Augmentation de la hauteur du plancher sinusien : un atout précieux pour restaurer l'édentation postérieure maxillaire par reconstruction implanto-portée

Anton Friedmann [1]
Andreas van Orten [2]
Hakan Bilhan [3]

1- DDS, Ph.D.
Professor and Department Chair,
Director of post-doc curriculum
in Periodontology
Faculty of Health Sciences -
School of Dentistry
Department of Periodontology
Witten/Herdecke University
Germany

2- Master of Science
Dortmunder Waltrop
Germany

3- DDS
Associate Professor
Faculty of Health Sciences -
School of Dentistry
Department of Periodontology
Witten/Herdecke University
Germany

Accepté pour publication :
11 juin 2019

Article rédigé en anglais :
traduction Docteur Laurent Ohayon

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt, d'ordre commercial, de propriété ou financier concernant les produits ou les sociétés cités dans cet article.

© Initiatives Santé 2019

Sinus floor elevation – a valuable chance to restore posterior edentulous maxilla by implant supported reconstruction

RÉSUMÉ

Il est acquis que le succès des implants dentaires est lié au volume osseux de l'os environnant ; l'atrophie sévère de la crête résiduelle est la conséquence naturelle de la perte des dents, qui est à l'origine d'une diminution de volume osseux. L'élévation du plancher sinusien est une technique efficace permettant d'augmenter la hauteur osseuse sous-sinusienne en soulevant la membrane de Schneider afin de créer un nouvel espace nécessaire au comblement osseux. L'élévation du plancher sinusien peut être effectuée de deux manières différentes : par la préparation d'un volet latéral osseux ou par ostéotomie transcrestale. Bien que l'abord transcrestal présente l'avantage d'être moins invasif, il offre toutefois un gain limité en termes de volume osseux. En revanche, la technique par abord latéral est bien documentée et permet d'obtenir un volume osseux plus important de façon prévisible. Les connaissances actuelles concernant les techniques de greffes, les délais de pose des implants ainsi que les différentes techniques d'abords chirurgicaux sont résumés et discutés au cours de ce bref compte rendu. Dans la mesure où il n'existe pas de

ABSTRACT

It is known that the success of dental implants depends on the surrounding bone. A severe atrophy of the residual ridge is a natural result after loss of teeth, which causes difficulties in terms of sufficient bone volume. The elevation of the sinus floor is an efficient method for gaining height by raising the Schneiderian' membrane and creating space for bone fill. Sinus floor elevation (SFE) can be performed in two different ways: either by the lateral window technique or the transcrestal osteotomy approach. This article describes the indications, advantages and disadvantages of the two methods as an overview. While the transcrestal access has the advantage of being less invasive, it is considered to offer a limited bone volume gain, though. On the other hand, the lateral window technique is a well-documented method and offers a larger gain in bone volume at predictable level. In this short review, current knowledge about grafting as well as timing of implantation and available access preparation techniques are summarized and discus-

facteur de choix véritablement basé sur la preuve scientifique entre les deux techniques d'augmentation du plancher sinusien, les préférences des praticiens peuvent toujours tenir un rôle important. Il apparaît par conséquent que la prise de décision thérapeutique doit constituer la solution la plus pratique pour chaque patient, en tenant compte de son état de santé ainsi que de ses attentes.

MOTS CLÉS

Abord latéral, abord crestal, étape chirurgicale, chirurgie par étapes, édentation postérieure maxillaire.

sed. Since an evidence-based pathway in the decision-making process between the two SFE techniques is missing, the preferences of clinicians may still play an important role. It seems that the choice of treatment approach should represent the most convenient personalized solution for the patient by respecting the physical condition as well as the personal expectations in every single case.

KEYWORDS

Lateral window approach, transcrestal approach, one stage SFE, staged SFE, edentulous posterior maxilla.

© Initiatives Santé 2019

Introduction

L'élévation du plancher sinusien est une technique dont les résultats sont prévisibles pour ce qui concerne l'augmentation du volume osseux sous-sinusien, qu'elle soit réalisée par abord latéral ou crestal.

Le principe général de l'élévation du plancher des sinus maxillaires consiste à soulever la membrane de Schneider et à la stabiliser en position haute, de façon à permettre la création d'un nouvel espace intrasinusien, et ce afin d'effectuer un comblement osseux, nécessaire au développement d'os néoformé à l'origine de l'augmentation du volume alvéolaire osseux sous sinusien. L'élévation du plancher sinusien représente par conséquent une option de traitement des zones d'atrophie osseuse au niveau maxillaire postérieur par augmentation du volume osseux sous-sinusien. Suite à la perte des dents, ces mêmes zones anatomiques subissent une résorption osseuse qui entraîne une atrophie étendue à l'origine d'un déficit vertical d'os crestal. La survie à long terme des implants dentaires ainsi que leur ostéointégration reposent toutes les deux sur la hauteur et l'épaisseur d'os natif, qui, lorsque celles-ci sont insuffisantes, peuvent être reconstruites avant ou lors de la mise en place des implants.

Deux abords chirurgicaux, bien documentés, permettent d'accéder à la cavité sinusienne : l'abord latéral par la création d'une fenêtre osseuse, ou l'ostéotomie transcrestale (Pjetursson *et al.*, 2008 ; Tan *et al.*, 2008). La première technique peut permettre une pose d'implants dentaires simultanée ou différée. En revanche, l'approche transcrestale doit être combinée avec une mise en place simultanée des implants dentaires ; cette dernière peut être recherchée dans le but de réduire les complications postopératoires.

L'objectif de cet article est de donner un aperçu des indications des techniques d'élévation du plancher sinusien et de résumer les avantages et les inconvénients des deux méthodes dans notre pratique quotidienne. Pour chaque technique d'ostéotomie, les différentes instrumentations et techniques chirurgicales disponibles seront brièvement décrites.

Le sinus maxillaire a la forme d'une pyramide dont les parois osseuses correspondent à la paroi latérale de la cavité nasale, au plancher de l'orbite ainsi qu'aux parois latérale et postérieure crâniennes du maxillaire. La paroi latérale du sinus maxillaire mesure de 0,5 à 2,5 mm d'épaisseur lorsqu'il n'existe pas d'atrophie. La taille et les extensions de la cavité sinusienne varient considérablement : le sommet de la pyramide sinusienne se situe généralement dans la région de la première molaire, et l'arête antérieure de la cavité sinusienne peut s'étendre à la zone prémolaire pour parfois même atteindre la région canine (Neiva *et al.*, 2004). Les sinus sont soumis à un phénomène de pneumatisation continue tout au long de la vie : le plancher du sinus maxillaire peut présenter des arêtes osseuses à partir des extrémités des racines dentaires, ainsi que des septa, dont la fréquence varie entre 16 et 58 % (Koymen *et al.*, 2009 ; Kim *et al.*, 2006). Ces caractéristiques anatomiques spécifiques doivent être identifiées avant toute intervention afin de réduire le risque de détérioration ou de perforation de la membrane de Schneider. La vascularisation de cette zone est assurée par l'artère alvéolaire supérieure postérieure, l'artère infra-orbitaire et l'artère palatine supérieure. La localisation de l'artère alvéolaire postérieure supérieure est primordiale pour pouvoir réaliser en toute sécurité l'ostéotomie de la fenêtre latérale osseuse ; cette artère est régulièrement située de 16 à 19 mm en apical de la crête

résiduelle sous-sinusienne, avec une réduction de la distance liée à l'augmentation de l'atrophie osseuse. Ella *et al.* fournissent des informations détaillées sur la position et la taille possibles de ce vaisseau suivant l'analyse des images tomographiques 3D CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*) sur échantillons humains (Ella *et al.*, 2008).

Au-delà des considérations anatomiques, l'historique des antécédents médicaux et dentaires doit être effectué avant toute chirurgie d'élévation du plancher sinusien. Ainsi, l'atteinte parodontale des dents restantes doit être correctement traitée et suivie de maintenances régulières ; les pathologies systémiques telles que le diabète insulino-dépendant ainsi que les prescriptions médicamenteuses, nécessaires aux traitements des affections longue durée, de bisphosphonates ou d'anticorps monoclonaux tels que les inhibiteurs de la TNF (facteur de nécrose tumorale)-α et les inhibiteurs de la tyrosine kinase, doivent être pris en compte. La consommation de tabac doit aussi être abordée avec le patient pour ce qui concerne le risque élevé de complications postopératoires (Heitz-Mayfield et Huynh-Ba, 2009).

Katsuyama et Jensen ont classé l'atrophie du maxillaire postérieur en 4 groupes **(tableau 1)**, prenant en compte la hauteur osseuse résiduelle sous-sinusienne, la diminution de la largeur de la crête et la relation inter-arcades. La hauteur d'os résiduel sous-sinusienne est considérée comme l'indicateur du choix entre l'abord latéral par la réalisation d'une fenêtre osseuse et l'abord transcrestal. Les conférences de consensus recommandent l'abord par fenêtre osseuse latérale lorsqu'il existe une hauteur osseuse résiduelle sous-sinusienne $\leq$ 5 mm **(fig. 1)** (Katsuyama et Jensen, 2011).

La technique chirurgicale de la fenêtre osseuse par abord latéral présente plusieurs avantages : elle offre d'une part la possibilité d'augmenter d'importants volumes osseux indépendamment de l'anatomie du sinus. D'autre part, certaines complications, telles que les perforations de la membrane sinusienne et les saignements, peuvent être gérées en peropératoire, contrairement à la technique par abord crestal. L'élévation du plancher sinusien par abord crestal, qui ne concerne que les zones réduites, permet cependant une diminution de la morbidité postopératoire.

En présence de septa osseux, qui peuvent séparer la cavité sinusienne en plusieurs compartiments, la technique chirurgicale par abord latéral peut réclamer la réalisation d'une ou deux fenêtres osseuses. Le processus de prise de décision thérapeutique, qui doit être effectué préalablement à la chirurgie,

© Initiatives Santé 2019

Classification	Caractéristiques cliniques	Abord Chirurgical
Groupe 1	Hauteur osseuse sous-sinusienne insuffisante Largeur suffisante de la crête osseuse Relations inter-arcades (verticale et horizontale) acceptables	Protocole d'élévation du plancher sinusien (EPS) à l'aide de substituts osseux et/ou d'os autogène prélevé au niveau des sites donneurs intra-oraux
Groupe 2	Hauteur osseuse sous-sinusienne insuffisante Largeur insuffisante de la crête osseuse Relations inter-arcades verticales acceptables	Protocole d'EPS et augmentation crestale horizontale Greffe osseuse (horizontale) autogène (pouvant être associée à un substitut osseux et une membrane ROG) Site donneur intra-oral ou extra-oral en fonction de l'étendue de l'atrophie
Groupe 3	Hauteur osseuse sous-sinusienne insuffisante Largeur insuffisante de la crête osseuse Relations inter-arcades horizontales acceptables Relations inter-arcades verticales non favorables dues à une résorption crestale avancée	Protocole d'EPS et augmentation crestale verticale Greffe osseuse (horizontale) autogène (pouvant être associée à un substitut osseux et une membrane ROG) Site donneur intra-oral ou extra-oral en fonction de l'étendue de l'atrophie
Groupe 4	Hauteur osseuse sous-sinusienne insuffisante Relations inter-arcades non favorables dues à une résorption crestale verticale et horizontale avancée	Protocole d'EPS et augmentation crestale horizontale/verticale Greffe osseuse (horizontale) autogène (pouvant être associée à un substitut osseux et une membrane ROG)

Tableau 1. Classification des différents stades d'atrophie au niveau maxillaire postérieur.

Table 1. Classification of the atrophic stages in the posterior maxilla.

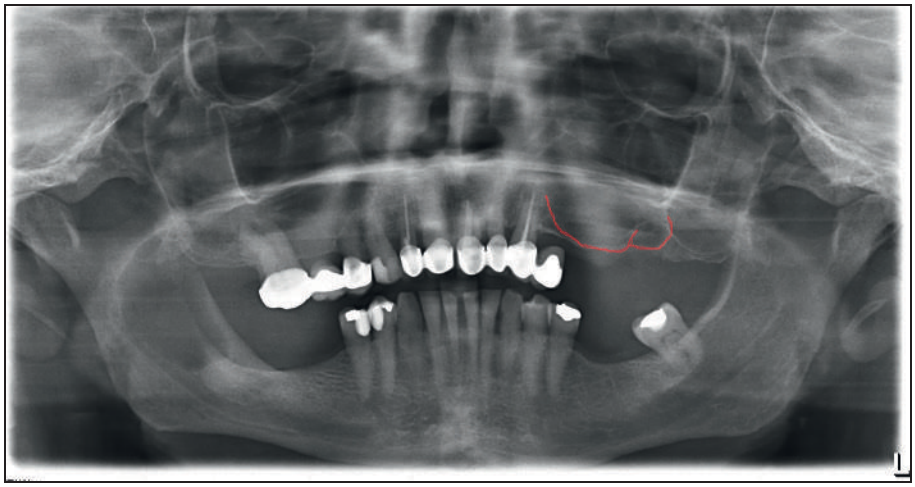


Fig. 1. La radiographie panoramique montre l'étroitesse de la corticale osseuse en coquille d'œuf au niveau de la paroi latérale sinus maxillaire d'un patient non-fumeur d'âge moyen.

Fig. 1. Panoramic radiograph shows egg-shell thin subantral cortical bone of the left maxillary sinus in a middle aged non-smoking male.

permet d'envisager le retrait chirurgical d'un septum osseux, par l'analyse des images numériques 3D CBCT. Un abord transcrestal peut être aussi réalisé dans les cas où le septum osseux sépare complètement les compartiments, afin de faciliter le protocole chirurgical et de réduire ainsi les risques de morbidité postopératoires. Cependant, le chirurgien expérimenté, maîtrisant le protocole d'augmentation du plancher sinusien par abord latéral, sera plus à même de faire face aux complications peropératoires potentielles dans ce type de situation anatomique (Becker *et al.*, 2008).

Il existe par ailleurs plusieurs alternatives à l'augmentation du plancher sinusien, ne faisant pas intervenir de techniques de comblements, telles que les implants courts (dont la longueur est inférieure à 8 mm) ; les implants inclinés ou les implants zygomatiques sont aussi proposés (Friedmann *et al.*, 2000).

Technique d'augmentation osseuse sous sinusienne par abord latéral

La technique d'augmentation osseuse sous-sinusienne par abord latéral est bien documentée et constitue une méthode efficace pour obtenir le volume osseux nécessaire à la mise en place des implants (Raghoebar *et al.*, 2019). L'ostéotomie d'accès de la fenêtre latérale **(fig. 2)** peut être réalisée à l'aide d'instruments rotatifs ou piézoélectriques. Une étude comparative des deux techniques a révélé un taux équivalent de perforation de la membrane sinusienne (respectivement 23 et 30 %), ainsi qu'une durée d'intervention similaire (respectivement 10,2 ± 2,4 et 11,5 ± 3,8 minutes) (Barone *et al.*, 2008). La préparation du volet osseux peut être étendue à toute la zone à combler pour permettre l'élévation sans tension de la membrane de Schneider, facilitant la mise en place du substitut osseux et évitant ainsi les perforations de cette dernière lorsqu'elle est détachée de l'os sous-jacent. De petits instruments sont utilisés pour initier la libération de la membrane sinusienne de son support osseux, suivis alors d'instruments chirurgicaux plus larges destinés à augmenter le nouvel espace créé.

Une fois la préparation de la fenêtre osseuse et l'élévation de la membrane sinusienne effectuées, le comblement du nouvel espace créé dans la cavité sinusienne peut être réalisé, avec ou sans la mise en

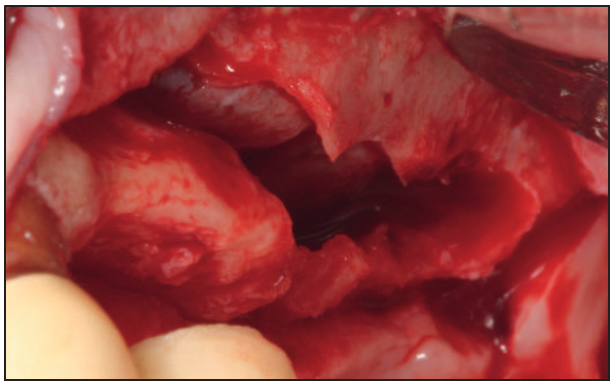


Fig. 2. Vue de l'ostéotomie du volet latéral à l'aide d'instruments rotatifs, pour l'accès au plancher sinusien et l'élévation de la membrane de Schneider.

Fig. 2. View of the lateral window osteotomy with rotative instruments for lateral access to the sinus floor and elevation of the Schneiderian membrane.

© Initiatives Santé 2019

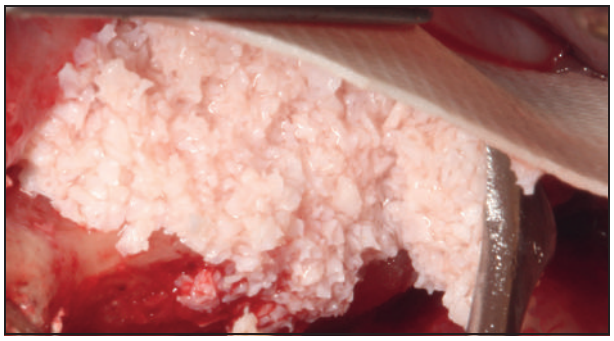


Fig. 3. Comblement avec des particules de substitut osseux. Noter l'insertion de la membrane collagène réticulée entre le lambeau muqueux et le substitut osseux.

Fig. 3. Grafting with particulate bone substitute (DBBM), notice the RCLC membrane inserted between flap tissue and the substitute.

place simultanée des implants **(fig. 3)**. Une équipe suédoise a proposé de prévenir l'effondrement de la membrane de Schneider après son élévation exclusivement grâce aux extrémités apicales des implants mis en place, évitant ainsi l'utilisation de tout greffon (Palma *et al.*, 2006). Outre une étude sur les animaux, les auteurs ont rapporté une série de 14 cas pour lesquels l'espace sous-sinusien situé entre les extrémités apicales des implants était rempli par le sang veineux, donnant ainsi des résultats radiographiques positifs (Hatano *et al.*, 2007). Une autre série de cas cliniques a confirmé l'hypothèse que la cavité sinusienne ne nécessite pas de matériaux de comblement mais a besoin d'une stabilité suffisante du caillot sanguin (Balleri *et al.*, 2012). Le comblement de la cavité sinusienne peut faire appel à divers matériaux, tels que le greffon osseux autogène, les substituts osseux et leurs combinaisons (Jensen *et al.*, 2012) **(tableau 2)**. Le taux de survie des implants est aussi élevé lorsque la technique d'augmentation du plancher sinusien est réalisée avec des greffons osseux autogènes, des matériaux de substitution osseuse ou des greffons composites ; cependant, lorsque les greffons autogènes sont utilisés seuls, une nouvelle pneumatisation partielle du plancher sous-sinusien est à prévoir au cours de la première année. Une cicatrisation osseuse plus rapide est confirmée lorsque les greffes autogènes sont incluses dans le protocole de comblement sinusien ; la diminution du volume greffé, au fil du temps, peut aussi être réduite en ajoutant un substitut osseux offrant une faible propriété de résorption. Lorsque les substituts osseux sont utilisés seuls, la période de cicatrisation peut être multipliée par un facteur de 1,5 ou 2 (Chiapasco et Zaniboni, 2009). Un large consensus propose la mise en place de particules osseuses autologues, de substituts osseux xénogéniques, allogéniques, alloplastiques ou de leurs mélanges, pour combler l'espace créé entre l'os basal et la membrane de Schneider (Al-Nawas et Schiegnitz, 2014). D'autres options alternatives permettent une croissance osseuse par l'utilisation de membranes PRF (*Platelet-Rich Fibrin*) (Kim *et al.*, 2014), d'éponges de collagène (Berberi *et al.*, 2017) ou d'acide hyaluronique (Gocmen *et al.*, 2016) comme seuls matériaux de comblement, parfois même sans utiliser aucun matériau (Balleri *et al.*, 2012). Un copolymère thermoplastique, fluide à température ambiante et se solidifiant à la température corporelle,

Os autogène Os provenant d'un même individu	Os allogène Os provenant d'une même espèce mais d'un autre individu	Substitut osseux xénogénique Biomatériaux d'origine biologique mais d'une espèce différente	Substitut osseux alloplastique Biomatériaux d'origine synthétique
Bloc osseux	Os congelé	Biomatériaux provenant d'os d'origine animal	Phosphates de Calcium
Particules Moulin à Os Grattoir à prélèvement osseux Système d'aspiration (poussière)	Os allogène lyophilisé	Biomatériaux dérivés du corail	Verres céramisés
	Os allogène lyophilisé déminéralisé	Biomatériaux dérivés d'algues calcifiés	Polymères
	Os allogène déprotéinisé		Métaux

Tableau 2. Classement des matériaux de greffes osseuses et substituts osseux d'après le guide de traitement ITI, Volume 6.

Table 2. Categorization of bone grafting materials and substitutes after ITI Treatment Guide volume 6.

© Initiatives Santé 2019

a également été utilisé lors des comblements sinusiens (Cossellu *et al.*, 2017). Une fois le comblement sinusien effectué par un substitut osseux, plusieurs équipes scientifiques recommandent de placer une membrane, soit collagène, soit non résorbable, afin de recouvrir la fenêtre osseuse avant de refermer le lambeau muqueux **(fig. 4 et 5)**. Des opinions divergentes existent sur ce point. Cependant, les preuves apportées par la littérature scientifique insistent sur cette étape supplémentaire afin d'améliorer la minéralisation du greffon osseux et d'augmenter le taux de survie des implants (Tarnow *et al.*, 2000 ; Artzi *et al.*, 2005). Une étude rétrospective récente, faisant appel aux images CBCT, a clairement démontré le rôle de stabilisation du greffon par l'utilisation d'une membrane de recouvrement au niveau du volet latéral osseux lors des comblements sinusiens (Ohayon *et al.*, 2019). Dans le cas clinique présenté, le gain osseux obtenu après utilisation uniquement d'os bovin minéralisé déprotéinisé (DBBM, *Deproteinized Bovine Bone Mineral*), recouvert d'une membrane collagène réticulée, était suffisant pour supporter 3 implants Tissue Level (Straumann Institute®) sur lesquels un bridge céramique a été scellé **(fig. 6)**.

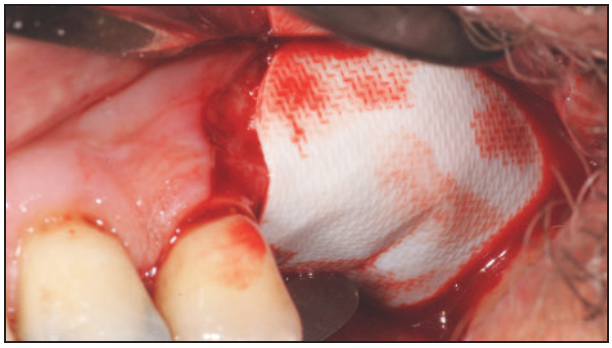


Fig. 4. La membrane est fermement enroulée autour de la crête, recouvrant complètement le greffon sous-jacent en débordant de plusieurs millimètres de chaque côté, et ne nécessitant aucun moyen de fixation supplémentaire.

Fig. 4. The membrane is tightly wrapped across the alveolar crest completely harboring the graft underneath and overlapping the area for several mm to each side, additional fixation of the membrane is unnecessary.

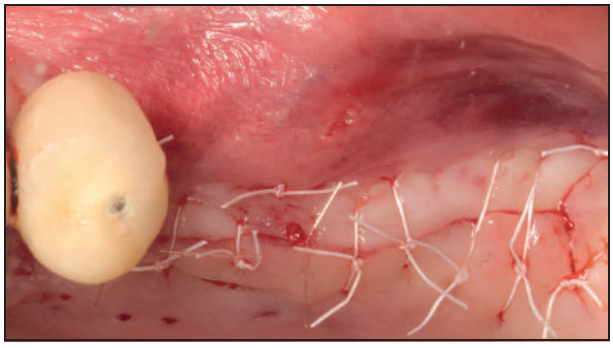


Fig. 5. Fermeture complète sans tension des bords du lambeau gingival à l'aide de sutures profondes, pour permettre une cicatrisation de première intention et prévenir le risque de déhiscence.

Fig. 5. Complete tensionless ''butt'' adaptation of the soft tissue flap and thorough suturing to enable primary healing and preventing an onset of flap dehiscence.

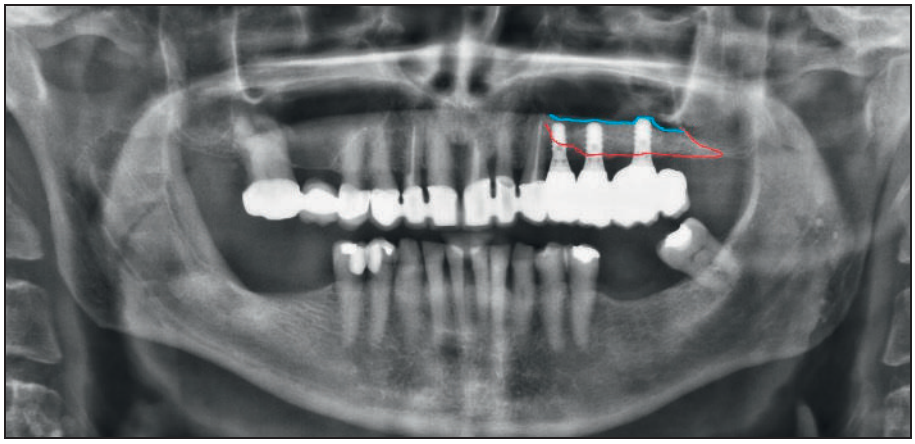


Fig. 6. Radiographie panoramique montrant le gain vertical osseux et le traitement prothétique final, avec 3 implants supportant 4 couronnes céramiques au niveau du secteur traité.

Fig. 6. Panoramic radiograph demonstrates the vertical bone gain and an accomplished restorative treatment with three implants supporting a full ceramic 4 units FPD at the lifted site.

© Initiatives Santé 2019

Techniques d'augmentation osseuse sous-sinusienne par abord crestal

Le manque de hauteur osseuse résiduelle constitue un obstacle important pour les procédures conventionnelles de poses d'implants. Le maxillaire postérieur se trouvant fréquemment dans cette situation, l'élévation du plancher sinusien est alors la seule alternative aux implants extra-courts et aux implants inclinés (Corbella *et al.*, 2015 ; Esposito *et al.*, 2014). La technique d'augmentation osseuse sous-sinusienne par abord crestal est reconnue pour offrir des taux de survie implantaires globalement élevés (Del Fabbro *et al.*, 2012). À l'origine, Misch recommandait une hauteur de crête résiduelle d'au moins 5 mm lorsqu'un comblement sinusien par abord crestal était envisagé (Misch, 1987). Cependant, certaines études ont observé des taux de réussite élevés avec moins de hauteur osseuse résiduelle (Nedir *et al.*, 2016). Selon celles-ci, une hauteur osseuse résiduelle de 4 mm semble toujours sûre ; certains essais cliniques proposent même de réduire cette limite inférieure de hauteur d'os résiduel, pour laquelle l'indication de l'abord crestal resterait toujours valable.

L'utilisation généralisée du CBCT donne l'opportunité d'évaluer plus facilement le volume osseux résiduel et l'anatomie du sinus, avec une précision supérieure à celle d'un diagnostic 2D. Les techniques d'élévation du plancher sinusien peu invasives sont, par conséquent, devenues très populaires. Les progrès continus dans les domaines du développement du matériel et des logiciels ont contribué à la sécurité des traitements pour les cliniciens, aidant ainsi à repousser les limites des chirurgies.

La chirurgie minimalement invasive, sur le plan des complications postopératoires, constitue un avantage en termes de confort du patient. Le risque de complications **(tableau 3)** paraît être réduit, améliorant ainsi

© Initiatives Santé 2019

	Complications peropératoires	Complications : taux-moyenne (intervalle)
EPS Abord latéral	Perforation de la membrane sinusienne	10 % (4,8-56 %)
	Faible stabilité primaire implantaire	3,9 %
	Saignement	2-3 %
	Déplacement implantaire	0,3-0,5 %
	Déplacement du greffon	–
	Exposition nerveuse ou blessure	–
EPS Abord crestal	Perforation de la membrane sinusienne	3,8 % (0-26 %)
	Faible stabilité primaire implantaire	–
	Saignement dû à une lésion des vaisseaux	–
	Déplacement implantaire	–
	Complications postopératoires	**Complications : taux-moyenne (intervalle)**
EPS Abord latéral	Perte implantaire	2,5 % (2,3-12,1 %)
	Ouverture de la plaie	2,7-8,4 %
	Infection	2,7 %
	Sinusites maxillaires	2,5 %
	Perte du greffon total/partiel	1 % (0-20 %)
EPS Abord crestal	Perte implantaire	4 % (0-17 %)
	Sinusites maxillaires	–
	Infection	–

Tableau 3. Résumé des taux de complications signalées suivant les deux techniques, exclusion faite des techniques hydrauliques d'élévation de membrane d'après le guide de traitement ITI, Volume 5.

Table 3. Complication rates reported applying both techniques in summary, however excluding the hydraulic lifting techniques (ITI Treatment Guide Volume 5).

l'image des praticiens et augmentant à la fois la satisfaction des patients et la qualité de vie liée à la santé bucco-dentaire (OHRQL, Oral Health-Related Quality Of Life) (Schiegnitz *et al.*, 2017). Les efforts de recherche pour une approche chirurgicale moins traumatisante ne se limitent pas à une chirurgie sans lambeau ou minimalement invasive mais concerne également les progrès dans les techniques de soulèvement de la membrane de Schneider. À cet égard, la référence dans ce domaine est la technique par ostéotomes de Summers (Summers, 1994a ; Summers, 1994b). La technique Summers **(fig. 7 à 10)** proposait un forage pilote jusqu'à 1-2 mm de la crête résiduelle sous-sinusienne, suivi de l'utilisation d'ostéotomes légère-

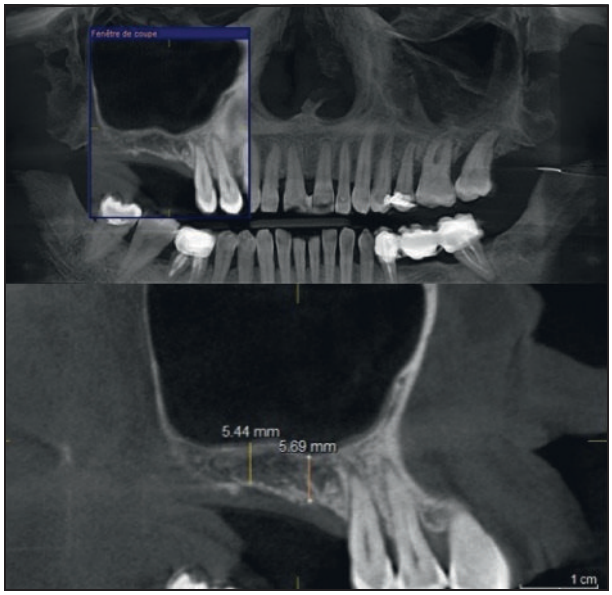


Fig. 7. Analyse radiographique préopératoire du déficit vertical.
Fig. 7. Preoperative radiographic analysis of the vertical deficiency.

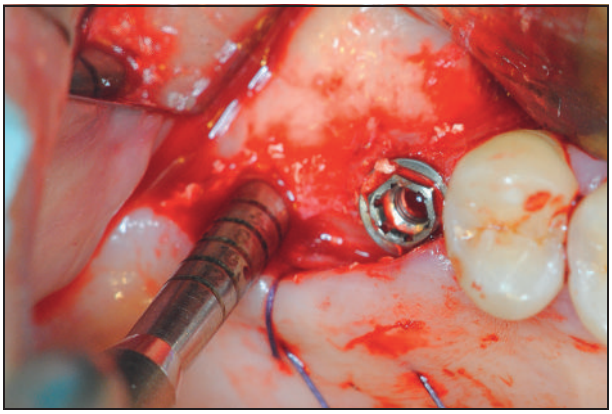


Fig. 8. Préparation du site implantaire par la technique des ostéotomes.
Fig. 8. Preparation of the implant bed with the osteotome technique.

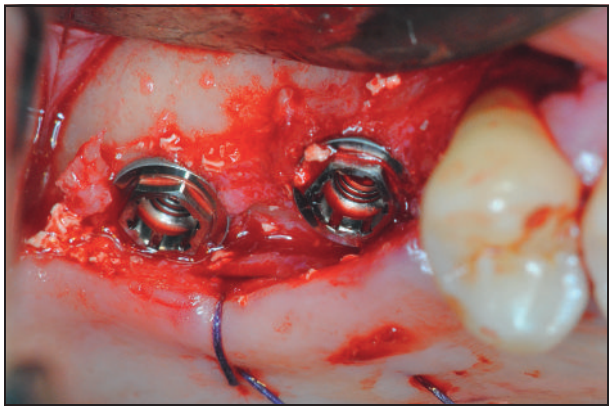


Fig. 9. Mise en place des implants après élévation sinusienne transcrestale.
Fig. 9. Dental implants placed after transcrestal sinus lift.

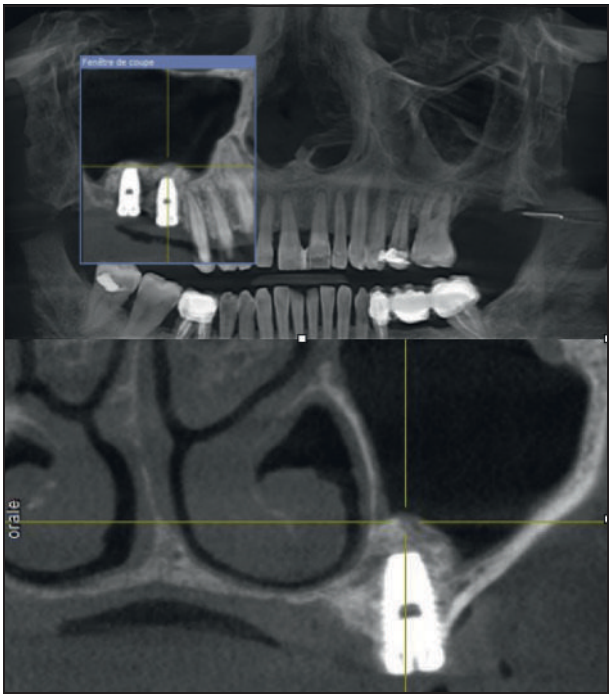


Fig. 10. Contrôle radiographique de l'élévation sinusienne implants en place.
Fig. 10. Radiographic view of the elevated sinus floor with the dental implants in situ.

© Initiatives Santé 2019

ment coniques dont l'extrémité est concave. Ainsi, la progression des ostéotomes vers la cavité sinusienne permet de condenser l'os résiduel périphérique et de fracturer le plancher osseux sinusien en repoussant la membrane de Schneider, créant ainsi un espace nécessaire à l'augmentation du volume osseux. Conformément au protocole ITI (International Team of Implantology, Straumann Institute®), un gain de 2 à 3 mm de hauteur osseuse peut être obtenu avec cette méthode (Pjetursson *et al.*, 2009). La technique des ostéotomes a été modifiée par plusieurs auteurs (Fugazzotto, 2001 ; Soltan et Smiler, 2004), et parfois même radicalement changée par exemple dans le cas de la technique du ballon (Dhandapani *et al.*, 2016 ; Kfir *et al.*, 2007). Au cours de ces 20 dernières années, plusieurs protocoles ont été étudiés pour améliorer l'efficacité des différentes techniques chirurgicales. Quelques-unes, comme la technique du ballon, permettaient de faire face au manque de prévisibilité de préservation de l'intégrité de la membrane de Schneider.

Les techniques basées sur les principes hydrauliques ou hydrodynamiques ont été mises en avant par quelques groupes d'études, devenant par la suite une orientation clinique, si on en juge par le nombre croissant des publications où celles-ci sont citées (Kim *et al.*, 2014 ; Gatti *et al.*, 2018 ; Better *et al.*, 2018).

Une classification des protocoles actuels résume pour les lecteurs l'ensemble de ces techniques. Deux catégories principales aident à situer ces différentes méthodes :

- La méthode permettant l'accès à la cavité sinusienne :
  - l'utilisation de la technique des ostéotomes ;
  - la pénétration initiale à l'aide d'instruments rotatifs (associés éventuellement à l'utilisation d'une solution saline sous pression) ;
  - la chirurgie piézoélectrique.
- La méthode d'élévation de la membrane de Schneider :
  - par poussées répétées, permettant la fracture maîtrisée de l'os basal sous-sinusien à l'aide d'ostéotomes ;
  - par l'utilisation de techniques hydrauliques et/ou hydrodynamiques.

Protocole d'accès à la cavité sinusienne (fig. 11)

Les abords sinusiens transcrestaux, initialement réalisés à l'aide d'ostéotomes, constituaient par conséquent la première méthode décrite dans cet objectif. Une variété importante de formes d'ostéotomes est à présent mise à disposition pour ce protocole clinique. Concernant l'accès crestal à l'aide d'instruments rotatifs, ceux-ci présentent de nombreuses formes et sont parfois même équipés de butées permettant une meilleure maîtrise de la profondeur de forage. Les systèmes piézoélectriques, fonctionnant sur le principe de l'oscillation, sont peu agressifs envers les tissus mous, réduisant ainsi le risque de perforation de la membrane de Schneider, ce qui constitue en outre une avancée pour une chirurgie moins invasive.



Fig. 11. Vue occlusale de la membrane de Schneider lors de l'abord crestal.

Fig. 11. Occlusal view to the Schneiderian Membrane through the crestal approach.

Méthode d'élévation de la membrane de Schneider

Ces dernières années, les systèmes basés sur la pression hydraulique ont évolué et ont aussi fait beaucoup de progrès en termes d'innovation. Le principe hydraulique repose sur la progression de la pression du fluide permettant la séparation de la membrane de Schneider et de l'os basal. Un de ces systèmes, par exemple, utilise un rythme intermittent de pression aboutissant à l'obtention d'une pression hydrodynamique. Le fabricant de ce système émet l'hypothèse que les impacts pulsatiles permettent une séparation moins traumatique de la membrane de l'os basal et réduisent ainsi le risque de rupture de celle-ci. Ce système **(fig. 12)**, présenté il y a quelques années, est décrit comme étant même indiqué dans les cas où la hauteur crestale résiduelle ne dépasse pas 2 mm, ce qui correspond normalement à l'indication

© Initiatives Santé 2019

classique d'une augmentation du plancher sinusien par abord latéral **(fig. 13 à 15)**.

Les facteurs de choix pour un protocole idéal n'existent donc pas. Les recherches effectuées au travers de la littérature scientifique mettent en évidence un manque d'études cliniques randomisées, de revues de littératures systématiques ainsi que d'études comparant sur le long terme ces différents protocoles par abord crestal. Quelques études importantes, sur des séries de cas, mettent en avant des résultats cliniques prometteurs (Bruckmoser *et al.*, 2018 ; Wainwright *et al.*, 2016 ; Tallarico *et al.*, 2016 ; Kher *et al.*, 2014 ; Jesch *et al.*, 2013 ; Troedhan *et al.*, 2013).

La technique d'élévation sinusienne d'abord crestal présente deux inconvénients majeurs : le premier concerne la hauteur osseuse sous-sinusienne résiduelle qui, comparée à la technique par abord latéral, doit être plus importante pour donner de bons résultats. Cette particularité aboutit au fait que le gain osseux obtenu par l'utilisation de cette technique est limité. Le second inconvénient, lié à cette technique d'élévation sinusienne par ostéotomes, impose l'utilisation du maillet qui, pour une majorité de patients, peut aboutir à un état de confusion cérébrale consécutif aux martelages répétés. Dans certains cas rares, les vibrations provoquées par cette

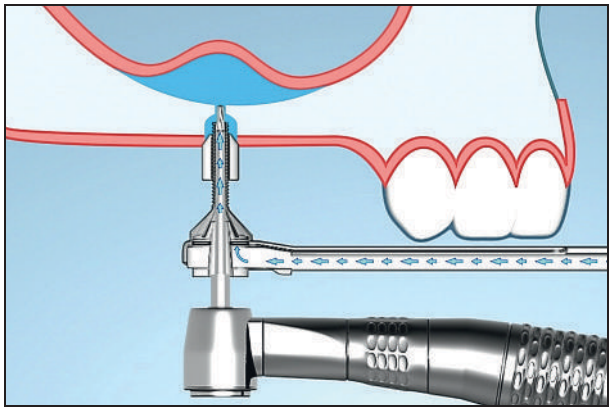


Fig. 12. Schéma explicatif du principe d'élévation de la membrane sinusienne par système hydraulique.

Fig. 12. Schematic drawing for explanation of the hydraulic lifting principle.

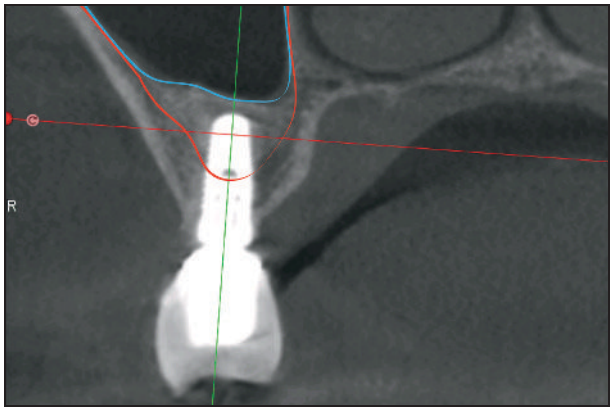


Fig. 13. Vue axiale du gain osseux avec implant en place.

Fig. 13. Axial view of bone gain with implant in site.

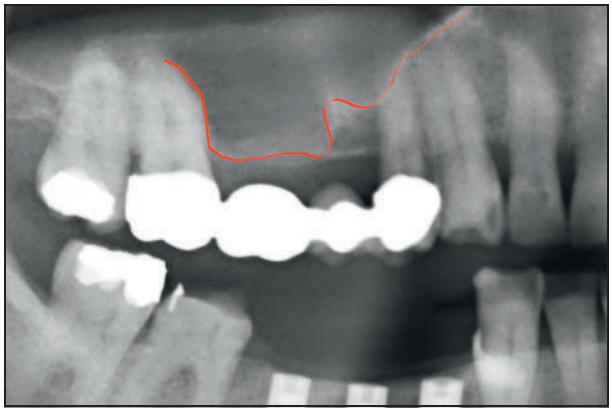


Fig. 14. Image radiographique de la hauteur osseuse initiale.

Fig. 14. Radiographic view of initial bone amount.

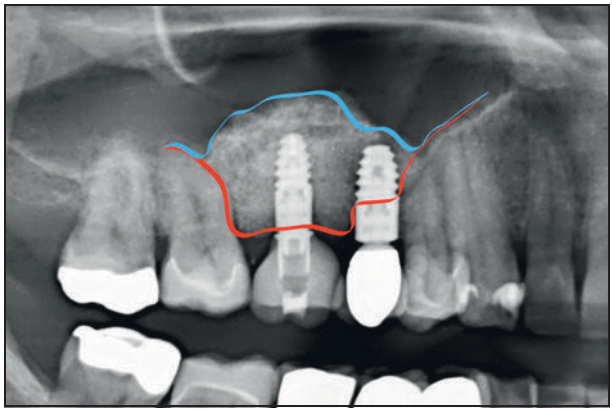


Fig. 15. Image radiographique du gain osseux par d'élévation de la membrane sinusienne par système hydraulique, avec implants et restaurations prothétiques en place.

Fig. 15. Radiographic view of the bone gain by hydraulic lifting approach with implants and restorations in place.

© Initiatives Santé 2019

technique peuvent être à l'origine de vertiges statiques paroxystiques bénins, pouvant persister plusieurs jours (Parnes et McClure, 1998).
Cependant, malgré ces inconvénients, la technique par ostéotomes permet d'obtenir un os plus dense, plus favorable à une meilleure stabilité des implants lors de leur mise en place.
Bien que la technique par abord crestal soit considérablement moins invasive que celle par abord latéral, avec, la plupart du temps de meilleures suites postopératoires et une réduction du taux de morbidité, ce protocole doit être combiné à la mise en place immédiate des implants, ce qui réclame une hauteur minimale d'os résiduel pour permettre une stabilité initiale suffisante.
Dans les cas de maxillaires sévèrement atrophiés, la chirurgie de mise en place des implants en deux étapes chirurgicales reste la référence, et le protocole d'augmentation du volume osseux par élévation du plancher sinusien doit être réalisé par abord latéral.

Implications cliniques et conclusion

Il n'existe pas d'arbre décisionnel véritablement basé sur la preuve scientifique permettant de faire un choix clair entre les différentes techniques d'augmentation du plancher sinusien. Le processus de choix thérapeutique doit prendre en compte tous les paramètres préopératoires concernant le patient, mais aussi préserver son état physique et respecter ses attentes. Le facteur de choix thérapeutique doit représenter une démarche individuelle ainsi qu'une solution personnalisée la mieux adaptée à chaque cas clinique. □

Remerciements
Les auteurs sont reconnaissants envers le Dr Laurent Ohayon, qui a généreusement contribué à l'iconographie illustrant le protocole conventionnel d'augmentation sinusienne par abord crestal selon la technique de Summers.

© Initiatives Santé 2019

BIBLIOGRAPHIE

- **Al-Nawas B, Schiegnitz E.** Augmentation procedures using bone substitute materials or autogenous bone: a systematic review and meta-analysis. Eur J Oral Implantol 2014;7:S219-234.
- **Artzi Z, Kozlovsky A, Nemcovsky CE, Weinreb M.** The amount of newly formed bone in sinus grafting procedures depends on tissue depth as well as the type and residual amount of the grafted material. J Clin Periodontol 2005;32:193-199.
- **Balleri P, Veltri M, Nuti N, Ferrari M.** Implant placement in combination with sinus membrane elevation without biomaterials: a 1-year study on 15 patients. Clin Implant Dent Relat Res 2012;14:682-689.
- **Barone A, Santini S, Marconcini S, Giacomelli L, Gherlone E, Covani U.** Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. A comparative study: piezoelectric device vs. conventional rotative instruments. Clin Oral Implants Res 2008;19:511-515.
- **Becker ST, Terheyden H, Steinriede A, Behrens E, Springer I, Wiltfang J.** Prospective observation of 41 perforations of the Schneiderian membrane during sinus floor elevation. Clin Oral Implants Res 2008;19:1285-1289.
- **Berberi A, Nader N, Bou Assaf R, Fayyad-Kazan H, Khairallah S, Moukarzel N.** Sinus floor augmentation with ambient blood and an absorbable collagen sponge: a prospective pilot clinical study. Implant Dent 2017;26:674-681.
- **Better H, Chaushu L, Nissan J, Xavier S, Tallarico M, Chaushu G.** The feasibility of flapless approach to sinus augmentation using an implant device designed according to residual alveolar ridge height. Int J Periodontics Restorative Dent 2018;38:601-606.
- **Bruckmoser E, Gruber R, Steinmassl O, Eder K, Watzinger F, Bayerle-Eder M, Jesch P.** Crestal sinus floor augmentation using hydraulic pressure and vibrations: a retrospective single cohort study. Int J Oral Maxillofac Implants 2018;33:1149-1154.
- **Chiapasco M, Zaniboni M.** Methods to treat the edentulous posterior maxilla: implants with sinus grafting. J Oral Maxillofac Surg 2009;67:867-871.
- **Corbella S, Taschieri S, Del Fabbro M.** Long-term outcomes for the treatment of atrophic posterior maxilla: a systematic review of literature. Clin Implant Dent Relat Res 2015;17:120-132.
- **Cossellu G, Farronato G, Farronato D, Ceschel G, Angiero F.** Space-maintaining management in maxillary sinus lifting: a novel technique using a resorbable polymeric thermo-reversible gel. Int J Oral Maxillofac Surg 2017;46:648-654.
- **Del Fabbro M, Corbella S, Weinstein T, Ceresoli V, Taschieri S.** Implant survival rates after osteotome-mediated maxillary sinus augmentation: a systematic review. Clin Implant Dent Relat Res 2012;14:e159-168.
- **Dhandapani RB, Baskaran S, Arun KV, Kumar TS.** Minimally invasive maxillary sinus elevation using balloon system: a case series. J Indian Soc Periodontol 2016;20:468-471.
- **Ella B, Sédarat C, Noble Rda C, Normand E, Lauverjat Y, Siberchicot F, *et al.*** Vascular connections of the lateral wall of the sinus: surgical effect in sinus augmentation. Int J Oral Maxillofac Implants 2008;23:1047-1052.
- **Esposito M, Felice P, Worthington HV.** Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. Cochrane Database Syst Rev 2014:CD008397.
- **Friedmann A, Strietzel F, Marezki B, Madgar D, Pitaru S, Bernimoulin JP.** A new collagen barrier resistant to bacterial collagenase-effect on GBR. Clin Oral Impl Res 2000;11:389.

- **Fugazzotto PA.** The modified trephine/osteotome sinus augmentation technique: technical considerations and discussion of indications. Implant Dent 2001;10:259-264.
- **Gatti F, Gatti C, Tallarico M, Tommasato G, Meloni SM, Chiapasco M.** Maxillary sinus membrane elevation using a special drilling system and hydraulic pressure: a 2-year prospective cohort study. Int J Periodontics Restorative Dent 2018;38:593-599.
- **Göçmen G, Atali O, Aktop S, Sipahi A, Gönül O.** Hyaluronic acid versus ultrasonic resorbable pin fixation for space maintenance in non-grafted sinus lifting. J Oral Maxillofac Surg 2016;74:497-504.
- **Hatano N, Sennerby L, Lundgren S.** Maxillary sinus augmentation using sinus membrane elevation and peripheral venous blood for implant-supported rehabilitation of the atrophic posterior maxilla: case series. Clin Implant Dent Relat Res 2007;9:150-155.
- **Heitz-Mayfield LJ, Huynh-Ba G.** History of treated periodontitis and smoking as risks for implant therapy. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24:39-68.
- **Jensen T, Schou S, Stavropoulos A, Terheyden H, Holmstrup P.** Maxillary sinus floor augmentation with Bio-Oss or Bio-Oss mixed with autogenous bone as graft: a systematic review. Clin Oral Implants Res 2012;23:263-273.
- **Jesch P, Bruckmoser E, Bayerle A, Eder K, Bayerle-Eder M, Watzinger F.** A pilot-study of a minimally invasive technique to elevate the sinus floor membrane and place graft for augmentation using high hydraulic pressure: 18-month follow-up of 20 cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2013;116:293-300.
- **Katsuyama H, Jensen SS.** Sinus floor elevation procedures. Berlin: Quintessence Publishing Co, Ltd; 2011.
- **Kfir E, Kfir V, Eliav E, Kaluski E.** Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. J Periodontol 2007;78:2032-2035.
- **Kher U, Ioannou AL, Kumar T, Siormpas K, Mitsias ME, Mazor Z, Kotsakis GA.** A clinical and radiographic case series of implants placed with the simplified minimally invasive antral membrane elevation technique in the posterior maxilla. J Craniomaxillofac Surg 2014;42:1942-1947.
- **Kim MJ, Jung UW, Kim CS, Kim KD, Choi SH, Kim CK, Cho KS.** Maxillary sinus septa: prevalence, height, location, and morphology. A reformatted computed tomography scan analysis. J Periodontol 2006;77:903-908.
- **Kim JM, Sohn DS, Bae MS, Moon JW, Lee JH, Park IS.** Flapless transcrestal sinus augmentation using hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation with autologous concentrated growth factors alone. Implant Dent 2014;23:168-174.
- **Koymen R, Gocmen-Mas N, Karacayli U, Ortakoglu K, Ozen T, Yazici AC.** Anatomic evaluation of maxillary sinus septa: surgery and radiology. Clin Anat 2009;22:563-570.
- **Misch CE.** Maxillary sinus augmentation for endosteal implants: organized alternative treatment plans. Int J Oral Implantol 1987;4:49-58.
- **Nedir R, Nurdin N, Vazquez L, Abi Najm S, Bischof M.** Osteotome sinus floor elevation without grafting: a 10-year prospective study. Clin Implant Dent Relat Res 2016;18:609-617.
- **Neiva RF, Gapski R, Wang HL.** Morphometric analysis of implant-related anatomy in Caucasian skulls. J Periodontol 2004;75:1061-1067.
- **Ohayon L, Taschieri S, Friedmann A, Del Fabbro M.** Bone graft displacement after maxillary sinus floor augmentation with or without covering barrier membrane: a retrospective computed tomographic image evaluation. Int J Oral Maxillofac Implants 2019;34:681-691.
- **Palma VC, Magro-Filho O, de Oliveria JA, Lundgren S, Salata LA, Sennerby L.** Bone reformation and implant integration following maxillary sinus membrane elevation: an experimental study in primates. Clin Implant Dent Relat Res 2006;8:11-24.
- **Parnes LS, McClure JA.** Posterior semicircular canal occlusion for intractable benign paroxysmal positional vertigo. Ann Otol Rhinol Laryngol 1998;99:330-334.
- **Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP.** A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. J Clin Periodontol 2008;35:216-240.
- **Pjetursson BE, Ignjatovic D, Matuliene G, Brägger U, Schmidlin K, Lang NP.** Transalveolar maxillary sinus floor elevation using osteotomes with or without grafting material. Part II: Radiographic tissue remodeling. Clin Oral Implants Res 2009;20:677-683.
- **Raghoebar GM, Onclin P, Boven GC, Vissink A, Meijer HJA.** Long-term effectiveness of maxillary sinus floor augmentation A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol 2019;46:307-318.
- **Schiegnitz E, Kämmerer PW, Sagheb K, Wendt AJ, Pabst A, Al-Nawas B, Klein MO.** Impact of maxillary sinus augmentation on oral health-related quality of life. Int J Implant Dent 2017;3:10.
- **Soltan M, Smiler DG.** Trephine bone core sinus elevation graft. Implant Dent 2004;13:148-152.
- **Summers RB.** A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. Compendium 1994a;15:152, 154-156.
- **Summers RB.** The osteotome technique: Part 3: Less invasive methods of elevating the sinus floor. Compendium 1994b;15:698, 700.
- **Tallarico M, Better H, De Riu G, Meloni SM.** A novel implant system dedicate to hydraulic Schneiderian membrane elevation and simultaneously bone graft augmentation: An up-to 45 months retrospective clinical study. J Craniomaxillofac Surg 2016;44:1089-1094.
- **Tan WC, Lang NP, Zwahlen M, Pjetursson BE.** A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. Part II: transalveolar technique. J Clin Periodontol 2008;35:241-254.
- **Tarnow DP, Wallace SS, Froum SJ, Rohrer MD, Cho SC.** Histologic and clinical comparison of bilateral sinus floor elevations with and without barrier membrane placement in 12 patients: Part 3 of an ongoing prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent 2000;20:117-125.
- **Troedhan A, Kurrek A, Wainwright M, Schlichting I, Fischak-Treitl B, Ladentrog M.** The transcrestal hydrodynamic ultrasonic cavitational sinuslift: results of a 2-year prospective multicentre study on 404 patients, 446 sinuslift sites and 637 inserted implants. Open J Stomatol 2013;3:471.
- **Wainwright M, Torres-Lagares D, Pérez-Dorao B, Serrera-Figallo MA, Gutierrez-Perez JL, Troedhan A, *et al.*** Histological and histomorphometric study using an ultrasonic crestal sinus grafting procedure. A multicenter case study. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2016;21:E367-E373.

© Initiatives Santé 2019