;
Edentulous mandible

Résumé L'implantologie fondée sur l'ostéo-intégration d'implants endo-osseux, enfouis ou non enfouis, constitue désormais une donnée avérée de la science. Le raccourcissement du temps de traitement implantaire, et plus précisément la mise en charge immédiate des implants, est de plus en plus pratiquée. Son développement est fondé sur des notions de confort pour les patients mais aussi sur des considérations biologiques et fonctionnelles. Le but de ce premier article est de collecter et d'analyser les données cliniques publiées sur la mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire afin de mieux connaître sa prédictibilité et de déterminer les facteurs implantaires et chirurgicaux de son succès.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract Based on osseointegration of dental implants, submerged or not, Implantology constitutes a secured clinical science. The diminution of treatment delay and more specifically the immediate loading of implants is a more frequent practice. Its development is based on an improvement of patients comfort and on biological and functional considerations. The aim of this first paper is to collect and analyse the clinical studies on

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : antoinediss@hotmail.com (A. Diss).

the immediate loading of implants in the edentulous mandible using fixed prosthesis, to know its predictability and finally to determine the surgical factors of its success.
© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Le traitement implantaire de l'édentement complet mandibulaire est conditionné par un certain nombre de facteurs relatifs à l'anatomie de l'os mandibulaire et à sa résorption suite à la perte définitive ou à venir de toutes les dents. C'est pourquoi différentes thérapeutiques peuvent être envisagées en fonction de ce degré de résorption (Fig. 1).

Le confort du patient prend une place toujours plus importante au sein des protocoles développés et les praticiens recherchent de plus en plus une simplification des thérapeutiques implantaires. Parce qu'il répond à ces deux impératifs, le concept de mise en charge immédiate est de plus en plus pratiqué. La réussite de sa mise en œuvre va surtout dépendre de ses indications. À ce titre, le traitement de l'édenté complet mandibulaire par des prothèses implantoportées paraît être une bonne indication pour ce type de traitement. Ces restaurations correspondent plus précisément aux bridges complets sur implants et aux bridges sur pilotis. Le point commun entre ces réalisations est la mise en charge de plusieurs implants à la mandibule reliés entre eux par une suprastructure rigide, dans un délai ne dépassant pas 72 heures consécutivement à la chirurgie.

L'analyse de la littérature fondée sur la preuve montre que certaines études confirment bien la

validité de la mise en charge immédiate dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire par prothèses implantoportées. À la vue de cette analyse, des facteurs implantaires anatomiques et chirurgicaux sont à prendre en compte pour la réussite de ce type de traitement.

La mise en charge immédiate est-elle compatible avec l'ostéo-intégration des implants ?

Évolution des pensées sur l'ostéo-intégration

Avant la publication de travaux cliniques par Bränemark en 1977 [1] et la définition d'un protocole chirurgical et prothétique en deux temps, la majorité des implants était mise en charge immédiatement car la stimulation osseuse était recherchée pour éviter la perte d'os marginal.

Le corollaire à cette mise en charge immédiate des implants était bien souvent la fibro-intégration. Ce cas de figure conduit à des résultats instables à moyen et long terme, les échecs augmentant avec le temps, rapidement au maxillaire, plus lentement à la mandibule.

Bränemark et al. (1969) [2] ont été les premiers à suggérer la possibilité d'un contact direct entre l'os

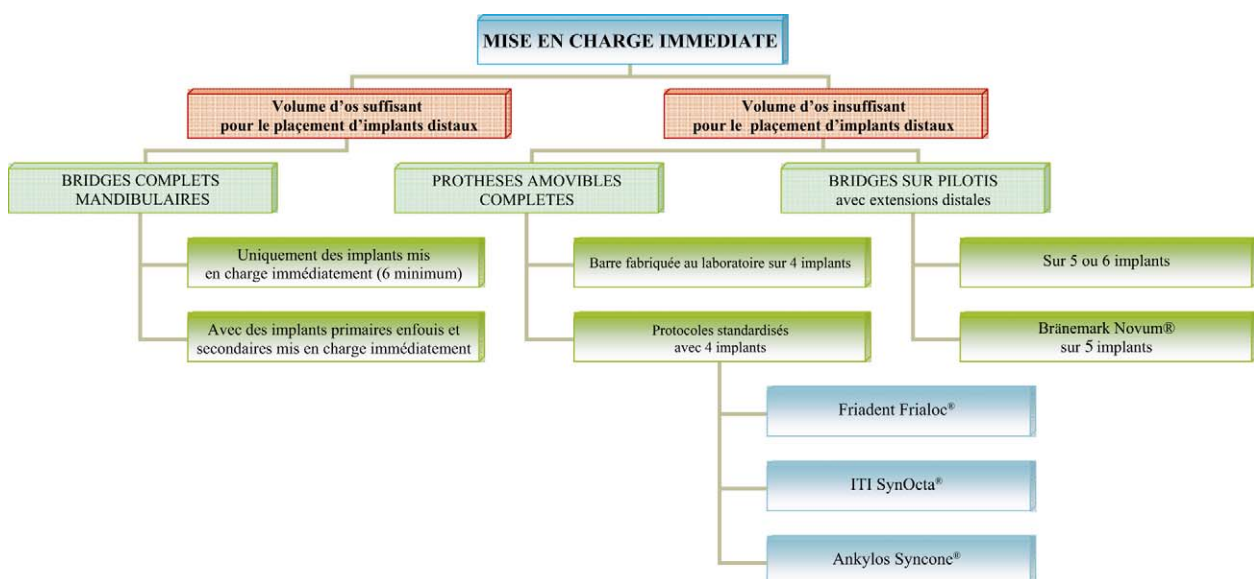


Figure 1 Récapitulatif des différents protocoles lors de mise en charge immédiate de restaurations implantoportées de l'édenté complet mandibulaire.

haversien vivant et un implant mis en charge. Ce phénomène a alors été nommé : « ostéo-intégration » et fut définie par la suite comme « une jonction anatomique et fonctionnelle directe entre l'os vivant remanié et la surface de l'implant mis en charge » (Bränemark, 1987). [3] La manifestation clinique de l'ostéo-intégration se traduit essentiellement par l'absence de mobilité de l'implant. L'obtention et le maintien de cette stabilité implantaire sont deux conditions essentielles au succès fonctionnel à long terme des prothèses ostéo-ancrées.

Pour obtenir et conserver l'ostéo-intégration des implants, un des prérequis concerne la période avant la mise en charge (trois à six mois), période pendant laquelle aucun micromouvement ne doit être transmis à la surface os-implant. Cette mise en charge différée et la notion d'ostéo-intégration ont permis d'améliorer les résultats d'une façon significative par rapport à la mise en charge immédiate.

Mais ce dogme de l'enfouissement est rapidement discuté et Schroeder et al. [4] confirment le caractère non obligatoire de l'enfouissement des implants dès 1981.

Smuckler-Moncler et al. (2000) [5] retracent l'historique des travaux de Bränemark et les difficultés auxquelles l'équipe a été confrontée dans un contexte clinique bien particulier : quantité et qualité osseuse médiocre des patients recrutés, dessin implantaire et protocole chirurgical non optimisés. Les auteurs se demandent donc si ce délai est toujours d'actualité.

Origine de la fibro-intégration implantaire

Malgré une préparation chirurgicale atraumatique du site implantaire, une zone de nécrose périphérique apparaît toujours autour de n'importe quel defect osseux créé chirurgicalement et le puit d'ancrage taraudé ne peut être parfaitement congruent à l'implant dans les trois dimensions. La largeur de la zone nécrosée autour de l'implant va dépendre essentiellement du dégagement de chaleur dû à la friction lors du forage mais aussi du degré de vascularisation qui peut considérablement varier selon les différentes régions du même os. L'os peut répondre de trois manières différentes face à cette nécrose :

- formation d'un tissu fibreux qui signe l'échec de l'ostéo-intégration ;
- persistance d'un os mort donnant un séquestre osseux si la revascularisation de la zone nécrotique est empêchée ;
- formation d'un nouvel os après cicatrisation.

Cameron et al. [6] démontrent en 1972 que les mouvements à l'interface os/surface implantaire

sont la cause de l'interposition fibreuse. De manière plus précise, Roberts et al. (1984) [7] ont montré que si l'implant reste immobile dans l'os, une apposition osseuse directe est possible même en présence de charges fonctionnelles. En revanche, s'il est placé dans un os spongieux peu dense avec une faible stabilité primaire, une encapsulation fibreuse, semblable à une pseudarthrose rencontrée dans le cas de fracture non stabilisée, est le plus souvent rencontrée.

Pendant, Cameron [8] distingue en 1973 deux types de mouvements :

- Les micromouvements qui n'entravent pas la croissance osseuse ;
- Les macromouvements qui empêchent la croissance osseuse et favorisent l'interposition de tissu fibreux.

Au niveau des dents naturelles, les micromouvements sont des phénomènes naturels, car le ligament parodontal permet, par sa déformation, le mouvement de la dent dans l'os environnant.

Ils sont au contraire particulièrement néfastes au niveau de l'interface os/implant et ce en raison de l'absence de ligament. Cela est vrai essentiellement dans les semaines qui suivent la mise en place de l'implant. En effet, c'est à partir du 3^e jour que commence la différenciation des cellules souches mésenchymateuses.

Selon Smuckler-Moncler et al. (1998) [9], « ce n'est pas l'absence de mise en fonction immédiate qui détermine l'ostéo-intégration mais plutôt l'absence de micromouvements excessifs à l'interface os/implant ».

Suite à des micromouvements excessifs, les mécanismes de formation du tissu fibreux sont les suivants :

- les micromouvements vont conduire à la destruction de structures tissulaires et vasculaires qui interviennent dans le processus de cicatrisation ;
- ils empêchent la formation d'un caillot de fibrine adéquat et son adhésion à la surface de l'implant ;
- ils interfèrent donc avec l'établissement d'une nouvelle vascularisation des tissus, ce qui empêche l'arrivée des cellules de la régénération osseuse ;
- au 3^e jour, les cellules souches mésenchymateuses ne peuvent s'attacher au niveau de la surface implantaire et vont alors avoir tendance à se différencier en fibroblastes ;
- le processus de cicatrisation est réorienté vers une réparation par des fibres de collagène à la place d'une régénération osseuse.

La maîtrise des micromouvements

À partir de ces considérations, il convient de déterminer le seuil de micromouvements tolérables avant qu'une interposition fibreuse n'apparaisse au niveau de l'interface. Ce seuil critique est estimé à environ 100 μm selon Brunski (1993) [10] et ce, si les micromouvements apparaissent et demeurent à cette amplitude.

Là se trouve le fondement physiologique de la mise en charge immédiate. Dans ce concept, plusieurs implants avec une excellente stabilité primaire, donc placés dans un os de bonne qualité et reliés entre eux par un élément prothétique rigide et inamovible pourraient subir des micromouvements compatibles avec leur ostéo-intégration.

Les traitements implantaires de l'édentement complet mandibulaire, par la structure osseuse de la mandibule édentée et par les techniques de restauration implantoportée s'y appliquant, semblent être un terrain propice à la réalisation de la mise en charge immédiate. En effet, l'analyse de la littérature réalisée par Misch (1999) [11] montre que la région symphysaire présente le plus souvent un os de forte densité, propice au traitement implantaire. Pour Misch (1999) [11], 72 % des patients traités pour un édentement complet mandibulaire présentent un os de densité D1 ou D2 au niveau de la partie antérieure de la mandibule.

Analyse de la littérature

Si actuellement la mise en charge immédiate des implants peut sembler une approche séduisante pour la simplification des traitements implantaires, elle doit pouvoir aussi assurer le même degré d'efficacité qu'une thérapeutique conventionnelle en un ou deux temps chirurgicaux.

Une analyse de la littérature scientifique des études cliniques publiées sur le sujet est donc primordiale pour avoir des éléments d'informations supplémentaires permettant de mieux cerner les clefs de ses indications, ses contre-indications ainsi que les facteurs de sa réussite.

Matériel et méthode : analyse fondée sur la preuve

L'objectif de cette démarche est de mettre en évidence une information rigoureuse et pertinente de laquelle on puisse retirer des éléments de discussion fondés sur les faits. Elle s'inscrit dans la pratique de l'« evidence-based medicine ».

C'est une stratégie d'évaluation de l'information scientifique qui met davantage l'accent sur l'exa-

men de données obtenues dans le cadre de recherches cliniques plutôt que sur l'intuition, l'expérience clinique empirique et les opinions d'expert (Dot et Eid, 2003) [12].

Elle est définie comme « l'utilisation consciencieuse et judicieuse des meilleures données de la recherche clinique pour la prise en charge personnalisée de chaque patient » (Sacket et al., 1996). [13]

Nous procédons en trois étapes : recherche documentaire, sélection des documents à étudier, évaluation des documents sélectionnés.

À l'issue de ces étapes, la force des conclusions et la qualité des preuves sur lesquelles elles reposent sont donc connues. Les données émanant des articles peuvent être alors synthétisées.

Sources consultées

- Base de données MEDLINE :

Mots clés = « overdenture and immediate loading » : 25 références obtenues

= « full arch bridge and immediate loading » : 1 référence.

= « completely edentulous mandible and immediate loading » : 10 références.

- Recherche ascendante à partir des bibliographies d'articles : 10 références.

Critères d'inclusion et d'exclusion

Certaines publications concernent en plus de la mise en charge immédiate à la mandibule édentée, la mise en charge précoce ou la mise en charge immédiate au maxillaire. Dans ce cas, l'ensemble des données de l'article est lu afin de savoir si l'on peut collecter indépendamment les données nous intéressant.

Les articles relatant uniquement les traitements au maxillaire sont écartés ainsi que les rapports de cas.

Nous avons ainsi sélectionné selon ces critères 11 études cliniques sur la mise en charge immédiate de prothèses implantoportées dans le traitement de l'édentement mandibulaire. (Tableau 1).

Résultats

La majorité des études sur la mise en charge immédiate dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire rapportent des taux de succès comparables au protocole traditionnel de mise en charge différée. Cependant, ces résultats très encourageants, ne signifient pas que les protocoles enfouis en deux temps ou non enfouis avec mise en charge différée doivent être abandonnés. Il est nécessaire d'analyser la validité de ces études et de définir clairement les indications propres à la technique de

Tableau 1 Description des études cliniques sur la mise en charge immédiate de bridges complets mandibulaires implantoportés.

| Études | Type d'implants, taille et état de surface | Nombre d'implants et protocole de mise en charge | Protocole prothétique provisoire | Délai de réalisation | Configuration et délai de réalisation de la prothèse définitive | Succès de la mise en charge immédiate en % | Succès de la mise en charge différée en % |
|-------------------------------------|---|--|--|--|--|--|---|
| <i>Henry et Rosenberg 1994 [26]</i> | Brånemark® 7-15 mm usiné | 20 I 10 E | ancienne prothèse modifiée | le jour même | 7 à 9 semaines | 100 | 100 |
| <i>Schnitman et al. 1997 [27]</i> | Brånemark® ≥ 7 mm usiné | 27 I 33 E | ancienne prothèse modifiée renforcée sur 3 à 6 piliers | le jour même | 5 à 8 piliers 3 mois | 84,7 | 100 |
| <i>Tarnow et al. 1997 [28]</i> | Brånemark® Astra® ITI ≥ 10 mm | 20 I, 23 E 10 I, 0 E 6 I, 5 E | bridge provisoire renforcé sur 5 à 10 piliers | le jour même | 10 à 13 piliers 4 à 6 mois | 94,5 | 96,5 |
| <i>Balshi et al. 1997 [29]</i> | Brånemark® ≥ 7 mm usiné | 40 I 90 E | bridge provisoire en résine, remplacé par une armature en titane sur 4 piliers 6 semaines après | le jour même | 10 piliers 4 à 6 mois | 80 | 96 |
| <i>Randow et al. 1999 [30]</i> | Brånemark® ≥ 10 mm usiné | 88 I groupe expérimental (GE) 30 E groupe de référence (GR) | rebasage de la prothèse totale après 10 jours sans | - | 5 à 6 piliers 20 jours (GE) 4 à 6 mois (GR) | 100 | 100 |
| <i>Brånemark et al. 1999 [31]</i> | Brånemark® 13 mm | 150 | - | - | Système Novum® le jour même | 98 | - |
| <i>Jaffin et al. 2000 [32]</i> | ITI® ≥ 10 mm TPS et SLA S-I® ≥ 10 mm usiné | 95 I 27 I | bridge provisoire sur 4 piliers minimum | dans les 3 jours | - | 99 74 | - |
| <i>Horiuchi 2000 [33]</i> | Brånemark® usiné | 96 I 9 E | bridge provisoire sur 5 à 10 piliers | le jour même | 5 à 10 piliers 4 à 6 mois | 97,9 | 100 |
| <i>Colomina 2001 [34]</i> | Eckermann® Astra® Klöchner® ITI® ≥ 10 mm | 26 I 17 I 13 I 5 I | prothèse fixe sur 4 à 6 implants avec extensions distales | dans les 2 semaines | 4 à 6 piliers 4 à 14 mois | 96,7 | |
| <i>Ganeles et al. 2001 [35]</i> | ITI® TPS et SLA Astra® TiOblast Frialit® mordancé | 161 I 25 E | bridge provisoire renforcé sur 4 à 8 piliers | fauteuil : 2 jours laboratoire : 7 jours | 5 à 8 piliers 3 à 6 mois | 99,4 | 100 |
| <i>Testori et al. 2003 [36]</i> | Osseotite® ≥ 7 mm | 92 I 11 E | bridge provisoire sur 5 à 10 piliers | le jour même | 5 à 12 piliers 9 patients à 6 mois 6 patients à 36 heures | 98,9 | 100 |

I : implants mis en charge immédiatement - E : implants enfouis selon une technique en deux temps.

Tableau 2 Méthodologie et niveau de preuve des études cliniques sur la mise en charge immédiate de bridges complets mandibulaires implantoportés.

| Études | Type d'étude et période | Nombre de patients | Taux de succès de la mise en charge immédiate | Niveau de preuve | Biais |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|---|------------------|--|
| <i>Henry et Rosenberg 1994</i> | prospective de 24 mois | 5 | 100 | Faible | Manque de puissance |
| <i>Schnitman et al. 1997</i> | rapport de cas à 10 ans | 9 | 84,7 | Faible | Manque de puissance Hétérogénéité de la cohorte |
| <i>Tarnow et al. 1997</i> | rapport de cas de 1 à 5 ans | 6 | 94,5 | Faible | Manque de puissance |
| <i>Balshi et al. 1997</i> | rétrospective de 12 à 18 mois | 10 | 80 | Faible | Étude rétrospective Manque de puissance |
| <i>Randow et al. 1999</i> | essai comparatif non randomisé, prospectif de 18 mois | 27 (16 dans le groupe expérimental) | 100 | FORT | Mise en charge précoce |
| <i>Bränemark et al. 1999</i> | prospective de 6 mois à 3 ans | 50 | 98 | FORT | |
| <i>Jaffin et al. 2000</i> | rapport de cas à 12 semaines | 27 | 99 (ITI®) 74(S-I®) | Faible | Suivi trop court |
| <i>Horiuchi 2000</i> | observation de 8 à 24 mois | 12 | 97,9 | Faible | Manque de puissance Suivi trop court |
| <i>Colomina 2001</i> | prospective de 18 mois | 13 | 96,7 | Intermédiaire | Pas de randomisation des 4 systèmes d'implants Mise en charge immédiate à précoce |
| <i>Ganeles et al. 2001</i> | rapport de cas à 25 mois | 27 | 99,4 | Intermédiaire | Différence dans la réalisation et le délai de la restauration provisoire |
| <i>Testori et al. 2003</i> | rapport de cas à 60 mois | 15 | 98,9 | Intermédiaire | 2 Protocoles prothétiques différents |

mise en fonction immédiate dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire.

L'analyse des paramètres méthodologiques et descriptifs des différentes études cliniques a permis de définir des niveaux de preuve. Concernant la mise en charge immédiate de bridges mandibulaires implantoportés : deux articles présentent un niveau de preuve fort, trois intermédiaires, et six un niveau faible (Tableau 2).

Ainsi, l'analyse de la littérature fondée sur la preuve montre que certaines études confirment bien la validité de la mise en charge immédiate dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire par prothèses implantoportées. Cela laisse à penser que cette théorie pourrait devenir une « donnée médicale avérée ». Néanmoins, certaines conditions doivent être réunies pour aboutir à son succès.

Discussion : importance de la stabilité primaire

L'analyse des échecs de la mise en charge immédiate de bridges complets mandibulaires permet de

tirer certaines remarques (Tableau 3) :

- sur 13 échecs, 11 sont apparus avant un délai de quatre mois ;
- sur neuf échecs, six sont apparus au niveau d'un implant distal au foramen mentonnier ;
- sur 12 échecs, huit sont en rapport avec un implant placé dans un os de type III et dans un os de type IV ;
- sur les 27 échecs, le bruxisme a été décrit 11 fois comme facteur défavorable.

À la vue de ce tableau, nous pouvons classer les facteurs de réussite de la mise en charge immédiate en deux catégories :

- les facteurs intervenants dans la stabilité primaire implantaire, c'est-à-dire les *facteurs chirurgicaux et implantaires* ;
- les facteurs intervenants dans la maîtrise des forces transmises à l'interface os-implant afin de garantir le maintien de cette stabilité, c'est-à-dire les *facteurs prothétiques* ;

Ceux-ci sont regroupés dans la Fig. 2, mais nous ne discuterons dans ce premier article que des facteurs intervenants dans la stabilité primaire des implants, c'est-à-dire les facteurs relatifs à l'anatomie, la chirurgie et aux implants utilisés.

Tableau 3 Analyse des échecs rencontrés lors de la mise en charge immédiate de bridges complets mandibulaires.

| Études | Nombre d'implants mis en charge immédiatement | Nombre d'échecs | Délai d'apparition en mois | Localisation IF : interforaminale D : distale | Type d'os | Type d'antagoniste | Site d'extraction immédiate | Facteurs défavorables |
|------------------------------|---|-----------------|----------------------------|---|---|------------------------|-----------------------------|--|
| <i>Schnitman et al. 1997</i> | 27 | 3 | 4 4 21 | D IF D | - - - | PF PTI PT | non non non | |
| <i>Tarnow et al. 1997</i> | 36 | 2 | 4 4 | - - | - - | PT PT | oui oui | bridges déposés de nombreuses fois pour mesure de la stabilité |
| <i>Balshi et al. 1997</i> | 30 | 8 | < 3 < 3 < 3 3 | - - - - | III(1) III(2) III(2) III(1) IV(2) | - - - - | - - - - | bruxomane bruxomane fumeur bruxomane, diabétique |
| <i>Jaffin et al. 2000</i> | 122 | 8 | < 3 - - - | - D D D | - (4) - (1) II(2) III(1) | DN PTI PFI PT | - - - - | surcharges occlusales et inexpérience du 1 ^{er} cas |
| <i>Horiuchi et al. 2000</i> | 96 | 2 | 4 à 6 | IF | - | DN | non | |
| <i>Colomina et al. 2001</i> | 61 | 2 | - | - | - | PFI | oui(32) | pathologies occlusales tensions musculaires orales |
| <i>Ganeles et al. 2001</i> | 161 | 1 | 1 | D | III | PT ou PPA | - | bruxisme |
| <i>Testori et al. 2003</i> | 92 | 1 | 1 | IF | - | PF | non | |
| TOTAL | 625 | 27 | < 4 (11/13) | D (6/9) | III (8/12) IV (2/12) | | | |

Type d'antagoniste : PF : restauration par prothèse fixe sur dents naturelles PFI : restauration par prothèse fixe sur implants. PT : prothèse totale PTI : prothèse supra-implantaire sur barre PPA : prothèse partielle amovible DN : dentition naturelle. Les chiffres entre parenthèse correspondent au nombre d'implants concernés.

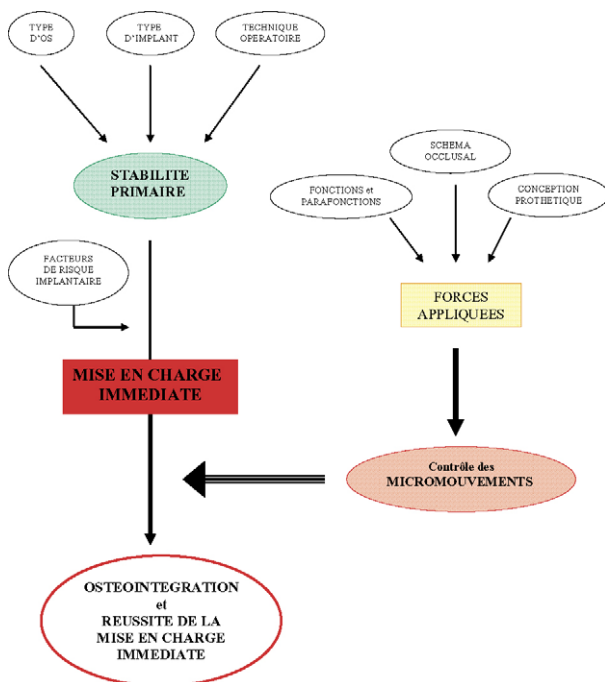


Figure 2 Schéma récapitulatif des facteurs de réussite de la mise en charge immédiate.

La densité osseuse

Dans une étude, FRIBERG et al. (1999) [14] ont montré par l'analyse de la fréquence de résonance, que des implants placés dans un os peu dense (type IV) présentent une stabilité primaire plus faible que ceux placés dans un os dense. De plus, des implants placés dans un os dense au niveau de la symphyse étaient autant stables le jour de la pose que trois à quatre mois après. Ces résultats confortent le concept de mise en charge immédiate dans la région mandibulaire symphysaire.

Il est beaucoup plus difficile d'obtenir une bonne fixation primaire dans les zones présentant une faible proportion de trabécules. C'est pourquoi, elles doivent être en principe évitées lors de mise en charge immédiate. L'analyse du [Tableau 3](#) montre que la majorité des échecs rencontrés ont eu lieu lors des quatre premiers mois car c'est lors de cette période de cicatrisation que la stabilité de l'implant va conditionner son intégration.

Ancrage implantaire bicortical

Ivanoff et al. (1996) [15] ont observé que les implants ayant un ancrage bicortical résistent beaucoup mieux à un couple de desserrage que les implants n'engageant qu'une seule corticale. Les auteurs ont mesuré les valeurs du couple de retrait de 72 implants placés dans des tibias de lapin et engageant une ou deux corticales. Les résultats ont donné des valeurs deux fois plus importantes à six

semaines pour les implants ancrés bicorticalement par rapport à ceux n'engageant qu'une corticale. À 12 semaines, la résistance au couple de retrait est trois fois plus importante pour l'ancrage bicortical.

Certains auteurs comme Chiapasco et al. (1997) [16], Schnitman et al. (1997) [27], pensent aussi que les implants mis en charge immédiatement doivent engager les deux corticales dans la région symphysaire afin d'assurer une stabilité supplémentaire.

Au contraire, l'étude menée par Romeo et al. (2002) [17] sur la mise en fonction immédiate de quatre implants ITI placés dans la région intraforaminaire, rapporte des taux de succès identiques et montre qu'un ancrage bicortical n'est pas nécessaire avec ce type d'implants.

La forme de l'implant

Elle est depuis longtemps considérée comme un facteur essentiel du succès implantaire.

Les implants vis (filetés) ont montré des taux de succès supérieurs à ceux des implants cylindriques dans le protocole implantaire classique enfoui développé par Brånemark. La présence d'un pas de vis augmente la surface de contact entre l'implant et l'os, améliore la résistance aux forces de cisaillement et la distribution des forces dans le tissu osseux.

Skalak (1987) [18] a montré que le pas de vis était le dessin implantaire le plus approprié en permettant une distribution uniforme des charges au tissu osseux environnant. Cette forme offre également la meilleure résistance aux macromouvements.

Ainsi en minimisant les mouvements, ce type d'implant accroît la stabilité initiale recherchée lors de la mise en charge immédiate.

Les implants cylindriques sont donc contre-indiqués lors de mise en charge immédiate car la stabilité primaire obtenue ainsi que la résistance aux mouvements sont plus faibles.

L'état de surface implantaire

Des études ultrastructurelles chez l'homme (Albrektsson et Hansson, 1996) [19] indiquent la présence d'une zone déminéralisée entre la surface implantaire et les tissus minéralisés. La fixation de l'implant n'est pas un vrai collage chimique de l'os au titane. La stabilité clinique d'un implant résulterait donc plutôt d'un blocage mécanique entre l'os minéralisé et les irrégularités de la surface implantaire suite à son usinage ainsi que des contre-dépouilles macroscopiques résultant du design de l'implant.

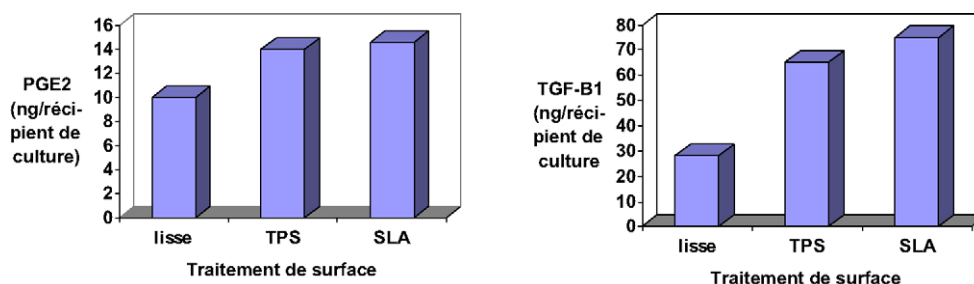


Figure 3 Effet du traitement de surface sur la production de PGE2 et TGF-B1 (Kieswetter et al. 1996 [21]).

La topographie de la surface implantaire va donc également jouer un rôle pour l'immobilisation primaire de l'implant. Il est avéré que la rugosité de surface influence la prolifération, la différenciation et la synthèse protéique des ostéoblastes humains (Martin et al. (1995) [20] ; Kieswetter et al. (1996) [21]) (Fig. 3). Comme l'ont montré les études de Buser et al. (1991) [22], Wennerberg et al. (1995) [23], les états de surface rugueux augmentent de façon significative le pourcentage de contact os/implant. Wennerberg et al. (1995) [23] ont montré que le couple nécessaire à la dépose d'implants rugueux était bien plus important que celui nécessaire pour des implants à surface lisse.

Cependant, les études animales et humaines rapportées sur la mise en charge immédiate ne montrent pas de différence significative entre les taux de succès lorsqu'on compare les différents états de surface entre eux (Corso et al. 1999 [24]).

O'Sullivan et al. (1998) [25] rapportent, par l'analyse de la fréquence de résonance, une stabilité initiale comparable entre les différents états de surface lorsque les implants sont placés dans un os de type II ou III. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que cette microrugosité va augmenter le contact os/implant au fil du temps mais ne participe en aucun cas à la stabilisation primaire de l'implant.

Ainsi les états de surface modifiés et lisses sont adaptés à la mise en charge immédiate, quelles que soit les caractéristiques précises de la surface, à condition que l'implantation ait lieu dans un os de type I, II ou III.

La longueur de l'implant

Certaines études ont suggéré uniquement l'utilisation d'implants supérieurs à 10 mm et ce même en distal des forams mentonniers (Tarnow et al. (1997) [28], Randow et al. (1999) [30], Jaffin et al. (2000) [32], Colomina (2001) [34]).

Cependant, la majorité des études utilisent des implants supérieurs à 7 mm en distal des forams et supérieurs à 10 mm dans la symphyse.

Ces observations conduisent donc à la nécessité de sélectionner les patients présentant un volume osseux adéquat pour la mise en charge immédiate et de respecter les recommandations du fabricant si l'on utilise un protocole standardisé.

Conclusion

Si l'on parle de mise en charge immédiate dans le traitement implantaire des édentements complets mandibulaires, c'est tout d'abord parce que cette technique intéresse la mandibule et ses particularités anatomiques et fonctionnelles.

En réalisant une analyse de la littérature fondée sur la preuve des études cliniques publiées sur ce sujet, il apparaît que la mise en charge immédiate dans le traitement implantaire des édentements complets mandibulaires constitue une « donnée médicale avérée ». Si cette démarche thérapeutique paraît validée dans de nombreux cas, certaines conditions doivent être réunies pour aboutir à son succès.

Les principes biologiques sont le point de départ du concept de la mise en charge immédiate. La mise en fonction des implants entraînera des micromouvements, mais ceux-ci doivent rester sous un seuil compatible avec leur ostéo-intégration. Cette gestion des micromouvements peut être divisée en deux catégories.

D'abord les facteurs chirurgicaux qui vont aboutir à une stabilité primaire optimale des implants. Et dans cette optique, la région symphysaire mandibulaire paraît offrir toutes les conditions nécessaires (os de bonne densité et en quantité suffisante).

Ensuite les facteurs intervenants dans la maîtrise des forces transmises à l'interface os-implant, c'est-à-dire les facteurs prothétiques, afin de garantir le maintien de cette stabilité tout au long de la cicatrisation osseuse.

Références

- [1] Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16(16):1-132.
- [2] Brånemark PI, Breine U, Lindstrom J, Adell R, Hansson B, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969; 3(2):81-100.
- [3] Brånemark PI. Introduction à l'ostéointégration. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Prothèses ostéointégrées*. Editions CDP; 1987 (352p).
- [4] Schroeder A, Van Der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* 1981;9:15-25.
- [5] Szmuckler-Moncler S, Piatelli A, Favero GA. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:12-25.
- [6] Cameron HU, Macnab I, Pilliar R. Porous surfaced vitallium staples. *S Afr J Surg* 1972;10(2):63-70.
- [7] Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Moszary PG. Smith. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Ortho* 1984;86:95-111.
- [8] Cameron HU. The effect of movement on the bonding of porous metal to bone. *J Biomed Mater Res* 1973;7(4):301-11.
- [9] Smuckler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH. Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *J Biomed Mater Res* 1998;43:192-203.
- [10] Brunski JB. Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intraosseous implants (interview). *Dent Implantol Update* 1993;4(10):77-81.
- [11] Misch CE. Bone density: a key determinant for clinical success. In: Misch CE, editor. *Contemporary Implant Dentistry*. Chicago: Mosby; 1999. p. 109-18.
- [12] Dot D, Eid N. Mieux lire pour bien soigner. *Real Clin* 2003;14:7-11.
- [13] Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 1996;312:71-2.
- [14] Friberg B, Sennerby L, Linden B, Grondhal K, Lekholm U. Stability measurements of one stage Brånemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28: 266-72.
- [15] Ivanoff CJ, Sennerby L. Lekholm U Influence of mono and bicortical anchorage on the integration of titanium implants. A study in the rabbit tibia. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996;25:229-35.
- [16] Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. Implant retained mandibular overdentures with Brånemark system MKII implants: a prospective comparative study between delayed and immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:537-46.
- [17] Romeo E, Chiapasco M, Lazza A, Cassentini P, Vogel G. Implant retained mandibular overdentures with ITI implants. *Clin Oral Impl Res* 2002;13:495-501.
- [18] Skalak R. Considérations biomécaniques. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Prothèses ostéointégrées*. Editions CDP; 1987 (352p).
- [19] Albrektsson T, Hansson HA. An ultra structural characterisation of the interface between bone and sputtered titanium or stainless steel surfaces. *Biomaterials* 1986;7: 201-5.
- [20] Martin JY, Schwartz Z, Hummert TW, Schraub DM, Cochran DL, Boyan BD. Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast like MG-63 cells. *J Biomed Mater Res* 1995;29(3):389-401.
- [21] Kieswetter K, Hummert TW, Cochran DL, Simpson J, Dean DD, Boyan BD. Surface roughness modulates the local production of growth factors and cytokines by osteoblast like MG-63 cells. *J Biomed Mater Res* 1996;32(1):55-63.
- [22] Buser D, Nydegger T, Hirt HP, Cochran DL, Nolte LP. Removal torque values of titanium implants in the maxilla of miniature pigs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13: 611-9.
- [23] Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Implant Res* 1995;6:24-30.
- [24] Corso M, Sirota C, Fiorinelli J, Rasool F, Szmuckler-Moncler S, Weber HP. Clinical and radiographic evaluation of early loaded free-standing dental implants with various coatings in beagle dogs. *J Prosthet Dent* 1999;82:428-35.
- [25] O'sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study. *Clin Impl Dent Relat Res* 1998;2:85-92.
- [26] Henry PJ, Rosenberg I. Single-stage surgery for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1994;6:1-9.
- [27] Schnitman PA, Wohrle PS, Rubenstein JE, Dasilva JD, Wang NH. Ten year results for Brånemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:495-503.
- [28] Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A. Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1 to 5 years data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:319-24.
- [29] Balshi TJ, Wolfinger GJ. Immediate loading of Brånemark implants in edentulous mandibles : a preliminary report. *Implant Dent* 1997;6:83-8.
- [30] Randow K, Ericsson I, Nilner K, Petersson A, Glantz PO. Immediate functional loading of Brånemark dental implants. An 18-month clinical follow-up study. *Clin Oral Impl Res* 1999;10:8-15.
- [31] Brånemark PI, Engstrand P, Öhrnell LO, Gröndhal K, Nilsson P, Hagberg K, et al. Brånemark Novum® : a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999;1:2-16.
- [32] Jaffin RA, Kumar A, Berman CL. Immediate loading of implants in partially and fully edentulous jaws. *J Periodontol* 2000;71:833-8.
- [33] Horiuchi K, Uchida H, Yamamoto K, Sugimura M. Immediate loading of Brånemark system implant following placement in edentulous patient: a clinical report. *Int J Oral and Maxillofac Implant* 2000;15:824-30.
- [34] Colomina LE. Immediate loading of implant-fixed mandibular prostheses: a prospective 18 month follow up clinical study- preliminary report. *Implant Dent* 2001;10:23-9.
- [35] Ganeles J, Rosenberg MM, Holt RL, Reichman LH. Immediate loading of implants with fixed restorations in the completely edentulous mandible: report of 27 patients from a private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:418-26.
- [36] Testori T, Del Fabro M, Szmuckler-Moncler S, Francetti L, Weinstein RL. Immediate occlusal loading of Osseotite implants in the completely edentulous mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:544-51.



ELSEVIER

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

ARTICLE ORIGINAL

La mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire

2^e partie : description de deux protocoles cliniques et facteurs de réussites prothétiques

Immediate loading of implants in the edentulous mandible using fixed prosthesis

2nd part: description of 2 clinical protocols and prosthetic factors of success

A. Diss ^{a,b,*}, Y. Nguyen ^b, Y. Charbit ^{a,b}, C. Hitzig ^{a,b}, P. Mahler ^b, D. Dohan ^{c,d}

^a UFR d'odontologie, département de parodontologie, faculté de chirurgie dentaire, 22, avenue de Diablos-Bleus, 06000 Nice, France

^b Service d'odontologie, hôpital Saint-Roch, Nice, France

^c Service d'odontologie, hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

^d Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire de l'université Paris-V, France

Disponible sur internet le 15 juin 2005

MOTS CLÉS

Mise en charge immédiate ;
Bridges implantoportés ;
Édentement complet mandibulaire

KEYWORDS

Immediate loading;

Résumé L'implantologie fondée sur l'ostéointégration d'implants endo-osseux, enfouis ou non enfouis, constitue désormais une donnée avérée de la science. Le raccourcissement des temps de traitement implantaire, et plus précisément la mise en charge immédiate des implants peut être pratiquée de manière fiable et sûre. Son développement est fondé sur des notions de confort pour les patients mais aussi sur des considérations biologiques et fonctionnelles. Le but de cet article est de présenter deux protocoles de mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire et de discuter des facteurs de sa réussite liés à la conception prothétique du bridge complet provisoire.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract Based on osseointegration of dental implants, submerged or not, implantology constitutes a secured clinical science. The diminution of treatment delay and more

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : antoinediss@hotmail.com (A. Diss).

Full arch bridge;
Edentulous mandible

specifically the immediate loading of implants is a more frequent practice. Its development is based on an improvement of patients comfort and on biological and functional considerations. The aim of this paper is to present 2 different protocols on the immediate loading of implants in the edentulous mandible using fixed prosthesis, and to discuss on the prosthetic factors of its success.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Les principes de Bränemark ont énormément évolué du fait de la possibilité de mettre en charge précocement les implants sans compromettre l'ostéointégration. Ébranlé par la notion de compatibilité entre la mise en charge des implants et leur ostéointégration, l'avènement de protocoles visant à simplifier encore les étapes de réalisation semble logique. (Schnitman PA et al., 1990) [1].

Appliquée à l'édentement complet mandibulaire, la réussite de cette technique dépend de deux facteurs. Le premier est la stabilité primaire des implants dans un os de bonne densité. Le second est le maintien de cette stabilité lors d'une mise en fonction précoce. En effet, les implants doivent subir des micromouvements contenus dans une enveloppe de 100 µm comme montré par Brunski (1993) [2]. Le fait de relier plusieurs implants entre eux dès leur mise en place, par une prothèse suffisamment rigide, permet de minimiser ses micromouvements et d'assurer le succès thérapeutique.

Schnitman PA et al. (1990) [1] proposent une technique de mise en charge immédiate. Les auteurs placent au niveau d'une mandibule totalement édentée, huit ou dix implants. Sur l'ensemble de ces implants, quatre sont mis en charge immédiatement pour supporter une prothèse provisoire armée. Au terme de la période de cicatrisation, ces implants sont inclus dans le bridge définitif car ils se sont ostéointégrés. C'est de cette technique que découle un premier protocole de mise en charge immédiate dénommé, protocole indirect. Au terme de la chirurgie, une empreinte est prise ainsi qu'une relation intermaxillaire. Une armature est alors coulée au laboratoire, celle-ci va supporter la fausse gencive et les dents en résine du bridge provisoire. Le délai de réalisation de ce protocole est généralement compris entre 48 et 72 heures.

Henry et Rosenberg (1994) [3] et plus récemment Misch (2004) [4] décrivent une technique de mise en charge immédiate par modification et adaptation de l'ancienne prothèse adjointe totale qui est refondée sur des transferts en titane transvissés sur les implants. Les implants sont donc mis en charge immédiatement après la chirurgie : il s'agit d'un protocole direct.

Nous allons décrire les étapes de ces deux protocoles réalisés à l'aide du système implantaire ITI® (Straumann) et en discuter les avantages et les inconvénients en fonction des données de la littérature.

Mise en charge immédiate selon le protocole direct

Les bridges provisoires sont réalisés à partir des prothèses adjointes complètes des patients. Dans le cas de patients ayant encore des dents, une prothèse adjointe complète immédiate est réalisée à l'avance. À la fin de la chirurgie, la prothèse est évidée au niveau de l'émergence des implants.

Les piliers provisoires en titane usinés sont transvissés. Une feuille de digue perforée est appliquée pour protéger les lambeaux suturés (Figs. 1-4). La prothèse en résine évidée est mise en place pour

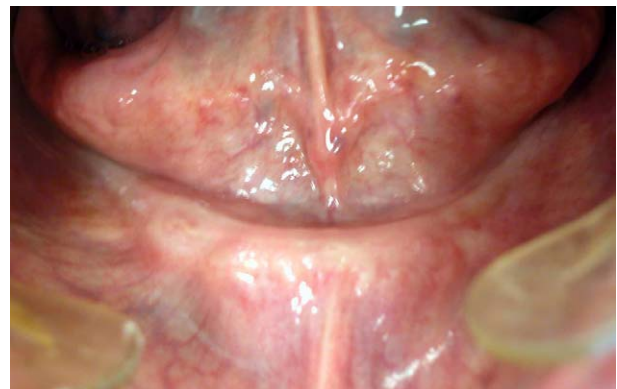


Figure 1 Situation initiale de la crête édentée.



Figure 2 Mise en place des piliers temporaires en titane.



Figure 3 Protection des lambeaux suturés avec une feuille de digue caoutchoutée.



Figure 4 Aménagement d'un espace dans l'ancienne prothèse amovible complète pour permettre l'incorporation des piliers temporaires : situation avant rebasage.

vérifier le passage des piliers provisoires transvisés. De la résine chémopolymérisable est coulée au niveau des piliers et la prothèse mise en occlusion pendant sa prise (Fig. 5).

Une fois la prise de la résine terminée, les transferts ainsi solidarifiés sont dévissés (Fig. 6). La prothèse est coupée en distal ne laissant qu'une seule dent en extension, et l'intrados est ajusté pour permettre le passage de brosettes interdentaires. Le bridge provisoire ainsi réalisé est poli et transvisé sur les implants (Fig. 7). Une équilibration occlusale statique et dynamique est pratiquée. Le patient repart donc à la fin de la chirurgie avec



Figure 5 Rebasage avec de la résine de laboratoire.



Figure 6 Vue de l'intrados de la restauration provisoire.



Figure 7 Situation en bouche de la prothèse provisoire transvisée.

ses dents fixées sur les implants (Figs. 8 et 9). À huit jours postopératoires, les sutures sont déposées sans dévisser le bridge. Trois mois après, le bridge définitif est réalisé (Figs. 10-12).



Figure 8 Radiographie panoramique de contrôle.

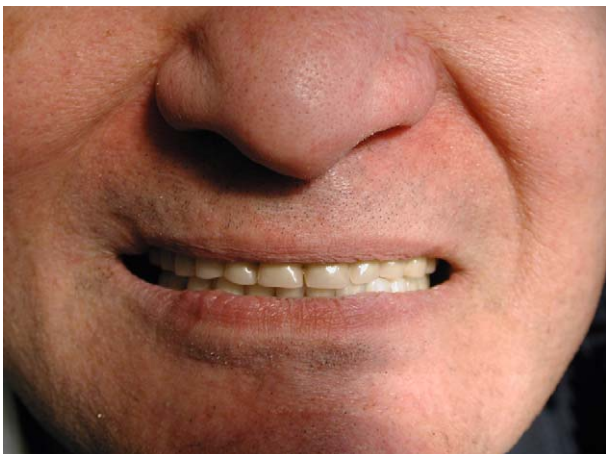


Figure 9 Situation finale et résultat esthétique.



Figure 10 À trois mois postopératoires, mise en place des piliers synOcta®, avant le vissage de la prothèse définitive.



Figure 11 Vue endobuccale occlusale du bridge définitif.

Étapes prothétiques : protocole indirect (Fig. 13)

Étapes chirurgicales

À la fin de la chirurgie, les transferts d'empreinte sont vissés (Fig. 14). Les plaies chirurgicales et les fils de suture sont vaselinés. Un porte-empreinte en plastique est ajouré pour autoriser le passage des vis des transferts. L'empreinte est réalisée au



Figure 12 Radiographie panoramique de contrôle après vissage du bridge définitif.



Figure 13 Vue clinique préopératoire. Il s'agit d'un cas d'ex-tractions avec implantation et mise en charge immédiate.



Figure 14 Mise en place des transferts d'empreinte.

Impregum®. Les vis de cicatrisation sont posées (Fig. 15), et un enregistrement des rapports inter-maxillaires est réalisé. Pour cet enregistrement, différentes solutions peuvent être envisagées. Dans notre pratique, nous faisons préparer une cire d'occlusion en base dure et celle-ci est refondée sur les cols implantaires à la fin de la chirurgie à l'aide d'une silicone souple de rebasage. La cire est réglée selon les critères esthétiques et fonctionnels classiques de la prothèse adjointe complète. Le patient repart de l'intervention sans aucune prothèse.



Figure 15 Mise en place des vis de cicatrisation.

Étapes de laboratoire

Les analogues d'implants sont vissés sur les transferts d'empreinte et les modèles sont coulés. Des piliers provisoires en titane sont transvissés et une armature en chrome-cobalt est réalisée. Celle-là entoure les piliers sans être liés avec eux. Ces deux éléments sont solidarisés par la résine (Fig. 16).



Figure 16 Finition de l'intrados du bridge provisoire. Noter les embrasures permettant le passage des brochettes interdentaires pour un bon contrôle de plaque.



Figure 17 Mise en place du bridge provisoire armé à 72 heures postopératoires.

Mise en place du bridge

À 72 heures postopératoires, passivité et ajustage de l'armature sont testés cliniquement et radiologiquement (Fig. 17). Puis le bridge provisoire est transvissé (Figs. 18 et 19).

Trois mois après la mise en charge immédiate, le bridge d'usage sera réalisé (Figs. 20 et 21).

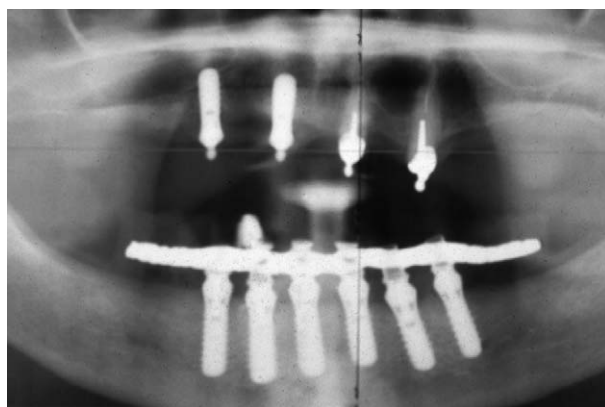


Figure 18 Radiographie panoramique de contrôle après la mise en charge immédiate des six implants à l'aide du bridge provisoire armé.



Figure 19 Vue clinique à trois mois postopératoires. Noter la qualité de la cicatrisation mucogingivale.



Figure 20 Vue clinique du bridge définitif, trois mois après la mise en charge immédiate.

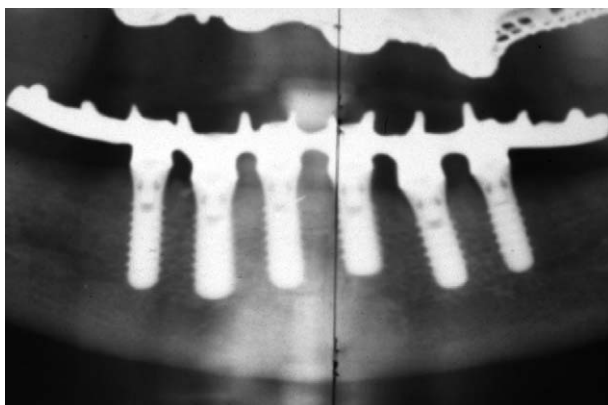


Figure 21 Contrôle radiographique après vissage du bridge définitif.

Discussion

Si la mise en charge immédiate dans le traitement de l'édentement complet mandibulaire apparaît comme une donnée médicalement avérée, sa mise en œuvre et sa réussite sont dépendantes d'une part de facteurs implantaire, et d'autre part de facteurs prothétiques. Les implants doivent être reliés entre eux par un fixateur externe, le bridge complet provisoire. Celui-ci permet la maîtrise des forces transmises à l'interface os-implant, afin de garantir le maintien de cette stabilité primaire et l'accomplissement de l'ostéointégration, garant de la réussite implantaire.

Les facteurs intervenant dans la stabilité primaire implantaire ont déjà été évoqués et nous ont conduits à mettre en place ce protocole pour traiter des cas d'édentés complets mandibulaires (os de bonne densité) avec des implants ITI® standard de diamètre 4,1 mm et d'une longueur minimale de 10 mm. Ces implants qui sont recouverts d'une surface microrugueuse SLA® permettent une ostéointégration rapide et prédictible.

Nous allons donc insister sur les deuxièmes facteurs de réussite, c'est-à-dire la maîtrise des forces transmises. Cette maîtrise va dépendre d'une part de la réalisation du bridge et d'autre part des forces elles-mêmes exercées sur le bridge.

Bridges provisoires en résine ou avec infrastructure coulée ?

Chez des patients édentés complets mandibulaires, des implants Straumann ITI® ont été placés dans le but de réaliser des bridges complets sur implants ou des bridges sur pilotis. Ces implants vont être mis en charge immédiatement suivant deux protocoles, donc deux types de bridges provisoires. Le premier protocole est direct. Il utilise l'ancienne prothèse adjointe du patient qui est ajustée et refondue sur des transferts en titane provisoire transvissés sur les implants : cette mise en charge se fait le jour de l'intervention. Le second protocole est indirect car il nécessite la prise d'une empreinte. Le bridge provisoire est renforcé par une armature en Chrome-Cobalt. Cette armature est réalisée au laboratoire et transvissée deux à trois jours après l'intervention.

Ces deux protocoles permettent de réaliser une mise en charge immédiate dans de bonnes conditions. Chaque protocole possédant des avantages et des inconvénients (Tableau 1).

En dehors des facteurs implantaires et osseux, c'est essentiellement la configuration de la superstructure prothétique qui exerce une influence sur la situation micromécanique et donc sur la réaction tissulaire en cas de mise en charge immédiate de l'implant. Un blocage primaire rigide des implants évite des situations de stress mécaniques incontrôlables générées par les macromouvements. Plus le matériau utilisé est rigide, meilleur semble être ce blocage. C'est pourquoi de nombreux auteurs proposent un renforcement des bridges provisoires par une barre linguale métallique afin de maintenir la stabilité obtenue (Schnitman et al. [1997] [5], Tarnow et al. [1997] [6], Balshi et al. [1997] [7], Ganeles et al. [2001] [8]). D'autres auteurs préconisent une mise en charge immédiate par le bridge définitif (Chavrier [2004] [9]). Dans ce cas, le délai de mise en charge passe à cinq ou sept jours : les temps de laboratoire sont plus longs et un enregistrement supplémentaire des rapports intermaxillaires est nécessaire.

Tableau 1 Avantages et inconvénients du protocole direct et indirect.

| | Avantages | Inconvénients |
|---------------------|--|--|
| Technique directe | <ul style="list-style-type: none"> Le patient repart avec ses dents à la fin de la chirurgie Prise de l'occlusion plus rapide Moindre coût | <ul style="list-style-type: none"> Allongement du délai opératoire global Bridge de moins grande rigidité Plus grande fragilité et problème de fracture du <i>cantilever</i> au niveau du pilier distal Bridge provisoire de courte durée (3 à 4 mois maximum) |
| Technique indirecte | <ul style="list-style-type: none"> Bridge de grande rigidité Meilleure adaptation Meilleur résultat esthétique et meilleure finition Bridge provisoire de longue durée | <ul style="list-style-type: none"> Allongement du délai de traitement Augmentation du coût Difficulté de la prise de relation intermaxillaire |

Restaurations provisoires vissées ou scellées ?

Les deux protocoles proposés font appel à des restaurations transvissées, ce qui semble être la grande majorité des techniques présentées dans la littérature en ce qui concerne la mise en charge immédiate. Cependant, les restaurations provisoires vissées ou scellées montrent des succès comparables et aucune différence significative n'a pu être établie (Tarnow et al. [1997] [6], Ganeles et al. [2001] [8]). Mais dans le cas de restaurations provisoires scellées, celle-là ne doit pas être déposée tout au long de la période de cicatrisation au risque de générer des macromouvements pouvant alors compromettre l'ostéointégration (Tarnow et al. [1997] [6]).

Longueur des extensions distales ?

Les taux de succès des bridges complets mandibulaires ne montrent pas de différences que ceux-là présentent ou non des extensions distales. Certains auteurs pensent que la présence de *cantilevers* est néfaste au niveau biomécanique (Brunski [1993] [2], Tarnow et al. [1997] [6]), alors que d'autres ont obtenu des résultats comparables aux procédés conventionnels en deux temps avec ce type de restaurations (Randow et al. [10] [1999], Colomina [11] [2001]). La présence de *cantilevers* doit être minorée au cours de la phase de cicatrisation osseuse. Cependant, ce manque de calage distal peut s'accompagner d'un inconfort pour le patient.

Les précédentes études montrent qu'une extension plus importante est cliniquement acceptable lors de la réalisation de la prothèse définitive, jusqu'à 14 mm, mais une fois la période de remodelage commencée, après trois mois.

La réalisation d'extensions distales pose un problème dans le protocole direct. En effet, lorsque le bridge provisoire n'est pas armé, ces extensions constituent un point de faiblesse et nous avons relevé des problèmes de fractures au niveau du pilier distal nécessitant des réparations. Dans les premiers temps de la cicatrisation (c'est-à-dire les deux premiers mois) la dépose du bridge étant contre-indiquée, la réparation de ce type de fracture est très problématique.

Le concept occlusoprothétique

Lors de la réalisation de la prothèse provisoire, une occlusion totalement équilibrée, bilatéralement balancée doit être mise en place, avec une absence de contact antérieur en relation centrée et des contacts stabilisants en propulsion pour éviter une

augmentation des contraintes transmises au niveau antérieur, à l'interface os-implant. La fonction canine doit être supprimée et la morphologie occlusale des dents prothétiques limitée, les pentes cuspidiennes devant être faibles.

Le problème d'un enregistrement adéquat des relations intermaxillaires et l'établissement d'une bonne dimension verticale d'occlusion se posent après la chirurgie. Un enregistrement préopératoire des relations intermaxillaires et l'essayage d'un montage esthétique et fonctionnel validé permettront la fabrication d'une clé en silicone guidant le prothésiste pour le montage des dents sur la restauration provisoire.

Il incombe donc au praticien de vérifier tout au long du traitement une bonne répartition des charges occlusales, qui commence avec un enregistrement adéquat des relations intermaxillaires et un schéma occlusoprothétique adapté.

Fonctions et parafunctions

Le contrôle des fonctions est un des paramètres à considérer pour la réussite de la mise en charge immédiate. Une alimentation molle est préférentiellement recommandée au patient pendant les mois suivant la chirurgie implantaire. Par la suite, après un délai de l'ordre de deux mois de cicatrisation, le patient peut progressivement augmenter son activité masticatoire. Les forces verticales exercées durant la fonction sont beaucoup moins nocives pour la stabilité primaire que les forces horizontales.

C'est pour cette raison que le bruxisme et les surcharges occlusales sont considérés comme des contre-indications à la mise en charge immédiate, ce qui est confirmé par le fort taux d'échec chez ce type de patient relevé dans la littérature.

Dans l'étude de Balshi et al. (1997) [7], six des huit échecs sont survenus chez des patients bruxomanes. Pour Colomina (2001) [11], les deux seuls échecs apparus sur 61 implants ont eu lieu chez des patients présentant une pathologie occlusale et des tensions musculaires importantes. De même, Ganeles et al. (2001) [8], n'ont rapporté qu'un seul échec sur 161 implants chez un patient bruxomane.

Protocole indirect : le problème de la flexibilité mandibulaire

Lors de l'ouverture buccale, la mandibule subit des variations dimensionnelles. En 1974, De Marco [12] a quantifié les variations retrouvées en fonction du degré d'ouverture buccale. Les résultats ont montré une contraction moyenne de la distance entre les deux branches montantes de la mandibule de

l'ordre de $0,78 \pm 0,05$ mm lors d'une ouverture buccale maximale. Cependant, il apparaît qu'aucun changement ne se produit en dessous de 28 % d'ouverture.

Les impératifs de la mise en charge immédiate passent par la nécessité de la réalisation d'une structure monobloc liant de manière rigide des implants entre eux.

La déformation de la mandibule rencontrée lors de la fonction va influencer les différentes étapes de la restauration prothétique implantoportée de l'édenté complet mandibulaire dans le cas du protocole indirect.

Hobkirk (1991) [13] a soulevé différents points :

- quelle doit être la position de la mandibule lors de la prise d'empreinte ?
- Faut-il scinder un bridge complet mandibulaire en plusieurs parties ?

Prise d'empreinte

Dans les protocoles de mise en charge immédiate, celle-ci est réalisée au terme de la chirurgie.

Une prothèse fixée s'adaptant parfaitement sur le maître-modèle peut ne pas être adaptée de manière parfaitement passive, lors de son insertion en bouche à cause des faibles variations de la mandibule en fonction de l'ouverture buccale.

Si l'empreinte est réalisée la bouche grande ouverte, les piliers implantaire seront enregistrés dans une position plus linguale par rapport au repos. Cela est dû à la très faible contraction de la mandibule lors de l'ouverture. La passivité recherchée peut alors être compromise et des tensions néfastes apparaissent alors. Ce phénomène peut être plus important au niveau des implants placés distalement par rapport aux foramens. Ce manque d'adaptation pourrait être à l'origine de tension à l'interface os-implant et pourrait modifier la cicatrisation osseuse autour de l'implant. Cependant, ce phénomène pourrait être minimisé par la mise en charge immédiate par rapport à une mise en charge classique et cela par un phénomène d'ostéoadaptation. Néanmoins, Fischman (1990) [14] suggère de réaliser les empreintes bouche à moitié fermée, à l'aide de porte-empreinte individuel, en relâchant les muscles du patient.

Conception du bridge

D'un point de vue biomécanique, un bridge complet va générer des forces de torsion qui sont habituellement compensées par le potentiel d'adaptation du ligament parodontal des dents naturelles. De telles forces peuvent conduire à des fractures de la suprastructure prothétique et à un inconfort voire des douleurs chez le patient dans le cas de traitement implantaire.

De Oliveira (2000) [15] rapporte le cas d'un patient traité par un bridge complet mandibulaire implantoporté selon un procédé conventionnel en deux temps chirurgicaux. Deux semaines après la mise en charge des huit implants mandibulaires (4 en interforaminal et 4 en distal), le patient se plaint de douleurs à l'ouverture, à la fermeture et lors de la mastication. Ce n'est que la division du bridge en trois parties qui supprimera l'inconfort du patient.

Lindquist et al. (1988) [16] ont montré que la perte osseuse autour des implants mandibulaires chez des patients présentant des bridges complets implantoportés, était plus importante au niveau des implants médians. Si ces derniers sont reliés aux implants postérieurs, les contraintes générées par la flexibilité mandibulaire risquent d'accroître la perte osseuse marginale autour de ces implants médians et le risque de fractures de la suprastructure.

Ainsi, pour respecter la flexibilité naturelle de la mandibule, une division des bridges complets pourrait être envisagée dans le cas d'implantation distale aux foramens mentonniers. Cependant, aucun cas d'inconfort n'a été reporté dans le cas de mise en charge immédiate. La division systématique du bridge définitif dans le cas de prothèse implantoportée peut donc être discutée.

En ce qui concerne la réalisation du bridge provisoire, cette division est à proscrire, car ce sont les impératifs biomécaniques qui priment. La priorité est à la réalisation d'un « fixateur externe » qui joue d'autant mieux son rôle si tous les implants sont reliés par une seule suprastructure monobloc.

Conclusions

La mise en charge immédiate semble donc constituer une procédure fiable dans le traitement de l'édentement complet mandibulaire par une prothèse implantoportée. Le confort et la satisfaction des patients, associés à ces premiers résultats sont très encourageants pour l'avenir de ce concept.

Les deux éléments fondamentaux dans la réussite de la mise en charge immédiate sont la stabilité initiale et son maintien qui vont conditionner le degré d'amplitude des mouvements au cours de la cicatrisation et vraisemblablement le type de cicatrisation (osseuse ou fibreuse).

Cette technique comporte différents avantages :

- elle permet un gain de temps, qui, d'un point de vue psychologique, est un facteur de réussite du traitement prothétique de l'édentement total, au même titre que la qualité du travail réalisé (Gilbert et al. [17], [1987]) ;

- elle guide la cicatrisation osseuse. On s'affranchit également d'exercer sur les implants des forces occlusales anarchiques et incontrôlables par une prothèse amovible complète instable, qui risquent de compromettre l'ostéointégration et d'augmenter considérablement les risques d'échecs ;
- la connexion rigide des différents piliers implantaire va limiter les micromouvements et ainsi favoriser l'ostéointégration.

Références

- [1] Schnitman PA, Whorle PS, Rubenstein JE. Immediate fixed interim prostheses supported by two-stage threaded implants: methodology and results. *J Oral Implantol* 1990; 16:96-105.
- [2] Brunski JB. Avoid pitfalls of overloading and micromotion of intraosseous implants (interview). *Dent Implantol Update* 1993;4(10):77-81.
- [3] Henry PJ, Rosenberg I. Single-stage surgery for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1994;6:1-9.
- [4] Misch CM. Immediate loading of definitive implants in the edentulous mandible using a fixed provisional prosthesis: the denture conversion technique. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:106-15.
- [5] Schnitman PA, Wohrle PS, Rubenstein JE, Dasilva JD, Wang NH. Ten year results for Brånemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:495-503.
- [6] Tarnow DP, Emtiaz S, Classi A. Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1 to 5 years data. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:319-24.
- [7] Balshi TJ, Wolfinger GJ. Immediate loading of Brånemark implants in edentulous mandibles: a preliminary report. *Implant Dent* 1997;6:83-8.
- [8] Ganeles J, Rosenberg MM, Holt RL, Reichman LH. Immediate loading of implants with fixed restorations in the completely edentulous mandible: report of 27 patients from a private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:418-26.
- [9] Chavrier C. La prothèse fixée symphysaire mandibulaire avec mise en charge immédiate. *Implantodontie* 2004;13: 51-4.
- [10] Randow K, Ericsson I, Nilner K, Petersson A, Glantz PO. Immediate functional loading of Brånemark dental implants. An 18-month clinical follow-up study. *Clin Oral Implant Res* 1999;10:8-15.
- [11] Colomina LE. Immediate loading of implant-fixed mandibular prostheses: a prospective 18-month follow up clinical study- preliminary report. *Implant Dent* 2001;10:23-9.
- [12] De Marco TJ, Paine S. Mandibular dimensional change. *J Prosthet Dent* 1974;31:482-5.
- [13] Hobkirk JA, Schwarb J. Mandibular deformation in subjects with osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:319-28.
- [14] Fischman BM. The rotational aspect of mandibular flexure. *J Prosthet Dent* 1990;64:483-5.
- [15] De Oliveira RM, Emtiaz S. Mandibular flexure and dental implants: a case report. *Implant Dent* 2000;9:90-5.
- [16] Lindquist LW, Rockler B, Carlsson GE. Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1988;59:59-63.
- [17] Gilbert Y, Soulet H, Blandin M. Incidences psychologiques de l'édentement total. In: *Encyclopédie Médicochirurgicale*. Paris: Odontologie; 1987. p. 1-6.

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

EXPERTISE MÉDICALE CONTINUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Examen neurologique facial à l'usage de l'odontologiste et du chirurgien maxillofacial

Neurologic facial testing for odontologist and maxillofacial surgeon

H. Taillia, (Professeur agrégé du Val-de-Grâce) *, T. de Greslan, (Spécialiste des hôpitaux des Armées), J.-L. Renard, (Spécialiste des hôpitaux des Armées),
F. Flocard, (Professeur agrégé du Val-de-Grâce)

Service de neurologie, hôpital d'instruction du Val-de-Grâce, 74, boulevard de Port-Royal, 75005 Paris, France

Disponible sur internet le 11 août 2005

MOTS CLÉS

Motricité de la face ;
Fonction neurovégétative ;
Motricité buccale ;
Troubles de la phonation

Résumé Cette mise au point traite de l'examen du visage et de la cavité buccale. Elle est divisée en trois chapitres : motricité, sensibilité (et gustation), et fonctions neurovégétatives. À chaque étape de l'examen sont rappelées les bases anatomiques indispensables à la compréhension des signes cliniques décrits. Les principales pathologies neurologiques de la face viennent illustrer notre propos et se veulent appropriées à la pratique courante de l'odontologiste et du chirurgien maxillofacial. Plusieurs schémas sont adjoints : ils ont pour but de résumer et de synthétiser le texte.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

KEYWORDS

Motricity of the face;
Neurovegetative function;
Motricity of buccal cavity;
Phonation disorders

Abstract In this article, we approach three independent chapters about the examination of the face and the buccal cavity : motricity, sensory-sensitivity and neurovegetative functions. The necessary anatomical basis are reminded in order to understand clinical signs and principal neurological diseases of the face, interesting odontologists, are developed. Lastly, we add several synoptic and/or synthetic tables to display an immediate exploitation of the text.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

Le but de cette mise au point est de fournir un outil clinique à l'odontologiste et au chirurgien maxillo-

facial. En effet, l'examen neurologique du visage et de la cavité buccale (à l'exclusion de l'examen de l'appareil pharyngolaryngé, de l'oculomotricité, de la vue, de l'audition, de l'olfaction, de la sensibilité et de la motricité du cou qui ne seront pas abordés ici) permet de fournir au praticien une séméiologie riche, parfois nuancée et subtile, l'aidant dans son diagnostic topographique lésionnel ainsi que dans le suivi postopératoire du patient. Une constante correspondance entre signes

* Cet article a été publié initialement dans la revue EMC-Dentisterie, 2004, vol. 1, 131-146. Nous remercions la rédaction pour son aimable autorisation de reproduction.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : flocard.frederic@wanadoo.fr (F. Flocard).

Tableau 1 Terminologie des nerfs crâniens.

| Ordre | Terminologie commune | Terminologie internationale | Terminologie latine |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| III | N. moteur oculaire commun | N. oculomoteur | N. oculomotorius |
| IV | N. pathétique | N. trochléaire | N. trochlearis |
| V | N. trijumeau | N. trijumeau | N. trigeminus |
| V1 | N. ophtalmique (de Willis) | N. ophtalmique | N. ophthalmicus |
| V2 | N. maxillaire supérieur | N. maxillaire | N. maxillaris |
| V3 | N. maxillaire inférieur | N. mandibulaire | N. mandibularis |
| VI | N. oculomoteur externe | N. abducens | N. abducens |
| VII | N. facial | N. facial | N. facialis |
| VII bis | N. intermédiaire (de Wrisberg) | N. intermédiaire | N. intermedius |
| VIII | N. vestibulocochléaire | N. vestibulocochléaire | N. vestibulocochlearis |
| IX | N. glossopharyngien | N. glossopharyngien | N. glossopharyngeus |
| X | N. pneumogastrique (ou vague) | N. vague (ou pneumogastrique) | N. vagus |
| XI | N. spinal | N. accessoire | N. accessorius |
| XII | N. grand hypoglosse | N. hypoglosse | N. hypoglossus |

cliniques et anatomie s'avère donc nécessaire. Elle se heurte cependant bien souvent aux nombreuses variations anatomiques auxquelles sont sujets les filets nerveux. Il s'agit donc, ici, d'édicter des règles générales, issues de l'observation, plutôt que de rendre compte de tous les cas de figures rendus possibles par les variations anatomiques interindividuelles. La face est innervée au niveau moteur, sensitif et végétatif (système lacrymal et salivaire en particulier) par le nerf facial (VII), le nerf trijumeau (V) et les nerfs mixtes (IX, X, XI et XII) (Tableau 1). Le nerf oculomoteur (III), responsable essentiellement de mouvements du globe oculaire, mais également impliqué dans la contraction du releveur de la paupière supérieure (et donc dans l'ouverture des yeux), ne fait pas l'objet d'une étude spécifique dans cet article. Trois chapitres sont respectivement abordés : la motricité, la sensorisabilité et les fonctions végétatives du visage et de la cavité buccale. Pour des raisons didactiques évidentes, l'examen de la face est divisé ici en entités anatomophysiologiques distinctes. C'est un leurre et un biais pédagogique. L'examen neurologique ne se conçoit, en fait, que dans sa globalité et on ne peut conclure en termes de diagnostic topographique neurologique qu'après avoir réalisé un examen neurologique complet de la face (moteur, sensitif, sensoriel et végétatif) mais aussi du corps entier.

Motricité

Motricité du visage (Fig. 1)

Si la motricité du visage est essentiellement assurée par le nerf facial (VII), la fonction masticatoire est globalement dévolue au contingent moteur du nerf mandibulaire (V3), branche du nerf triju-

meau.^{3,7} L'examen clinique débute par l'inspection du visage au repos, à jour frisant, à la recherche d'une amyotrophie, d'une activité musculaire spontanée (myokimies, fasciculations, spasme hémifacial), yeux ouverts puis fermés. L'impression de discrète asymétrie faciale doit être confrontée à une photographie d'identité afin de confirmer (ou non) son caractère récent. On note en particulier l'effacement du pli nasogénien ou des rides frontales du côté atteint, les possibilités d'occlusion de la paupière, la présence d'un écoulement salivaire ou l'impression de commissure labiale discrètement tombante du côté atteint. Puis la motricité faciale est étudiée de manière dynamique, d'abord par accomplissement de mouvements sur ordre, puis par étude de la mimique spontanée (recherche d'une dissociation automaticovolontaire).

L'atteinte de la motricité du nerf mandibulaire apparaît surtout lors de l'ouverture de la bouche (ou lors des mouvements de propulsion et de rétro-pulsion de la mâchoire inférieure) qui démasque le classique aspect de « bouche oblique ovalaire », témoin d'une part de la flaccidité des muscles masticateurs et du muscle digastrique du côté atteint et d'autre part de l'hyperactivité compensatrice des muscles controlatéraux (Fig. 1D). L'atteinte du contingent moteur du V3 est très rarement isolée et ce tableau de « bouche oblique ovalaire », souvent confondu avec une paralysie de la branche cervicofaciale du VII (ou nerf facial inférieur) devant la constatation d'une bouche asymétrique, tombante, est généralement aisément reconnu par son association à une hypoesthésie homolatérale du territoire cutané en regard de la mandibule et par l'absence d'effacement du pli nasogénien homolatéral. La branche motrice du V3 innerve également le muscle péristaphylin externe (muscle élévateur du voile du palais) et le muscle du marteau. Son atteinte peut se traduire

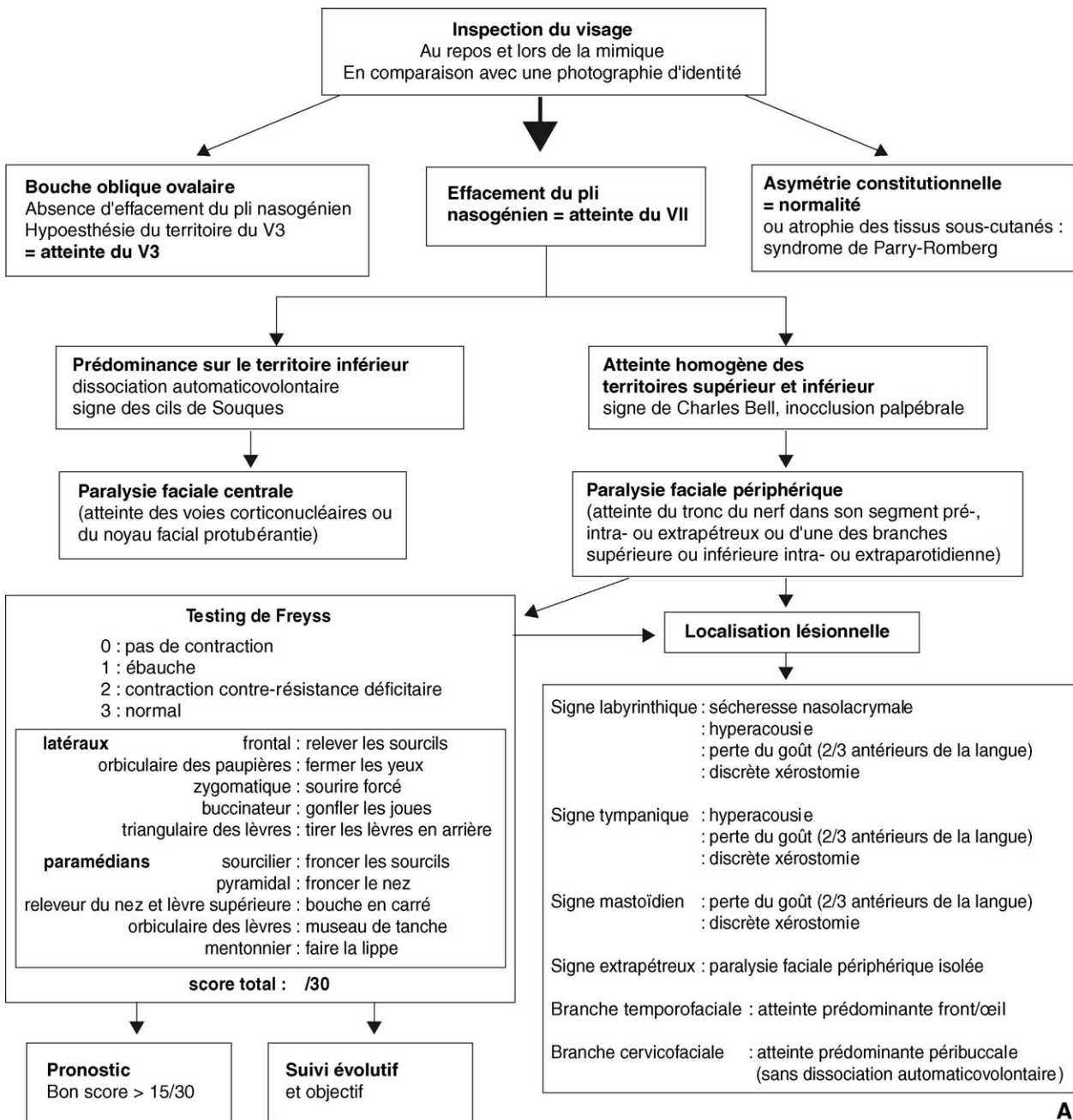


Figure 1 A. Tableau récapitulatif de l'examen de la motricité du visage. B. Paralysie faciale gauche périphérique et signe de Charles Bell (à la fermeture des paupières). C. Paralysie faciale centrale gauche et signe des cils de Souques (à la fermeture des paupières) : effacement moindre des plis frontaux et respect relatif de la courbure du sourcil. D. Bouche oblique ovale par atteinte du contingent moteur du V3 droit.

par une perte du rôle atténuateur de ce muscle dans la transmission acoustique et donc par une hyperacousie.^{1,2} Parfois, lors de lésions irritatives de la branche V3, le patient peut présenter un trismus par contraction du masséter et des muscles ptérygoïdiens (myokimies). Parmi les causes principales d'irritation du V3, on cite le contact de ce nerf avec une dent de sagesse ou lors de son extraction (accidents de la dent de sagesse) et les lésions directes du nerf maxillaire inférieur (contusion, blessure par arme blanche, etc.).

L'étude de la motricité du nerf facial a été standardisée par Freyss, grâce à un testing simple, reproductible et précis. Celui-ci étudie les 10 chefs musculaires les plus importants en les cotant chacun de 0 à 3 (0 : pas de contraction ; 1 : ébauche de mouvement ; 2 : contraction contre-résistance possible mais déficitaire ; 3 : contraction normale), le total étant donc à 30. En cas de paralysie faciale, un testing totalisant plus de 15/30 serait de pronostic favorable (Fig. 1, 2). À noter que lorsqu'on demande au patient de montrer les dents (ou de

A

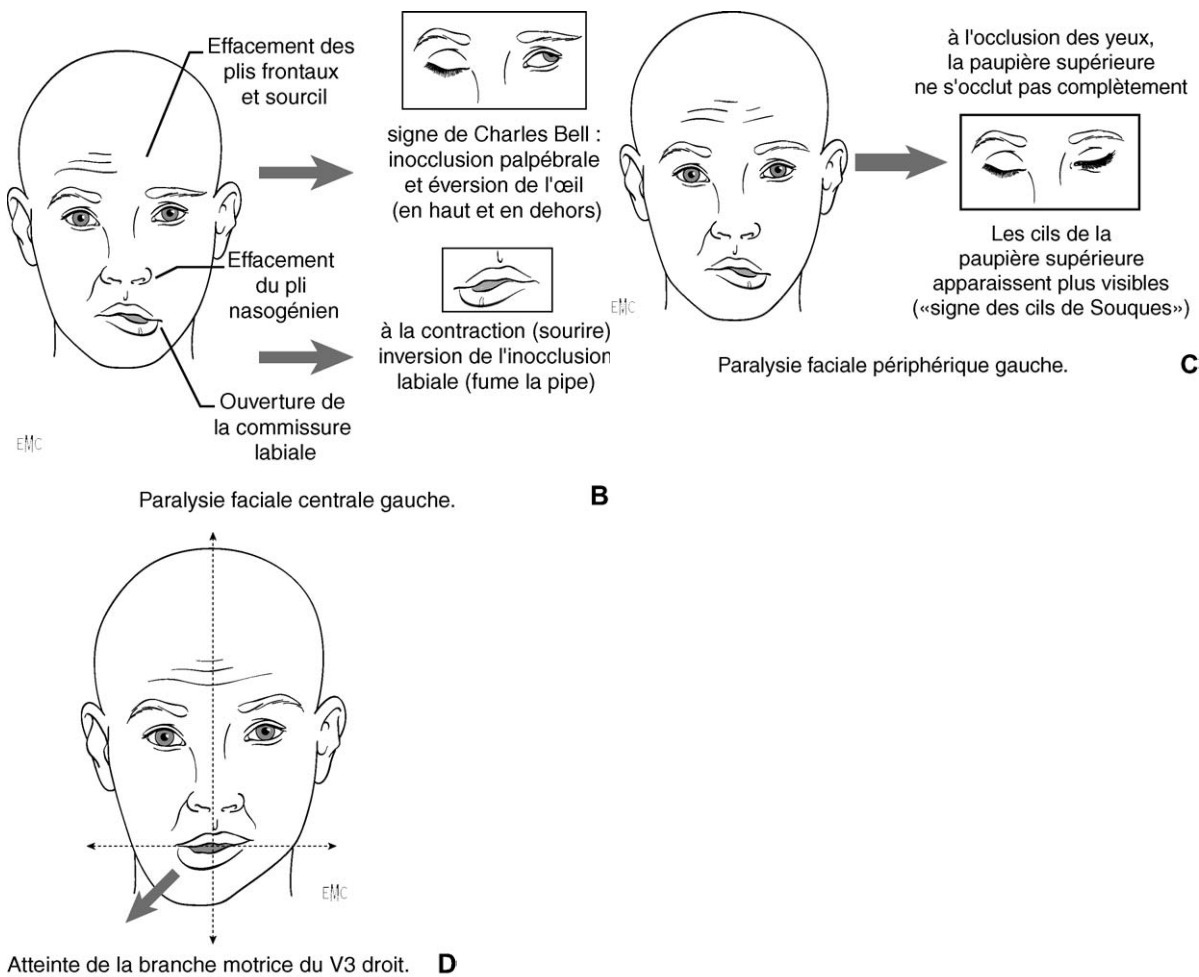


Figure 1 (suite)

sourire), seule la commissure labiale du côté sain va être mobile. Cela donne l'impression que le patient « fume la pipe » du côté sain (Fig. 1B).

En fait, les principales questions qui se posent au clinicien devant une atteinte du nerf facial n'est pas tant le diagnostic différentiel (atteinte du V3, syndrome de Parry-Romberg) que le diagnostic étiologique topographique (paralyse faciale centrale ou périphérique) et le niveau de lésion du nerf quand le caractère périphérique est confirmé. Ces questions impliquent un nécessaire rappel anatomique.⁵

Au niveau central, le premier motoneurone de la commande faciale naît dans la convexité du cortex de l'aire précentrale (en avant de la scissure de Rolando, aire frontale ascendante ou aire motrice primaire, siège d'une somatotopie décrite sous le nom d'homunculus de Penfield) controlatérale à l'hémiface concernée. L'axone passe par le bras antérieur de la capsule interne homolatérale au cortex moteur pour adopter ensuite un trajet globalement vertical, descendant, et atteindre, en décussant au niveau protubérantiel, le noyau facial controlatéral. Cependant, une partie de ces fibres,

ayant principalement pour cible le territoire facial supérieur, ne croisent pas. Ainsi, lors d'une paralyse faciale centrale, le défaut de commande de la branche temporofaciale (ou faciale supérieure) est en partie compensée par la voie corticonucléaire controlatérale à la lésion centrale. Cliniquement, le patient parvient à fermer l'œil du côté paralysé mais cette occlusion est imparfaite et discrètement hypotonique. Une discrète saillie de la partie inférieure de la paupière supérieure apparaît, laissant ressortir les cils : c'est le « signe des cils de Souques » (Fig. 1C). Au contraire, dans la paralyse faciale périphérique, il n'y a aucun système de compensation possible. La paupière supérieure ne se ferme pas, mettant en péril l'œil (risque fréquent de kératoconjonctivite). Lorsqu'on demande au sujet de fermer avec force les yeux, la paupière ne s'abaisse qu'à peine tandis que le globe oculaire opère un mouvement d'éversion (commandé par le nerf oculomoteur, intact) : c'est le signe de Charles Bell (Fig. 1B).

Lorsqu'il existe une paralyse faciale périphérique, la question du niveau d'atteinte lésionnelle se

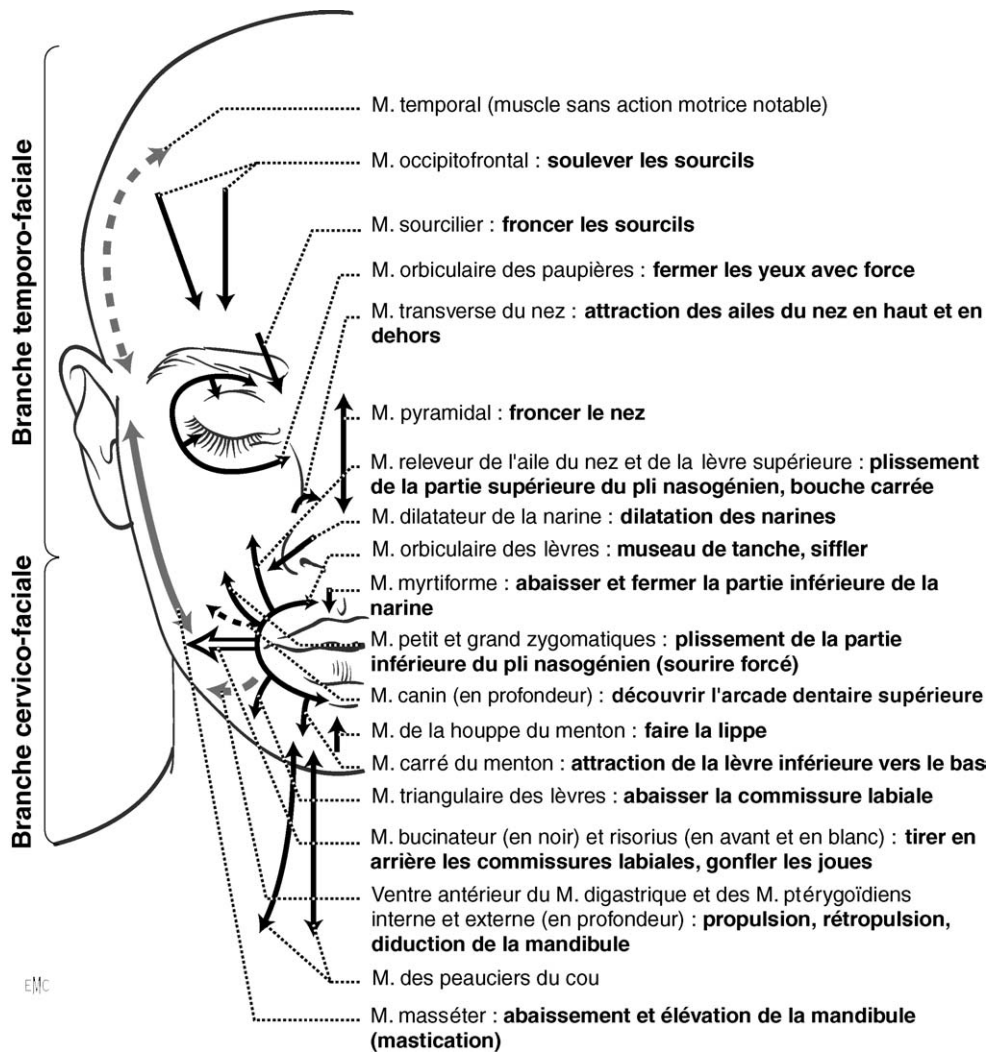


Figure 2 Vue antérieure schématique de l'hémiface droite. Les flèches noires : action des muscles innervés par le VII ; Les flèches grises: action des muscles innervés par le V3.

pose. Par définition, l'atteinte « périphérique » est la traduction d'une lésion située au niveau du second motoneurone du nerf facial, de sa naissance (au niveau de la synapse dans le noyau facial) à ses branches terminales. Au sortir du noyau facial, le contingent moteur du nerf facial est d'abord isolé. Il décrit un arc de cercle au sein de la protubérance dans un trajet initial en dedans et en arrière, contourne le noyau abducens (du nerf abducens ou VI) puis adopte un trajet en dehors et en avant au cours duquel il reçoit son contingent de fibres végétatives (système lacrymo-muco-nasal, noyau salivaire supérieur, noyau du faisceau solitaire) et sensibles (nerf VII bis ou nerf facial intermédiaire de Wrisberg). Le VII et le VII bis émergent au niveau du sillon bulboprotubérantiel, parallèlement au nerf vestibulocochléaire (VIII) et forment rapidement avec ce dernier le paquet acoustico-facial avant d'entrer dans le rocher par le canal auditif interne. Le contingent facial se sépare alors du nerf

VIII et pénètre dans l'aqueduc de Fallope. Il décrit dans le rocher un trajet en baïonnette. Ce trajet intrapétréux est divisé en trois : d'abord, le segment labyrinthique, long de 3 mm, qui se termine en s'élargissant pour donner naissance au ganglion géniculé ; puis le segment tympanique d'où émerge le grand nerf pétreux superficiel qui, se joignant au grand nerf pétreux profond (provenant du IX), reçoit le nom de nerf vidien à destination lacrymonasale ; enfin, le segment mastoïdien au sein duquel il donne naissance au muscle de l'étrier et à la corde du tympan, nerf à destination salivaire (glandes sous-maxillaire et sublinguale) et recevant par le nerf lingual les afférences gustatives des deux tiers antérieurs de la langue. Le nerf facial sort alors du massif crânien par le trou stylomastoïdien, à la base du crâne. Avant d'entrer dans la glande parotide, il reçoit le nerf sensitif de Ramsay-Hunt dont les fibres empruntent la voie du nerf intermédiaire de Wrisberg et émet des branches à destination motrice

(rameau du muscle stylohyoïdien et du ventre postérieur du muscle digastrique, muscles styloglosse et palatoglosse). Au sein de la parotide, le nerf facial est comme un signet dans un livre, ce qui explique son exposition dans la chirurgie et la pathologie parotidienne. Enfin, c'est dans son trajet intraparotidien que le nerf facial se divise en deux branches supérieure et inférieure.

Les émergences du nerf facial, en particulier lors de son trajet intraprétreux, permettent de localiser le site lésionnel en fonction des signes cliniques associés à la paralysie faciale périphérique :^{1,3,5,7}

- l'atteinte du segment labyrinthique associe une symptomatologie homolatérale à la lésion comprenant une sécheresse des fosses nasales et de l'œil (atteinte du nerf vidien), une hyperacousie (atteinte du nerf de l'étrier, ou nerf stapédien, qui n'atténue plus les mouvements de cet osselet dans la transmission du signal sonore), une perte du goût des deux tiers antérieurs de l'hémilangue, une xérostomie (atteinte du nerf lingual), une hypoesthésie de la conque de l'oreille (atteinte du nerf de Ramsay-Hunt) ;
- l'atteinte du nerf facial dans son segment tympanique préserve de l'assèchement de l'œil et des fosses nasales au niveau homolatéral ;
- la lésion du segment mastoïdien est à l'origine d'un tableau qui s'allège encore avec disparition de l'hyperacousie homolatérale (Fig. 1).

Au décours d'une paralysie faciale périphérique, même en cas de récupération complète de la force motrice, on assiste fréquemment à des manifestations musculaires séquellaires à type de syncinésies ou de spasme hémifacial. Une manifestation à part doit enfin être individualisée : il s'agit du spasme médian de la face ou syndrome de Meige ou blépharospasme. Il correspond à un mécanisme dystonique de nature inconnue et se traduit par une contraction intense et longue (jusqu'à 1 minute) des deux paupières provoquant ainsi leur fermeture inopinée. Ce phénomène croît à la lumière et à l'émotion et cède au relèvement mécanique de la paupière supérieure par le doigt.¹

Motricité de la cavité buccale (Fig. 3)

L'examen clinique de la cavité buccale que pratique le neurologue se limite à l'examen de la langue et du voile du palais. Au niveau fonctionnel, il s'intéresse à la phonation et à la déglutition.

Examen de la langue^{2,6,8}

Les 12 muscles de la langue sont essentiellement innervés par le nerf hypoglosse (XII). Le noyau du XII, situé dans la partie paramédiane antérieure du bulbe, émerge par une dizaine de filets dans le

sillon collatéral antérieur. Ces filets nerveux se réunissent en un tronc unique avant de passer dans le canal condylien antérieur, intracrânien. Dès sa sortie, le XII entre en contact avec l'artère carotide interne et ses satellites - ganglion parasymphatique plexiforme et ganglion sympathique cervical supérieur - autour desquels il s'enroule dans un trajet globalement descendant (cette contiguïté explique la fréquente symptomatologie linguale dans les dissections de l'artère carotide interne en particulier). Le XII est également doublé à la sortie du canal condylien antérieur d'un rameau sensitif méningé expliquant ainsi les céphalalgies et cervicalgies homolatérales dans la dissection ou la chirurgie carotidienne. Il oblique ensuite vers l'avant en un trajet horizontal et en dedans jusqu'à la langue non sans avoir émis lors de son virage un rameau moteur descendant, juxtacarotidien à destination des muscles cervicaux ainsi qu'une anastomose avec les II^e et III^e nerfs cervicaux.

L'atteinte du XII est à l'origine d'une hémiparésie linguale homolatérale très précoce avec fasciculations bien visibles (faire reposer la langue sur le bord de l'arcade dentaire inférieure) et d'une paralysie de l'hémilangue. Il s'ensuit des troubles articulaires et de la déglutition. La protraction de la langue dévie celle-ci du côté paralysé. La rétraction de langue la dévie du côté sain. En cas d'atteinte bilatérale du XII, une ébauche de mouvements linguaux est cependant rendue possible par l'intermédiaire du nerf glossopharyngien qui commande en partie le muscle styloglosse et le pharyngoglosse (petits muscles latéraux pairs de la langue) et le nerf vague (X) qui innerve également le pharyngoglosse et le glossostaphylin.

Examen du voile du palais^{1,2,3,6,7}

Le voile du palais se présente comme le prolongement arrière du palais osseux. Il se poursuit de côté par le pilier antérieur et postérieur (l'amygdale palatine est située entre ces deux piliers) et au milieu par la luette. Les muscles pérystaphylins (interne et externe) suspendent le voile du palais et, en se contractant, agissent comme tenseurs et élevateurs du voile. Les muscles des piliers sont disposés en arc d'ogive (muscle glossostaphylin pour le pilier antérieur et muscle pharyngostaphylin pour le pilier postérieur) et abaissent le voile en se contractant. Le muscle palatostaphylin, médian, naît du bord postérieur du palais osseux et constitue le muscle de la luette qu'il élève en se contractant. La commande motrice du voile du palais est dédiée au X, hormis pour le muscle pérystaphylin externe commandé par le V3. L'atteinte de ce dernier n'est pas suffisante pour provoquer une symptomatologie au niveau du voile. Le noyau mo-

Déviations de la langue du côté A à la protraction, déviations du côté B à la rétraction
= atteinte du XII du côté A
 (bulbe homolatéral puis trou condylien antérieur, puis trajet au contact de la carotide interne, du ganglion parasymphatique plexiforme, du ganglion sympathique cervical supérieur puis langue)

Abaissement du voile du palais du côté A et élévation compensatoire du voile du côté B
 (épreuve sensibilisée quand on demande au patient d'émettre le son [é])
 ou
 stimulation du voile par abaisse-langue provoquant une contraction du voile uniquement du côté B (réflexe du voile)
 ± associée à des troubles de la phonation et fausse-route aux liquides
= atteinte du X du côté A

Déviations de la paroi postérieure de l'oropharynx du côté B qui seule se contracte à l'émission du son [a] (signe du rideau)
 ± associée à troubles de la phonation et fausse-route aux liquides
= atteinte du X (ou du IX) du côté A

Fausse-roues aux liquides, nasonnement, réflexe nauséux négatif, hypotonie globale du voile
 ± associés à une discrète diplégie faciale (amimie), voire un rire et un pleurer spasmodique
= syndrome pseudobulbaire
 (atteinte des voies corticonucléaires bilatérales à destinée des noyaux ambigus)

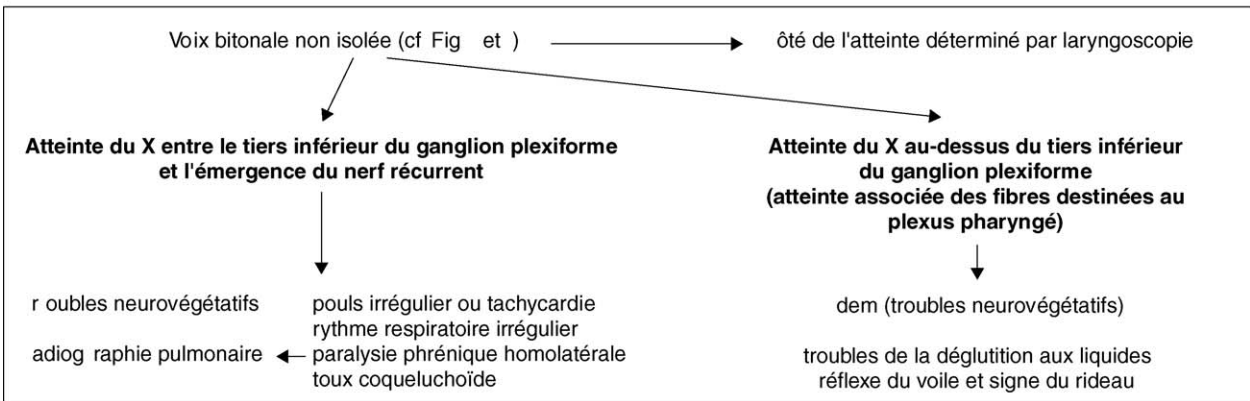
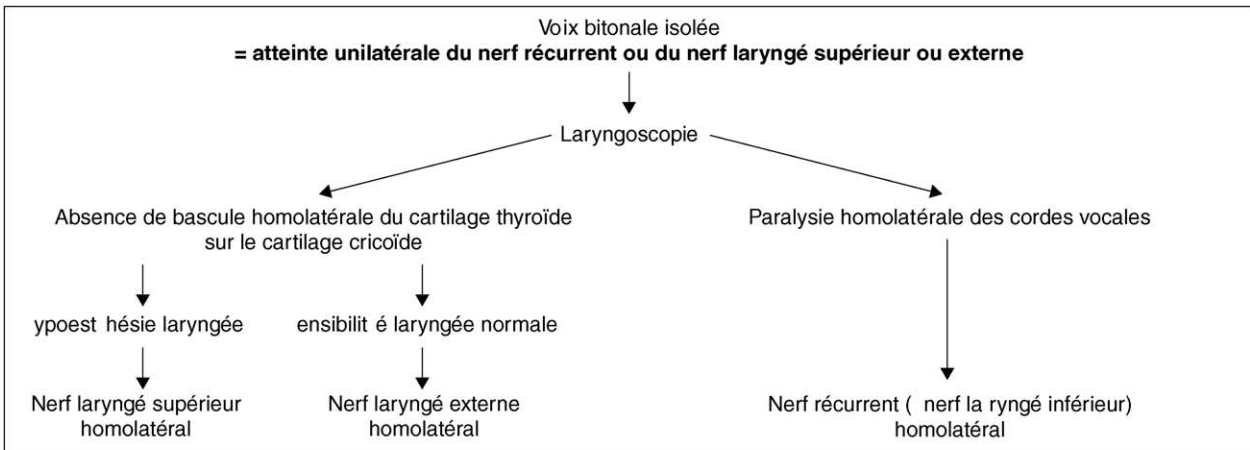


Figure 3 Orientation du diagnostic lésionnel et topographique en fonction des troubles de la motricité de la langue ou de la cavité buccale.

Le X est situé dans le noyau ambigu. Son trajet sera étudié au chapitre suivant (« Troubles de la phonation et de la déglutition »). Au sortir du ganglion plexiforme, les fibres motrices du X à

destinée du voile (et du pharynx) se détachent du contingent principal et constituent le plexus pharyngien. L'atteinte du X se traduit, au niveau du voile, par une abolition de la motricité du palais

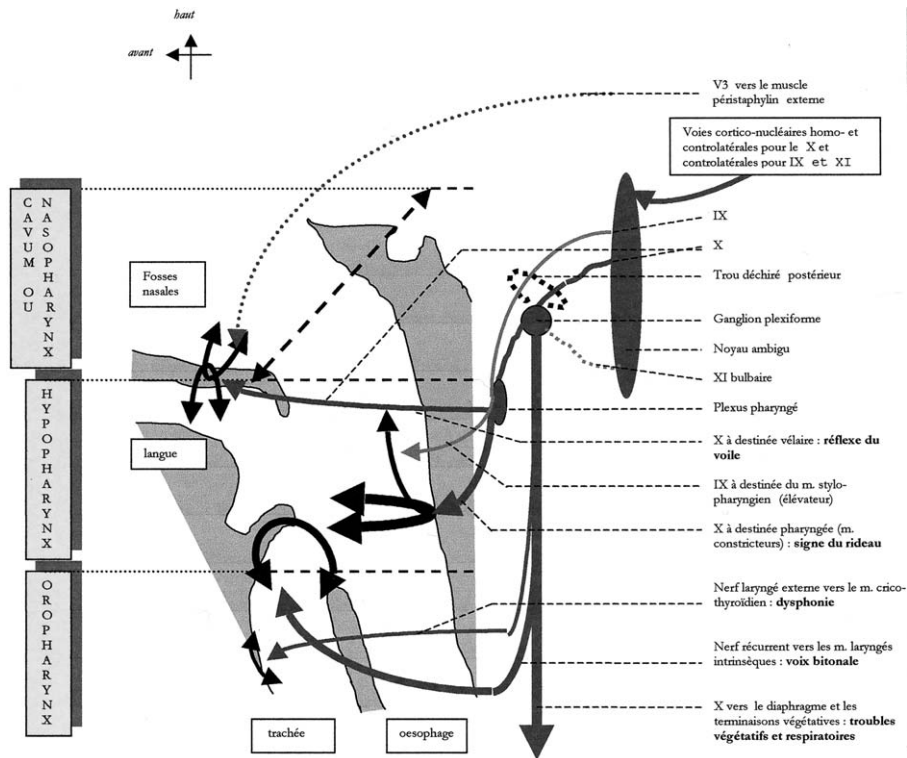


Figure 4 Vue sagittale du voile, du pharynx et du larynx. Correspondances anatomo-cliniques. En pointillé figurent les nerfs dont l'atteinte isolée n'a pas (ou très peu) de traduction clinique motrice. Tous les nerfs représentés sur ce schéma sont impliqués dans la déglutition (hormis le nerf laryngé externe).

membraneux homolatéral qui sera hypotonique, tombant, et par une élévation compensatrice du bord libre du voile controlatéral. La recherche du *réflexe du voile* (stimulation tactile du voile par un abaisse-langue) provoque de même une contraction limitée au côté sain. L'émission du son [é], qui normalement élève au maximum le voile du palais, provoque, lors de la paralysie de l'hémivoile, une augmentation de l'asymétrie entre côté sain et atteint.

La fonction principale du voile étant l'occlusion du nasopharynx (cavum), les conséquences de la paralysie du voile s'objectivent surtout lors de la phonation et de la déglutition. Une mauvaise occlusion vélopalatine aboutit à un défaut de prononciation des sons [p], [t] et [k], ainsi qu'une fuite d'air par le nez à l'origine d'un nasonnement caractéristique. Au cours de la déglutition, on observe de même une régurgitation par le nez des aliments et surtout des liquides.

De manière beaucoup plus rare, on décrit une entité pathologique désignée sous le terme de myoclonie du voile ou vélopalatine. Il s'agit cliniquement de secousses rythmiques rapides du voile du palais diffusant parfois à la face, constantes même durant le sommeil. Elles traduisent une lésion sur le circuit reliant le noyau dentelé cérébelleux homolatéral au noyau olivaire bulbaire controlatéral.

Troubles de la phonation et de la déglutition ^{1,2,3,6,7,8}

Il ne nous appartient pas ici de décrire les mécanismes complexes impliqués dans la phonation et la déglutition mais plutôt de fournir, en cas d'atteinte de ces deux fonctions, des arguments cliniques en faveur d'une origine neurologique (et d'en déduire le niveau lésionnel). Outre le voile du palais, le pharynx et le larynx interviennent dans ces mécanismes (Fig. 4).

Pharynx

Le pharynx peut être assimilé à un conduit vertical tapissant en arrière la colonne vertébrale cervicale et ouvert en avant et en haut vers les fosses nasales (nasopharynx ou choane), en avant et en son tiers moyen vers la cavité buccale (oropharynx), en avant et en bas vers le larynx, partie supérieure de la trachée et de l'arbre bronchorespiratoire (hypopharynx). Il se prolonge, à sa partie inférieure, par l'œsophage (bouche de l'œsophage). Il est innervé par le X et accessoirement par le IX. Les muscles du pharynx sont divisés en deux groupes : les muscles constricteurs (supérieur, moyen et inférieur) commandés par le nerf pneumogastrique et le muscle stylopharyngien, élévateur, essentiellement innervé par le nerf glossopharyngien. Le déficit de la motricité du pharynx se traduit par un trouble de la

phase finale de la déglutition (temps pharyngien : fermeture de l'épiglotte) et donc par un risque important de fausse-route. Ce trouble apparaît d'autant plus volontiers que le bol alimentaire est suffisamment fissible pour passer l'étroite filière épiglottique, situation privilégiée lors de la déglutition des liquides et de la salive. En pratique, il n'est pas possible, lors de l'examen bouche-ouverte du pharynx, de différencier une atteinte du groupe constricteur d'un déficit de l'élévateur. À l'examen, la paroi postérieure du pharynx dévie du côté sain lors de l'émission du son [a] (*signe du rideau*). Les fibres motrices du IX et du X ont une origine et un trajet contigus si bien que leur atteinte est en règle concomitante. Leurs noyaux moteurs sont regroupés au sein du noyau ambigu, situé en position paramédiane postérieure bulbaire. Les fibres efférentes sortent du bulbe en avant et en dehors de la lame dorsale de l'olive et traversent le crâne au niveau du trou déchiré postérieur (en compagnie de la racine bulbaire du nerf spinal). Le nerf vague forme, avec le nerf spinal bulbaire, le ganglion plexiforme. Les fibres motrices du X à destination du pharynx (et du voile) sortent du ganglion plexiforme et rejoignent celle du IX dans le plexus pharyngien avant de faire synapse avec les muscles effecteurs. Le premier motoneurone cortical à destination du noyau moteur du IX croise au niveau bulbaire tandis que le faisceau corticonucléaire faisant synapse avec le noyau moteur du X envoie non seulement des fibres qui décussent à l'étage bulbaire mais aussi des fibres homolatérales au premier motoneurone. Ainsi, en termes de motricité pharyngée, on comprend que l'atteinte unilatérale du noyau ambigu entraîne un trouble de la déglutition tandis que l'atteinte d'un faisceau corticonucléaire ne compromet que la commande du muscle stylopharyngien, muscle accessoire, insuffisant à provoquer un trouble de la déglutition. Il faut donc une atteinte des deux voies corticonucléaires à destination des noyaux ambigus pour provoquer une symptomatologie similaire à une lésion bulbaire : c'est le *syndrome pseudo-bulbaire*. Celui-ci associe des troubles de déglutition de type bulbaire et des troubles de la phonation uniquement en cas d'atteinte des voies corticonucléaires droite et gauche à destination des noyaux ambigus et en particulier de leur zone médiane (noyau moteur du X). Ce syndrome peut se compléter lorsque les voies corticonucléaires bilatérales sont atteintes de manière extensive. Si les lésions touchent les voies de commande de la motricité faciale, le patient a au maximum une diplopie faciale, au minimum une *amimie*. Enfin s'y associe souvent alors un *rire et un pleurer spasmodique* par dérégulation de la traduction par la mimique du ressenti émotionnel.

Larynx

Le larynx constitue la partie initiale et supérieure du tractus respiratoire. Il est composé de l'os hyoïde, d'éléments cartilagineux (cartilage cricoïde, thyroïde - la pomme d'Adam, aryténoïdes, corniculés et de l'épiglotte), de ligaments et de membranes qui maintiennent ces cartilages entre eux et de muscles. Ceux-ci se divisent en deux groupes : les muscles extrinsèques qui amarrent le larynx (et le pharynx) à la langue et à la colonne vertébrale, et les muscles intrinsèques qui assurent les mouvements de fermeture-ouverture du larynx et donc la phonation. Ces derniers sont innervés par deux branches du X auquel s'adjoint le nerf spinal bulbaire (naissant à la partie inférieure du noyau ambigu, il suit le trajet du X du trou déchiré postérieur aux muscles laryngés intrinsèques) : le nerf laryngé inférieur ou nerf récurrent et, plus accessoirement, la branche inférieure (nerf laryngé externe) du nerf laryngé supérieur (Fig. 5).

Les deux nerfs récurrents ont des trajets très différents. Le nerf récurrent droit se détache du nerf vague alors que celui-ci chemine verticalement en arrière du principal paquet artérioveineux cervical : carotide primitive en dedans et veine jugulaire interne en dehors. Deux centimètres au-dessus de la division du tronc artériel brachio-céphalique, le nerf récurrent se détache donc et effectue une boucle de l'avant vers l'arrière autour de la portion initiale de l'artère sous-clavière droite (en regard du dôme pleuropulmonaire droit), puis rejoint, en un trajet oblique en haut et en dedans, l'angle trachéo-œsophagien droit et la loge thyroïdienne droite. À cet étage, il est donc au contact en dehors avec la face postéro-interne du lobe thyroïdien droit (où il croise sur son trajet la glande parathyroïde inférieure), en dedans avec l'artère thyroïdienne inférieure, en avant avec la trachée et en arrière avec l'œsophage. Il se termine au niveau du larynx où il émet des terminaisons vers tous les muscles intrinsèques hormis le muscle cricothyroïdien. Le nerf récurrent gauche a un trajet encore plus long. Il suit, comme son homologue, la face postérieure du paquet vasculaire artère carotide primitive-veine jugulaire interne, contourne d'avant en arrière la portion horizontale de la crosse de l'aorte, avant de remonter en un trajet globalement vertical dans l'angle trachéo-œsophagien gauche. Son trajet, jusqu'à sa terminaison, est alors symétrique au nerf récurrent droit.

Les nerfs laryngés supérieurs ont des trajets identiques à droite et à gauche. Le nerf laryngé supérieur naît du ganglion plexiforme et se dirige en bas et en dedans vers la paroi latérale du pharynx. Il croise sur sa trajectoire la carotide interne,

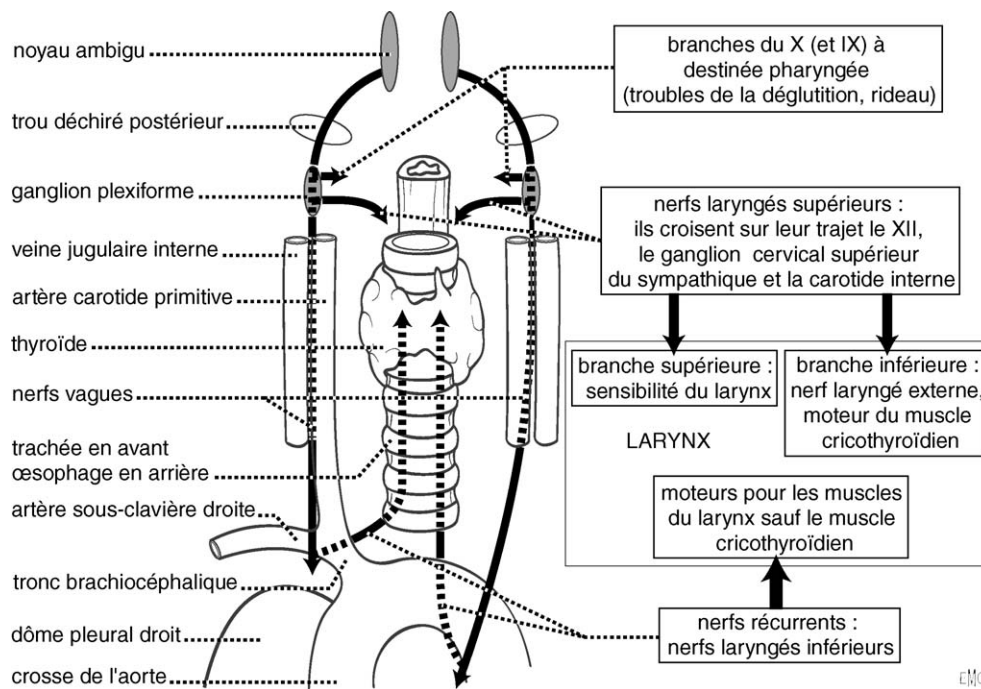


Figure 5 Trajet des nerfs laryngés inférieurs (= nerfs récurrents) et des nerfs laryngés supérieurs.

le ganglion cervical supérieur du sympathique et nerf hypoglosse. Il émet ensuite une branche supérieure, sensitive et une branche inférieure, motrice, le nerf laryngé externe qui va innover essentiellement le muscle cricothyroïdien du larynx.

Le déficit unilatéral de la motricité du larynx est à l'origine d'une *voix bitonale* caractéristique dont le grand pourvoyeur est la paralysie récurrentielle, en particulier après chirurgie thyroïdienne. Mais, on l'a compris, bien d'autres étiologies peuvent être en cause : atteinte des nerfs laryngés supérieur ou externe, atteinte du nerf vague en amont de la division récurrentielle. L'atteinte récurrentielle peut se voir lors de pathologies aussi variées qu'une dissection aortique (paralysie gauche), qu'une tumeur du dôme pleuropulmonaire droit (paralysie droite), qu'une tumeur œsophagienne ou trachéolaryngée. En laryngoscopie, la corde vocale est en adduction mais parfois, elle est tout de même ouverte par persistance de la commande du muscle cricothyroïdien. L'atteinte du nerf laryngé supérieur ou du nerf laryngé externe, à l'origine d'une paralysie du muscle cricothyroïdien, se traduit par une absence de bascule du cartilage thyroïde sur le cartilage cricoïde. Il s'ensuit une diminution de la tension des cordes vocales que l'on observe au mieux en laryngoscopie. Lorsque l'atteinte a son origine en amont de la naissance de la branche récurrentielle du nerf vague mais au-dessous du ganglion plexiforme, la symptomatologie s'enrichit de signes neurovégétatifs transmis par le X (tachycardie ou instabilité du rythme cardiaque, modification du rythme respiratoire, toux

coqueluchoïde, troubles respiratoires en rapport avec l'atteinte de la motricité diaphragmatique homolatérale, transmise par le nerf phrénique). Le tableau se complète encore lorsque l'atteinte concerne la portion allant du noyau ambigu au ganglion plexiforme : voix bitonale et nasonnée, fausses-routes aux liquides avec régurgitation nasale, signes végétatifs, paralysie de l'hémivoile et de l'hémipharynx (signes du voile et du rideau), signes sensitifs (cf. chapitre suivant : « Sensibilité »).

L'atteinte motrice bilatérale du larynx (syndromes bulbaires, pseudobulbaires ou lésions bilatérales sur le trajet des nerfs à destinée laryngée) s'accompagne d'une aphonie. L'épiglotte n'étant plus mobilisée, une dyspnée ne tarde pas à apparaître. Les autres signes d'accompagnement dépendent du niveau lésionnel.

Sensibilité

Sensibilité du visage (Fig. 6)

Elle dépend essentiellement des branches sensibles du nerf trijumeau (V), au nombre de trois :⁴ le nerf ophtalmique de Willis (V1), le nerf maxillaire (V2) et le nerf mandibulaire (V3). Ils se partagent la sensibilité du visage hormis une petite zone en regard de l'angle mandibulaire (encoche massétérienne dépendante des racines C2 et C3), le scalp occipito-pariéto-temporal (innervé par les racines C2-C3), et les deux tiers postérieurs de l'oreille

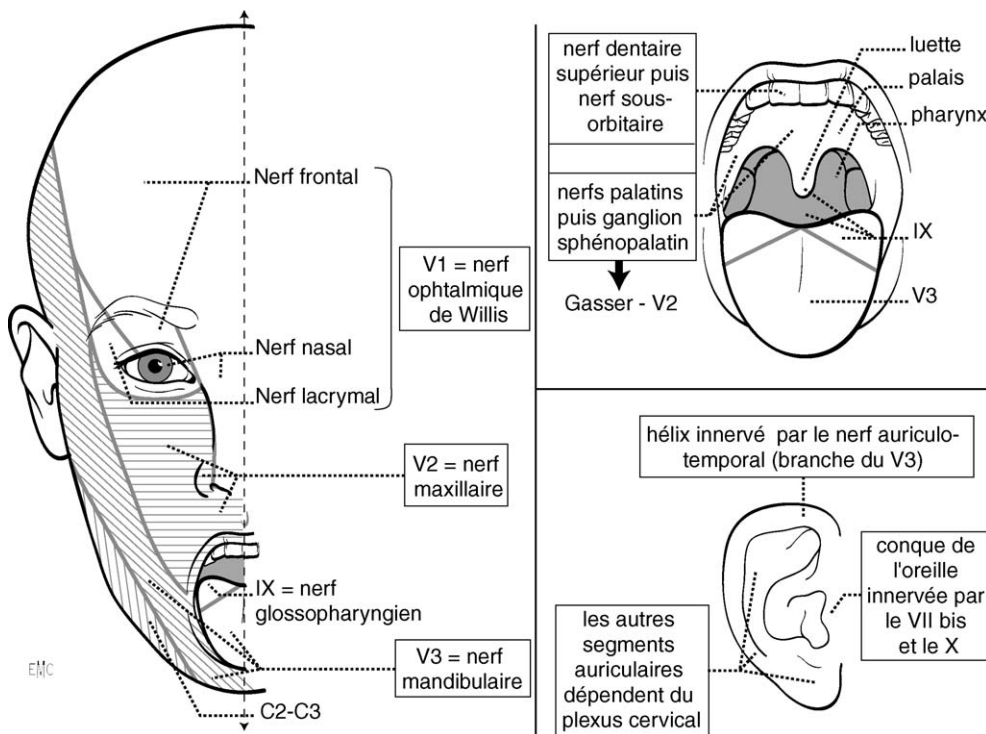


Figure 6 Sensibilité de la face, de la langue, du palais, de l'arcade dentaire supérieure et de l'oreille (droite).

(l'antitragus et la conque sont innervés par le nerf intermédiaire de Wrisberg et le nerf vague, la partie médiane et postérieure du pavillon dépendent des racines C2-C3 ; seuls le tragus et la partie antérieure de l'hélix dépendent du nerf auriculo-temporal, branche du V3) (Fig. 6).

Le territoire du V1 comprend l'œil, la paupière supérieure, le front, le scalp frontal et la racine du nez. Le V1 est formé en dedans du nerf nasal ou nasociliaire qui innerve le dos du nez, la partie interne de la paupière supérieure et l'œil. Il représente la voie afférente du *réflexe cornéen* : la stimulation tactile de l'œil par gaze stérile (nerf nasal) provoque la fermeture des paupières (nerf facial). En situation médiane, on trouve le nerf frontal (interne et externe) qui innerve la portion médiane de la paupière supérieure, la partie interne et externe du front. En dehors, le nerf lacrymal est responsable de la sensibilité de la région externe de l'orbite et de la paupière supérieure. Les trois branches du nerf ophtalmique de Willis se rejoignent pour traverser la fente sphénoïdale en compagnie des nerfs oculomoteurs (III : nerf oculomoteur ; IV : nerf trochléaire ; VI : nerf abducens) puis chemine dans la paroi du sinus caverneux, au contact de l'artère carotide interne, avant d'atteindre la partie supérieure du ganglion de Gasser. Ainsi, l'atteinte de l'apex orbitaire, de la fente sphénoïdale ou du sinus carverneux se traduisent, entre autres, par un déficit de la sensibilité dans le territoire du V1.

Le territoire du V2 comprend la partie juxtaorbitaire externe, l'ensemble de la joue, de la paupière inférieure à la lèvre supérieure et englobe l'aile du nez. Il traverse l'os malaire par le canal sous-orbitaire puis se regroupe avec les nerfs alvéolaires supérieurs et le ganglion sphéno-palatine. Le V2 traverse ensuite le crâne au niveau du trou grand rond et rejoint la partie médiane du ganglion de Gasser.

La région innervée par le V3 correspond au menton (jusqu'à la lèvre inférieure) et se projette globalement sur la mandibule à l'exception de l'encoche massétérienne d'innervation cervicale. Le nerf mentonnier pénètre dans l'os maxillaire inférieur par le trou mentonnier puis est rejoint progressivement par les rameaux incisifs et dentaires inférieurs dans le canal dentaire (creusé dans la mandibule) où il prend le nom de nerf alvéolaire dentaire inférieur. À son entrée dans le crâne par le trou ovale, il atteint, juste avant d'arriver à la partie inférieure du ganglion de Gasser, le nerf mandibulaire (V3). Le V3 reçoit également les afférences du nerf lingual, nerf gustatif et sensitif des deux tiers antérieurs de la langue et nerf végétatif (le nerf auriculotemporal, qui assure la sensibilité cutanée en regard de la branche montante de la mandibule mais aussi une fonction végétative parotidienne et motrice sur les muscles temporaux ; des fibres végétatives provenant du ganglion otique). Enfin, on rappelle que le nerf mandibulaire est le

relais de la branche motrice du nerf trijumeau (cf. chapitre « Motricité du visage »).

Le ganglion de Gasser est situé dans le cavum de Meckel puis rejoint la face antérolatérale du tiers médian de la protubérance ou pont. Une partie des fibres sensibles atteignent le noyau sensitif principal du V homolatéral sur les berges du quatrième ventricule. Contrairement aux autres noyaux des nerfs crâniens, le noyau du trijumeau est un noyau triple. En effet les fibres afférentes, sensibles, rejoignent non seulement le noyau principal à l'étage pontique mais aussi le noyau mésencéphalique (en situation périaqueducale en dedans du pédoncule cérébelleux supérieur) et le noyau de la racine descendante (ou noyau spinal) qui s'étend sur toute la hauteur du bulbe et des trois premiers étages cervicaux. Le noyau principal est le relais de la sensibilité tactile discriminative du visage. Le noyau mésencéphalique concentre les informations sensibles proprioceptives médiées par les grosses fibres myélinisées en provenance des fuseaux neuromusculaires des muscles masticateurs. Le noyau de la racine descendante, centre de la sensibilité thermoalgique, possède, au niveau cervical, une somatotopie précise : au niveau C1, terminaison des fibres du V3 ; à l'étage C2, terminaison des fibres du V2 ; à l'étage C3, terminaison des fibres du V1. Pour Kunc (1970) la somatotopie du noyau spinal serait différente. Le visage se diviserait en cercles centrés sur la bouche et discrètement excentrés vers le haut. Au centre (région péri-buccale) la sensibilité thermoalgique dépendrait de la partie supérieure du noyau spinal. Le cercle le plus externe (partie inférieure du menton et de la branche horizontale de la mandibule, partie postérieure de la branche montante de la mandibule, tempe et partie supéroexterne du front) reliairait dans la portion la plus caudale du noyau spinal.

Enfin à un niveau supérieur, après leurs relais situés au niveau du tronc cérébral, les fibres sensibles du nerf trijumeau font synapse au niveau des différents noyaux avec un second neurone qui décusse immédiatement avant de remonter verticalement vers le noyau ventro-postéro-latéral du thalamus (où il existe aussi une somatotopie). Le neurone thalamique (3^e neurone sensitif) se projette au niveau de l'aire sensitive primaire (aire pariétale ascendante controlatérale à l'hémiface testée).

L'examen de la sensibilité du visage ne peut donc pas faire abstraction de ces données anatomophysiologiques complexes : territoires tronculaires (C2-C3, VII de Wrisberg, V), territoires des branches du nerf trijumeau, somatotopie des noyaux sensitifs du V, somatotopie thalamique et corticale. Les troubles de la sensibilité sont divers :

douleurs de type névralgique, paroxystiques allant de l'hyperesthésie à l'hyperpathie (retentissement affectif disproportionné à l'intensité de la stimulation), paresthésies, hypoesthésie. Ils sont testés par la piqûre, les tubes d'eau chaude (40-45 °C) et d'eau froide (5-15 °C), le contact avec le coton, la pulpe des doigts de l'examineur, la sensation vibratoire d'un diapason maintenu sur une crête osseuse (pallesthésie), la discrimination de chiffres tracés sur la peau (graphesthésie), la localisation précise d'une stimulation (topoesthésie) ou d'une double stimulation (compas de Weber permettant de mesurer la distance à partir de laquelle deux stimulations cutanées concomitantes sont perçues séparément).

Deux situations pathologiques retiennent l'attention dans l'atteinte de la sensibilité du visage.^{1,2,8} La *névralgie du nerf trijumeau* (névralgie faciale) dont on distingue classiquement deux types : la *névralgie essentielle* qui n'est pas accompagnée d'un déficit sensitif à l'examen et la *névralgie symptomatique* qui, par définition, est secondaire à une atteinte de tout ou partie des branches trigéminales et donc révèle un déficit à l'examen sensitif soigneux du visage (et de la cavité buccale). La physiopathogénie de la névralgie essentielle est désormais mieux comprise. Elle résulte d'une agression mécanique sur les grosses fibres sensibles myéliniques (intervenant dans le *gate*-contrôle exercé par ces fibres et jouant un rôle d'atténuation de la perception douloureuse transmise par les fibres sensibles amyéliniques). Les lésions peuvent se situer sur une des branches du trijumeau ou au niveau du ganglion de Gasser. Elles n'abolissent donc en rien la sensibilité mais libèrent seulement la traduction hyperesthésique du signal sensitif. Des calcifications dures au niveau de l'orifice du cavum de Meckel, une simple surélévation du rocher due au vieillissement, un contact avec des artères athéromateuses ou sinueuses (boucle vasculaire) suffisent à déclencher une névralgie faciale essentielle. Cela explique l'efficacité des techniques d'interposition de matériel (intervention utilisant la technique décrite par Janetta) qui abolissent les zones de contraintes mécaniques au contact des fibres myélinisées sensibles. Des techniques plus radicales sont parfois utilisées au prix de séquelles anesthésiques définitives : destruction partielle du ganglion de Gasser ou du ganglion sphéno-palatinal en cas de névralgie du V2. La deuxième pathologie fréquemment en cause est la *zona ophtalmique* qui touche l'ensemble du territoire du nerf ophtalmique où l'on peut observer une efflorescence bulleuse caractéristique, mettant parfois en jeu le pronostic fonctionnel de l'œil atteint.

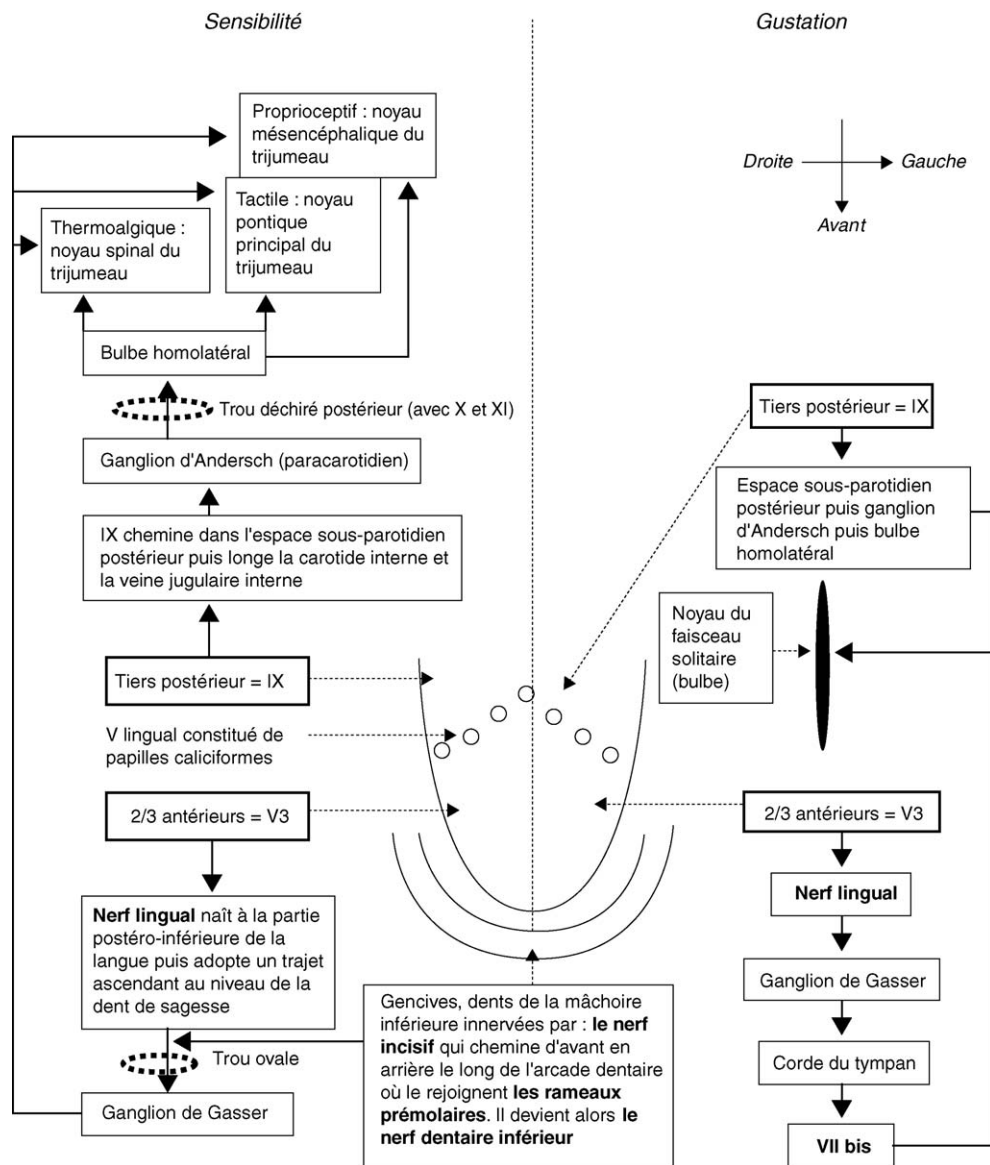


Figure 7 Orientation du diagnostic lésionnel et topographique en fonction des troubles de la sensibilité de la langue ou de la cavité buccale inférieure et de la gustation.

Sensibilité des fosses nasales, de la cavité buccale et goût (Fig. 6, 7)

Sensibilité des fosses nasales^{3,7}

Le tiers antérieur des fosses nasales dépend du V1 (ainsi que la dure-mère, le sinus frontal et sphénoïdal), les deux tiers postérieurs des fosses nasales sont innervés par le V2 (ainsi que les cellules ethmoïdales postérieures et une partie du sinus sphénoïdal). L'examen neurologique sensitif des fosses nasales n'est pas courant, mais ne comporte pas de difficultés insurmontables : il se fait à l'aide d'un coton-tige permettant d'explorer la zone antérieure et la partie avant de la zone postérieure. Il n'apporte cependant que rarement des éléments supplémentaires contributifs aux conclusions de l'examen du voile et de la cavité buccale.

Sensibilité de la langue, des gencives et du palais^{3,4,6,7}

La langue peut être divisée en deux parties distinctes séparées entre elles par une frontière matérialisée par le V lingual, à pointe médiane et postérieure, constituée de l'alignement en V de grosses papilles calciformes.

En avant s'étendent les deux tiers antérieurs de la langue ou langue mobile, recouverts de fines papilles et innervés par le nerf maxillaire inférieur. En arrière, la base de la langue, verticale, d'aspect goudronné est innervée par le nerf glossopharyngien. La gencive inférieure, la partie interne de la lèvre inférieure et le pilier antérieur du palais sont innervés par le V3. La muqueuse jugale, le palais, la gencive supérieure et la partie interne de la lèvre supérieure sont innervés par le V2. La pointe de

luette, le pilier postérieur et les amygdales sont sous la dépendance du IX. La sensibilité du pharynx est sous la dépendance du nerf glossopharyngien, tandis que le nerf vague est responsable de l'innervation sensitive de l'épiglotte, du larynx et de la trachée.

Les voies de la sensibilité trigéminal sont développées dans le chapitre « Sensibilité du visage » (supra).

Parmi les branches du V3 impliquées dans la sensibilité de la bouche, nous étudierons principalement le nerf lingual et le nerf dentaire (ou alvéolaire) inférieur. Le nerf lingual qui rejoint le nerf dentaire inférieur juste avant de gagner le ganglion de Gasser est le nerf sensitif (et gustatif) des deux tiers antérieurs de la langue. Au sortir de la face inférolatérale de la langue mobile, il entre en contact avec la glande sublinguale, le canal de Wharton, et avec la glande sous-maxillaire. Puis, en regard de la racine de la dernière molaire, il décrit une boucle à convexité postéro-inférieure avant d'adopter un trajet ascendant vers le ganglion de Gasser. L'extraction des « dents de sagesse » inférieures constitue donc un risque de léser le nerf lingual. Le nerf dentaire inférieur a un trajet relativement parallèle au nerf lingual. À son extrémité initiale, il reçoit le nerf mentonnier mais aussi le nerf incisif (innervation de la canine, des deux incisives et de la gencive adjacente). Dans le canal dentaire intramandibulaire confluent vers lui trois ou quatre rameaux dentaires innervant les prémolaires, les molaires et la gencive adjacente. La partie interne de la lèvre inférieure est innervée dans sa portion cutanée par le nerf mentonnier et dans sa portion muqueuse par le nerf incisif.

La partie supéroantérieure de la cavité buccale jusqu'au pilier antérieur et la base de la luette ont une innervation sensitive trigéminal dépendant du V2. L'arcade dentaire supérieure et la muqueuse gingivale adjacente sont innervées par les trois nerfs dentaires antérieur, moyen et postérieur. Ceux-ci décrivent un véritable plexus dentaire envoyant, pour chaque racine dentaire, des filets osseux et muqueux. Ils rejoignent, en un trajet ascendant et discrètement oblique vers l'arrière, le nerf sous-orbitaire. La muqueuse jugale et la face interne de la lèvre supérieure sont innervées par les branches jugolabiales qui gagnent le nerf sous-orbitaire juste après sa traversée de l'os malaire. Les nerfs palatins antérieur, moyen et inférieur, en charge de la sensibilité du palais et des piliers antérieurs, gagnent le ganglion sphéno-palatinal, appendu à la partie inférieure du tronc du nerf maxillaire, 2 cm en avant du ganglion de Gasser.

Enfin, l'anatomie du nerf glossopharyngien doit être brièvement rappelée. La 9^e paire crânienne

est un nerf mixte neurovégétatif et sensitif (et gustatif). Un contingent moteur, limité, provenant de la partie supérieure du noyau ambigu, projette ses fibres à destination du muscle stylopharyngien, élévateur du pharynx (Fig. 4), et du styloglosse, muscle accessoire et rétracteur de la langue. Les fibres sensitives proviennent de la partie postérieure du voile du palais, du tiers postérieur de la langue et du pharynx. Les différents filets nerveux pharyngiens et linguaux se regroupent, dans l'espace sous-parotidien postérieur, en un tronc ascendant et oblique vers l'arrière, qui longe le muscle styloglosse. Puis le tronc du IX contourne la carotide interne, passe en arrière et rejoint le ganglion d'Andersch, paracarotidien, pour ensuite pénétrer dans le crâne par le trou déchiré postérieur. Il se trouve donc dans sa portion exocrânienne initiale en contact étroit avec le X, le XI bulbaire, la carotide interne mais aussi la veine jugulaire interne. Il traverse ensuite la citerne pontocérébelleuse avant de rejoindre le bulbe au niveau de la partie supérieure du sillon collatéral supérieur. Les fibres sensitives tactiles du nerf glossopharyngien terminent leur trajet dans le noyau principal du nerf trijumeau, tandis que les fibres conduisant la sensibilité thermoalgique atteignent le noyau spinal du trijumeau. Le contingent sensitif du nerf glossopharyngien représente la voie afférente du *réflexe nauséux* qui est donc aboli en cas d'atteinte du IX. Lorsqu'il existe un phénomène irritatif de ce nerf, on assiste à une *névralgie du glossopharyngien* dont les caractéristiques cliniques ressemblent à celles de la névralgie essentielle du V mais pour un territoire sensitif différent lingual postérieur et pharyngolaryngé. La névralgie du IX est donc électivement déclenchée par la stimulation de ces régions (*trigger-zone*), par exemple lors de la phonation et de la déglutition. En cas de syringomyélie atteignant les premiers étages médullaires cervicaux, on comprend dès lors la fréquente intrication de névralgies du V et du IX par lésion directe du noyau spinal du trijumeau.

Fonctions gustatives⁷

Le goût est étroitement dépendant de l'olfaction. Sans olfaction (sans retour rétronasal d'air), pas de goût. Il n'existe que quatre critères gustatifs « primaires » à partir desquels se décline à l'infini la palette des goûts des aliments : sucré, salé, amer, acide. À l'aide de substances sapides plus ou moins concentrées, on peut déterminer un seuil de détection, un seuil de reconnaissance mais aussi une localisation linguale des sensibilités gustatives.

En terme neuroanatomique, les fonctions gustatives sont prises en charge, nous l'avons dit, par le V3 pour les deux tiers antérieurs de la langue et par

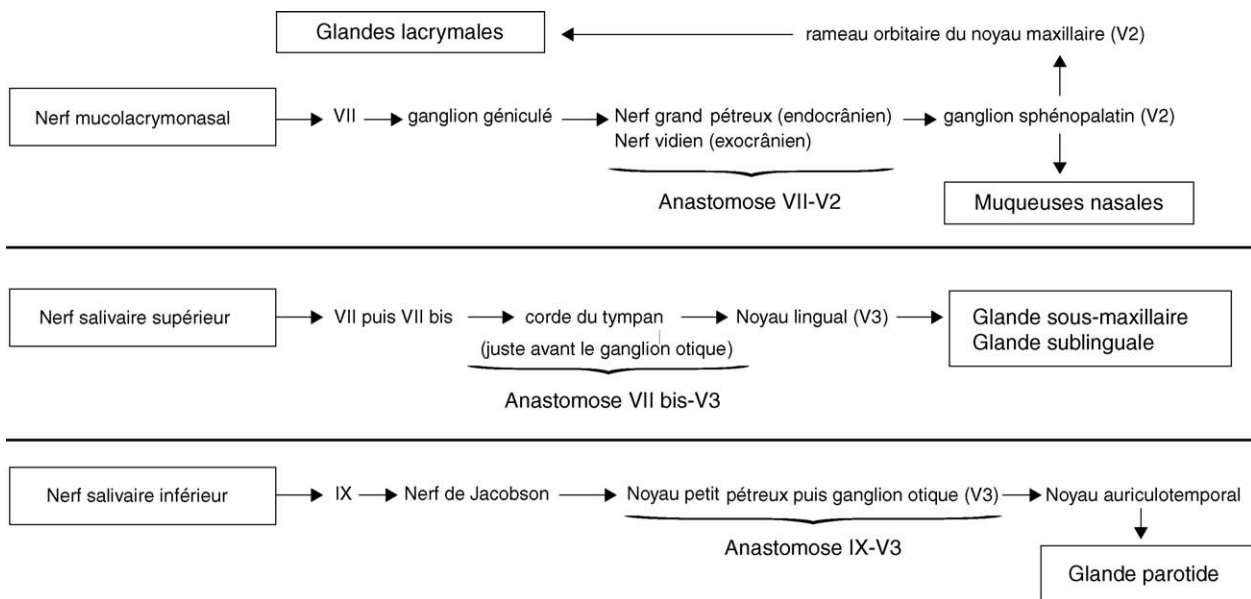


Figure 8 Fonctions neurovégétatives.

le IX pour le tiers postérieur de la langue. Les papilles gustatives linguales sont de différentes sortes : papilles calciformes de gros calibre, constituant le V lingual, papilles fungiformes sur les bords latéraux et la pointe de la langue, papilles foliées en avant du V lingual et sur les bords de la langue. Chaque papille est tapissée, en profondeur, par des bourgeons gustatifs, pièces centrales du dispositif sensoriel gustatif. Il existe des bourgeons du goût non seulement sur la langue mais sur les piliers, l'épiglotte et la paroi postérieure du pharynx. Les zones les plus sensibles n'en demeurent pas moins les bords latéraux et la pointe de langue.

Les filets nerveux gustatifs de la langue mobile empruntent le nerf lingual. Juste avant d'atteindre le ganglion de Gasser, les fibres gustatives quittent le tronc du nerf lingual et gagnent par un filet nerveux d'anastomose (la corde du tympan), le VII bis. Celui-ci rejoint le bulbe et se termine dans la partie rostrale du noyau du faisceau solitaire.

Les fibres gustatives de la langue verticale empruntent le même trajet que les neurones sensitifs du nerf glossopharyngien. Dans leur trajet terminal, elles rejoignent la partie médiane du noyau du faisceau solitaire.

La partie caudale de ce noyau est également le relais de quelques fibres gustatives provenant de la partie postérieure de l'épiglotte dont le trajet suit celui du nerf pneumogastrique.

Le deuxième neurone, dont le corps est situé dans le noyau du faisceau solitaire, envoie un axone qui croise au même étage et rejoint le ruban de Reil médian qui fait relais dans le noyau ventro-postéro-latéral du thalamus. Le troisième neurone thalamo-cortical parvient à la partie inférieure de l'aire pariétale ascendante.

Fonctions neurovégétatives (Fig. 8)

Elles comprennent la régulation des sécrétions des glandes lacrymales, de la muqueuse nasale et des glandes salivaires.^{1,3,7,8} Les nerfs efférents ont pour point commun de prendre leur origine dans des formations végétatives bulboprotubérantielles paramédianes indépendantes, de suivre le trajet du VII (ou VII bis) ou du IX, puis de s'anastomoser et de rejoindre les fibres des branches du trijumeau avant d'atteindre leur cible. La Figure 8 détaille la trajectoire des fibres végétatives de la face. À la lumière de ce schéma, on comprend la fréquente association, comme dans l'algie vasculaire de la face par exemple, d'un larmoiement d'un œil et d'une rhinorrhée de la narine homolatérale. Les fibres régulant ces deux fonctions se rejoignent en effet sur une grande partie de leur trajet (noyau muco-lacrymo-nasal puis nerf grand pétreux). De même, les fibres médiant la sensibilité, la gustation et la salivation (pour les glandes sous-maxillaires et sublinguales) passent toutes par le nerf lingual, expliquant la synergie de ces fonctions.

Références

1. Cambier J, Masson M, Dehen H. Neurologie. Paris: Masson; 2000.
2. Gouaze A. L'examen neurologique et ses bases anatomiques. Paris: Expansion Scientifique Française; 1983.
3. Kahle W, Leonhardt H, Platzer W. Anatomie. Système nerveux et organes des sens. Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 1981.
4. Keravel Y, Sindou M. Vues anatomiques commentées du nerf trijumeau. Encycl Méd-Chir 1980;:4p (Elsevier SAS, Paris), Neurologie, 17-001-E-10.

5. Lacombe H, Keravel Y. Vues anatomiques commentées du VII et du VIII. *Encycl Méd-Chir* 1986;:22p (Elsevier SAS, Paris), Neurologie, 17-001-O-10.
6. Lacombe H, Keravel Y. Vues anatomiques commentées des nerfs mixtes. *Encycl Méd-Chir* 1989;:20p (Elsevier SAS, Paris), Neurologie, 17-001-P-10.
7. Legent F, Perlemuter L, Quere M. Anatomie. Nerfs crâniens et organes correspondants. Paris: Masson; 1974.
8. Mas JL, Leger JM, Bogousslavsky J. Interprétation des troubles neurologiques. Paris: Doin; 2000.

Glossaire

Amyotrophie : atrophie d'un groupe de fibres musculaires souvent associée à une diminution de force musculaire. La topographie de l'amyotrophie est caractéristique d'une atteinte d'un tronc nerveux ou d'une racine nerveuse.

Dissociation automaticovolontaire : troubles de la motricité essentiellement dévoilés lors de la mimique automatique et non sur ordre, dissociation que l'on retrouve dans les paralysies faciales d'origine centrale.

Éversion : élévation en haut et en dehors du globe oculaire (lors de l'occlusion palpébrale).

Fasciculations : activité spontanée d'une unité motrice isolée se traduisant par des secousses brèves apparaissant sur le muscle au repos ou favorisée par le froid ou la percussion. Cette activité est la traduction d'un processus pathologique de dénervation correspondant en électromyographie à un potentiel d'unité motrice (PUM) isolé.

Myokimies : activité spontanée d'une ou de plusieurs unités motrices se traduisant par des secousses musculaires un peu plus prolongées que les fasciculations. Elles ont une traduction électromyographique différente des fasciculations (battement répétitif d'un ou de plusieurs PUM). Parfois pathologiques, elles correspondent généralement à un mécanisme physiologique plus fréquent chez les sujets anxieux.

Spasme hémifacial : contraction involontaire et unilatérale des muscles innervés par le nerf facial, de type tonique ou par secousses cloniques. Il débute habituellement par les paupières puis gagne l'ensemble de l'hémiface. Il peut être primitif ou secondaire à une atteinte du nerf facial.

Syncinésies : mouvements produits dans un territoire paralysé à l'occasion de mouvements volontaires effectués dans un autre territoire.

Voix bitonale : dissociation du timbre de la voix suivant deux modalités tonales (aigu-grave).

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

Communiqué de presse du CNFCO

CONSEIL NATIONAL DE LA FORMATION CONTINUE ODONTOLOGIQUE

Le CNFCO est toujours en attente du projet de décret afférent à l'obligation de la formation continue odontologique. Ce projet de décret est en cours d'écriture, et devrait être communiqué prochainement pour avis au niveau du CNFCO.

Le bureau du CNFCO réuni en date du 24 février a pris bonne note de cet état de fait. Il a d'ores et déjà mandaté le comité scientifique pour :

- Poursuivre les travaux quant à l'étude des dossiers des nouvelles structures de formation continue (la première liste ci-jointe ayant été avalisée par le conseil d'administration du 16 décembre 2004)

et également :

- Examiner les dossiers complets des structures candidates pour avalisation
- Etablir les critères de suivi et de contrôle des structures accréditées (critères d'accréditation de la formation)
- Etablir les critères d'accréditation des modes de formation continue (revues, internet...)
- Etablir une méthode de validation pour les confrères.

Ces travaux seront présentés prochainement à un nouveau conseil d'administration en accord avec le Ministère de la Santé.

LISTE DES ORGANISMES AYANT REÇU L'ACCREDITATION DU CNFCO LE 16-12-2004

Nom de l'organisme

- Académie de dentisterie adhésive (ADDA Ile de France)
- ADAFCOS 01
- ADFCHC de Haute Corse
- ADFOC 21
- ADFOC 27
- ADFOC 31
- ADFOC 51
- ADFOC 68

- AFCO 71
- AFOC 74
- Alpha Omega International Fraternity-Rhône-Alpes
- AOG/ONFOC 33
- AOM Martinique
- Association Aquitaine Prothèse (AAP)
- Association clermontoise d'implantologie orale (ACIO)
- Association de la formation odontologique continue de l'Hérault (AFOCH)
- Association de parodontologie clinique et implantologie (APCI)
- Association d'enseignement d'odontologie et de stomatologie (AEOS)
- Association dentaire française (ADF)
- Association des chirurgiens-dentistes de Marseille Nord (ACDMN)
- Association des chirurgiens-dentistes des Pays de Vilaine (ACDPV)
- Association française Pedro Planas - réhabilitation neuro-occlusale (AFPP)
- Association Nationale Française pour l'Homéopathie Odonto-Stomatologique (ANPHOS)
- Association omnipratiquet et de base orthodontique (AOBO)
- Association orthodontique d'omnipraticiens Normande (AOO)
- Association universitaire de parodontologie (AUP)
- Centre de perfectionnement en odonto-stomatologie (CPOS)
- CEOSHS-ONFOC 92
- CEOVDM-ADFOC 94
- Cercle dentaire et stomatologique de l'Essonne (CDSE)
- Cercle d'Etudes et de rencontres odontologiques du Haut-Rhin (CERO)
- Cercle d'implantologie du Nord de la France (CINF)
- Cercle d'implantologie orale (CIO)
- Cercle médico-odontologique de Pontoise (CMOP)

- Cercle odontologique d'études franco-israélien (COEFI)
- Cercle odonto-stomatologique de la Seine-Saint-Denis (COSS)
- Cercle odonto-stomatologique du bourbonnais (COSB)
- Collège français de biomatériaux dentaires (CFBD)
- Collège hospitalier de recherche et d'étude en implantologie (CHREI)
- Collège national d'occlusodontologie (CNO) - section Alsace
- Collège national d'occlusodontologie (CNO) - section Auvergne
- Collège régional de réhabilitation Neuro-occlusale (CRRNO)
- Comité de prévention dentaire de Meurthe et Moselle
- Ecole implant Paro de Paris (EIP)
- Etudes libres d'odonto-stomatologie (ELOS)
- Fédération française d'orthodontie (FFO)
- FOC 38
- FOC 62
- FOC 88
- FOCCA 22
- FOP 30
- Formation implantologie du Sud-Ouest (FISO)
- GSSOS
- Institut de communication et de recherche en endodontie (ICRE)
- Journées dentaire de Nice (CMION/JDN 2003)
- LOT FOC
- NORDFOC
- ODFOC 42
- ONFOC 02
- ONFOC 07
- ONFOC 08
- ONFOC 09
- ONFOC 10
- ONFOC 13
- ONFOC 19
- ONFOC 28
- ONFOC 2A
- ONFOC 39
- ONFOC 44
- ONFOC 52
- ONFOC 60
- ONFOC 64
- ONFOC 65
- ONFOC 67
- ONFOC 90
- ONFOC 93
- PAROSEP +
- Société Aveyronnaise de formation odontologique (SAFO)
- Société bioprogressive Ricketts (SBR)
- Société de parodontologie Rennes-Bretagne (SFPIO-RB)
- Société française de biomatériaux et systèmes implantables (SFBSI)
- Société française de gérodontologie (SFG)
- Société française de parodontologie et d'implantologie orale (SFPIO)
- Société française de parodontologie et d'implantologie orale Normandie (SFPION)
- Société française de parodontologie et d'implantologie orale région Alsace (SFPIO-RA)
- Société française d'endodontie (SFE)
- Société française d'histoire de l'art dentaire (SFHAD)
- Société Française d'odontologie pédiatrique (SFOP)
- Société Française d'odontologie psychosomatique
- Société française d'orthopédie dento-faciale (SFODF)
- Société odontologique de Brest (SOB)
- Société odontologique de Paris (SOP)
- Société odontologique du bassin Houiller Lorrain (SOBHL)
- Société odontologique pédiatrique du Sud-Est
- Société odonto-stomatologique d'Angers (SO-SA)
- Société odonto-stomatologique de Bourgogne Franche-Comté
- Société odonto-stomatologique de Picardie (SOSP)
- Société odonto-stomatologique de Savoie (SOSDS)
- Société odonto-stomatologique du Morbihan (SOSM)
- Société odonto-stomatologique du Nord-Est (SOSNE)
- Société provençale d'odonto-stomatologie (SPOS)
- Union Française pour la Santé bucco-dentaire (UFSBD)

Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright



ELSEVIER

ÉDITORIAL

Avant de poser des implants dentaires et d'opter pour cette solution, au moment de la proposition thérapeutique (idéalement bien avant), du projet final, il faut « informer » le patient.

L'information doit être claire et facilement intelligible, sans équivoque, loyale c'est-à-dire qui obéit aux lois de l'honneur, de la probité, de la droiture... Il s'agit pour ces adjectifs des définitions inscrites dans le dictionnaire Larousse et qui veulent bien dire ce qu'ils veulent dire.

C'est également la règle dans l'organisation de notre société et devant la loi.

Comme dans toutes les spécialités de la Médecine, il faut informer le patient sur le déroulement du traitement (plan), ses contraintes, chiffrer son prix, le type de matériel utilisé, l'inconfort socio-professionnel qui en découlera à chaque phase opératoire, les risques même exceptionnels à court ou moyen terme, les aléas, l'importance du suivi régulier (contrat de soins), la nécessité ou non du renouvellement des prothèses, implants ou autres... Il faut lui expliquer la nécessité éventuelle d'un examen tomodensitométrique ou biologique, ses raisons pratiques.

Il faut répéter cette information, être à l'écoute, anticiper les questions et répondre aux

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

interrogations. Faire un devis, un plan de traitement, écrire à son médecin, son dentiste, détailler sa fiche clinique, « tout » y inscrire mais en rapport seulement avec les implants. Sinon, faire un dossier plus confidentiel pour vous.

Il faut ainsi recueillir son consentement « éclairé ».

La preuve de l'information reste à votre charge si un litige survient. Toutes ces pièces, preuves directes ou indirectes de l'information seront alors à produire.

Mais une fois que vous aurez informé votre patient, futur opéré, il est dans votre intérêt comme dans le sien d'ailleurs, de rassurer par des paroles justes, par votre expérience, votre connaissance du procédé employé, car chacun sait que « trop d'informations tue l'information »...

Ce qui a pu faire dire à quelques optimistes cette phrase peut-être excessive que « pour vivre heureux, vivons non informés ».

D. Cantaloube
Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Disponible sur internet le 07 novembre 2005

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Tabac et implantologie : aspects actuels, prise en charge du patient tabagique

Tobacco and dental implantology

Y. Buyle-Bodin (Docteur en sciences odontologiques, Docteur d'État ès-Sciences)

29, rue du Docteur Mazet, 38000 Grenoble, France

MOTS CLÉS

Tabac ;
Implantologie
dentaire ;
Parodontologie

Résumé Comme en parodontologie, le tabac est un facteur de risque d'importance en implantologie dentaire. Même s'il existe un déficit de recherches concernant les rapports entre tabac et implantologie, il reste possible de s'appuyer sur les très nombreuses études réalisées dans le domaine de la parodontologie pour formuler des hypothèses pathogéniques permettant d'expliquer les fréquents échecs implantaires sur les patients tabagiques. Parmi celles-ci, citons l'affinité nicotinique pour certains tissus buccaux, les retards de cicatrisation postchirurgicaux ou les séquelles inflammatoires locales de troubles parodontaux aigus antérieurs. Face à un tableau clinique souvent défavorable, l'implantologiste dentaire doit s'abstenir de toute attitude d'exclusion à l'égard de cette catégorie de patients et doit privilégier l'information la plus large possible de ceux-ci quant à la gamme de conséquences négatives potentiellement engendrées par l'intoxication tabagique.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Tobacco;
Dental implantology;
Periodontology

Abstract Similarly to what is observed in periodontics, tobacco is a crucial risk factor in dental implantology. Despite a deficit of research concerning the relationships between tobacco and implantology, it remains possible to lean on the numerous studies achieved in the periodontics field to formulate pathogenic hypotheses that permit to explain the frequent implant failures observed in smoking patient. Among these, we may mention nicotinic affinity for some oral tissues, post-surgical healing delay or local inflammatory aftermaths of previous acute periodontal history. When dealing with such unfavorable clinical picture, the dental implantologist must avoid any exclusion attitude towards this category of patients and must privilege the largest possible information concerning the range of negative consequences potentially generated by tobacco intoxication.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Introduction

La consommation excessive de tabac (soit une consommation égale ou supérieure à 10 ciga-

rettes/j) est un facteur de risque indéniable en implantologie dentaire, comme cela l'est d'ailleurs aussi en parodontologie. Mais si l'expérience établit assez clairement une telle évidence dans les cas d'échecs - fréquents, mais heureusement, pas systématiques - observés chez certains patients (sous réserve d'un niveau de technique et de com-

☆ Cet article est paru initialement dans la revue EMC-Odontologie, 2005, vol 1, numéro 3, 256-261.

pétence clinique égales du praticien, bien entendu !), la littérature scientifique est assez pauvre en études établissant clairement une telle corrélation.

En revanche, la responsabilité du tabagisme est bien documentée par les multiples études épidémiologiques qui ont été réalisées en parodontologie et qui ne laissent aucune équivoque quant à la nocivité des toxiques tabagiques sur les différents tissus buccaux. Un consensus reste toutefois difficile à trouver quant aux processus pathogéniques précis qui font du tabac un facteur d'affaiblissement de la défense et de la capacité de réparation du parodonte. Et, dans la mesure où le patient tabagique en demande de traitement implantaire est très souvent un patient précédemment atteint d'une parodontopathie d'une sévérité certaine, il apparaît donc légitime, afin de mieux comprendre ces relations entre tabac et échec implantaire, de s'appuyer sur les connaissances apportées par la recherche parodontale en ce domaine.

Cependant, la connaissance des mécanismes physiopathologiques, pour importante qu'elle soit, ne peut pas dispenser d'une réflexion de fond quant au comportement qu'il convient d'adopter face à ces patients à risque. Si l'exclusion d'un éventuel accès à une technique de réhabilitation dentaire extrêmement gratifiante tant fonctionnellement qu'esthétiquement est un comportement éthiquement et socialement inenvisageable, il faut donc établir des règles de conduite afin que soient définies le plus précisément possible les responsabilités respectives du patient et du praticien dans la gestion de ces cas cliniquement difficiles.

Échec implantaire chez le patient tabagique. Contraste entre la réalité clinique et l'indigence de la documentation scientifique

Expérience clinique

Actuellement, il est de rigueur de considérer la pratique implantaire comme une technique médicale dont les taux de réussite à long terme sont extrêmement satisfaisants. Les échecs constatés à court et moyen terme sont peu nombreux et ceux-ci, en dehors de toute contre-indication d'ordre systémique ou de mauvaise évaluation du potentiel osseux sous-jacent, concernent essentiellement :

- les porteurs de prothèses, chez qui la stabilité primaire post-chirurgicale de l'implant peut être compromise par des microtraumatismes à répétition lors de la phase d'ostéo-intégration ;

dans ces cas-là, la modération (autant que faire se peut) du port de la prothèse durant les premières semaines de cicatrisation améliore considérablement le pronostic ;

- les fumeurs dépassant la dose quotidienne de 10 cigarettes, c'est-à-dire des fumeurs à dépendance ; mais, chez ces derniers, du fait du manque de données fiables susceptibles d'aider le praticien à établir un pronostic, celui-ci en est souvent réduit à des évaluations statistiques fantaisistes (de 20 à 50 % d'échecs...) et à des conjectures des plus hasardeuses, essentiellement basées sur sa seule expérience clinique.

Études établissant le tabagisme comme facteur de risque en implantologie

Les études épidémiologiques établissant le tabac comme facteur de risque en implantologie et mises à la disposition du praticien souhaitant affiner sa connaissance pronostique, sont assez succinctes et commencent à dater, car essentiellement réalisées avant le prodigieux développement de cette pratique chirurgicale qui a suivi, au début des années 1990, la validation et la diffusion du protocole clinique actuellement de rigueur.

Par exemple, Bain et Moy, en 1993 [1], ont montré que sur plus de 2000 implants posés au cours d'un espace de temps de 6 ans, il y avait un pourcentage significativement plus grand d'échecs implantaires chez les patients fumeurs (11,25 %) par rapport aux patients non fumeurs (4,75 %), ce taux d'échecs étant totalement indépendant de la longueur des implants utilisés. Les auteurs suggèrent la recherche de facteurs autres que purement mécaniques en vue d'expliquer une telle discordance dans les résultats trouvés, en particulier le fait que des conditions osseuses dégradées n'ont aucune raison de ne pas persister avec l'usage du tabac et donc, de compromettre, à moyen terme, les réhabilitations réalisées sur des implants qui se sont ostéo-intégrés à court terme.

De Bruyn et Collaert [2], ainsi que Gorman et al. [3], dans leurs études datant de 1994, ont montré que la perte d'implant, avant même la mise en charge, était deux fois supérieure chez le patient tabagique que chez le patient non fumeur. Cette constatation, une fois établie, ne s'accompagnait néanmoins d'aucune proposition susceptible d'expliquer les causes de ces échecs.

Pour Weyant [4], en 1974, le temps de cicatrisation moyen d'un implant chez un patient fumeur est généralement plus long de quelques semaines par rapport à la moyenne.

Effets de l'intoxication tabagique sur les tissus buccaux

La toxicologie du tabac est relativement bien connue au niveau de ses conséquences pathologiques générales : cancers, bronchopneumopathies, maladies cardiovasculaires, dépendance neurologique. Cette toxicité est directement dépendante de la nature des substances chimiques produites par la combustion du tabac.

La fumée de cigarette consiste en un mélange de gaz de combustion et de particules. La phase gazeuse est constituée essentiellement par le thiocyanate et le monoxyde de carbone. La fumée étant acide, il n'y a presque pas d'absorption de celle-ci par la muqueuse buccale. La phase solide est essentiellement constituée par la nicotine. La nicotine, base faible et peu ionisée, est facilement absorbée par les muqueuses buccales et en 2 heures, elle est métabolisée en un certain nombre de métabolites dont le plus important est la cotinine [5], une substance cytotoxique et vasoconstrictive.

Localisation des récepteurs nicotiniques en dehors du système neuromusculaire

Le système neuromusculaire présente une affinité particulière pour la nicotine. Mais des récepteurs nicotiniques sont aussi présents dans de nombreux autres tissus, en particulier les épithélia et les leucocytes [5]. Dans le sang, les récepteurs sont présents dans les lymphocytes, les granulocytes, les macrophages et dans l'endothélium vasculaire. Enfin, la nicotine est cytotoxique pour la synthèse de collagène de type I par les fibroblastes.

Cette polyvalence d'affinité de la nicotine pour divers tissus permet d'appréhender le tableau clinique multiforme qui se constate souvent chez les fumeurs. Ainsi, Molloy et al. [6], après avoir croisé, sur deux mille dossiers de patients atteints de parodontopathies, les données cliniques avec l'état général et la consommation de tabac, ont montré en 2004 qu'il existait une corrélation fort significative entre le tabac, l'état général et la perte des dents.

Effets du tabac sur la cavité buccale

Les effets cliniques du tabac sur la cavité buccale sont bien connus depuis longtemps ; citons brièvement : lésions muqueuses, colorations dentaires, halitose, retard significatif de cicatrisation. Mais notre connaissance des modifications histophysiologiques est plus récente. Depuis les travaux de Tobey et al. [7], datant de 1988, on sait que le

tabac altère la barrière buccale et ses fonctions de transport électrolytique. Ce qui rend la muqueuse buccale particulièrement perméable à la nicotine, et en particulier à la jonction épithélioconjonctive.

Une fois passé la barrière muqueuse, les dérivés nicotiniques vont provoquer :

- des modifications du flux sanguin dans le sens d'une vasoconstriction [8] ;
- des altérations du métabolisme des fibroblastes par réduction de la fibronectine et augmentation de la synthèse de collagénase [9] ;
- une perte osseuse par augmentation de la libération de l'interleukine IL-1 β , un des facteurs impliqués dans la résorption osseuse [10,11] ;
- une altération du chimiotactisme leucocytaire, une diminution de la prolifération des lymphocytes T et des anticorps IgG2 [12] ;
- une augmentation de la température et une modification du pH buccal, facteurs qui favorisent grandement un déséquilibre de l'écosystème buccal dans le sens d'une sélection de bactéries pathogènes [13,14].

En bref, on peut considérer que la nicotine a une action hautement perturbatrice sur le déroulement normal des processus inflammatoires et cicatriciels de la cavité buccale.

Tabac et tissus parodontaux : tableau clinique du fumeur atteint de parodontopathie

Les conséquences tissulaires décrites ci-dessus vont, bien entendu, considérablement affecter la physiologie et le comportement des tissus parodontaux. Depuis le *Position Paper* de l'*American Academy of Periodontology* de 1996 [15], de nombreuses revues de littérature concernant les rapports entre tabac et parodonte sont mises à la disposition des parodontologues. Citons parmi les plus récentes en langue française, celles de Brochut (1998), Brochut et Cimasoni (1998), et Obeid et Bercy (2000).

Tirées des revues signalées ci-dessus, et auxquelles nous renvoyons le lecteur, nous pouvons énumérer rapidement, et dans le désordre, les résultats les plus significatifs des nombreuses études réalisées, tels qu'ils apparaissent dans l'encadré « Points importants ».

Enfin, une relation significative a été montrée entre la prévalence des parodontopathies modérées à sévères et le nombre de cigarettes fumées par jour et le nombre d'années durant lesquelles les patients ont fumé [15].

Dès lors, il n'est point surprenant qu'un tel tableau clinique pousse certains auteurs à considérer

Points importants

- Un grand nombre d'études épidémiologiques ont montré une très forte association entre l'usage du tabac et le degré de sévérité de la parodontite.
- Les données fournies par ces études suggèrent que l'effet du tabac sur le parodonte est direct et non uniquement causé par une accumulation de plaque due à une négligence hygiénique. En effet, il y a souvent discordance entre l'état parodontal du patient et les indices de plaque [16].
- Les fumeurs ont moins de saignement gingival et d'inflammation superficielle que les non-fumeurs, mais une ostéolyse plus marquée, [17] avec des poches plus profondes dans les secteurs antérieurs de la cavité buccale.
- Le fait de fumer peut masquer les premiers signes d'une atteinte parodontale en déprimant la réponse inflammatoire gingivale. Dès lors, la gencive marginale a tendance à être épaisse et fibreuse avec des rebords très marqués.
- Les fumeurs prédominent parmi les patients réfractaires à des traitements parodontaux conventionnels [14].
- La réponse chirurgicale est particulièrement décevante du fait d'une mauvaise cicatrisation, avec, fréquemment, une reprise de la pathologie au bout de 1 an [18,19].
- La parodontite est moins sévère chez les anciens fumeurs, suggérant le fait que l'arrêt du tabac ne peut être que bénéfique.

la parodontite du fumeur comme une entité nosologique distincte, voire à considérer le fait de fumer comme une contre-indication formelle à toute chirurgie parodontale...

Prise en charge raisonnée du patient tabagique en implantologie dentaire [20]

Ainsi, le patient tabagique demandeur de la pose d'implants dentaires se présente comme un cas clinique à risque :

- d'une part, il s'agit très souvent d'un patient précédemment atteint de parodontopathies réfractaires à toute thérapeutique, état qui a conduit à ces extractions dentaires appelant un remplacement implantaire. C'est ainsi que Karoussis et al. [21] ont montré en 2003, qu'entre

un groupe de patients ayant des antécédents de maladie parodontale et un groupe sans antécédents, le taux de complications infectieuses de type péri-implantites est de près de 30 % dans le premier contre 6 % pour le second... ;

- d'autre part, les aléas de la cicatrisation chirurgicale vont hypothéquer, à la fois l'établissement d'un pronostic rationnel de la part du praticien, et la survie des implants qui seront posés ;
- enfin, le tabagisme est une dépendance de nature et de d'intensité variables selon les individus. Compte tenu de l'extrême hétérogénéité de cette population, les réactions tissulaires de ceux-ci ne peuvent pas être appréhendées correctement dans la mesure où elles varieront considérablement au gré, non seulement des paramètres cliniques propres à chaque patient, mais encore, des à-coups de consommation fréquemment constatés, en particulier lors des tentatives de sevrage.

Prévention des conflits potentiels entre patient et praticien

Se présente donc une situation qui comporte tous les ingrédients nécessaires et suffisants pour engendrer de la frustration, voire de la tension dans les rapports entre le praticien et son patient :

- le praticien, pour qui les considérations de terrain sont devenues primordiales depuis que sa pratique chirurgicale est bien réglée, peut avoir la tentation de fuir ce type de patient chez qui il peut supputer des conditions idéales d'échec ;
- le patient peut, implicitement ou explicitement, remettre en cause la validité de l'acte pratiqué, voire la capacité professionnelle du chirurgien.

Aussi, pour éviter de naviguer à vue et afin de réduire les risques de tension dans ses rapports avec ce type de patient, le praticien se doit d'établir, ne serait-ce que pour des raisons médico-légales, un certain nombre de garde-fous qui relèvent essentiellement du bon sens commun :

- s'assurer du niveau de dépendance nicotinique de tout patient en incorporant une rubrique concernant le statut tabagique dans le traditionnel questionnaire médical préopératoire (obligatoirement rempli et signé) et en y associant, en cas de réponse positive, un questionnaire dérivé du test de Fagerström) ;
- lorsque la dépendance nicotinique est avérée, informer le patient des risques non négligeables d'échec implantaire dont sont responsables les défaillances biologiques consécutives à son attitude tabagique, en documentant si possible

l'argumentation par des photographies de cas précédents ;

- rappeler au patient l'absolue nécessité d'une hygiène buccale stricte, en insistant particulièrement sur l'attention à porter à des gestes devenus souvent très machinaux, afin de combattre autant que possible le déséquilibre des grands paramètres constitutifs de l'écosystème buccal provoqué par les dérivés métaboliques du tabac ;
- n'engager le processus de concrétisation chirurgicale qu'à partir du moment où il apparaît clairement que cette décision a été prise d'un commun accord entre les deux parties.

Quelques conseils opératoires

Une des meilleures garanties de succès chez les patients tabagiques consiste en la pose progressive d'implants en petit nombre, au gré des extractions dentaires, sans attendre un stade d'édentation totale ou subtotal. Cette pratique a plusieurs mérites :

- une sensible diminution du traumatisme psychologique induit par la « théorie des dominos » d'extractions répétées ;
- une économie du tissu osseux des sites potentiellement receveurs ;
- un moindre recours aux prothèses provisoires dont le port pendant la phase primaire d'ostéo-intégration est toujours, ainsi qu'il a été vu précédemment, un facteur de risque d'échec, et qui représente une charge qu'il n'est vraiment pas utile de surajouter à un tel tableau clinique ;
- une meilleure répartition des charges mastica-toires ayant pour but de soulager des dents naturelles fonctionnellement amoindries.

Cette approche progressive de cas cliniques à pronostic aléatoire assure au praticien comme au patient un « apprivoisement mutuel » qui ne peut que contribuer à la réussite de la thérapeutique.

Une approche plus technique a été présentée par Bain et al. en 2002 [22], qui préconisent l'emploi d'implants rugueux plutôt que l'emploi d'implants usinés, les premiers semblant présenter une meilleure cicatrisation, et donc un impact direct sur le taux de réussite. Malheureusement, cette unique évaluation est trop récente pour pouvoir emporter d'emblée l'adhésion et cette intuition nécessitera de plus amples études.

Enfin, l'expérience clinique montre aussi que l'acharnement à poser un implant dans un site duquel un implant précédent a été rejeté, est souvent couronné de succès. Il est nécessaire d'at-

tendre plusieurs mois de cicatrisation afin de pouvoir réintervenir dans un terrain osseux favorable, en pleine reconstruction. On peut même considérer, mais cela n'est qu'une hypothèse, que le premier acte opératoire, bien que se traduisant par un échec (rejet de l'implant), a fort bien pu avoir un effet bénéfique en détergeant le site implantaire de tous les débris infectieux inévitablement piégés par l'os lors de la dégradation parodontale et en les remplaçant par des ostéoblastes en pleine dynamique. Mais tout ceci nécessite du temps, de la patience... et de l'argent, du fait de la mise en œuvre de nouvelles procédures opératoires.

Conclusion, en forme d'interrogations

Devons-nous donc jeter l'anathème sur une part non négligeable de la population qui, plus que toute autre, est sujette à l'édentation, et qui, comme le reste de la population, est en droit d'attendre des progrès de la science une solution à ses problèmes dentaires ? La réponse à cette question est évidente mais ne peut trouver son accomplissement que dans une sincère implication des deux parties afin que soient compensées par le dialogue, les limites de la connaissance scientifique.

Devons-nous donc nous investir complètement pour que nos patients fumeurs se débarrassent au plus vite de cette dépendance dont tout confirme la nuisance sanitaire, et pas uniquement dans le domaine buccodentaire ? La réponse à cette question est, elle aussi, évidente : s'il est certain que l'arrêt de consommation de tabac ne peut être que bénéfique, il est actuellement malheureusement impossible de répondre avec certitude aux patients qui souhaitent connaître le délai d'abstinence nécessaire pour que leurs capacités de réponse tissulaire soient optimisées en vue de la thérapeutique implantaire. En ce domaine aussi, l'empirisme et l'incertitude règnent. Mais l'espérance d'un retour à une fonction masticatrice efficace, et surtout, à une meilleure apparence esthétique ne se présente-t-elle pas souvent comme une excellente motivation à l'arrêt du tabagisme ?

Remerciements

Remerciements au docteur Sylvie Ferry pour ses conseils lors de la phase initiale de rédaction de cet article.

Références

- [1] Bain CA, Moy PK. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:609-15.
- [2] De Bruyn H, Collaert B. The effect of smoking on early implant failure. *Clin Oral Impl Res* 1994;5:260-4.
- [3] Gorman LM, Lambert PM, Morris HF, Ochi S, Winkler S. The effect of smoking on implant survival at second-stage surgery: DICRG interim report n°5. *Implant Dent* 1994;3:165-8.
- [4] Weyant RJ. Characteristics associated with the loss peri-implant tissue health of endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:95-102.
- [5] Institut national de la santé et de la recherche médicale. *Tabac : comprendre la dépendance pour agir*. Paris: Les éditions Inserm; 2004.
- [6] Molloy J, Wolff LF, Lopez-Guzman A, Hodges JS. The association of periodontal disease parameters with systemic medical conditions and tobacco use. *J Clin Periodontol* 2004;31:625-32.
- [7] Tobey NA, Schreiner VJ, Readling RD, Orlando RC. The acute effects of smokeless tobacco on transport and barrier function of buccal mucosa. *J Dent Res* 1988;67:1414-21.
- [8] Johnson GK, Todd GL, Johnson WT, Fung YK, Dubois LM. Effects of topical and systemic nicotine on gingival blood flow in dogs. *J Dent Res* 1991;70:906-9.
- [9] Raulin RA, MacPherson JC, MacQuade MJ, Hanson BS. The effect of nicotine on the attachment of human fibroblasts on glass and human root surfaces in vitro. *J Periodontol* 1988;89:318-25.
- [10] Johnson GK, Poore TK, Payne J, Organ C. Effect of smokeless tobacco extract on human gingival keratinocyte levels of PGE2 and IL-1 β . *J Periodontol* 1996;67:116-24.
- [11] Payne JB, Johnson GK, Reinhardt RD, Dyer JK, Maze CA, Dunning DG. Nicotine effects on PGE2 and IL-1 β release by LPS-treated human monocytes. *J Periodontol Res* 1996;31:99-104.
- [12] MacFarlane GD, Herzberg MC, Wolff LF, Hardie NA. Refractory periodontitis associated with abnormal polymorphonuclear leucocyte phagocytosis and cigarette smoking. *J Periodontol* 1992;63:908-13.
- [13] Leggott PJ, Robertson PB, Jacob RA, Zambon JJ, Walsh M, Armitage GC. Effects of ascorbic acid depletion and supplementation on periodontal health and subgingival microflora in humans. *J Dent Res* 1991;70:1531-6.
- [14] Zambon JJ, Grossi SG, Machtei EE, Ho AW, Dunford R, Genco RJ. Cigarette smoking increases the risk for subgingival infection with periodontal pathogens. *J Periodontol* 1996;67:1050-4.
- [15] American Academy of Periodontology. Tobacco use and the periodontal patient. *J Periodontol* 1996;67:51-6.
- [16] Bergström J. Oral hygiene compliance and gingivitis expression in cigarette smokers. *Scand J Dent Res* 1990;98:497-503.
- [17] Bergström J. Influence of tobacco smoking on periodontal bone height. Long-term observations and a hypothesis. *J Clin Periodontol* 2004;31:260-6.
- [18] Preber H, Bergström J. Effect of cigarette smoking on periodontal healing following surgical therapy. *J Clin Periodontol* 1990;17:324-8.
- [19] Preber H, Linder L, Bergström J. Periodontal healing and perio-pathogenic microflora in smokers and non-smokers. *J Clin Periodontol* 1995;22:946-52.
- [20] Buyle-Bodin Y. La prise en charge du patient tabagique. *Inf Dent* 2004;86:81-3.
- [21] Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Brägger U, Hammerle CH, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clin Oral Impl Res* 2003;14:329-39.
- [22] Bain CA, Weng D, Meltzer A, Kohles SS, Stach RM. A meta-analysis evaluating the risk for implant failure in patients who smoke. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23:695-9.

Pour en savoir plus

- Laguerre G. Tabagisme : toxicologie, dépendance. *Encycl Méd Chir* (Elsevier SAS, Paris), Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-001-G-40, 1999: 7p.
- Brochut P. Tabagisme et parodontite. *Inf Dent* 1998;80:2199-214.
- Brochut P, Cimasoni G. Tabagisme et parodontite. Mécanismes pathogéniques et difficultés thérapeutiques. *Inf Dent* 1998;80:3163-86.
- Obeid P, Bercy P. L'influence du tabagisme sur la santé parodontale. *J Dentiste* 2000;206:8-11.

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ARTICLE ORIGINAL

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005)

Report of the 2nd International Symposium on growth Factors (SyFac 2005)

D. Dohan ^{a,*}, A. Diss ^b

^a *Laboratoire de radiologie-imagerie-biophysique, faculté de chirurgie dentaire de l'université Paris-V. Service d'odontologie, hôpital Albert-Chenevier, Créteil, France*

^b *Laboratoire de surface-interface en odontologie (LASIO), faculté de chirurgie dentaire de Nice. Département de parodontologie, service d'odontologie, hôpital Saint-Roch, Nice, France*

Disponible sur internet le 09 novembre 2005

MOTS CLÉS

Cytokines ;
Facteurs de croissance
plaquettaires ;
Fibrine ;
Greffe osseuse ;
Implant ;
PRF (*platelet rich
fibrin*) ;
PRP (*platelet rich
plasma*) ;
Sinus lift

KEYWORDS

Cytokines;
Bone graft;
Fibrin;
Implant;
Platelet growth
factors;
PRF (Platelet Rich
Fibrin);
PRP (Platelet Rich
Plasma);
Sinus lift

Résumé Le 2^e Symposium international sur les facteurs de croissance ou SyFac 2005 a rassemblé plus de 600 participants et des conférenciers de huit nationalités à Nice le samedi 28 mai 2005. Il a permis de faire le point sur les connaissances fondamentales et cliniques associées à trois familles de concentrés plaquettaires (PRP, PRF et PRGF) utilisées en chirurgie de greffe osseuse, chirurgie implantaire, parodontale et maxillofaciale.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

Abstract The 2nd International Symposium on Growth Factors (SyFac 2005) gathered more than 600 participants in Nice on Saturday 28 May 2005. This event makes the latest update on fundamental and clinical data related to 3 platelet concentrates types (PRP, PRF, PRGF) currently used during bone grafts, implant, periodontal and maxillofacial surgery.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

C'est par une belle journée que s'est ouvert le 2^e Symposium international sur les **Facteurs** de crois-

sance et leurs applications en chirurgie orale et maxillofaciale (SyFac 2005). Malgré le beau soleil qui régnait dans le ciel de Nice, le palais des congrès Acropolis fut le théâtre, ce samedi 28 mai 2005, de l'un des événements scientifiques les plus attendus de cette année 2005. Devant un parterre

* Auteur correspondant. Faculté de chirurgie dentaire, 1, rue Maurice-Arnoux, Montrouge, France.

Adresse e-mail : drdohand@hotmail.com (D. Dohan).

de conférenciers internationaux, chercheurs et praticiens, ce sont plus de 600 participants qui ont pris part à un programme scientifique dense et éclectique.

Organisé à la manière des grands Congrès internationaux, le rythme de ce SyFac 2005 était volontairement dynamique afin de profiter au maximum de l'expérience des auteurs tout en assistant à une présentation claire et simple. Les conférences n'excédaient ainsi jamais 20 minutes.

L'attirance de la communauté médicale et dentaire envers les facteurs de croissance est-elle réellement justifiée ? Les résultats publiés depuis quelques années n'ont, à ce jour, pas engendré de véritable consensus scientifique. L'apparition de nouvelles techniques de concentrés plaquettaires, en particulier le PRF, grâce à leurs propriétés biologiques spécifiques et la simplicité de leur protocole, a relancé le débat avec toujours la même interrogation : la fibrine et les cytokines de ces préparations ont-elles vraiment une activité ostéogénique ? De quelle manière la synthèse osseuse s'organise en présence de ces facteurs de croissance ? Les greffes osseuses bénéficient-elles vraiment de l'apport de telles techniques ? Pourquoi et comment la fibrine intervient dans l'ostéo-intégration des implants ? Et puisque la cicatrisation muqueuse est véritablement accélérée par ces adjuvants, comment les utiliser au cours de nos chirurgies plastiques parodontales ?

Le débat entre les différentes techniques, à savoir le PRP (*platelet rich plasma*), le PRF (*platelet rich fibrin*) et le PRGF (*plasma rich in growth factors*) ne fut pas non plus occulté. Et en présentant chacun leurs travaux et leurs expériences avec ces différents protocoles, les conférenciers offrirent aux participants un intéressant panorama comparatif de ces techniques, avec leurs avantages et leurs inconvénients.

Le programme du SyFac 2005 a ainsi été conçu pour apporter un maximum de réponses à toutes ces interrogations et pour mener un bilan scientifique le plus complet possible de l'intérêt des facteurs de croissance au sein de nos thérapeutiques, qu'il s'agisse de chirurgies implantaires, de greffes osseuses et *sinus-lifts*, de la gestion de la phase extractionnelle préimplantaire, de la chirurgie mucogingivale ou encore de la chirurgie maxillo-faciale. Les conférenciers étaient venus de tous les horizons, chercheurs, cliniciens, souvent les deux, de huit nationalités différentes, tous réunis autour de cette thématique qui suscite l'engouement parmi tous. Et cette belle journée fut une grande réussite à tout point de vue, tant par le nombre de participants que par la qualité scientifique des présentations.

SyFac 2005 : le point sur les données bioéthiques, fondamentales et cliniques

Cette journée scientifique était placée *sous le haut patronage du ministre de la Santé*. Ce fut donc à **Paul Samakh**, président du Syndicat national des paro-implantologues (SNPI), d'ouvrir la première session du congrès par un rappel de la législation en vigueur, en France, concernant l'utilisation des concentrés plaquettaires en clinique ou en cabinet. Depuis la Loi de Bioéthique 2004 et l'accord conclu entre le ministère et le SNPI, le PRF évolue dans un cadre légal beaucoup plus clair. Son usage demeure simplement soumis à un guide de bonne pratique, et les prélèvements sanguins doivent être réalisés par un personnel autorisé. Bien évidemment, tous les autres protocoles (PRP et PRGF) qui impliquent la modification biochimique du prélèvement sanguin demeurent interdits, ou en tout cas en dehors de la législation actuelle.

Après ces premiers rappels légaux, le programme scientifique à proprement parlé pu commencer. Les séances de la matinée furent ainsi présidées par **Paul Samakh** et **Marc Mongeot** du SNPI, dans un premier temps, puis par **Lars Sennerby** (Göteborg, suède) et **Patrick Palacci** (Marseille, France).

Le **Pr Itshak Binderman**, de l'université de Tel-Aviv (Israël), introduit cette journée par de nombreux rappels sur les corrélations entre cellules, cytokines et matrices dans l'organisme, et plus particulièrement au cours de la cicatrisation. Les facteurs de croissance ont une activité de stimulation des cellules osseuses mais l'environnement et l'organisation des matrices tissulaires vont jouer un rôle fondamental dans la croissance des cellules osseuses mais également leur différenciation, condition clé à la fabrication d'os nouveau. Les expériences réalisées sur les rats ont permis de mieux comprendre les effets des facteurs de croissance mais également le rôle de l'environnement vasculaire et hormonal (parathyroïde) dans le déroulement de la reconstruction osseuse. Ces interactions cytokines/matrice jouent un rôle prépondérant dans toutes les technologies de bio-ingénierie, en particulier pour le tissu osseux.

Après ces premiers rappels fondamentaux, il revint au Dr **David Dohan** (Paris, France) de présenter les principaux adjuvants chirurgicaux et les principales molécules qui les constituent : la fibrine et les cytokines. Qu'il s'agisse de PRP (*platelet rich plasma*) ou de PRF (*platelet rich fibrin*), ou encore de leur ancêtre les colles de fibrine, ces adjuvants chirurgicaux sont tous des technologies de la fibrine et leurs fonctions biologiques sont indissociables de la matrice cicatricielle que constitue cette molécule. Cependant, la description et l'analyse de ces

différents adjuvants et de leur protocole de production permettent de distinguer aisément les nombreuses différences dans l'architecture moléculaire de ces composés, ce qui implique des usages et des effets biologiques très différents.

Pour mettre en évidence ces notions, les conférenciers suivants présentèrent tour à tour des investigations réalisées *in vitro* avec les PRPs ou le PRF.

Antoine Diss (Nice, France) pu ainsi présenter le compte-rendu complet de cultures d'ostéoblastes et de fibroblastes humains sur membranes de PRF. Ces travaux très novateurs mettaient en évidence le caractère ostéogénique de ces membranes : stimulation de la prolifération puis de la différenciation ostéoblastique conduisant *in vitro* à une accélération des processus de minéralisation de manière statistiquement significative. Et **Peter K. Moy**, de UCLA (Los Angeles, États-Unis), présenta une série d'études sur les PRP. Certaines étaient par exemple réalisées sur le modèle efficace, mais controversé, du crâne de lapin : quatre trous sont réalisés dans le crâne de lapins de Nouvelle-Zélande et différents matériaux de comblement sont alors testés (os autogène, avec ou sans PRP, etc.). De l'ensemble de ses travaux, il est impossible de tirer de consensus. Le PRP ne semble pas avoir de vertus cicatricielles par lui-même, mais son usage clinique semble tout de même améliorer la cicatrisation. Le PRP aurait-il exactement les mêmes effets qu'une colle de fibrine ?

Quant à **Jörg Wiltfang** (Kiel, Allemagne), connu pour ses nombreuses publications internationales sur les PRP, il présenta une intéressante comparaison entre PRP et PRF issue de ses travaux fondamentaux et cliniques. Ces travaux préliminaires, notamment les cultures cellulaires d'ostéoblastes, mettent en évidence que le PRF ou *platelet rich fibrin*, est plus actif que le PRP. Quant aux études cliniques, réalisées sur des animaux dans un premier temps puis en clinique humaine, elles démontrent déjà les grandes différences entre PRP et PRF, ce dernier offrant des résultats nettement plus évidents, et cela avec un protocole simple et peu coûteux comparé aux PRP.

Pour revenir à des travaux plus cliniques, le suédois **Andreas Thor** (Uppsala, Suède) présenta les résultats de sa longue expérience de l'utilisation du PRP (plus de six ans) au cours des traitements implantaires et des greffes osseuses. Cette expérience met en évidence l'intérêt relatif du PRP : cet adjuvant facilite souvent les chirurgies complexes par son pouvoir hémostatique et son rôle de colle biologique entre les différents fragments d'un greffon ; cependant, ses effets biologiques en termes de cicatrisation demeurent très difficiles à mettre en évidence.

Les résultats cliniques associant greffes osseuses et PRF sont quant à eux nettement plus faciles à mettre évidence. **Philippe Leclercq** (Paris, France) démontre en effet le bénéfice de l'utilisation de ces membranes pour la cicatrisation muqueuse, et même osseuse au sein des greffes d'os autogène d'origine symphysaire et rétromolaire. Là encore, les techniques de prélèvement, de sculpture et d'adaptation du greffon sont fondamentales pour la réussite du traitement, mais les membranes de PRF sont d'un grand intérêt pour faciliter la fermeture des tissus mous, particulièrement mis à l'épreuve autour de la zone greffée.

Alain Simonpieri (Marseille, France) va même plus avant dans son usage des PRF. Il démontre, sur une série de 232 Sinus, la fiabilité de la technique de comblement sinusien à l'aide de PRF, os allogénique et métronidazole. Les progrès ainsi réalisés permettent même d'envisager des comblements avec implantations immédiates dans des sinus extrêmement résorbés (SA4, classification de Misch), si tant est que l'on utilise correctement nos adjuvants et des implants au profil adapté.

Et c'est sur ces images étonnantes que les séances du matin se closent.

Le programme de l'après-midi se voulait plus clinique, les bases fondamentales ayant été particulièrement bien explicitées au cours de la matinée. Les séances de l'après-midi furent présidées tour à tour par **Jean-Pierre Bernard** (Genève, Suisse), **André P. Saadoun** (Paris, France) et **Joseph Choukroun** (Nice, France).

L'après-midi débuta par la présentation dynamique d'**Edouardo Anitua** (Espagne). Illustrant son propos de nombreux cas de chirurgie implantaire, préimplantaire, maxillofaciale et orthopédique, il décrit les protocoles et les utilisations éventuelles du PRGF (*plasma rich in growth factors*), une variante espagnole du PRP, au sein de son activité clinique. Une présentation haute en couleur et il est vrai parfois un peu brusque et partisane, puisqu'il est lui-même « l'inventeur » de ce protocole...

Puis **L. De Stavola** présenta l'expérience de l'équipe du Dr **Fouad Khoury** (Allemagne), qui utilise désormais le PRF pour toutes ses chirurgies de greffes. Comme pour Philippe Leclercq, les membranes de PRF ont rapidement prouvé leur intérêt, particulièrement pour la fermeture accélérée et sécurisée des incisions, pour une maturation accélérée des tissus mous et osseux et dans le traitement de perforations de la membrane sinusienne au cours des *sinus-lifts*. Dès cette étude préliminaire, cette équipe a pris goût à l'usage de ces membranes, particulièrement utiles dans la gestion des cas les plus complexes.

Mais au-delà des greffes osseuses, c'est dans le comblement des alvéoles et des kystes dentaires que le PRF semble offrir les résultats les plus systématiques. Les travaux d'**Alain Vervelle** (Divonnes, France) et de **Jaafar Mouhyi** (Casablanca, Maroc) sont en cela parfaitement complémentaires et concordants : le fait de combler une alvéole avec du PRF permet d'éviter les douleurs postopératoires et d'obtenir un site implantable d'une très grande qualité. Sous l'effet organisateur du réseau de fibrine PRF, l'os qui va se constituer dans l'alvéole sera très dense et structuré ; à l'inverse, le comblement de ces sites avec des biomatériaux divers en grande quantité (allogreffes, xéno-greffes, β -TCP, etc.) ralentit la cicatrisation naturelle, et l'os que l'on y retrouve sera un assemblage désordonné de matériel greffé et de noyaux d'ostéosynthèse. De ce point de vue, tous les travaux sont concordants : mieux vaut combler nos alvéoles avec du PRF si l'on veut gérer au mieux la phase postextractionnelle préimplantaire ! Et l'usage de biomatériau ne doit se faire, éventuellement, qu'en petite quantité mélangée aux fragments de PRF dans le cas de défauts osseux importants et sans paroi.

On retrouve ces notions dans les secondes présentations d'**Antoine Diss** et d'**Alain Simonpieri**. **A. Diss** décrit en effet une version personnelle de la technique du *push-back*, ou *sinus-lift* par voie crestale avec implantation simultanée : en n'utilisant que le PRF pour soulever sa membrane, il démontre avec aisance que le secteur soulevé est l'objet d'une ossification dans les deux mois qui suivent, sous l'effet de la membrane PRF qui guide la cicatrisation. Quant à **A. Simonpieri**, l'utilisation du PRF et du métronidazole lui permet depuis plusieurs années de réaliser de manière très fiable des implantations immédiates postextractionnelles, des greffes avec implantations immédiates, le tout avec mise en charge immédiate d'une partie des implants. Certes son protocole demeure très rigoureux : il ne mettra en charge immédiate un bridge complet sur implant qu'à condition d'avoir les ancrages suffisants, mais la prouesse technique et esthétique est évidente. Le PRF, en accélérant la cicatrisation muqueuse et en guidant la cicatrisation osseuse, lui a permis très naturellement d'évoluer vers cette technique délicate qu'aujourd'hui il maîtrise, comme le démontrent les nombreux cas qu'il présenta devant une assemblée ébahie.

Enfin, pour clore cette journée scientifique déjà bien chargée, de nombreux praticiens vinrent présenter leurs travaux sur le PRF au sein de nombreuses situations cliniques très variées : PRF et implantologie basale (L. Sers), PRF et laser (G. Navarro), PRF et chirurgie maxillofaciale (Ph. Chanavaz), PRF et nouvelles technologies (F. Poulmaire).

De ces dernières présentations, il faut certainement retenir la très belle présentation de **Marie-Odile Girard** (Bellignat, France) sur l'usage du PRF en chirurgie mucogingivale. Illustrant son propos d'une très belle série de cas cliniques, elle démontre avec brio tant l'élégance de sa patte que la capacité du PRF, lorsqu'il est utilisé correctement, à guider la cicatrisation des tissus mous.

Le mot de la fin revint à **Joseph Choukroun**, qui fit alors le point sur quelques situations cliniques où l'usage du PRF seul ne permit malheureusement pas la cicatrisation complète du site. Une manière didactique de rappeler à chacun que le PRF n'a rien du produit miracle : il ne s'agit que d'un biomatériau de cicatrisation, certes très efficace, mais dont la fonction est de potentialiser la cicatrisation à la seule condition que celle-ci soit possible !

Et c'est sur ces dernières images que purent se clore les débats.

En résumés

Interaction of growth factors and scaffolds in tissue engineering of bone

Par I. Binderman, H. Bahar and A. Yaffe (School of dental medicine, university of Tel-Aviv and department of Prosthodontics, Hadassah School of dental medicine, Hebrew university, Jerusalem).

Generally, an injured organ can undergo regeneration or scarring. The normal microenvironment of injured tissues, which undergo healing consists of thrombocytes and fibrin, both activate factors, which increase complement activation, leukotrienes and chemotaxis. Inflammatory response includes activation of macrophages, lymphocytes and granulocytes. The outcome is secretion of mitogenic growth factors, cytokines and lymphokines, starting the wound healing process. It starts by development of young granulation tissue, which consists of fibrin matrix, vasculature and young mesenchymal cells. It is at this early stage of new tissue development that the microenvironment of growth factors and morphogens is determining whether regeneration will follow. Therefore, attempt to mimic native cell physiological microenvironments have been proven to be an effective approach in replicating many cellular events leading to functional tissues. However, application of materials, which induce high local concentrations of TGF β reduce level of vascularity (lack of VEGF and basicFGF). Lack of specific glycoproteins like hyaluronate, perlecan and other heparan sulfate molecules will direct the resident cells to produce excessive collagen fibrous tissue producing a scar

tissue. On the other hand, the ability to control the newly regenerating granulation tissue by producing physiological scaffolds like hyaluronate, heparan sulphate macromolecules, which bind growth factors like bFGF, VEGF and BMPs and is releasing them next to responding cells. A cascade of biological events leading to a regenerative pathway is restoring the lost tissue.

In bone, a tissue that has a high extracellular matrix-to-cell ratio, matrix cell interactions are particularly important mediators of these processes. In most cell types focal adhesions are critical for cell-matrix interactions ; focal adhesion junctions mediate the linkage of ECM to the cytoskeleton via a supramolecular complex of transmembrane (integrins) and cytoplasmic proteins. This linkage allows the cell to respond rapidly to dynamic changes in both the extracellular and the intracellular environment, providing a connection between extracellular cues and the nuclear genome. Changes in the cellular environment may affect focal adhesion number and distribution and therefore organization of the actin cytoskeleton, influencing gene expression. We have previously described a two-dimensional culture method, which supports the growth of osteogenic cells on plastic surfaces. By applying sterile cell sorting techniques (FACS) we amplified the osteoprogenitor population by 10 folds. We found that implantation of this cell population, which is embedded in a fibrin scaffold and then placed within demineralised bone matrix cylinder (scaffold), at thoracic subcutaneous sites of DA rats is generating new bone tissue within three weeks, reminiscent of normal lamellar bone with high osteoblastic activity. In contrast to fresh marrow cells, which form an ossicle, the cultured osteoprogenitors form bone similar to membranous bone. We conclude, that the matrix normally includes many growth and differentiating factors which control differentiation of progenitor cells. Cytokines and growth factors are important in directing the progenitor cells to form a specific tissue like bone. Since, we found that osteoprogenitors contain receptors for parathyroid hormone (PTH). By including PTH in the scaffold will increase the amount of bone formation. In conclusion, tissue engineering should incorporate biological scaffolds, which will bind growth and differentiation factors and on the other hand will attract progenitor cells.

Fibrine, cytokines et ostéogénèse

Par David Dohan, Paris, France.

L'utilisation de la fibrine comme adjuvant chirurgical est une idée ancienne qui a beaucoup évo-

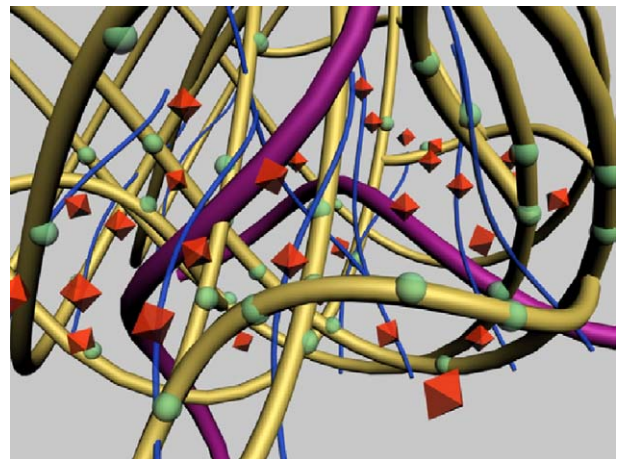


Figure 1 Modélisation biochimique du PRF.

lué depuis 30 ans. Au départ, il s'agissait exclusivement de colles de fibrine. Puis on a cherché à en faire des concentrés plaquettaires, sorte de colles de fibrine enrichies en plaquettes et cytokines pour accélérer la cicatrisation : ce sont les PRP (*platelet rich plasma*). Enfin, les technologies de la fibrine ont pris un tournant majeur avec la création du PRF (*platelet rich fibrin*), biomatériau à la biologie complexe et aux applications potentielles encore largement méconnues. En analysant son mode de production, il est possible de comprendre nombre de ses propriétés (Fig. 1). Et des analyses histologiques portant sur un nombre important de prélèvements osseux permettent d'ores et déjà de mettre en évidence l'intérêt du PRF dans les comblements d'alvéoles ou dans les *sinus-lifts* : on obtient, avec PRF, un os plus dense, plus structuré, et en presque deux fois moins de temps que chez les témoins (Fig. 2). De tels résultats laissent entrevoir bien des applications cliniques à venir pour ce biomatériau.

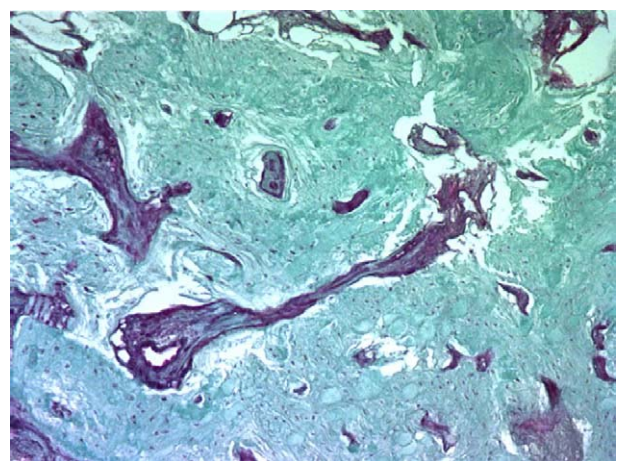


Figure 2 Os néoformé à six mois (en vert), après comblement par PRF seul (+métronidazole) d'un kyste alvéolaire.

Comportement de culture de fibroblastes et d'ostéoblastes d'origine humaine en présence de PRF

Par Antoine Diss, Nice, France.

L'étude in vitro des comportements cellulaires en présence de PRF paraît être un élément fondamental dans la compréhension des mécanismes biochimiques responsables des résultats cliniques obtenus grâce à l'utilisation du PRF.

Les cultures cellulaires d'origine humaines sont réalisées à partir d'un donneur volontaire sain, grâce à la technique de l'explant. Une fois les lignées cellulaires obtenues, celles-ci sont mises en présence de PRF (produit à partir du sang du même patient pour des raisons immunologiques) pour visualiser son action sur la prolifération et la différenciation cellulaire. Les premiers résultats obtenus sont très prometteurs : le PRF semble agir sur la prolifération cellulaire mais plus encore sur leur différenciation en cellules matures capables in vitro de synthétiser rapidement des nodules de minéralisation. Cette différenciation paraît maximale au contact des membranes de PRF.

Results of PRP, bone grafts and implants: a six-year experience

Par Andréas THOR, Uppsala, Suède.

Prosthetic treatment of the edentulous maxilla and mandible may require bone augmentation to enable placement and integration of dental implants. This constitutes a most complex healing situation and resorption of the grafted bone and failure of the implants is often encountered. The use of autogenous platelet-rich plasma (PRP) has been suggested to improve incorporation and preservation of bone grafts. Since 1997 the author of this presentation has been involved in the use of PRP.

At our clinic a controlled clinical study has been performed with the aim to evaluate if the use of PRP in conjunction with grafting of particulated autogenous bone to the maxilla improved the integration and clinical function of dental implants. Furthermore PRP and bone grafts have been evaluated in other settings, such as in reconstruction of clavicular pseudarthroses and also in the laboratory.

Results from studies and examples from the clinical use of PRP in maxillofacial surgery will be presented and discussed.

The use of platelet concentrate in clinical practice: benefits and drawbacks

Par Peter K. Moy, UCLA, États-Unis.

The use of platelet concentrate facilitates the bone grafting procedures, which may be beneficial to the patient and surgeon. However, there are certain risks and complications associated with the use of platelet concentrate that the clinician must be aware of. This presentation will highlight the benefits of using platelet concentrate and complications that have been encountered, as well.

Platelet rich plasma (PRP) vs. platelet rich fibrin (PRF): comparison of growth factor content and osteoblast proliferation and differentiation in the cell culture

Par Wiltfang J., Terheyden H., Gassling V., Acyl A. Department of oral and maxillofacial surgery, university of Kiel, Germany.

Clinical trials suggest that the combination of bone grafts and growth factors such as cytokines contained in PRP or PRF may be suitable to enhance bone density. In an experimental trial the growth factor content in PRP and PRF aliquots was measured using Elisa kits.

Purpose of second experimental study using osteoblast cell cultures was to investigate the influence of PRP and PRF on proliferation and differentiation of osteoblasts. In both PRP and PRF comparable contents of growth factors (PDGF, TGF- β) could be found. In the cell culture study the affinity of the osteoblasts to the PRF membranes appeared to be superior. In addition to the experimental results first clinical outcomes will be presented.

De l'intérêt du PRF au cours des greffes osseuses d'origine rétromolaire ou symphysaire

Par Philippe Leclercq, Paris, France.

La réussite des greffes osseuses endobuccales repose entièrement sur notre capacité à favoriser l'intégration du greffon au sein de son site receveur. Cela passe par un contrôle rigoureux du site opératoire et par une parfaite adaptation du greffon à l'anatomie du site d'apposition, qu'elle soit endosinusienne sous-muqueuse (*sinus-lift*) ou crestale.

L'utilisation d'os autogène d'origine symphysaire ou rétromolaire constitue un protocole très intéressant pour ces greffes osseuses de volume réduit sur des patients éveillés, le plus souvent sous sédation analgésique.

L'utilisation de membranes de fibrine PRF offre de nouvelles opportunités au sein de ces chirurgies délicates au fauteuil, tant en termes de contrôle du

site chirurgical que pour améliorer le remodelage des greffons osseux.

Comme pansement de fibrine enrichi en facteurs de croissance, les membranes de PRF accélèrent considérablement la cicatrisation mucogingivale et la fermeture des traits d'incision. Cela permet de diminuer de manière importante le risque de déhiscence gingivale et d'apparition inopportune du greffon. Dans cette même logique de contrôle cicatriciel et inflammatoire du site chirurgical, ces membranes de fibrine favorisent le développement d'une néoangiogenèse qui améliore le drainage inflammatoire du site. Nous constatons une réduction des douleurs et de l'œdème postopératoire, autant d'éléments bénéfiques pour le confort du patient et la cicatrisation des deux sites d'intervention.

Mais le PRF intervient également dans la qualité de l'intégration du greffon osseux au sein de son site d'apposition. En effet, l'angiogenèse supportée par le PRF implique une vascularisation accélérée du greffon, en particulier lorsque les fragments de fibrine sont mélangés au matériau de greffe ; ils servent alors de liants biologiques entre les différents fragments du greffon, et augmentent ainsi ses chances de survie.

Cliniquement, l'usage des membranes de PRF sur des sites de greffes d'apposition offre une grande sécurité en termes de cicatrisation immédiate des tissus de revêtement et un confort chirurgical indéniable. À plus long terme, on observe des greffons souvent mieux intégrés, mieux remodelés, car mieux protégés dans les premiers temps de leur cicatrisation.

Grâce à toutes ces qualités, le biomatériau de cicatrisation PRF est un atout supplémentaire pour une réussite optimale des greffes osseuses endobuccales.

Comblements sinusiens et PRF : vers une nouvelle classification ?

Par Alain Simonpieri, Marseille, France.

Les comblements sinusiens ont vraiment connu un essor particulier depuis quelques années. L'adjonction de PRF à ces procédures a permis d'améliorer la rapidité et la qualité de la greffe. Ces progrès sont aujourd'hui largement soutenus par de premières études histologiques. Parallèlement à la recherche sur le PRF, l'intérêt de certaines substances antibactériennes pour améliorer les greffes osseuses a pu être testé : c'est le cas du métronidazole. Là encore, les analyses histologiques mettent en évidence une greffe de meilleure qualité. La tentation d'utiliser le PRF comme seul matériau de comblement est présentée et les enseignements de ces types de comblements originaux sont nom-

breux. Nous pouvons ainsi proposer de nouveaux protocoles chirurgicaux aboutissant à une nouvelle classification des *sinus-lifts*. Cette nouvelle classification simplifie la procédure des comblements sinusiens, et permet de combiner l'implantation et le comblement de manière fiable et prédictible, même dans le cadre des sinus extrêmes de type SA4.

Tous les types de situations cliniques seront argumentés par une grande série d'études histologiques et morphométriques. Nous avons également testé l'utilisation de cellules souches (mésenchymateuses) dans les greffes osseuses.

De l'usage des PRF dans les comblements alvéolaires et traitement des kystes et granulomes

Par Jaafar Mouhyi, Casablanca, Maroc.

Attaché de recherche à l'université de Göteborg, Suède.

Le traitement des alvéoles dentaires après extraction ainsi que la résection des kystes et granulomes pose la question de la conduite immédiate à tenir : combler ces zones ou laisser cicatriser spontanément avec le risque de constater quelques mois plus tard une résorption osseuse mettant en péril le plan de traitement implantaire envisagé.

Nous utilisons le PRF depuis plusieurs années car il simplifie pour nous le recours à un matériau de comblement synthétique dont le coût est disproportionné par rapport aux moyens financiers de nos patients. Cela résout également le problème inhérent à l'origine bovine ou humaine de l'os de comblement utilisé.

Les comblements de ces alvéoles et kystes avec du PRF sont présentés dans notre étude.

Le système PRGF

Par Eduardo Anitua, Vitoria, Espagne.

Le PRGF (*plasma rich in growth factors*) est différent des autres techniques de préparation de facteurs de croissance plaquettaires. La préparation se fait à l'aide d'une seule centrifugation. Le PRGF ne contient pas de leucocytes. Les plaquettes obtenues sont intactes et non activées. Le protocole n'utilise pas de thrombine car il fait appel au chlorure de calcium qui permet un relargage lent des facteurs de croissance. Le PRGF n'est pas seulement utilisé en chirurgie buccale mais aussi dans d'autres spécialités médicales, particulièrement en chirurgie maxillofaciale, plastique et en orthopédie. Il offre à chaque fois des résultats cliniques très satisfaisants.

PRF et greffes osseuses : étude préliminaire

Par L. De Stavola et Fouad Khoury, chirurgie maxillofaciale, Olsberg, Allemagne.

L'utilisation des facteurs de croissance en chirurgie maxillofaciale et préimplantaire n'a jamais été pour nous une technique probante et le manque de preuves scientifiques ne nous a jamais incités à nous y intéresser vraiment. La publication des récentes études sur le PRF a démontré un intérêt certain de la part de plusieurs équipes chirurgicales internationales.

Nous pratiquons seulement des greffes autogènes avec prélèvement osseux extemporané intra ou extrabuccal. Le PRF a été utilisé au cours de ces chirurgies de greffes et une analyse radiographique, scannographique et clinique a été réalisée, nous permettant de nous faire une idée précise de l'apport de ces nouvelles technologies. Nous avons également étudié les résultats sur la cicatrisation muqueuse. Ces premières études nous sont apparues très intéressantes, principalement par la facilité de production du PRF par rapport aux autres concentrés plaquettaires et grâce à la qualité des cicatrisations au niveau des tissus mous.

Gestion de la phase extractionnelle et préparation des sites à implanter avec le PRF

Par Alain vervelle, Divonne-les-Bains, France.

L'extraction dentaire, si elle est réalisée avec l'idée de proposer une implantation ultérieure, est une phase délicate car le devenir de l'alvéole post-extractionnelle n'est pas toujours programmable ni prévisible. L'idée d'associer le PRF au moment de l'extraction nous est apparue d'emblée très intéressante car cette matrice de fibrine, grâce aux facteurs de croissance qu'elle contient, va permettre un remodelage efficace de l'alvéole et surtout éviter la résorption osseuse des parois alvéolaires, mais également participer à leur restauration si elles ont été lésées. Plusieurs types de situations extractionnelles ont été étudiés et la comparaison va pouvoir se faire entre les alvéoles traitées au PRF et celles traitées sans PRF. Bien évidemment, les analyses histologiques de tous les cas traités serviront de support scientifique et statistique à cette présentation (Figs. 3-5).

Utilisation du PRF dans la technique des comblements de sinus par voie crestale

Par Antoine Diss, Nice, Paris.

Le comblement de sinus par voie crestale selon la technique de Summers autorise la mise en place

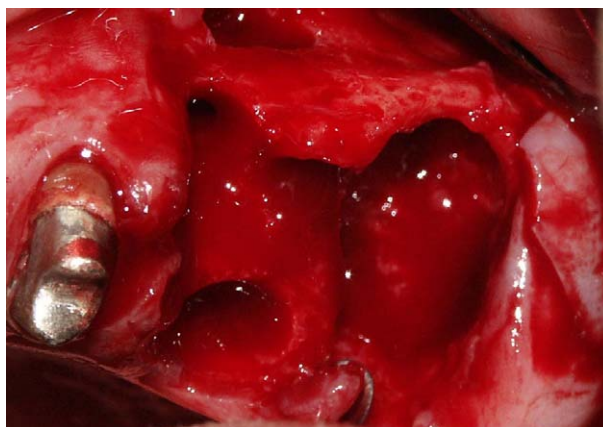


Figure 3 Alvéoles après extraction de dents surinfectées.



Figure 4 Comblement à l'aide de membranes de PRF seules.

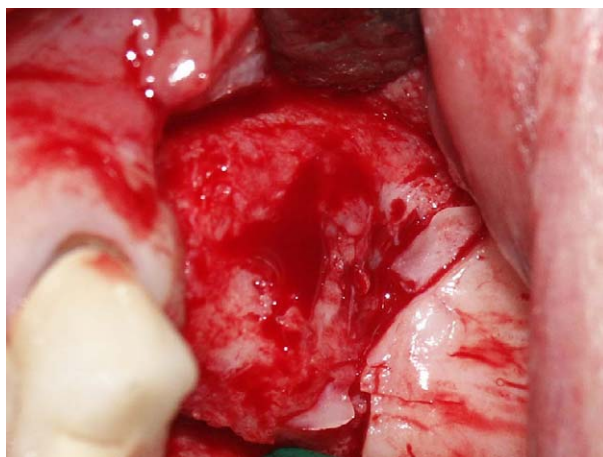


Figure 5 Cicatrisation du site à trois mois.

d'implants dans les secteurs postérieurs du maxillaire supérieur, lorsque la hauteur osseuse résiduelle est comprise entre 4 et 8 mm. Les temps opératoires de cette chirurgie sont la réalisation d'un forage osseux jusqu'au plancher sinusien, la mise en place d'un matériau de comblement et la fracture du plancher sinusien à l'aide d'un ostéotome. Il s'agit donc d'une chirurgie réalisée à l'aveugle et sa complication majeure est la déchi-

rure de la membrane sinusienne (jusqu'à 20 % des cas selon la littérature), objectivée par une manœuvre de Vasalva positive (technique peu sensible).

Dans la technique présentée, les membranes de PRF sont placées à l'intérieur du forage initial au contact du plancher sinusien. Le PRF va donc jouer le rôle du matériau de comblement, permettre la fracture du plancher, l'élévation de la membrane sinusienne et la mise en place des implants. À deux mois postopératoires, les examens radiologiques de contrôle objectivent la néoformation osseuse autour des implants.

L'utilisation du PRF comme matériau de comblement dans la technique du soulevé de sinus par voie crestale semble constituer une technique sûre et fiable permettant de répondre aux risques des perforations de la membrane sinusienne et d'obtenir une néoformation osseuse rapide autour des implants.

Mises en charges immédiates : que peut-on attendre du PRF ?

Par Alain Simonpieri, Marseille, France.

La mise en charge immédiate lors d'une réhabilitation implantaire est une solution intéressante, car elle apporte au patient une solution prothétique rapide et toujours appréciée. Elle est également valorisante pour le praticien qui la réalise. Bien entendu, les indications sont très strictes et la conduite de la réhabilitation très minutieuse. Que peut-on attendre du PRF lors de ces réhabilitations ? Cette technique intéressante va nous aider dans plusieurs domaines :

- l'utilisation de fibrine dans les alvéoles implantaires pour une ostéo-intégration plus rapide ;
- le recouvrement et la protection des greffes autour des implants posés dans les zones d'extraction grâce aux membranes de PRF ;
- la cicatrisation accélérée et la fermeture du site chirurgical plus rapide, et notamment chez les patients à risque (diabète et tabagisme) ;
- l'augmentation de la quantité de gencive kératinisée constatée systématiquement permettant une meilleure gestion esthétique de la prothèse.

Intérêt des PRF dans l'utilisation de *Diskimplants* nouvelle génération à plaque

Par Laurent Sers, Cannes, France.

Dans les cas de résorption osseuse avancée mandibulaire ou maxillaire, l'implantologie axiale mon-

tre souvent ses limites. Dans ces cas, l'augmentation osseuse par distraction à la mandibule ou par greffe sinusienne au maxillaire sont des voies qui apportent certes des solutions, mais qui sont lourdes tant dans leur gestion clinique pour le praticien que dans la gestion temps pour le patient.

L'implantologie basale en proposant un autre concept implantaire issu de l'orthopédie maxillofaciale permet ces reconstructions complexes sans les inconvénients des techniques classiques. Pour cela, il est possible d'utiliser des *Diskimplants* nouvelle génération à plaque, à ancrage multicortical endo-osseux associés à un blocage par des vis d'ostéosynthèse.

L'utilisation des PRF mélangées à de l'os autogène ou allogène, dans cette approche, permet d'optimiser l'angiogenèse locale et donc le pouvoir de régénération du site.

Les indications du PRF en chirurgie maxillofaciale

Par B. Giroud, T. Louvet et Ph. Chanavaz.

Centre régional de chirurgie orale et faciale, clinique La-Casamance, Aubagne, France.

L'utilisation du PRF a trouvé son essor dans l'implantologie et la chirurgie parodontale. Cette membrane autogène, dont le prélèvement et l'utilisation restent simples, présenterait de nombreuses qualités « tissu-inductrices » voire « tissu-conductrices ». En chirurgie maxillofaciale, nous l'utilisons principalement pour ses propriétés mécaniques. Son rôle, dans la réalisation d'une interface de protection et de stimulation des tissus mous, nous a fait découvrir de nouvelles indications dans notre pratique quotidienne. Ainsi la membrane de PRF améliore la cicatrisation et les suites dans certaines interventions, telles que la chirurgie orthognatique, la chirurgie des fentes palatines, la gestion des communications buccosinusiennes et surtout le comblement de cavité kystique.

Action synergique du PRF et du laser

Par G. Navarro, Paris, France.

Les PRFs ont pour fonction d'accélérer et d'orienter les cicatrisations gingivales et osseuses. Ils permettent également de diminuer l'inflammation. Existe-t-il d'autres techniques que l'on pourrait y associer pour activer l'obtention de ces effets ?

Les lasers et en particulier les *softs lasers* concourent à agir en synergie avec les PRFs par leurs propriétés biostimulantes et anti-inflammatoires. De nombreuses études réalisées en particulier à l'université de Sao Paulo et de Sao

Carlos au Brésil ont déjà mis en avant les effets de ces lasers sur la cicatrisation.

Cette présentation a pour objectif de présenter une étude histologique de carottes osseuses obtenues à partir de sites d'extraction infectés, désinfectés au laser CO₂ ou Nd/YAG et greffés par du Bio-Oss® ou des PRFs seuls, puis biostimulés au *Soft laser Diode* 650-810 nm.

Les résultats obtenus confirment l'accélération des cicatrisations et démontrent l'intérêt de n'utiliser que du PRF pour combler de telles alvéoles et d'associer PRFs et lasers.

PRF et nouvelles technologies

Par F. Poulmaire, Avignon, France.

L'acte chirurgical implantaire s'est enrichi de moyens techniques très performants comme la chirurgie à résonance moléculaire pour les tissus mous et la piézochirurgie pour l'os. L'objectif est de rendre l'agression chirurgicale la moins traumatisante possible.

Par ailleurs, l'utilisation des facteurs de croissance vient optimiser cette démarche dans la dynamique de la cicatrisation. L'ensemble de ces biotechnologies permet aujourd'hui de réaliser avec beaucoup plus de facilité des chirurgies autrefois très complexes.

PRF et plastique parodontale

Par Marie-Odile Girard, Bellignat, France.

La validité d'une reconstruction implantoportée dans le secteur antérieur dépend entre autre de sa stabilité et de son résultat esthétique.

L'intégration esthétique est facile à réussir dans la situation clinique idéale où le volume osseux est suffisant et le parodonte est sain. L'implant sera alors posé dans sa position optimale, ce qui permettra d'assurer l'alignement des collets, la présence de papilles et de négocier le meilleur profil d'émergence superposable à celui d'une dent naturelle.

Prévoir l'esthétique, c'est préserver ou reconstruire le volume osseux initial, soutien direct de la gencive et modifier si nécessaire le biotype de nos patients.

Aujourd'hui, l'utilisation des concentrés plaquetaires autologues, en particulier le PRF mis au point en France par J. Choukroun, offre des applications performantes dans le cadre de la chirurgie plastique parodontale, nécessaire à la stabilité du parodonte marginal, au respect de l'espace biologique et à l'esthétique final de la restauration.

Cette présentation a pour objectif d'illustrer différentes applications cliniques du PRF en tant qu'adjuvant thérapeutique bioactif capable de réguler l'inflammation et de potentialiser la cicatrisation des sites à remodeler.

Les limites thérapeutiques du PRF et les causes d'échec

Par Joseph Choukroun, Nice, France.

L'usage du PRF comme élément de cicatrisation osseuse et muqueuse est aujourd'hui considéré par de très nombreux praticiens comme une technique efficace. Néanmoins, on ne peut pas tout attendre de cette technique et les limites et causes d'échec sont aujourd'hui mieux répertoriées.

Les échecs sont surtout rencontrés à la suite d'erreurs techniques ou à un défaut d'application du protocole.

Les limites d'efficacité du PRF sont objectivées à l'aide de plusieurs cas cliniques. Elles permettent de mieux comprendre certaines causes d'échec classiques et d'établir les règles incontournables pour mieux se servir du PRF au cours des greffes osseuses et chirurgies mucogingivales.

Pour conclure cette belle journée...

Le congrès SyFac 2005 fut, à tous points de vue, une réussite exemplaire : record d'affluence, particulièrement pour un congrès à la thématique si spécifique, qualité des travaux présentés et rigueur de l'organisation du symposium. Mais au-delà, de cette journée, le plus important demeure l'engouement des praticiens pour des solutions thérapeutiques complexes, nécessitant de se replonger dans des notions fondamentales parfois difficiles à appréhender, mais qui offrent tant de solutions innovantes. Ce congrès fait bien la preuve que même un sujet aussi spécifique et délicat que l'usage thérapeutique des concentrés plaquetaires peut générer l'intérêt de tous, à condition d'être développé avec rigueur et esprit de synthèse par des chercheurs et praticiens réunis autour d'un chef d'orchestre particulièrement motivé : ce SyFac 2005, et tous les travaux scientifiques qui y furent présentés, sont avant tout l'aboutissement du travail d'un homme que l'on ne citera pas mais qui, depuis plus de cinq ans, stimule de nombreuses équipes à travers le monde. Cette réussite est le fruit d'un travail d'équipe, certes, mais c'est avant tout la victoire du courage et de la volonté. Sa victoire.

Et le meilleur est, espérons-le, encore à venir !



ELSEVIER

CAS CLINIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Réhabilitation totale implantoportée bimaxillaire

Total rehabilitation bimaxillary implant-borne

B. Vialle ^{a,*}, G. Payement ^b, L. Richard ^c, D. Cantaloube ^d

^a Service d'odontologie, hôpital d'instruction des armées Desgenettes, 108, boulevard Pinel, 69275 Lyon cedex 03, France

^b Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, chirurgie maxillofaciale, 2, rue du Quinconce, 49100 Angers, France

^c Chirurgie maxillofaciale, stomatologie, chirurgie réparatrice et esthétique de la face, 5, rue Chambovet, 69003 Lyon cedex, France

^d Chirurgie plastique et maxillofaciale, clinique Milan, 17, rue de Milan, 75009 Paris, France

MOTS CLÉS

Atrophie maxillaire ;
Ostéotomie Le Fort I ;
Greffe osseuse
autogène ;
Implants

Résumé Le traitement de l'édentation totale par prothèse implantoportée fait partie maintenant des thérapeutiques classiques. Lorsque la résorption des crêtes mandibulaire et maxillaire édentées s'accompagne de rapports squelettiques de classe III congénitales ou acquises, une correction chirurgicale est nécessaire pour obtenir un résultat fonctionnel et esthétique optimal avec des prothèses supra-implantaires. Un procédé chirurgical incluant avancement du maxillaire, élévation du plancher des sinus maxillaires et élargissement de la crête alvéolaire à l'aide de greffons osseux autogènes permet de créer un volume osseux suffisant pour la mise en place d'implants. Cette chirurgie préimplantaire est la condition préalable pour un pronostic favorable à long terme des prothèses supra-implantaires. Le cas clinique présenté, bénéficiant de sept années de recul après réalisation prothétique, permet de décrire les différentes étapes chirurgicales et prothétiques aboutissant à la réhabilitation prothétique par prothèse supra-implantaire bimaxillaire.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

KEYWORDS

Atrophic maxilla;
Le Fort I osteotomy;
Autogenous bone
graft;
Endosseous implants

Abstract The treatment of the totally edentulous by implant prostheses is now current in therapeutic methods. When resorption proceeds the mandible tends to assume a skeletal pseudo-class III relationship to the maxilla, then the surgical correction is necessary to obtain a functional and aesthetic result for implant prostheses. A method of reconstruction by combining a maxillary advancement, a bilateral sinus floor elevation and autologous bone grafts with buccal onlay is suitable for implant placement. This surgical procedure is the preliminary condition to obtain a high success rate in long term of the osseointegrated implant prostheses. The clinical case, seven years ago after prosthetic rehabilitation, can be described the different surgical and prosthesis stages to a successful bi-maxillary implant prostheses.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : brunovialle@yahoo.fr (B. Vialle).

L'atrophie des crêtes édentées maxillaire et mandibulaire est due à des phénomènes de résorption spécifiques qui modifient les rapports intermaxillaires dans les sens transversal, vertical et antéropostérieur [1,2]. En prothèse implantoportée, contrairement à la prothèse totale conventionnelle supportée par les tissus muqueux, le montage des dents prothétiques ne peut pas compenser les rapports maxillomandibulaires de classe III sans être à l'origine de déficits fonctionnels, phonétiques et esthétiques.

Plusieurs auteurs ont décrit l'utilisation de l'ostéotomie de Le Fort I pour corriger de tels rapports intermaxillaires. Keller et al. [3] ont publié l'utilisation de l'ostéotomie de Le Fort I, avec interposition de greffons osseux autogènes suivie de la mise en place, dans un deuxième temps opératoire, d'implants servant ultérieurement à stabiliser une prothèse amovible. En 1989, Sailer [4] propose, dans les cas d'atrophie terminale au maxillaire, la pose d'implants en deux étapes, après ostéotomie de Le Fort I avec comblement par greffes des sinus maxillaires en une seule intervention. C'est cette technique qui sera utilisée ici.

Présentation du cas clinique

La patiente, âgée de 52 ans, est édentée complète maxillaire et partielle mandibulaire avec conservation du bloc incisivo-canin mandibulaire. Le motif de sa consultation est en rapport avec le port d'une prothèse totale maxillaire particulièrement instable rendant l'alimentation et la vie sociale difficiles. Cette femme, sportive, est en bonne santé et les examens cliniques et biologiques n'ont pas décelé de pathologie générale.

Examen exobuccal

La lèvre supérieure et les joues ne sont plus soutenues. Les commissures labiales sont tombantes. De profil, le maxillaire est en retrait tandis que le menton se projette en avant. Les rapports labiaux sont inversés : le bord libre de la lèvre supérieure se positionne en arrière du bord libre de la lèvre inférieure (Fig. 1)

Examen endobuccal

L'atrophie osseuse maxillaire est importante : le palais est plat et la crête alvéolaire est très peu marquée. La gencive kératinisée très réduite est remplacée par une muqueuse buccale érythémateuse.

Dans le sens sagittal, l'atrophie maxillaire est responsable d'un pseudopognatisme ou Classe III squelettique.



Figure 1 Patiente de profil : les rapports labiaux sont inversés.

Dans le sens transversal, l'ostéolyse du maxillaire est centripète par rapport à l'arcade mandibulaire.

Dans le sens vertical il existe une perte importante de la dimension verticale.

Bilan radiologique

Les examens radiographiques (cliché orthopantomographique et télécône de profil) objectivent la résorption extrême des structures osseuses du maxillaire (Figs. 2 et 3).

L'analyse céphalométrique permet d'évaluer les déplacements théoriques nécessaires des bases osseuses [5].

Étude prothétique

Les modèles diagnostiques maxillaire et mandibulaire sont mis en articulateur à l'aide d'un arc facial et d'enregistrements des rapports intermaxillaires.

Pour simuler le plan occlusal prothétique, des montages de prothèses adjointes sont réalisés sur

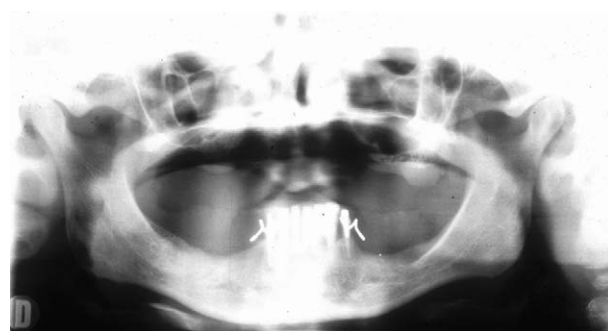


Figure 2 Radiographie panoramique préopératoire.

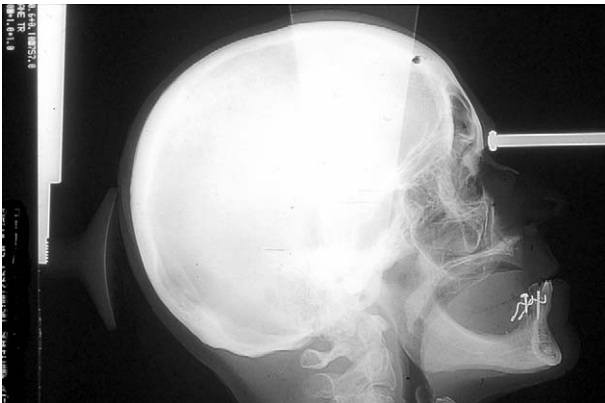


Figure 3 Télérâne de profil préopératoire.

les modèles de simulation, le maxillaire étant avancé et abaissé (Figs. 4 et 5). Une prothèse adjointe totale maxillaire est confectionnée à partir de cette nouvelle position du maxillaire (Fig. 6) Cette prothèse amovible sera utilisée au bloc opératoire pendant la phase d'ostéosynthèse du maxillaire dans sa nouvelle position, et en fin d'intervention elle sera fixée au maxillaire par l'intermédiaire de fils d'acier passant dans les deux sinus maxillaires. Ainsi, la patiente sortira avec une prothèse solidaire de son maxillaire pour une pé-

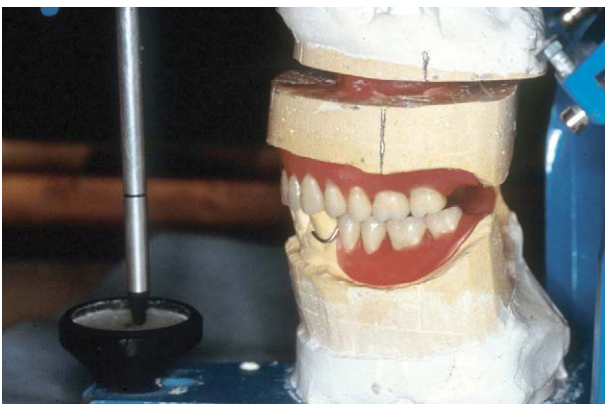


Figure 4 Simulation sur modèle : montage prothétique idéal.



Figure 5 Simulation sur modèle : le maxillaire est avancé et abaissé.



Figure 6 Prothèse totale maxillaire confectionnée à partir de la nouvelle position du maxillaire.

riode d'une vingtaine de jours. Cette prothèse provisoire immédiate sera déchargée au niveau des sites greffés. La patiente est informée que la restauration provisoire ne permet pas la mastication mais que son rôle est uniquement esthétique et social.

Un duplicata de la prothèse maxillaire est réalisé avec de la résine transparente autopolymérisable afin de servir de guide radiographique (Fig. 7) Des repères métalliques (fil de titane) sont noyés dans cette gouttière aux endroits où devront se trouver les implants de façon idéale. Cette gouttière étant placée dans la bouche de la patiente, un examen tomodynamométrique permet d'apprécier le volume et la qualité du support osseux en regard de la position optimale des implants (Fig. 8). La hauteur résiduelle de la crête en regard des cavités sinusiennes est comprise entre 1 et 4 mm de haut. Dans la région incisivocanine, la hauteur de la crête est de 6 mm.

La simulation prothétique permet de définir le protocole chirurgical qui sera pratiqué. Il va consister en une ostéotomie totale horizontale du maxillaire (ostéotomie de Lefort I) avec interposition osseuse endosinusienne et dans la portion anté-



Figure 7 Guide radiologique duplicata de la prothèse de la patiente.

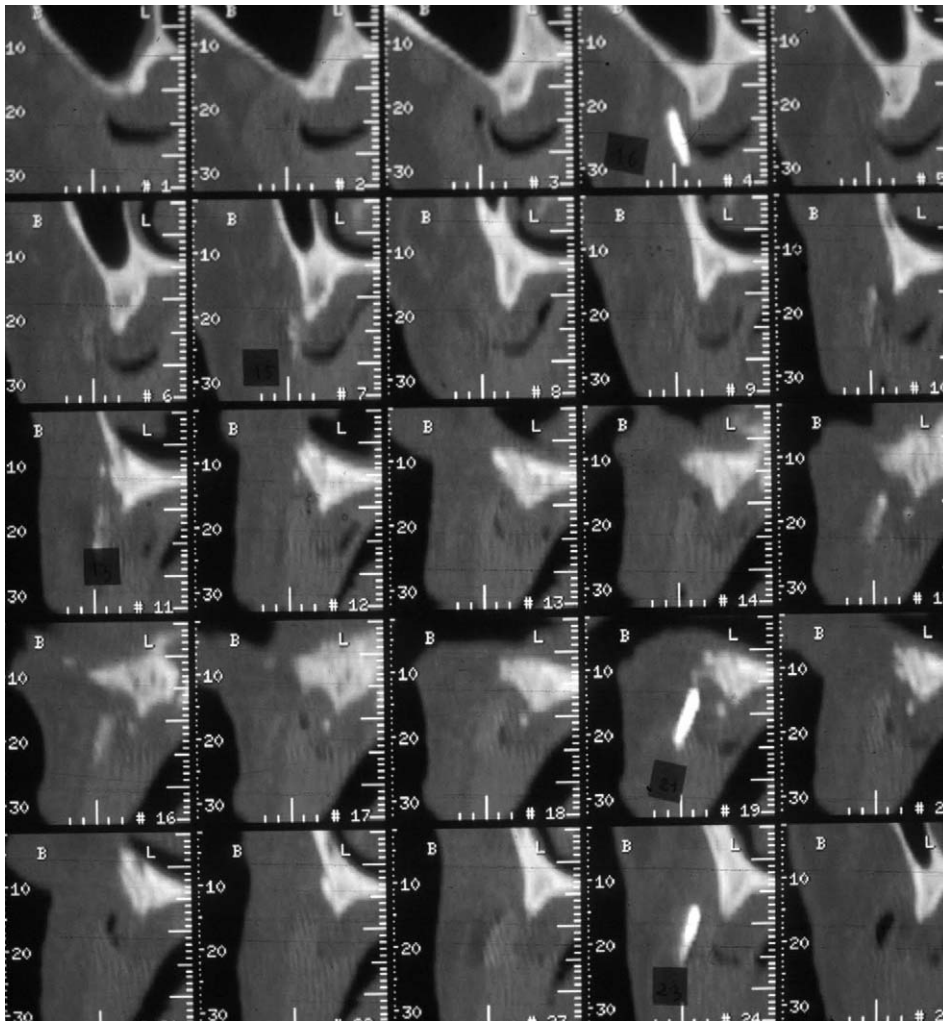


Figure 8 Imagerie préopératoire : coupes frontales tomodensitométriques de la région maxillaire droite.

rière des fosses nasales de bloc osseux d'origine iliaque et apposition vestibulaire simultanée d'os pariétal, dans la région incisivocanine.

Chirurgie reconstructrice

Ostéotomie de Le Fort I

Une incision horizontale bilatérale est tracée dans le vestibule de la face mésiale de la première molaire à la ligne médiane (Fig. 9). La dissection sous-périostée est réalisée de l'apophyse ptérygoïde dans la tubérosité maxillaire jusqu'à l'épine nasale antérieure.

Une ostéotomie est réalisée à la scie du bord de l'orifice piriforme jusqu'à l'apophyse ptérygoïde, d'un côté puis de l'autre. Le maxillaire est alors abaissé par ostéotomies des cloisons intersinuso-sinales et du septum médian et disjonctions ptérygo-maxillaires (Fig. 10).

Augmentation osseuse verticale

L'os iliaque, prélevé dans le même temps opératoire, (Fig. 11) est utilisé en blocs corticospongieux taillés selon la forme des cavités sinusiennes et de l'orifice piriforme. Les greffons sont disposés, la corticale vers le haut, le spongieux vers le bas au



Figure 9 Incision horizontale vestibulaire bilatérale de la première molaire à la ligne médiane.

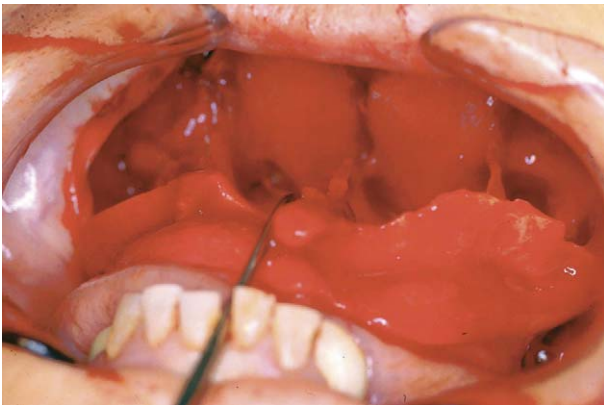


Figure 10 Maxillaire fracturé vers le bas.



Figure 12 Site donneur pariétal.

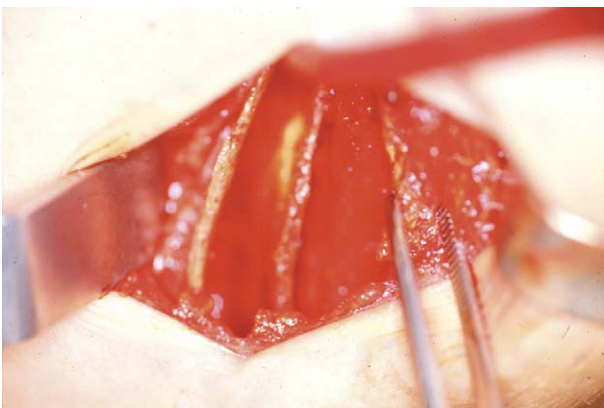


Figure 11 Site donneur iliaque.

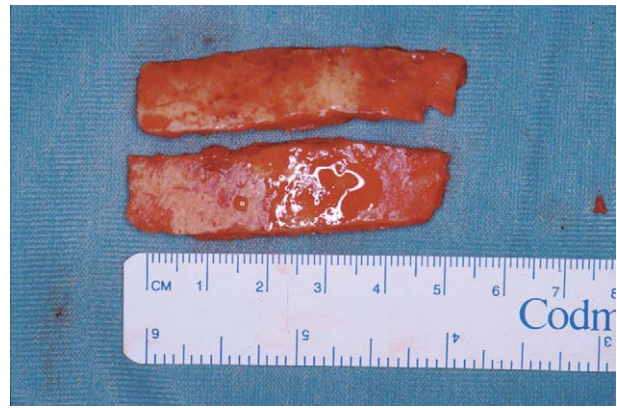


Figure 13 Prélèvement pariétal.

contact de chaque bas-fond sinusien et de la portion antérieure du seuil des fosses nasales. Ces greffons sont ostéosynthésés grâce à un cerclage au fil d'acier. L'os spongieux récolté en complément est un excellent matériau de comblement.

Apposition osseuse en épaisseur

Également dans le même temps opératoire, deux lames de corticale externe d'os pariétal sont prélevées grâce à un clivage effectué dans l'épaisseur de la voûte crânienne (Figs. 12 et 13). Résistant particulièrement aux phénomènes de résorption et grâce à sa courbure naturelle, l'os pariétal est particulièrement indiqué pour les augmentations d'épaisseur de la crête alvéolaire par apposition vestibulaire (Fig. 14).

Le maxillaire greffé et libéré est positionné vers l'avant d'environ 5 mm et vers le bas de 5 mm grâce à l'utilisation des appareils réalisés à partir des modèles de simulation. L'ostéosynthèse du maxillaire est réalisée à l'aide de plaques miniatures en titane (Fig. 15). Elles assureront la stabilité du montage.

Enfin, la prothèse supérieure est solidarisée au maxillaire par cerclage intrasinusien au fil d'acier.

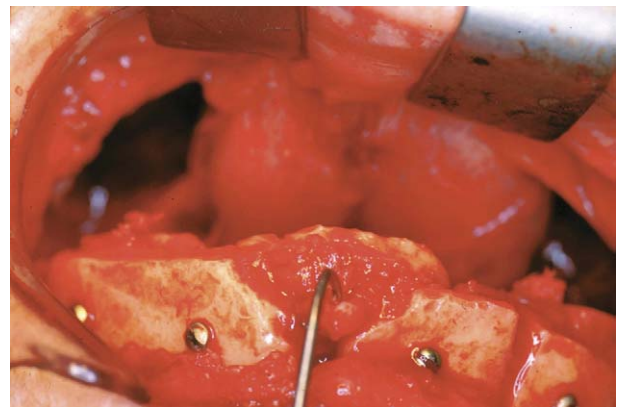


Figure 14 Apposition vestibulaire d'os pariétal sur la crête alvéolaire.

Phase intermédiaire

Quinze jours après l'intervention, la prothèse est désolidarisée du maxillaire par section des fils d'acier et une nouvelle prothèse complète maxillaire est réalisée et rebasée avec une silicone souple afin d'éviter tout traumatisme causé par la prothèse amovible.

À quatre mois postopératoires, les sept dents mandibulaires restantes sont extraites.

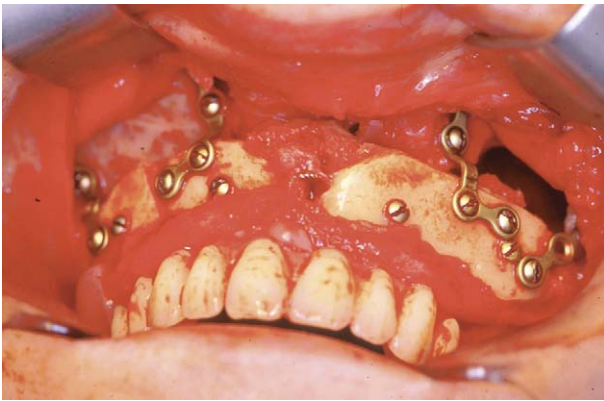


Figure 15 Ostéosynthèse du maxillaire et solidarisation prothésique au maxillaire.

Le rapport des bases maxillaire et mandibulaire dans le sens sagittal est revenu proche de l'équilibre (Fig. 16). Mais le port des prothèses adjointes montre la nécessité d'un soutien de la lèvre supérieure par un apport de résine vestibulaire (Fig. 17).

Un nouveau guide radiologique maxillaire sera confectionné et un scanner sera réalisé cinq mois après la chirurgie préimplantaire. Dans les régions sinusiennes, la nouvelle hauteur osseuse disponible est comprise entre 12 et 14 mm ; Au niveau du prémaxillaire, le volume osseux permettra de placer des implants de 10 mm de long. L'analyse de ce scanner maxillaire permet d'envisager la mise en place de six implants (Fig. 18).

L'examen clinique, associé à l'étude des moulages montés sur articulateur et des examens radiographiques, permet de définir le plan de traitement suivant :

- au maxillaire : une prothèse amovo-inamovible de type double barre [6], totalement implantoportée par six implants répartis de la deuxième prémolaire maxillaire droite (dent 15) à la première molaire maxillaire gauche (dent 26) ;
- à la mandibule : un bridge implantoporté réalisé sur six implants répartis entre les trous mentonniers [7].



Figure 16 Téléradiographie de profil post-opératoire.

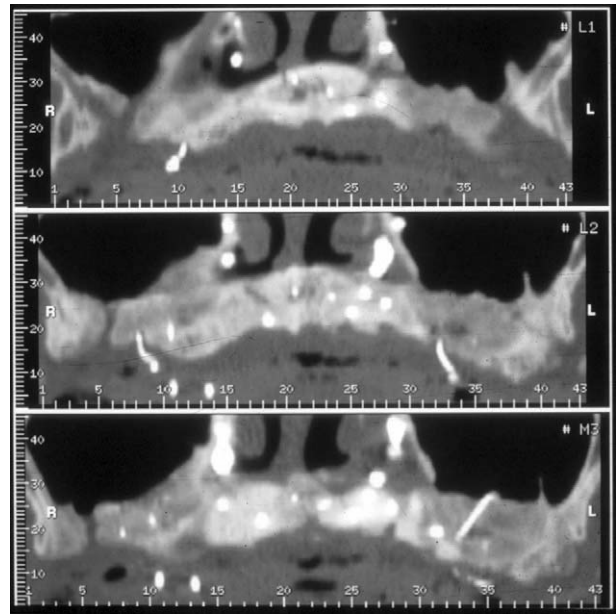


Figure 17 Coupes panorex tomodensitométriques cinq mois post-greffes objectivant la nouvelle hauteur osseuse disponible.

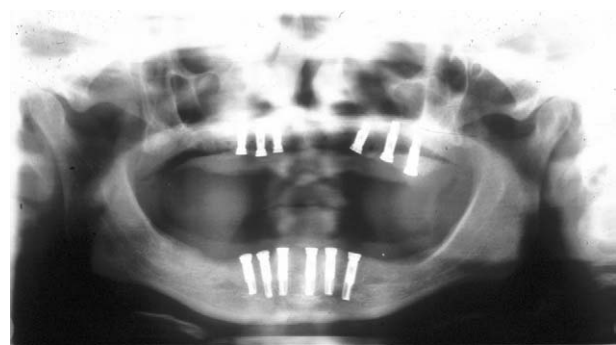


Figure 18 A six mois post-greffes, dépose du matériel d'ostéosynthèse, pose de six implants maxillaires et six implants mandibulaires.

Chirurgie implantaire

Mise en place des implants

À six mois postopératoires le matériel d'ostéosynthèse est déposé sous anesthésie générale. Au cours de cette intervention seront posés les 12 implants. Il s'agit d'implants Bränemark de diamètre 3,75 mm (Tableau 1). Tous les implants seront posés en technique enfouie (Fig. 19).

Les prothèses d'usage sont rebasées avec d'une silicone souple et leur adaptation fera l'objet d'une surveillance régulière.

Mise en fonction des implants

Elle est effectuée cinq mois après la mise en place à la mandibule et six mois après la pose au maxillaire. Les vis de couverture sont retirées et rempla-

Tableau 1 Longueur et positionnement des implants.

| Secteur | Longueur (mm) |
|---------|---------------|
| 12 | 10 |
| 13 | 11,5 |
| 14 | 13 |
| 22 | 10 |
| 24 | 13 |
| 26 | 13 |
| 34 | 15 |
| 33 | 15 |
| 31 | 15 |
| 41 | 15 |
| 43 | 15 |
| 44 | 13 |

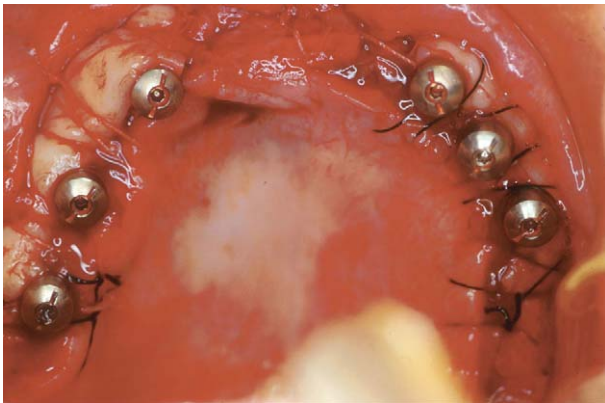


Figure 19 Mise en fonction des implants maxillaires.

cées par des vis de cicatrisation dont les hauteurs sont choisies en fonction de l'épaisseur de la muqueuse (Figs. 20 et 21). À ce stade, nous pouvons nous assurer de la bonne intégration des implants. Les prothèses d'usage sont évidées et rebasées avec d'une silicone souple.

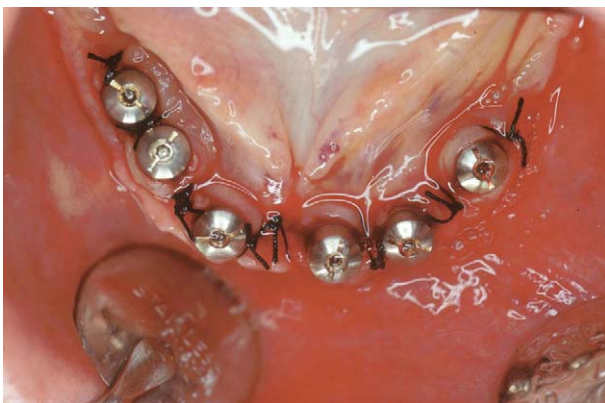


Figure 20 Mise en fonction des implants mandibulaires.



Figure 21 Piliers prothétiques maxillaires.

Étape prothétique

Mise en place des piliers prothétiques

Après une période de cicatrisation de quatre semaines et après s'être assuré de la bonne santé des tissus péri-implantaires, les piliers prothétiques sont mis en place. Il s'agit de piliers « classiques », à l'époque les seuls piliers disponibles. La hauteur des piliers est choisie de façon à ce qu'ils dépassent d'environ d'1 mm les plans muqueux (Figs. 22 et 23). L'encastrement des hexagones des piliers prothétiques sur les hexagones des implants est vérifié radiologiquement.

Empreintes

Les prothèses maxillaire et mandibulaire seront réalisées simultanément.

Il s'agit de reproduire, avec une très grande précision, la position relative des piliers prothétiques. Une armature transvissée devant être construite sur ces piliers, toute imprécision aura des conséquences importantes au moment du vissage pouvant aller jusqu'à la perte de l'ostéo-intégration d'un ou plusieurs implants. Les em-

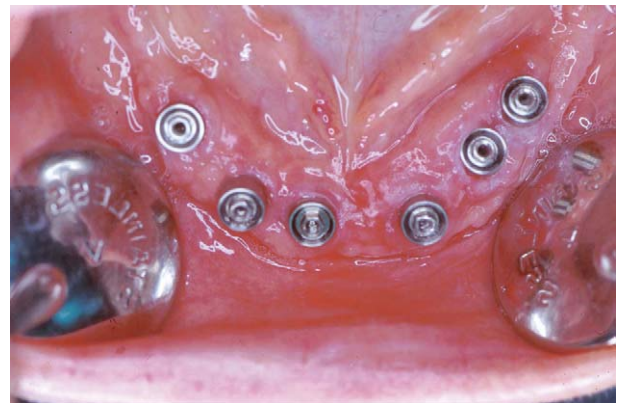


Figure 22 Piliers prothétiques mandibulaires.



Figure 23 Barre de jonction des implants maxillaires.

preintes secondaires sont réalisées à la silicone par addition et après traitement nous obtenons les maîtres modèles maxillaire et mandibulaire avec les répliques de piliers standards.

Relations intermaxillaires

Les bases d'occlusion, devant être stables et rigides, sont réalisées directement sur les répliques de piliers. En bouche, les bases d'occlusions sont vissées sur les piliers prothétiques et permettent de déterminer de façon précise la dimension verticale et les relations intermaxillaires aussi bien dans le sens frontal que sagittal.

Après enregistrement des relations intermaxillaires, un montage des dents sur bases rigides transvissées permet d'apprécier l'aspect esthétique.

Construction des prothèses

Après validation du montage esthétique et contrôle clinique des relations intermaxillaires, des clés en silicone des montages sont fabriquées. Des gaines calcinables sont vissées sur les répliques de piliers et vont servir de support à la construction des armatures. En utilisant les clés en silicone du montage, la barre de jonction des implants maxillaires (Fig. 24) et l'armature du bridge mandibulaire sont réalisées en résine calcinable. Les armatures sont coulées en métal précieux (Actazéram du CLAL). L'adaptation précise pilier-armature est contrôlée cliniquement par vissage (test de Sheffield) [8] et radiologiquement.

La contrepartie métallique de la barre maxillaire est réalisée au sein de la prothèse amovible avec châssis en chrome-cobalt. Les clés de silicone incluant les dents en résine permettent la finition et la cuisson de la résine des prothèses maxillaire et mandibulaire.

Mise en place des prothèses

La barre maxillaire est transvissée sur les six piliers implantaires (Fig. 25), puis la prothèse maxillaire



Figure 24 Barre vissée sur les implants maxillaires.



Figure 25 Les parties mâles des attachements sont fixées dans les logements du châssis amovible.

est insérée sur cette barre de jonction. La prothèse adjointe maxillaire se présente comme une prothèse complète évidée au palais (Fig. 27). Un bandeau de résine vestibulaire assure le soutien de la lèvre. La rétention de cette suprastructure est obtenue au moyen de quatre attachements axiaux (Ceka Revax) [6] (Fig. 26).

Le bridge mandibulaire (Fig. 28) est mis en bouche par transvissage sur les piliers prothétiques (Fig. 29).

Une occlusion de type prothèse adjointe totale est réalisée de façon à obtenir une stabilisation



Figure 26 Vue occlusale de la prothèse maxillaire.



Figure 27 Intrados de la prothèse mandibulaire transvisée sur pilotis.



Figure 30 Résultat esthétique final.



Figure 28 Vue occlusale du bridge implantoporté mandibulaire.



Figure 29 Vue clinique prothèse implantoportée bimaxillaire.

aussi bien en relation centrée que lors des mouvements d'excursion de la mandibule en propulsion et en latéralité (Fig. 30).

Les vis en or seront serrées avec un couple de 15 Ncm et les puits d'accès aux vis obturés en mettant une boulette de coton au contact de la tête de vis et une obturation au composite photopolymérisable.

Maintenance

Des séances de contrôle clinique des implants, de la qualité de l'hygiène, de vérification du serrage des vis prothétiques, des rapports d'occlusion statiques et dynamiques, des attachements axiaux et d'obturation des puits d'accès se feront à une semaine, un, trois, six mois, un an et ensuite idéalement à un rythme annuel.

Discussion

À propos du choix de la prothèse maxillaire

Dans le traitement de l'édentation totale maxillaire deux options sont possibles avec les techniques implantaire :

- moyen complémentaire de rétention d'une prothèse amovible classique par l'intermédiaire d'une barre ;
- support exclusif d'une prothèse fixe implantoportée.

Dans ce cas clinique, l'ostéotomie de Le Fort I a permis de traiter en partie le décalage des bases osseuses. La reconstruction simultanée en largeur de la crête par apposition vestibulaire d'os pariétal et le gain en hauteur aussi bien dans la région incisivocanine qu'en regard des sinus maxillaires a permis la mise en place des implants. Mais l'ensemble de cette chirurgie osseuse n'a pas suffi à rétablir de façon harmonieuse, dans le sens sagittal, le soutien de la lèvre supérieure. Cela est dû à l'utilisation, au bloc opératoire pendant la phase d'ostéosynthèse du maxillaire, d'une prothèse amovible comprenant une fausse gencive vestibulaire. L'emploi d'une prothèse totale avec dents ajustées aurait imposé une avancée supplémentaire du maxillaire et ainsi permet d'envisager la réalisation d'une prothèse fixée implantoportée. De ce fait, la réhabilitation prothétique maxillaire passe par une

prothèse amovible totale supra-implantaire (P.A.T.S.I) dont la fausse gencive en résine permet à la lèvre supérieure de se projeter en avant de la lèvre inférieure et ainsi d'obtenir des rapports labiaux équilibrés.

À propos de la maintenance de la prothèse maxillaire

Dans ce type de prothèse amovo-inamovible (système double barre) à appui implantaire, la rétention, stabilisation et sustentation sont assurées par le système implantaire. La connexion est assurée par la barre fraisée, transvissée dans les implants répartis sur la crête édentée. La contrepartie métallique de cette barre est réalisée au sein de la prothèse amovible, la solidarisation de ces deux éléments étant assurée par un système d'attaches axiaux. Un examen régulier permet le contrôle de ces connexions ainsi que le changement éventuel des dispositifs de rétention.

Cette patiente n'a pu être contrôlée régulièrement mais, selon ses dires, il se produisait une perte progressive de la capacité rétentive des artifices de connexion et en six mois cette rétention devenait presque inexistante.

Les études cliniques [9-11] montrent que la réponse tissulaire au port d'une prothèse totale supra-implantaire correspond à une hyperplasie gingivale. L'hygiène et la maintenance jouent un rôle dans la prévention des modifications gingivales. La plaque bactérienne est un facteur pathogénique de la péri-implantite au niveau des implants sous-jacents aux barres de jonction ou autres systèmes d'attaches. On y voit une forte prolifération de bactéries et de champignons, car la prothèse adjointe empêche l'action antimicrobienne de la salive. La modification de la muqueuse, devenue hyperplasique (Fig. 34), semble être fonction de la rétention de plaque et de l'effet de dépression (suction) créé par la prothèse adjointe. Le port permanent (jour et nuit) constitue un élément aggravant. La dépose de la prothèse pendant la nuit réduit beaucoup le processus inflammatoire. Ce processus se localise plutôt au maxillaire, surtout dans la région palatine, et rarement au niveau de la muqueuse mandibulaire.

À propos du projet prothétique

Il est possible désormais de transmettre les données de l'analyse du projet prothétique grâce à la réalisation de guides de repérage sur des images numérisées issues de l'examen scanner. Les différents intervenants : le radiologue, le technicien de laboratoire, le praticien chirurgien et le praticien

prothésiste doivent confronter les paramètres préopératoires afin d'obtenir un compromis entre les impératifs chirurgicaux et prothétiques. Le projet prothétique est matérialisé par un montage en cire. Le scanner est réalisé avec ce montage, permettant de visualiser le rapport entre le projet prothétique et les bases osseuses. Le traitement logiciel du scanner en 3 D permet aux praticiens



Figure 31 Aspect radiologique.



Figure 32 Orthopantomogramme sept ans après la réalisation prothétique.

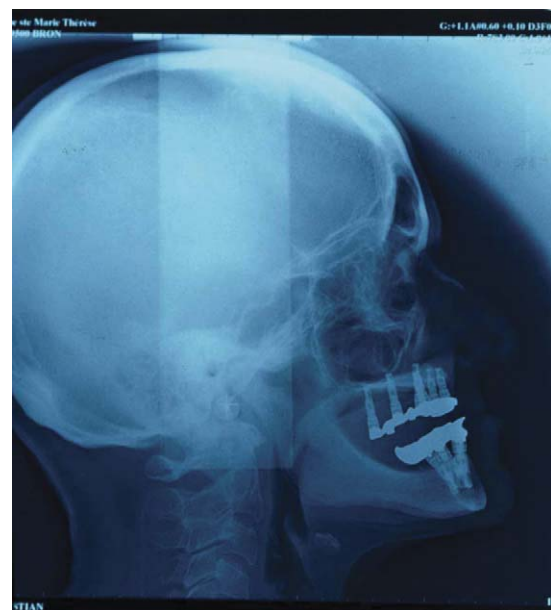


Figure 33 Télérâne de profil sept ans après la réalisation prothétique.

chirurgien et prothésiste de manipuler la maquette 3 D sur ordinateur jusqu'à l'obtention du projet optimal. Le rapport entre le projet prothétique représenté par l'axe des dents et le volume osseux sous-jacent (axe des crêtes osseuses) peut être analysé. Ainsi, le volume et l'emplacement des greffes osseuses pré-implantaires peuvent être défini avec précision en fonction de la future prothèse. Cela permet la réalisation d'une prothèse



Figure 34 Barre vissée sur les implants maxillaires sept ans après la réalisation prothétique ; noter la stomatite prothétique.

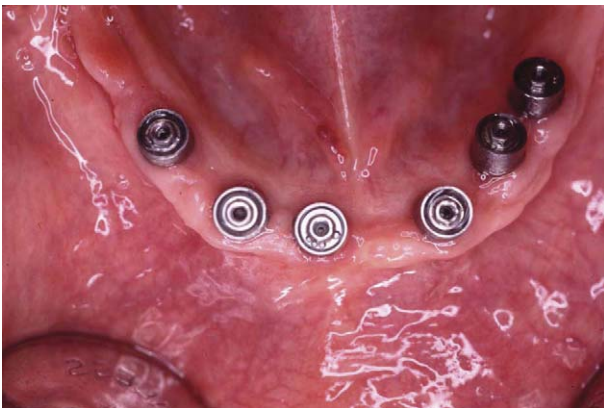


Figure 35 Piliers prothétiques mandibulaires sept ans après la réalisation prothétique.

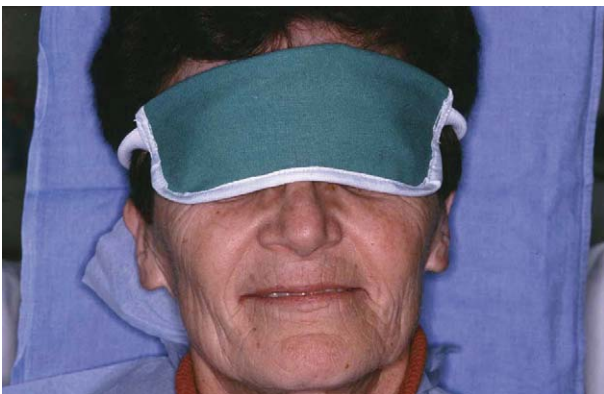


Figure 36 Visage vu de face sept ans après la réalisation prothétique.

virtuelle fixe adaptable à une arcade virtuelle réalisée en trois dimensions grâce à des points précis. Un modèle en résine époxy est fabriqué, à partir de l'image en 3 D issue des données du scanner, par la machine stéréolithographique. Ce modèle reproduit, avec précision, la crête édentée et la prothèse dentaire avec un espace entre, qui représente les tissus mous (gencive et muqueuse). Les implants sont planifiés à travers une image virtuelle et placés à travers le modèle virtuel selon l'axe prothétique idéal, protocole permettant de réaliser des traitements implantaires en gardant à l'esprit que la prothèse doit diriger la chirurgie et non l'inverse. Les implants posés, les piliers prothétiques sont placés à travers les cylindres prédéterminés de la prothèse et reliés entre eux par de la résine. La prothèse est placée puis entre six mois et un an, elle sera déposée afin de vérifier individuellement les implants.

Conclusion

La réalisation de ce cas clinique, de la consultation initiale à la pose des prothèses implantoporté bi-maxillaire s'est étalée sur une période de 18 mois (Fig. 32). Le traitement de ce cas complexe est le fruit d'une collaboration entre le chirurgien maxillofacial, le chirurgien-dentiste et le technicien de laboratoire. La satisfaction de la patiente récompense ce travail d'équipe (Fig. 31). Le contrôle, huit ans après la chirurgie osseuse reconstructrice et sept années après la réalisation prothétique, permet d'apprécier le maintien du résultat obtenu (Figs. 32-37).



Figure 37 Visage vu de profil sept ans après la réalisation prothétique.

Remerciements

À l'ensemble du service d'odontologie de l'hôpital d'instruction des armées Desgenettes. Lyon.

Références

- [1] Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers : a mixed longitudinal study covering 25 years. *J Prosth Dent* 1972;27:120-32.
- [2] Bell WH, Buche WA, Kennedy JW, Ampill JP. Surgical correction of the atrophic alveolar ridge. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;43:485-98.
- [3] Keller EE, Van Roekel NB, Desjardins RP, Tolman DE. Prosthetic-surgical reconstruction of the severely resorbed maxilla with iliac bone grafting and tissue-integrated prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:155-65.
- [4] Sailer HF. A new method of inserting endosseous implants in totally atrophic maxillae. *J Craniomaxillofac Surg* 1989; 17:299-305.
- [5] Delaire J. L'analyse architecturale et structurale craniofaciale. *Rev Odonto-Stomat* 1978;79:1-93.
- [6] Lothigius E, Smedberg JI, De Buck V, Nilner K. A new design for a hybrid prosthesis supported by osseointegrated implants : Part 1 : technical aspects. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6(1):80-6.
- [7] Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. *Tissue integrated prostheses*. Chicago: Quintessence. Publ. Co. Inc.; 1985.
- [8] White GE. *Technologie des implants ostéo-intégrés*. Paris: CdP Ed.; 1994.
- [9] Jemt T, Linden B, Goran U. Failures and complications in 92 consecutively inserted overdentures supported by Brånemark implants in severely resorbed edentulous maxillae : a study from prosthetic treatment to first annual check-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:162-7.
- [10] Engquist B, Bergendal T, Kallus T, Linder U. A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988; 3:129-34.
- [11] Johns RB, Jem T, Heath MR, Hutton J, McNamara D. A multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:513-22.

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com





ELSEVIER

TECHNIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

DRAVINO[®] : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire

Un champ opératoire innovant : une tubulure stérile qui émerge de façon étanche au centre d'un champ stérile qui recouvre tout le patient.

Application DRAVINO-1 « tête et cou » : chirurgie buccale, chirurgie maxillofaciale, chirurgie plastique et reconstructrice, ORL, ophtalmologie, dermatologie

DRAVINO[®]: a security system against infections during surgery

M. Ravineau

DRAVINO Recherche et développement. Distribution, 12, rue Félix-Faure, 41700 Cour Cheverny, France

Disponible sur internet le 08 novembre 2005

MOTS CLÉS

Asepsie ;
Bloc opératoire ;
Chirurgie ;
Infection nosocomiale ;
Prévention ;
Innovation ;
Norme ;
Ergonomie

Résumé L'installation secondaire d'une tubulure sur un champ opératoire stérile pose des problèmes d'asepsie dont les risques ont été analysés. Pour répondre à ce problème un système de sécurité innovant est proposé. L'application DRAVINO-1[®] a été conçue pour limiter les infections nosocomiales d'origine endogène et exogène lors de l'utilisation d'une tubulure d'aspiration chirurgicale et d'un champ opératoire à usage unique dans le domaine de la chirurgie buccale. Ici le champ et la tubulure sont installés dans un même temps (moins d'une minute) sans contact avec l'environnement non stérile. La tubulure qui traverse le champ est préfixée industriellement de façon étanche au champ (contrôle qualité industriel de l'étanchéité selon la norme européenne EN 13 795-1) à une bonne longueur d'utilisation afin de pouvoir aspirer tout autour de la fenêtre opératoire. Pendant le geste de dépliage du champ sur le patient, la partie non stérile de la tubulure qui se trouve sous le champ et hors du champ, reliée à la prise de vide, est ainsi automatiquement isolée par le champ. Toute biocontamination de contact de la face supérieure stérile du champ par la tubulure est ainsi évitée en préopératoire comme en peropératoire.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Asepsy;
Operating room;
Surgery;
Nosocomial infection;

Abstract The secondary installation of tubing during surgery poses sterilization problems whose risks have been analyzed. An innovating security system is proposed here to counter this problem. The DRAVINO-1[®] system was developed to limit nosocomial infections of endogenous or exogenous origin when using surgical aspiration tubing and single-use drape sheets in buccal surgery. The drape sheet and the tubing are installed

Adresse e-mail : michel.ravineau@wanadoo.fr (M. Ravineau).

Prevention
Innovation;
Standards;
Ergonomics

simultaneously (in less than 1 minute), without coming into contact with the non-sterile environment. The tubing that passes through the drape sheet is industrially pre-sealed to the drape (Industrial Quality Control for sealing according to the European Standard EN 13 795-1) at a length sufficient to allow for vacuuming all around the operative fenestration. During the act of unfolding the drape over the patient, the non-sterile part of the tubing, which is found both under and outside of the drape and which is linked to the vacuum socket, is thus automatically isolated by the drape. Any contact, with bio-contamination of the superior area of the sterile drape is thus avoided both before and during the operation.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

« L'enquête nationale de prévalence des infections nosocomiales de 2001, révèle un taux de 10,2 % d'infections du site opératoire (ISO) ». « Une constante attention est apportée à la surveillance et la prévention des ISO au cours de tout acte de chirurgie, en raison du coût humain qu'elles entraînent » [1]. Pour limiter ce risque l'innovation DRAVINO® propose un nouveau type de champ opératoire auquel une tubulure est associée de façon étanche afin d'empêcher les fautes d'asepsie. Après une analyse des risques qui sont en relation avec la pose et la fixation d'une tubulure sur un champ, une première application DRAVINO-1 (D1) est présentée comme solution préventive aux ISO du domaine chirurgicale « tête et cou ».

Analyse des risques

L'utilisation d'un champ opératoire et d'une tubulure stériles que l'on fixe secondairement à l'aide d'un adhésif pose des problèmes d'asepsie en particulier d'ISO d'origines exogènes provoquées par des biocontaminations de contact.

Risque d'infections croisées

Définitions

Infection croisée : infection transmise par contact direct, par l'air, par le personnel (manuportée), par les objets, le matériel...

Réservoir : personne, matériel, local contaminé/ colonisé par des germes pathogènes et susceptible de les transmettre à son insu et à l'insu de l'autre.

L'environnement opératoire constitué par l'air, l'eau et les surfaces représente un réservoir microbien important alimenté par le passage des personnes et par les fluides biologiques produits par les actes invasifs. Des contacts septiques peuvent se produire entre objets stériles et septiques, et/ou à partir de manipulations non maîtrisées, c'est-à-dire par manuportage.

Risques liés à l'environnement septique

Les éléments de l'environnement proches du site opératoire que l'on ne peut pas recouvrir ou difficile à recouvrir représentent un risque : sol, mobilier non protégé, bras, raccords d'alimentation divers, prise de vide, etc. *Les éléments septiques qui doivent être recouverts par des champs ou des housses*, parfois en nombre important, représentent également un risque : patient, table d'opération, tables diverses, instruments non stérilisables, générateurs, cordons et raccords de connexion [2-4], prise de vide hautement septique, etc. La désinfection incomplète des surfaces due au nombre important des surfaces à traiter et à leurs formes complexes (biofilms dans les interstices, persistance d'agents pathogènes) accentue les risques précédents. Les dysfonctionnements liés aux cordons et à un bionettoyage insuffisant ont été détectés dans une investigation récente suite à une épidémie d'ISO à *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM) [5].

Aussi, les prises de vide non stérilisables sur lesquelles sont connectées des tubulures d'aspiration chirurgicale présentent une charge microbienne élevée. Des contacts septiques entre objets et des manuportages peuvent se produire et la canule d'aspiration chirurgicale invasive connectée en bout de ligne peut être secondairement contaminée [2-4]. Ce dernier risque est lui-même accentué par un contexte économique qui ne permet pas un temps suffisamment long de désinfection entre deux interventions.

Par conséquent, lors des manipulations de connexions des biocontaminations de contact peuvent se produire au niveau des tubulures et des raccords [2-4]. Par manuportage une biocontamination peut se propager jusqu'aux embouts invasifs et donc entraîner une ISO. Pour limiter ce risque, lors d'actes invasifs et lorsque le contexte économique le permet, traditionnellement on isole les zones septiques avec des champs, mais de nouveaux problèmes apparaissent.

Risques liés aux champs et aux tubulures

Généralités sur les risques liés aux champs et aux tubulures

L'observation des risques et l'analyse rationnelle de la gestuelle et des contacts est facilitée par la réalisation de séquences vidéos. Ainsi, cette dernière technique a été utilisée par des infirmiers de bloc opératoire [6]. L'hémodialyse a fait aussi récemment l'objet d'une analyse exhaustive des risques par la Société française d'hygiène hospitalière afin de déterminer les risques et les solutions préventives suite à des contaminations par l'hépatite C. L'analyse du risque d'accident d'exposition au sang et de sa prévention au cours d'une séance d'hémodialyse montre la complexité et la difficulté de gérer la gestuelle qui intervient dans la manipulation des tubulures stériles que l'on doit raccorder à un générateur non stérilisable [4] et la difficulté de désinfecter les générateurs d'hémodialyse [7] : les surfaces, composants externes, et environnement sont un risque pour le patient pour des raisons de contact par manuportage, de désinfection inexistante ou inadaptée [7].

Concernant la chirurgie buccale, une pré-étude comparative réalisée au CHU de Dijon [8] et l'analyse des points critiques ont permis d'identifier et de classer les risques spécifiques aux champs et aux tubulures d'aspiration chirurgicales.

Risques communs aux champs opératoires et aux tubulures

Les risques de contact des champs et tubulures avec l'environnement septique sont relativement importants car les éléments de cet environnement sont proches. Par ailleurs, les champs et tubulures sont directement en contact avec des éléments septiques puisqu'ils les touchent directement : champ recouvrant le patient et la zone d'incision ; tubulure stérile connectée sur une prise septique d'un générateur de vide.

Le risque de contact est amplifié par la nature des champs et tubulures. En effet, l'aspect flexible et encombrant de ces objets rendent le dépliage délicat et peuvent entraîner des contacts septiques accidentels. Dans ces conditions, un conditionnement inadapté peut être aussi source de fautes : trop de produits dans un même blister peuvent nuire à l'organisation des tables et du champage !

Risques spécifiques aux champs opératoires

La surface importante des champs constitue un risque de contact septique et de turbulence d'air au dépliage. Les parties du corps non recouvertes émettent des particules qui contaminent secondairement les champs par retombée [9]. Pour ces

raisons, il est préférable de recouvrir le patient entièrement avec un seul champ afin de limiter le passage de particules et le glissement des champs les uns par rapport aux autres (exemple : utilisation d'un champ de tête associé à un champ de pieds).

Risques spécifiques aux tubulures

L'aspect, long, flexible, parfois emmêlé, des tubulures peut être à l'origine de contacts septiques lors de leur apport vers la zone stérile. Pour une tubulure d'aspiration chirurgicale ce risque existe une seconde fois vers le retour à l'équipe non stérile pour la connexion à la prise de vide. Ce dernier risque sera d'autant plus élevé que la prise sera proche du site opératoire. Dans un second temps, la fixation d'une tubulure à l'aide d'un adhésif sur un champ représente un nouveau risque car le réglage de la longueur engendre obligatoirement des mouvements intempestifs de va-et-vient entre une zone non stérile et stérile sur les bords du champ. De plus, il est couramment observé des ruptures de cette fixation dues aux forces de torsion exercées sur la tubulure par les gestes de l'opérateur. En peropératoire des mouvements septiques similaires de la tubulure sur les bords du champ sont observés.

Facteurs aggravants des risques

Les facteurs suivants peuvent favoriser les contacts avec l'environnement septique :

- défaut de conception des locaux [10] : la taille des locaux ne doit pas être trop exiguë et doit être adaptée aux équipements et matériels ;
- mauvaise organisation du travail ;
- non-respect des précautions standard d'hygiène des équipements et matériels ;
- non-respect de la norme EN 13 795-1 de l'habillement et du drapage opératoire ;
- non-respect des protocoles en aseptie pour la mise en œuvre des champs opératoires et des tubulures :
 - « Fonction linge » : risques de contamination fonction de la facilité de drapage [11], du lieu [12], du stockage [13] ;
 - protocoles d'installation des champs opératoires et des tubulures ;
 - concept « d'asepsie progressive » : maîtrise de l'apport des instruments stériles jusqu'à la zone stérile délimitée par les champs opératoires. Au bloc, l'ergonomie et le concept « d'asepsie progressive » préviennent le risque de contamination secondaire de l'instrumentation stérile et des champs opératoires [2,3,6,14].
- limites médicoéconomiques : manque de personnel, manque de dispositifs de sécurité,

rythme du travail accentué. Dans certaines situations chirurgicales classifiées à haut risque les contraintes techniques et économiques empêchent le respect du concept « d'asepsie progressive » (exemple : odontostomatologie) ;

- situation d'urgence au bloc et hors bloc ;
- soins d'urgences (structures hospitalière et mobile) ;
- soins intensifs.

Pour limiter les biocontaminations de contact liées à l'utilisation de tubulures, un système de sécurité innovant en asepsie DRAVINO® a été conçu. Son objectif est d'apporter une solution à certains des risques précédemment décrits dans un confort d'utilisation optimal. Une première application DRAVINO-1 (D1) a été développée pour le domaine chirurgical « tête et cou ».

Innovation DRAVINO® pour limiter les infections du site opératoire

Principe de l'innovation

Désormais l'étanchéité des champs opératoires est normalisée (EN 13 795-1) : la taille des interstices des tissus barrières ne devra pas dépasser 80 µm [9].

L'innovation DRAVINO® repose sur un nouveau concept d'étanchéité entre un champ opératoire et une tubulure (flexible, housse, câble électrique...) : une tubulure reliée au centre d'un champ de façon étanche et qui le traverse de part en part afin d'isoler de manière efficace une partie « infra-champ » qui est en contact avec des surfaces septiques de l'environnement (Fig. 1).

DRAVINO-1 (ou D1) : une première application développée

Une tubulure d'aspiration chirurgicale traverse de façon étanche un champ opératoire lequel recouvre totalement le patient (Fig. 2).



Figure 1 Principe de l'innovation : séparation étanche d'une zone stérile et d'une zone septique d'une tubulure par un champ.

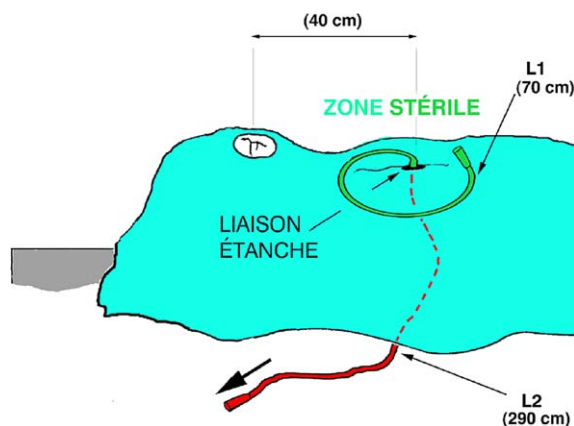


Figure 2 Application DRAVINO-1 (D1) : une tubulure stérile émerge au centre d'un champ opératoire stérile. (L1) : tubulure supérieure ; (L2) : tubulure inférieure.

Le champ

Le champ de 150 × 250 cm est en non tissé constitué de deux couches. La couche supérieure est en papier absorbant, la couche inférieure en polyéthylène ; l'ensemble des deux couches est étanche selon la norme européenne EN 13 795-1. Une fenêtre opératoire de 10 cm de diamètre est située à 75 cm des bords latéraux et à 50 cm du bord supérieur du côté de la tête du patient. Une fenêtre triangulaire de surface sensiblement équivalente est proposée en option. Cette forme optimise l'adéquation au contour de la bouche.

La tubulure

La tubulure d'un diamètre interne de 7 mm munie de connecteurs (tulipe femelle) mesure au total 3,60 m. Cette longueur relativement importante confère au système une distance de sécurité entre la prise de vide septique et le site opératoire ainsi qu'une flexibilité de raccordement à droite ou à gauche du patient. (L1), la partie supérieure stérile en vert sur le schéma (Fig. 2) d'une longueur de 70 cm, émerge au centre de la surface stérile du champ. La zone d'émergence et de jonction étanche de la tubulure se situe à 40 cm de la fenêtre opératoire au niveau du thorax du patient. (L2), la partie inférieure au champ, mesure 290 cm.

Mode d'emploi

Avant l'installation du système :

- effectuer une désinfection de l'environnement et une antiseptie du site opératoire selon les normes et protocoles en vigueur (Fig. 3) ;
- installer un champ stérile d'une dimension supérieure ou égale à 45 × 75 cm sur le thorax du patient. Ce premier champ doit recouvrir la zone opératoire qui a été désinfectée, juste au-dessous de la plaie (exemple : zone du cou et du menton en chirurgie buccale). On déposera

ensuite sur ce champ le système de sécurité DRAVINO ayant comme dimensions 150 × 250 cm (voir paragraphe c.6).

Opérateur non stérile : ouvrir le blister stérile du patient et présenter le système à l'opérateur stérile qui reste à proximité du thorax durant toutes les phases de l'installation (Fig. 4).

Opérateur stérile :

- sortir le système du sachet stérile en ne touchant que les surfaces internes stériles du sachet ;
- orienter correctement le système vis-à-vis du patient (Fig. 5) : l'étiquette d'orientation et la tubulure enroulée en spirale sont placées sur le dessus. La fenêtre opératoire est en dessous. Une bande de papier maintient la tubulure en place ;



Figure 3 Antisepsie du site opératoire.



Figure 4 Ouverture du sachet stérile et présentation du système à l'opérateur stérile qui reste à proximité du thorax du patient durant toutes les phases de l'installation.

- retirer la bande de maintien et tendre l'extrémité de la tubulure à l'opérateur non stérile qui déroule complètement la tubulure jusqu'à la prise de vide (Fig. 6) ;
- dérouler complètement, puis connecter à la prise de vide. Les 3,60 m de tubulure permettent d'éloigner la prise de vide jusqu'aux pieds du patient (Figs. 7A et B) ;
- déplier le système en deux comme indiqué sur la Fig. 8A de manière à ramener la fenêtre opératoire vers le dessus. (Figs. 8A, B et 8C). L'émergence de la tubulure (voir flèche) donne le repère de ce premier dépliage ;
- lâcher le système au-dessus du thorax du patient sans contact juste en dessous du site opératoire de manière à faire coïncider la fenêtre opératoire avec le site opératoire dans un deuxième dépliage. Retirer le liner de la fenêtre adhésive

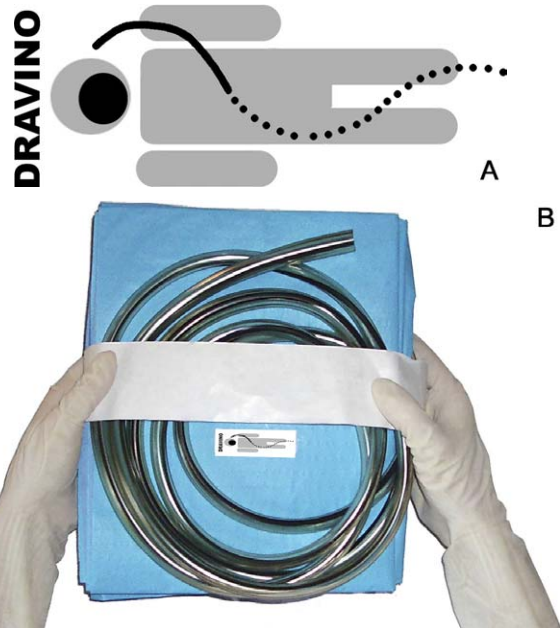


Figure 5 Le système sorti de son blister est correctement orienté vis-à-vis du patient grâce à une étiquette. La tubulure qui sera connectée à la prise de vide est enroulée en spirale et maintenue par une bande de papier.



Figure 6 Une fois la bande de maintien retirée, l'opérateur stérile tend le connecteur à l'opérateur non stérile qui déroule la tubulure jusqu'à la prise de vide.

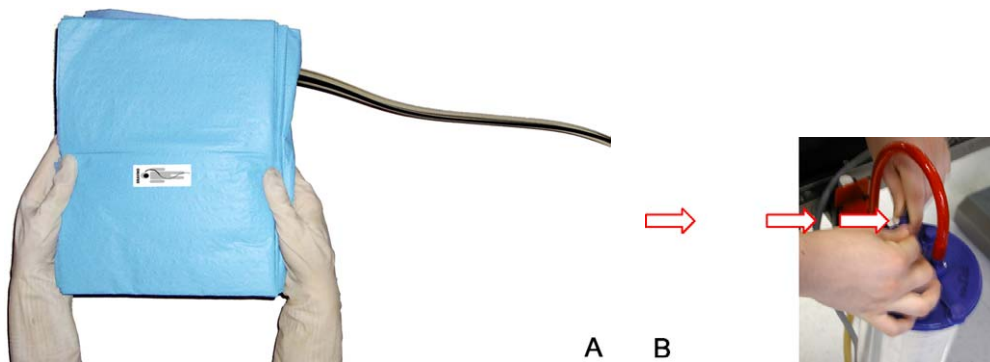


Figure 7 L'opérateur non stérile déroule la tubulure jusqu'à la prise de vide. Les 3,60 m de tubulure permettent d'éloigner la prise de vide septique jusqu'aux pieds du patient. L'opérateur non stérile connecte la tubulure à la prise de vide septique.

pour les versions D1-ADH conçues pour les interventions sous anesthésie générale (Fig. 9) ;

- déplier le champ vers la tête du patient en faisant coïncider la fenêtre opératoire avec le

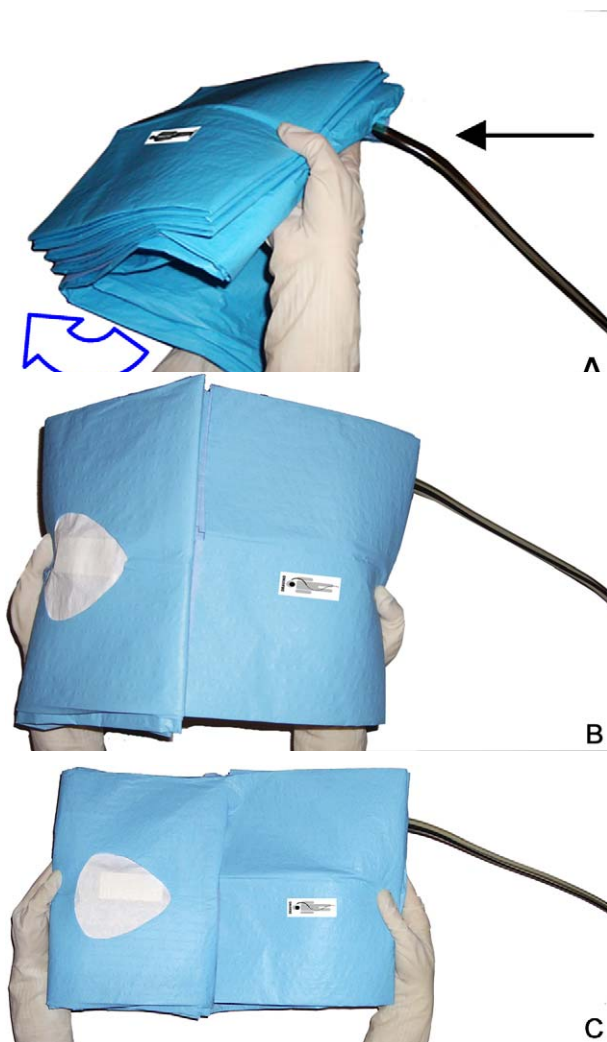


Figure 8 L'opérateur stérile déplie le système en deux sans contact du champ opératoire avec l'environnement et le patient. (note : ici, une version triangulaire de la fenêtre opératoire est présentée). L'émergence de la tubulure donne le repère de ce premier dépliage.

site opératoire. Appliquer la fenêtre adhésive autour du site opératoire pour les versions adhésives (Figs. 10A,10B et 10C) ;

- déplier vers les pieds du patient (Fig. 11). La tubulure connectée à la prise de vide est progressivement recouverte par le champ. La tubulure inférieure, représentée en rouge sur les Figs. 10B et 10C est progressivement recouverte ;
- déplier latéralement le champ pour recouvrir totalement le patient complètement, puis retirer l'opercule de protection en papier. La face supérieure stérile du champ, la partie stérile de la tubulure et le site opératoire apparaissent (Fig. 12). Connecter la canule de votre choix, le système est prêt à l'emploi pour une aspiration chirurgicale des déchets biologiques à l'aide de la tubulure supérieure stérile qui émerge au cen-



Figure 9 Le système a été lâché sans contact au dessus du thorax du patient. Le système est prêt à être déplié complètement pour recouvrir totalement le patient. Retirer le liner pour la version adhésive de la fenêtre prévue en option pour les interventions sous anesthésie générale.



Figure 10A Déplier vers la tête en faisant coïncider la fenêtre opératoire avec le site opératoire. Appliquer l'adhésif pour les versions adhésives de la fenêtre.

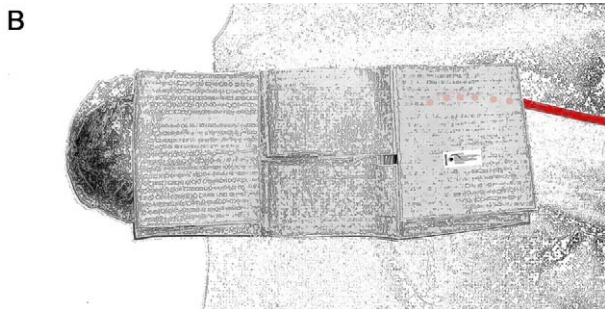


Figure 10B La fenêtre opératoire recouvre le site opératoire. La tubulure inférieure en rouge sur la figure sera progressivement recouverte.

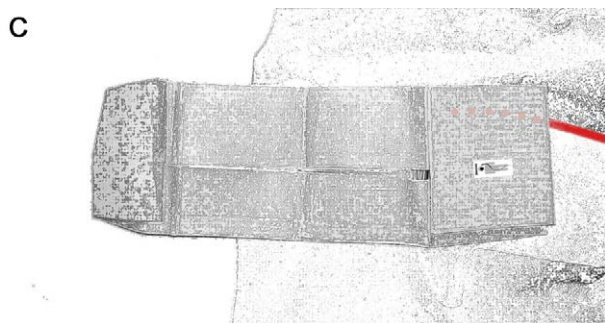


Figure 10C Déplier complètement vers la tête.

tre du champ de façon étanche (Figs. 13A, 13B et 13C).

Avantages : la pré-étude comparative d'analyse des gestes et du temps d'installation réalisée au CHU de Dijon a permis de préciser les avantages de l'application D1 ainsi que les risques infectieux de

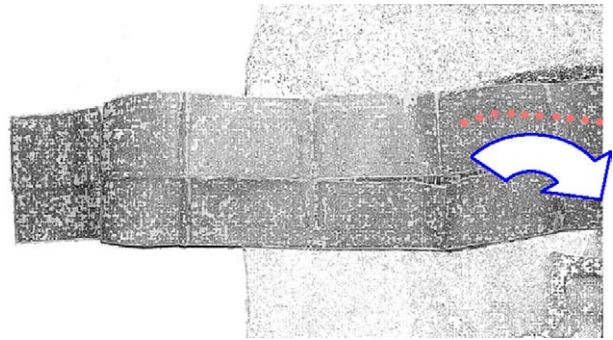


Figure 11 Déplier complètement vers les pieds du patient. La tubulure inférieure est isolée par le champ.

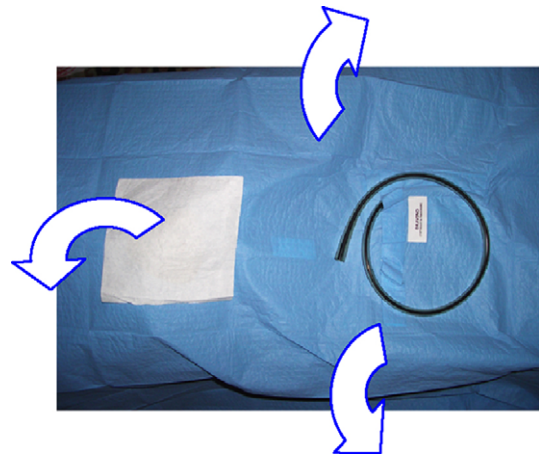


Figure 12 Déplier latéralement pour recouvrir complètement le patient et retirer l'opercule de protection en papier. La tubulure supérieure stérile, apparaît au centre d'un champ stérile.

la méthode traditionnelle pour laquelle la tubulure est posée puis fixée sur le champ par un adhésif [8] :

La sécurité est améliorée selon les trois critères suivants :

- *Dépliage ergo-aseptique* central limitant les contacts septiques accidentels avec l'environnement en moins d'une minute ;
- *Séparation étanche* de la zone septique de connexion vis-à-vis de la zone stérile d'utilisation de la canule invasive ;
- *Activation automatique du système de sécurité* dans le geste : mise en place étanche automatique de la tubulure stérile au centre d'un champ stérile pendant le geste du dépliage, soit une fixation et une protection automatiques de la tubulure stérile.

Dépliage ergo-aseptique central.

Après avoir présenté la tubulure inférieure (2,90 m) à l'équipe non stérile et avoir déposé le système sur le thorax du patient, le champ est ensuite déplié progressivement à partir du centre. Le patient est recouvert totalement en moins d'une minute.

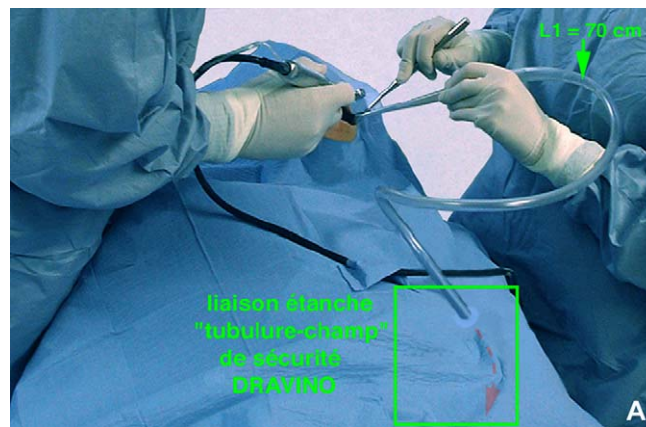


Figure 13A Le système installé en moins d'une minute est prêt à l'emploi. L'utilisateur aspire les déchets biologiques de l'intervention avec la tubulure supérieure stérile (L1), reliée de façon étanche au champ.



Figure 13B Le système installé en moins d'une minute est prêt à l'emploi. L'utilisateur aspire les déchets biologiques de l'intervention avec la tubulure supérieure stérile (L1), reliée de façon étanche au champ.

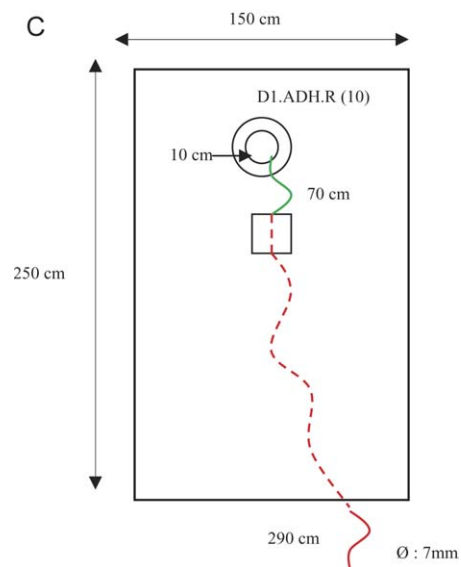


Figure 13C Schéma de la version adhésive de la fenêtre opératoire ($\varnothing = 10$ cm) conçue pour les interventions sous anesthésie générale. En vert, la tubulure stérile qui émerge au centre d'un champ stérile. En rouge, la partie non stérile recouverte par le champ et connectée à la prise de vide. Le champ empêche la partie non stérile de la tubulure de remonter sur le champ.

Avantages du dépliage :

- gestes limités et donc risque de contact avec l'environnement et turbulences d'air limités ;
- fixation sans adhésif traditionnel : donc plus sûre, moins fastidieuse et moins longue en temps d'installation ;
- installation simultanée du champ et de la tubulure de 3,60 m de long ;
- confort d'utilisation : rapidité et simplicité confèrent une sécurité supplémentaire ;
- gain de temps.

Séparation étanche des zones septiques et stériles de la tubulure : la liaison étanche « tubulure-champ » est le principe de base de l'innovation : la surface importante du champ qui joue le rôle d'écran évite la contamination de la partie supérieure (L1) de la tubulure et de la surface supérieure du champ par la partie inférieure septique (L2) de la tubulure. L'étanchéité de la jonction « tubulure-champ » empêche tout passage de particules à ce niveau.

Avantage de la séparation étanche

- biocontaminations de contact des surfaces supérieures du champ évitées :
 - manutention ayant pour source la tubulure évité en préopératoire et en peropératoire ;
 - mouvements de va-et-vient septiques de la tubulure évités car la partie inférieure septique de la tubulure ne peut plus remonter sur le champ.
- désolidarisation de la tubulure évitée car la jonction « tubulure-champ » est réalisée de façon sûre.

Activation automatique du système de sécurité

Pendant le geste du dépliage du champ sur le patient, le système de sécurité est activé automa-

tiquement : les parties non stériles de la tubulure sont automatiquement recouvertes sans qu'il y ait eu de contacts septiques et la tubulure préfixée industriellement de façon étanche est automatiquement fixée et réglée à la bonne longueur d'utilisation.

Avantages de l'activation automatique du système de sécurité : longueur (L1 = 70 cm) utile de la tubulure automatiquement réalisée à la bonne longueur (préréglage industriel) :

- protection des surfaces supérieures du champ automatiquement effectuée pendant le dépliage ;
- manipulations réduites.

Encadré 1 DRAVINO-1, un système de sécurité automatique

DRAVINO-1 (D1) : une sécurité accrue par un système de sécurité automatique.

Fixation à un champ et protection automatiques d'une tubulure stérile :

- asepsie (infections exogènes et endogènes limitées, manipulations réduites) ;
- étanchéité (nouvelle notion d'étanchéité « tubulure-champ ») ;
- ergonomie (moins de gestes, rapidité : $t < 1$ mn, confort de travail, stress limité) ;
- simplicité de mise en œuvre ;
- automaticité (fixation et protection réalisées dans le geste du dépliage).

Autres applications en développement

Pour d'autres tubulures, les housses ou câbles, d'autres produits en développement seront ultérieurement proposés :

- évolution de D1 pour l'otologie et la neurochirurgie au CHU de Bordeaux ;
- DRAVINO-2 (D2) [2,3] constituée d'un champ de plus petite taille (20 × 20 cm) et d'un connecteur fixé juste au-dessous du champ pour les liposuccions en chirurgie plastique : une protection contre les contacts septiques entre le raccord du générateur de vide et la ligne stérile d'aspiration lors du raccordement ;
- DRAVINO-3 et -4, (D3 et D4) : applications de plus petites dimensions destinées à l'omnipraticque en odontologie) [2,3] ; D3 (protection des lampes à polymériser et des capteurs numériques de radiologie) ; D4 (protection des poignées de scialytique).

Conclusion

L'utilisation d'un champ opératoire et d'une tubulure présente des risques. L'application DRAVINO-1 (D1) améliore l'asepsie et présente des avantages ergonomiques qui influent sur la notion de sécurité et le coût. À prix de vente compétitif, cette nouvelle méthode engendrerait donc une baisse du coût conjoint à une amélioration de la sécurité. Cette nouvelle notion d'étanchéité semble donc réaliste pour lutter contre les ISO d'origine endogène et exogène. Ce système permettra aux praticiens de répondre au problème posé par la tubulure la plus à risque, celle qui est connectée à la prise de vide. La simplicité et le caractère automatique de la mise en fonction de la protection et de la fixation de la tubulure devraient faire accepter ce système par les utilisateurs. En chirurgie buccale, dans un contexte où l'implantologie se développe avec des recommandations de plus en plus draconiennes, D1 apparaît comme une solution simple pour répondre aux problèmes d'asepsie posés par les tubulures d'aspiration chirurgicale qui traditionnellement sont fixées secondairement sur un champ stérile, lequel, en général, ne recouvre pas entièrement le patient. La flexibilité d'utilisation de D1 permet d'utiliser ce produit pour toutes interventions du domaine « tête et cou » : chirurgie maxillofaciale, chirurgie plastique et reconstructrice, ORL, ophtalmologie, dermatologie.

Références

- [1] Saint-Arnould F, Villegas F. Lutter contre les infections du site opératoire. *Inter bloc* 2005;24:134-5.
- [2] Ravineau M. Asepsie : des systèmes de sécurité innovants, champs opératoires traversés de façon étanche par des tubulures. *Clinic* 2004;25:415-23 (Paris).
- [3] Ravineau M. Innovation en asepsie, un système de sécurité pour limiter la biocontamination des champs opératoires par des tubulures. *Inter bloc* 2004;23:279-83.
- [4] Société française d'hygiène hospitalière. Analyse du risque d'accident d'explosion au sang et prévention au cours d'une séance d'hémodialyse, bonne pratique d'hygiène en hémodialyse, recommandation de la SFHH. *Hygiènes* 2005; XII(2):132-5 (annexe 2).
- [5] Taoudi N, Bigaillon C, Brachet M, Baranger B, Koeck JL, Nicand E. Investigation d'une épidémie d'infections du site opératoire à *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline. *Hygiènes* 2005;13:236.
- [6] Meifredy M. Ergonomie et asepsie au bloc opératoire. *Inter bloc* 2004;23:41-6.
- [7] Société française d'hygiène hospitalière. Chapitre 6, désinfection et maintenance des générateurs d'hémodialyse, bonne pratique d'hygiène en hémodialyse, recommandation de la SFHH. *Hygiènes* 2005;XII(2):114-5.

- [8] Ravineau M, Delbart C, Perrin D. Essai préliminaires du système de sécurité DRAVINO® pour champ opératoire et tubulure d'aspiration chirurgie en chirurgie buccale. XVI^e Congrès national de la Société française d'hygiène hospitalière. Livre des résumés, 2005 : 110.
- [9] EN 13795-1 Champs chirurgicaux, casaques et tenues de bloc, utilisés en tant que dispositifs médicaux, pour les patients, le personnel et les équipements, 2003.
- [10] Société française d'hygiène hospitalière. Chapitre 5, conception des locaux, bonne pratique d'hygiène en hémodialyse, recommandation de la SFHH. Hygiènes 2005; XII(2):111-3.
- [11] Comité technique régional de l'environnement Hospitalier sous l'égide de la DRASS Rhône-Alpes, Annexe 8, Le linge au bloc opératoire, La fonction linge dans les établissements de santé. DHOS (Direction de l'hospitalisation et de l'organisation de soins), 2001 : 127.
- [12] Comité technique régional de l'environnement hospitalier sous l'égide de la DRASS Rhône-Alpes, annexe 8, Rôle du personnel dans la fonction linge, La fonction linge dans les établissements de santé. DHOS (Direction de l'hospitalisation et de l'organisation de soins), 2001 : 141.
- [13] Comité technique régional de l'environnement hospitalier sous l'égide de la DRASS Rhône-Alpes, annexe 8, Etape 9 : le stockage et la préparation des livraisons de linge propre, La fonction linge dans les établissements de santé. DHOS (Direction de l'hospitalisation et de l'organisation de soins), 2001 : 159.
- [14] Société française d'hygiène hospitalière, Chapitre 4, bonne pratique de base, « concept d'asepsie progressive », Fiche D in « Guide de recommandation pour la prévention des infections nosocomiales en maternité », Société française d'hygiène hospitalière, 1998 ; 33-44.

Pour en savoir plus

Zilbert A, Parneix P. Drapage du patient : choix du textile et modalités pratiques. Hygiènes 2004;12(3):295-300.

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLANT/>

Prothèse amovible complète supra-implantaire à la mandibule. Protocole thérapeutique[☆]

Complete removable supra-implant prosthesis of the mandible. Therapeutic protocol

INTRODUCTION

Malgré la diminution de l'édentement dans la population mondiale, il existe actuellement un accroissement du nombre de patients édentés totaux. Cela peut s'expliquer d'une part par l'augmentation en nombre des personnes âgées (vieillesse de la génération des enfants de l'après-guerre), et d'autre part par l'allongement de la durée de vie. Selon différentes études épidémiologiques, cette augmentation devrait se poursuivre au moins jusqu'en 2020 [1,2].

Ces patients, de plus en plus âgés, présentent souvent des problèmes d'incoordination et/ou d'atrophie musculaire s'accompagnant d'une résorption osseuse progressive.

La prothèse amovible complète « conventionnelle » est la thérapeutique classiquement proposée à ces patients édentés totaux. Si la prothèse amovible complète maxillaire donne généralement satisfaction, il n'en est pas de même pour la prothèse mandibulaire qui manque souvent de rétention et de stabilité. Afin de répondre au souhait des patients d'accroître cette rétention, nous pouvons proposer comme alternative thérapeutique une prothèse amovible complète supra-implantaire (PACSI). À ce propos, en mai 2002, un symposium tenu à l'université de McGill (Montréal, Québec, Canada) a rédigé un rapport de consensus établissant que la prothèse amovible complète supra-implantaire avec deux

implants est la thérapeutique minimale de référence actuelle dans le traitement de l'édentement total mandibulaire [3,4]. Même si le coût total des PACSI mandibulaires avec deux implants reste plus élevé que celui des prothèses « conventionnelles », la différence n'est toutefois pas aussi grande que ce que l'on peut imaginer et cette option thérapeutique devrait pouvoir être accessible à chaque édenté [3,5].

Le but de cet article est de mettre en place un protocole précis, chirurgical et prothétique, de réalisation de PACSI sur attachements sphériques de type bouton-pression, afin de réaliser des études rétrospectives et comparatives.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Phase préchirurgicale

Sélection des patients

Tous les patients présentent une édentation totale bimaxillaire. La décision repose sur l'entretien avec le patient, l'anamnèse prothétique, l'examen clinique et l'examen radiologique. Nous envisageons la réalisation d'une vingtaine de cas, avec une répartition équivalente entre les sujets de sexe masculin et féminin.

- Examen complémentaire radiologique :
 - orthopantomographie ;
 - téléradiographie de profil à l'échelle 1 ;
 - scanner mandibulaire (Dentascan) : évaluation du volume osseux dans la région symphysaire. Cet examen est utile pour l'étude envisagée, mais n'est pas indispensable en pratique courante.

[☆] Sous la responsabilité du Pr Christian Chavrier et du Dr Michel Perriat, DU de chirurgie et prothèse implantaires, faculté d'odontologie de Lyon, rue Guillaume-Paradin, 69372 Lyon cedex 08, France. Tél. : +33 4 78 77 86 84 ; fax: +33 4 78 77 86 96.

Adresse e-mail : c.chavrier@wanadoo.fr (C. Chavrier).

- Exposition chiffrée de la proposition thérapeutique avec ses avantages et ses inconvénients (document écrit).
- Questionnaire médical signé et daté par le patient.

Contre-indications générales absolues

- Cardiopathies :
 - à risque oslérien : prothèses valvulaires aortiques ou mitrales, antécédents d'endocardites, valvulopathies aortiques ou mitrales (insuffisance ou rétrécissement) ;
 - insuffisance coronarienne (angine de poitrine) ;
 - infarctus récent ;
 - cardiomyopathie obstructive.
- Hépatite.
- Cancer.
- Insuffisance rénale chronique (dialysé).
- Déficit immunitaire grave, sida.
- Hémopathies (hémophilie, leucémies, myélomes).
- Patient greffé sous immunosuppresseurs ou en attente de transplantation.
- Diabète non équilibré.
- Troubles du métabolisme phosphocalcique : ostéomalacie, maladie de Paget, hyperparathyroïdie...
- Troubles psychiatriques (psychotiques, TOC, maniacodépressif).
- Tabagisme et/ou alcoolisme chroniques.
- En cas de doute un courrier est adressé au médecin traitant (avis du médecin).

Contre-indications locales

- Cancers de la muqueuse buccale, antécédents de radiothérapie de la région maxillofaciale.
- Mandibule de forme très ogivale.
- Forte résorption osseuse : largeur de crête minimale = 6 mm, hauteur symphysaire minimale = 11 mm.
- Rapport interarcade défavorable et hauteur interarcade insuffisante (espace prothétique vertical minimum au niveau des futurs sites implantaire de 7 mm).

Phase prothétique

Validation du projet prothétique

Empreintes primaires

Des empreintes primaires mucostatiques du maxillaire et de la mandibule sont réalisées à l'alginat à l'aide de porte empreinte de type Schreiner-makers. Au besoin, les porte-empreintes sont adaptés à la forme de l'arcade et aux limites de la surface d'appui par meulage à la fraise et/ou adjonction de cire rose. En présence du patient, les limites des futurs porte-empreintes individuels

sont marquées directement à la surface de l'alginat ou sur les modèles primaires. La position d'une éventuelle crête flottante doit être indiquée sur le modèle primaire. Les limites du porte-empreinte (PEI) se situent 1 à 1,5 mm du fond du vestibule. Au maxillaire elles englobent les tubérosités et se situent en arrière de la ligne de flexion maximale du voile. À la mandibule, elles se situent 2 mm au-delà de la ligne oblique interne, elles recouvrent entièrement les trigones et exploitent au maximum les niches rétromolaires [6].

Empreintes secondaires

Elles sont réalisées à l'aide de PEI en résine, ajustés à la surface d'appui, munis de bourrelets de soutien préfigurant l'arcade dentaire. Les bourrelets sont réalisés en cire dure au maxillaire et en résine à la mandibule. La hauteur du bourrelet, mesurée du bord incisif au fond du vestibule, est d'environ 22 mm au maxillaire et 18 mm à la mandibule. La surface occlusale du bourrelet maxillaire est parallèle au plan de Cooperman, à la mandibule le prolongement du bourrelet coupe le trigone en son milieu. [7].

Après adaptation du PEI en bouche, l'empreinte secondaire anatomofonctionnelle est réalisée en deux temps. Dans un premier temps, le joint périphérique est enregistré à l'aide d'un polyéther de viscosité élevée (Permadyne orange®). Puis dans un second temps, l'enregistrement de la surface d'appui est effectué sous pression digitale à l'aide d'un polyéther très fluide (Permadyne bleue®) ou d'une pâte oxyde de zinc-eugénol (Pâte SSWhite).

Les empreintes sont désinfectées à l'aide d'une solution de glutaraldéhyde à 2 %, puis coffrées et coulées [8].

Les relations intermaxillaires

Le modèle maxillaire est transféré sur un articulateur (semi ou non) adaptable à l'aide d'un arc facial de transfert. La détermination clinique du plan occlusal se fait dans la région antérieure selon des critères esthétiques et phonétiques. Dans la région postérieure, le plan occlusal est orienté parallèlement au plan de Camper grâce à l'utilisation d'une plaque de Fox.

Après détermination de la dimension verticale d'occlusion selon les critères esthétiques et phonétiques habituels, les rapports intermaxillaires sont enregistrés classiquement en relation centrée. Le choix des dents artificielles est réalisé en accord avec le patient, puis le montage est réalisé au laboratoire selon le concept de l'occlusion intégralement équilibrée tout en s'assurant de l'absence de contacts entre les dents antérieures maxillaires et mandibulaires en relation centrée [9]. Lors du montage, l'orientation du plan occlusal peut au be-

soin être modifié dans la région postérieure de façon à obtenir un parallélisme entre celui-ci et le plan des crêtes maxillaire et mandibulaire. Cela permet de réduire les pressions qui s'exerceront sur les surfaces d'appui muqueuses et les contraintes biomécaniques appliquées aux implants.

Validation du projet prothétique

Lors de l'essayage, il est essentiel que le patient et le praticien valident la teinte, la forme, la dimension et le montage des dents sur le plan esthétique et phonétique. Avant la mise en moufle, le prothésiste réalise une clé de remontage en plâtre de la prothèse maxillaire. Après polymérisation, la prothèse maxillaire munie de son contre-modèle est solidarisée à l'articulateur sans que le praticien ne soit obligé de réaliser un nouvel enregistrement clinique à l'aide de l'arc facial de transfert

Équilibration occlusale et insertion des prothèses

Les prothèses sont essayées séparément l'une après l'autre de manière à éviter tous contacts dentodentaires, puis l'on procède à l'enregistrement d'un articulé de Tench à l'aide de cire Aluwax®. Pour cela la mandibule est guidée en relation centrée de façon à enregistrer les impacts cuspidiens antagonistes sur la cire Aluwax®. La prothèse mandibulaire est mise en occlusion avec la prothèse maxillaire grâce aux indentations, puis solidarisée à la branche inférieure de l'articulateur.

Les corrections occlusales par meulage doivent générer des contacts harmonieusement répartis entre les cuspides palatines des prémolaires et molaires supérieures et leurs zones de réception antagonistes, associés à une absence de contacts incisivocanins en relation centrée [10]. En propulsion il faut obtenir un glissement antérieur équilibré par des contacts postérieurs de glissements bilatéraux entre les versants distaux maxillaires et mésiaux mandibulaires. En latéralité, des contacts de glissement harmonieux côté travaillant doivent être équilibrés par des contacts entre les versants internes des cuspides palatines maxillaires et les versants internes des cuspides vestibulaires mandibulaires côté non travaillant [11].

Le patient est revu à 48 heures, puis à une semaine afin d'effectuer les retouches nécessaires en cas de blessures de la fibromuqueuse.

Réalisation d'un guide radiologique

Une fois la prothèse intégrée et validée, un guide radiologique est réalisé en résine transparente injectée, par duplication de la prothèse mandibulaire dans un hydrocolloïde réversible. En regard de 33 et 43, des puits parallèles sont percés dans l'intrados du guide radiologique et des bâtonnets de

gutta sont introduits dans ces puits. Lors du déroulement de l'examen scanner, ce guide doit être porté en occlusion avec la prothèse maxillaire. À l'issue de l'examen radiologique, on procède à la détermination de la longueur des deux implants (Longueur minimale : 10 mm ; longueur maximale : 15 mm ; diamètre standard : 3,8 mm). Les axes implantaire doivent être parallèles entre eux ; la divergence maximale tolérée entre les deux implants est de 7°. De plus, les implants doivent être placés le plus perpendiculairement possible au plan d'occlusion.

Dans le cas où la mise en place des implants est jugée irréalisable, le traitement prothétique prend fin à cette étape. En revanche, si l'emplacement prévu des implants est correct, le guide radiologique sert alors de guide chirurgical.

Phase chirurgicale

Premier temps chirurgical

Une prescription préopératoire comprenant antibiotique (2 g par jour pendant six jours de la famille des pénicillines sauf allergie, à débiter la veille même de l'intervention), antalgique, anti-inflammatoire et bain de bouche est systématique afin de limiter le risque infectieux, l'hématome et l'œdème postopératoire.

Anesthésie locale et incisions : une anesthésie locale avec vasoconstricteur est réalisée au niveau local (infiltration de type para-apicale vestibulaire et linguale). Une incision de pleine épaisseur est opérée au sommet de la crête, elle s'étend sur 15 mm de part et d'autre du plan sagittal médian. Une incision de décharge médiane antérieure est ensuite effectuée de façon à pouvoir procéder au décollement des lambeaux mucopériostés.

Les deux implants sont placés parallèlement en position de 33 et 43 en respectant les séquences de forage traditionnelles et en s'aidant du guide chirurgical et des guides de parallélisme. Le forage est réalisé sous irrigation constante de sérum physiologique.

Après mise en place des vis de couverture, les sutures sont réalisées. Pendant les huit premiers jours, le patient ne doit pas porter ses prothèses. À huit jours, les sutures sont déposées et la prothèse mandibulaire est évidée au moins sur 2 mm en regard des implants. L'intrados prothétique est alors rebasé, en occlusion, à l'aide d'une résine à prise retardée de type Fitt® de Kerr. Pendant toute la phase de temporisation (trois mois), le Fitt est remplacé par du Viscogel qui est plus résistant dans le temps. Il faut recommander au patient de retirer ses deux prothèses durant son sommeil.

Deuxième temps chirurgical

Après trois mois (ou quatre mois selon le type d'os évalué au moment du premier temps chirurgical), les vis de couverture sont remplacées par les piliers de cicatrisation. Afin de limiter les forces transmises aux implants, il faut de nouveau décharger l'intrados en regard des piliers de cicatrisation. De plus, il faut vérifier et au besoin régler l'occlusion de manière à obtenir une absence de contacts dentaires en regard des implants.

Fin de la phase prothétique

Trois semaines après le retrait des vis de couverture, les attachements sphériques sont mis en place.

Avant de procéder au positionnement des moyens de rétention dans la prothèse amovible mandibulaire, il faut vérifier l'absence de contacts entre l'intrados et les attachements sphériques à l'aide d'une silicone fluide, en position muqueuse déprimée c'est-à-dire sous pression occlusale. Au besoin, les contacts sont éliminés par meulage.

Les moyens de rétention sont mis en place sur les attachements. On contrôle alors sous pression occlusale l'absence d'interférences entre les moyens de rétention et l'intrados de la prothèse mandibulaire à l'aide d'une silicone fluide.

Deux opercules d'échappement donnant accès aux parties femelles sont réalisés dans la prothèse mandibulaire. De la résine autopolymérisable est déposée dans l'intrados en regard des attachements, et la prothèse mandibulaire est insérée en bouche. Pendant la polymérisation de la résine, la prothèse est maintenue sous pression occlusale par le patient jusqu'à la prise complète de la résine. En effet, du fait de la dépressibilité de la fibromuqueuse, la prothèse amovible va s'enfoncer sous l'action des forces occlusales. Par conséquent, la solidarisation des éléments de rétention à l'intérieur de la prothèse doit se faire muqueuse déprimée. Cette précaution permet de réduire les forces transmises aux structures implantaire. Les excès de résine sont éliminés et un polissage soigneux de la prothèse est effectué. Les recommandations cliniques nécessaires sont données au patient : insertion, désinsertion, mesures d'hygiène et contrôles périodiques.

Le patient est revu à deux jours, huit jours, un mois et annuellement. Au cours de ces visites, les contacts occlusaux sont contrôlés en relation centrée et au cours de toutes les positions excentrées. Afin de réduire les contraintes occlusales dans la région maxillaire antérieure, il est recommandé de supprimer tout contact entre les dents antérieures maxillaires et mandibulaires en relation centrée. De plus, le réglage occlusal doit permettre l'obten-

tion de contacts antérieurs de faible intensité au cours des différents mouvements d'excursion mandibulaire. Ce schéma occlusal permet de réduire la résorption osseuse et l'inflammation tissulaire dans la région maxillaire antérieure. Avec le temps, la stabilité de la prothèse amovible complète maxillaire sera préservée [12].

Lors des visites de contrôle annuelles, des rebasages pourront être réalisés au maxillaire et à la mandibule, en fonction de la résorption osseuse. De plus, au cours de ces visites de contrôle, les matrices incorporées dans la prothèse seront évaluées. En cas d'usure, on procédera à leur remplacement à l'aide de résine autopolymérisable.

DISCUSSION

La conception et la réalisation d'une PACSI doivent respecter les règles conventionnelles de la prothèse amovible complète. En effet, la stabilisation et la sustentation sont assurées par la prothèse. Les implants n'étant qu'un moyen complémentaire de rétention de la prothèse. Cela implique que le système d'attachement doit permettre une translation verticale et/ou une rotation distale de la prothèse afin de tenir compte de la différence de dépressibilité tissulaire entre la fibromuqueuse et l'implant.

Les bénéfices obtenus par la mise en place de ces rétentions complémentaires implantoportées ne sont plus à démontrer. En effet, de nombreuses études cliniques ont montré que la PACSI constitue une alternative fiable, simple et efficace au traitement par prothèse amovible conventionnelle [14,15]. À travers de nombreuses études d'évaluation, les patients porteurs de PACSI rapportent satisfaction générale, confort, stabilité et efficacité de la mastication par rapport au traitement par prothèses conventionnelles. Ainsi, le succès de ce type de traitement peut avoir des répercussions importantes en terme de santé publique, en particulier dans le traitement des carences alimentaires chez les personnes âgées. De plus, il a été montré que deux implants mandibulaires réduisent de façon importante le taux de résorption de la crête résiduelle antérieure à la mandibule [16].

Toutefois, il existe encore des controverses quant aux concepts et thérapeutiques à adopter, en particulier pour le nombre d'implants, leur mise en charge, le type de système d'ancrage à utiliser, et la maintenance à réaliser [13]. Il faut cependant souligner que le système d'ancrage retenu doit occuper un volume réduit afin de se situer dans le couloir prothétique et ne pas entraver le profil d'extrados de la prothèse. Il doit également autoriser une réintervention facile et une maintenance

aisée. Comparativement aux barres, les attachements sphériques présentés dans ce protocole représentent une solution plus économique, plus simple, plus tolérante sur la forme de l'arcade, et plus facile d'entretien surtout pour les patients âgés dont la dextérité manuelle est réduite [17,18]

CONCLUSION

La PACSI est un type de réhabilitation prothétique performant en terme d'efficacité, de confort, de coût et de temps de réalisation. Sa mise en œuvre est simple tant au niveau chirurgical que prothétique. Elle constitue une excellente alternative au traitement plus complexe et plus onéreux par prothèse implantoportée. Aussi, il nous semble important de rendre ce type de réhabilitation accessible à tous les patients, quel que soit leur âge et leur statut socioéconomique.

Références

- [1] Douglas CW, Shih A, Ostry L. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2002; 87: 5-8.
- [2] Brutel C. Projections de la population à l'horizon 2050. *Insee Première*, mars 2001 ; n° 762.
- [3] Feine J, Thomason JM. Prothèses fixées et amovibles à la mandibule édentée : choix fondés sur la preuve. *Réalités Cliniques* 2003 ; 14(2) : 129-140.
- [4] Rignon-Bret C, Rignon-Bret JM. Prothèse amovible complète supra-implantaire mandibulaire. *Le chirurgien-dentiste de France* 2004 ; 1181 : 58-59.
- [5] Burns DR. The mandibular complete overdenture. *Dent. Clin. North Am.* 2004; 48: 603-623.
- [6] Rignon-Bret C. Portes-empreintes individuelles en prothèse adjointe complète, 1^{re} partie : conception. *Les Cahiers de Prothèse* 1999 ; 106 : 65-79.
- [7] Millet C, Jeannin C, Jaudoin P. Dimensions verticales en prothèse complète. *Encyclopédie Médicochirurgicale* 2004, 23-325-E-10, in press.
- [8] Hüe O, Berteretche MV. Les empreintes secondaires. In: Hüe O, Berteretche MV. *Prothèse complète: réalité clinique, solutions thérapeutiques*. Paris : Quintessence International; 2003, p. 95-109.
- [9] Mariani P, Stephan G. Implants et édentement total. Quel protocole thérapeutique ? *Les Cahiers de Prothèse* 2002 ; 120 : 27-36.
- [10] Parr GR, Ivanhoe JR. Lingualized occlusion, an occlusion for all reasons. *Dent. Clin. North Am.* 1996; 40: 103-112.
- [11] Mariani P. Principes et méthodologie des corrections occlusales par meulages en prothèse totale. *Real. Clin.* 1997 ; 8 : 409-422.
- [12] Sadowsky SJ. Mandibular implant-retained overdentures: A literature review. *J. Prosthet. Dent.* 2001; 86: 468-73.
- [13] Burns DR. Mandibular implant overdenture treatment: consensus and controversy. *J Prosthodont* 2000; 9: 37-46.
- [14] Krennmair G, Ulm C. The symphyseal single-tooth implant for anchorage of a mandibular complete denture in geriatric patients: a clinical report. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2001; 16: 98-104.
- [15] Moore DJ. A descriptive 18-year retrospective review of subperiosteal implants for patients severely atrophied edentulous mandibles. *J. Prosthet. Dent.* 2004; 92: 145-150.
- [16] Von Wowern N, Gotfredsen K. Implant-supported overdentures, a prevention of bone loss in edentulous mandibles? A 5-year follow-up study. *Clin. Oral Implants Res.* 2001; 12: 19-25.
- [17] Naert I, Alsaadi G, Quirynen M. Prosthetic aspects and patient satisfaction with two-implant-retained mandibular overdentures: a 10-year randomised clinical study. *Int. J. Prosthodont.* 2004; 17: 401-410.
- [18] Rignon-Bret C, Descamp F, Bernaudin E, Bloch M, Hadida A. Stratégie de traitement en prothèse amovible complète supra-implantaire mandibulaire. *Réalités Clinique* 2003 ; 14 : 141-159.

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Assembled By Tsunami

من صنع إليكم معروفا فكافئوه

فإن لم تجدوا ما تكافئونه

فادعوا له حتى تروا أنكم قد كافأتموه

Assembled By Tsunami

Copyright

available at www.sciencedirect.comjournal homepage: <http://france.elsevier.com/direct/IMPLAN/>

ÉDITORIAL

Une fusion pour l'ouverture... A merging for opening up

L'année 2006 a vu se concrétiser le rapprochement des éditions scientifiques Elsevier et Masson dont on parlait depuis de nombreux mois. C'est chose faite aujourd'hui et à de nombreux égards il faut s'en réjouir et y voir de bonnes choses pour l'avenir et pour nous, Stomatologistes et Chirurgiens Maxillofaciaux. Le nouveau groupe est solide, ambitieux, ouvert à l'extérieur, et les moyens de communication, d'édition dont il dispose sont uniques, modernes. Sa restructuration est en cours et les projets nombreux.

Les « fusions » permettent la plupart du temps de renforcer des moyens existants, d'en allier certains, de les réunir en tout cas et d'en disposer si besoin de nouveaux, plus compétitifs. Elles ouvrent de nombreux horizons, permettent de nouvelles approches, d'innover et ainsi de progresser.

Dans cette optique et notamment dans notre spécialité, il nous a semblé utile, opportun et d'actualité de mettre en commun deux revues déjà existantes dont le contenu sans être identique traitait de sujets du ressort de la stomatologie et la chirurgie maxillofaciale.

La *Revue Implantodontie*, jeune et petite revue thématique sur le sujet, balbutiait, cherchait depuis quelques mois son chemin, sa place dans un milieu où les revues abondent aidées ou soutenues par une industrie florissante, celle des implants et de leur « accastillage », celle des biomatériaux. Elle disposait de moyens propres, de lecteurs fidèles, d'auteurs reconnus mais cela n'était pas suffisant pour son développement, sa survie.

Parallèlement la *Revue de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale* s'est structurée. Elle a élargi son lectorat à l'ensemble de la communauté francophone. De gros efforts ont été produits pour en faire une véritable revue scientifique. Son comité de rédaction s'est attaché à couvrir tous les thèmes de la spécialité en particulier ceux relatifs à la stomatologie voire à l'odontologie. En particulier, de nombreuses publications témoignent régulièrement de l'intérêt porté à l'implantologie [1-5]. Rappelons simplement le numéro spécial qui lui a été consacré en août 2001.

Après avoir réfléchi, évalué les bénéfices, n'y avoir vu aucune contrainte ni inconvénient, nous avons donc décidé de vous proposer cette alliance entre les deux titres.

J.-F. Tulasne et J.-F. Andreani, stomatologistes et chirurgiens maxillofaciaux, nous apporteront leur soutien, J.-P. Brun implantologiste à Grenoble et B. Tavernier chirurgien-dentiste, PU PH à la faculté de chirurgie dentaire de Garancière pour la

prothèse sur implant sont d'accord pour partager cette aventure. Ils entreront au comité de la Revue, lequel n'en sera pas plus modifié. Le niveau scientifique des articles soumis devra être celui de la *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale*, avec le même comité de lecture, sans aucun aménagement ni concession possible. En contre partie les articles acceptés bénéficieront de la même indexation.

Nous espérons ainsi faire adhérer par les sujets traités nombre de nos confrères qui ne voyaient pas toujours dans la *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale* le reflet de leur pratique quotidienne en implantologie ou qui ne trouvaient pas suffisamment d'articles dans cette spécialité, partie importante de la stomatologie en cabinet et dans certains services hospitaliers du même nom.

Le titre de la Revue pourrait s'en trouver modifié, augmenté de cette partie de la spécialité qu'est l'implantologie.

Références

- [1] Jian S, Cheynet F, Amrouche M, Chossegros C, Ferrara JJ, Blanc JL. Réhabilitation maxillaire préimplantaire. Étude de 55 cas de greffe de comblement autologue. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1999;100:214-20.
- [2] Goga D, Romieux B, Bonin B, Picard A, Saffarzadeh A. Greffe sinusienne d'origine iliaque à visée préimplantaire. Étude rétrospective des complications à partir de 100 cas. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2000;101:303-6.
- [3] Sauvigne T, Fusari JP, Monnier A, Breton P, Freidel M. Le prélèvement rétro-molaire : une alternative au prélèvement mentonnier en chirurgie osseuse préimplantaire. Étude quantitative et qualitative réalisée sur 52 pièces anatomiques. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2002;103:264-8.
- [4] Ben Slama L. Greffes osseuses autologues, allogreffes, biomatériaux. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2005;106:133.
- [5] Aboul-Hosn S, Monner A, Juarez I, Arranz C, Diaz-Carandell A, Mari A, et al. Prélèvement osseux tibial pour le comblement osseux maxillaire en implantologie. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2006;107:93-7.

D. Cantaloube
Clinique chirurgicale Milan, 17, rue de Milan,
75009 Paris, France

G. Bettega
Service de stomatologie et chirurgie maxillofaciale,
hôpital A.-Michallon, BP 217, 38043 Grenoble cedex 09, France



available at www.sciencedirect.com



journal homepage: <http://france.elsevier.com/direct/IMPLAN/>



EXPERTISE MÉDICALE CONTINUE

Transplantations et réimplantations dentaires [☆]

Tooth transplantations and reimplantations

J. Recoing

Centre Gilbert-Schneck, 73, avenue du Maréchal-Joffre, 92340 Bourg-la-Reine, France

Disponible sur internet le 27 juin 2006

MOTS CLÉS

Autotransplantations ;
Réimplantations ;
Greffes ;
Rhizogénèse ;
Desmodonte

Résumé Utilisées chez l'homme depuis des siècles, les transplantations dentaires n'ont épuisé ni leurs indications, ni les améliorations susceptibles d'optimiser leur pronostic, ainsi qu'en témoignent les nombreux travaux scientifiques qui leur ont été consacrés au cours des dernières décennies. Elles ont pour but la mise en place chirurgicale, sur une arcade dentaire, de dents incluses ou ectopiques, le remplacement de dents perdues ou la compensation d'agénésies. En raison du principe de précaution, les autotransplantations sont seules envisageables. Les réimplantations de dents luxées accidentellement et les déplacements chirurgicaux de dents en malposition sont envisagés à la suite des autotransplantations. Les problèmes posés et leurs solutions sont proches. L'ensemble de ces techniques forme un tout qui trouve naturellement place dans les plans de traitement des omnipraticiens et des orthodontistes.

© 2006 Publié par Elsevier SAS.

KEYWORDS

Autotransplantations;
Reimplantations;
Grafts;
Rhizogenesis;
Periodontal ligament

Abstract Teeth transplantations have been used since centuries. This surgical method has been used in many new situations and has constantly been making breakthrough discoveries. A great number of scientific studies have been published within the last few decades on this subject. Transplantations are used to put back impacted or ectopic teeth in their normal situations. They can also be used as substitute to lost teeth or to compensate for agenesis. As a precaution, only autotransplantations are performed. The reimplantation of accidentally lost teeth and the surgical setting of malpositioned teeth are developed with autotransplantations. Difficulties and solutions are similar to those encountered in transplantation procedures. All of these surgical methods are included in oral surgeons' and orthodontists' daily practice.

© 2006 Publié par Elsevier SAS.

Introduction

De la réimplantation, immédiate ou différée, d'une dent luxée accidentellement à la transplantation raisonnée

d'un organe dentaire, destinée à suppléer une agénésie ou à remplacer une dent délabrée ou perdue, toute une gamme de manipulations a été tentée depuis des temps fort anciens. Ces techniques qui vont du simple remplacement d'une dent ébranlée ou mal située à la greffe d'une dent encore entourée de son os alvéolaire ont fait l'objet au cours de l'histoire de périodes d'enthousiasme suivies de phases de pessimisme. Sous l'impulsion de l'école scandinave, mais aussi des auteurs allemands, américains, anglais

☆ Cet article est paru initialement dans la revue EMC-Dentisterie, 2004, vol 1, numéro 4, 429-452.

Adresse e-mail : jrecoing@noos.fr (J. Recoing).

ou français, de très nombreux travaux scientifiques nous permettent actuellement de mieux comprendre les critères de réussite et les causes d'échec de ces manipulations. Ils éclairent les praticiens dans le choix de leurs indications. Ils les aident à améliorer leur technique et à rendre fiables les résultats qu'ils en escomptent, le but de la transplantation étant, pour Gineste, « d'amener en position fonctionnelle une dent incluse, impossible à dégager par les procédés orthopédiques ou chirurgico-orthodontiques » [21,39].

Nous résumerons ici des données récentes qui, pour l'essentiel, concernent la croissance des germes dentaires, leur phase d'éruption, l'histologie et la physiologie de la pulpe dentaire et du desmodonte. La compréhension du comportement des divers tissus intéressés dans les processus de transplantation et de réimplantation, avant et après l'acte chirurgical, permet de mieux lutter contre l'inflammation, voire l'infection liée à la mortification d'un transplant, et surtout contre la résorption radiculaire et l'ankylose, bêtes noires de ces techniques. Les indications ont, elles aussi connu des changements. Les progrès de l'orthodontie ont rendu certaines d'entre elles obsolètes tandis que d'autres voyaient leur utilité confirmée. De même, le développement de l'implantologie nous fait parfois hésiter à choisir entre implant non biologique et transplant. Avant un bref rappel historique qui éclaire à travers les siècles la démarche qui conduit à réimplanter ou à transplanter des dents, il convient de préciser le sens des termes utilisés.

Terminologie

Grefte : transfert d'un fragment de tissu ou d'organe d'un point à un autre d'un même individu ou d'un individu à un autre [30]. **Transplantation** : transfert d'un organe entier d'un donneur, impliquant le rétablissement de la continuité vasculaire afférente et efférente de cet organe avec l'appareil circulatoire du receveur [30]. Les transplantations dont nous parlons ici, transplantations dentaires, correspondent mieux en fait à la définition que donnent Vincent et Merle-Béral de ce qu'ils nomment « greffe dentaire » : « opération qui consiste à placer dans une cavité alvéolaire naturelle ou préparée artificiellement une dent récemment extraite, une dent conservée ou un germe dentaire ». Lorsque le même sujet est à la fois le donneur et le receveur, on parle d'autogrefte ou d'autotransplantation (ou autologue ou autogène) [38]. Si le donneur et le receveur sont des sujets différents mais appartiennent à la même espèce, il s'agit d'homogrefte ou d'homotransplantation (ou homologue ou allogénique). Enfin, si le donneur et le receveur appartiennent à des espèces animales différentes, nous employons la dénomination d'hétérogrefte ou d'hétérotransplantation (ou hétérologue ou xénogénique) [15,23].

Nous retiendrons ici les autotransplantations, de loin les plus pratiquées. Nous évoquerons également les techniques de repositionnement chirurgical de dents mal situées qui, sans être des transplantations au sens défini plus haut, posent des problèmes et rencontrent des difficultés analogues.

Nous réservons le terme d'implantation à l'insertion intraosseuse de matériaux hétérogènes, soit pour l'essentiel, actuellement, les implants en titane. Leur grande diffusion et l'amélioration des prothèses qu'ils supportent

mettent aujourd'hui leurs indications en compétition avec celles des transplantations.

Un peu d'histoire

« C'est un vieux rêve humain que de transplanter les dents, et si les échecs ont été nombreux, il faut admirer la persévérance des thérapeutes et quelquefois leur imagination » (Durivaux) [29].

La remise en place de dents ébranlées ou luxées, les réimplantations, les transplantations, ont tenté les praticiens de l'art dentaire depuis des temps fort reculés. Un bref survol de ce chapitre de l'histoire de la médecine éclaire les espoirs, les difficultés, les trouvailles, les solutions apportées par ces techniques. Pour Renier, c'est au troisième millénaire av. J.-C. que remontent les premiers écrits concernant les réimplantations [78].

Il est mentionné dans un compendium médical trouvé en Chine : « Lorsque les dents sont ébranlées ou sorties de leurs alvéoles, on les remet en place et on les maintient à l'aide de baguettes de bambou reliées entre elles par des fils d'or ». Réimplantation et contention sont déjà mentionnées, et ce en 3216 et 2636 av. J.-C. sous les règnes des empereurs Chin-Noug et Hou-Angty.

En Égypte, des fils d'or maintenaient des dents branlantes et supportaient des dents artificielles ou, peut-être, des dents réimplantées. Ces méthodes sont utilisées dans l'Antiquité chez les Étrusques, les Grecs et les Romains. En 460 av. J.-C., Hippocrate aurait conseillé de mettre en place les dents dérangées lors de fractures du maxillaire inférieur et de les maintenir à l'aide de fils d'or. La grande civilisation arabe en fut peut-être l'héritière et en l'an mille, Abulcassis emploie lui aussi des fils d'or ou d'argent lorsqu'il faut fixer des dents ou les transplanter [13,18].

À l'époque de la Renaissance, le célèbre anatomiste André Vésale (1514-1564), dégagea lui-même une de ses canines maxillaires. En 1554, Ambroise Paré rapporte un cas d'homotransplantation : « Un homme digne d'être creu m'a affirmé qu'une princesse ayant fait arracher une dent, s'en fit remettre subit une autre d'une sienne damoiselle, laquelle se reprint, quelques temps après, maschait dessus comme sur celle qu'elle avait fait arracher auparavant » [43]. En 1595, dans *Le miroir de la beauté et santé corporelle*, Guyon affirme que « si l'on arrache une dent pour une autre, il faut la remettre soudain dans son alvéole et qu'on l'attache avec un filet à la voisine et se reprendra ainsi que je l'ai vu souvent ». En 1633, Dupont, opérateur du roi Louis XIII traite des odontalgies par la réimplantation immédiate après extraction de la dent douloureuse. Il décrit des cas de traitement d'édentation partielle par hétéro- ou homotransplantation de dents prélevées sur des cadavres ou sur des vivants.

Au XVIII^e siècle, l'incontournable Pierre Fauchard [32] publie à plusieurs reprises sur ce sujet. En 1720, il décrit le cas d'un capitaine dont la canine, extraite pour cause de carie, fut remplacée par celle d'un soldat de sa compagnie. En 1728, il recommande dans son traité, *Le Chirurgien Dentiste*, la réimplantation ou la transplantation d'une bouche à une autre, mais surtout chez les personnes jeunes. Il décrit également le « redressement forcé » d'une dent en malposition sur l'arcade, dont la suite logique sera, à notre

époque, la corticotomie de repositionnement. En 1771, John Hunter s'inspire d'une ancienne méthode chinoise consistant à greffer les ergots de jeunes coqs sur leur crête : il greffe des dents saines de provenance animale et humaine dans des crêtes de coqs. Il assure ainsi leur préservation et les garde vivantes.

En 1780, il décrit lui aussi des cas de traitements d'édentations partielles par des hétéro- ou des homotransplantations de dents prélevées sur des morts ou sur des vivants. Des idées nouvelles apparaissent au XIX^e siècle. Dès 1804, Pfaff conseille de renoncer « à la manie de transplanter des dents d'une bouche à une autre » après avoir constaté que de telles interventions pouvaient entraîner la transmission de maladies. Malgré cela, il était encore courant à Londres en 1843 d'acheter des dents fraîchement extraites, pour les transplanter. En 1861, Vasey (cité par Andreasen) proposait « la transplantation dentaire avant que la dent ait terminé sa formation et cela pour éviter une résorption et la transmission d'une infection ». En 1874, Legros et Magitot sont les premiers à publier leurs essais de transplantation de germes dentaires [52]. Il serait fastidieux de répertorier toutes les publications faites sur ce sujet à cette époque. Rappelons simplement que l'*Index of periodical literature* de 1885 enregistre près de 300 articles concernant les réimplantations, les transplantations et les implantations de dents, entre 1876 et 1885 [87].

Il faudra attendre le XX^e siècle pour voir se dessiner un corpus scientifique fondé sur l'expérimentation, la clinique, l'histologie, et la compréhension des processus de cicatrisation. À partir de ces données, indications, techniques et résultats retiennent l'attention de beaucoup d'auteurs et font l'objet de très nombreuses publications [12, 20, 25, 28, 42, 69, 91].

Choix du (ou des) transplant(s) : indications

La transplantation a pour but le remplacement d'une dent perdue ou manquante, ou de plusieurs, par une ou plusieurs autres qui en assurent les fonctions dans des conditions physiologiques les plus proches possibles de la normale et, à tout le moins, acceptables. Ce résultat obtenu, une transplantation idéale est, pour nous, celle où le transplant se comporte dans sa nouvelle situation comme une dent vivante. La question que l'on doit se poser avant de l'entreprendre est : « le patient n'a-t-il rien à y perdre, a-t-il tout à y gagner ? ». Paulsen la formule ainsi : « une transplantation réussie apporterait-elle au patient une solution meilleure que toute autre ? L'échec de la transplantation entraînerait-il un résultat plus mauvais que lorsqu'elle n'est pas tentée ? » [3, 12, 71].

Que transplanter ? Où transplanter ? Quand transplanter ? Ces questions ne se posent pas pour une réimplantation. Le site est l'alvéole de la dent luxée, le transplant, la dent elle-même. La réimplantation doit être pratiquée le plus tôt possible après la luxation. Il en va différemment dans le cas des transplantations.

Que transplanter ?

Une dent. Une dent saine dont on n'a pas l'usage ou qui n'est pas à sa place sur l'arcade : dent ectopique, c'est le

cas fréquent des transplantations de canines ; dent surnuméraire de morphologie convenable ; dent appelée à être extraite en raison d'un encombrement, d'une dysharmonie dentomaxillaire. Le choix le plus fréquent est alors celui d'une prémolaire ou d'une troisième molaire. Dans le cas d'une prémolaire, une dent à racine unique et conique est la mieux adaptée : l'extraction est simple et les risques de lésion du desmodonte limités [34]. C'est délibérément que nous éliminons de ce chapitre les homo- et, a fortiori, les hétérotransplantations. Le risque de transmission de pathologies virales, en particulier VIH et hépatites B et C, n'autorise pas une transplantation directe d'individu à individu. Les études récentes ont montré la présence de prions dans la pulpe dentaire et dans le parodonte. L'on connaît les difficultés rencontrées pour détruire les prions. Les banques de dents constituées en Belgique ou au Danemark utilisaient la cryoconservation dans l'espoir de garder aux cellules desmodontales un potentiel de vitalité lors de leur réchauffement [75]. Détruire les prions reviendrait à conserver dans ces banques des organes dentaires utilisables seulement sous forme de transplants inertes.

Les seuls transplants que nous devons utiliser actuellement sont donc les transplants autologues.

Où transplanter ?

Là où l'on en a besoin et où la morphologie du transplant correspond à l'usage auquel il est destiné, tant pour l'esthétique que pour la fonction. Si le transplant est une prémolaire, il est utilisé pour remplacer une autre prémolaire, le plus souvent dans le cas d'une agénésie. Une prémolaire surnuméraire peut servir dans la même indication [43, 71].

Une prémolaire peut également remplacer une incisive centrale maxillaire, sous réserve d'une coronoplastie, car si leurs dimensions sont proches, la morphologie de leurs couronnes diffère [27].

Une troisième molaire peut remplacer une première ou, moins souvent, une deuxième molaire, soit parce qu'elle est délabrée par la carie ou par un traumatisme, soit parce qu'elle a dû être extraite en raison d'une situation ectopique ou d'une altération de sa morphologie [89].

Une indication plus rare est la compensation, par un transplant de dent de sagesse, d'une agénésie d'une, ou plus souvent de deux prémolaires, sur la même hémia arcade. Garcia a également publié des cas de restauration des édentements maxillaires postérieurs par greffes de dents de sagesse sous-sinusiennes [36, 37].

Enfin, une troisième molaire hypotrophique a pu être proposée pour le remplacement d'une incisive maxillaire, il s'agit là d'un cas d'exception. Une dent ectopique, le plus souvent une canine, sera transplantée dans l'alvéole de la dent de lait qui lui correspond après aménagement orthodontique de l'espace qui lui est nécessaire et remodelage de l'alvéole. Si la dent de lait a été retirée auparavant, un nouvel alvéole devra être créé par le chirurgien. Dans tous les cas, l'anatomie de la région où se fait la transplantation, doit être prise en compte afin de respecter les structures avoisinant le transplant : sinus maxillaire, canal mandibulaire, trou mentonnier, racines des dents adjacentes...[80].

Citons pour mémoire l'obturation d'une communication buccosinusienne par un transplant dentaire proposé par Politis et al. [75].

Quand transplanter ?

Répondre à cette question oblige à distinguer deux groupes d'indications.

Le premier concerne des transplants à visée orthodontique. Il s'agit des canines ectopiques et des agénésies de prémolaires essentiellement. On peut lui associer le remplacement d'une incisive centrale par une prémolaire chez un sujet jeune dont la croissance osseuse est loin d'être terminée et n'autorise pas la mise en place d'un implant [27].

Dans ces cas, le moment de l'intervention est choisi en accord avec l'orthodontiste, en fonction du déroulement de son traitement, et du degré de maturation de la dent transplantée. Il s'agit là d'une donnée essentielle pour l'évolution du transplant.

Le second groupe d'indications s'adresse aux transplants destinés à remplacer une dent extraite, le plus souvent pour cause de carie négligée, ou à la suite d'un traumatisme. Il s'agit le plus souvent du remplacement d'une molaire par une dent de sagesse ou par son germe. La première molaire est en effet la dent qui est le plus souvent et le plus tôt atteinte par la carie. Le transplant se fait au moment où la dent « perdue » ne peut plus être utilement restaurée et laissée en fonction [15]. C'est en général chez un adolescent ou chez un adulte jeune et tous les auteurs sont d'accord pour dire que la jeunesse favorise les chances de réussite des transplants. À un âge plus avancé, cette solution est parfois proposée pour des raisons économiques chez un patient qui ne peut assumer le coût d'une prothèse classique ou d'un implant [89].

Données actuelles

Évolution du transplant

Il est difficile de savoir ce qui se passe dans l'intimité d'un transplant. Les travaux expérimentaux, ceux de Skoglund [82-86] en particulier, mais aussi ceux de Monsour et Adkins [60,61], de Pogrel...[74] nous permettent d'en savoir un peu plus grâce à l'emploi de techniques histologiques et histochimiques sur :

- la conservation de l'anatomie pulpaire ;
- la conservation de l'activité pulpaire ;
- les modifications pulpaires ;
- l'évolution des dents matures transplantées.

Conservation de l'anatomie pulpaire

L'étude des procédés de revascularisation de la pulpe des dents transplantées chez le chien a été réalisée grâce à une injection de sulfate de baryum, combinée à une microangiographie. Après dix jours, des vaisseaux visibles sont repérés dans la moitié apicale de la pulpe et après

30 jours dans toute la pulpe. Et 180 jours après le transplant une seule dent sur 15 était exempte de vaisseaux visibles. Les 14 restantes présentaient des vaisseaux sur toute la hauteur de la pulpe. Ces expériences ont porté sur un échantillon de dents de chien avec apex largement ouvert : édification radiculaire aux trois quarts [82].

Dans la plupart des cas, la revascularisation semble provenir du développement interne de nouveaux vaisseaux.

Conservation de l'activité pulpaire

Skoglund a mesuré l'activité des enzymes oxydoréducteurs. Dans un premier temps, jusqu'à dix jours, on mesure une diminution progressive de l'activité des oxydoréductases de la pulpe vers le foramen apical. Une reprise de cette activité avec remplacement du tissu nécrosé par du tissu sain apparaît entre le 10 et le 30^e jour dans la totalité de la pulpe. Seul le tissu du foramen apical survit à la transplantation. Le reste de la pulpe est progressivement remplacé par un tissu qui se développe à l'intérieur de la cavité pulpaire à partir de l'apex [86].

Modifications pulpaires

Au quatrième jour suivant la transplantation la structure morphologique de la pulpe est reconnaissable, mais les composants cellulaires sont faiblement colorés. Au niveau du foramen et jusqu'au tiers apical, la pulpe est réparée par une structure bien vascularisée, riche en cellules et en vaisseaux. Au-delà du foramen, sa structure est fantomatique. Au 30^e jour, la réparation se propage dans le canal radiculaire. On voit encore dans la pulpe coronaire, des cellules inflammatoires adjacentes à de petites zones de nécrose. Au 180^e jour, le tissu est moins riche en cellules et en vaisseaux qu'avant la transplantation. Un tissu dur, néo-os ou néocément apparaît. Il oblitère partiellement la chambre pulpaire. Toutefois, dans certains cas, si la revascularisation intervient rapidement avant le quatrième jour, la structure de la pulpe semble ne pas avoir varié. Elle semble ne s'être pas nécrosée [84,85].

Évolution des dents matures transplantées

Skoglund a repris ses travaux sur un échantillon de dents de chien à apex fermés. Elle a observé les modifications vasculaires après transplantation selon les mêmes protocoles. Deux lots ont été choisis. Dans le premier lot les dents ont subi une résection d'apex avant d'être transplantées. Les dents du second lot ont été transplantées en l'état. Dans le lot n'ayant subi aucune apicectomie, elle observe au bout de 120 jours une destruction totale des vaisseaux. Dans l'autre lot, l'apicectomie est réalisée dans le même temps opératoire que la transplantation au niveau du delta apical. La pulpe est ainsi plus largement en contact avec les tissus périapicaux. Dans ce lot, après 180 jours, 80 % des dents étaient revascularisées. Ce processus n'est pas « ad integrum » spécialement dans la zone au contact de la dentine. La revascularisation est moins rapide que dans le cas des germes [83].

Monsour et Adkins ont prolongé leurs observations au-delà du 180^e jour. Ils ont noté un rétrécissement progressif

de la taille de la chambre pulpaire et des canaux. Dans certains cas, ils ont assisté à une obturation complète des canaux pulpaires induisant une nécrose aseptique. La résorption de la racine a affecté toutes les dents. Cependant, la réparation de la plupart des lacunes de résorption a été observée 120 jours après l'intervention [61].

En résumé, après transplantation chez le chien :

- dans un premier temps, la pulpe subit une phase de nécrose ;
- avec des dents immatures la réparation pulpaire intervient par croissance interne d'un tissu conjonctif bien vascularisé et riche en cellules qui atteint la chambre après 30 jours ;
- la capacité de revascularisation des dents matures se manifeste si l'on pratique une apicectomie pendant la transplantation ;
- le tissu mou apparu par croissance interne à l'intérieur de la racine et de la chambre pulpaire est graduellement remplacé par du tissu dur.

L'étude des relations entre le transplant et son site receveur est indispensable pour reconnaître les facteurs qui favorisent la réussite – ou entraînent l'échec – des transplantations. Le rôle du desmodonte est primordial.

Desmodonte et cicatrisation [34,51,54,57,60,65,66,70,72]

Le desmodonte est un tissu conjonctif. Vascularisé et innervé, il unit les dents et leur alvéole par l'intermédiaire des fibres de Sharpey. Elles constituent l'essentiel du ligament alvéolodentaire, et s'insèrent dans le ciment, tissu minéralisé qui recouvre la dentine radulaire, et dans l'os alvéolaire. Le desmodonte intervient dans la transmission des informations extéro- et proprioceptives et dans la régulation de l'intensité des forces masticatoires [90]. Il est cémentogène par sa face interne et ostéogène par sa face externe. Après une autotransplantation, les phénomènes de cicatrisation intéressent le complexe ciment-desmodonte- os alvéolaire.

Après destruction du ligament alvéolodentaire avant réimplantation, aucune attache conjonctive n'est obtenue. Ces travaux sont confirmés par ceux de Proye et Polson sur les transplants effectués chez des singes : après dénudation des surfaces radulaires, ils n'observent pas de nouvelle attache conjonctive [76]. Melcher insiste sur l'importance des cellules dérivées du desmodonte et de l'os alvéolaire dans la réparation des lésions parodontales [58].

Le processus de réparation et de cicatrisation à la suite d'une transplantation a été bien décrit par Andreasen : dès le quatrième jour qui suit la transplantation, le caillot sanguin qui entoure la dent s'organise en tissu de granulation. À sept jours, des fibres gingivales du transplant se lient à celles du site récepteur et des fibres du ligament semblent s'unir à l'os alvéolaire. Au 34^e jour, le nouvel alvéole est constitué incluant des fibres de Sharpey [12]. Le rôle des restes desmodontaux est bien mis en évidence par les travaux expérimentaux de Saffar et Garcia : si le desmodonte de la racine transplantée est préservé, une revascularisa-

tion des restes desmodontaux se produit au bout de quelques jours et ces restes empêchent les ostéoclastes de pénétrer le tissu dentinaire et de résorber la surface radulaire [33].

Lindskog et Hammartröm ont mis en évidence un facteur anti-invasif (AIF), dont la production n'est possible que si la vitalité des cellules desmodontales est préservée. Ce facteur inhibe la production des ostéoblastes et protège les dents contre le processus d'ankylose [53].

Andreasen confirme que la présence de cellules desmodontales intactes et vivantes à la surface de la racine du transplant est le facteur primordial pour assurer une cicatrisation parodontale sans résorption radulaire. Il est donc indispensable que l'exposition extraorale du transplant soit la plus brève possible afin d'éviter la déshydratation de la surface radulaire qui nuirait à la survie des cellules desmodontales [8,9].

Tous les auteurs qui pratiquent des transplantations s'accordent à l'heure actuelle sur la nécessité de préserver le desmodonte tant au moment de l'extraction que pendant l'installation du transplant dans son site receveur.

Évolution des germes transplantés

Dans les cas où les organes transplantés sont des germes enfouis, le pronostic dépend de leur capacité à faire leur éruption et à édifier leurs racines. Cette édification comporte la synthèse de la dentine radulaire et la formation de l'ensemble des tissus de soutien de la dent. Elle est sous la dépendance de la gaine de Hertwig [10]. Issue des épithéliums adamantins interne et externe, elle sépare le sac folliculaire de la pulpe [40]. Formée de deux assises épithéliales accolées l'une à l'autre, elle progresse en doigt de gant jusqu'à la région apicale en induisant la formation des odontoblastes qui édifient la dentine de la racine. Sous l'induction de cette dentine radulaire, les cémentoblastes se différencient à partir des cellules mésenchymateuses du sac folliculaire pour synthétiser le ciment.

Dans une étude portant sur 100 transplantations de prémolaires humaines, Kristerson montre que la transplantation à un stade précoce de développement radulaire aboutit à une longueur radulaire finale plus courte que celle que l'on obtient en transplantant des germes à un stade d'évolution radulaire plus tardif. Il observe également que les germes transplantés qui ont été difficiles à extraire, ce qui augmente le risque de traumatiser la gaine de Hertwig, développent une longueur radulaire moindre par rapport à ceux dont l'avulsion ne pose pas de problème [50].

Le rôle du sac folliculaire est crucial dans la phase d'éruption. Il est particulièrement riche en facteur de croissance (*epidermal growth factor* ou EGF), pendant la phase de développement desmodontal. Les observations de Pogrel, à propos de 400 cas de transplantations, montrent que le maintien de son intégrité lors du temps chirurgical est nécessaire à la bonne conservation du ligament [74].

Les germes dentaires transplantés induisent la formation d'os autour de leurs racines [46]. Le respect du sac folliculaire est un élément primordial du succès de la greffe d'un germe. Une étude de Kristerson et Andreasen sur le trans-

plant d'incisives de singe dont les racines sont au quart de leur édification, confirme que le germe s'ankylose et ne fait pas son éruption si l'on supprime le sac folliculaire [49].

Monsour et Adkins ont publié en 1983 les résultats de leurs études sur le chien [59]. Ils ont transplanté des germes de dents dont au moins un tiers de la racine est évolué. Ils observent : après sept jours que les couronnes sont juste visibles cliniquement. La muqueuse est inflammatoire, la dent sensible au toucher. Au 14^e jour la couronne est plus visible. Il n'y a pas de mobilité pathologique. L'inflammation de la muqueuse subsiste. Au 28^e jour, la dent a fait totalement son éruption et est en position d'occlusion. La longueur radiculaire a augmenté. Et 60 jours après le transplant la majorité des dents est en occlusion fonctionnelle sans qu'aucune mobilité excessive ne soit relevée. Les racines ont poursuivi leur élaboration et les apex se ferment. L'espace desmodontal observable sur les radiographies est régulier et son épaisseur semble physiologique. L'on peut en conclure qu'après transplantation respectant le desmodonte, chez le chien, le potentiel desmodontal est conservé.

Éléments de technique

Considérations générales

La décision de transplanter un organe dentaire doit être prise en accord avec le patient et son praticien habituel, stomatologiste ou chirurgien-dentiste, orthodontiste. Cet acte est rarement une réponse simple à un problème isolé. Il s'inscrit dans un plan de traitement dont l'étude doit déterminer le but de la transplantation et le moment où elle a les meilleures chances de réussir. Il est indispensable d'obtenir le consentement éclairé du patient, et, s'il est mineur, de ses parents ou tuteurs légaux. Les risques et les possibilités d'échec doivent être clairement expliqués.

Bilan

Bilan général

Un bilan général, la consultation du carnet de santé, au besoin la prise de contact avec le médecin de famille, permettent de dépister des contre-indications d'ordre général telles que risque oslérien, diabète insulino-dépendant, patient immunodéprimé ou atteint de troubles neurologiques entraînant des tics faciaux, brycomanie, absence de coopération, mauvaise hygiène. Al-Himdani ajoute à ces contre-indications les pathologies cancéreuses de la sphère orofaciale, les hémopathies, l'insuffisance rénale [3]. Ces contre-indications éliminées, le plan de traitement établi et accepté, il reste à bien connaître, avant l'acte chirurgical, la qualité et la morphologie du transplant et l'anatomie du site receveur.

Examen clinique

Il met en évidence la qualité du parodonte, le volume des crêtes, d'éventuelles dysplasies visibles sur d'autres dents, l'espace interproximal disponible pour la transplantation, la distance à la dent antagoniste. Les dimensions et la morphologie de la (ou des) dent(s) de l'arcade controlatérale

fournissent des indications utiles. On vérifie la courbe de Spee et l'occlusion. On repère, s'il existe, un tic de mordillement, de succion, une anomalie de pulsion linguale.

Étude de moulages des arcades

Elle complète utilement l'examen clinique. Elle permet d'anticiper avec précision l'occlusion de la dent transplantée.

Bilan radiographique

Un bilan radiographique suffisant et précis est indispensable. Dans les cas simples, un cliché panoramique numérisé de rapport 1/1, des clichés rétroalvéolaires statut long cône, un cliché occlusal suffisent. Mais dès que l'on prévoit une difficulté, pour le prélèvement du transplant ou au niveau du site receveur, un examen tomodynamométrique est demandé. Les techniques tridimensionnelles donnent à l'opérateur une excellente approximation de ce qu'il va rencontrer au cours de son intervention. L'imagerie tridimensionnelle par soustraction ou par transparence des différentes densités permet, comme l'a bien montré Pajoni, de déterminer avec précision les rapports des dents entre elles dans les trois dimensions de l'espace [67, 68]. Elle révèle en outre la morphologie du transplant, une éventuelle courbure de sa racine, et dépiste des dysplasies, des anomalies ligamentaires, voire des zones de résorption ou d'ankylose. Les images scanographiques aident aussi à situer exactement les rapports avec les cavités sinusiennes des maxillaires, les fosses nasales, le canal sous-orbitaire au maxillaire, le canal dentaire inférieur et le trou mentonnier à la mandibule. Elles facilitent l'appréciation de l'état d'évolution du transplant en visualisant le degré d'ouverture ou de fermeture de son apex lorsque celui-ci est peu visible sur les clichés classiques. Enfin, les données du scanner permettent, par stéréolithographie, la réalisation de modèles en résine du transplant et du site récepteur, [65] mais cela reste encore, pour nous, expérimental. Au terme de ce bilan, la décision de pratiquer la transplantation est prise. L'intervention se fait de préférence en milieu chirurgical.

Choix de l'anesthésie

Il doit répondre aux impératifs évoqués ci-dessus pour permettre une préparation suffisante et sans échauffement des parois du site receveur, l'extraction « en douceur » du transplant, et son installation pratiquement atraumatique dans sa nouvelle situation. Dans une majorité de cas, une anesthésie locorégionale, potentialisée à l'aide d'un anxiolytique de type benzodiazépines, est suffisante. Il n'est pas nécessaire que le patient soit à jeun. On évite les frais d'une hospitalisation.

Chez le jeune enfant, nous préférons l'anesthésie générale ambulatoire avec intubation nasotrachéale et tamponnement pharyngé à l'aide d'une éponge en mousse synthétique peu traumatisante. Le travail peut ainsi être effectué dans le calme et sans laisser à l'enfant de souvenir désagréable. L'intubation nasotrachéale ne gêne pas l'examen peropératoire de l'occlusion. L'intervention est pratiquée de préférence tôt le matin pour limiter la durée du jeûne

et autoriser une sortie de clinique dès l'après-midi, sans obligation de passer une nuit dans l'établissement.

Dans les cas d'adolescents, d'adultes jeunes ou moins jeunes particulièrement craintifs, ou si l'on prévoit des difficultés pour le prélèvement du (ou des) transplant(s), la neuroleptanalgie complétée par l'anesthésie locorégionale est une solution de choix. Elle requiert comme l'anesthésie générale, la présence du médecin-anesthésiste et une consultation de préanesthésie préalable à l'intervention.

Matériel

Chaque praticien utilisera le matériel auquel il est habitué. Le moteur doit permettre une rotation relativement lente et une irrigation en continu. Il est souvent utile de prévoir des instruments à frapper fins, du type ciseaux à os de Pauwels de faible largeur. Ils permettent des sections osseuses dans des zones trop étroites pour l'usage de la fraise, sans échauffement et sans perte d'os. Un pied à coulisse, une sonde alvéolaire, analogue à celle que l'on utilise pour la chirurgie des implants, sont souvent utiles. Le matériel de contention sera évoqué plus loin.

Étapes communes à tous les types de transplants

Ce sont :

- le prélèvement atraumatique du transplant ;
- la préparation soignée du site récepteur, tant du point de vue gingivopériosté que du point de vue osseux ;
- la mise en place du transplant dans son nouvel alvéole (Fig. 1) ;
- la contention ;
- la surveillance postopératoire, clinique et radiologique.

Prélèvement

Tout doit être mis en œuvre par le praticien pour ne pas léser les éléments qui assureront la pérennité du transplant. Il doit être obsédé par le respect du desmodonte, et, s'il s'agit d'un germe, par la préservation du follicule dentaire et du sac folliculaire qui doit être clivé prudemment du tissu conjonctif avoisinant à l'aide d'une spatule mousse. Si une alvéolectomie est nécessaire, le dégagement doit être suffisamment large, la mobilisation douce, en préférant les mouvements de rotation aux mouvements pendulaires qui risquent d'écraser le desmodonte [12,35]. Dans tous les cas, les contacts se font au niveau de la couronne sans prendre appui sur le collet ni la racine (Andreasen, Eskici et Dröschl). On vérifie que le transplant se mobilise aisément. À ce stade, on évalue la forme de la (ou des) racine(s), leur orientation. Cela permet de confirmer la faisabilité de la transplantation et de prévoir la forme et le volume du site récepteur. Dès lors, il est préférable de laisser le greffon en place dans son alvéole et de passer à l'étape suivante. On évite ainsi la perte de contact avec son milieu naturel, la dessiccation des fibres desmodontales, on limite le risque de souillure bactérienne [35,81].

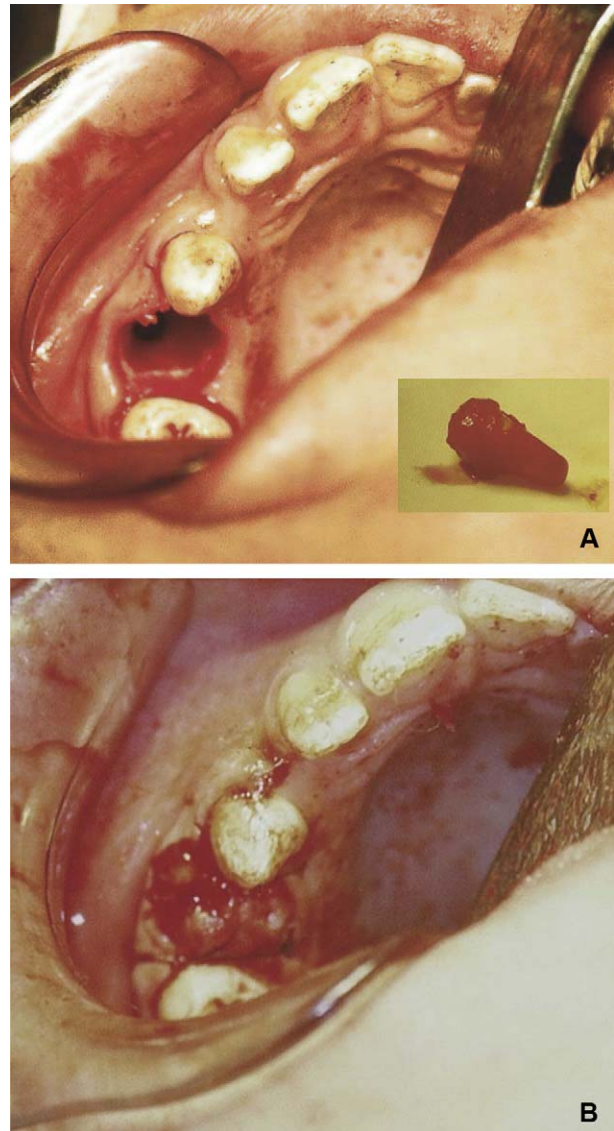


Figure 1 Technique de transplant d'un germe de prémolaire. A. Préparation du site receveur ; germe prélevé de façon atraumatique avec son sac folliculaire (en cartouche). B. Enfouissement du germe dans le site receveur.

Préparation du site receveur

L'opérateur doit préserver la gencive et le périoste et aménager le volume osseux nécessaire à la mise en place du transplant.

Le décollement gingivopériosté n'est pas toujours utile lorsque la transplantation est consécutive à l'extraction d'une dent déciduale ou d'une dent délabrée. Lorsqu'il est nécessaire, il peut se faire par simple clivage étendu au collet des dents voisines. Toutefois, une incision vestibulaire de décharge à distance nous paraît souvent utile. Elle donne une meilleure visibilité, facilite le clivage atraumatique du périoste, un désépaississement éventuel de la gencive attachée. Elle rend possible une section horizontale du périoste au-delà de la zone de réimplantation. La souplesse que l'on gagne ainsi facilite l'adaptation de la gencive attachée à la nouvelle situation anatomique créée par la mise en place du transplant. Insistons sur le respect du périoste

dont le rôle dans la vascularisation et le remodelage osseux est essentiel.

Si la zone où se fera le transplant est déjà édentée, l'incision se fait sur la crête. On attend toujours que le transplant soit en place avant de réséquer, s'il en est besoin, un peu de fibromuqueuse pour lui restituer une forme anatomique. On s'attache, en fin d'intervention, à suturer avec précision pour assurer au transplant une bonne protection, limiter les risques d'infection et faciliter l'activité ostéogène du périoste.

La préparation de l'alvéole osseuse a pour but de créer entre les corticales externe et interne l'espace où l'on installera le transplant. Elle tient compte de son volume et de la longueur et de la forme des racines. Elle est forcément approximative, mais doit être suffisante pour que la mise en place du transplant puisse se faire aisément sans provoquer de traumatisme desmodontal. Elle doit être orientée de telle sorte que la mise en place de la dent transplantée se fasse dans l'axe souhaité.

Dans le cas d'une crête édentée, on pratique un avant-trou au milieu de la zone interproximale, puis un forage dans l'axe souhaité, à l'aide d'une fraise boule en rotation lente et sous irrigation permanente, en tenant compte des structures anatomiques de voisinage (sinus, fosse nasale, canal dentaire, racines des dents voisines...). On adapte ensuite le volume de cette cavité à celui du transplant. L'utilisation d'une jauge permet de vérifier l'orientation que prendra le transplant d'une dent mature.

Si l'intervention comporte dans un premier temps l'extraction d'une dent de lait ou d'une molaire délabrée, on se contente d'aménager l'alvéole de la dent extraite et de retirer le septum interradiculaire s'il s'agit d'une molaire [11,12]. Ici encore, la préservation des corticales est impé-

orative. Cependant, il peut advenir que l'une d'entre elles a été partiellement détruite par l'infection ou par une manœuvre d'extraction traumatisante. Dans ce cas, l'aposition d'un greffon prélevé dans le voisinage peut être utile mais n'est pas forcément nécessaire (Fig. 2). Borring-Møller et Frandsen, dans un travail sur la parodontite juvénile, montrent qu'une résorption osseuse dans le site receveur n'est pas une contre-indication aux autotransplantations dentaires [16]. Reade et Graham confirment cette opinion [77]. S'il existe une infection apicale au moment de l'extraction, il faut la cureter soigneusement, rincer abondamment, surfer l'alvéole à la fraise boule, rincer à nouveau. Une autre solution consiste à cureter après avoir extrait la dent, puis à laisser cicatriser quelques jours pour une transplantation dans un deuxième temps dans un tissu sain cicatriciel qui n'est pas encore ossifié. Cette méthode rejoint la technique de transplantation en deux temps [12,24]. Le site receveur est alors préparé 8 à 15 jours avant la transplantation, son volume étant un peu surdimensionné, puis suturé. Une à deux semaines plus tard il est réouvert. Le transplant est installé dans le tissu cicatriciel qui comble la cavité destinée à le recevoir. Pour les auteurs, ce contact entre le transplant et le tissu de cicatrisation facilite une bonne intégration tout en diminuant les possibilités d'ankylose. L'inconvénient de cette technique, pour le patient, est l'obligation d'une seconde intervention peu de temps après la première.

Mise en place du transplant

Une fois le site receveur préparé, que l'on utilise une méthode en un ou en deux temps, le transplant est retiré du site d'extraction où il avait été laissé en réserve, pour être installé dans sa nouvelle situation. On vérifie à ce

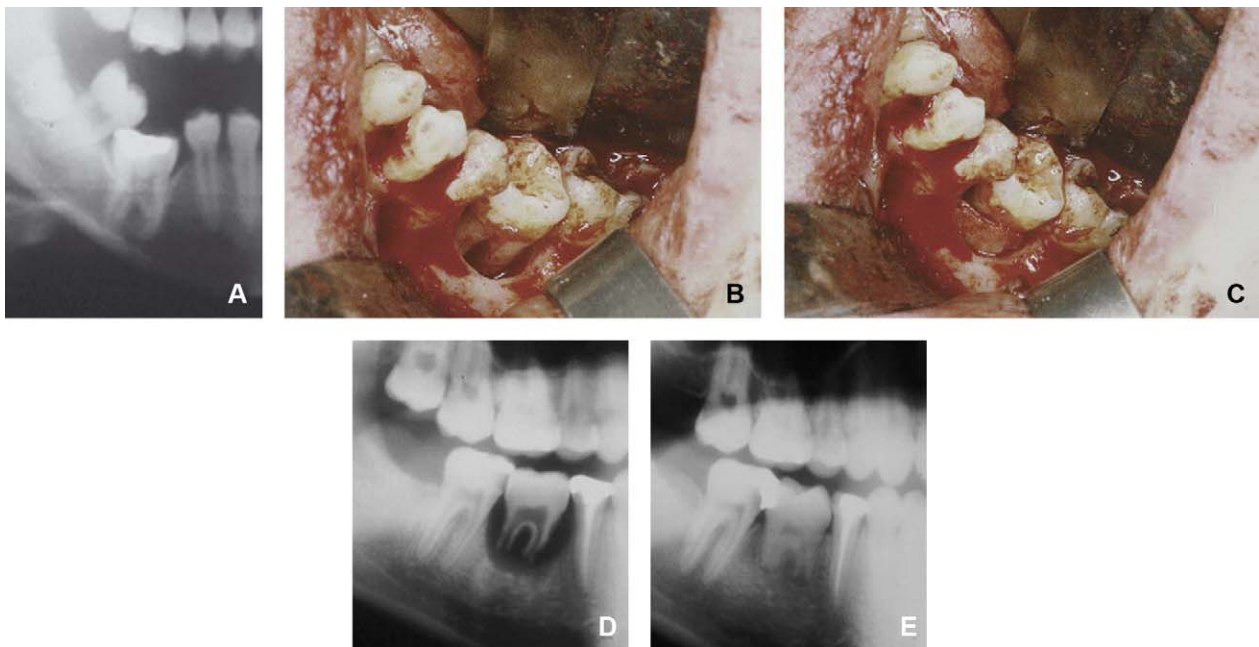


Figure 2 Radiographie d'une dent de six ans ankylosée montrant l'absence d'édification de l'os alvéolaire. A. Radiographie. B. Ascension chirurgicale d'une dent de six ans. C. Mise en place d'un greffon de voisinage qui permet de caler la dent de six ans dans la position souhaitée et de compenser l'absence d'os alvéolaire. D. Transplant d'un germe de 48 en situation de 46 après avulsion de cette molaire retenue et ankylosée. E. Réparation spontanée de la perte osseuse.

moment qu'il peut être inséré sans forcer. Si ce n'est pas le cas, il ne faut pas hésiter à le retirer, à le remettre dans son alvéole initial afin de parfaire l'aménagement du site receveur, et recommencer la mise en place. S'il s'agit d'une dent mature ou dont la racine est édiflée au moins à ses deux tiers, elle doit être placée dans une situation aussi proche que possible de celle qui lui est destinée, en veillant toutefois à éviter toute surcharge occlusale qui gênerait sa consolidation. Si l'apex est fermé, une apicectomie franche à l'aide d'une pince gouge bien affûtée permet de le rouvrir. Si le transplant est un germe, il doit être enfoui en position pré-éruptive, en veillant à ce qu'il n'y ait pas de compression de la zone apicale. On se souvient qu'une lésion de la gaine épithéliale de Hertwig compromet ou empêche la poursuite de l'édification radulaire [10].

Contention

Une mobilité importante du greffon dans les premiers jours qui suivent sa mise en place aurait pour conséquence une diffusion bactérienne susceptible d'entraîner une nécrose de la couverture desmodontale [6,12]. Une contention est donc nécessaire. Cela ne concerne pas, bien entendu, les germes enfouis. La suture attentive de la muqueuse apporte souvent à elle seule un certain degré de stabilisation. Cette suture peut être réalisée de telle sorte qu'un hamac en X coiffe la couronne de la dent greffée et empêche son extrusion. Elle peut être stabilisée par collage à la couronne à l'aide d'une goutte de composite. Ce type de contention aisé à mettre en œuvre suffit bien souvent pour les prémolaires et les molaires. Elle a l'avantage d'une souplesse qui favorise la stimulation desmodontale et les processus de revascularisation pulpaire et limite les risques de résorption et d'ankylose [12,34,35,49,81]. Dans le cas des dents antérieures, incisives, canines, ou si le procédé ci-dessus laisse trop de mobilité au greffon, une contention plus ferme doit être mise en place. Divers procédés sont recommandés suivant les auteurs. Nous utilisons les attelles collées non rigides, la fixation sur un arc orthodontique préexistant à l'intervention et qui aura souvent servi à aménager l'espace interproximal requis, le collage, sur la surface vestibulaire de la couronne de la dent transplantée et des dents adjacentes, des *brackets* reliés par un fil d'acier souple (Schneck et al.) [81]. Dans presque tous les cas nous préférons une contention souple ou semi-rigide, sauf parfois au niveau de la canine maxillaire lorsque les mouvements de diduction risquent de la déstabiliser avant sa consolidation. Une gouttière de protection préalablement préparée peut alors être utilisée avec l'avantage d'un positionnement exact de la canine préparé sur un *set up*. Une gouttière de résine autopolymérisable peut également être façonnée et mise en occlusion pendant la séance opératoire. Les gouttières doivent laisser libre l'insertion gingivale pour en faciliter le nettoyage. La contention est maintenue de deux à quatre semaines, parfois plus dans le cas des canines sans dépasser six semaines.

Surveillance postopératoire

Les suites immédiates sont favorisées par l'administration d'une antibiothérapie pendant six jours. L'hygiène doit être stricte, l'alimentation adaptée. Les contrôles sont rapprochés dans les premières semaines suivant l'intervention.

Ils sont cliniques et radiographiques. On surveille la cicatrisation gingivale, la stabilisation du transplant ou son éruption s'il s'agit d'un germe. On veille particulièrement à ce que le transplant reste en légère sous-occlusion jusqu'à sa consolidation complète. Les contrôles sont alors plus espacés : à trois mois, à six mois, puis annuels si tout va bien. Une sensibilité au froid peut réapparaître après quelques semaines, mais ce n'est pas le cas le plus fréquent. L'insensibilité au froid et au chaud ne signifie pas forcément une mortification du transplant qui peut, néanmoins, se comporter comme une dent vivante. Dans ce cas, sa coloration ne s'altère pas, son parodonte est cliniquement normal. On compare les sons obtenus à la percussion du transplant et des dents voisines. Un son mat est de bon aloi, un son clair, quasi-métallique, en faveur d'une ankylose [56].

Les radiographies apportent des informations essentielles. Le premier cliché est pris lors de la première visite de contrôle, huit à dix jours après la mise en place du transplant. Il servira de point de repère par comparaison avec ceux qui seront faits ultérieurement. Les clichés suivants doivent montrer une normalisation de l'os alvéolaire, la restauration de la *lamina dura*. L'apparition, à partir du deuxième mois, de microcalcifications à l'intérieur du canal radulaire et de la chambre pulpaire, atteste la reprise d'un processus vital et est un signe prédictif du bon comportement du transplant. Le cliché panoramique montre l'intégration du transplant dans l'ensemble de la denture et ses rapports avec les structures anatomiques voisines, mais le cliché rétroalvéolaire donne les informations les plus fines, particulièrement au niveau du collet et de la surface radulaire de la dent transplantée.

Les investigations cliniques et radiographiques vont donc permettre de juger du comportement du transplant et de répondre à une question controversée : le traitement endodontique est-il indispensable ? Si oui, à quel moment doit-il être réalisé ?

Traitement endodontique

Sa mise en œuvre n'est pas systématique. Un transplant « réussi » doit se faire oublier. Une fois sa mise en place achevée, et son intégration dans sa nouvelle position acquise, il doit se comporter comme une dent « normale » et son évolution dans le temps doit suivre celle du reste de la denture. C'est le plus souvent le cas lorsqu'on transplante chez un sujet jeune, une dent à l'apex largement ouvert. Le cas idéal étant pour la plupart des auteurs, celui d'un transplant dont l'édification radulaire est acquise aux deux tiers. A fortiori, on ne traite pas les canaux des germes transplantés.

Lorsque le transplant est une dent mature, dont l'apex est fermé, pour Andreasen et Garcia, le traitement endodontique est indispensable [7,12,34]. En aucun cas, il ne doit être réalisé dans le temps de l'intervention. Le traitement canalaire de la dent « dans la main », préconisé autrefois, est formellement prohibé : il augmente le risque de résorption de la surface radulaire en rapport avec l'augmentation du temps d'exposition extraorale du transplant, et les risques de lésions du desmodonte au cours des manipulations [7].

Le traitement canalaire peut se réaliser en un ou deux temps.

Dans la technique en deux temps, la pulpe est retirée puis on obture le canal radiculaire à l'aide d'hydroxyde de calcium dont les propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires et ostéogéniques sont reconnues. Ce traitement est répété au moins une fois quatre semaines plus tard. Six mois plus tard l'obturation définitive est réalisée. Les contrôles sont ensuite annuels. Cette technique recommandée par l'Association des endodontistes américains, [24] dès la deuxième semaine qui suit la transplantation, doit surtout être mise en œuvre lorsqu'on constate une anomalie de cicatrisation du transplant : inflammation du desmodonte, résorption de surface qui tend à s'aggraver au lieu de disparaître. L'obturation canalair ainsi pratiquée permet souvent de freiner, parfois d'arrêter cette évolution.

La technique en un temps consiste en l'obturation définitive de la dent dès la première séance, à l'aide de gutta-percha et de ciment de scellement endocanalair. Pour A. Garcia, cette technique est réservée aux transplants de dents à apex fermé [34].

Cependant, il n'est pas exceptionnel qu'un transplant à apex fermé se comporte comme une dent vivante. Cette évolution favorable nous semble plus fréquente lorsqu'on pratique une apicectomie, comme nous y incitent les travaux de Skoglund [84]. C'est pourquoi, sous réserve d'une surveillance stricte et rapprochée, nous ne préconisons pas le traitement canalair systématique des dents matures transplantées. Il ne doit être mis en œuvre, mais alors sans tarder, que si l'on constate une évolution défavorable.

Particularités selon les divers types de transplants

Canines

Les canines ont une importance esthétique et fonctionnelle reconnue. À chaque fois que cela est possible, tout doit être mis en œuvre pour les mettre à leur place sur l'arcade dentaire à laquelle elles appartiennent. Les inclusions des canines maxillaires sont de loin les plus fréquentes. Toutefois, les canines mandibulaires retenues requièrent des solutions analogues. L'indication de leur transplantation est posée à chaque fois que les méthodes par traction lente orthodonticochirurgicale, toujours préférables lorsqu'elles sont possibles, ne peuvent être envisagées pour des raisons anatomiques ou pour des raisons pratiques dépendant du patient.

Le cas le plus typique est celui d'une canine maxillaire ectopique en position horizontale sous-nasale. Dès que l'indication est posée, la transplantation doit être faite le plus tôt possible [39]. Les chances de reprise de la vitalité du transplant sont corrélées à l'ouverture de son apex et l'on diminue ainsi les risques de transformation kystique du sac péri-coronaire de la canine et de rhizolyse des apex des incisives. Il faut cependant que l'espace interproximal qui lui est destiné soit suffisant. Sinon, un traitement orthodontique préalable destiné à aménager cet espace est indispensable. La persistance de la canine de lait est utile pour le maintien du volume osseux. Elle est extraite dans le même temps que celui de la transplantation et l'alvéole est agrandi et approfondi en fonction du volume de la canine transplantée et de la longueur de sa racine. Si la canine de lait a été extraite auparavant, le volume osseux disponible peut être insuffisant. On peut, dans ces cas, cli-

ver avec prudence les deux corticales pour insérer le transplant dans l'espace ainsi créé. Les problèmes que cela pose rejoignent alors ceux des corticotomies de repositionnement (cf. infra). L'extraction de ces canines ectopiques est en général aisée lorsque leur couronne est en situation vestibulaire. Elle est plus risquée lorsqu'elles sont entièrement palatines. Il faut alors ne pas hésiter, après avoir récliné la fibromuqueuse de l'hémipalais correspondant, à pratiquer un dégagement osseux large de la racine pour faciliter son extraction, limiter le risque desmodontal et préserver la stabilité des incisives. De même, l'avulsion des canines mandibulaires ectopiques est souvent aisée lorsque la couronne est vestibulaire et facilement accessible. Elle est beaucoup plus difficile lorsque l'inclusion est profonde dans le bord basilaire ou si l'orientation est linguale.

La canine transplantée est installée en légère sous-occlusion. La contention semi-rigide, voire rigide est indispensable.

Les principes sont les mêmes chez l'adulte. Une apicectomie est alors conseillée. Toutefois, l'avulsion est souvent plus difficile dans ces cas. Cette difficulté oblige parfois à renoncer à la transplantation d'une canine incluse en situation palatine lorsque son morcellement est nécessaire pour que l'extraction ne risque pas de traumatiser les dents voisines.

Il est beaucoup plus rare de transplanter une ou parfois deux canines incluses chez une personne plus âgée, partiellement édentée. Pourtant, la mise en place de deux canines superficiellement incluses dans une crête édentée est une solution élégante pour stabiliser une prothèse et améliorer le capital dentaire existant. Dans ce dernier cas, l'apicectomie ne suffit pas à garantir la revitalisation de la canine. Il est préférable d'envisager un traitement endodontique.

Incisives

La transplantation des incisives concerne l'enfant et le jeune adolescent. Elle est surtout utile pour les incisives maxillaires et, le plus souvent, pour les incisives centrales lorsqu'une mise en place par traction n'est pas possible. L'ectopie peut avoir été provoquée par un traumatisme de la petite enfance, par l'inclusion d'odontoides ou d'un odontome complexe, par la présence d'une formation tumorale ou plus souvent kystique (Fig. 3). Les règles sont les mêmes que pour les canines, en apportant un soin extrême à la préservation de la bordure mucogingivale. On respecte dans la mesure du possible, le frein médian labio-maxillaire. En effet, si l'on peut penser que dans le cas des canines, la fonction prime sur l'esthétique, c'est le contraire en ce qui concerne les incisives. L'os vestibulaire, souvent mince et fragile, doit être ménagé avec le plus grand soin et conservé (Fig. 3). La contention doit être souple ou semi-rigide.

Une incisive latérale maxillaire peut aussi être remplacée par une incisive mandibulaire dont l'extraction serait programmée en raison d'un encombrement antérieur.

Prémolaires

Une prémolaire peut rester incluse dans une situation qui n'autorise pas sa mise en traction. Si sa mise en place est souhaitable pour l'équilibre des arcades dentaires, on peut

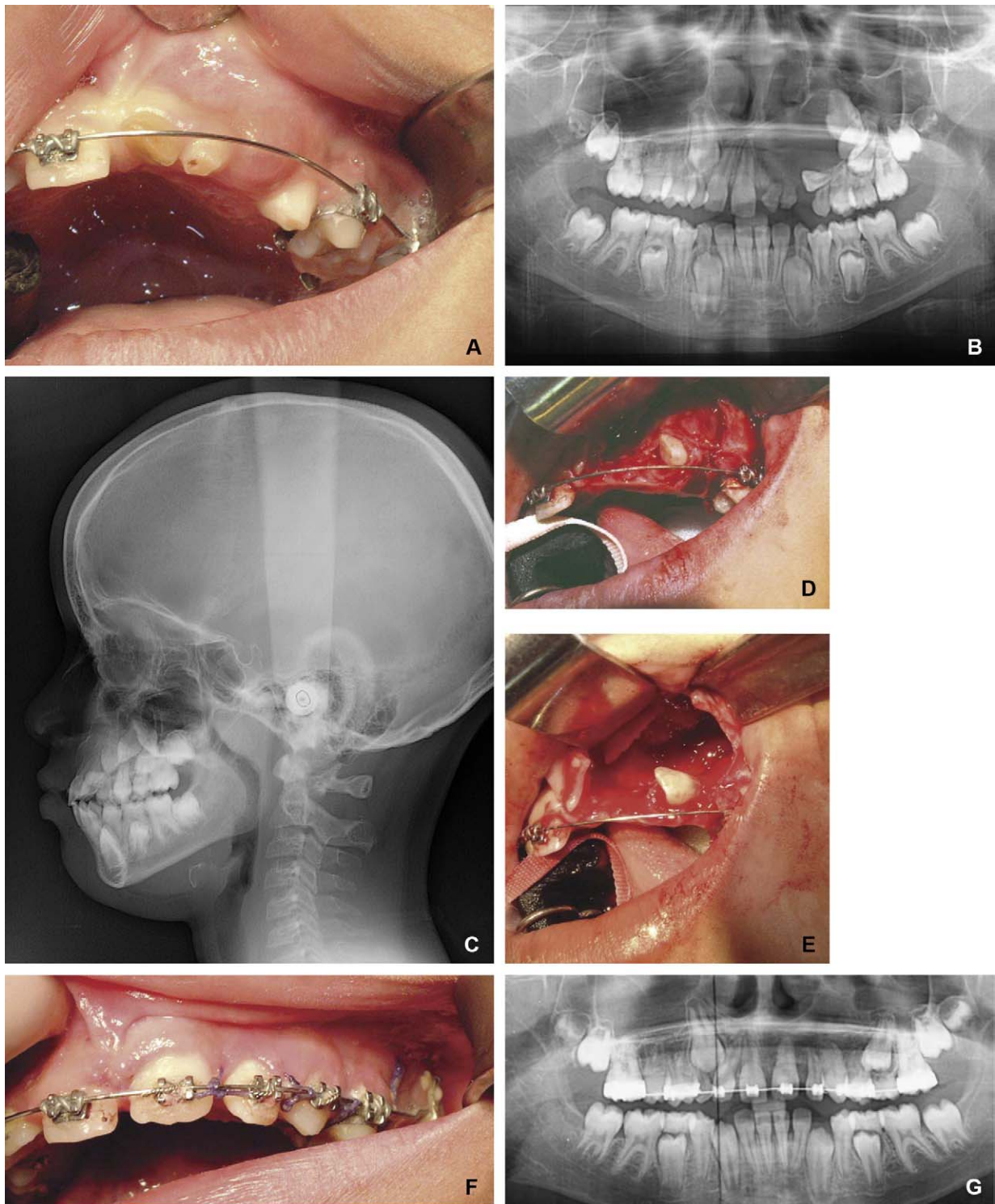


Figure 3 (A à G) Volumineux kyste maxillaire gauche refoulant 21, 22 et 23 chez un jeune garçon. Vues avant, pendant et après l'exérèse du kyste et la remise en place chirurgicale des trois dents refoulées. Radiographies pré- et postopératoires.

la transplanter au même titre qu'une canine ou une incisive.

Au maxillaire, il s'agit le plus souvent d'une deuxième prémolaire. Elle est parfois vestibulaire, mais le plus souvent palatine. Son avulsion est rarement difficile, la couronne étant souvent sous-muqueuse au voisinage du pédicule vasculaire palatin.

L'avulsion des prémolaires restées incluses dans la mandibule est souvent plus difficile. Elles sont fréquemment incluses dans un os dense, où elles entretiennent des rapports étroits avec le canal mandibulaire et les racines des dents voisines. Dans ce cas, leur prélèvement atraumatique est aléatoire et l'on renonce souvent à les transplanter pour leur substituer un implant.

C'est dans la compensation des agénésies au cours d'un traitement orthodontique, que la transplantation des prémolaires trouve ses meilleures indications. L'association d'un encombrement dentaire au niveau d'une arcade ou d'une hémia arcade, à une ou plusieurs agénésies n'est en effet pas exceptionnelle. Il est donc tentant lorsqu'une ou deux prémolaires doivent être extraites, de les utiliser pour remplacer celles qui sont absentes (Figs. 4,5). La stratégie de ce type de transplant s'élabore en étroite collaboration avec l'orthodontiste. Le choix de la deuxième prémolaire s'impose à chaque fois que cela est possible lorsque le transplant provient du maxillaire. Monoradiculée, elle présente moins de difficultés d'extraction et d'insertion. Si le transplant

provient de la mandibule, le choix de la première ou de la deuxième prémolaire dépend du plan de traitement orthodontique. Il faut savoir attendre le moment où la maturation du germe que l'on va transplanter lui donnera les meilleures chances (Fig. 5). L'idéal est de le prélever avec son sac folliculaire intact alors qu'il a édifié plus de la moitié de sa racine, si possible, les deux tiers (Fig. 1). Pendant cette attente, l'espace qui lui est nécessaire doit être maintenu, le mieux étant de garder la molaire de lait jusqu'à la transplantation, sauf si elle est infectée.

Il est également possible de compenser une agénésie de prémolaire en utilisant comme transplant une dent surnuméraire de même forme.

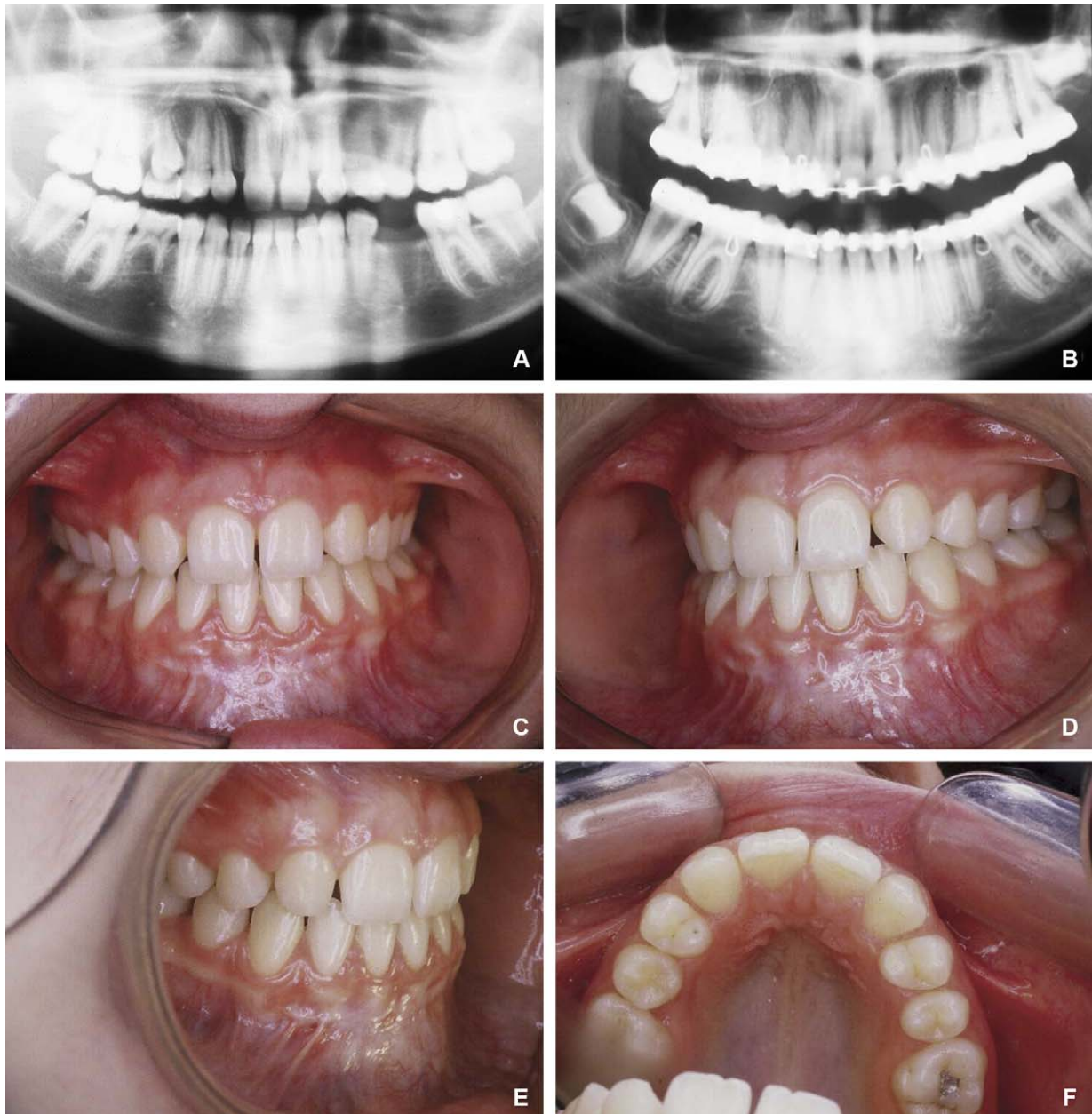


Figure 4 (A à F) Transplant de 35 en situation de prémolaire maxillaire gauche dans le cas d'une agénésie de 12, 22, 25 et 45, permettant de rééquilibrer les arcades dentaires. Radiographies postopératoires et en fin de traitement d'orthopédie dentofaciale. Photographies des arcades dentaires, traitement terminé.

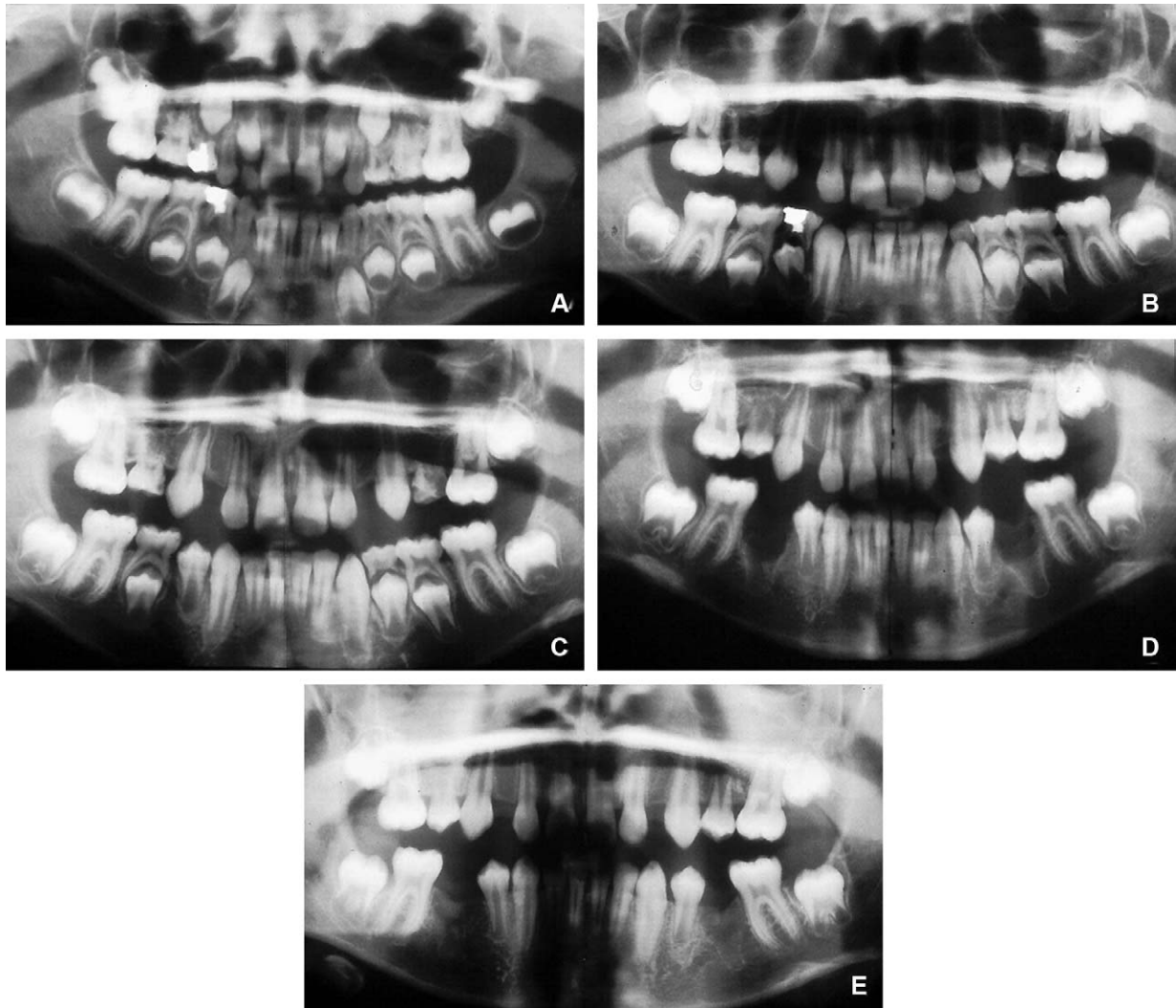


Figure 5 (A à E) Agénésie de 14, 15, 24 et 25. Suivi radiographique d'année en année jusqu'à ce que l'édification radiculaire de 34 et 44 soit suffisante pour les transplanter dans de bonnes conditions en situation de prémolaires maxillaires, avant traitement orthodontique.

Une incisive centrale perdue à l'occasion d'un traumatisme, ou retirée en raison d'une malformation peut être remplacée par une deuxième prémolaire, de préférence mandibulaire, mais une prémolaire maxillaire peut également être utilisée. Cette technique, brillamment illustrée par Deplagne, [27] concerne essentiellement l'enfant et le jeune adolescent. Il faut agir rapidement après la luxation de telle sorte que le volume osseux disponible n'ait pas eu le temps de se résorber. On peut donc être amené à transplanter un germe encore peu mature. Il faut alors savoir être patient pour attendre sa bonne évolution. L'insertion se fait avec une rotation du germe à 90° afin qu'il présente lors de son éruption son plus grand diamètre, dont la dimension se rapproche de celle de l'incisive centrale. Une fois la couronne en place sur l'arcade, elle doit être remodelée par meulage du bombé des deux faces vestibulaire et palatine, puis coronoplastie à l'aide de composite. Cette réhabilitation nous semble préférable à une couronne prothétique qui obligerait à dévitaliser le transplant (Fig. 6).

Il est parfois possible de transplanter une prémolaire pour remplacer une première molaire précocement délabrée lorsque l'espace interproximal qui lui était dévolu a été rétréci par l'évolution de la deuxième molaire et ne permet plus l'insertion d'une troisième molaire.

Troisièmes molaires

Remplacement d'une première molaire délabrée

C'est l'indication la plus souvent rencontrée, de transplant de troisième molaire [4,14,17]. La transplantation des troisièmes molaires obéit aux mêmes règles que celles des autres dents. Cependant, il est fréquent que l'on ne puisse attendre le moment le plus favorable de l'évolution du transplant, en particulier lorsqu'il faut remplacer une première molaire délabrée. Le premier impératif étant alors de conserver le volume osseux nécessaire, on devra parfois transplanter un germe dont la rhizogenèse est peu avancée. Une bonne technique et des conditions favorables permet-

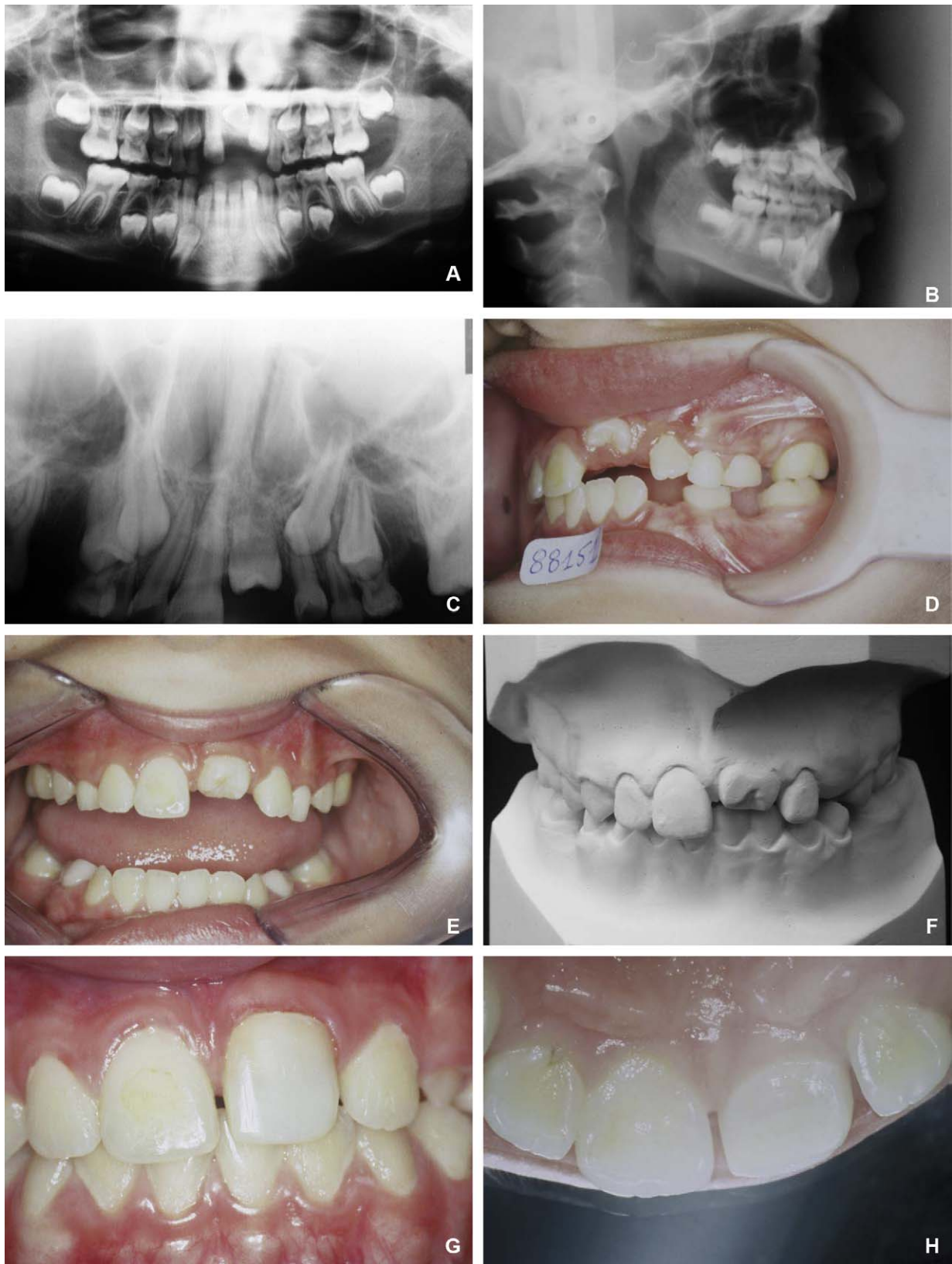


Figure 6 (A à I) Inclusion ectopique de 21, malformée avec angulation de la racine sur la couronne. Transplant de 25 en situation de 21 avec positionnement en rotation de 90°. Évolution, mise en place et coronoplastie. Radiographies préopératoires et trois ans après la fin du traitement.



Figure 6 (suite)

tent d'espérer une édification suffisante des racines (Fig. 7). Cependant, nous avons vu avec les travaux de Kristerson (cf. supra), [50,51] que la transplantation à un stade précoce du développement radiculaire aboutit à une longueur radiculaire finale courte. Il est donc sage, à la suite du transplant d'un tel germe, de garder en attente une autre dent de sagesse incluse qui permette, lorsqu'elle aura suffisamment édifié ses racines, une transplantation de rechange si elle s'avère ultérieurement nécessaire. La morphologie des couronnes et des racines des dents de sagesse n'est pas toujours identique à celle des autres molaires. Elle peut rendre la transplantation impossible.

Dans la mesure où la morphologie de la couronne est acceptable, il faut parfois s'en contenter, quitte à rattraper l'occlusion par un remodelage de la face occlusale de la couronne.

Il est préférable de transplanter en situation de dent de six ans la troisième molaire de la même hémicarcade. Mais les volumes des couronnes ne sont pas toujours compatibles. Une faible différence en excès est facilement rattrapée par un *stripping* des faces proximales des dents voisines. On peut aussi, lorsque cette différence est plus importante, choisir de transplanter une troisième molaire maxillaire dont les dimensions sont souvent moindres (Fig. 8).

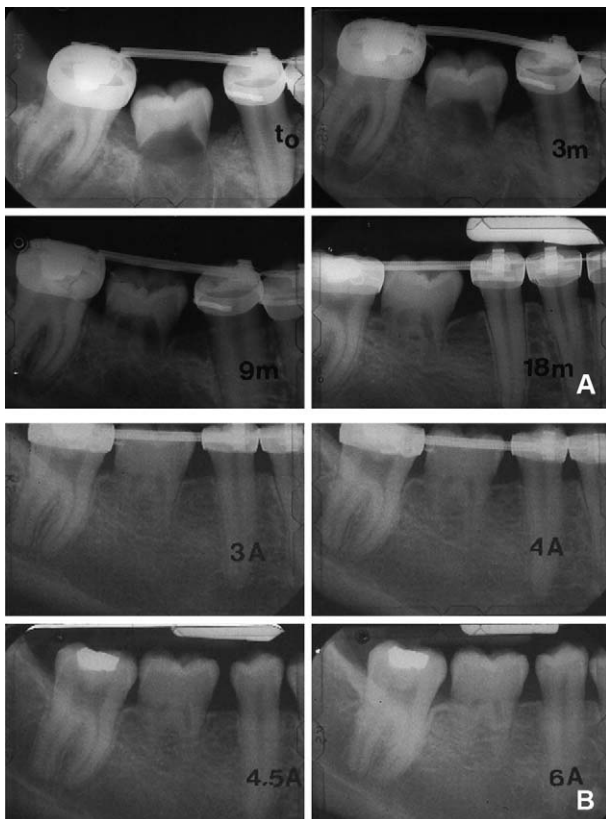


Figure 7 Édification radiculaire du germe de 48 transplanté en situation de 46.

Remplacement d'une deuxième molaire délabrée

Il est exceptionnel de devoir la remplacer par une troisième molaire à l'état de germe. Son éruption plus tardive que celle de la première molaire l'expose moins précocement à l'atteinte carieuse. Ici, le problème de la dimension interproximale ne se pose pas. En revanche, il faut se préoccuper de la stabilité du transplant vers l'arrière et de la qualité du parodonte à ce niveau. Si l'on doit remplacer une seule dent de 12 ans, nous préférons utiliser la dent de sagesse controlatérale et laisser en place la dent de sagesse voisine de la molaire que l'on remplace afin qu'elle serve de point d'appui postérieur. Elle peut être retirée dans un deuxième temps, après l'intégration du transplant. Lorsque ce n'est pas possible, si l'on doit transplanter la dent de sagesse voisine de la deuxième molaire que l'on remplace, il faut l'extraire par un volet de dégagement osseux postérieur afin de laisser intact le pont osseux alvéolaire situé entre elle et la deuxième molaire.

Compensation d'une agénésie de prémolaire(s)

Les morphologies des prémolaires et des troisièmes molaires sont très différentes. Le transplant d'une dent de sagesse en situation de prémolaire n'est donc guère envisageable. On peut toutefois transplanter un germe de troisième molaire dont les racines ne sont pas encore constituées pour compenser l'agénésie de deux prémolaires voisines.

Remplacement d'une molaire ankylosée ou ectopique

Il se pose surtout au niveau de la mandibule. Au maxillaire, l'avulsion de la molaire ankylosée permet souvent la migra-

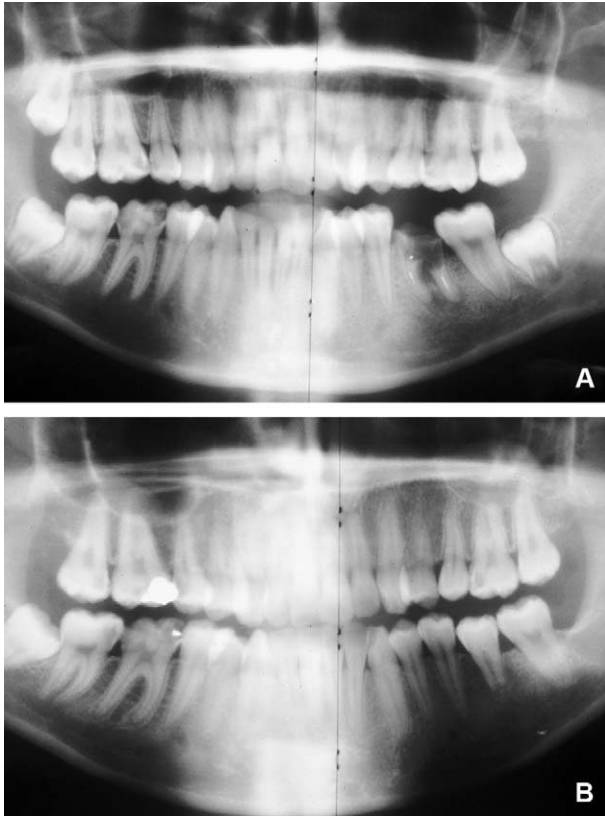


Figure 8 (A, B) Remplacement de 36 délabrée par 28, après tentative infructueuse de transplant de 38 dont la couronne était trop importante pour être adaptée dans l'espace interproximal de 35 à 37.

tion de la molaire voisine, deuxième molaire ou dent de sagesse, qui vient prendre sa place.

La technique est proche de celle qui est utilisée pour le remplacement d'une molaire délabrée à quelques variantes près : l'extraction de la dent que l'on remplace est faite par fragmentation intraosseuse afin de ménager au maximum les corticales et de ne pas fragiliser la mandibule si la dent est ankylosée en situation basse, au contact du bord basilaire. Un scanner est souvent utile pour préciser avant l'intervention les rapports du nerf dentaire inférieur et des racines de la molaire incluse. La suture gingivopériostée est particulièrement soignée pour faciliter la restauration d'un os alvéolaire qui n'a pu se constituer en raison de l'ankylose. Dans certains cas, l'apport d'un greffon osseux prélevé dans le voisinage est utile (Fig. 2). Une contention semi-rigide assure la stabilité verticale du transplant. Les impératifs techniques sont proches de ceux que l'on rencontre dans les cas de remplacement de molaires perdues en raison d'une parodontite juvénile [16,79].

Mobilisation orthodontique des dents transplantées

La mobilisation des dents transplantées a mauvaise presse auprès des orthodontistes. Il est préférable d'attendre pour leur appliquer des forces que leur intégration dans leur site soit suffisante : une mobilisation trop précoce peut aboutir

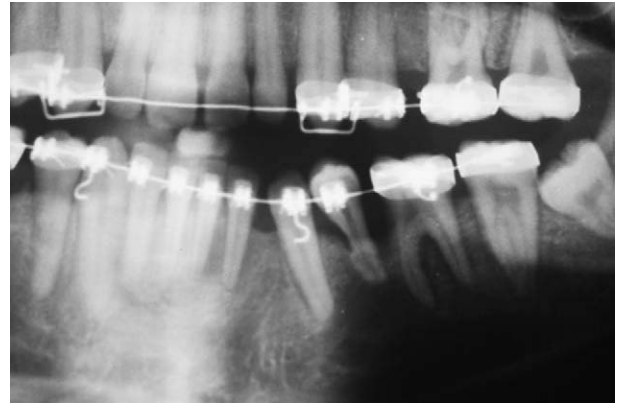


Figure 9 Résultat parodontal péjoratif après prise en charge orthodontique trop précoce d'un germe de prémolaire transplanté dans le cadre d'une agénésie.

à une situation parodontale désastreuse (Fig. 9). Trois mois après la transplantation, la revascularisation est maximale et le parodonte cicatrisé. Les forces utilisées doivent être constantes et légères. Mais il ne faut pas attendre trop longtemps. Six à huit mois après la transplantation, l'oblitération du canal pulpaire entrave la vascularisation. La correction orthodontique devrait être achevée à ce terme [71]. Au-delà, la fréquence d'une ankylose rend souvent leur mobilisation impossible. Les forces appliquées risquent alors de provoquer une ingression des dents voisines.

Les corrections par un mouvement de rotation, observées sur des prémolaires, induisent une légère résorption de surface et entravent l'édification radicaire [72]. Lors des mouvements de rotation, l'étranglement vasculaire au niveau du foramen apical peut entraîner une nécrose pulpaire tardive. Il faut en tenir compte dès la préparation du site receveur afin de limiter autant que possible ces mouvements de rotation.

Réimplantations

Une réimplantation consiste à réinsérer dans son alvéole une dent qui en a été luxée, intentionnellement ou par accident. Les réimplantations dentaires ont avec les transplantations des points communs, tant en ce qui concerne la technique opératoire que les conséquences postopératoires.

Le traitement des odontalgies par extraction suivie de réimplantation de la dent douloureuse, n'est plus pratiqué dans nos régions, de nos jours.

Plus récemment, Lin (1983) et Keller (1990) ont publié leurs études concernant le traitement endodontique a retro de dents extraites préalablement en raison des difficultés de traitement in situ, puis réimplantées [48]. Actuellement, l'usage du microscope facilite ces traitements difficiles et devrait rendre cette pratique exceptionnelle.

La réimplantation de dents saines extraites par erreur est une réponse à une mutilation iatrogène. Lorsqu'elle se produit, la dent extraite malencontreusement doit être immédiatement replacée dans son alvéole et contenue. On surveille sa vitalité dans les semaines qui suivent.

La traumatologie accidentelle est la grande pourvoyeuse des réimplantations. Le geste est simple si la luxation est isolée, sans fracture alvéolaire, avec une dent intacte. Ces cas se rencontrent chez des sujets jeunes, et concernent fréquemment des dents antérieures. Ce type de luxation affecte le plus souvent les incisives maxillaires.

Tout doit être mis en œuvre pour une réimplantation précoce. Sur un appel téléphonique, on peut conseiller aux parents de replacer la dent dans son alvéole, avant même de se rendre au cabinet du praticien. Sinon, elle est conservée dans la salive du patient ou dans du soluté physiologique pendant le transport afin d'éviter la dessiccation du desmodonte [62]. L'association de pénicilline au liquide de transport, autrefois conseillée, aurait une action nécrasante sur les cellules desmodontales et n'est plus recommandée. Comme pour les transplantations, le temps passé par la dent luxée hors de la cavité buccale influe sur le résultat de la réimplantation.

Plus souvent, les traumatismes aboutissent à des luxations et subluxations multiples, et s'accompagnent de fractures osseuses alvéolaires, voire interruptrices. Le traitement est alors global : réduction et contention des fractures et des dents mobilisées après leur remise en place. Les couronnes des dents atteintes sont souvent lésées. Qu'il s'agisse d'un simple éclat de l'émail ou d'une fracture partielle, voire subtotale de la couronne, tout le matériel dentaire qui peut être récupéré et remis à sa place doit l'être. On facilite ainsi la stabilisation du (ou des) foyer(s) de fractures et l'on économise le capital dentaire. Le traitement des canaux des dents réimplantées qui ne se comportent pas dans les suites comme des dents vivantes, et les restaurations des couronnes se font dans des temps ultérieurs.

Déplacement chirurgical de dents à visée orthodontique

De tels déplacements sont souvent demandés par les orthodontistes pour les aider à débloquer des situations difficiles, ou pour faire gagner un temps appréciable sur la longueur d'un traitement. Les difficultés techniques et les problèmes de suites opératoires sont, sur bien des points, comparables à ce que l'on rencontre dans les cas de transplantations.

Alvéolectomie d'induction [19,22,26,29,63]

Cette intervention décrite par Chatellier sous le nom d'alvéolectomie conductrice est destinée à faciliter l'éruption d'une dent retardée [21]. Elle crée chirurgicalement une voie d'éruption en supprimant la portion d'os alvéolaire qui coiffe sa couronne. On retire par la même occasion une portion de fibromuqueuse correspondant à la zone occlusale, dont l'épaisseur peut à elle seule constituer un obstacle. La fibromuqueuse vestibulaire et palatine (ou linguale) est, elle, respectée. Contrairement à ce que préconise Chatellier, nous évitons de mener l'alvéolectomie au-delà du collet de la dent et nous empêchons l'*iter dentis* artificiellement ouvert de se refermer à l'aide d'un pansement gingival. Durivau estime pour sa part qu'il est essentiel de retirer le sac péri-coronaire de la dent [29].

Ce geste permet dans certains cas de résoudre le problème de l'inclusion lorsque la dent retenue est dans un bon axe. Bien entendu, l'espace interproximal qui lui est destiné doit être suffisant. Les dents dont l'apex est resté ouvert ont plus de chances d'évoluer ainsi favorablement, toutefois l'égression de dents à l'apex fermé reste possible.

Pilotage intraosseux [44,63,81]

Le pilotage intraosseux est une intervention chirurgicale précoce à visée correctrice, sur un germe dont l'axe d'évolution est mal orienté. Ici encore, le meilleur moment pour agir est celui où les racines sont édifiées au moins aux deux tiers, au plus aux trois quarts. Le principe du pilotage est de modifier la position intraosseuse de la dent tout en évitant de léser le pédicule apical conservé comme point fixe. Bien souvent, le pilotage amène la dent en situation pré-éruptive. Il est alors associé à une alvéolectomie d'induction (cf. supra). Pour réaliser la version chirurgicale et rétablir l'axe d'éruption de la dent, l'ablation d'une zone osseuse triangulaire à sommet apical est nécessaire. Elle est menée le long de la racine avec le plus grand soin en veillant à ne pas la léser. Sous irrigation, l'on peut utiliser un instrument rotatif fin, du type « fraise à couper », pour marquer la zone à réséquer. L'ostectomie est ensuite complétée à l'aide de ciseaux à os de faible épaisseur qui ont l'avantage de ne pas provoquer d'échauffement et de ne pas consommer d'os. Le fragment osseux ainsi retiré peut alors être utilisé, une fois la version effectuée, pour caler la dent dans sa nouvelle position en comblant l'espace laissé vide par la version. Toutes ces manœuvres doivent être menées avec une extrême douceur en veillant à ne pas luxer la dent que l'on redresse.

Redressement chirurgical de molaires enclavées

Le redressement d'une molaire par des procédés orthodontiques est difficile et demande beaucoup de temps. Le redressement chirurgical (Fig. 10) ne demande que quelques minutes.

Le principe en est comparable à celui du pilotage intraosseux. La molaire en situation oblique, molaire mandibulaire le plus souvent, est redressée à l'aide d'un élévateur, en la faisant pivoter autour de son apex afin de rétablir un point de contact efficace avec le bombé proximal de la couronne de la dent voisine. Cette intervention concerne les deuxième et troisième molaires.

S'il existe une dent de sagesse partiellement ou totalement incluse, et il s'agit le plus souvent d'un germe, il est souvent préférable de le retirer dans le même temps pour dégager de l'espace en arrière de la deuxième molaire que l'on redresse. Si l'on intervient pour corriger l'axe d'une dent de sagesse, il est parfois utile pour la même raison, de pratiquer une petite alvéolectomie en arrière de cette dent. Il est simple de prélever au cours de cette intervention un peu d'os dans la zone rétromolaire afin de combler l'espace laissé vide en avant de la molaire, par son réaxage. C'est rarement indispensable : une suture mucopériostée soignée facilite dans la plupart des cas une restauration osseuse visible sur la radiographie de contrôle six mois plus tard (Fig. 10).

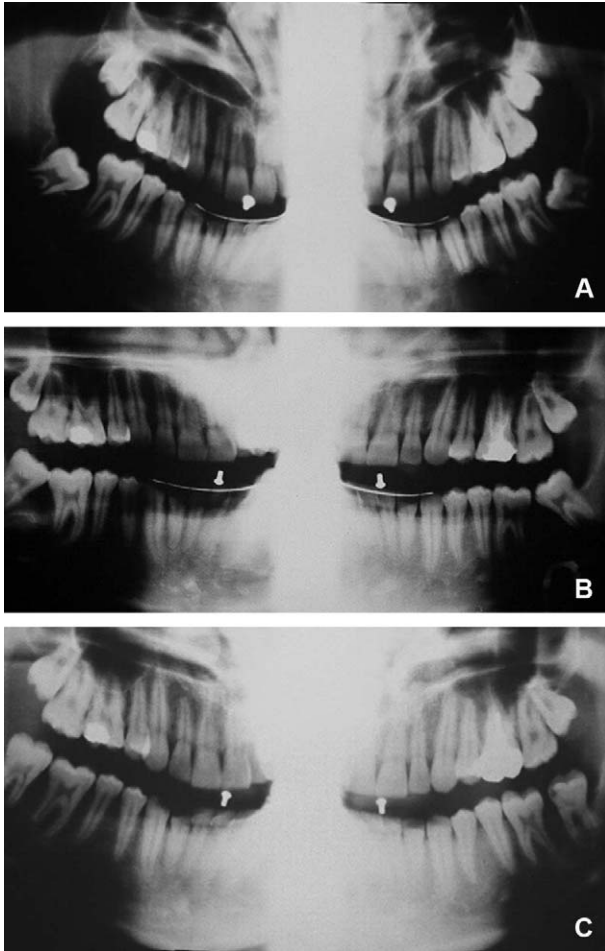


Figure 10 (A à C) Redressement chirurgical de 37 et 47 enclavées. Radiographies préopératoire, postopératoire immédiate et à un an.

Il est essentiel de vérifier l'occlusion en fin d'intervention. Comme pour les transplantations, il ne faut pas tolérer de suroclusion. Un meulage sélectif est parfois utile en cas de malposition ou d'extrusion de la dent antagoniste.

Si l'on constate une mobilité de la dent redressée en fin d'intervention, ou une tendance à la réingression en faisant mordre sur une compresse pliée, une contention est alors nécessaire. Deux *brackets* collés, reliés par un fil d'acier suffisent en général. La prise en charge sur l'arc orthodontique est également possible.

Corticotomies de repositionnement

Leur mise en œuvre procède d'une constatation fréquente en traumatologie : lors de fractures alvéolaires avec un déplacement os-dent, la réduction immédiate suivie de contention aboutit dans de nombreux cas à une *restitutio ad integrum* après consolidation [12,62].

Les corticotomies de repositionnement représentent une variante des transplantations [87]. Elles sont souvent l'ultime ressource en cas d'ankylose au cours de la traction orthodonticochirurgicale d'une dent. Il peut s'agir d'une incisive, d'une prémolaire, voire d'une molaire, mais le cas le plus fréquent est celui d'une canine, et, bien souvent,

d'une canine dont la couronne est orientée vers le vestibule. Dans ce cas, l'absence d'os vestibulaire sous-jacent à la couronne de la canine est un obstacle à une réimplantation. La corticotomie cherche à positionner la dent ankylosée sur l'arcade, en entraînant avec elle l'os dans lequel elle est contenue et plus particulièrement la corticale vestibulaire. On rejoint ici les recommandations d'Henri Petit à propos des transplantations [73]. La conduite de l'intervention repose sur les principes déjà évoqués : large lambeau donnant de la souplesse pour une couverture sans traction, respect du périoste, sections osseuses de part et d'autre de la dent ankylosée à l'aide d'instruments fins, sans échauffement, mobilisation en douceur vers l'arcade avec le contrôle d'un doigt antagoniste au mouvement. La contention est réalisée avant la suture muqueuse pour ne pas déplacer au cours de celle-ci la dent que l'on vient d'amener chirurgicalement en bonne position.

Cette technique peut aussi être utilisée en première intention pour la mise en place de dents retenues lorsque les circonstances socioéconomiques ne permettent pas un traitement orthodontique classique. Elle n'est pas si éloignée de la forcipressure recommandée par Fauchard [32] pour le redressement avec leur os alvéolaire, de dents mal positionnées.

Citons, dans le même esprit, les ostéotomies partielles alvéolaires non interruptrices à visée prothétique ou orthodontique. Elles permettent de déplacer un ensemble os-dent. Il s'agit le plus souvent d'une ou de deux molaires maxillaires. Le déplacement s'effectue dans le sens vertical s'il faut pallier une extrusion qui rendrait impossible la réalisation d'une prothèse ou le nivellement d'une arcade. Dans le sens postéroantérieur, il permet de compenser une édentation partielle ou de diminuer la portée d'un bridge. La contention peut se faire sur un arc préalablement préparé, ou encore par une ostéosynthèse avec des microplaques.

Distraction

Elle constitue une alternative à la corticotomie, pour la mise en place de dents dont l'ankylose interrompt l'évolution sous traction orthodontique. Godvillia l'avait décrite en 1905. Ilisarov l'a popularisée depuis les années 1950 pour les os longs. La miniaturisation des distracteurs depuis une décennie rend possible son utilisation dans la cavité buccale. La distalisation douce et précoce après section osseuse menée comme pour une corticotomie évite une greffe en stimulant l'ostéogenèse et permet une adaptation « à la demande » des tissus mous. Elle a été récemment évoquée par Benoît Philippe (Journées de l'orthodontie, Paris, novembre 2003), mais, à notre connaissance, reste encore confidentielle dans cette indication.

Résultats

Pronostic de survie des autotransplants et des réimplantations dentaires

La survie à long terme des autotransplants, tous types confondus, varie de 78 à 100 % selon des séries publiées entre 1986 et 1995.

Autotransplantations de troisièmes molaires

Hoving, en 1986, obtient sur une période d'observation de deux à dix ans 100 % de survie dentaire sur 16 transplantations [45]. Nethander, en 1988, publie une série de 57 transplantations avec un taux de survie dentaire de 89 % entre deux et cinq ans [64]. Andreasen, en 1990, pour 151 transplantations suivies de 0,5 à 20 ans observe un taux de survie de 96 % [11].

Autotransplantations de prémolaires

Kristerson, en 1985, publie une série de 82 transplants effectués après l'âge de dix ans avec un taux de succès de 96 % pour une durée d'observation de 1 à 18 ans. Le pourcentage de réussite est un peu inférieur (78 % pour 18 transplants) si les sujets sont plus jeunes (moyenne d'âge : 6,3 ans) [50]. Andreasen, en 1990, atteste 95 et 98 % de survie dentaire pour deux séries de 317 et 53 transplants de prémolaires suivis pendant cinq ans [11].

Autotransplantations de canines

Ahlberg (1983), sur 33 canines transplantées observées, constate une survie dentaire dans 88 % des cas [2]. Lownie obtient le même pourcentage de succès pour une série de 35 autotransplantations de canines suivies de 0,5 à quatre ans [55].

Autotransplantations d'incisives

Tegsjö (1987) a suivi pendant quatre ans 56 incisives transplantées avec un taux de survie dentaire de 91 % [88]. Kahnberg (1988) collecte 100 % de succès pour deux séries de 17 et de 41 incisives autotransplantées [47].

Ces résultats indiquent une bonne fiabilité des autotransplantations [31]. Ils sont influencés par la rigueur dans le choix des indications, par la qualité de la réalisation. Ils sont donc corrélés à l'expérience des praticiens qui les proposent et les mettent en œuvre. Le pronostic est constamment meilleur quand les dents sont transplantées à un stade où leur édification radiculaire est incomplète, ce qui facilite la cicatrisation desmodontale et pulpaire. Le pourcentage de succès est un peu inférieur lorsque les transplants sont effectués à un stade trop précoce de maturité radiculaire.

Réimplantations

Les résultats portant sur la réimplantation de dents permanentes luxées sont un peu inférieurs, sur le long terme, à ceux des autotransplantations : 70 % selon les séries de Gonda et Andreasen [41]. Patris [70] attribue cette différence au fait que dans les réimplantations les différents facteurs qui influent sur le résultat ne peuvent pas être contrôlés comme dans les transplantations.

Résorption

La qualité des résultats, outre la survie dentaire, est sous l'étroite dépendance du degré de résorption radiculaire qui peut amener la perte du greffon. Andreasen et Hjørting-Hansen distinguent quatre degrés de résorption [5,6].

Résorption de surface

Elle est liée au traumatisme des cellules desmodontales et cicatrise sans traitement à partir des restes vivants du desmodonte. Les lacunes, de petite taille, ne sont pas visibles sur les radiographies [6].

Résorption inflammatoire

Les zones de résorption en cupules, visibles à la radio, intéressent la face profonde du desmodonte et le ciment. Les canalicules dentaires exposés sont envahis par des bactéries de provenance endo- ou exoradiculaire. Un traitement endodontique doit être mis en œuvre dès que l'on constate ce type de résorption.

Ankylose

L'activité des ostéoblastes aboutit au remplacement de la zone résorbée par de l'os. Elle est décelée sur les radiographies, au-delà de deux mois après la transplantation. Précoce ou tardive, elle se stabilise parfois, mais aboutit souvent à la disparition complète de la racine et à la perte du greffon au bout de plusieurs mois ou années.

Résorption osseuse

La paroi alvéolaire est résorbée par les ostéoclastes.

Perspectives

L'utilisation, in situ, de facteurs de croissance permet d'espérer de notables progrès dans la cicatrisation et l'intégration des greffes osseuses et dentaires. Après une greffe, un processus vasculaire et un processus d'activation de substances biochimiques facilitent la régénération des cellules épithélioconjonctives et osseuses. Les facteurs de croissance (FDC) qui interviennent sont principalement contenus dans les granules alpha des plaquettes sanguines. Ce sont des peptides naturels proches des hormones, mais dont l'activité est locale. Ils facilitent le recrutement des cellules nécessaires à la réparation, leur activation et leur multiplication. Trois familles de FDC sont impliquées dans les processus de réparation :

- IGF1 (*insuline like growth factor*) : il stimule la croissance osseuse en se combinant avec le PDGF et le TGF bêta ,
- PDGF (*platelet derived growth factor*) : il est chimiotactique et mitogène pour les cellules parodontales. Il facilite l'angiogenèse. Il accélère le remplacement des tissus lésés ;
- TGF bêta (*transforming growth factor beta*) : il stimule la synthèse de l'ADN et des protéines des fibroblastes. Il est ostéo-inducteur et freine l'activité anticollagénase des cellules inflammatoires.

Depuis 1985, on sait isoler des concentrés plaquettaires par centrifugation du sang du patient chez qui l'autogreffe va être pratiquée. On en tire un film plaquettaire riche en FDC et d'angilisation facile et peu coûteuse qui remplace avantageusement les membranes [1].

Cette voie nous paraît prometteuse en ce qui concerne les transplantations et les réimplantations dentaires.

Conclusion

Utilisées chez l'homme depuis des millénaires, les transplantations dentaires n'ont épuisé ni leurs indications, ni les améliorations susceptibles d'optimiser leur pronostic. Elles ont pour but la mise en place chirurgicale, sur une arcade dentaire, de dents incluses ou ectopiques, le remplacement de dents perdues ou la compensation d'agénésies. Elles doivent donc, tout naturellement, trouver leur place dans les plans de traitement des orthodontistes et des omnipraticiens.

En raison du principe de précaution, nous ne retenons que les seules autotransplantations.

Il arrive que l'on hésite, pour une même indication, entre le choix d'une transplantation ou celui d'un implant. Retenons en faveur des transplantations qu'elles peuvent être pratiquées chez des sujets jeunes, en cours de croissance osseuse et d'édification des procès alvéolaires. Peu coûteuses, elles n'exigent pas de reconstitution prothétique dans la majorité des cas. Réussies, elles permettent la mise en place d'une dent « naturelle » dont l'évolution accompagnera dans le temps celle du reste de la denture.

Rappelons la règle du « tout à gagner, rien à perdre », qui doit guider les praticiens dans le choix de ces techniques.

Références

- [1] Adda F. Promouvoir la cicatrisation en paro-implantologie. La FRP. (Fibrine Riche en Plaquettes) ou (Fibrin Rich Platelet). *Cah Stomatol Chir Maxillofac* 2004;4:13.
- [2] Ahlberg K, Bystedt H, Eliasson S, Odenrick L. Long-term evaluation of autotransplanted maxillary canines with complete root formation. *Acta Odontol Scand* 1983;41:23-31.
- [3] Al-Himdani K. L'autotransplantation. Indications. Technique opératoire. Bilan clinique. *Rev Odontostomatol (Paris)* 1986; 15:95-107.
- [4] Alvarez M, Biolcati E, Braco O. Transplants de germes de troisième molaire. *Rev Fr Odontostomatol* 1960;7:370-5.
- [5] Andreasen JO, Hjørting-Hansen E. Replantation of teeth II. Histological study of 22 replanted anterior teeth in humans. *Acta Odontol Scand* 1966;24:287-306.
- [6] Andreasen JO. The effect of splinting upon periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *Acta Odontol Scand* 1975;33:313-23.
- [7] Andreasen JO. The effect of pulp extirpation or root canal treatment on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* 1981;7:245-52.
- [8] Andreasen JO. Periodontal healing after replantation and autotransplantation of incisors in monkeys. *Int J Oral Surg* 1981;10:54-61.
- [9] Andreasen JO, Kristerson L. The effect of limited drying or removal of the periodontal ligament. Periodontal healing after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Acta Odontol Scand* 1981;39:1-13.
- [10] Andreasen JO, Kristerson L, Andreasen FM. Damage of the Hertwig's epithelial root sheath: effect upon root growth after autotransplantation in monkeys. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:144-51.
- [11] Andreasen JO. Third molar autotransplantation, relation between successful healing and stage of root development at time of grafting. Presented at the annual meeting in Scandinavian Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. Nyborg, Denmark, August 15-19 1990.
- [12] Andreasen JO. Atlas de réimplantation et de transplantation dentaire. Paris: Masson; 1993.
- [13] André Bonnet JL. Histoire générale de la chirurgie dentaire. Lyon: Éditions du Fleuve; 1955.
- [14] Artis JP, Brissard P. La transplantation des germes de troisième molaire : notre point de vue. *Inf Dent* 1987;69:2403-7.
- [15] Bordais P, Deplagne H, Gineste P. Greffes dentaires et implantations. *Encycl. Med. Chir.* 1992 (Elsevier SAS, Paris), Stomatologie, 22-305-A-10, 12p.
- [16] Borring-Moller G, Frandsen A. Autologous tooth transplantation to replace molars in patients with juvenile periodontitis. *J Clin Periodontol* 1978;5:152-8.
- [17] Bourry M, Fogel JP. Considérations sur l'auto transplantation de la dent de sagesse mandibulaire à la place de la dent de six ans. À propos de deux cas extrêmes. *Inf Dent* 1983;65:2721-8.
- [18] Bousnier R. In: L'art dentaire dans l'Antiquité. Histoire générale de la médecine, de la pharmacie, de l'art dentaire et de l'art vétérinaire. Paris: Albin Michel; 1936. p. 609-16.
- [19] Buisson G. Procédés chirurgicaux destinés à la mise en place des dents retenues. *Actual Odontostomatol (Paris)* 1968;82: 141-9.
- [20] Chambas C. Canine maxillaire incluse et thérapeutique orthodontique. *Rev Orthop Dentofac* 1993;27:9-28.
- [21] Chatellier J, Chateau M, Kolf S, Landart L. Note sur le traitement chirurgico-orthodontique des dents retenues et incluses. *Actual Odontostomatol (Paris)* 1962;59:293-318.
- [22] Clark D. The management of impacted canines: free physiologic eruption. *J Am Dent Assoc* 1971;82:836-40.
- [23] Clavel J. Les greffes dentaires. Réimplantations. Implantations. Thèse 3^e Cycle Scientifique odontologique, Clermont-Ferrand. 1978.
- [24] Cohen AS, Shen TC, Pogrel MA. Transplanting teeth successfully: autografts and allografts that work. *J Am Dent Assoc* 1995;126:481-5.
- [25] Dechaume M, Huard P. Histoire illustrée de l'art dentaire. Paris: Da Costa; 1977.
- [26] Defez JP, Manas F. Alvéolectomie d'induction. *Actual Odontostomatol (Paris)* 1970;90:247-57.
- [27] Deplagne H, Campagne J. Autotransplantation de germes de prémolaires. Résultats. *Rev Orthop Dentofac* 1984;18:495-506.
- [28] Durivaux S. À propos de la transplantation de la canine supérieure. *Rev Odontostomatol (Paris)* 1979;8:81-5.
- [29] Durivaux S. Alvéolectomie conductrice de la canine supérieure permanente. *Rev Odontostomatol (Paris)* 1979;8:91-3.
- [30] Recoing. Dictionnaire de médecine. Paris: Flammarion; 1975.
- [31] Eskici A, Dröschl H. Autotransplantations : technique et résultats à long terme. *J Parodontol* 1989;8:169-77.
- [32] Fauchard P. Le chirurgien dentiste ou traité des dents. 1728 Paris.
- [33] Garcia A, Saffar JL. Bone reactions around transplanted roots: a five-month quantitative study in dogs. *J Clin Periodontol* 1990;17:211-6.
- [34] Garcia A, De Santis V. Facteurs influençant le pronostic des greffons dentaires totalement édifiés. *Inf Dent* 1990;72:407-12.
- [35] Garcia A. Autogreffes et transplantations dentaires : justifications opératoires. *J Parodontol* 1990;9:217-24.
- [36] Garcia A. Traitement des édentements maxillaires postérieurs par autogreffe dentaire juxta- ou intrasinusienne. *J Parodontol* 1994:13.
- [37] Garcia A, Bigot C, Fievet C, Curnier F. Traitement d'un édentement maxillaire postérieur par deux autogreffes dentaires. *Inf Dent* 1996;78:97-100.
- [38] Garcia A. Autogreffes dentaires et orthodontie. *J Edge* 1996; 33:39-48.
- [39] Gineste P. Transplantations des canines incluses. *Actual Odontostomatol (Paris)* 1974;105:97-108.

- [40] Goldberg M. In: Manuel d'histologie et de biologie buccale. Paris: Masson; 1989. p. 140.
- [41] Gonda F, Nagase M, Chen RB, Yakata H, Nakajima T. Replantation: an analysis of 29 teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;70:650-5.
- [42] Hale ML. Autogenous dental transplants. *Dent Clin North Am* 1959;3:74-9.
- [43] Helewa A. Autotransplantation de prémolaires : intérêt au cours des traitements orthodontiques. [thèse], Paris VII, 1993.
- [44] Holland DJ. A technic of surgical orthodontics. *Am J Orthod* 1955;41:27-44.
- [45] Hoving J. Autotransplantatie van kiemen van derde molaren Resultaten van voortgezette observatie. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1986;93:235-7.
- [46] Hovinga J. Autotransplantation of maxillary canines. Long-term evaluation. *J Oral Surg* 1969;27:701-8.
- [47] Kahnberg KE. Surgical extrusion of root-fractured teeth: a follow-up study of two surgical methods. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:85-9.
- [48] Keller A. A new method of tooth replantation and autotransplantation: Aluminium oxide ceramic for extraoral retrograde root filling. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;70:341-3.
- [49] Kristerson L, Andreasen JO. Autotransplantation and replantation of tooth germs in monkeys. Effect of damage to the dental follicle and position of transplant in the alveolus. *Int J Oral Surg* 1984;13:324-33.
- [50] Kristerson L. Autotransplantation of human premolars. A clinical and radiographic study of 100 teeth. *Int J Oral Surg* 1985;14:200-13.
- [51] Kristerson L, Johansson L, Kisch J, Stadler LE. Autotransplantation of third molars as treatment in advanced periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1991;18:521-8.
- [52] Legros C, Magitot E. Greffes de follicules dentaires et de leurs organes. *Compte rendu Acad Sci* 1874;78:357.
- [53] Lindskog S, Hammartröm L. Evidence in favour of an anti-invasion factor in cementum or periodontal membrane of dental roots. *J Dent Res* 1980;88:161-3.
- [54] Lindskog S, Pierce A, Blomlöf L, Hammartröm L. The role of the necrotic periodontal membrane in cementum resorption and ankylosis. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:96-101.
- [55] Lownie JF, Cleaton-Jones PE, Fatti P, Lownie MA. Autotransplantation of maxillary canine teeth. A follow-up of 35 cases up to four years. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986;15:282-7.
- [56] Lundberg T, Isaksson S. A clinical follow-up study of 278 autotransplanted teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1996;34:181-5.
- [57] Mattout P. La parodontite juvénile. À propos d'un cas d'atteinte de première molaire traité par transplantation de germe de troisième molaire. *J Parodontol* 1983;2:335-42.
- [58] Melcher AH. On the repair potential of periodontal tissues. *J Periodontol* 1975;47:256-60.
- [59] Monsour FN, Adkins KF. A radiographic assessment of autologous tooth transplants in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 1983;41:24-33.
- [60] Monsour FN, Adkins KF. Aberration involving the enamel epithelium in transplanted developing teeth. *J Oral Maxillofac Surg* 1983;41:377-84.
- [61] Monsour FN, Adkins KF. Aberration in pulpal histology and dentinogenesis in transplanted erupting teeth. *J Oral Maxillofac Surg* 1985;43:8-13.
- [62] Mugnier A, Gineste P, Fideleff-Pinoti. Note sur les réimplantations dentaires post-traumatiques. *Pedod Fr* 1970;4:118-34.
- [63] Mugnier A. Alvéolectomies conductrices, versions chirurgicales et ancrages sur canines incluses. *Actual Odontostomatol* (Paris) 1974;105:79-95.
- [64] Nethander G, Andersson JE, Hirsch JM. Autogenous free tooth transplantation in man by a 2-stage operation technique. A longitudinal intra-individual radiographic assessment. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:330-6.
- [65] Northway WM, Konigsberg S. Autogenic tooth autotransplantation: the state of art. *Am J Orthod* 1980;77:146-62.
- [66] Northway WM. Transplantation of teeth and tooth germs. *Int Dent J* 1981;31:240-9.
- [67] Pajoni D, Jouan E, Doyon D. Tomodensitométrie : et si l'on ne vous montrait que les dents ? *Rev Orthop Dentofac* 1993;27:111-7.
- [68] Pajoni D. In: Le livre des résumés. 7^e Réunion de Paris. Journées de l'Orthodontie Paris. 2003. p. 13-4.
- [69] Palu C. Autotransplantation dentaire : données actuelles à propos de deux cas cliniques. 1995 [thèse], Bordeaux.
- [70] Patris-Bäumler C. Apport des autotransplantations de dents immatures et matures au plan de traitement d'orthodontie [mémoire pour le CECS], mention orthodontie, Paris VII. 1998.
- [71] Paulsen HU. L'autotransplantation de prémolaires lors des traitements orthodontiques. Une nouvelle possibilité thérapeutique. *Rev Orthop Dentofac* 1989;23:209-23.
- [72] Paulsen HU, Andreasen JO. Pulp and periodontal healing root development and root resorption subsequent to transplantation and orthodontic rotation: a long-term study of autotransplanted premolars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108:630-40.
- [73] Petit H. Suggestions pour améliorer les réimplantations et les transplantations. *Actual Odontostomatol* (Paris) 1961;55:352.
- [74] Pogrel MA. Evaluation of over 400 autogenous tooth transplants. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:205-11.
- [75] Politis C, Vrielink L, Schepers S, Lambrichts I. Cryopreservation of teeth. Organisational aspects of a tissue bank for tooth tissues. *Acta Stomatol Belg* 1995;92:149-54.
- [76] Proye MP, Polson AM. Repair in different zones of the periodontium after tooth reimplantation. *J Periodontol* 1982;53:379-89.
- [77] Reade P, Graham MH. A clinical study of the autotransplantation of maxillary canine teeth. *Oral Immunogenet Tissue Transplant* 1982;16:291-301.
- [78] Renier S. La greffe dentaire chez les anciens. *Inf Dent* 1953;35:1083-9.
- [79] Rubin MM, Berg M, Borden B. Autogenous transplants in treatment of juvenile periodontitis (periodontosis). *J Am Dent Assoc* 1982;105:649-51.
- [80] Schatz JP, Joho JP. A clinical and radiologic study of autotransplanted impacted canines. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1993;22:342-6.
- [81] Schneck G, Recoing J, Plantier D, Lachaux JE. Malposition intraosseuse des germes dentaires : traitement chirurgical, résultats. *Rev Orthop Dentofac* 1990;24:221-33.
- [82] Skoglund A. A microangiographic study of vascular changes in replanted and autotransplanted teeth of young dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1978;45:17-27.
- [83] Skoglund A. Vascular changes in replanted and autotransplanted apicoectomized mature teeth of dogs. *Int J Oral Surg* 1981;10:100-10.
- [84] Skoglund A. Pulpal changes in replanted and autotransplanted apicectomized mature teeth of dogs. *Int J Oral Surg* 1981;10:111-21.
- [85] Skoglund A, Tronstad L. Pulpal changes in replanted and autotransplanted immature teeth of dogs. *J Endod* 1981;7:309-16.
- [86] Skoglund A, Hasselgren G, Tronstad L. Oxydoreductase activity in the pulp of replanted and autotransplanted teeth in young dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;52:205-9.
- [87] Tavernier B. Corticotomie : sa contribution lors de la mise en place des canines retenues en orthopédie dentofaciale. 1984 [thèse], Paris.

- [88] Tegsjö U, Valerius-Olson H, Frykholm A, Olgart K. Clinical evaluation of intra-alveolar transplantation of teeth with cervical root fractures. *Swed Dent J* 1987;11:235-50.
- [89] Torres JH, Favre de Thierrens C, Jacquard C, Jacquey N. Transplantations et réimplantations dentaires. *Encycl. Med. Chir.* 1999 (Elsevier SAS, Paris), Stomatologie, 22 305-A-10, 11p.
- [90] Triller M. *Histologie dentaire*. Paris: Masson; 1987.
- [91] Tsukiboshi M. Transplantation dentaire autogène. Réévaluation. *Rev Int Parodont Dent Restaur* 1993;13(2).



ELSEVIER

MISE AU POINT

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLAN/>

Comparaison et définition des phénomènes pathologiques péri-implantaires et des étapes thérapeutiques possibles impliquant des implants basaux et crestaux

Comparison and definition of the pathological phenomena occurring after a tooth replacement and the possible therapeutic stages implying basal and crestal implants

S.-K.-A. Ihde ^{a,*}, V.-S. Konstantinovic ^b

^a Clinique d'odontologie, faculté de médecine, Palackeho 12, 77200 Olomouc, République Tchèque

^b Service of maxillofacial surgery and implantology, department Žarka-Marinovića 21, 11040 Belgrade, Serbia and Montenegro

Disponible sur internet le 11 mai 2006

MOTS CLÉS

Implants ;
Implantologie basale ;
Péri-implantite ;
Complications

Résumé Les possibilités thérapeutiques sont limitées en cas de péri-implantite au niveau d'implants crestaux. Pour les implants basaux, en revanche, il existe de nombreuses possibilités en cas de complications. Des traitements entraînés par des adaptations fonctionnelles ou un traitement combiné chirurgie-fonction des systèmes mâchoire-implant-prothèse sont nettement plus souvent observés que des traitements pour une infection. Dans ce cadre, les possibilités et les besoins thérapeutiques diffèrent fortement entre les implants basaux et crestaux. Le remplacement ou l'ajout d'implants basaux est généralement facile, d'autant plus qu'une intervention rapide permet de reprendre le traitement avec une quantité suffisante d'os cortical. Une expérience clinique spécifique est nécessaire pour pouvoir poser le diagnostic correct et mettre en place un traitement adéquat des implants basaux. En outre, il faut disposer d'outils spécifiques pour ce système d'implants, et naturellement aussi d'implants basaux supplémentaires éventuellement nécessaires pour traiter les complications. Le fabricant réserve donc le travail sur les implants basaux aux professionnels titulaires de l'autorisation requise.

© 2005 Publié par Elsevier SAS.

KEYWORDS

Implants;
Basal implantology;
Perished-implantite;
Complications

Abstract The therapeutic possibilities are limited in the event of pathological phenomena occurring for crestal implants. For basal implants, on the other hand, there are many possibilities if complications occur. Treatments pulled by functional adaptations or a treatment mixing a surgery-function of the jaw-implant-prosthesis system are definitely more often observed than treatments for an infection. Within this framework, needs and

therapeutic possibilities differ strongly between basal and crestal implants. The replacement or the addition of basal implants is generally easy, more especially as a fast intervention makes it possible to take again the treatment with a sufficient quantity of cortical bone. A specific clinical training is necessary to be able to assess the correct diagnosis and to set up an adequate treatment for basal implants. Moreover, it is necessary to have specific tools for this system of implants, and of course additional basal implants are often needed to cure pathological complications. The manufacturer thus allows only professionals who comply with official authorisation to work on these basal implants.
© 2005 Publié par Elsevier SAS.

Introduction [1]

Les implants crestaux et basaux sont des moyens d'aide implantables dans l'os de la mâchoire et permettant de créer des points d'ancrage ostéointégrés pour des prothèses amovibles et fixes. Les deux types d'implants ne diffèrent pas seulement par leur mode d'insertion et le point d'application des forces. Les différences les plus importantes concernent la planification et la réalisation du soin prothétique, principalement le post-traitement. C'est pourquoi les termes « technique orthopédique » ou « implant orthopédique » [2] ont été introduits dans la littérature sur les implants basaux, afin de les démarquer par rapport au terme bien connu d'un « implant dentaire ». Les implants crestaux (vis, cylindres) sont habituellement indiqués lorsqu'il y a suffisamment d'os disponible verticalement ou, au besoin, après une augmentation osseuse adéquate (relèvement du plancher du sinus par exemple). En revanche, les BOI ont de plus, et avant tout, été développés pour une utilisation immédiate dans l'os atrophié de la mâchoire. Ils peuvent également être utilisés là où, malgré une offre osseuse verticale très faible, il y a encore présence de quantités suffisantes d'os horizontal (même si ces quantités ne sont présentes que de façon intermittente, par exemple dans la région du sinus). L'utilisation des BOI a généralement pour but d'intégrer des implants dentaires à demeure ; il est cependant possible aussi de les intégrer dans des prothèses amovibles, auquel cas ils devront être assemblés entre eux par des éléments rigides (barres de jonction). Les prothèses de dents uniques sont généralement intégrées sur des implants BOI internes ou uniques. Dans la mesure où ils permettent d'éviter des mesures d'addition osseuse risquées et coûteuses, les implants BOI représentent aujourd'hui la méthode thérapeutique de premier choix pour les mâchoires avec atrophie moyenne ou sévère.

Alors que les implants crestaux sont insérés perpendiculairement à la crête alvéolaire dans la profondeur de la mâchoire, l'insertion des implants basaux passe par un abord latéral. On utilise dans

leur cas les dénominations synonymes d'implant basal (BOI), implant latéral ou implant-disque [3]. Les zones d'application des forces et le site de l'attaque bactérienne ne sont pas les mêmes pour les implants basaux : les forces de mastication ne doivent pas s'exercer sur la partie verticale de l'implant, la contrainte s'exerce exclusivement dans la partie corticale de l'os.

Différences en situation périopératoire

Pour les implants crestaux (axiaux), on crée par fraisage un lit d'implantation de forme adéquate. La plupart des implants crestaux actuellement utilisés possèdent un filet autotaraudeur. Une fois mis en place, l'implant obture les ouvertures de fraisage. Les infections, qu'elles soient transmises pendant l'opération à l'os recevant ou déjà présentes avant l'opération (ostéite résiduelle par exemple), peuvent donc fortement compromettre le résultat thérapeutique en provoquant la perte prématurée de l'implant (perte idiopathique). L'on peut se représenter le mécanisme entraînant de telles pertes comme suit : pour pouvoir lutter contre l'infection, l'irrigation et le drainage sanguin dans l'os doivent être augmentés, ce qui est incompatible avec l'existence de tissu osseux [4], car la pression d'oxygène accrue dans l'os lié entraîne une ostéolyse locale, sans qu'il y ait forcément un apport bactérien ou un épanchement de pus. L'implant perd sa stabilité et tombe. La perte osseuse associée est généralement faible, car elle dépasse à peine la circonférence de l'implant si celui-ci s'expulse rapidement. En revanche, s'il n'y a pas d'expulsion (par exemple parce que l'implant est retenu dans l'os par une prothèse), une infection peut rapidement se propager dans l'os spongieux et provoquer la résorption totale de l'os spongieux et cortical. La corticale est alors rapidement remplacée par de l'os plexiforme, et les espaces médullaires sont remplis de tissu de granulation. On observe alors un tableau histologique typique de l'ostéomyélite (Fig. 1).

La situation est totalement différente dans l'implantation basale, une fente en forme de T est



Figure 1 Coupe histologique de la mandibule d'un chien quatre mois après implantation. L'implant a été inséré dans des conditions non stériles et protégé contre l'exfoliation par la prothèse. La corticale s'est entièrement reformée sous la forme d'os plexiforme. L'implant n'est pas du tout ostéointégré.

ménagée dans l'os pour les implants. Cette fente n'est pas obturée par l'implant immédiatement après l'opération. Aucune infection transmise pendant l'opération ou préexistante ne peut normalement compromettre le résultat de l'implantation, car le drainage de l'éventuelle suppuration peut se faire sans obstacle à travers la fente d'ostéotomie. Dans des expériences sur animaux, un échec des BOI (infection du site implantaire, perte primaire, absence d'ostéointégration) n'a pu être provoqué par des contaminations et infections présentes avant l'opération ou apportées par celle-ci.

Les produits de décomposition sont soit absorbés par le périoste ou peuvent s'écouler vers la cavité buccale en passant par l'incision dans la muqueuse. La surpression nécessaire est établie par l'os. *Elle ne peut pas être entravée et la direction d'écoulement ne peut en aucun cas être renversée de manière iatrogène par le dentiste.* Il n'y a donc pratiquement jamais de perte idiopathique d'implants basaux.

Infections sur les implants intégrés

Implants crestaux (axiaux)

Les implants crestaux doivent en principe s'ostéointégrer dans l'os le long de leur axe vertical.

Le terme d'*ostéointégration* décrit un état dans lequel il existe tout au plus une couche extrême-

ment mince de tissu conjonctif entre la surface de l'implant et la matrice osseuse minéralisée ; cette couche ne doit contenir ni vaisseaux sanguins ni fibres directionnelles ou autres constituants du parodonte. De ce fait, les implants crestaux ostéointégrés, à la différence des dents et des implants basaux récemment insérés, ne contribuent pas au drainage de l'os implanté dès le début de leur présence dans l'os.

Si une péri-implantite apparaît sur des implants crestaux, les vaisseaux alimentant la *muqueuse péri-implantaire* se dilatent pathologiquement. De plus, le drainage sanguin s'étendant doit passer par le même trajet que l'irrigation. L'augmentation de la pression d'oxygène entraîne automatiquement une lyse osseuse. La tendance à la préservation de la minéralisation ou à la reminéralisation, qui lui est contraire, dépend des stimuli fonctionnels. C'est pourquoi, les implants crestaux qui présentent une catérisation péri-implantaire de l'os cervical restent longtemps stables et bien intégrés dans la mesure où leur apex a été correctement ostéo-intégré (Fig. 2). La transmission des forces sur les macrotrajectoires se décale après la perte l'os crestal, de presque toutes les régions de la mâchoire, vers les régions basales ou au moins moyennes d'implantation. Comme la formation des cratères réduit globalement la masse osseuse alors que la fonction masticatoire continue à exercer les mêmes forces devant toujours être transmises, les zones basales restantes doivent se minéraliser plus fortement. Ces zones sont ainsi mieux protégées d'une progression de l'ostéolyse. Étant donné l'absence de plaques basales rétentrices (des BOI-implants-disques), les implants crestaux sont aujourd'hui généralement dotés de surface aug-

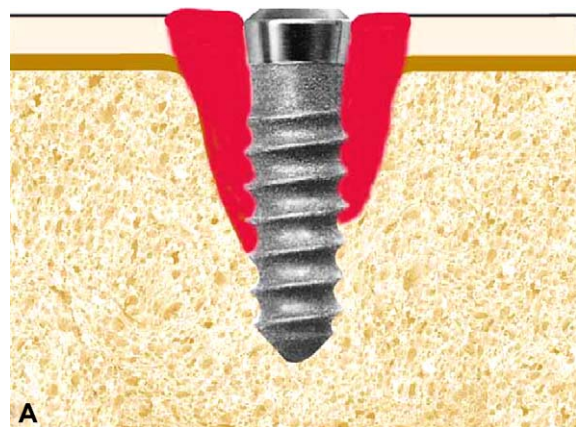


Figure 2a Avec les implants crestaux intégrés, on peut voir apparaître des pertes de substance osseuse formant des cratères.

L'étendue de la perte osseuse verticale peut être évaluée par un sondage profond.

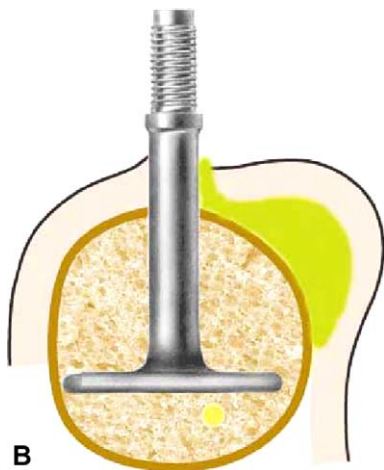


Figure 2b Avec les implants basaux intégrés, il n'y a généralement pas de risque qu'une infection se propage de la cavité buccale vers l'intérieur de l'os, tant que les implants ne sont pas mobiles au point de favoriser les intrusions. Les infections peuvent se produire à la suite de la rétention de débris alimentaires ou d'une croissance osseuse verticale. Contrairement aux implants crestaux, elles ne se développent pas dans l'os, mais bien sous la muqueuse. Ce dernier phénomène a pour effet que des surfaces verticales infectées (mais lisses) de l'implant finissent par arriver sous la muqueuse, où il n'y aura pas de possibilité de suppuration suffisante puisque le point de passage à travers la muqueuse cicatrise et se referme. Les inflammations ayant cette origine se propagent comme un abcès sous-muqueux et sont traitées de la même manière. Il est recommandé de pratiquer une large incision pour ouvrir l'abcès. La partie de la muqueuse située directement auprès du support fileté peut être excisée à l'aide d'un appareil d'électrochirurgie. Lorsque la croissance verticale de l'os devient trop importante, une ostéotomie de réduction ou le remplacement des implants est parfois mais rarement nécessaire.

mentée dans la partie endo-osseuse. Les augmentations de surface sont actuellement réalisées avec des couches de TPS, par sablage ou attaque chimique, ou par une combinaison de ces procédés. Ces augmentations de surface visent à améliorer l'adhérence des cellules sanguines et osseuses, autrement dit à créer un milieu favorable aux cellules. Malheureusement, les bactéries sont aussi des cellules de taille comparable, de sorte qu'une surface « favorable à l'os » est aussi « favorable aux bactéries ». C'est pour cette raison qu'il est difficile de maîtriser une péri-implantite sur des implants crestaux : dès que les parties de la surface augmentées se trouvent en contact avec la cavité buccale, les bactéries peuvent pénétrer plus profondément, par capillarité, et passer en dessous du niveau de l'os, ce qui entraîne une nouvelle augmentation de la vascularisation et de la résorption osseuse. Comme signalé auparavant, seules les régions osseuses plus fortement minéralisées résistent mieux à la résorption, grâce aux contraintes principalement trajectorielles auxquelles elles sont exposées. C'est pourquoi quelques formes d'implants crestaux ont une conception « hybride », dans laquelle les 1-2 mm de

la partie endo-osseuse de l'implant proche de la muqueuse n'ont pas une surface augmentée. Ces implants nécessitent toutefois davantage d'os vertical pour obtenir une rétention suffisante. Ces derniers temps, dans le domaine de l'implantologie dentaire, l'on utilise également des surfaces revêtues de billes connues depuis longtemps dans l'endoprothétique : les billes de titane frittées d'un diamètre de 100-150 μm sont totalement lisses et n'offrent donc aucune possibilité de microrétention aux bactéries, bien qu'à l'œil nu, la surface paraisse très rugueuse. Fillies et al. [5] ont démontré que le type et la rugosité des surfaces d'implants détermine le comportement des ostéoblastes. Une colonisation ou la formation de cellules ossifiantes survient *plutôt* sur des surfaces lisses et microstructurées que sur des surfaces SLA. Sur ces dernières, l'on retrouve plus fréquemment des cellules fibroblastiques qu'ostéoblastiques, ce qui en finale doit avoir une considérable importance sur l'intégration d'un implant [5].

Implants basaux

Dans les implants basaux, la transmission de la force se fait (exclusivement au début) dans la partie basale de l'implant. Les parties verticales, et généralement aussi les surfaces basales, sont polies. Il existe aujourd'hui différents systèmes à plaques de forme différente, les types dits « internes » permettant une fixation en rotation et un vissage intérieur (Fig. 3) et les types « externes » qui possèdent un filetage extérieur non fixé en rotation (Fig. 4)¹. Dans les systèmes externes, les points de traversée de la muqueuse sont beaucoup



Figure 3 Les BOI internes peuvent être utilisés avec différents systèmes : à gauche, un implant BOI compatible ITI avec octogone, à droite un « implant-disque » à hexagone externe.

¹ Les termes « interne » et « externe » appliqués aux implants basaux font référence au filetage et non, comme dans les implants crestaux, à la nature et à la position des surfaces empêchant la rotation. MedProdAnwV BR Deutschland.



Figure 4 BOI externe de type symétrique sur l'axe de rotation.

plus petits que ceux des systèmes internes, en raison de la conception de l'implant. La possibilité qu'il en résulte une différence dans la résistance aux infections n'a pas encore été étudiée à ce jour. Les implants basaux externes et internes peuvent être dotés d'une surface augmentée dans la partie basale de l'implant, ou en être dépourvus (Fig. 5). Le « contrôle » de l'état de l'os péri-implantaire par sondage est considéré comme une faute médicale au niveau des implants basaux, puisque la partie verticale de l'implant ne doit de toute façon pas s'ostéointégrer. Le trajet d'insertion de cette partie verticale ne peut plus être déterminé après l'opération et de plus, la position des fixations horizontales des disques peut provoquer des résultats de sondage faux négatifs. En outre, le sondage inocule des germes infectieux dans les profondeurs de la région d'interface remplie de tissu conjonctif non irrité, à un moment où les issues de suppuration sont encore réduites. Des germes pathogènes éventuels peuvent ainsi être inoculés et entraîner des lésions considérables dans un milieu qui leur est normalement fermé. Dans le maxillaire, lorsque la hauteur de l'os est réduite ou en cas d'implantation trans-sinusale, le sondage peut à lui seul transporter les germes de la cavité buccale vers le sinus



Figure 5 BOI externes avec et sans augmentation de la surface dans la partie horizontale de l'implant.

maxillaire. Les sondages des implants basaux sont donc contre-indiqués et potentiellement dangereux [6]. Dans la même ligne de réflexion, les lavages et les apports médicamenteux le long du support fileté et sous pression sont également contre-indiqués, car un liquide contaminé par des bactéries est ainsi pressé en profondeur de manière incontrôlée, ce qui entraîne un renversement délétère de la direction d'écoulement qui peut être suivi d'une ostéolyse infectieuse, ostéolyse qui, autrement, n'est que rarement observée. La pression appliquée par le « praticien » à l'aide de la seringue est plusieurs fois supérieure à la pression intérieure de l'os ou du cartilage, ce qui fait que cette procédure entraîne pratiquement toujours un transport massif de germes avec développement d'infections (à tendance chronique). L'on observe un effet semblable lorsque des constructions prothétiques sur implants uniques sont mobiles pendant une période plus longue (mois, années) et que survient sous la muqueuse une inoculation chronique de débris et de germes causée par le déplacement continu, engendrant une pression sur le pilier et la couronne. Ici aussi, les pressions d'inoculation sont supérieures à la pression interne dans les tissus, ce qui provoque des renversements répétés de la direction d'écoulement et donc, à cause de l'infection, une aggravation de l'ostéolyse.

En règle générale, avec les implants basaux, il ne faut jamais s'attendre à des affaissements osseux en cratère, parce que la corticale se ferme pendant la cicatrisation de l'os et qu'il ne peut pas y avoir de pénétration d'infection en profondeur le long du support fileté lisse, sauf lorsque se produit une croissance massive de l'os vertical ou une perte osseuse le long du support fileté *sous l'effet du fonctionnement* [7]. De manière étonnante, la croissance osseuse se révèle ici aussi comme défavorable, des parties de l'implant colonisées, situées initialement à l'intérieur de la bouche, étant déplacées vers des parties sous la muqueuse voire endo-osseuses. Dans de tels cas, le traitement consiste toujours à créer des voies de drainage et non à instiller un quelconque agent sous pression axiale élevée.

Particularités des implants basaux

L'ostéolyse de surcharge sur les implants basaux

Il est habituellement impossible de mettre en œuvre un traitement conservateur utile des implants crestaux mobiles, parce que le point de passage à travers la muqueuse est trop grand et que les

infections y sont récidivantes et descendent continuellement le long de l'interface rugueuse.

Dans le cas d'implants basaux, les rapports sont différents : une possible complication est l'ostéolyse de surcharge, initialement réversible. Une intervention thérapeutique sur les ostéolyses de surcharge dans l'os cortical péri-implantaire peut donner de bons résultats. Rappelons pour commencer le contexte physiologique au niveau de l'os :

- d'une part, les interfaces transmettant les forces se situent dans la corticale osseuse, qui assure des fonctions structurelles et tend donc à être mieux préservée et de meilleur pronostic que l'os spongieux. Ce dernier n'a pratiquement aucun rôle, ni structurel, ni macrotrajectoirel et est donc « sacrificable ». Il faut considérer que le corps de l'implant crestal à diamètre élevé se trouve de toute manière dans le chemin des macrotrajectoires, ces lignes osseuses devant donc se chercher d'autres chemins ;
- d'autre part, les forces de mastication transmises au niveau endo-osseux par les implants basaux provoquent des microlésions sous forme des microfissures *corticales* [8]. Ces microfissures sont réparées par la formation d'ostéons secondaire, ce qui accroît temporairement la porosité de la région osseuse affectée et réduit temporairement sa minéralisation. Si des microfissures s'accumulent dans la zone de l'interface entre l'implant et l'os, la perte de minéralisation devient visible à la radiographie (Fig. 6a : la zone d'ostéolyse a initialement des limites diffuses). Tant que l'os ne se détache pas de l'implant (Fig. 6b ; cette évolution est généralement signalée par les contours nets de la zone d'ostéolyse) et qu'il n'y a pas de surinfection dans la zone en question, l'hyperclarté est diffuse et généralement réversible [9]. L'examen radiographique doit être effectué à la fois sur un panoramique et sur des radios individuelles additionnées. L'implant est alors légèrement mobile, comme on le constate facilement en clinique. Si des zones moins minéralisées sont surinfectées, du tissu de granulation se forme à l'interface. Il est alors peu probable que ce tissu sera remplacé par de l'os néoformé sans stimulus ostéotomique (curetage) supplémentaire, d'autant plus que le tissu de granulation exige ou plutôt entraîne une forte vascularisation par les vaisseaux périostés et/ou endo-osseux, ce qui suffit à inhiber la formation de l'os. Toutefois, dans certains cas, des implants peuvent encore se réintégrer dans de telles situations, s'ils sont implantés dans une zone qui fonctionnellement présente une forte tendance à la reminéralisation comme c'est le cas au niveau



Figure 6a Représentation schématique d'une zone diffuse de faible minéralisation autour de la plaque de base d'un implant basal soumis à une surcharge fonctionnelle.

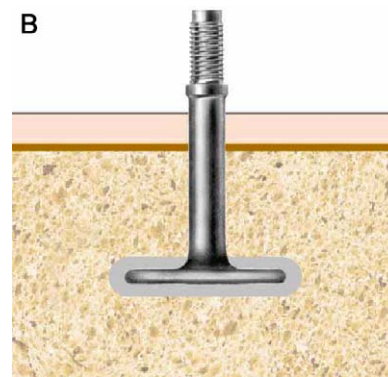


Figure 6b Une zone nettement délimitée d'hyperclarté à la radio indique un descellement irréversible et un arrachement de l'os dans la zone d'interface. Cette zone peut en outre être surinfectée, ce qui augmente encore son irrigation. Or une forte irrigation, due à une réaction immunitaire, rend impossible la formation de l'os. S'il n'y a aucune mobilité clinique et que l'on observe seulement une zone bien délimitée de densité réduite à la radio, le support fileté peut être fortement dévié dans le sens vertical tandis que la partie annulaire est suffisamment intégrée dans l'os cortical sur un côté de la mâchoire au moins.

des deuxième et troisième molaires de la mâchoire inférieure, des canines des deux mâchoires (appelées positions stratégiques) et, bien sûr, la région basale des os de la mâchoire. Ces régions constituent donc des sites d'implantation préférentiels. Dans le cadre d'un concept de positionnement strictement stratégique, on n'emploie pas du tout d'implants supplémentaires situés en dehors des régions stratégiques pour soigner toute une mâchoire. On peut utiliser des implants supplémentaires si les régions préférentielles n'offrent pas des possibilités d'ancrage suffisantes.

L'équilibre des forces de mastication est particulièrement important pour le maintien de la minéralisation dans la zone d'interface. En effet, un schéma de mastication unilatéral entraîne non seulement une surcharge du côté masticateur (ce qui est logique), mais aussi une porosité accrue de l'os

crestal de la mâchoire *du côté non masticateur*, et produit ainsi des schémas de minéralisation altérés et atypiques [10,11]. Cette porosité résulte de l'activité accrue des unités multicellulaires osseuses (BMU) dans cette région, due aux forces de traction majoritairement présentes. De ce fait, les descellements d'implants sont aussi à craindre du côté non masticateur en cas de mastication asymétrique, parce que les implants peuvent y être exposés à d'importantes forces d'extrusion pendant la mastication. C'est pourquoi il faut meuler le côté adverse en cas de mobilités résultant de sous-charge et non le côté mobile, ce qui est pratiquement toujours ignoré par les implantologues crestaux, qui pensent en termes de mécanique. Alternative-ment, les surfaces de mastication peuvent être augmentées du côté de la sous-charge.

Réflexions sur le traitement de l'ostéolyse de surcharge

Selon le consensus du BOI, on doit toujours commencer par évaluer le pronostic de l'implant. S'il n'y a pas d'indication pour son ablation [12], différentes stratégies thérapeutiques peuvent être employées.

- Pour commencer, on doit chercher à savoir s'il existe un schéma de mastication uniforme et symétrique. Si ce n'est pas (ou plus) le cas, la première mesure thérapeutique consiste à l'établir ou le rétablir, afin d'obtenir des deux côtés de la mâchoire des conditions identiques pour la minéralisation.
- Il arrive qu'un meulage très étendu soit nécessaire. Les déficits dans la dimension verticale doivent être corrigés par augmentation de la prothèse (par exemple avec des composites) ou par la fabrication d'une nouvelle prothèse ayant une nouvelle dimension verticale. Le développement de schémas de mastication antérieurs doit absolument être empêché, le plus rapidement possible. S'ils sont déjà établis, ils peuvent généralement être corrigés par l'augmentation de la dimension verticale, en tenant toutefois toujours compte du plan de morsure voire en le réalisant de nouveau.
- En outre, il importe de vérifier si les implants mobiles sont susceptibles de se reminéraliser spontanément ou après traitement. On peut envisager de désactiver temporairement quelques implants dans la construction prothétique, afin de permettre à l'os qui les entoure de se reminéraliser. Il faut veiller à ne pas désactiver tous les implants en une fois, car cela pourrait entraîner l'effondrement de la fonction de mastication, une atrophie des muscles de mastication et mener à une large ostéoporose de non-utilisation des os de la mâchoire et du centre du visage, empêchant la réintégration et entraînant même des descellements d'implants en raison d'une réduction fonctionnelle de l'épaisseur osseuse.
- En cas de suspicion de parafunctions excessives et/ou de position nocturne déviée de la mandibule [13], la prothèse fixe peut être remplacée, de manière temporaire ou définitive, par une prothèse sur barres de jonction que le patient pourra ôter pour la nuit. Les pointes de force nocturnes sur l'interface vers l'os peuvent ainsi être évitées, et la fixation directe des implants les uns par rapport aux autres reste très stable. Les forces de cisaillement résultant de la mastication sont également mieux réparties dans la zone comprise entre la barre de jonction et la prothèse.
- Les contraintes peuvent également être amorties en remplaçant les butées métalliques par des butées en Delrin. Cette mesure est intéressante pour les bridges à demeure, nécessite cependant des considérations et une planification particulière, étant donné que certains implants non liés aux butées en Delrin pourraient être alors soumis à des forces de mastication plus élevées.
- Il est également possible de mettre en place d'autres implants basaux sans enlever l'implant basal mobile. Par la suite, les deux implants s'intégreront dans l'os avec une forte minéralisation. Cette démarche se justifie par la répartition des régions 0 et 1 dans l'os. En effet, les implants mobiles produisent des régions 0 dans la zone d'interface vers l'os, autrement dit, des régions qui ne présentent pas de macrotrajectoires de transmission des forces. Cette fonction doit alors être assurée par les zones osseuses proches, dont la maturation produit des zones 1 très minéralisées. Une implantation dans ces zones 1 proches interrompt la transmission des forces sur les macrotrajectoires au niveau du nouveau site d'implantation et accroît la tendance de l'os entourant l'implant mobile à se reminéraliser. Comme les forces de mastication sont ensuite réparties sur deux implants, ceux-ci peuvent se consolider de manière uniforme. L'ablation des implants peut ainsi être évitée, si l'on intervient suffisamment tôt. Des implants supplémentaires peuvent également être nécessaires parce que les forces de mastication peuvent parfois sérieusement augmenter, une fois la prothèse mobile remplacée par des bridges à demeure. Cette augmentation de la force de mastication va toutefois de pair avec une aug-

mentation de la masse osseuse absolue et une amélioration de la qualité de l'os (degré de minéralisation), ce qui permet justement l'insertion d'implants basaux supplémentaires.

- Si la prothèse à demeure doit être laissée en l'état, les forces de mastication peuvent être temporairement réduites par l'injection de toxine botulique [14] (par exemple : Dysport®) dans le masséter et le temporal. Cette mesure empêche également les contraintes exercées par les parafunctions et s'avère exceptionnellement efficace en clinique. La toxine botulique peut être administrée à titre prophylactique dans les cas où l'os disponible est peu abondant (en particulier dans le maxillaire), notamment lorsqu'on ne peut pas utiliser des structures sur barres de jonction avec des prothèses dentaires amovibles. L'administration à titre thérapeutique de toxine botulique est indiquée lorsque des structures portées par des BOI (systèmes mâchoire-implant-prothèse) sont mobilisées par des parafunctions ou par des modifications trop longtemps incontrôlées de la position de morsure et du schéma de mastication.
- Il est souvent nécessaire de combiner plusieurs des mesures ci-dessus. Dans tous les cas, la bonne décision thérapeutique doit être prise rapidement et exécutée de manière cohérente, car si tous les éléments défavorables restent inchangés, il est très rare que la situation s'arrange d'elle-même.

Il est impossible de dire de manière générale quand et pour combien de temps les mesures décrites pourront apporter une « guérison » voire une nouvelle consolidation. Il faut une grande expérience clinique des implants basaux pour pouvoir donner les recommandations appropriées, en particulier dans la zone d'interface. On tiendra compte en particulier de la manière dont a évolué la *cicatrisation en première intention* après l'implantation et des types d'implants BOI utilisés. L'épaisseur des disques et l'état de surface de la partie endo-osseuse (grade du titane) de l'implant à évaluer sont des paramètres particulièrement importants pour la planification du traitement. Généralement, le professionnel qui prend en charge le post-traitement ne dispose pas des connaissances nécessaires sur l'évolution de la fonction de mastication par rapport au traitement initial (exemple : traitement du schéma de mastication unilatéral avec les suites correspondantes pour les épaisseurs locales de l'os et la répartition des régions 0 et 1) ainsi que des modifications des dimensions verticales effectuées, avec les déplacements correspondants des macrotrajectoires.

C'est pourquoi le traitement des complications doit, par principe, être réalisé par le premier pra-

ticien. Une autre possibilité est d'avoir des consultations fréquentes et détaillées entre le praticien reprenant le traitement et l'implantologue initial.

La réduction des forces de mastication à l'aide de toxine botulique peut entraîner une consolidation étonnante des systèmes mâchoire-implant-prothèse. Si toutefois la stabilité dans les positions d'implantation stratégiques ne peut pas être de nouveau atteinte, il ne faut guère s'attendre à une stabilisation spontanée. S'il y a trop d'implants sans appui multicortical, il ne peut également pas y avoir de consolidation. Dans ce cas, l'intervention doit être rapide et les implants traités ou complétés, afin de ne pas surcharger les piliers restants et en particulier les piliers du côté opposé. Les implants BOI mis en place par un abord trans-sinusal et sans augmentation peuvent provoquer ou favoriser des sinusites s'ils sont mal intégrés, ce qui, en cas de problème, justifie leur ablation rapide et leur remplacement après 6-12 semaines. Les implants posés par un abord trans-sinusal avec augmentation (par exemple Interpore), en revanche, ont un bon potentiel de solidification à moyen terme, en particulier s'ils sont bien intégrés dans le matériau d'augmentation et qu'il ne manque qu'un assemblage stable entre la corticale et l'ensemble implant-augmentation. Dans cette variante thérapeutique, toutefois, il existe un risque d'infection du matériau d'augmentation, qui peut suffire à créer une situation nécessitant le remplacement (rapide) de l'implant. Des infections dans des augmentations non résorbables et sur des surfaces endo-osseuses infectées ne peuvent pas être traitées par un traitement antibiotique systémique, étant donné que ces parties ne présentent évidemment pas l'irrigation sanguine nécessaire pour obtenir l'effet thérapeutique local pertinent.

Le remplacement des BOI

S'il y a une indication pour le remplacement d'implants basaux, cette mesure doit toujours être exécutée immédiatement car les implants mobiles provoquent toujours des pertes de substance osseuse. À la différence des implants-vis, les BOI ne s'expulsent jamais d'eux-mêmes. Il est donc imprudent d'attendre, parce que des lésions de surcharge peuvent se propager d'un côté de la mâchoire à l'autre en passant par la prothèse ou par des changements involontaires du côté de mastication. Le remplacement doit toujours viser le rétablissement d'une restauration solide et de la fonction de mastication. De ce fait, la mise en place de nouveaux implants doit être planifiée en même temps que l'ablation des anciens. Dans la plupart des cas, une réimplantation simultanée est conseillée et possible.

Techniquement, sauf s'il n'est pas prévu de poser un autre implant au même endroit que l'implant défectueux, l'ostéotomie pour le nouvel implant doit être pratiquée *d'abord*, donc *avant* l'ablation de l'implant existant. En effet, cette séquence s'avère nettement moins traumatique pour l'os que l'inverse : il suffit souvent ensuite d'enlever un peu plus d'os pour retirer l'ancien implant. Par expérience, on sait que laisser en place certaines parties intégrées de l'implant (sans contact avec la cavité buccale), qui ne pourraient être enlevées qu'en sacrifiant une importante quantité d'os, ne pose pas de problèmes et peut être considéré comme conforme aux règles de l'art.

Le post-traitement des BOI du point de vue de l'implantologie crestale

Lorsqu'il se trouve confronté à des complications, l'implantologue crestal non familiarisé avec l'utilisation des BOI base son argumentation sur le fait qu'après la perte de l'implant, il n'y a plus d'os disponible pour un nouveau traitement « avec implants ». Cela est fondamentalement faux, car l'on peut toujours trouver un site osseux suffisamment large dans les parties crâniennes du visage ainsi que dans la partie basale de la mandibule (voir les exemples d'utilisation extrêmement spécialisée d'implants latéraux sur www.donsimoni.com). En outre, cette argumentation ne tient pas compte du fait que, dès le début du traitement, il n'y avait pas de substance osseuse suffisante disponible pour un implant crestal, ce qui était d'ailleurs la raison pour laquelle le patient avait fait appel à un implantologue BOI et non à un implantologue crestal pour réaliser le traitement.

Dans la philosophie crestale, le sauvetage des cas dans le temps (et donc au-delà de la période de garantie...) joue un rôle important : à cet effet, lorsqu'un implant crestal est basalement bien ostéointégré, tout en montrant au niveau de la mâchoire une résorption osseuse (due au système) continue (voir Fig. 2b), un traitement péri-implantaire peut être entretenu sur de longues années, jusqu'à ce que l'état se dégrade de telle manière que laisser l'implant en bouche n'est plus supportable par le patient. Une telle procédure est fondamentalement fautive en cas d'implants BOI : les problèmes doivent être immédiatement abordés et résolus selon les règles, entre autres afin d'éviter le développement de lésions de surcharge au niveau d'autres implants (avec une fracture ou une ostéolyse de surcharge comme conséquences possibles), et donc la perte de substance osseuse [7].

Dans la philosophie crestale, les aspects de la fonction de mastication eu égard à la conservation

de l'os et de la fonction de mastication, jouent un rôle secondaire. Selon certaines « écoles », les surfaces de mastication sont plutôt minces, ce qui ne laisse au patient qu'une fonction de mastication primitive, hachée, dans le but prétendu d'éviter les forces de cisaillement et d'arrachement, mais qui en réalité empêche une plus forte stimulation fonctionnelle souhaitable de l'os de la mâchoire. L'implantologue crestal ne sait pas d'expérience que le contrôle de la fonction de mastication permet d'agir positivement sur l'interface osseuse de manière planifiée et modulée. En ce sens aussi, lors d'un post-traitement de patients BOI selon le point de vue crestal, il faut s'attendre à un résultat plutôt moins optimal.

Des lésions particulièrement graves sont observées lorsque, et parce que, l'implantologue crestal ou un professionnel néophyte en implantologie prenant en charge le post-traitement n'a pas eu la possibilité (matériau, connaissances, expérience) d'insérer des implants basaux supplémentaires, et que des implants crestaux ne peuvent pas être placés en raison de l'absence d'os vertical ou du fonctionnement biomécanique différent. Il faut citer ici comme exemple des extractions de dents de la mâchoire adverse ou du côté opposé de la mâchoire avec implant, qui devraient naturellement



Figure 7a,b Traitement d'une ostéolyse de surcharge par ajout d'un implant latéral supplémentaire. Grâce à l'élasticité de cet implant, il n'est pas nécessaire d'ajouter un implant-vis avec ce bridge long. Des implants-vis isolés seront plutôt envisagés pour les petites prothèses segmentaires, ou comme implants auxiliaires temporaires. On vérifiera toujours si l'élasticité du pilier endo-osseux supplémentaire est compatible avec le système mâchoire-implant-prothèse déjà en place.

entraîner l'insertion d'une prothèse à demeure de remplacement implantoportée, afin de maintenir une fonction de mastication symétrique. Si le patient n'en est pas informé ou si aucun traitement n'est réalisé, cela entraînera logiquement des lésions de surcharge du côté masticateur, que ce soit au niveau des dents ou des implants.

Les déformations orthopédiques de l'os de la mâchoire ainsi que de l'appareil postural et moteur du crâne, entraînées par les modifications de la charge et de la fonction mènent à un déplacement de la situation relative de la prothèse entre le maxillaire et la mandibule, ce qui dans le temps rend pratiquement toujours nécessaires des adaptations massives (meulage) des structures prothétiques. Étant donné que les déformations orthopédiques doivent plutôt être rangées dans le domaine des millimètres que dans le domaine du 1/100 de millimètres, ces mesures sont plus importantes que ce qui correspond à l'expérience des dentistes travaillant avec des implants crestaux et des dents naturelles.

Une attention particulière doit toujours être accordée au maintien de la fonction de mastication latérale : les schémas de mastication antérieurs doivent être corrigés, exigeant souvent des augmentations de la partie distale de la prothèse. Ici aussi, le collègue qui ne travaille pas avec des implants basaux ne dispose généralement pas de l'expérience et de la formation requise (Fig. 7a,b).

Références

- [1] MedProdAnwV BR Deutschland.
- [2] Donsimoni J-M, Dohan A, Gabrieleff O, Dohan D, et al. Les implants maxillo-faciaux à plateau d'assise : concepts et technologies orthopédiques, réhabilitations maxillo-mandibulaires, reconstructions maxillo-faciales, réhabilitations dentaires partielles, techniques de réintervention, méta-analyse. *Implantodontie* 2004;13(2):71-86.
- [3] DIN 31902-1.
- [4] Kjaer T. Bone perfusion and oxygenation. *Scandinavian University Press. Acta Orthop Scand Suppl* 1994;257:1-41.
- [5] Fillies T, Wiesmann HP, Sommer D, Joos V, Meyer V, et al. Osteoblast reaction on SLA and microgrooved implant surfaces. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2005;9:24-8.
- [6] EASI. Stellungnahme der EASI zu Sondierungen an basaloosseointegrierten Implantaten (Sondierungskonsensus). *Dent Implantol* 2003;7:324-7.
- [7] Ihde S. Adaptations fonctionelles de la hauteur de l'os peri-implantaire après implantation de BOI dans la mandibule. *Implantodontie* 2003;12:23-33.
- [8] Martin RB, Burr DB, Sharkey NA. *Skeletal tissue mechanics*. New York: Springer; 1998.
- [9] Ihde S. *Principles of BOI*. Heidelberg: Springer; 2005.
- [10] Koriath TWP, Hannam AG. Deformation of the human mandible during simulated tooth clenching. *J Dent Res* 1994;73:56-66.
- [11] Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:397-402.
- [12] Besch KJ. Konsensus zu BOI. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1999;109:971-2.
- [13] Minagi, Akamatsu, Matsunga, Sato. *J Oral Rehabilitation* 1998;25:902-7.
- [14] Ihde S. Utilisation thérapeutique de la toxine botulique dans le traitement d'entretien en implantologie dentaire. *Implantodontie* ; (in press).

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



available at www.sciencedirect.com



journal homepage: <http://france.elsevier.com/direct/IMPLAN/>



TECHNIQUE

Insuffisance osseuse verticale circonscrite de la région maxillaire postérieure corrigée par un comblement sinusien alloplastique pour un traitement implantaire

Partially vertical bone defect of the posterior maxilla treated by sinus graft with a Tricalciumphosphate Alpha material before dental implant

A. Seban ^{*}, A. Deboise [†], P. Bonnaud

Service de chirurgie maxillofaciale, hôpital Saint-Louis, Paris, France

Disponible sur internet le 31 mars 2006

MOTS CLÉS

Insuffisances osseuses verticales ;
Maxillaire postérieur ;
Comblement sinusien ;
Tricalciumphosphate alpha

KEYWORDS

Partially vertical bone defect;
Posterior maxilla;
Sinus graft;
Tricalciumphosphate alpha

Résumé Les insuffisances osseuses verticales circonscrites de la région maxillaire postérieure présentent une hauteur d'os alvéolaire résiduel comprise entre 4 et 9 mm. Elles sont généralement corrigées par une technique de comblement sinusien. Pour éviter un prélèvement d'os autogène, un comblement avec un matériau de type Tricalciumphosphate Alpha a été proposé. Une étude menée sur 15 cas a été réalisée pour de faibles défauts osseux. Aucun échec n'a été répertorié. Aucune infection de matériau n'est relatée, ce matériau ayant fait la preuve de son innocuité. La mise en place des implants s'est déroulée sans complications.
© 2006 Publié par Elsevier SAS.

Abstract The partially vertical bone defect of the posterior maxilla has a residual alveolar length ranging from 4 to 9 mm. The current treatment combines sinus augmentation with different materials. As an alternative to autogenous bone, a Tricalciumphosphate Alpha to file the sinus is proposed. A study of over 15 cases for partial bone defect is achieved. No failures and no infection of Tricalciumphosphate Alpha were reported. Implant placements took place without complications.
© 2006 Publié par Elsevier SAS.

^{*} Auteur correspondant.

Adresse e-mail : freddyseban@hotmail.fr (A. Seban).

[†] Décédé

Introduction

L'insuffisance osseuse verticale au maxillaire postérieur constitue un obstacle à une réhabilitation de la crête édentée par une prothèse implantoportée, répondant aux principes biomécaniques énoncés par Rangert [1] : un implant de courte longueur ou placé en dehors de l'axe prothétique peut conduire à un échec thérapeutique [2]. La quantité et la qualité de l'os résiduel va être transformé par une technique de comblement du sinus maxillaire, destiné à corriger le défaut osseux vertical [3] pour positionner parfaitement le ou les implants. Cette technique décrite à l'origine par Boyne et al. [4] permet de créer un espace entre l'os alvéolaire résiduel, le nouveau plafond sinusien représenté par l'élévation de la membrane de Schneider et la limite que constituent les parois latérales du sinus ; une greffe va être utilisée pour combler l'espace ainsi établi.

Parmi les différentes techniques décrites d'élévation de la membrane sinusienne, la fenêtre latérale [5] et l'ostéotomie par voie crestale [6] sont les procédés les plus couramment employés. L'os autogène est encore à l'heure actuelle le matériau de choix [7] dans le cadre des reconstructions osseuses maxillofaciales pour ses propriétés ostéo-inductrices et ostéogéniques, conduisant à une consolidation rapide du site greffé, mais la durée de l'intervention, les suites opératoires et une possible hospitalisation font retenir ce matériau pour les atrophies sévères maxillaires ou mandibulaires [8]. Dans le cas d'insuffisance osseuse circonscrite, le recours à d'autres matériaux qualifiés de substituts osseux en alternative à l'os autogène pour traiter les défauts osseux ne peut être ignoré [9,10]. Parmi ces matériaux, un alloplaste totalement résorbable a fait l'objet d'études spécifiques [11] : l'alpha-tri-calcium-phosphate. Le but de cet article est d'en évaluer l'application clinique dans les comblements de sinus.

Matériel et technique

Sélection des patients

L'ensemble des patients traités a suivi un protocole strictement identique :

- la tranche d'âge sélectionnée homme ou femme se situe entre 20 et 45 ans ;
- il s'agit d'individus sains non fumeurs n'ayant aucun traitement médical en cours et sans antécédents de sinusite maxillaire dans les cinq dernières années, pouvant influencer le traitement en cours. Un examen exploratoire par endoscopie sinusienne sous anesthésie locale est réalisé pour constater la perméabilité du méat moyen ;
- sur le plan local, l'environnement parodontal est sain, les dents voisines du sinus à combler ne présentent aucun signe infectieux ;
- la hauteur osseuse alvéolaire résiduelle sous sinusienne correspond à la classe B décrite par Jensen [12], soit une hauteur osseuse comprise entre 7 et 9 mm, ou à la classe C, soit une hauteur comprise entre 4 et 6 mm ; le sinus étant qualifié de petit ou moyen volume ;

- les patients sont informés de façon exhaustive de toutes les étapes du traitement, un consentement éclairé est requis ; leur coopération est souhaitée particulièrement en ce qui concerne les contrôles radiographiques postopératoires fréquents ;
- le projet prothétique est présenté aux patients ; il a été établi à partir d'empreintes d'études du montage en articulateur et de l'étude à la cire ajoutée, étape indispensable à une étude pré-implantaire.

Le substitut osseux : tri-calcium-phosphate-alpha

Composition

L'alpha-tri-calcium-phosphate est un substitut osseux de fabrication synthétique pouvant être résorbé et totalement assimilé par l'os du patient dans un délai prévisible [13]. Ce matériau se présente uniquement sous forme de granules, il est composé principalement de phosphate alpha tricalcique synthétisé exempt de phases d'hydroxyapatite. Pour sa fabrication, on utilise des substances d'une grande pureté chimique, ce qui diminue les risques d'infection et toute réaction immunologique.

La composition chimique comporte exclusivement de l'oxyde de calcium CaO (52-54,2 %) et du pentoxyde de phosphore P₂O₅ (45,8 à 48 %), le rapport atomique du calcium au phosphore est de 1,5 se rapprochant le plus possible du rapport atomique calcium/phosphore de la phase minérale de l'os (environ 1,6). Le procédé de fabrication permet d'obtenir une structure poreuse assurant l'interconnexion osseuse avec chaque particule de phosphate tricalcique. Grâce à cette porosité, le temps de résorption variable de six mois à deux ans se trouve réduit par rapport à un substitut osseux plus compact [14]. Le traitement ciblé à haute température consolide la structure interne, si bien que la dissolution physicochimique après implantation se fait au niveau moléculaire et non au niveau particulaire.

Forme et présentation

Plus la taille d'un défaut osseux est étendue, plus la taille des granules doit être grande. Suivant les indications, trois variétés de taille existent associées à une lésion spécifique :

- granules de 0,2 à 0,5 mm pour le traitement des poches parodontales ;
- granules de 0,5 à 1,4 mm pour les alvéoles après extraction ;
- granules de 1,4 à 3,2 mm pour les comblements de sinus.

Propriétés

- Remplacement complet du matériau par une nouvelle substance osseuse ;
- pas de différence dans l'élasticité de la nouvelle substance osseuse ;
- guérison sans risque de réaction ;
- temps de résorption prévisible ;
- pas de dégradation en particules ;
- pas de risque d'infection ;

- pas de modifications du PH ;
- ostéoconducteur ;
- bioactif.

Techniques chirurgicales

Comblement sinusien par voie latérale

Une incision palatine à biseau interne est réalisée le long de la crête édentée postérieure maxillaire, complétée par deux incisions de décharge en région antéro-externe et postéro-externe maxillaire, pour faciliter l'élévation d'un lambeau. Après décollement, un lambeau mucopériosté à base large est récliné. Un volet osseux représentant la paroi latérale du sinus maxillaire est délimité par une fraise en carbure de tungstène montée sur pièce à main. Cette ostéotomie est interrompue dès l'apparition d'une ligne gris-bleutée représentant la membrane du sinus. Une rugine aide à l'élévation de la membrane sinusienne en la séparant de son contact osseux. Cette technique correspond à la description classique faite par Tatum [15], avec conservation du volet osseux qui reste lié à la membrane, contribuant à créer le plafond sinusien dans le nouvel espace obtenu. Le tri-calcium-phosphate-alpha est appliqué sous forme humidifiée pour combler la cavité sinusienne ; le tissu de chaque granule adhère mutuellement à l'état humide et permet une meilleure manipulation que sous forme sèche. Le lambeau ramené en palatin pour être suturé va appliquer le périoste contre le volet osseux qui est ainsi protégé.

Ostéotomie par voie crestale et élévation de la membrane sinusienne avec mise en place simultanée d'implant

Une incision crestale intéresse toute la longueur de l'édentement et permet le décollement d'un lambeau de pleine épaisseur. Le site implantaire est préparé par le passage séquentiel des forets de 2 et 3 mm du système implantaire choisi, les forets venant en butée au contact de la corticale du plancher sinusien. La phase de passage des forets est interrompue pour débiter le passage des ostéotomes dans le site implantaire [16]. Les granules d'alpha-tri-calcium-phosphate sont introduits à l'aide d'une curette dans le site implantaire, et un ostéotome n° 3 de Summers [6] positionné également à l'entrée du site implantaire, aide la progression du matériau vers le plancher du sinus. La percussion à l'aide d'un maillet sur l'extrémité de l'ostéotome, fait progresser le matériau vers le plancher sinusien jusqu'à fracturer une rondelle de la corticale osseuse. L'ostéotome ne dépasse pas la limite de la corticale osseuse. Ce sont les apports successifs de matériau qui contribuent à repousser la membrane sous l'action de la poussée et du foulage [17]. La séquence de passage des forets préparatoires à la mise en place de l'implant est reprise pour le passage du foret terminal ; l'intervention s'achève par une mise en place simultanée d'un ou plusieurs implants avec une augmentation verticale du plancher sinusien d'environ 4 à 5 mm.

Résultats

Depuis 2004, le traitement de 15 cas d'insuffisance osseuse verticale par comblement sinusien au tri-calcium-phosphate pour de faibles défauts osseux, ne révèle aucun échec. Aucune infection du matériau greffé n'est rapportée. Cela peut s'expliquer par un choix rigoureux des patients, sur les antécédents médicaux et leurs motivations à l'hygiène pour des raisons éthiques ; mais aussi par la biocompatibilité et la pureté du matériau employé qui fonctionne tout d'abord comme une prothèse biologique, pour être remplacé progressivement par un tissu osseux. La mise en place des implants s'est déroulée sans complications, avec le contrôle d'une parfaite stabilité primaire de tous les implants. Un total de 34 implants a été placé et sélectionné parmi deux systèmes régulièrement utilisés dans notre service : implants Frialit-2 coniques (dentsply frialident ceramed, lakewood, CO) et implants Screw Vent coniques (Zimmer Dental, Carlsbad).

Évaluation radiographique : selon le plan de traitement admis en implantologie, un bilan long cône pour évaluer l'état parodontal et une radiographie panoramique pour avoir une approximation des structures anatomiques, sont réalisés en première intention.

Un scanner préchirurgical donne une mesure directe du défaut osseux, il sera complété par un scanner de contrôle du greffon qui sera également utilisé pour la mesure sur coupes axiales et coronales de la hauteur obtenue avant placement des implants. Enfin, une reconstruction scanner tridimensionnelle parachèvera les images bidimensionnelles pour une meilleure identification des structures osseuses.

À six mois, la densité du processus d'ossification intrasinusien donne une image satisfaisante ; autour des implants placés simultanément, aucune zone translucide n'est visible, signe d'une ostéo-intégration de l'implant. Dans quelques cas, le matériau de greffe non résorbé se différencie de la structure osseuse nouvellement formée ; sachant que, selon la taille de la lésion, le temps de résorption varie entre six mois et deux ans.

Discussion

Sur le dossier clinique du patient

La réglementation française par arrêté du 9/10/1995 a organisé la traçabilité des produits d'implantation [18] ; parmi les modalités comprenant les informations relatives au produit (numéro d'identification, organisme de conservation et destinataire), il y a obligation d'informer le receveur avec conservation des documents relatifs à l'information et à la traçabilité du produit.

Sur les techniques chirurgicales

La technique par abord crestal est surtout indiquée quand la hauteur osseuse résiduelle se situe entre 7 et 9 mm, elle a pour avantage de diminuer les étapes chirurgicales en autorisant la mise en place simultanée de l'implant, puisque avec 7 mm d'os résiduel, la stabilité primaire de l'implant est assurée et les suites opératoires sont simples.

Mais, l'utilisation des ostéotomes reste un travail à l'aveugle dépendant de la seule habileté du praticien à ne pas perforer la membrane et, par ce fait, entraîner une fuite du matériau de greffe. Le contrôle de la vascularisation du matériau greffé est difficile ; cette vascularisation provient uniquement des parois préparées par ostéotomies, et l'apport sanguin suffisant pour l'ostéo-intégration de l'implant doit également pourvoir un greffon situé en position apicale.

La voie latérale est plutôt réservée pour une hauteur osseuse résiduelle comprise entre 4 et 6 mm. En dessous de 4 mm, le sinus se développe aux dépens de la crête alvéolaire devenant un sinus de grand volume, et le greffon autogène reste l'indication de choix pour induire la formation osseuse. Entre 4 et 5 mm [19], la mise en place de l'implant dans le même temps que le comblement de

sinus, dépend de la qualité de l'os résiduel et sa capacité à assurer une stabilité primaire ; sur un os de type IV, il est conseillé de différer la pose des implants. En revanche, la scarification des parois sinusiennes ainsi que le lambeau mucopériosté appliqué contre le volet osseux pour refermer le site greffé, forme un complexe vasculaire qui garantit une vascularisation immédiate du greffon (Fig. 1)

Sur le matériau utilisé

Le maintien du volume est assuré, et la structure poreuse sert de trame à la migration cellulaire au sein de laquelle a lieu la différenciation cellulaire, pour aboutir à la formation des ostéoblastes et donc à une néoformation osseuse.

D'autres matériaux résorbables sont composés de bêta-tri-calcium-phosphate en procédé de fabrication. Ils ne sont

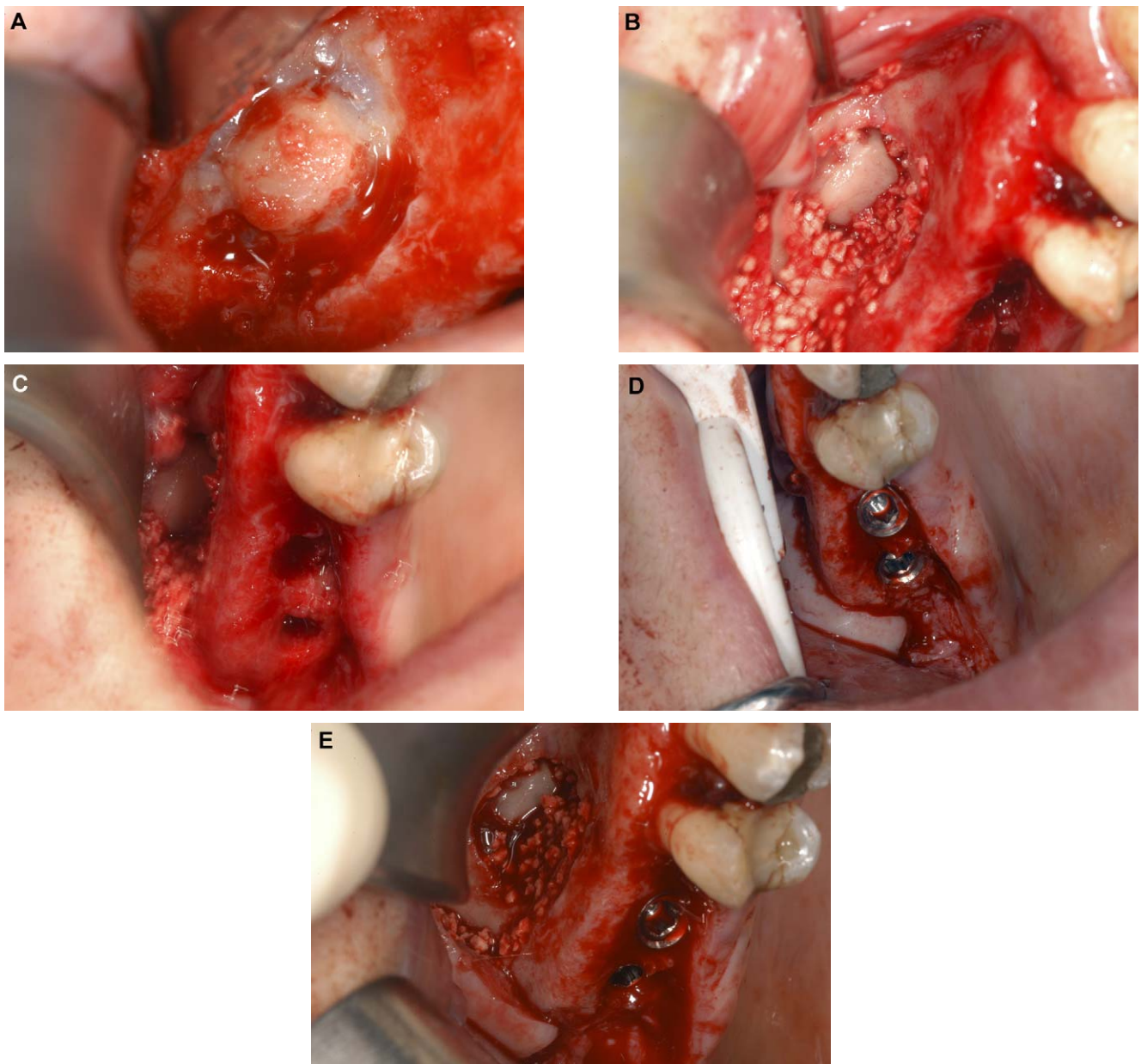


Figure 1 Comblement sinusien et mise en place simultanée de deux implants screw vent.

pas traités à aussi haute température et présentent donc une possibilité de dégradation de particules.

Conclusion

Les comblements sinusiens avec un matériau alloplastique utilisé dans les conditions précédemment énoncées, sont une des solutions pour parvenir à une régénération osseuse. Leur temps de résorption tardif contribue à assurer la stabilité de l'implant et les études publiées par Maiorana et al. [20], ne montrent aucune différence entre les implants placés dans un os existant, ou dans un os nouvellement formé après comblement avec un substitut alloplastique.

Références

- [1] Rangert B, Sullivan R. Biomechanical principals: prevention prosthetic overload induced by bending. *Nobelpharma news* 1993;3:4-5.
- [2] Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a five year analysis. *J Periodont* 1991;62:2.
- [3] Small SA, Zinner ID, Panno FV, Shapiro HJ. Augmentating the maxillary sinus for implants: report of 27 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:523-8.
- [4] Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613-6.
- [5] Small SA, Zinner ID, Panno FV, Shapiro HJ. Augmentating the maxillary sinus for implants: report of 27 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:523-8.
- [6] Summer RB. The osteotome technic part 3: less invasive method of elevating the sinus floor. *Compend Contin Educ Dent* 1994;15:698-708.
- [7] Deboise A, Seban A, Bourkhors A. Avantages des greffes osseuses autogènes avant le placement d'implants. *Clinic (Paris)* 2003;1:17-26.
- [8] Williamson RA. Rehabilitation of the resorbed maxilla and mandible using autogenous bone grafts and osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;4:476-88.
- [9] Veron CH, Chanavaz M, Ferri J, Donozan M, Hildebrand HF. Biomatériaux et biocompatibilité : panorama des matériaux actuels pour apport osseux en chirurgie maxillofaciale et implantologie orale. *Rev Stomatol Maxillofac* 1995;2:74-81.
- [10] Garg AK. In: *Grafting material in repair and restoration. Tissue engineering application in maxillofacial surgery and periodontics*. Quintessence books; 1999. p. 25-30.
- [11] Hirakata L, Kon M, Asaoka K. Evaluation of apatite ceramics containing alpha-tricalcium phosphate by immersion in simulated body fluid. *Biomed Eng (NY)* 2003;13:247-59.
- [12] Jensen OT. In: *The sinus bone graft*. Quintessence books; 1999. p. 52-67.
- [13] Berger G, Gummel J, Kohler S, Rettemeyer K. Replacement of bone by resorbable inorganic, non metallic materials. *Z Klin Med* 1988;43:1196-9.
- [14] Metsger DS, Duskell TD, Paulsrud JR. Tricalcium phosphat ceramic - a resorbable bone implant: review and current status. *J Am Dent Assoc* 1982;105:1035-8.
- [15] Tatum Jr. H. Maxillary and implant reconstructions. *Dent Clin North Al* 1986;30:207-29.
- [16] Sasoun AP, Legall MG. Implant site preparation with osteotomes : principles and clinical applications. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996;5:453-63.
- [17] Horowitz R. The use of osteotome for sinus augmentation at the time of implant placement. *Compend Contin Educ Dent* 1997;18:441-7.
- [18] Chavier C, Isidori M. Les biomatériaux en implantologie : risques, sécurité et réglementation. *Implant* 1998;3:171-84.
- [19] Jensen OT, Greer R. Immediate placement of osseointegrated implants into the maxillary sinus augmented with mineralized cancellous allograft and Gore Tex : second stage surgical and histological findings. In: Laney W, Toldman D, editors. *Tissue integration in oral orthopedic and maxillofacial reconstruction*. Quintessence; 1992. p. 321-33.
- [20] Maiorana C, Sigurta D, Mirandola A, Garlini G, Santoro F. Bone resorption around dental implants placed in grafted sinuses: clinical and radiologic follow up to four years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;2:261-6.



ELSEVIER

TECHNIQUE

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLAN/>

Le Concept FM-Clip[®] de SERF[®] : pour une approche prothétique simple et efficace des petits bridges implantoportés

The FM-Clip[®] on SERF[®] concept: a simple and efficient approach to small implant-supported bridges

P. Leclercq^a, J.-F. Martinez^b, A. Sarnelli^b, W. Truffer^b, D. Dohan^{c,*}

^a Private Practice, 45, rue de Courcelles, 75008 Paris, France

^b 45, rue de Courcelles, 75008 Paris, France

^c Hôpital Albert-Chenevier, 94000 Créteil, France

Disponible sur internet le 28 décembre 2005

MOTS CLÉS

Empreinte ;
Faux moignon
monobloc ;
Implant ;
Prothèse implantaire

Résumé Le système FM-Clip[®] (Faux-Moignon Clip) représente une évolution conceptuelle et technique importante de l'utilisation des faux moignons monoblocs en prothèse implantoportée. Développé pour la réalisation de bridges de courte et moyenne portée sur l'implant EVL[®] de SERF[®], ce système doit son efficacité à un protocole d'empreinte aisé et précis permettant la réalisation simplifiée des bridges implantaires provisoires et d'usage. Il contribue ainsi à l'amélioration des rapports entre un praticien implantologiste et ses confrères omnipraticiens : en effet, ces nouveaux faux-moignons permettent au praticien chirurgien de renvoyer les patients implantés à ses correspondants après validation esthétique et fonctionnelle des implants par la prothèse provisoire ; la réalisation de la prothèse d'usage devient alors très simple. Ainsi, l'efficacité du système FM-Clip[®] contribue tout particulièrement à la sérénité des exercices cliniques des praticiens implantologistes et de leurs correspondants omnipraticiens.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Implant;
Implant-supported
prosthesis;
Impression;
Monobloc post

Abstract The FM-Clip[®] system is a conceptual and technical evolution in the use of monobloc posts for implant-supported prostheses. This system has been developed for short and medium range implant-supported bridges on EVL[®] implants from SERF[®]; it is an easy to use and precise impression system for simplified production of temporary or final bridges. It then offers a new relationship between implantologists and general dental practitioners: with these new monobloc posts, the implantologist can easily validate the esthetic and functional integration of the implants with a temporary prosthesis; the general dental practitioner will then easily make the final prosthesis. The FM-Clip[®] system is thus particularly efficient during the transmission of patients.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant. Laboratoire de radiologie imagerie biophysique, faculté de chirurgie dentaire, université Paris-V, 1, rue Maurice-Arnoux, 92120 Montrouge, France.

Adresse e-mail : siopa@siopa.fr (D. Dohan).

Introduction

L'implantologie est et demeure avant tout une discipline dont la finalité est la prothèse. La pose des implants n'est qu'une étape du traitement implantaire, dont l'objectif final demeure toujours la réalisation et la pérennité d'une prothèse esthétique et fonctionnelle. La précision des empreintes est un élément déterminant pour la réussite de ces thérapeutiques : c'est elle qui déterminera une grande part des qualités de la prothèse implantoportée, tant au niveau de la passivité des armatures que pour le placement précis des vissages [1-3].

Cependant, le principal ennemi de cette précision demeure avant tout le nombre et la complexité des différentes étapes prothétiques. La recherche de nouveaux concepts et de simplifications des procédures cliniques est donc rapidement devenue une priorité absolue pour améliorer la qualité des traitements et rendre accessible ces techniques de prothèse à une majorité de praticiens [4-10].

Qu'il s'agisse de prothèse scellée sur faux moignons implantaires (monoblocs ou transvissés) ou de prothèse monobloc transvissée, les étapes prothétiques demeurent nombreuses et ardues. L'utilisation de faux moignons monoblocs usinés semble une opportunité intéressante pour faciliter nos protocoles. Cependant, cette technique se heurte malheureusement à un manque de précision au niveau de l'enregistrement de la zone de jonction entre l'implant et la gencive en raison de la difficulté de repositionnement rigoureux des faux moignons au sein de l'empreinte juste avant la coulée du modèle de travail. On se retrouve alors parfois à devoir mettre des fils de rétraction gingivale autour du faux moignon implantaire, ce qui est à la fois long, délicat et désagréable pour le patient.

De plus, ces faux moignons monoblocs usinés ne sont disponibles que dans une longueur importante permettant leur taille au laboratoire de prothèse afin de corriger certaines petites angulations implantaires malheureuses.

Enfin, ces faux moignons monoblocs ne présentant pas d'hexagone de blocage (puisqu'ils sont directement vissés dans l'implant), ils ne demeurent bloqués en position qu'à condition d'être solidarisés dans une poutre de bridge. Leur utilisation est donc le plus souvent limitée aux bridges de faible étendue.

Au final, ces moignons monoblocs sont donc assez délicats à utiliser même si d'un point de vue mécanique et biologique, ces faux moignons monoblocs demeurent intéressants [11,12]. Usinés en titane, leur biocompatibilité avec les tissus osseux et gingivaux péri-implantaires est remarquable, tout comme leur tolérance aux contraintes occlusa-

les. Les corrections d'axe, de hauteur ou même de forme des faux moignons monoblocs ne touchent que la partie la plus extérieure de la pièce, loin la zone transgingivale de collet usinée et lisse.

Ainsi, alors qu'ils représentent le concept prothétique le plus simple et le plus tolérant, ces faux moignons monoblocs demeurent sous-exploités en raison d'un manque de précision au cours des empreintes. Le problème est donc tout simple, mais sa solution nécessite de reprendre le concept des faux moignons monoblocs à son origine.

Le concept FM-Clip® de SERF®

Le système FM-Clip® (Faux Moignon-Clip) a été développé pour les implants EVL® de SERF®. Il représente une évolution conceptuelle dans l'utilisation des faux moignons monoblocs et permet de les rendre ainsi plus fiables en précision et plus faciles d'utilisation à l'aide d'étapes prothétiques simplifiées [13-16].

Pour cela, il propose de nouveaux faux moignons monoblocs droits (un court et un long), présentant une limite gingivale en épaulement droit à angle interne arrondi (Fig. 1). Cette nouvelle forme permet d'obtenir en toutes circonstances des limites



Figure 1 Le système FM-Clip® de SERF® se compose d'une nouvelle génération de faux moignons titanes monoblocs (livrés sur préhenseur manuel, à gauche) présentant une limite cervicale plus nette en épaulement droit à angle interne arrondi. Cette forme permet de leur clipper dessus des mini-porte-empreintes individuels FM-Clip® (Faux Moignon Clip, au centre). Le kit commercialisé contient également un capuchon de protection (à droite) permettant de laisser le moignon en bouche, connecté à son implant, le temps de la réalisation de la prothèse provisoire.

prothétiques nettes, tant pour les bridges provisoires en résine que pour les bridges d'usage [17]. On entre ainsi dans un nouveau mode de pensée où l'on cherche à utiliser ces pièces prothétiques directement telles qu'elles sont livrées, stériles et usinées. Ce concept clinique en un seul temps permet de réduire considérablement le risque de lésion de l'espace jonctionnel gingival péri-implantaire et de diminuer sa contamination par des substances parasites issus du travail au laboratoire sur le faux moignon. Cela implique cependant en contrepartie que les implants soient placés parallèles entre eux, dans le couloir prothétique. En fonction de la hauteur interarcade, on utilisera le moignon court ou le moignon long.

Ces nouveaux faux moignons monoblocs sont associés à de petits porte-empreintes à piston ajustés à leur anatomie (Fig. 2). Grâce à ces derniers, il devient possible de prendre des empreintes d'une grande précision et d'éliminer le problème du repositionnement du faux moignon dans l'empreinte : désormais, leur morphologie est parfaitement enregistrée de manière directe. On n'a ainsi plus besoin de déposer le faux moignon après l'empreinte, puisqu'il n'est plus nécessaire de le replacer dans l'empreinte au temps de la coulée du modèle de travail. Cela diminue d'autant le risque de contamination de cette pièce usinée lors des manipulations au laboratoire de prothèse, ainsi que les coûts de la réalisation de la prothèse puisqu'on n'a plus besoin d'analogues implantaires. Livrée dans le même emballage, la coiffe de protection (à usage unique) du moignon permettra de maintenir les tissus gingivaux autour de celui-ci pendant la fabrication de la prothèse.

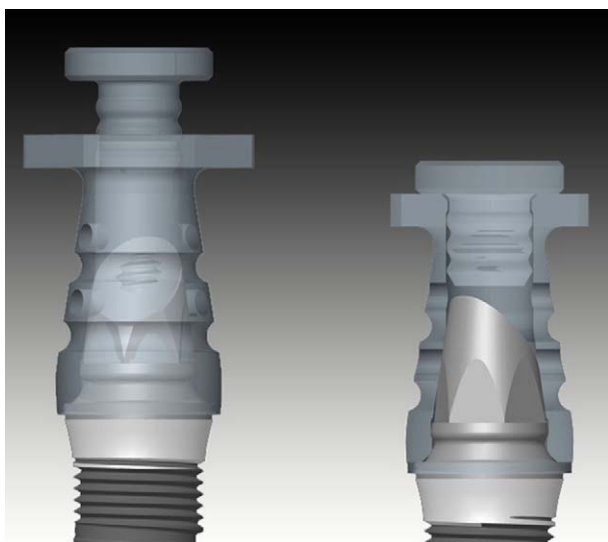


Figure 2 Les mini-porte-empreintes individuels FM-Clip® sont constitués de deux parties : un support d'empreinte perforé et un piston. Lorsque le piston amovible est enfoncé, les excès de matériau d'empreinte s'échappent par les événements latéraux.

Cependant, ce type de modèle de travail implique l'utilisation de matériau de coulée de grande qualité afin de parfaitement mouler les formes usinées du faux moignon et d'obtenir un modèle suffisamment solide pour réaliser en un seul temps la prothèse sus-jacente. Le modèle sera donc coulé en résine époxy (Exakto-Form®, Bredent®).

Enfin, l'épaulement droit à angle interne arrondi des nouveaux faux moignons monoblocs offre la possibilité de réaliser des prothèses provisoires ayant des limites de grande précision. Grâce à cela, le praticien implantologiste peut renvoyer à ses correspondants des patients parfaitement traités par bridges provisoires, ce qui permet un grand confort pour le patient et une grande sécurité pour le correspondant qui récupère alors un patient dont les implants auront été parfaitement validés mécaniquement et esthétiquement par une prothèse provisoire de qualité.

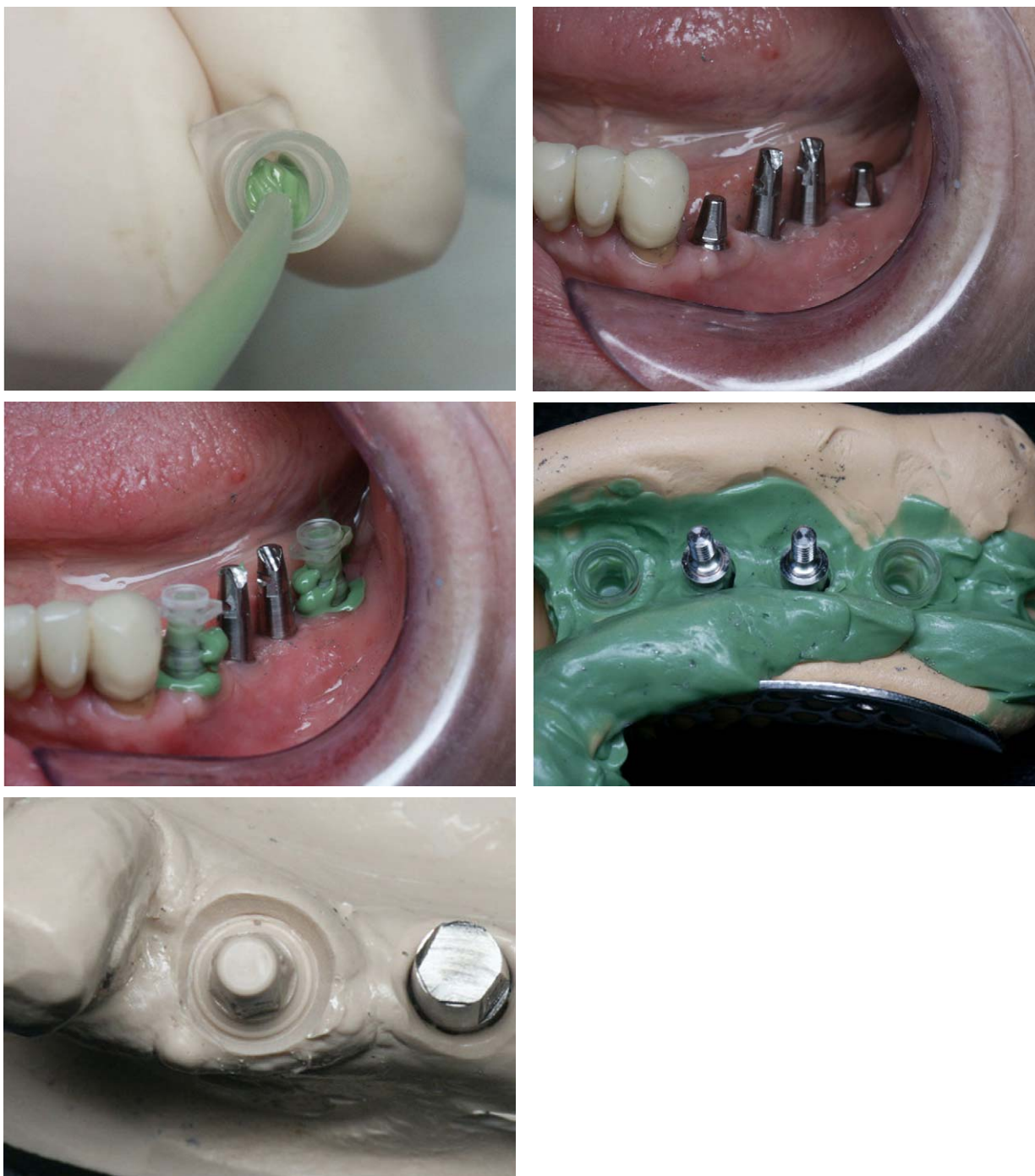
Applications cliniques

L'évolution conceptuelle entre le FM-Clip® et les systèmes antérieurs se trouve parfaitement illustrée par un cas clinique où les deux systèmes sont utilisés côte à côte au sein d'un même bridge.

Au moment de l'empreinte, les faux moignons monoblocs (ancienne ou nouvelle génération) sont bloqués à la clé dynamométrique de manière à être placés dans une position exactement semblable à leur position verrouillée définitive. Les monoblocs nouvelle génération sont alors l'un après l'autre recouverts de leur mini-porte-empreinte FM-Clip® préalablement rempli de silicone par addition light (Fig. 3). Une fois positionné, le petit piston du FM-Clip® est enfoncé, et le silicone light fuse par les événements latéraux du mini-porte-empreinte. Il faut alors rapidement recouvrir à leur tour les monoblocs ancienne génération de silicone light et prendre l'ensemble de l'empreinte à la silicone Putty (Figs. 4 et 5).

Lorsque l'on retire l'empreinte, on observe les limites parfaitement nettes des monoblocs FM-Clip®. Il faut alors démonter les deux faux moignons « ancienne génération » et les repositionner dans l'empreinte en veillant à ne pas les intervertir (Fig. 6). Des analogues leurs sont connectés, et l'empreinte sera coulée en résine époxy (Exakto-Form®, Bredent®) (Fig. 7). Les faux moignons FM-Clip® resteront quant à eux en bouche, recouverts par un petit capuchon-clip protecteur en plastique transparent.

Au laboratoire de prothèse, les deux systèmes ne nécessitent pas du tout le même traitement. Les empreintes des monoblocs FM-Clip® sont prêtes à



Figs. 3-7 Chaque mini-porte-empainte FM-Clip® est rempli de silicone light avant d'être positionné individuellement sur chaque faux moignon de nouvelle génération. Le piston est activé et le matériau d'empainte s'échappe par les événements latéraux du porte-empainte. La surempainte est alors prise sur l'ensemble de l'arcade mandibulaire.

L'empainte des monoblocs d'ancienne génération est prise en directe ; mais, dès que l'empainte est retirée, ces faux moignons sont repositionnés dans l'empainte et connectés à des analogues pour la coulée du modèle de travail. Au final, on constate aisément que l'empainte réalisée avec le FM-Clip® est extrêmement précise, tandis que le faux moignon monobloc d'ancienne génération est connecté sur le modèle de travail et entretient des rapports moins précis avec les tissus péri-implantaires.

supporter la réalisation de la prothèse : si une retouche a été nécessaire, elle a eu lieu en bouche, mais cela demeure rare. En revanche, les monoblocs ancienne génération nécessitent toujours une retouche importante en hauteur et, si nécessaire, en angulation (Fig. 8). De plus, ce sont

les faux moignons eux-mêmes qui servent de support de travail au prothésiste au cours de la réalisation des couronnes implantaire : le faux moignon est donc manipulé, exposé, fraisé, poli... Tout cela favorise sa contamination. À l'inverse, les faux moignons monoblocs FM-Clip® ne passent pas par le



Figure 8 Le modèle de travail associe les empreintes directes des nouveaux faux moignons monoblocs FM-Clip® et les deux monoblocs ancienne génération. Ces derniers ont été réduits et modifiés par le prothésiste et servent directement de support pour la réalisation de la prothèse provisoire.

laboratoire de prothèse et ne subissent donc pas de pollution de celui-ci.

Au final, les deux faux moignons « anciennes génération » sont décontaminés et stérilisés avant leur vissage puis blocage définitif à la clef dynamométrique. Une fois ces deux faux moignons mis en place et les capuchons protecteurs des moignons

FM-Clip® retirés, il ne reste plus qu'à poser une prothèse provisoire (Figs. 9-12) en résine pour validation fonctionnelle et esthétique de la prothèse sur implants (Figs. 13 et 14).

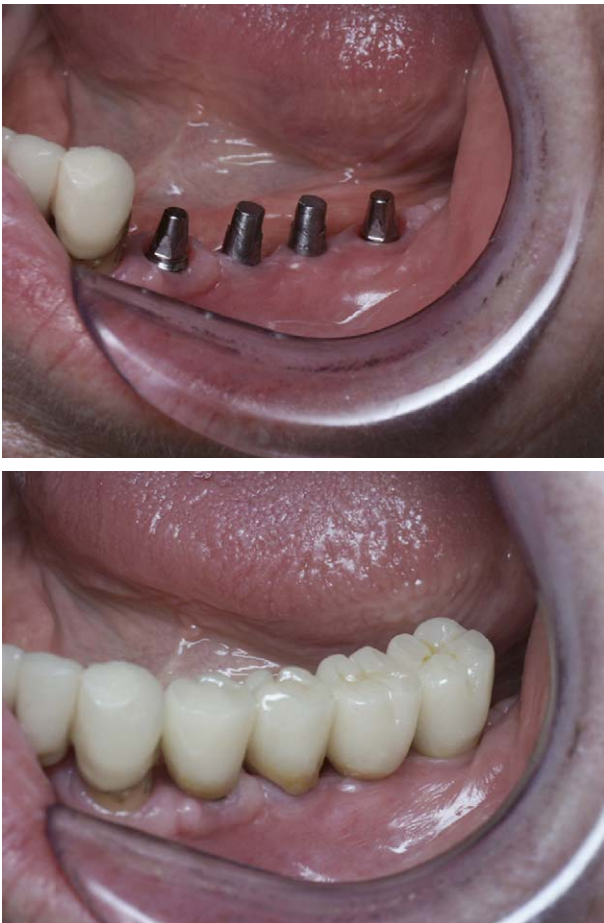
Discussion

Une technique économique et sécurisante

Le système FM-Clip® offre aux utilisateurs du système EVL® de SERF® une véritable alternative dans le schéma classique des procédures prothétiques implantaire, en permettant d'obtenir aisément et à moindre coût un modèle de travail d'une grande précision. Ce nouveau concept rend enfin l'utilisation des faux moignons monoblocs compétitive en termes qualitatifs vis-à-vis des deux grands autres systèmes prothétiques (prothèse transvissée ou prothèse scellée sur faux moignons transvissés) pour la réalisation de bridges de courte ou moyenne portée. Il améliore même la gestion des coûts de fabrication prothétique des systèmes monoblocs



Figs. 9-12 Un wax-up est monté sur un duplicata de notre empreinte. On obtient ainsi une clé guide pour la réalisation au laboratoire d'un bridge provisoire en résine. Si celui-ci présente des limites très nettes au niveau des moignons FM-Clip®, il devra cependant être refondé sur les deux faux moignons « ancienne génération ».



Figs. 13 et 14 Les deux faux moignons FM-Clip® n'ont pas été déposés ; les deux faux moignons « ancienne génération » ont été modifiés par le laboratoire, décontaminés, stérilisés et rebloqués sur leurs implants respectifs. La prothèse provisoire peut alors être scellée. Afin de ne plus manipuler les faux moignons « ancienne génération », la prothèse d'usage sera réalisée ultérieurement à partir d'une nouvelle empreinte (deux mini-porte-empreintes FM-Clip® associés à une empreinte classique sur les deux faux moignons intermédiaires) et sera un bridge conventionnel scellé.

précédents (puisqu'il n'y a même plus besoin d'analogues implantaires) : la quantité de matériel et le nombre d'étapes nécessaires pour la fabrica-

tion de la prothèse sont très faibles par rapport à tout autre protocole, ce qui rend ce système particulièrement compétitif et attrayant (Tableau 1).

Qualitativement, ce système bouleverse profondément certains de nos critères d'excellence. Moins d'étapes prothétiques signifie moins de stress pour le patient, moins de risque d'erreurs pour le praticien et surtout, cela implique un meilleur respect des matériels implantaires et des tissus péri-implantaires [18-20]. En effet, ce faux moignon est commercialisé stérile sur préhenseur manuel et lors de l'empreinte, il est bloqué directement sur l'implant à l'aide d'une clef CPCA. (Contre angle) ou CPM. (Manuel) puis à la clef dynamométrique. Puis l'empreinte est prise et les faux moignons restent en bouche sous leurs capuchons de protection. Au final, le blocage définitif du moignon a lieu dès le premier essai, ce qui permet de le préserver de toute contamination et d'éviter d'autant mieux d'approfondir artificiellement l'espace jonctionnel péri-implantaire, puisque celui-ci ne se formera et se stabilisera qu'une seule fois. Et si en théorie le moignon peut être retouché légèrement en bouche, cela demeure très rare en raison de son format et de ses indications associées.

Ainsi, avec ces protocoles simplifiés, l'utilisation des faux moignons monoblocs peut être considérée comme une option thérapeutique d'excellence en prothèse implantoportée, tant qualitativement que financièrement.

Vers de meilleurs rapports entre les praticiens implantologistes et leurs correspondants ?

L'utilisation du système FM-Clip® est à la fois simple, fiable et économique. Mais, comme tout nouveau processus prothétique, elle nécessite rigueur, information et compréhension à tous les niveaux de la chaîne de production de la prothèse. Cela implique que les praticiens et leurs prothésistes doivent

Tableau 1 Comparatif du matériel total nécessaire pour la réalisation d'un petit bridge de trois éléments sur trois implants entre trois systèmes prothétiques implantaires.

| Système FM-Clip® | Prothèse transvissée | Prothèse scellée sur faux moignons transvissés |
|---|---|--|
| <i>Matériel total nécessaire</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Trois moignons monoblocs. • Trois mini-porte-empreintes individuels FM-Clip® à usage unique. • Une résine de prothèse époxy de qualité supérieure. • Un bridge conventionnel à sceller avec une armature en métal semi-précieux. | <ul style="list-style-type: none"> • Trois transferts, si possible à usage unique. • Trois analogues à usage unique (car conservation du modèle normalement conseillée). • Trois chapes calcinables. • Un bridge transvissé avec une armature passive en métal semi-précieux. | <ul style="list-style-type: none"> • Trois transferts, si possible à usage unique. • Trois analogues à usage unique (car conservation du modèle normalement conseillée). • Trois faux moignons usinés ou réalisés à partir de pièces calcinables coulées en métal semi-précieux. • Un bridge conventionnel à sceller avec une armature en métal semi-précieux. |

tous deux respecter le cahier de charges de cette technique, que ce soit au niveau du choix du matériau de coulée de l'empreinte (tel que la résine époxy Exakto-Form®, Bredent®) que sur les critères de qualité prothétique, puisque c'est l'infrastructure métallique du bridge implantoporté qui empêche tout dévissage des faux moignons monoblocs.

Cependant, cette problématique prothésiste-praticien est grandement éludée par l'ampleur des simplifications dans les rapports entre l'implantologiste et ses correspondants. Le système FM-Clip® permet en effet au praticien implantologiste de renvoyer à ses correspondants des patients sous bridge provisoire résine permettant la validation esthétique et fonctionnelle à moindre coût des implants, tout en y joignant une empreinte prête à être réutilisée pour la réalisation des prothèses définitives. Cela représente une véritable révolution dans la problématique des relations, et parfois des responsabilités, entre un praticien spécialiste et son correspondant.

Pour l'implantologiste, ce protocole est sécurisant car il permet d'avoir la certitude que le prothésiste de son confrère correspondant travaillera sur un modèle correspondant au cahier des charges. Il ne reste alors plus qu'un simple bridge presque conventionnel à réaliser, et les risques d'erreurs du correspondant diminuent grandement.

Pour les correspondants, il devient possible de faire de la prothèse sur implants de qualité sans avoir à entrer dans la problématique ardue des prothèses transvissées, de leurs réalisations complexes et délicates, et de leurs redoutables dévissages. Avec un bridge sur faux moignons monoblocs, tout est verrouillé de manière définitive sous l'infrastructure métallique du bridge. Et le transfert d'un patient sous bridge provisoire permettant la validation fonctionnelle et esthétique des implants, c'est autant d'étapes cruciales et délicates en moins pour des omnipraticiens peu rompus aux techniques de prothèse implantaire.

Ainsi, le système FM-Clip® peut considérablement améliorer les rapports entre praticiens implantologistes et correspondants omnipraticiens.

Une technique à limiter aux bridges de faible étendue

Si le système FM-Clip® permet d'obtenir des empreintes d'une grande précision avec des contours implantaires d'une netteté impressionnante, son usage optimum demeure limité à un type bien particulier de réhabilitation implantoportée.

En premier lieu, les nouveaux faux moignons étant moins longs et moins larges que des faux moignons conventionnels, ils seront rarement re-

touchés en bouche. Il est donc difficile de récupérer avec eux une angulation implantaire trop prononcée et inadéquate, d'autant qu'ils n'existent qu'en faux moignon monobloc droit (et non angulé, pour des raisons évidentes de compatibilité avec leurs mini-porte-empreintes).

Le nouveau faux moignon peut certes, en cas de nécessité, être retaillé en bouche, mais ces retouches demeurent nécessairement très limitées, afin de ne pas faire disparaître le précieux hexagone de serrage qui permet le vissage à 35 N/cm² du faux moignon dans l'implant. L'utilisation de cette technique implique donc que les implants aient été posés à peu près parallèles entre eux et dans le couloir prothétique.

De plus, ce concept ne peut pas s'appliquer aux restaurations unitaires, car ces nouveaux faux moignons n'ont, comme leurs prédécesseurs, aucun hexagone de blocage (entre eux et l'implant). Le verrouillage en position du moignon monobloc n'est obtenu qu'à l'aide du bridge et du vissage initial à 35 N/cm². Le système FM-Clip® n'est également pas indiqué dans le cadre de bridges complets implantoportés : leur usage est très directif et il serait alors très compliqué de gérer le parallélisme de ces faux moignons usinés sur un nombre important de piliers.

Ainsi, malgré sa grande tolérance biologique et mécanique, le concept monobloc FM-Clip® demeure conseillé aux bridges de petites et moyennes étendues. Cependant, étant donné la fréquence de ce type d'édentement, ce nouveau concept prothétique permettra une grande simplification, dans les années à venir, des protocoles de prothèse implantoportée et facilitera les relations entre les praticiens chirurgiens et leurs correspondants.

Conclusion

Le système FM-Clip® de SERF® n'est pas un simple protocole amélioré de prise d'empreinte. C'est un concept plus large qui réinvente l'utilisation des faux-moignons monoblocs en prothèse implantoportée. Grâce à une précision d'empreinte très largement supérieure et une séquence simplifiée, ce système répond pleinement aux recherches actuelles de maîtrise des coûts humains et financiers par une fiabilité accrue des protocoles de fabrication prothétique et une simplification technique source de sécurité et d'économies.

Au final, le concept FM-Clip® offre simplicité de mise en œuvre, précision des contours et des formes, absence de contamination de l'environnement gingival par un moignon retouché au laboratoire de prothèse, le tout pour un coût de

production prothétique réduit. Et en rendant plus aisée la fabrication des bridges provisoires implantoportés, ce système bouleverse également l'idée que l'on peut avoir des relations entre les praticiens chirurgiens et leurs confrères correspondants réalisant la prothèse.

Références

- [1] Assif D, Marshak B, Schmidt A. Accuracy of implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11: 216-22.
- [2] Shiau JC, Chen LL, Wu CT. An accurate impression method for implant prosthesis fabrication. *J Prosthet Dent* 1994; 72:23-5.
- [3] Bartlett DW, Greenwood R, Howe L. The suitability of head-of-implant and conventional abutment impression techniques for implant-retained three unit bridges: an in vitro study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2002;10:163-6.
- [4] Assif D, Fenton A, Zarb G, Schmitt A. Comparative accuracy of implant impression procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:112-21.
- [5] Attard N, Barzilay I. A modified impression technique for accurate registration of peri-implant soft tissues. *J Can Dent Assoc* 2003;69:80-3.
- [6] Wee AG. Comparison of impression materials for direct multi-implant impressions. *J Prosthet Dent* 2000;83:323-31.
- [7] Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. An evaluation of impression techniques for multiple internal connection implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2004;92:470-6.
- [8] Phillips K, Goto Y. Alternative implant impression techniques. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23(174):170-2.
- [9] Paranhos KS, Oliveira R. An impression technique to accurately transfer soft tissue contours for implant-supported restorations: three case reports. *J Oral Implantol* 2001;27: 317-21.
- [10] Matsushita Y, Kihara M. A modified implant impression technique. *J Prosthet Dent* 2002;87:343-4.
- [11] Cehreli MC, Akca K, Iplikcioglu H. Force transmission of one- and two-piece morse-taper oral implants: a non-linear finite element analysis. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15:481-9.
- [12] Cehreli MC, Akca K, Iplikcioglu H, Sahin S. Dynamic fatigue resistance of implant-abutment junction in an internally notched morse-taper oral implant: influence of abutment design. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:459-65.
- [13] Ding TA, Woody RD, Higginbottom FL, Miller BH. Evaluation of the ITI Morse taper implant/abutment design with an internal modification. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18:865-72.
- [14] Mansour A, Ercoli C, Graser G, Tallents R, Moss M. Comparative evaluation of casting retention using the ITI solid abutment with six cements. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13:343-8.
- [15] Schneider RL. Fabricating custom provisional restorations for the ITI solid abutment system. *J Prosthet Dent* 2002;88: 105-7.
- [16] Kuo SB, Hong HH, Tsai TP, Shen YF. Developing an optimal emergence profile of the definitive restoration with a modified impression cap technique for ITI solid abutment. *J Prosthet Dent* 2002;88:646-8.
- [17] Gough M. A review of temporary crowns and bridges. *Dent Update* 1994;21:203-7.
- [18] Rompen E, Touati B, Van Dooren E. Factors influencing marginal tissue remodeling around implants. *Pract Proced Aesthet Dent* 2003;15:754-7 (759, 761).
- [19] Touati B, Guez G, Saadoun A. Aesthetic soft tissue integration and optimized emergence profile: provisionalization and customized impression coping. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999;11:305-14 (quiz 316).
- [20] Touati B. Biologically driven prosthetic options in implant dentistry. *Pract Proced Aesthet Dent* 2004;16:517-20.

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Les échecs en implantologie[☆]

Rejection in implantology

Disponible sur internet le 30 juin 2006

Évaluation quantitative de la réussite implantaire

Boioli L., Penaud J., Miller N., Missika P.
Implant. 7(4), 2001 ; 319-327.

A meta-analytic, quantitative assesment of osseointegration establishment and evolution of submerged and non submerged endosseous titanium oral implants

Boioli L., Penaud J., Miller N
Clin. Oral Impl. Res. 12, 2001; 579-588

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

- Deux méthodes de placement d'implants en implantologie buccale : enfouis S/non enfouis NS.
- Mais : la normalisation des résultats publiés est impossible.
L'évaluation quantitative de leur influence sur l'ostéointégration n'est pas directement possible.
- Solution : processus d'analyse *méta* des résultats de la littérature
 - Critères de sélection
 - Méthode statistique adéquate
 - Tableaux de survie (échantillons cumulés) :
 - échec précoce (avant la charge) ;
 - taux de survie des implants.
- Résultats :
 - importance de la qualité de la pose. Ostéointégration optimale dans le temps ;
 - S-NS répondent aux exigences de survie actuelles ;
 - mais comportement différent avec le temps (cf. graphique ci-dessous) ;
 - ostéointégration initiale: NS > S ;
 - perte d'ostéointégration : sur une plus longue durée pour NS.

⇒ Les caractéristiques des modèles d'implant (type de surface) sont plus importantes que le mode de placement.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Lignes directrices pour une évaluation rigoureuse et efficace (structure et conduite des études) :

- dispersion des résultats, variable temps et historique des implants :
 - méthode de la table de réussite (Tableaux 1 et 2). Les données feraient partie de MATRICES ;
 - possibilité d'inclure les causes des échecs. (Ajout d'une autre colonne à la matrice) ;
 - publication généralisée des matrices = pleine signification quantitative des résultats et compatibilité (pour des échantillons élargis) ;
 - application facile (dates de suivi des implants connues) ;
- définition de la réussite (ou de l'échec) :
 - source de différences d'interprétation entre chercheurs or base d'évaluation du nombre d'échecs ;
 - catégorie de critères (succès ou survie) retenue en fonction des objectifs de l'étude. (mais nécessité d'une définition uniforme) ;
- paramètres et spécificité des corrélations :
 - saisie des données, organisation de leur traitement et présentation des résultats ;
 - sous-échantillons cohérents = à implants similaires pour toutes leurs caractéristiques. (Tableau 3) ;

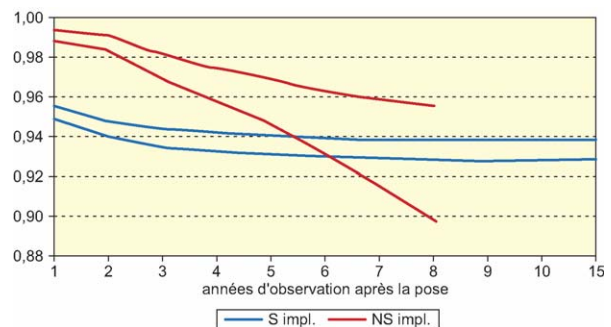


Fig. 1.

[☆] Sous la responsabilité du Pr Christian Chavrier et du Dr Michel Perriat, DU de chirurgie et prothèse implantaires, faculté d'odontologie de Lyon, rue Guillaume-Paradin, 69372 Lyon cedex 08, France. Tél. : +33 4 78 77 86 84 ; fax : +33 4 78 77 86 96.

Adresse e-mail : c.chavrier@wanadoo.fr (C. Chavrier).

OBSERVATIONS DES IMPLANTS

Tableau 1 Calendrier des observations.

| ÉVÉNEMENT OBSERVÉ | DATE D'OBSERVATION |
|----------------------------------|--------------------|
| Pose | d_1 |
| Mise en charge | d_2 |
| Contrôle : un an après d_1 | d_3 |
| Contrôle : deux ans après d_1 | d_4 |
| Contrôle : trois ans après d_1 | d_5 |
| Etc. | --- |

NB : chaque couple de dates adjacentes délimite une période temporelle pt_i ($pt_i = d_i + 1 - d_i$).

Tableau 2 Résultats d'observation.

| NOMBRE D'IMPLANTS (à reporter dans la matrice pour chaque période pt_i) | CATÉGORIE DE CLASSEMENT DE L'IMPLANT | DATE D'OBSERVATION |
|--|---|---|
| n_i | Réussite | d_i (début de pt_i) |
| f_i | Échec (<i>failure</i>) | Entre d_i et d_{i+1} (pendant pt_i) |
| lw_i | Non contrôlés (<i>lost or withdrawn</i>) | d_{i+1} (fin de pt_i) |

NB : les implants classifiés comme « réussite » à la date d_{i+1} (qui marque aussi le début de la période pt_{i+1}) seront reportés comme n_{i+1} , pour pt_{i+1} ; avec $n_{i+1} = n_i - f_i - lw_i$.

Tableau 3 Classification des implants suivant le cas clinique traité.

| PARAMÈTRES | CARACTÉRISTIQUES |
|---|---|
| anamnèse du patient, examens clinique et complémentaire | âge, sexe, pathologies, habitudes nocives, irradiation, hygiène, type d'occlusion, médicaments |
| site implantaire : localisation quantité d'os qualité d'os | identification par le numéro de la dent ou au minimum : arcade, incisive, canine, prémolaire, molaire selon Lekholm et Zarb (-) selon Lekholm et Zarb (-) |
| type d'implant : conception matériau surface | vissé, impacté, lame, etc. titane, alliage de titane, oxyde de zircon, etc. usinée, rugueuse, etc. |
| dimensions de l'implant : axiale radiale | longueur diamètre |
| traitement préimplantaire | * |
| accompagnement pharmacologique | * |
| caractéristiques particulières de chirurgie implantaire | * |
| type de prothèse | adjointe supra-implantaire, scellée, vissée |
| observations au cours du suivi de l'implant en charge | * |

* caractéristiques pertinentes et univoques, répertoriées par le chercheur (où nécessaire, aux dates prévues dans les tableaux I et II).

En résumé : évaluation de la réussite implantaire : qualitatif → quantitatif.

- les caractéristiques permettant de classer chaque implant doivent être univoques ;
- la matrice de réussite doit être appliquée pour *chaque* sous-échantillon.

Organisation des études cliniques longitudinales devrait désormais se faire selon certaines lignes directrices :

- conception des études cliniques longitudinales :
 - définition de la réussite implantaire : survie de l'implant ;
 - choix normalisé de la définition de réussite ;

- classification des implants selon des groupes de paramètres indépendants (Tableau 3) ;
- suivi individuel de chaque implant ;
- échantillons d'implants cohérents = implants similaires.
- méthodologie de traitement des données :
 - méthode de la table de réussite (Tableaux 1 et 2) ;
 - matrices de réussite pour chacun des échantillons.

Analysés par Julie Bemer, Julie Ducasse

Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: a prospective 5-year multicenter study

Lekholm U. et al.

Int. J. Oral Maxillofac. Implants 1994 : 9 (6) : 627-635.

Survival of the Brånemark implant in partially-edentulous : a 10-year prospective multicenter study

Lekholm U, Gunne J, Henri P, Higuchi K, Linden U, Bergstrom C, Van Steeberghe D.

Int. J. of Oral Maxillofac. Implants 1999:14 (5):639-645.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cette étude prospective multicentrique a suivi sur cinq et dix ans de charge fonctionnelle, le taux de succès des implants Brånemark et la stabilité des prothèses dans le traitement des édentements partiels. Neuf équipes de cliniciens ont posé, selon le protocole standard, 558 implants chez 159 patients (92 femmes, 67 hommes) âgés de 17 à 70 ans. À cinq ans, une évaluation de *chaque* implant est réalisée après dépose des prothèses (prothèses non démontées à dix ans). L'échec implantaire est défini par l'existence d'une mobilité clinique de l'implant, d'une douleur, de la présence de tissus mous ne pouvant être éliminé par curetage, d'un problème mécanique affectant le pilier, d'une perte de l'os périphérique supérieure ou égale au tiers de l'implant sur toute la durée du suivi. Le taux de succès à cinq ans est de 93,3 %. L'absence de dépose des prothèses à dix ans ne permet d'évaluer qu'un taux de survie qui est de 92,6 %. La majeure partie des échecs survient pendant la phase d'ostéointégration et les deux premières années de mise en charge. Il n'existe aucune relation entre échec et âge, sexe ou secteur d'arcade. La corrélation est évidente entre échec et longueur d'implant, elle est possible entre échec et diamètre implantaire. Les échecs sont significativement plus importants pour les prothèses portées par deux implants plutôt que trois ou plus. Ils sont plus nombreux au maxillaire particulièrement dans l'os de type IV. La stabilité est évaluée par application d'un torque modéré sur les piliers, un mouvement de va et vient et un tapotement d'arrière en avant. À dix ans, elle est de 94,3 % (identique au maxillaire et à la mandibule).

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Ces résultats sont identiques à ceux observés dans les traitements d'édentements complets. Le fonctionnement des ATM est inchangé chez 54 % des patients, amélioré chez 27 %, dégradé chez 19 % en particulier chez un sujet atteint d'arthrite généralisée. Les indices parodontaux stables, révèlent l'efficacité de l'hygiène autour des dents et des implants sans différence entre les deux. La perte osseuse après dix ans est inférieure à 1 mm.

CE QUE NOUS EN PENSONS

L'intérêt de cette étude est d'avoir été la première étude prospective sur dix ans, validant les résultats suggérés par des équipes individuelles et/ou par un petit nombre de patients suivis sur de courts laps de temps. S'attachant à évaluer les implants individuellement après dépose des prothèses, c'est bien réellement le taux de succès qui est ici renseigné.

Analysé par Damien Sauvezie

Histopathologic observations on early oral implant failures

Esposito M., Thomsen P., Ericson E., Lekholm U.
Int. J. Oral Maxillofac. Implants : 1999 ; 14 : 798-810.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

En implantologie les échecs peuvent être classés en fonction du temps de la pose de la prothèse : échecs précoces et tardifs lorsqu'ils surviennent respectivement soit avant ou après la phase prothétique.

Le sujet de l'article est l'analyse morphologique des tissus entourant 20 implants déposés.

Les auteurs ont étudié les signes cliniques, radiographiques, et histomorphologiques afin d'établir les étiologies des échecs précoces.

Vingt implants (17 patients) de type Brånemark, de différentes longueurs ont été déposés. La majorité des échecs concerne (14 implants) les maxillaires totalement édentés.

Les échecs ont été chronologiquement divisés avant (groupe 1, présence d'infection), lors (groupe 2, asymptomatique), et après (groupe 3, présence d'infection) la connexion des piliers prothétiques.

Les *signes cliniques* varient de l'ostéomyélite à la situation asymptomatique, mais le plus souvent en présence de mobilité de l'implant.

Quatre implants présentent une infection accompagnée de douleur, inflammation, fistule avant ou après la connexion des piliers. La mobilité associée à la douleur est observée sur 16 implants lors de la connexion prothétique.

Les *signes radiographiques* (en présence d'infection) montrent une zone de résorption osseuse autour des spires de l'implant.

L'*analyse histomorphologique péri-implantaire* présente une prolifération de cellules épithéliales en contact direct de la surface implantaire.

L'observation histopathologique des implants déposés mettent en évidence :

- dans le groupe 1, quelques fragments osseux en contact direct avec la surface implantaire ;
- dans le groupe 2, une encapsulation fibreuse et la présence de macrophages et de fibroblastes ;
- dans le groupe 3, de l'os non minéralisé en contact direct avec la surface en titane et l'os néoformé est faiblement minéralisé.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Sur les signes cliniques

La mobilité observée lors de la connexion du pilier signe l'absence de l'ostéointégration osseuse.

La sensation de douleur souvent associée à la mobilité, entraîne l'échec précoce de l'implant.

Une technique chirurgicale traumatique peut être responsable de la perte de l'implant.

Sur les signes radiographiques

Les signes radiographiques peuvent être contradictoires, car parfois même en présence d'une situation clinique asymptomatique le constat d'échec précoce est observé.

Sur les signes histomorphologiques

Un état infectieux entraîne la prolifération de cellules épithéliales à l'interface de l'implant, induite par des toxines bactériennes dérivant des lipopolysaccharides.

Des zones de formation osseuses détachées de l'interface os-implant montrent la rupture du tissu osseux néoformé responsable d'une mauvaise cicatrisation osseuse.

CE QUE NOUS EN PENSONS

La mobilité de l'implant avec ou sans douleur entraîne son échec précoce.

Au travers de l'analyse des signes cliniques, radiographiques et histopathologiques, trois étologies principalement responsables dans l'échec

précoce de l'implant ont pu être déterminées par les auteurs :

- un état infectieux ;
- une défaillance du potentiel de cicatrisation de l'hôte, pouvant provenir :
 - d'un échauffement et une compression osseuses ;
 - une mauvaise vascularisation osseuse ;
 - des micromouvements à l'interface os-implant ;
- une rupture de la surface de contact os-implant nuisible au processus d'ostéointégration osseuse.

Analysé par Nicole Gabain

Étude rétrospective des facteurs favorisant les échecs des implants pluraux au maxillaire

A retrospective analysis of factors associated with multiple implant failures in maxillae

Anders Ekfeld, Ulf Christiansson, Torbjörn Eriksson, Ulf Linden, Sture Lundqvist, Torgil Rundcrantz, Lars-Åke Johansson, Krister Nilner, Camilla Billström
Clin. oral Implant res. 2001 ;12 :462-467.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

Cette étude rétrospective a été planifiée pour étudier les facteurs influençant les échecs implantaires. Six cliniques de prothèse en Suède ont participé à cette étude apportant un total de 54 patients traités entre janvier 1988 et décembre 1996. Tous ces patients étaient édentés supérieurs et ont reçu soit une prothèse fixe soit une prothèse amovible fixée à au moins quatre implants *ad modum* Brånemark®. La moitié des patients étaient du groupe d'étude et un critère d'inclusion pour ce groupe était qu'ils avaient perdu au moins la moitié de leurs implants. Afin de diminuer les données biaisées, les patients du groupe témoin étaient comparables à ceux du groupe d'étude c'est-à-dire qu'ils étaient sélectionnés pour que les deux groupes soient aussi semblables que possible. Les résultats de cette étude ont indiqué que le groupe témoin avait un meilleur support osseux initial que le groupe test. De plus, les patients du groupe test souffraient de pathologies qui pouvaient induire l'échec implantaire comme le bruxisme, des problèmes personnels, la dépression ainsi que l'abus de cigarettes, d'alcool et/ou de narcotiques. Sur le questionnaire clinique, les cliniciens ont dû donner leur opinion sur la cause de l'échec implantaire.

Les réponses pouvaient facilement être groupées en cinq catégories différentes et cette expérience peut donc être utile pour améliorer la sélection des patients. Cette étude suggère qu'il y a certains facteurs d'importance à considérer pour prévenir les phénomènes d'échecs implantaires de masse comme l'absence du support osseux, le tabagisme important et le bruxisme.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

De nombreuses études, prospectives ou rétrospectives montrent que les prothèses implantoportées de grande étendue au maxillaire ont un fort taux de succès. Cependant, il persiste aussi des cas d'échec et c'est ce qu'ont voulu étudier les auteurs dans cet article. La comparaison entre deux groupes d'individus presque semblables (âge, sexe, type de prothèse supra-implantaire, nombre d'implants, recul clinique...) a permis de mettre en évidence les facteurs qui prédisposent à l'échec implantaire, puisque dans le groupe d'étude les patients ont perdu au moins la moitié de leurs implants alors que dans le groupe témoin, il n'y a eu aucun échec.

Il ressort de cette étude que l'on observe plus de pertes tardives des implants que de pertes précoces (60-40 %) et cela est en accord avec les études d'Esposito et al. 1998.

Chaque clinicien a établi un rapport permettant de connaître, selon lui, la raison pour laquelle les implants ont été perdus. Cela a conduit les auteurs à classer les patients en cinq catégories différentes. Le plus grand nombre d'implants perdus est retrouvé chez les patients qui souffraient d'un manque de volume osseux ou d'un os de mauvaise qualité. Le deuxième taux d'échec constaté ensuite est dû au tabagisme avec la perte de 31 implants chez sept patients. Suivent ensuite les parafunctions telles que le bruxisme, puis les problèmes psychologiques et enfin l'influence de pathologies plus générales.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Cette étude, judicieusement menée, nous permet de confirmer les différentes études que l'on peut retrouver dans la littérature (Esposito et al., 1998 ; Balshi et al., 1997) ainsi que les conclusions de la revue de presse réalisée en mars 2003 dans le cadre du Diplôme universitaire d'implantologie de Lyon qui avait pour thème « la sélection des patients pour la pose d'implants dentaires ».

En effet, nous avons déjà pu voir que les pathologies systémiques, les parafunctions, les problèmes psychologiques ainsi que le tabagisme augmentaient considérablement le taux d'échec en implantologie orale.

La présente étude confirme que la sélection du patient est primordiale en implantologie. Si un patient souffre d'un manque osseux, il faut soit l'écarter de la thérapeutique implantaire soit recourir à une greffe d'augmentation du volume osseux. Les parafunctions doivent être éliminées et si cela n'est pas possible, il faudra soit écarter le patient soit le suivre avec une fréquence et une attention toute particulière. En ce qui concerne les pathologies systémiques ainsi que les troubles psychologiques, la communication avec le médecin traitant est de rigueur.

CONCLUSION

Une analyse parfaite de l'état général et local du patient doit être menée avant tout plan de traitement implantaire afin de détecter d'éventuelles contre-indications à l'implantologie.

Analysé par Jean-Baptiste Rebouillat

Implants fractures : analyse de la fréquence et des facteurs associés (étude rétrospective)

Analysis of incidence and associated factors with fractured implants : a retrospective study

Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK
Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 2000 ; 15 : 662-667.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Une des complications à long terme de la prothèse implantoportée est la fracture de l'implant.

Le but de cette étude est de déterminer la fréquence des implants fracturés dans les arcades partiellement et complètement édentées et de connaître quels sont les facteurs qui prédisposent l'implant à un plus grand risque de fracture. Une évaluation rétrospective a été faite pour déterminer les facteurs communs aux implants fracturés à partir d'un large éventail d'implants placés et restaurés dans un même service institutionnel.

Matériels et méthodes

L'étude a été réalisée dans le service de spécialités dentaires de la clinique de Mayo.

Les données suivantes ont été analysées :

- le nombre d'implants posés au maxillaire ;
- le nombre d'implants posés à la mandibule ;
- le nombre d'implants posés dans une arcade complètement édentée ;
- le nombre d'implants posés dans une arcade partiellement édentée ;

- le nombre des différents diamètres d'implants utilisés ;
- et enfin, le nombre d'implants fracturés pour chacune des données précédentes.

De la même façon, sont analysés :

- la localisation des implants fracturés ;
- leur dimension ;
- la date de la fracture ;
- la date d'une complication précédant la fracture ;
- la date de la pose de l'implant ;
- la date de la mise en fonction prothétique.

Les radiographies, photographies cliniques et modèles en plâtre sont évalués pour confirmer la localisation de l'implant fracturé, la présence ou pas de cantilevers dans la prothèse, le matériau occlusal utilisé, et le nombre de dents remplacées par la prothèse.

Ainsi, ces données récoltées, plusieurs éléments ont pu être mis en évidence :

- durée de vie de la prothèse avant la fracture implantaire ;
- nombre de complications avant la fracture et délai entre les deux phénomènes ;
- pourcentage d'implants fracturés dans une arcade partiellement édentée ou totalement édentée ;
- pourcentage d'implants fracturés au maxillaire et à la mandibule ;
- présence ou absence de cantilevers ;
- table occlusale de largeur excessive.

Tous ces éléments sont regroupés dans cinq tableaux :

- Tableau 1 : distribution au maxillaire des implants par type, diamètre et longueur ;
- Tableau 2 : distribution à la mandibule des implants par type, diamètre et longueur ;
- Tableau 3 : caractéristiques des implants fracturés dans les restaurations d'édentement complet ;
- Tableau 4 : caractéristiques des implants fracturés (implants multiples) dans les restaurations d'édentement partiel ;
- Tableau 5 : caractéristiques des implants fracturés (implant unitaire) dans les restaurations d'édentement partiel.

Résultats

Quatre mille neuf cent trente-sept implants Branemark posés et mis en fonction entre octobre 1983 et janvier 1998 ont été analysés, répartis en 1719 implants au maxillaire et 3218 à la mandibule.

La majorité des implants (3704) a été utilisée dans des arcades totalement édentées contre 1233 dans des arcades partiellement édentées.

- Maxillaire-mandibule : résultats identiques, 0,6 % d'implants fracturés dans les deux cas.
- Arcade complètement édentée inférieure à arcade partiellement édentée (0,2 < 1,5 %).

Il est à noter que le matériau occlusal utilisé est de la résine acrylique pour les édentés totaux alors que pour l'édentement partiel ou unitaire du métal ou de la céramique sont utilisés.

- Sexe indifférent : fracture implantaire observée chez 18 patients dont neuf femmes et neuf hommes.
- Diamètre de l'implant : toutes les fractures ont été observées sur des implants vissés de 3,75 mm de diamètre (en titane grade 1 commercialement pur).
- Pour l'édentement partiel, la présence d'un cantilever est observée dans neuf cas de fracture sur 13 constatées.
- La perte de la vis a été observée dans la majorité des cas précédemment à la fracture de l'implant. Elle peut être la cause d'une structure prothétique inadaptée, des forces occlusales excessives, des composants prothétiques au design mal adapté, des effets de leviers défavorables, ou des parafonctions.

Dans toutes ces situations, la perte osseuse est un facteur étiologique de la fracture. Ainsi, dès qu'un défaut osseux est observé sur un implant, il faut diminuer les forces occlusales qui s'exercent sur le composant prothétique en regard.

- L'implant unitaire : les fractures ont toutes été observées sur des implants en position molaire, ce qui constitue donc un facteur de risque que l'on peut diminuer par un implant de large diamètre ou l'utilisation de deux implants.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Cette analyse s'appuie sur une étude rétrospective portant sur un nombre significatif d'implants (4937), tous réalisés au sein du même institut, ce qui est un point fort.

L'analyse est faite sur des implants Branemark posés entre 1983 et 1998, soit 15 ans d'intervalle pendant lesquels les implants ont évolué, tout comme les techniques chirurgicales et prothétiques : ce qui est un point faible de l'étude.

Mise à part cette remarque, les cinq tableaux sont clairs et détaillés, et permettent de dégager des conclusions qui peuvent nous aider à réduire le risque de fracture des implants déjà en fonction et ceux à venir, certainement très nombreux !

D'autres études devront essayer d'établir plus précisément quel est le rôle exact et la progression des facteurs associés à la fracture.

CE QUE NOUS EN PENSONS

Il n'y a pas plus d'implants fracturés à la mandibule qu'au maxillaire (0,6 %).

Il y a plus de cas de fracture dans les restaurations d'édentement partiel (1,5 %) que celles des édentements complets (0,2 %).

Toutes les fractures d'implants unitaires se situent dans le secteur molaire.

Toutes les fractures sont observées pour des implants vissés en titane commercialement pur de 3,75 mm de diamètre.

La perte de la vis de pilier ou de la vis prothétique précède la fracture implantaire dans la majorité des cas.

Les cantilevers augmentent de façon importante le risque de fracture.

Pour diminuer les risques, la maintenance et un contrôle clinique et radiologique régulier sont essentiels, au même titre qu'une analyse préimplantaire bien réfléchie

Une des complications à long terme de la prothèse implantoportée est la fracture de l'implant.

Le but de cette étude est de déterminer la fréquence des implants fracturés dans les arcades partiellement et complètement édentées et de connaître quels sont les facteurs qui prédisposent l'implant à un plus grand risque de fracture. Une évaluation rétrospective a été faite pour déterminer les facteurs communs aux implants fracturés à partir d'un large éventail d'implants (4937 implants Branemark) placés et restaurés dans un même service institutionnel (Clinique de Mayo, USA), entre octobre 1983 et janvier 1998.

RÉSULTATS

- Il n'y a pas plus d'implants fracturés à la mandibule qu'au maxillaire (0,6 %).
- Il y a plus de cas de fracture dans les restaurations d'édentement partiel (1,5 %) que celles des édentements complets (0,2 %).
- Toutes les fractures d'implants unitaires se situent dans le secteur molaire.
- Toutes les fractures sont observées pour des implants vissés en titane commercialement pur de 3,75 mm de diamètre.
- La perte de la vis a été observée dans la majorité des cas précédemment à la fracture de l'implant. Elle peut être la cause d'une structure prothétique inadaptée, des forces occlusales excessives, des composants prothétiques au design mal adapté, des effets de leviers défavorables, ou des parafunctions.

Dans toutes ces situations, la perte osseuse est un facteur étiologique de la fracture. Ainsi, dès qu'un défaut osseux est observé sur un implant, il

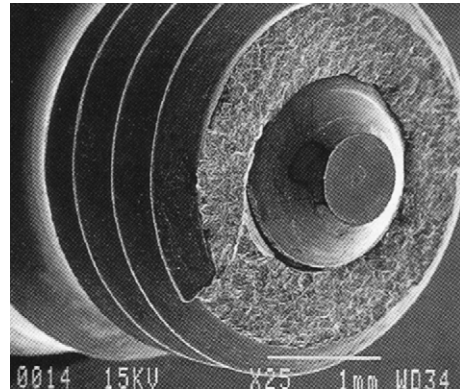


Fig. 2.

faut diminuer les forces occlusales qui s'exercent sur le composant prothétique en regard.

- Les cantilevers augmentent de façon importante le risque de fracture.
- Pour diminuer les risques, la maintenance et un contrôle clinique et radiologique régulier sont essentiels, au même titre qu'une analyse préimplantaire bien réfléchie.

Balshi, 1999

Analysé par Stéphane Albaret

La péri-implantite existe-t-elle ?

1^{re} partie : diagnostic différentiel péri-implantite-parodontite

La péri-implantite existe-t-elle ?

Assemat-Tessandier X., Detienville R.
Implant : Vol.1, n° 3 : 1995 : 196-2030.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

La question de l'existence de la péri-implantite est issue de la conception initiale de l'ostéointégration. En effet, d'après Branemark, dans son ouvrage de 1985, la perte de support péri-implantaire est due soit, aux conséquences tardives d'une mauvaise manipulation tissulaire, soit à une concentration des forces traumatiques liées à une prothèse inadéquate.

En outre, Zarb en 1991, abonde dans ce sens en affirmant « qu'en absence de ligament parodontal, il n'y a pas de maladie parodontale ».

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Cependant, certains tableaux cliniques d'inflammation gingivale péri-implantaire, associés à des phénomènes de saignement au sondage, de suppuration et d'images radiologiques de lésions infraosseuses nous incitent à établir un parallèle avec les parodontites.

Définitions (premier symposium européen de parodontologie, Ittingen, 1993)

La mucosite péri-implantaire

Elle est une réaction inflammatoire des tissus mous entourant un implant en fonction.

La péri-implantite

Elle est un processus inflammatoire affectant les tissus autour d'un implant en fonction aboutissant à la perte d'os péri-implantaire.

Prévalence de la péri-implantite

- Selon Esposito en 1998 et Mombelli et Lang en 1998, les péri-implantites sont retrouvées sur 2 à 10 % de la totalité des implants en fonction.
- Pour Weyant et Burt, en 1993, on les retrouve dans 4 % des cas avec des facteurs favorisant tels que la plaque bactérienne, le tabac et des facteurs locaux.
- La prévalence des péri-implantites (9 %) semble supérieure à celle des parodontites (4 %) sur dents chez un même patient (Bräger, 2001).
- Enfin, elles semblent plus fréquentes chez les patients présentant une parodontite (8 %), que chez les patients sans parodontites (3,3 %) (Hardt, 2002).

CE QUE NOUS EN PENSONS

Ces données indiquent que la péri-implantite serait un phénomène bactérien et que les implants seraient moins bien protégés face à l'agression bactérienne que les dents.

Les travaux de Lindhe en 1992 confirment cette hypothèse en créant des parodontites et péri-implantites expérimentales chez le chien.

Il retrouve les mêmes bactéries anaérobies Gram- (Leonhardt et al., 1992) au niveau des dents et des implants et met en évidence le fait que, alors que les lésions sont limitées aux tissus conjonctifs autour des dents, on retrouve des lésions infraosseuses au niveau des implants.

Les tissus péri-implantaires sont moins bien organisés pour répondre aux lésions progressives dues à la plaque bactérienne que les tissus péri-dentaires.

Diagnostic de la péri-implantite

On retrouve la présence de plaque bactérienne, une inflammation gingivale, éventuellement un saignement au sondage et une suppuration. De plus, l'image radiologique montre une alvéolyse

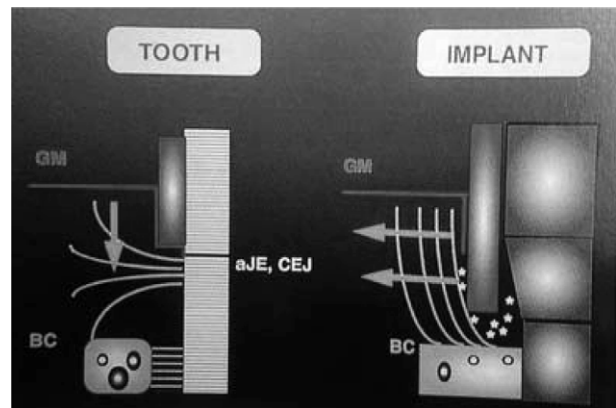


Fig. 3.

angulaire. Ces phénomènes sont non douloureux et d'évolution rapide.

La profondeur de sondage n'est pas un élément suffisant car l'attache péri-implantaire est différente de l'attache péri-dentaire et la profondeur de sondage y est systématiquement supérieure.

Comparaison péri-implantite-parodontite

On retrouve la même flore pathogène, une perte d'attache et d'os marginal.

En revanche, la destruction péri-implantaire est plus importante qu'autour des dents.

La péri-implantite existe même en l'absence de facteurs mécaniques (Lindhe, 1992).

Alors, pourquoi parle-t-on de péri-implantite aujourd'hui ?

Le développement de l'implantologie est fondé sur les travaux de Branemark qui reposent sur des indications particulières :

- édentements complets (donc absence de germes parodontopathogènes) ;
- utilisation de piliers longs et réalisation de prothèse sur piloti permettant une bonne hygiène ;
- maintenance personnelle et professionnelle rigoureuse.

Ainsi, les implants étaient posés dans un environnement dénué de bactéries pathogènes, ce qui explique le fait que Branemark n'ait pas décrit les phénomènes de péri-implantite.

Cependant, actuellement, les indications implantaires ont changé :

- édentements partiels ;
- utilisation de piliers courts et de limites enfouies (exigences esthétiques) ;
- remplacement de dents perdues pour raisons parodontale ;
- maintenance aléatoire.

La mise en place d'implants s'est démocratisée et les indications ont été élargies à des situations où existe un risque potentiel de germes pathogènes.

Ainsi, la péri-implantite existe bien, mais on peut la prévenir et la traiter (voir résumé de Charles Coudurier).

Analysé par Marc Berdugo

La péri-implantite existe-t-elle ?

2^e partie : la prévention et le traitement

La péri-implantite existe-t-elle ?

Assemat-Tessandier X, Detienville R.
Implant : Vol. 1, n° 3 ; 1995 : 196-203.

L'ESSENTIEL DE CE QU'IL FAUT RETENIR

La prévention des pathologies inflammatoires de l'environnement tissulaire péri-implantaire repose sur la maîtrise des facteurs de risques infectieux et biomécaniques.

Le contexte bactériologique de l'environnement implantaire joue un rôle important dans la pérennité de l'ostéointégration, c'est pourquoi la maîtrise du facteur infectieux est un enjeu du traitement.

Cet objectif s'envisage avant même le traitement par la mise en condition préalable de la cavité buccale (motivation et enseignement des techniques d'élimination de la plaque dentaire, détartrage, surfaçage, chirurgie parodontale d'assainissement au besoin...).

Il s'envisage aussi par la maîtrise des facteurs de risques individuels (Tabac, alcool, hygiène de vie...).

La prévention s'entend aussi lors du geste opératoire qui doit garantir la stérilité des composants et notamment celle des piliers implantaires lors du second temps chirurgical. En effet la présence d'un écosystème bactérien dans la connectique implantaire serait peut-être responsable des phénomènes de caractérisation observés dans certains cas après le second temps chirurgical et avec les implants dits « en un temps » on observerait une fréquence moindre de survenue de cet évènement (Quiryne et Vansteenbergh. 1993).

Enfin une part importante de cette prévention reste assurée par la maintenance professionnelle trimestrielle au début et par le recours aux anti-septiques locaux.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Le contrôle du facteur biomécanique est un élément majeur de la prévention des échecs en implantologie. Pour ce qui est de la conception

prothétique, peu de données pertinentes existent dans la littérature pour juger du risque des concepts dento-implantoportés. En l'absence de données actuelles, on ne peut prédire le même taux de succès qu'en prothèse implantoportées. Enfin le respect des règles du réglage de l'occlusion est un élément important pour le devenir des implants et la prévention des complications.

CE QUE NOUS EN PENSONS

La prévention de complications péri-implantaires peut aussi être envisagée par la gestion de l'environnement tissulaire. La présence de gencive kératinisée autour des implants est un élément positif pour le contrôle de plaque et la résistance à l'inflammation des tissus marginaux. Il convient alors de bien gérer le capital tissulaire lors de l'intervention et éventuellement d'envisager le recours à des techniques d'aménagement tissulaires.

Enfin, le traitement des péri-implantites est un domaine où de nombreuses solutions ont été proposées sans vraiment qu'une s'impose sur les autres. Cet empirisme ne reflète en fait que la faible incidence et le caractère aléatoire de ces situations et les traitements proposés sont en fait issus des traitements des surfaces (acide citrique pH 1 qui est surtout efficace sur les implants recouverts d'hydroxyapatite, aéropolisseurs, chlorhexidine, povidone iodée, eau oxygénée, lasers...).

Traitement du défaut osseux

Comblement (HA en cas de doute) + membrane collagène

Réenfoncement

RÉFÉRENCES

- [1] Boioli LT, Penaud J, Miller. A meta-analytic, quantitative assessment of osseointegration establishment and evolution of submerged and non-submerged endosseous titanium oral implants. Clin. Oral Impl. Res. 2001, 12 : 579-588.
- [2] Lekholm U, et al. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: a prospective 5-year multicenter study. Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 1994, 9 (6) : 627-635.
- [3] Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Linden U, Bergström C, Van Steenberghe D. Survival of the Brånemark implant in partially-edentulous jaw: a 10-year prospective multicenter study. Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 1999 ; 14 (5) : 639-645.
- [4] Brocard D, Barthet P, Baysse E, Duffort JF, Eller P, Justum P, et al. A multicenter report on 1022 consecutively-placed ITI implants : a 7-year longitudinal study. Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 2000 :15 ; 691-700.
- [5] Ferrigno N, Laureti M, Fanali S, Grippaudo G. A long-term follow-up study of non submerged ITI implants in the treatment of totally-edentulous jaws. Part 1: ten-year life table analysis of a prospective multicenter study with 1286 implants. Clin. Oral Impl. Res. 2002 :13 : 260-273.
- [6] Esposito M, Thomsen P, Ericson LE, Lekholm U. Histopathologic observations on early oral Implant failures. Int. J. Oral Maxillofac. Implants 1999 :14 (6) : 798-810.

- [7] Ekfeldt A, Christiansson U, Eriksson T, Linden U, Lundqvist S, Rundcrantz T. A retrospective analysis of factors associated with multiple implant failures in maxillae. *Clin. Oral Implants Research* 2001 ;12 ;462-467.
- [8] Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK. Analysis of incidence and associated factors with fractured implants : a retrospective study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. 2000 :15 : 662-667.
- [9] Assemat-Tessandier, Detienville R. La péri-implantite existe-t-elle ? *Implant* :Vol. 1, n° 3 :1995 : 196-203.
- Julie Ducasse, Julie Bermer
Boioli LT, Penaud J, Miller N. A meta-analytic, quantitative assessment of osseointegration establishment and evolution of submerged and non-submerged endosseous titanium oral implants. *Clin.Oral. Impl. Res.* 2001,12 : 579-588.
 - Damien Sauvezie
Lekholm U et al. Osseointegrated Implants in the Treatment of Partially Edentulous Jaws: A prospective 5-Year Multicenter Study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. 1994 : 9(6) :627-635.
Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Linden U, Bergström C. Van Steeberghe D. Survival of the Bränemark implant in partially-edentulous : a 10-year prospective multicenter study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 1999 :14(5) : 639-645.
 - Nicole Gabain
Esposito M, Thomsen P, Ericson T, Lekholm U. Histopathologic observations on early Im-plant Failures. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. 1999 :14 (6) : 798-810.
 - Jean-Baptiste Rebouillat
Ekfeldt A, Christiansson U, Ericsson T, Linden U, Lundqvist S, Rundcrantz T. A retrospective analysis of factors associated with multiple failures in maxillae. *Clin. Oral Implants Res.* 2001 ;12 ; 462-467.
 - Stéphane Albaret
Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK. Analysis of incidence and associated factors with fractured implants: a retrospective study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2000 :15 : 662-667.
 - Marc Berdougou, Charles Coudurier
Assemat-Tessandier X., Detienville R. La péri-implantite existe-t-elle ? *Implant* : Vol.1 : n° 3 :1995 : 196-203.
 - Berdougou Marc
Joachin F, Charon F. Que faire face à une caractérisation : intervenir ou non ? *Implant* : Vol. 4 : N°2 ; 1998 : 111-114
Khayat P, Habre P. Que faire face à une caractérisation : intervenir ou non ? *Implant* ;Vol. 4 : N°2 : 1998 : 115-119.

Analysé par Charles Coudurier

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Biologie appliquée à la chirurgie buccodentaire (296p, ISBN 2-84299-614-3), Descriptif D. Perrin

La biologie prend une place de plus en plus importante en médecine. Associée à l'examen clinique, elle permet de porter ou de confirmer un diagnostic.

Cet ouvrage traite des spécialités biologiques essentielles à un exercice odontologique de qualité.

Il fait le lien entre signes cliniques et diagnostics biologiques des infections bactériennes, parasitaires ou virales pouvant affecter la sphère buccale.

Il aborde l'interprétation des constantes en hémostase et en biochimie, dont la connaissance est essentielle face à certaines pathologies et avant toute intervention chirurgicale, de même que les tests allergologiques assurent des soins odontologiques dans des conditions de sécurité satisfaisantes.

Implantodontie

Implants et dentisterie esthétique

<http://france.elsevier.com/direct/IMPLAN/>

Les techniques de biopsie et des informations utiles à l'interprétation des résultats d'anatomie pathologique sont également présentées.

Un exposé de génétique apporte un éclairage sur les anomalies du développement de l'organe dentaire et décrit la conduite à tenir face à ces maladies congénitales.

Enfin, l'accent est mis sur l'importance de la qualité microbiologique de l'eau au cabinet dentaire et sur les mesures indispensables à respecter en la matière.

Ce livre est le premier ouvrage de langue française sur le sujet. Il fournira à l'ensemble des praticiens intéressés (chirurgiens dentistes, stomatologistes, ORL, dermatologues) des données essentielles à la prise en charge des patients en médecine et chirurgie buccale.

D. Cantaloube

Adresse e-mail :

danielcantaloube@wanadoo.fr (D. Cantaloube).

Disponible sur internet le 15 novembre 2005

1158-1336/\$ - see front matter © 2005 Publié par Elsevier SAS.
doi: 10.1016/S1158-1336(05)00062-5

Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®



ELSEVIER

Index des auteurs

Aimé-Sempé C., 1

Beleh M., 62

Bettega G., 153

Bonnaud P., 186

Broukhris G., 62

Buyle-Bodin Y., 110

Cantaloube D., 1, 43, 44, 109,
126, 153, 209

Caterini R., 44

Charbit Y., 71, 81

Corcos L., 23

Deboise A., 186

de Greslan T., 90

Diss A., 71, 81, 116

Djemil M., 62

Dohan D., 71, 81, 116, 191

Flocard F., 90

Fromental R., 44

Garnier J., 3, 9

Guillaume B., 15

Hitzig C., 71, 81

Ihde S., 51, 56

Ihde S.-K.-A., 176

Konstantinovic V.-S., 176

Lalo J., 62

Leclercq P., 191

Limbour P., 3, 9

Mahler P., 71, 81

Martinez J.-F., 191

Maurin A.-C., 44

Meningaud J.-P., 23

Nguyen Y., 71, 81

Payement G., 126

Pitak-Arnop P., 23

Ravineau M., 138

Recoing J., 154

Renard J.-L., 90

Richard L., 126

Sarnelli A., 191

Seban A., 186

Taillia H., 90

Truffer W., 191

Vialle B., 126



Index des mots-clés

A

Alliage titane-nickel - Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains de métaux poreux à base de nitinol ou de tantale dans un modèle de culture cellulaire tridimensionnelle, 44

Asepsie - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

Atrophie maxillaire - Réhabilitation totale implantoportée bimaxillaire, 126

Autotransplantations - Transplantations et réimplantations dentaires, 154

B

Bistouri - Apport de la radiochirurgie en implantologie, 15

Bloc opératoire - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

Bridges implanto-portés - La mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire, 71 - Bridges implantoportés - La mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire, 81

C

Chirurgie - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

Chirurgie dentaire - Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains de métaux poreux à base de nitinol ou de tantale dans un modèle de culture cellulaire tridimensionnelle, 44

Comblement sinusien - Insuffisance osseuse verticale circonscrite de la région maxillaire postérieure corrigée par un comblement sinusien alloplastique pour un traitement implantaire, 186

Complications - Comparaison et définition des phénomènes pathologiques péri-implantaires et des étapes thérapeutiques possibles impliquant des implants basaux et crestaux, 176

Croissance osseuse - Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains de métaux poreux à base de nitinol ou de tantale dans un mo-

dèle de culture cellulaire tridimensionnelle, 44

Cytokines - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116

D

Desmodonte - Transplantations et réimplantations dentaires, 154

E

Édentement complet mandibulaire - La mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire, 71 - La mise en charge immédiate des restaurations implantoportées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire, 81

Empreinte - Le Concept FM-Clip® de SERF® : pour une approche prothétique simple et efficace des petits bridges implantoportés, 191

Empreinte dentaire - Reconstruction implantoprothétique simplifiée par le système Easy Abutment® : à propos d'un cas clinique, 3

Ergonomie - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

Esthétique - Restauration unitaire implantaire à l'aide du système Procéra® : à propos d'un cas clinique, 9

F

Facteurs de croissance plaquettaires - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116

Faux moignon monobloc - Le Concept FM-Clip® de SERF® : pour une approche prothétique simple et efficace des petits bridges implantoportés, 191

Fibrine - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116

Fonction neurovégétative - Examen neurologique facial à l'usage de l'odontologiste et du chirurgien maxillofacial, 90

G

Grefe osseuse - Technique sécurisée d'élévation du plancher du sinus maxillaire par voie crestale par os-

téotome à « butée », 62 - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116

Grefe osseuse autogène - Réhabilitation totale implantoportée bimaxillaire, 126

Greffes - Transplantations et réimplantations dentaires, 154

H

Haute fréquence - Apport de la radiochirurgie en implantologie, 15

I

Implant - Apport de la radiochirurgie en implantologie, 15 - Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains de métaux poreux à base de nitinol ou de tantale dans un modèle de culture cellulaire tridimensionnelle, 44 - Technique sécurisée d'élévation du plancher du sinus maxillaire par voie crestale par ostéotome à « butée », 62 - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116 - Réhabilitation totale implantoportée bimaxillaire, 126 - Le Concept FM-Clip® de SERF® : pour une approche prothétique simple et efficace des petits bridges implantoportés, 191

Implant dentaire - Reconstruction implantoprothétique simplifiée par le système Easy Abutment® : à propos d'un cas clinique, 3 - Restauration unitaire implantaire à l'aide du système Procéra® : à propos d'un cas clinique, 9

Implantologie basale - Comparaison et définition des phénomènes pathologiques péri-implantaires et des étapes thérapeutiques possibles impliquant des implants basaux et crestaux, 176

Implantologie dentaire - Utilisation prophylactique de la toxine botulique en implantologie dentaire, 51 - Utilisation thérapeutique de la toxine botulique dans le traitement d'entretien en implantologie dentaire, 56 - Tabac et implantologie : aspects actuels, prise en charge du patient tabagique, 110

Implants - Comparaison et définition des phénomènes pathologiques péri-implantaires et des étapes thérapeutiques possibles impliquant des implants basaux et crestaux, 176

Infection nosocomiale - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

Innovation - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

Insuffisances osseuses verticales - Insuffisance osseuse verticale circonscrite de la région maxillaire postérieure corrigée par un comblement sinusien alloplastique pour un traitement implantaire, 186

M

Maxillaire postérieur - Insuffisance osseuse verticale circonscrite de la région maxillaire postérieure corrigée par un comblement sinusien alloplastique pour un traitement implantaire, 186

Métal poreux - Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains de métaux poreux à base de titinol ou de tantale dans un modèle de culture cellulaire tridimensionnelle, 44

Mise en charge immédiate - Utilisation prophylactique de la toxine botulique en implantologie dentaire, 51 - La mise en charge immédiate des restaurations implantoprotégées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire, 71 - La mise en charge immédiate des restaurations implantoprotégées dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire, 81

Motricité buccale - Examen neurologique facial à l'usage de l'odontologue et du chirurgien maxillofacial, 90

Motricité de la face - Examen neurologique facial à l'usage de l'odontologue et du chirurgien maxillofacial, 90

N

Norme - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

O

Ostéoblaste - Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains

de métaux poreux à base de titinol ou de tantale dans un modèle de culture cellulaire tridimensionnelle, 44

Ostéotome - Technique sécurisée d'élévation du plancher du sinus maxillaire par voie crestale par ostéotome à « butée », 62

Ostéotomie Le Fort I - Réhabilitation totale implantoprotégée bimaxillaire, 126

P

Parodontologie - Tabac et implantologie : aspects actuels, prise en charge du patient tabagique, 110

Péri-implantite - Comparaison et définition des phénomènes pathologiques péri-implantaires et des étapes thérapeutiques possibles impliquant des implants basaux et crestaux, 176

Phase d'entretien - Utilisation thérapeutique de la toxine botulique dans le traitement d'entretien en implantologie dentaire, 56

Prévention - DRAVINO® : un système de sécurité pour limiter les infections du site opératoire, 138

PRF (platelet rich fibrin) - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116

Procéra - Restauration unitaire implantaire à l'aide du système Procéra® : à propos d'un cas clinique, 9

Prothèse implantaire - Le Concept FM-Clip® de SERF® : pour une approche prothétique simple et efficace des petits bridges implantoprotégés, 191

PRP (platelet rich plasma) - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116

R

Radiochirurgie - Apport de la radiochirurgie en implantologie, 15

Radiofréquence - Apport de la radiochirurgie en implantologie, 15

Réduction des forces masticatoires - Utilisation prophylactique de la

toxine botulique en implantologie dentaire, 51 - Utilisation thérapeutique de la toxine botulique dans le traitement d'entretien en implantologie dentaire, 56

Réimplantations - Transplantations et réimplantations dentaires, 154

Rhizagenèse - Transplantations et réimplantations dentaires, 154

S

Sinus lift - Compte-rendu du 2^e Symposium international sur les Facteurs de croissance (SyFac 2005), 116

Sinus maxillaire - Technique sécurisée d'élévation du plancher du sinus maxillaire par voie crestale par ostéotome à « butée », 62

Système Easy Abutement® - Reconstruction implantoprothétique simplifiée par le système Easy Abutement® : à propos d'un cas clinique, 3

T

Tabac - Tabac et implantologie : aspects actuels, prise en charge du patient tabagique, 110

Tantale - Étude de la colonisation par des ostéoblastes humains de métaux poreux à base de titinol ou de tantale dans un modèle de culture cellulaire tridimensionnelle, 44

Toxine botulique - Utilisation prophylactique de la toxine botulique en implantologie dentaire, 51 - Utilisation thérapeutique de la toxine botulique dans le traitement d'entretien en implantologie dentaire, 56

Tricalciumphosphate alpha - Insuffisance osseuse verticale circonscrite de la région maxillaire postérieure corrigée par un comblement sinusien alloplastique pour un traitement implantaire, 186

Troubles de la phonation - Examen neurologique facial à l'usage de l'odontologue et du chirurgien maxillofacial, 90