

Implants post-extractionnels différés posés à l'aide d'une technique de Summers modifiée : résultats préliminaires d'une étude de cohorte unique

R. Bettach¹, F. Goker², S. Khijmatgar², G. Boukhris³, S. Taschieri^{2,4,5}, L. Francetti^{2,4},
C. Corradini², M. Parrini² et M. Del Fabbro^{2,4}

¹École dentaire, Université de New York, NY, États-Unis ; ²Département des sciences biomédicales, chirurgicales et dentaires, Université de Milan, Milan, Italie ; ³Cabinet privé, Paris, France ; ⁴Institut Orthopédique Galeazzi, IRCCS, Milan, Italie ; ⁵Département de chirurgie orale, Institut dentaire, Première Université de médecine Ivan Setchenov de Moscou, Moscou, Russie

Cette série de cas rétrospectifs avait pour objectif d'évaluer les résultats cliniques et radiographiques de patients ayant subi une chirurgie implantaire avec modification du protocole d'élévation du sinus de Summers. Quarante patients en bonne santé, nécessitant une réhabilitation orale sur implants dentaires, ont été inclus dans cette étude. Le critère d'inclusion portait sur la nécessité d'extraire une dent compromise en raison d'un abcès persistant, d'une parodontite ou d'un kyste dans la région du maxillaire postérieur atrophique. Le traitement consistait en une chirurgie en deux étapes pour tous les patients. Lors de la première étape, après extraction de la dent, les alvéoles ont été préservées à l'aide d'une greffe osseuse allogène et de membrane de collagène équin. Après 4 à 5 mois, 40 implants à surface sablée ont été insérés selon une technique d'ostéodensification et une modification du protocole d'élévation du sinus de Summers en cas de fracture du plancher sinusien. Le taux de survie implantaire constituait le principal critère d'évaluation. Les complications intra et postopératoires représentaient des critères supplémentaires de réussite. Le suivi moyen à compter de la chirurgie implantaire était de 28,0 mois $\pm$ 7,3 mois (écart-type) (intervalle 17,8-43,4 mois). Un implant a été perdu avant la livraison de la prothèse. Le taux de survie implantaire global était de 97,5 %. La variation moyenne globale du niveau de l'os marginal péri-implantaire, 6 et 12 mois après mise en fonction, était, respectivement, de 0,26 mm $\pm$ 0,24 mm (IC 95 % : 0,19 ; 0,34 mm) et de 0,71 mm $\pm$ 0,36 mm (IC 95 % : 0,60 ; 0,82 mm). La perte osseuse marginale était statistiquement significative dans les deux périodes par rapport à la pose de l'implant, et la différence entre 6 et 12 mois était également significative ($p < 0,001$ dans les deux cas). Aucune complication biologique ou mécanique n'a été enregistrée durant la période d'observation. En conclusion, la technique présentée dans cette étude de cohorte peut constituer une alternative efficace et sûre aux procédures standard d'élévation du plancher du sinus maxillaire et au protocole d'insertion immédiate d'implants, en particulier dans les cas de parodontite et de sites infectés, qui peuvent représenter un risque élevé d'échec de l'implant chez les patients dont le maxillaire postérieur est atrophie.

Les implants dentaires sont couramment utilisés pour remplacer les dents manquantes et restaurer la fonction dentaire. Au cours des dernières années, le recours à la thérapie implantaire n'a cessé d'augmenter au sein de la population. Le marché mondial des implants dentaires devrait dépasser les 6,50 milliards de dollars d'ici 2024, avec un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 7,9 % (1).

Une telle augmentation de la demande peut s'expliquer par des facteurs tels qu'une plus grande prévalence de la perte de dents liée à l'augmentation de l'espérance de vie, les besoins esthétiques, la sensibilisation aux excellentes performances et aux avantages du traitement par implants, etc.

Mots clés : implants dentaires, maxillaire atrophie, élévation du sinus, technique de Summers, régénération osseuse guidée, ROG, régénération osseuse, implants

Auteur correspondant :
Dr Massimo Del Fabbro
Université de Milan,
Département des sciences biomédicales, chirurgicales et dentaires,
Institut Orthopédique Galeazzi, IRCCS, Milan, Italie
e-mail: massimo.delfabbro@unimi.it

Le succès des implants dentaires est estimé à plus de 90 % à moyen et long terme pour la plupart des systèmes implantaires, et le succès de l'implant peut être affecté par une variété de facteurs liés au patient, à l'implant, à la chirurgie et à la prothèse, tels que l'âge ou le sexe du patient, la taille de l'implant, la forme de l'implant, le matériau de l'implant, la longueur et le diamètre, l'emplacement de l'implant et la qualité de l'os (2 à 3). Certaines études ont estimé le taux d'échec des implants dentaires (2-9), lors d'études fondées sur des données probantes, dans différentes situations cliniques et différents protocoles chirurgicaux, et ont conclu qu'il était de 0,8 % lorsqu'il était évalué pour les individus et de 0,5 % au niveau de l'implant. Là encore, ces chiffres peuvent varier en fonction de différents facteurs : par exemple, le taux d'échec des implants chez les patients âgés de plus de 40 ans est de 1,0 %, tandis que le taux d'échec chez les fumeurs est de 1,3 %, ce qui est beaucoup plus élevé que chez les non-fumeurs (0,3 %) (10). Ces dernières années, des procédures de préservation de l'alvéole (SP) ont été adoptées afin de réduire la résorption osseuse physiologique au niveau du site alvéolaire après l'extraction d'une dent, susceptible de compromettre la pose d'un implant. Pour préparer le site d'extraction à la pose d'un implant, la préservation de l'alvéole et de la crête à l'aide de substituts osseux représente une approche cliniquement viable afin de conserver l'os restant après l'extraction (11). Actuellement, des procédures SP sont pratiquées couramment afin d'augmenter le taux de réussite des implants dentaires en utilisant diverses techniques et biomatériaux. La régénération osseuse guidée (ROG) avec des substituts osseux ostéoconducteurs, seuls ou en combinaison avec des facteurs de croissance et des membranes de recouvrement (12-14), est considérée comme la plus prévisible. Il existe différentes modalités de ROG en fonction de la taille et de la localisation du défaut. La SP peut également être utilisée pour surmonter l'augmentation de l'élévation du sinus maxillaire, qui peut représenter un risque de communication bucco-sinusienne après la pose des implants (15). Même si les revues systématiques et les méta-analyses constituent le meilleur moyen de résumer les preuves de succès et le classement des traitements, il est difficile d'appliquer une méta-analyse aux techniques de SP car il existe une grande hétérogénéité entre les études, les protocoles et les résultats (16).

La présente série de cas a pour objectif de démontrer la prédictibilité d'une technique de Summers modifiée pour la préservation de l'alvéole en utilisant la ROG, et son incidence sur le résultat de l'implant après un suivi d'au moins un an.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Cette étude rétrospective de série de cas, réalisée dans une seule clinique privée en France ayant un accord avec l'Université de Milan et l'Institut orthopédique Galeazzi, IRCCS, se composait de patients nécessitant une réhabilitation orale sur implants dentaires dans le maxillaire postérieur. Tous les patients ont été traités entre janvier 2017 et février 2019 grâce à une modification de la technique de Summers pour l'élévation du sinus maxillaire. L'étude était conforme aux principes énoncés dans la Déclaration d'Helsinki sur le protocole médical et l'éthique. L'approbation du comité d'examen institutionnel de l'Institut orthopédique Galeazzi, IRCCS a été obtenue pour les études rétrospectives sur la thérapie implantaire et un examen rétrospectif de la base de données des cliniques des patients ayant subi la technique ROG pour la préservation de l'alvéole et la pose d'implants a été entrepris après l'approbation du comité d'examen institutionnel.

Le critère d'inclusion était le suivant : patients âgés de plus de 18 ans pour lesquels une extraction dentaire était prévue dans la région postérieure du maxillaire en raison de kystes importants, d'une infection persistante et/ou d'une parodontite, et pour lesquels l'implantation immédiate n'était pas envisageable. En outre, l'absence de contre-indications médicales générales pour les procédures de chirurgie orale (American Society of Anaesthesiologists ASA-1 ou ASA-2) était requise. Les sujets présentant une infection active dans la région buccale et maxillo-faciale et/ou souffrant d'une maladie systémique majeure, comme les patients immunodéprimés, les patients oncologiques, les patients souffrant d'une défaillance d'organe, ainsi que les patientes enceintes, ont été exclus. Les habitudes liées au tabac, le diabète contrôlé, l'ostéoporose et les affections systémiques mineures n'ont pas été considérés comme des critères d'exclusion.

Lors de la première visite, chaque patient a fait l'objet d'une anamnèse détaillée et d'un examen intra-oral et extra-oral. Les patients ont fait l'objet d'une évaluation radiologique avec des radiographies panoramiques et/ou des tomographies à faisceau conique (CBCT) afin d'évaluer la taille et la forme de l'os maxillaire et d'évaluer toute pathologie du sinus maxillaire. La figure 1 montre un CBCT préopératoire représentatif d'un patient présentant une dent infectée au niveau du maxillaire droit.

Une semaine avant l'opération, une séance d'hygiène bucco-dentaire professionnelle a été dispensée à chaque patient et des rinçages oraux au digluconate de chlorhexidine à 0,2 % ont été prescrits. Un jour avant l'opération, des antibiotiques ont été prescrits :

Augmentin (amoxicilline et clavulanate de potassium) à raison de 1 g, ou Azithromycine 500 mg comme alternative en cas d'allergie à la pénicilline. En résumé, le traitement consistait en une chirurgie en deux étapes pour tous les patients.

Première étape chirurgicale

Toutes les chirurgies ont été réalisées sous anesthésie locale (articaïne 4 % avec adrénaline 1/100 000) par le même chirurgien (R.B.). Après l'extraction atraumatique de la dent, un curetage a été pratiqué dans l'alvéole dentaire, suivi d'une irrigation au sérum physiologique. Après un curetage mécanique, les sites infectés ont tous été traités au laser diode suivi d'un remplissage de l'alvéole à l'aide d'une irrigation continue d'eau oxygénée pendant deux minutes en moyenne. À ce stade, une attention particulière a été portée afin d'éviter la perforation des sinus, pour drainer l'infection et pour éliminer tous les restes épithéliaux des kystes, en cas de présence de kystes.

Ensuite, un greffon osseux allogène (poudre d'os spongieux Phoenix, TBF, Mions, France) a été soigneusement placé dans l'alvéole et une membrane de collagène équin (membrane de collagène Proguard, Euroklee, Barcelone, Espagne) a été placée pour recouvrir le greffon. Pour finir, les membranes ont été suturées à l'aide de fils de soie non résorbables 4/0 (Ethicon, Johnson&Johnson, New Jersey, États-Unis) pour assurer la fermeture primaire. La figure 2 montre un cliché CBCT post-extraction représentatif d'un patient dont l'alvéole a été greffée.

Seconde étape chirurgicale

Quatre mois après l'extraction de la dent et la chirurgie ROG, les patients ont été réévalués à l'aide d'une seconde tomographie à faisceau conique (CBCT) (Fig. 3), afin d'évaluer la cicatrisation et de mesurer la hauteur et la largeur de l'os crestal résiduel au niveau du site implantaire prévu.

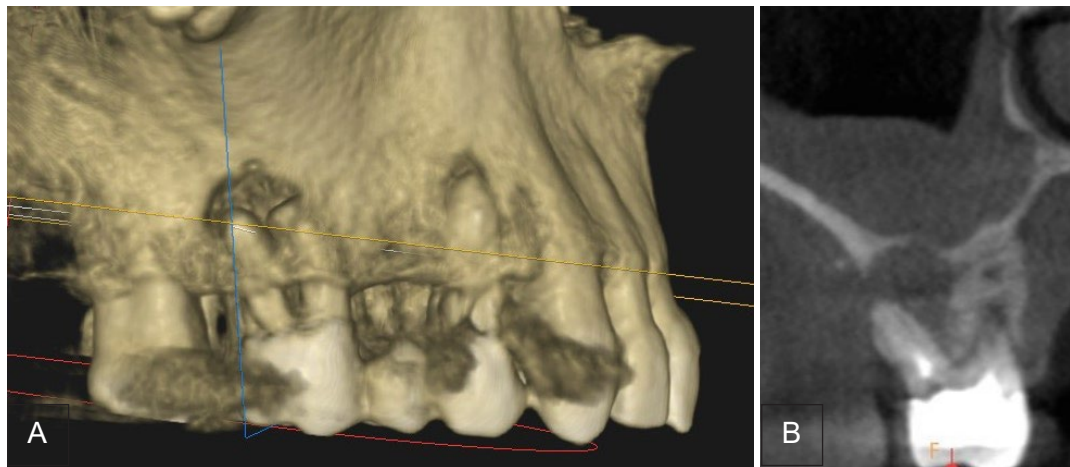


Fig. 1. a) : Tomographie préopératoire d'un patient présentant une dent infectée au niveau du maxillaire droit ; **b):** CBCT préopératoire de la dent infectée.



Fig. 2. a-b) : CBCT post-extraction représentatif d'un patient dont l'alvéole a été greffée.

Cinq à six mois après la première étape chirurgicale, l'implant dentaire (IDALL, Implant Diffusion International, Paris, France) a été inséré, en utilisant une modification de la technique de Summers pour l'élévation du sinus. La longueur de l'implant a été déterminée comme étant supérieure de 1 à 3 mm à la hauteur de l'os résiduel. Le forage pour la préparation du site implantaire a été effectué principalement selon la technique d'ostéodensification, à l'aide de forets cylindro-coniques spéciaux à rotation inverse (forets IDALL, Implant Diffusion International, Paris, France), de même taille et de même forme que les implants (Fig. 4). En raison de leurs caractéristiques et de leur conception spécifiques, un seul foret a été utilisé pour chaque préparation de site implantaire (17). Le forage a été interrompu en maintenant une épaisseur de sécurité de 2 mm sous le plancher sinusien. L'intervention s'est poursuivie par la mise en place de l'implant à l'aide d'une pièce à main à contre-angle avec un couple de 35 N/cm. Lorsqu'il a atteint l'os cortical à l'apex du site implantaire, l'implant a été poussé davantage à l'aide de la clé à cliquet, jusqu'à ce qu'une fracture du plancher sinusien se produise. Par conséquent, tous les implants ont été insérés en position sous-crestale avec le col à 1 mm de profondeur par rapport au niveau de la crête osseuse. La figure 5 montre le CBCT du patient après insertion de l'implant, et les figures 6 et 7 montrent le cas final.

Le type d'os a été enregistré selon la classification de Misch (18). La mise en charge prothétique a été effectuée 3 à 5 mois après la pose de l'implant. Tous les patients ont reçu des couronnes céramo-métalliques cimentées comme superstructures prothétiques.

Suivi

Les patients se sont vu prescrire des antibiotiques postopératoires : amoxicilline et clavulanate de potassium à raison d'un comprimé de 1 g toutes les 8 heures pendant 6 jours au total, ou azithromycine 500 mg pendant 3 jours comme alternative en cas d'allergie. Des analgésiques (Ketoprofène, 30 mg deux fois par jour) ont également été prescrits en cas de besoin.

Des visites de suivi standard, comprenant des examens cliniques, ont été programmées à 1 mois, 3 mois, 6 mois et 12 mois, puis tous les 6 mois au cours des années suivantes. Un CBCT de contrôle a été réalisé lors du suivi à 12 mois pour une évaluation générale de l'état des sinus et du squelette au niveau du site concerné. Les instructions d'hygiène bucco-dentaire postopératoire ont été expliquées en détail et un programme d'entretien régulier a été recommandé à chaque patient, à toutes les étapes du protocole de traitement, selon des intervalles de 6 mois.

Résultats

La survie et le succès de l'implant, les modifications de la hauteur de la crête au niveau du site concerné et les modifications du niveau osseux péri-implantaire (MBL) ont été considérés comme les principaux critères d'évaluation de l'étude. Les complications intra-opératoires et postopératoires ont été évaluées en tant que résultats secondaires. Les critères de survie implantaire étaient les suivants : un implant toujours fonctionnel, supportant une restauration prothétique et entouré de tissus péri-implantaires sains. Le succès des implants a été établi selon les critères conventionnels suivants établis par Albrektsson(19) : absence clinique de mobilité ; aucun signe radiographique de radiotransparence péri-implantaire ; perte osseuse annuelle ne dépassant pas 1,5 à 2 mm et 0,2 mm/an par la suite ; absence de signes et de symptômes tels que douleur, inflammation, infection, neuropathie, hyperesthésie.

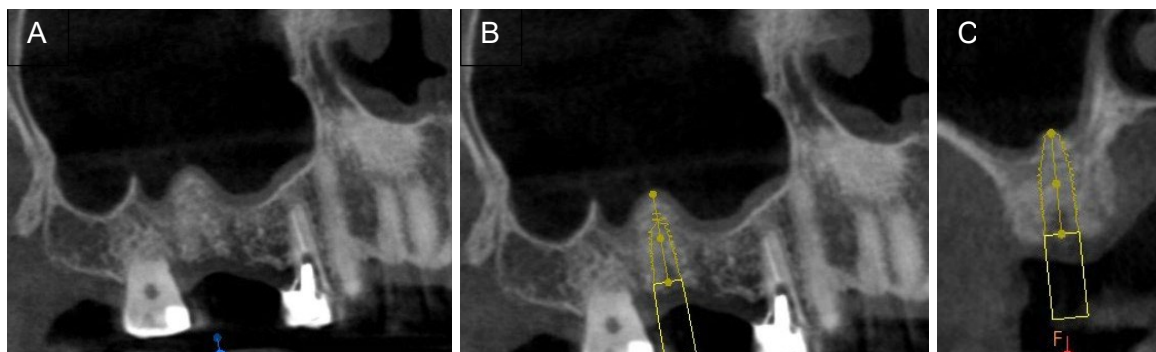


Fig. 3. a) : Évaluation du site implantaire et b-c) : planification avec CBCT.

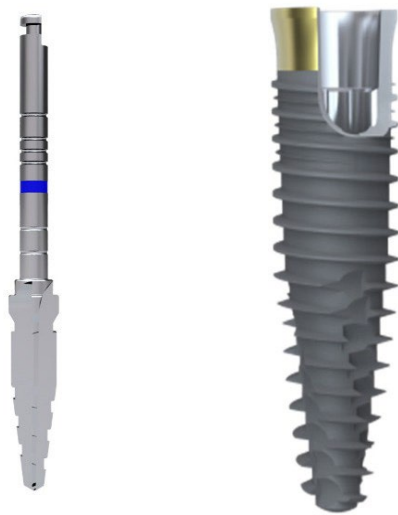


Fig. 4. a) : *Le foret conique spécialement conçu et b) :* *l'implant utilisé lors de cette étude.*

La hauteur de l'os crestal (RBH) a été évaluée à l'aide des clichés CBCT diagnostiques (pour la hauteur de l'os résiduel), et des clichés CBCT ont été pris ultérieurement jusqu'au suivi d'un an. La distance verticale entre la crête au niveau de l'implant et le plancher sinusien a été mesurée. Les modifications du niveau osseux péri-implantaire ont été évaluées par mesure de la distance entre l'épaule de l'implant et le contact os-implant le plus coronal au niveau mésial et distal. Les mesures prises le jour de la première année de mise en charge prothétique représentaient la valeur de référence.

Ces mesures ont été comparées à celles effectuées 6 et 12 mois après la mise en charge. La différence entre les mesures de suivi et les mesures de référence a été considérée comme la variation du MBL. La moyenne des valeurs mésiales et distales a été calculée pour obtenir une valeur unique par implant et par patient. Les mesures ont été effectuées à l'aide de ImageJ v. 1.46 (National Institutes of Health, Bethesda, MD, États-Unis). La longueur et le diamètre de l'implant ont servi à l'étalonnage. Un spécialiste en radiologie a procédé à toutes les mesures radiographiques.

Analyse statistique

Les statistiques descriptives des données ont été réalisées à l'aide des valeurs moyennes et de l'écart-type (ÉT) pour les variables quantitatives normalement distribuées. Des intervalles de confiance de 95 % ont également été estimés. La normalité des distributions a été évaluée à l'aide du test de D'Agostino et Pearson. L'effet de chaque variable (sexe, âge, habitudes liées au tabac, type d'os) sur la perte d'implant ou les complications a été évalué à l'aide du test exact de Fisher. La variation du niveau osseux marginal autour d'implants de différentes longueurs a été comparée à l'aide du test t de Student non apparié. La variation du niveau osseux marginal entre les différents intervalles de suivi a été comparée à l'aide du test t de Student apparié. Le patient représentait l'unité d'analyse. $P=0,05$ était considéré comme le seuil de significativité. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide de GraphPad Prism 5.03 (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, États-Unis).

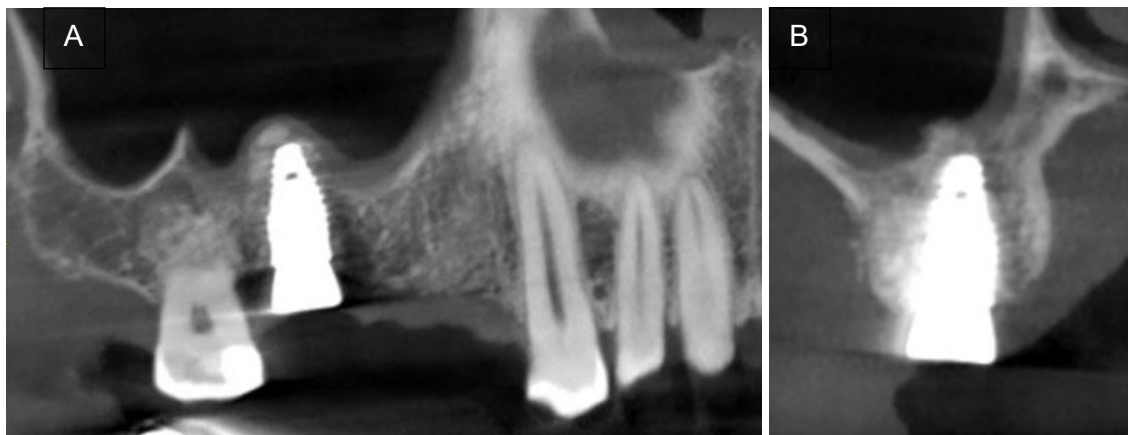


Fig. 5. a-b) : *CBCT du patient après insertion de l'implant.*

RÉSULTATS

Quarante patients (14 hommes et 26 femmes) ont été inclus et traités consécutivement suivant le présent protocole. L'âge moyen de la population étudiée au moment de la chirurgie était de 52,50 ans $\pm$ 12,48 ans (écart-type, ÉT), compris entre 24 et 75 ans.

Il y avait 13 fumeurs (32,5 %) et 27 non-fumeurs.

Quatorze patients présentaient un os de type II, 24 présentaient un os de type III et seuls 2 présentaient un os de type IV au niveau du site implantaire. Tous les patients présentaient un antagoniste occlusal sans présence de septa dans les sinus. Les deux tiers des patients (27/40) ne présentaient aucune affection systémique. L'un des patients était un ancien patient oncologique dont la situation était sous contrôle. Quatre patients étaient sous anticoagulants, trois présentaient un diabète contrôlé et deux patients avaient un taux de cholestérol élevé.

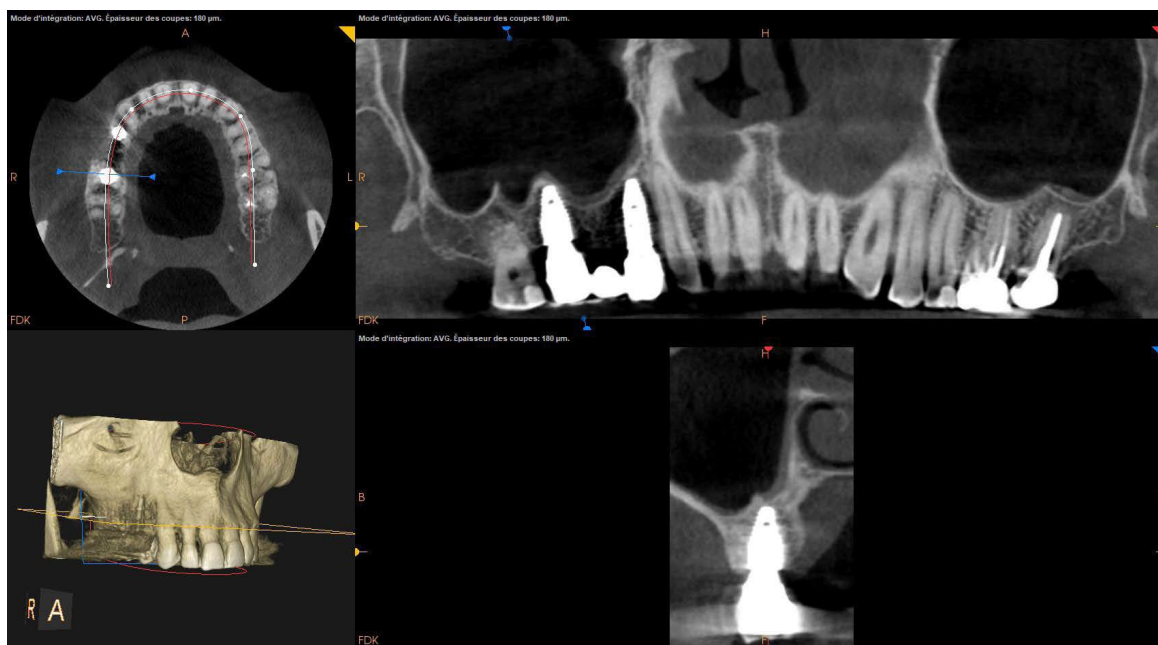


Fig. 6. Clichés CBCT montrant le patient avec la restauration finale.

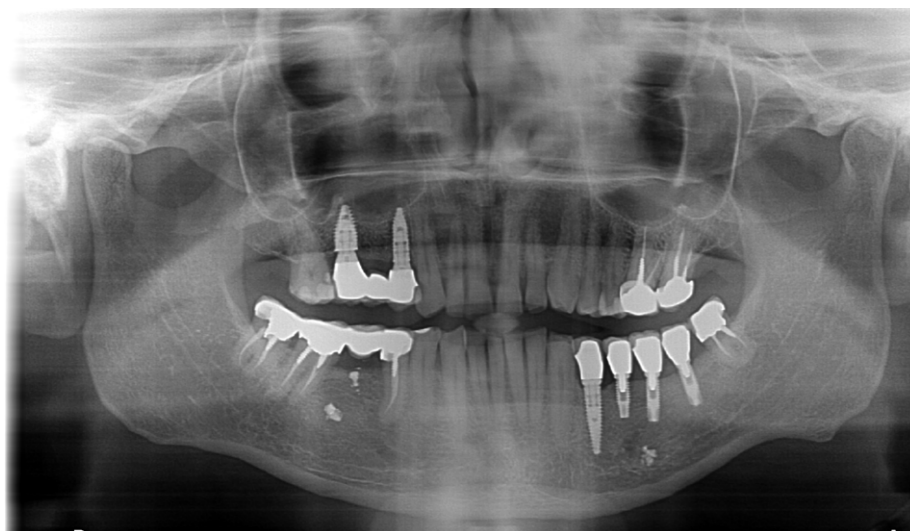


Fig. 7. Radio panoramique montrant le patient avec la restauration finale.

Chaque patient présentait l'une des pathologies suivantes : asthme, ostéoporose et hémodialyse.

La durée moyenne écoulée entre la mise en place de l'implant et la livraison de la prothèse était de $4,03 \text{ mois} \pm 0,74 \text{ mois}$ (intervalle 2,7-5,7 mois). La durée moyenne du suivi après la mise en charge prothétique était de $24,0 \text{ mois} \pm 7,0 \text{ mois}$ (intervalle 14,1-38,9 mois). Le suivi moyen total à compter de la mise en place des implants était de $28,0 \text{ mois} \pm 7,3 \text{ mois}$ (intervalle 17,8-43,4 mois).

La hauteur et la largeur moyennes de l'os crestal résiduel au niveau du site implantaire prévu étaient respectivement de $8,34 \text{ mm} \pm 0,96 \text{ mm}$ (IC 95 % : 8,03 ; 8,64 mm) et $7,96 \text{ mm} \pm 1,11 \text{ mm}$ (IC 95 % : 7,52 ; 8,21 mm). La hauteur osseuse moyenne globale (mm) de la crête résiduelle après l'élévation du plancher sinusien avec mise en place d'un implant était de $10,03 \text{ mm} \pm 1,21 \text{ mm}$ (IC 95 % : 9,56 ; 10,33 mm). L'augmentation moyenne de la hauteur était de $1,69 \text{ mm} \pm 0,80 \text{ mm}$, ce qui était très significatif ($p < 0,0001$). Un an après la mise en charge fonctionnelle, la hauteur totale de la crête était en moyenne de $10,32 \text{ mm} \pm 1,05 \text{ mm}$ (IC 95 % : 9,99 ; 10,64 mm). Cette augmentation supplémentaire, probablement due au remodelage osseux, était également significative ($p < 0,001$). Les données du tableau I illustrent l'effet de différentes variables,

telles que le sexe, les habitudes liées au tabac (fumeur ou non, indépendamment de la quantité de tabac), la qualité de l'os (type II, III ou IV), l'emplacement de l'implant (prémolaire ou molaire) et le côté (droit ou gauche) sur les variations de hauteur de crête jusqu'à un an après la mise en charge. Il n'existait pas de différence dans la hauteur de crête au départ et lors des suivis ultérieurs, en fonction du sexe, des habitudes liées au tabac et du côté. En revanche, il existait une différence significative au niveau de la hauteur de crête entre les sites prémolaires et molaires, et entre l'os de type II et l'os de type III/IV. Cette différence a persisté jusqu'à un an de suivi.

Les données du tableau II illustrent l'effet de différentes variables telles que le sexe, les habitudes liées au tabac, la qualité de l'os, l'emplacement de l'implant, la longueur et le diamètre de l'implant, et le côté sur les variations de niveau de l'os marginal jusqu'à un an après la mise en charge. La variation moyenne globale du MBL péri-implantaire, 6 et 12 mois après mise en fonction, était, respectivement, de $0,26 \text{ mm} \pm 0,24 \text{ mm}$ (IC 95 % : 0,19 ; 0,34

mm) et $0,71 \text{ mm} \pm 0,36 \text{ mm}$ (IC 95 % : 0,60 ; 0,82 mm).

La perte osseuse marginale était statistiquement significative dans les deux périodes par rapport à la pose de l'implant, et la variation de MBL entre 6 et 12 mois était également significative ($p < 0,001$ dans les deux cas).

Tableau I. Effet de différentes variables sur les variations de la hauteur de crête.

variables	n	Pré-chirurgie (RBH)		Post-chirurgie		1 an après mise en charge		Pré-chirurgie vs post-chirurgie	Post-chirurgie vs 1 an après mise en charge
		Moyenne $\pm$ ÉT	IC 95 %	Moyenne $\pm$ ÉT	IC 95 %	Moyenne $\pm$ ÉT	IC 95 %	Valeur p*	Valeur p*
total	39	8,34 $\pm$ 0,96	8,03-8,64	10,03 $\pm$ 1,21	9,64-10,41	10,32 $\pm$ 1,05	9,98-10,65	<0,0001	0,0007
Sexe	femmes	8,27 $\pm$ 1,06	7,94-8,60	10,04 $\pm$ 1,29	9,64-10,44	10,26 $\pm$ 1,18	9,89-10,62	<0,0001	0,02
	hommes	8,46 $\pm$ 0,75	8,23-8,70	10,00 $\pm$ 1,11	9,66-10,34	10,43 $\pm$ 0,81	10,18-10,68	<0,0001	0,02
	Valeur p	0,55		0,93		0,63			
Fumeurs	non	8,30 $\pm$ 1,01	7,98-8,61	9,98 $\pm$ 1,06	9,65-10,31	10,25 $\pm$ 0,94	9,96-10,54	<0,0001	0,006
	oui	8,42 $\pm$ 0,86	8,16-8,69	10,12 $\pm$ 1,53	9,64-10,59	10,46 $\pm$ 1,28	10,06-10,86	<0,0001	0,056
	Valeur p	0,70		0,75		0,56			
Type d'os	II	9,00 $\pm$ 0,71	8,78-9,22	10,86 $\pm$ 0,99	10,55-11,16	11,07 $\pm$ 0,81	10,82-11,32	<0,0001	0,08
	III+IV	7,98 $\pm$ 0,89	7,71-8,26	9,58 $\pm$ 1,09	9,24-9,92	9,91 $\pm$ 0,95	9,62-10,21	<0,0001	0,004
	Valeur p	0,0007		0,0008		0,0004			
Emplacement implant	prémolaire	8,94 $\pm$ 0,79	8,69-9,18	10,63 $\pm$ 1,12	10,28-10,97	10,84 $\pm$ 0,96	10,55-11,14	<0,0001	0,048
	molaire	7,94 $\pm$ 0,85	7,67-8,20	9,63 $\pm$ 1,13	9,28-9,97	9,97 $\pm$ 0,98	9,66-10,27	<0,0001	0,006
	Valeur p	0,0006		0,009		0,008			
côté	droite	8,40 $\pm$ 1,13	8,05-8,75	10,03 $\pm$ 1,46	9,57-10,48	10,41 $\pm$ 1,14	10,06-10,76	<0,0001	0,008
	gauche	8,28 $\pm$ 0,77	8,04-8,51	10,03 $\pm$ 0,95	9,73-10,32	10,23 $\pm$ 0,98	9,92-10,53	<0,0001	0,04
	Valeur p	0,69		1,00		0,59			

* Test t de Student apparié ; RBH : hauteur de l'os résiduel, mesuré avant chirurgie ; ÉT : écart-type ; IC : intervalle de confiance.

D'après le tableau II, il apparaît que les changements de MBL sont essentiellement indépendants de toutes les variables évaluées. En effet, ce n'est que dans le cas des patients fumeurs et des sites présentant un os de type II que la différence entre 6 et 12 mois n'est pas significative ($p = 0,056$ et $0,08$, respectivement).

Un seul implant a été perdu chez une femme de 70 ans, fumeuse, présentant un os de type IV, deux semaines après la pose, en raison d'un manque de stabilisation primaire. Le site a été greffé pour la deuxième fois, afin d'augmenter la densité osseuse, et après 4 mois, un nouvel implant a été placé.

Tableau II. Effet de différentes variables sur les variations du niveau de l'os marginal.

		6 mois après mise en charge			1 an après mise en charge		Valeur p*
variables		n	Moyenne ± ÉT	IC 95 %	Moyenne ± ÉT	IC 95 %	
	total	39	0,26 ± 0,24	0,19-0,34	0,71 ± 0,36	0,60-0,82	<0,0001
Sexe	femmes	25	0,31 ± 0,24	0,24-0,39	0,75 ± 0,35	0,64-0,86	<0,0001
	hommes	14	0,17 ± 0,22	0,10-0,24	0,64 ± 0,38	0,53-0,76	<0,0001
	Valeur p		0,08		0,39		
Fumeurs	non	27	0,25 ± 0,23	0,18-0,32	0,68 ± 0,37	0,57-0,80	<0,0001
	oui	12	0,29 ± 0,27	0,21-0,38	0,77 ± 0,34	0,66-0,87	<0,0001
	Valeur p		0,59		0,48		
Type d'os	II	14	0,20 ± 0,22	0,13-0,27	0,59 ± 0,37	0,48-0,71	<0,0001
	III+IV	25	0,30 ± 0,25	0,22-0,37	0,77 ± 0,34	0,67-0,88	<0,0001
	Valeur p		0,23		0,13		
Emplacement de l'implant	prémolaire	16	0,21 ± 0,21	0,15-0,28	0,63 ± 0,36	0,51-0,74	<0,0001
		23	0,30 ± 0,25	0,22-0,37	0,77 ± 0,35	0,66-0,88	<0,0001
	Valeur p		0,29		0,23		
Longueur de l'implant	10 mm	27	0,23 ± 0,24	0,16-0,30	0,70 ± 0,34	0,59-0,81	<0,0001
	12 mm	12	0,33 ± 0,24	0,26-0,40	0,73 ± 0,41	0,60-0,86	<0,0001
	Valeur p		0,21		0,80		
Diamètre de l'implant	4,2 mm	17	0,21 ± 0,21	0,15-0,28	0,64 ± 0,36	0,53-0,75	<0,0001
	5,2 mm	22	0,30 ± 0,26	0,22-0,38	0,77 ± 0,36	0,65-0,88	<0,0001
	Valeur p		0,25		0,26		
côté	droite	20	0,27 ± 0,23	0,20-0,33	0,71 ± 0,36	0,60-0,82	<0,0001
	gauche	19	0,26 ± 0,26	0,18-0,34	0,71 ± 0,37	0,60-0,82	<0,0001
	Valeur p		0,95		1,00		

* Test t de Student apparié ; ÉT : écart-type ; IC : intervalle de confiance.

Cet implant a réussi son ostéointégration et a été régulièrement mis en charge et suivi sans présenter de complications. Cependant, le nouvel implant n'a pas été pris en compte lors de l'analyse statistique. Le taux global de réussite et de survie implantaire était de 97,5 %. Aucune complication biologique ou mécanique n'a été enregistrée durant la période de suivi.

ANALYSE

Dans la présente étude, des résultats cliniques et radiographiques optimaux ont été obtenus grâce à un protocole consistant à retarder la pose d'implants dans des alvéoles d'extraction infectées du maxillaire postérieur, préservées grâce à des allogreffes et des membranes de collagène. Le taux élevé de réussite et de survie implantaire, l'absence de complications et le maintien substantiel des niveaux osseux jusqu'à un an après mise en charge fonctionnelle représentent les résultats les plus remarquables de cette étude. Les données relatives à la hauteur de la crête et aux modifications du niveau de l'os marginal, entre le début et un an après la mise en charge, ont fait l'objet d'une analyse approfondie afin de déterminer si la présente technique permettait de préserver l'os disponible et de maintenir l'augmentation obtenue grâce à la technique de Summers modifiée.

On sait que la pose d'implants dans des sites infectés est une procédure réalisable, mais elle n'est pas sans risque. Le choix de placer des implants immédiatement ou de manière différée dans les cavités d'extraction peut dépendre de plusieurs facteurs. Il semble que le principal inconvénient de la pose immédiate d'implants par rapport aux implants différés concerne la réduction des tissus mous kératinisés autour des implants, ce qui pourrait compromettre l'étanchéité et la sécurité des tissus péri-implantaires à moyen et long terme (20- 21). En particulier, dans les cas d'extraction d'une dent infectée au niveau du maxillaire postérieur, avec une hauteur et une largeur de crête résiduelle réduites, il peut être prudent de procéder à la mise en place de l'implant au cours d'une seconde étape chirurgicale. Après un débridement minutieux, l'alvéole d'extraction est préservée grâce à la ROG et l'implant est inséré lors d'une étape chirurgicale ultérieure. De cette manière, l'implant sera entouré d'une quantité adéquate d'os et une élévation concomitante du plancher sinusien trans-crestal pourra être réalisée en toute sécurité, afin de fournir une protection supplémentaire à l'implant.

Les résultats de cette étude ont montré que l'augmentation de la hauteur de la crête alvéolaire après la procédure de ROG et l'élévation du plancher sinusien est maintenue jusqu'à un an, et que les variations de l'os marginal sont indépendantes de toutes les variables prises en compte. Dans le cadre de l'analyse des travaux, les données relatives aux sites de type osseux III et IV ont été regroupées, car il n'existait que deux cas de type IV. Ce dernier type a été conservé en tant que sous-groupe unique, car son nombre très faible n'aurait pas eu de pertinence statistique. La hauteur de crête était significativement plus importante au départ dans l'os de type II et dans les sites prémolaires que dans l'os de type III-IV et les sites molaires, respectivement. Il existe cependant un chevauchement mineur entre la qualité de l'os et l'emplacement de l'implant : 22 des 26 sites présentant un os de type III/IV étaient des sites molaires (84,6 %), et 12 des 14 sites présentant un os de type II étaient des sites prémolaires (85,7 %). Cette différence s'est maintenue pendant le suivi, ce qui signifie que la variation des données de crête était indépendante du type d'os et de l'emplacement de l'implant.

Les variations du niveau de l'os marginal n'ont pas non plus été affectées par l'une des variables examinées (tableau II). La perte osseuse marginale moyenne était bien inférieure à 1 mm à 6 et 12 mois, et n'étant supérieure à 1 mm (avec la valeur la plus élevée à 1,3 mm) que pour environ 20 % (8/39) des implants à 12 mois. Malgré une différence significative au niveau de la perte osseuse péri-implantaire entre 6 et 12 mois de suivi, le niveau de l'os marginal semble se stabiliser par la suite, d'après les observations préliminaires. Au moment de ce rapport, 18 patients avaient atteint le suivi 2 ans après la mise en charge et, d'après l'évaluation préliminaire de leur MBL, aucune modification significative n'a été observée par rapport aux valeurs à 1 an, ces changements se situant entre 0,0 et 0,1 mm.

Les résultats de la présente étude concernant la hauteur de l'os résiduel sont conformes aux études précliniques et cliniques précédentes (22-24). Une étude systématique réalisée par Araujo et al. (24) avait pour objectif de déterminer l'effet de la préservation de l'alvéole sur la survie implantaire. Les sujets témoins ont montré une résorption osseuse significative sur l'aspect labial et les alvéoles munies de biomatériau ont empêché la résorption sur les parois osseuses buccales et palatines. L'alvéole osseuse subit une résorption significative plus importante du côté buccal ($2,2 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$, soit environ $45 \mu\text{m/jour}$) que du côté lingual (36 % de l'alvéole) et ces modifications osseuses ont principalement lieu au cours des 2 à 3 premiers mois de la phase de cicatrisation osseuse dans le cadre de l'hémostase osseuse et du remodelage osseux (22).

La réduction horizontale moyenne de la largeur de la crête est de 3,8 mm et la réduction verticale de la hauteur de la crête est de 1,24 mm (25). L'approche SP peut empêcher ce remodelage osseux en l'absence de dent. Ces modifications sont bien décrites dans la littérature, sur les plans clinique et radiologique (23). L'os est un tissu dur dépendant de la dent qui contribue à maintenir le volume osseux en transférant les forces occlusales par l'intermédiaire des fibres de Sharpey au faisceau osseux (23). Le faisceau osseux disparaît lentement pour être remplacé par un tissu osseux lamellaire pendant la phase initiale de cicatrisation. C'est peut-être la raison pour laquelle il existe une variation significative de la hauteur et de la largeur de l'os après l'extraction de la dent et qu'il subit une résorption importante (22).

Araújo et al. ont expliqué l'effet bénéfique de la préservation de la crête alvéolaire par rapport à la cicatrisation spontanée au moyen d'une analyse volumétrique (24). Les sites de prémolaires et d'incisives ont été utilisés pour démontrer l'effet et ont conclu que la résorption varie entre les sites plus petits et les alvéoles d'extraction plus grandes. Par conséquent, la mise en place d'un biomatériau dans l'alvéole d'extraction peut prévenir la résorption de l'os crestal pour les dents antérieures et postérieures (24,26). L'utilisation de différents matériaux de greffe de comblement tels que les greffes osseuses allogènes, les xélogreffes, les autogreffes, le bio-verre, les concentrés riches en plaquettes et d'autres matériaux dentaires ont des effets reconnus sur la préservation de l'alvéole d'extraction. Une étude réalisée par Jung et al. en 2018 a démontré l'importance de la préservation des alvéoles d'extraction à l'aide de différentes techniques (24). Cependant, les preuves de son impact sur la réussite de l'implant sont encore rares et l'on peut donc conclure que des essais cliniques de contrôle randomisés sont encore nécessaires dans la littérature (22,27). La réussite de la cicatrisation et la survie/le succès de l'implant après l'association de la SP et de la ROG ont été évalués à 96,1 %, cinq ans après l'implantation, avec une différence significative des taux de survie entre le maxillaire (76 %) et la mandibule (83,8 %) (28).

Le contenu du tissu de l'alvéole augmentée a été évalué par Lindhe et al. (2013) dans le cadre d'une étude clinique (29). Les résultats de cette étude ont montré que l'alvéole remplacée par le collagène Bio-oss après six mois de cicatrisation était composée de particules de greffe entourées par la matrice vascularisée et le tissu osseux.

Cela indique que le biomatériau agit comme un support après la perte du faisceau osseux. Les greffes autogènes sont considérées comme la référence, mais le besoin critique de greffes alternatives s'explique par diverses raisons, telles que la morbidité du site donneur et la disponibilité limitée du tissu natif. Les allogreffes et les xélogreffes sont des alternatives de premier choix, de par leurs propriétés ostéoconductrices et ostéoinductrices. La matrice extracellulaire de l'allogreffe sert de support aux ostéoblastes au niveau du défaut osseux pour faciliter la régénération du nouvel os. Selon la méthode de traitement du matériau d'allogreffe, il peut en outre présenter des propriétés biologiques ostéoinductrices car il peut recruter des cellules souches mésenchymateuses dans le défaut osseux/le site d'extraction et stimuler la différenciation en cellules ostéoprogénitrices (11).

La ROG agit comme une barrière dans le défaut en empêchant les tissus mous de migrer dans le défaut, facilitant ainsi le comblement de celui-ci par des cellules ostéogéniques et la formation d'os. La ROG permet également de stabiliser le caillot sanguin, ce qui facilite la migration des cellules, la vascularisation et l'ostéogenèse (30-31). Grâce à l'utilisation d'une barrière bio-résorbable à base de membranes de collagène, telles que les membranes de collagène équin pour la régénération osseuse guidée, la ROG a montré des effets positifs avec plusieurs avantages, comme la chirurgie en une seule étape et l'amélioration de la cicatrisation des tissus mous (31-32).

La technique de forage de l'ostéodensification a été utilisée lors de cette étude. Il s'agit d'une procédure chirurgicale visant à induire la condensation et le dépôt de croûtes osseuses (33). La technique de l'ostéocondensation, également rapportée dans la littérature, est une technique différente qui repose principalement sur une déformation plastique des parois osseuses autour de l'implant au niveau du défaut (34). Cependant, dans les deux techniques, l'objectif consiste à augmenter la densité de l'os alvéolaire entourant les implants dentaires, afin d'améliorer leur stabilité. La technique de l'ostéodensification implique le recours à des forets de conception spéciale, utilisés dans le sens anti-horaire, afin de créer une couche d'os compacté le long de la surface du site d'ostéotomie (33).

Cette étude a été réalisée dans le cadre des soins généraux, en utilisant un matériel standard ; par conséquent, les résultats ne reflètent pas ceux qui pourraient être obtenus dans des conditions idéales, telles qu'une étude clinique randomisée réalisée par une équipe de recherche de haut niveau dans un cadre universitaire ou hospitalier, mais pourraient plutôt ressembler davantage à ceux obtenus par des généralistes dans leur pratique quotidienne. Néanmoins, les auteurs reconnaissent qu'il existe plusieurs limites susceptibles de compromettre la validité des résultats. Tout d'abord, la conception non comparative de l'étude n'a pas permis d'estimer l'efficacité réelle de la technique par rapport à d'autres techniques plus conventionnelles, ce qui limite la pertinence des résultats. En outre, l'absence de données relatives aux paramètres des tissus mous, qui n'ont pas été enregistrés, peut être considérée comme une limitation, bien que les modifications des tissus durs aient été évaluées à l'aide de radiographies. De plus, malgré ces résultats prometteurs, le suivi relativement court n'a pas permis d'évaluer la technique à moyen et long terme, alors que tous les patients devraient être évalués pendant au moins cinq ans. La faible taille de l'échantillon n'a pas permis de tirer des conclusions générales.

Les points forts de l'étude résident dans le fait que cette technique nécessite une courbe d'apprentissage modeste et que les résultats sont très reproductibles ; l'absence de défaillance de la prothèse et de l'implant en fonction, ainsi que l'absence de complications jusqu'à présent et le maintien substantiel des niveaux osseux, témoignent de la validité de la technique à court terme. Bien entendu, des études proposant une période de suivi plus longue et un échantillon plus large sont nécessaires pour confirmer ces résultats encourageants.

En conclusion, la nouvelle modification du « protocole de Summers » proposée dans cette étude de cohorte peut constituer une alternative efficace et sûre aux procédures d'élévation du plancher du sinus maxillaire et au protocole d'insertion immédiate d'implants, en particulier dans les cas de parodontite et de sites infectés, qui peuvent représenter un risque élevé d'échec de l'implant chez les patients dont le maxillaire postérieur est atrophié.

REMERCIEMENTS

Le protocole de l'étude a été approuvé par le comité d'examen institutionnel scientifique de l'hôpital Galeazzi (Milan, Italie ; autorisation n° 2552377-L2058. « Réhabilitation sur implants du patient partiellement ou totalement édenté : évaluation des techniques et matériaux permettant d'améliorer la prédictibilité et la pérennité »).

Tous les patients ont signé un formulaire de consentement éclairé et le protocole de l'étude était conforme aux principes énoncés dans la déclaration d'Helsinki relative au protocole médical.

Contributions des auteurs

R.B., F.G., G.B., S.T. et M.D.F. ont conçu et élaboré l'analyse. Les bases de données ont été consultées et les données ont été collectées par R.B., F.G., S.K. et M.D.F. Les interventions chirurgicales d'insertion d'implants ont été pratiquées par R.B. Tous les auteurs ont contribué à l'analyse et à l'interprétation des données. M.D.F., S.K. et F.G. ont rédigé l'avant-projet et le manuscrit avec la participation de tous les auteurs. Tous les auteurs ont analysé les travaux de façon critique en termes de contenu intellectuel. L'intégrité des travaux a été examinée et résolue de manière appropriée par tous les auteurs. Tous les auteurs ont contribué, lu et approuvé le manuscrit final de manière équitable.

RÉFÉRENCES

1. MarketWatch. (2020) Dental Implants Market 2019 Global Industry Demand, Recent Trends, Size and Share Estimation by 2022 with Top Players - 360researchreports.com. [online] Available at: <https://www.marketwatch.com/press-release/dental-implants-market-2019-global-industry-demand-recent-trends-size-and-share-estimation-by-2022-with-top-players---360researchreportscom-2019-10-25> [Accessed 9 Feb. 2020].
2. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Levin L. Evaluation of long-term implant success. J Periodontol 2005; 76(10):1623-8.
3. Bahat O, Sullivan R. Parameters for successful implant integration revisited part I: immediate loading considered in light of the original prerequisites for osseointegration. Clin Implant Dent Relat Res 2010; 12(Suppl 1): e2-e12.
4. Mazur Z, Korábek L, Mazur D. Peri-implant tissue score (PITS) as a measure of success, applied to 869 dental implants from a retrospective clinical study. Quintessence Int 2018; 49(7):567-79.
5. Erbasar GNH, Hocaoglu TP, Erbasar RC. Risk factors associated with short dental implant success: a long-term retrospective evaluation of patients followed up for up to 9 years. Braz Oral Res 2019; 33: e030.

6. De Angelis F, Papi P, Mencio F, Rosella D, Di Carlo S, Pompa G. Implant survival and success rates in patients with risk factors: results from a long-term retrospective study with a 10 to 18 years follow-up. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2017; 21(3):433-7.
7. Del Fabbro M, Testori T, Kekovic V, Goker F, Tumedei M, Wang HL. A Systematic Review of Survival Rates of Osseointegrated Implants in Fully and Partially Edentulous Patients Following Immediate Loading. *J Clin Med* 2019; 8(12):2142.
8. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Taschieri S, Weinstein R. Systematic review of survival rates for immediately loaded dental implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006; 26(3):249-63.
9. Curi MM, Condezo AF, Ribeiro KD, Cardoso CL. Long-term success of dental implants in patients with head and neck cancer after radiation therapy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018; 47(6):783-8.
10. Zhang ZY, Meng T, Chen Q, Liu WS, Chen YH. Retrospective analysis of early dental implant failure. *Beijing da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2018; 50(6):1088-91. [in Chinese]
11. Pilipchuk SP, Plonka AB, Monje A, Taut AD, Lanis A, Kang B, Giannobile WV. Tissue engineering for bone regeneration and osseointegration in the oral cavity. *Dent Mater* 2015; 31(4):317-38.
12. Masuki H, Okudera T, Watanebe T, et al. Growth factor and pro-inflammatory cytokine contents in platelet-rich plasma (PRP), plasma rich in growth factors (PRGF), advanced platelet-rich fibrin (A-PRF), and concentrated growth factors (CGF). *Int J Implant Dent* 2016; 2(1):19.
13. Castro AB, Meschi N, Temmerman A, Pinto N, Lambrechts P, Teughels W, Quirynen M. Regenerative potential of leucocyte, and platelet, rich fibrin. Part B: sinus floor elevation, alveolar ridge preservation and implant therapy. A systematic review. *J Clin Periodontol* 2017; 44(2):225-34.
14. Stricker A, Fleiner J, Stübinger S, Fleiner H, Buser D, Bosshardt DD. Ridge preservation after ridge expansion with simultaneous guided bone regeneration: a preclinical study. *Clin Oral Implants Res* 2016; 27(11):e116-24.
15. Esposito M, Piattelli M, Pistilli R, Pellegrino G, Felice P. Sinus lift with guided bone regeneration or anorganic bovine bone: 1-year post-loading results of a pilot randomised clinical trial. *Eur J Oral Implantol* 2010; 3(4):297-305.
16. Balli G, Ioannou A, Powell CA, Angelov N, Romanos GE, Soldatos N. Ridge Preservation Procedures after Tooth Extractions: A Systematic Review. *Int J Dent* 2018; 2018:8546568.
17. Bettach R, Taschieri S, Boukhris G, Del Fabbro M. Implant survival after preparation of the implant site using a single bur: a case series. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17(1):13-21.
18. Misch CE, Judy KW. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry. *Int J Oral Implantol* 1987; 4(2):7-13.
19. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986; 1(1):11-25.
20. Lee J, Park D, Koo KT, Seol YJ, Lee YM. Comparison of immediate implant placement in infected and non-infected extraction sockets: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand* 2018; 76(5):338-345.
21. Mello CC, Lemos CAA, Verri FR, Dos Santos DM, Goiato MC, Pellizzer EP. Immediate implant placement into fresh extraction sockets versus delayed implants into healed sockets: A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017; 46(9):1162-77.
22. Mardas N, Trullenque, Eriksson A, MacBeth N, Petrie A, Donos N. Does ridge preservation following tooth extraction improve implant treatment outcomes: a systematic review: Group 4: Therapeutic concepts & methods. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26(Suppl 11):180-201.
23. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005; 32(2):212-8.
24. Araújo MG, da Silva JC, de Mendonça AF, Lindhe J. Ridge alterations following grafting of fresh extraction sockets in man. A randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26(4):407-12.
25. Hämmerle CH, Araújo MG, Simion M, et al. Evidence, based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(Suppl 5):80-2.

26. Jung RE, Sapata VM, Hämmerle CH, Wu H, Hu XL, Lin Y. Combined use of xenogeneic bone substitute material covered with a native bilayer collagen membrane for alveolar ridge preservation: A randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29(5):522-9.
27. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(Suppl 5):1-21.
28. Donos N, Mardas N, Chadha V. Clinical outcomes of implants following lateral bone augmentation: systematic assessment of available options (barrier membranes, bone grafts, split osteotomy). *J Clin Periodontol* 2008; 35(Suppl 8):173-202.
29. Lindhe J, Cecchinato D, Donati M, Tomasi C, Liljenberg B. Ridge preservation with the use of deproteinized bovine bone mineral. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25(7):786-90.
30. Omar O, Elgali I, Dahlin C, Thomsen P. Barrier membranes: More than the barrier effect? *J Clin Periodontol* 2019; 46(Suppl 21):103-23.
31. Sbricoli L, Guazzo R, Annunziata M, Gobbato L, Bressan E, Nastri L. Selection of collagen membranes for bone regeneration: a literature review. *Materials* 2020; 13(3):786.
32. Belal MH. Guided Tissue Regeneration using an Equine Bio-absorbable Collagen Membrane with or without Equine Bone Graft in the Treatment of Intrabony Defects in Patients with Aggressive Periodontitis Results of 18 month. *Adv Dent & Oral Health* 2016; 2(1):555-78.
33. Huwais S, Meyer EG. A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32(1):27-36.
34. Huwais S, Mazor Z, Ioannou AL, Gluckman H, Neiva R. A Multicenter Retrospective Clinical Study with Up-to-5-Year Follow-up Utilizing a Method that Enhances Bone Density and Allows for Transcrestal Sinus Augmentation Through Compaction Grafting. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018; 33(6):1305-11.

