



OSTÉOGENÈSE PAR DISTRACTION OSSEUSE ALVÉOLAIRE POUR LA PRÉPARATION DE PLACEMENT DES IMPLANTS: UNE REVUE SYSTÉMATIQUE

ALVEOLAR BONE DISTRACTION OSTEOGENESIS FOR PREPA- RATION OF IMPLANT PLACEMENT: A SYSTEMATIC REVIEW

Mohamed A. Rohuma*, Bashir M. Saad**, Khalid Mohamed Albaser M. Gond***,
Khaled Awidat. A. Salem****

*BDS, MSc, Specialist of oral and maxillofacial surgery, Dean of University of Zawia, School of Dentistry,
Mobile: 00218-945138498, Email: mscoralchirurgie@gmail.com

**BDS, MSc, PHD, Head of department of Orthodontic, Prevention and Pedodontics University of Zawia,
School of Dentistry

***BDS, MSc, Department of Periodontology, Sebha University

****BDS, MSc oral biology, Specialist in orthodontics, Department of orthodontics, Sebha University

ABSTRAIT:

OBJECTIFS:

Cette revue systématique visait à évaluer le taux de résorption et les indications de surcorrection dans l'ostéogenèse par distraction alvéolaire (ADO), ainsi que l'évaluation des techniques de distraction alvéolaire et, si nécessaire, à suivre différents protocoles d'augmentation dans différents sites.

MATÉRIAUX ET MÉTHODES:

Cette revue de la littérature a été réalisée pour analyser les résultats des études cliniques sur l'ostéogenèse par distraction alvéolaire répertoriées par la science directe entre janvier 2003 et décembre 2016. Les termes de recherche utilisés, en conjonction simple ou multiple, étaient «ostéogenèse par distraction», et «augmentation osseuse». Les études ont été sélectionnées selon des critères d'inclusion et d'exclusion prédéterminés.

RÉSULTATS:

La recherche initiale a donné 1625 titres. Après un processus de filtrage ultérieur, 19 études couvrant 366 cas et 416 procédures de distraction ont finalement été analysées. Le taux d'augmentation moyen était de 8,218 mm (plage, 5-20 mm). Le taux de résorption était presque similaire dans les études incluses (15,8-25%). Le taux de distraction se situait entre 0,5 mm et 1 mm par jour. La période de consolidation était de 12 semaines dans presque les études, les autres études ont rapporté diverses périodes de consolidation de 6 semaines à 14 semaines.

CONCLUSIONS:

La distraction alvéolaire n'est pas une procédure simple. Les protocoles de distraction peuvent être modifiés individuellement indépendamment de la position de distraction pour éviter certaines complications. Il existe des taux importants de résorption dans l'ostéogenèse par distraction alvéolaire verticale pour une raison ou une autre, mais une surcorrection suffisante devrait résoudre ce problème.

MOTS-CLÉS:

Ostéogenèse par distraction, augmentation osseuse verticale

INTRODUCTION

L'ostéogenèse par distraction (DO) est une approche clinique de l'ingénierie tissulaire réalisée pour la régénération osseuse où les segments osseux divisés sont étirés à l'aide d'un appareil mécanique. examen clinique minutieux et la génétique [3].

ABSTRACT:

OBJECTIVES:

This systematic review was aimed to assess the resorption rate and the indications of overcorrection in alveolar distraction osteogenesis (ADO), as well as evaluation of the alveolar distraction techniques and if necessary to follow different augmentation protocols in different sites.

MATERIALS AND METHODS:

This literature review was performed to analyze the outcomes of clinical studies of alveolar distraction osteogenesis listed by science direct in the period from January 2003 to December 2016. The search terms used, in simple or multiple conjunctions, were 'distraction osteogenesis', and 'bone augmentation'. Studies were selected according to pre-determined inclusion and exclusion criteria.

RESULTS:

The initial search yielded 1625 titles. After a subsequent filtering process, 19 studies covering 366 cases and 416 distraction procedures were finally analyzed. The mean augmentation rate was 8.218mm (range, 5-20 mm). The rate of resorption was almost similar in the included studies (15.8-25 %). The rate of distraction was between 0.5 mm to 1mm daily. The consolidation period was 12 weeks in the almost all studies, the other studies reported various consolidation period 6 weeks- 14 weeks.

CONCLUSIONS:

Alveolar distraction is not an uncomplicated procedure. The distraction protocols might be modified individually independent to the position of distraction to avoid some complications. There are significant rates of resorption in vertical alveolar distraction osteogenesis for one reason or another, but sufficient overcorrection should solve this problem.

KEYWORDS:

Distraction osteogenesis, vertical bone augmentation testing should be considered [3].

INTRODUCTION:

Distraction osteogenesis (DO) is a clinical approach of tissue engineering performed for bone regeneration where the divided bone segments are stretched apart with a mechanical device.

Il a été observé que de nombreux tissus à côté des os se forment sous le stress de la tension, notamment la muqueuse, la peau, les muscles, les tendons, les vaisseaux sanguins et les nerfs périphériques. La première description de DO a été faite par Codivilla¹ en 1905, mais la procédure n'a gagné en popularité qu'Ilizarov^{2, 3} qui a développé un dispositif externe d'allongement osseux en tant que nouvelle technique en 1950.

L'ADO (ostéogenèse par distraction alvéolaire) possède un certain nombre d'avantages par rapport à d'autres modalités d'augmentation tissulaire telles que l'absence de morbidité de la zone donneuse, la simplicité des procédures chirurgicales, moins de possibilité de résorption du greffon et moins de possibilité d'exposition osseuse, un volume plus prévisible de tissus mous obtenus, période de consolidation osseuse plus courte, réduction du temps de traitement total et inclusion de dents ou d'implants dans le fragment transporté, de sorte que l'implant prothétique défavorable peut être corrigé.

De nos jours, plusieurs distracteurs alvéolaires sont disponibles pour corriger les défauts verticaux de l'os alvéolaire avant la pose de l'implant. Selon leur localisation osseuse, deux types de distracteurs peuvent être classés: les distracteurs intraosseux et extraosseux, et selon la direction de régénération osseuse, le dispositif peut être appliqué soit pour la reconstruction osseuse verticale ou horizontale. Les rapports sur l'ostéogenèse par distraction alvéolaire ne sont pas concluants. Par conséquent, davantage d'études sont nécessaires pour analyser les résultats de la variété des différents protocoles appliqués.

OBJECTIF DE L'ÉTUDE

La présente étude visait à examiner et analyser les résultats obtenus des études rétrospectives et prospectives antérieures sur l'ostéogenèse par distraction osseuse alvéolaire entre 2003 et 2016. Elle a été réalisée pour évaluer les techniques utilisées, les protocoles de distraction de l'ADO et les diverses complications accompagnées.

MATÉRIAUX ET MÉTHODES

*SÉLECTION DES ARTICLES

Cette revue systématique a été réalisée sur des articles publiés dans une recherche scientifique directe (Science Direct Search), couvrant la période de janvier 2003 à décembre 2016. Les mots clés recherchés étaient l'ostéogenèse par distraction osseuse alvéolaire et l'augmentation osseuse alvéolaire. La recherche directe de science a trouvé 1526 articles; ces articles ont été sélectionnés pour éliminer les articles qui ne répondent pas à certains critères d'inclusion et d'exclusion.

Critère d'intégration:

- Essais cliniques contrôlés randomisés, études cliniques prospectives et rétrospectives.
- La durée moyenne de suivi devrait être d'au moins un an.

Critère d'exclusion:

- Études in vitro et animales, ainsi que des rapports de cas ou des études de séries de cas.
- Études dans une langue autre que l'anglais ou sans résumé en anglais.
- Lorsque plusieurs rapports de la même étude ont été identifiés, seul le rapport le plus récent a été inclus.

Many tissues beside bone have been observed to form under tension stress, including mucosa, skin, muscle, tendon, blood vessels, and peripheral nerves. The first description of DO was by Codivilla¹ in 1905, but the procedure did not gain popularity until Ilizarov^{2, 3} who has developed an external device for bone lengthening as a new technique in 1950.

ADO (Alveolar distraction osteogenesis) has a number of advantages in comparison with other tissue augmentation modalities such as no morbidity of donor area, simplicity of the surgical procedures, less possibility of graft resorption and less possibility of bone exposure, more predictable volume of hard and soft tissue obtained, shorter bone consolidation period, reducing total treatment time and inclusion of teeth or implants in the transported fragment, so the prosthetic unfavorable implant can be corrected.

Nowadays, multiple alveolar distractors are available for correction of the vertical defects in the alveolar bone before implant placement. According to their bone localization, two types of distractors can be categorized; Intraosseous and extraosseous distractors, and according to the direction of regeneration bone, the device can be applied either for vertical or horizontal osseous reconstruction. The reports about alveolar distraction osteogenesis are inconclusive. Therefore, more studies are needed to analyze the outcomes of the variety of different applied protocols.

STUDY OBJECTIVE

The present study aimed to review and analyze the obtained outcomes of previous retrospective and prospective studies of alveolar bone distraction osteogenesis in the period between 2003 and 2016. It was carried out to evaluate the used techniques, the distraction protocols of ADO, and the various accompanied complications.

MATERIALS AND METHODS

*SELECTION OF THE ARTICLES

This systematic review was carried out on articles published in a Science Direct Search, covering the period from January 2003 to December 2016. The searched key words were alveolar bone distraction osteogenesis and alveolar bone augmentation. The Science Direct Search found 1526 articles; these articles were screened to eliminate the articles that fail to meet certain inclusion and exclusion criteria.

Inclusion criteria:

- Randomized controlled clinical trials, prospective and retrospective clinical studies.
- The mean follow up time should be at least one year.

Exclusion criteria:

- In vitro and animal studies, as well as case reports or case series studies.
- Studies in a language other than English or without an English abstract.
- When multiple reports of the same study were identified, only the most recent report was included.

*SÉLECTION DES PARAMÈTRES

Les études identifiées ont été recherchées pour des critères d'inclusion définis. Il s'agit notamment du nombre de patients, du nombre total d'OAD par patient, du nombre total d'implants placés dans l'os distrait. Les paramètres spécifiques du protocole enregistrés étaient: la durée de la période de latence avant la phase active de distraction, le taux et le rythme d'activation, le taux de distraction et la durée de la phase de consolidation.

RÉSULTATS

Seul un nombre limité de littérature était disponible pour réaliser cette étude. Un total de 19 articles qui répondaient aux critères de l'étude ont été examinés, compte tenu de 416 procédures de distraction effectuées chez 366 patients, le nombre d'implants posés après l'OAD était de 792 chez 300 patients (tableau 1).

TYPES DE DISTRACTEUR UTILISÉS DANS L'OSTÉOGENÈSE PAR DISTRACTION OSSEUSE ALVÉOLAIRE

Selon leurs techniques d'insertion, les distracteurs alvéolaires peuvent être classés comme distracteur intra-osseux et extra-osseux. Le distracteur intra-osseux a été utilisé dans cinq études; le type extra-osseux a été appliqué dans neuf études. Une technique de combinaison utilisant à la fois des distracteurs intraosseux et extraosseux n'a été appliquée que dans quatre études. Une recherche avait comparé les approches intra-osseuses et extra-osseuses ADO. Les auteurs¹¹ ont rapporté 61,5% et 50% des taux globaux de complications dans le groupe intraosseux et extra-osseux respectivement.

DISTRACTEURS INTRAOSSEUX (ENDO-OSSEUX)

Le distracteur intraosseux est placé à travers le segment de transport de l'os et fixé au segment basal par des microplaques vers le vecteur de distraction. Le distracteur intra-osseux de marque LEAD a été utilisé dans les neuf études sélectionnées (cinq pour l'approche intra-osseuse et quatre pour l'approche combinée). Pendant l'étape d'opération d'insertion de la tige distraite du fil, si l'os crestal était tranchant au couteau, un rasage minimal de l'os crestal était recommandé par Rachmiel¹³.

Après les ostéotomies et l'adaptation de la plaque de distraction, un espace de 3 à 4 mm est laissé entre le transport et l'os basal immédiatement après l'insertion du dispositif¹⁵. Cette distance est égale à 3 à 4 jours d'activation en cas de distracteur extra-osseux. Cet espace peut entraîner une formation osseuse déficiente pendant la phase de consolidation¹⁵.

DISTRACTEURS EXTRA-OSSEUX (SOUS-PÉRIOSTÉS)

Le distracteur extra-osseux est placé sur la surface buccale de l'os alvéolaire et inséré sous-périosté. Le distracteur Martin (KLS Martin, Tuttlingen, Allemagne) et le distracteur Medartis (Modus; Medartis AG, Bâle, Suisse) étaient les types les plus couramment utilisés et ont été utilisés dans 7 études. Distraction de Medartis conçue dans deux types de distracteurs sous-périostés; Distracteur unidirectionnel, ce type d'appareil n'a été utilisé que dans les études qui suivaient le protocole extra-osseux. Un distracteur bidirectionnel a été utilisé pour fournir une régénération osseuse combinée dans les mouvements verticaux et horizontaux (protocole de combinaison).

Une étude¹² a rapporté l'application du dispositif alvéolaire flottant (FAD) comme type de distracteur extra-osseux (dispositif alvéolaire flottant, FAD University of Udine Italie, groupe Cizeta). Le FAD a été conçu pour distraire

*SELECTION OF PARAMETERS

The identified studies were searched for defined inclusion criteria. These included numbers of the patients, total number of ADO per patient, total numbers of the implants were placed in the distracted bone.

Specific protocol parameters recorded were: duration of latency period before active phase of distraction, rate and rhythm of activation, rate of distraction and duration of consolidation phase.

RESULTS

Only a limited number of literature was available to carry out this study. A total of 19 articles that met the study criteria were reviewed, considering 416 distraction procedure performed in 366 patients, the number of the implants placed after ADO were 792 in 300 patients (Table 1).

TYPES OF DISTRACTOR USED IN ALVEOLAR BONE DISTRACTION OSTEOGENESIS

According to their insertion techniques, the alveolar distractors may be classified as intraosseous and extraosseous distractor. Intraosseous distractor was used in five studies; extraosseous type was applied in nine studies. A combination technique of using both intraosseous and extraosseous distractors was applied only in four studies. One research had compared between intra osseous and extraosseous ADO approaches. The authors¹¹ reported 61.5% and 50% of overall complication rates in the Intraosseous and extraosseous group's respectively.

INTRAOSSEOUS (ENDOSSEOUS) DISTRACTORS

The intraosseous distractor is placed through the transport segment of bone and fixed to the basal segment by micro plates toward the vector of distraction. The brand LEAD system intraosseous distractor was used in the selected nine studies; (five for intraosseous approach and four for combination approach). During the operation step of insertion the thread distracted rod, if the crestal bone was knife edged, a minimal shaving of the crestal bone was recommended by Rachmiel¹³.

Following osteotomies and distraction plate adaptation, a 3 to 4-mm gap is left between the transport and basal bone immediately after insertion of the device¹⁵. This distance is equal to 3 to 4 days of activation in the case of extraosseous distractor. This space may result in a deficient bone formation during consolidation phase¹⁵.

EXTRAOSSEOUS (SUBPERIOSTEAL) DISTRACTORS

The extraosseous distractor is placed over the buccal surface of alveolar bone and inserted subperiosteally. Martin distractor (KLS Martin, Tuttlingen, Germany) and Medartis distractor (Modus; Medartis AG, Basel, Switzerland) were the most commonly used types. They were used in 7 studies. Medartis distraction designed in two types of subperiosteal distractors; uni-directional distractor, this type of device was used only in studies which followed extraosseous protocol. Bi-directional distractor had been used to provide combined bone regeneration in both vertical and horizontal movements (combination protocol).

One study¹² reported the application of Floating Alveolar Device (FAD) as type of extraosseous distractor (Floating Alveolar Device, FAD University of Udine Italy, Cizeta group). FAD was designed to distract the alveolar

l'os alvéolaire dans les deux directions (ostéodistraktion bidirectionnelle). Premièrement, la distraction verticale pour corriger la déficience verticale de la crête alvéolaire, Deuxièmement, la distraction horizontale pour corriger le vecteur de segments dans les directions bucco-linguales, labio-linguales dans la mandibule ou bucco-palatine, les directions labio-palatales dans le maxillaire. Avec ce type de distracteur, la direction idéale du vecteur de distraction déterminée lors de la planification préopératoire a été atteinte dans tous les cas¹². Le quatrième type de distracteur extra-osseux de l'étude est le connecteur (Conector; Conexão, Implant System, São Paulo, Brésil). Dans cette technique, une pré-flexion et une adaptation du distracteur ont été réalisées avant le forage chirurgical des sites d'ostéotomie¹⁶.

PROTOCOLE DE DISTRACTION COMMUN *PÉRIODE DE LATENCE

Dans toutes les études incluses, la période de latence a été signalée. Les auteurs ont suggéré plusieurs intervalles de phase de latence. La période de latence était de 7 jours dans 10 essais cliniques^{15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,23, 24}. La justification était de permettre la cicatrisation du mucopérioste, de réduire le risque de déhiscence des plaies et d'éviter une union prématurée de l'os. Une autre recherche¹² a commencé à activer le distracteur après la période de guérison de 15 jours. La période de latence la plus courte a été mentionnée par Rachmiel¹³, la distraction dans cette étude a commencé le quatrième jour postopératoire.

Certaines autres études cliniques ont suivi le protocole de la période de latence commencée de 5 à 10 jours après l'opération (Tableau 1)

bone in the two directions (bidirectional osteodistraction). First, vertical distraction to correct the vertical deficiency of alveolar ridge, Second, horizontal distraction to correct the segments vector in bucco-lingual, labio-lingual directions in the mandible or bucco-palatal, labio-palatal directions in the maxilla. With this type of distractor, the ideal direction of the vector of distraction determined during preoperative planning was achieved in all cases¹². The fourth type of extraosseous distractor in the study is connector (Conector; Conexão, Implant System, São Paulo, Brazil). In this technique, prebending and adaptation of the distractor was performed before the surgical drilling of the osteotomy sites ¹⁶.

COMMON DISTRACTION PROTOCOL *LATENCY PERIOD

In all of the included studies, the latency period was reported. The authors suggested several intervals of latency phase. The latency period was 7 days in 10 clinical trials^{15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,23, 24}. The justification was to permit healing of mucoperiosteum, reduce the risk of wound dehiscence and to avoid premature union of the bone. Another research¹² started to activate the distractor after the healing period of 15 days. The shortest latency period was mentioned by Rachmiel¹³, the distraction in this study was started on the fourth postoperative day. Some other clinical studies followed protocol of latency period commenced from 5-10 days postoperatively. (Table 1)

Article Article	Patient Patient	ADO Procédure ADO Procedure	Période de latence Latency period	Taux de distraction Rate of distraction	Taux d'augmentation Rate of augmentation	Période de consolidation Consolidation period	Implant posé Implant placed
Robiony et al ¹² 2004	4	4	15 Jours 15 days	0.5mm/D	10 mm	8 Semaines 8 Weeks	5 Impl in 2 pt
Mazzonetto et al ¹⁶ 2005	55	60	7 Jours 7 days	1mm/ J	6.27 mm	12 Semaines 12 Weeks	74 Imp in 34 pt
Lindeboom et al ¹⁷ 2008	10	10	7 Jours 7 days	1mm/ J	7mm	6 Semaines 6 Weeks	NR
Türker et al ²⁷ 2007	10	10	5 Jours 5 days	0.8mm/ J	9.6mm	12 Semaines 12 Weeks	15 Imp
Kanno et al ²⁸ 2007	35	38	10 Jours 10 days	0.8-1mm/	7.7mm	12 Semaines 12 Weeks	141 Imp
Rachmiel et al ¹³ 2001	14	16	4 Jours 4 days	0.8mm/ J	10.3mm	60 Jours 60 Days	23 Imp
Adolphs et al ⁹ 2009	6	6	5-10 Jours 5-10 days	0.5mm/D	16.7mm	22.4 Semaines 22.4 Weeks	23 Imp
Mazzonetto et al ¹⁶ 2005	7	10	7 Jours 7 days	1mm/ J	5 mm	12 Semaines 12 Weeks	20 Imp
Enislidis et al ¹⁴ 2004	37	45	8 Jours 8 days	0.3mm X3/ J	8.2 mm	2.6 Mois 2.6 Months	NR

Article <i>Article</i>	Patient <i>Patient</i>	ADO Procédure <i>ADO Procedure</i>	Période de latence <i>Latency period</i>	Taux de distraction <i>Rate of distraction</i>	Taux d'augmentation <i>Rate of augmentation</i>	Période de consolidation <i>Consolidation period</i>	Implant posé <i>Implant placed</i>
Uckan et al ¹¹ 2007	21	23	5 Jours <i>5 days</i>	0.25 mm X/ J	11.6 mm	8-12 Semaines <i>8-12 Weeks</i>	42 Imp
Ugurlu et al ¹⁸ 2012	18	18	7 Jours <i>7 days</i>	0.5mm X1/ J	7 mm	5-14 Semaines <i>5-14 Weeks</i>	36 Imp
Hashemi et al ²⁵ 2010	6	6	5-7 Jours <i>5-7 days</i>	0.5mmX 2/ J	NR	12 Semaines <i>12 Weeks</i>	NR
Wolvius et al ¹⁹ 2007	20	20	7 Jours <i>7 days</i>	0.3mm X3/ J	6.3mm	12 Semaines <i>12 Weeks</i>	63 Imp
Günbay et al ²⁰ 2007	7	7	7 Jours <i>7 days</i>	NR	7.8mm	6-8 Semaines <i>6-8 Weeks</i>	14 Imp
Saulacic et al ²¹ 2007	23	29	7 Jours <i>7 days</i>	1mm/ J	NR	12 Semaines <i>12 Weeks</i>	NR
Ettl et al ¹⁰ 2009	30	36	8.1 Jours <i>8.1 days</i>	0.3mm X 3/ J	6.4mm	2.5 Mois <i>2.5 Months</i>	82 Imp
Ugurlu et al ²² 2012	40	44	7 Jours <i>7 days</i>	0.5mm X 2/ J	NR	5-14 Semaines <i>5-14 Weeks</i>	74 in 38 Imp
Saulacic et al ²³ 2005	11	17	7 Jours <i>7 days</i>	1mm/ J	6.13 mm	12 Semaines <i>12 Weeks</i>	43 Imp
Garcia Garcia et al ²⁴ 2004	12	17	7 Jours <i>7 days</i>	0.5mm Maxilla 1mm Mandible	5.73mm	12 Semaines <i>12 Weeks</i>	44 Imp

Tab 1: Résumé du protocole de distraction dans les études incluses

Tab 1: Summary of distraction protocol in included studies

TAUX DE DISTRACTIONS

Le taux de distraction a été mentionné dans tous les articles inclus. Généralement, le taux de distraction était de 0,5 mm à 1 mm par jour. Dans seize études, le taux de distraction était de 0,8 à 1 mm. Le rythme d'activation de la distraction se faisait soit une fois par jour, soit de manière intermittente deux, trois ou quatre fois par jour. Günbay²⁰ a étudié les complications de l'ADO chez 7 patients. Tous les patients ont démontré une bonne tolérance aux procédures chirurgicales, sauf un cas. De plus, Günbay avait augmenté la fréquence d'activation et répété les taux de distraction jusqu'à quatre fois par jour. Günbay a rapporté que l'inconfort, la douleur et la tension du patient pouvaient être soulagés par de multiples activations de l'appareil.

Garcia et al²⁴ ont réalisé dix-sept procédures cliniques d'ostéogénèse par distraction alvéolaire chez douze patients; le taux d'activation était de 1 mm par jour à la mandibule et de 0,5 mm par jour au maxillaire. Lindeboom et al¹⁷ ont étudié l'effet biologique du taux d'activation sur la morphologie du tissu micro-vasculaire mou pendant l'AAD. Ils ont résumé qu'un taux de distraction fixe était mieux fixé à 1 mm / jour. Ils ont également indiqué que les résultats idéaux d'une nouvelle formation osseuse sont mieux obtenus à un taux de distraction modéré.

RATE OF DISTRACTIONS

The rate of distraction was mentioned in all included articles. Generally, the rate of distraction was from 0.5 mm to 1mm daily. In sixteen studies, the distraction rate was 0.8-1mm. The rhythm of distraction activation was done either once a day, or in an intermittent manner of two or three or four times per day.

Günbay²⁰ studied the complications of ADO in 7 patients. All patients demonstrated well tolerance of the surgical procedures, except one case. In addition, Günbay had increased the frequency of activation and repeated the distraction rate as many as four times daily. Günbay reported that, the patient's discomfort, pain and tension could be relieved by multiple activations of the device.

Garcia et al²⁴ performed seventeen clinical alveolar distraction osteogenesis procedures in twelve patients; the rate of activation was 1mm daily in the mandible and 0.5mm daily in the maxilla. Lindeboom et al¹⁷ studied the biological effect of activation rate on the morphology of micro vascular soft tissue during ADO. They summarized that a fixed distraction rate was better set at 1mm/ day. They have also reported that ideal results of new bone formation are best obtained at moderate distraction rate.

De plus, si le taux de distraction augmente de plus de 1 mm / jour, les vaisseaux sanguins nouvellement formés seront compromis et perturbés avec une augmentation des risques d'hémorragie et de nécrose. Au contraire, en cas de diminution du taux de distraction à 0,5 mm / jour, un processus d'ostéogenèse plus rapide ou prématuré peut se produire dans l'espace de distraction.

TAUX D'AUGMENTATION

Le taux d'augmentation a été rapporté dans seize études sur le corps de la littérature. Cependant, certaines recherches^{21, 22, 25} n'ont pas mentionné de valeur pour l'os augmenté. Le taux d'augmentation moyen dans les études incluses était de 8 218 mm. La valeur maximale du gain osseux vertical a été rapportée par Adolphs et al⁹, elle était de 16,7 mm. Leurs recherches ont été menées sur six patients qui souffraient de hauteurs mandibulaires critiques après résection marginale de la mandibule. Le but de leur étude était de résoudre cette déformation osseuse par ostéogenèse par distraction verticale avant l'insertion des implants. La valeur minimale d'augmentation (5 mm) a été rapportée par Garcia et al¹⁵ qui ont étudié l'efficacité de la distraction alvéolaire pour réduire la hauteur de la couronne (rapport de longueur) dans la partie postérieure de la mandibule.

PÉRIODE DE CONSOLIDATION

Les chercheurs ont suivi différents calendriers de période de consolidation dans les études incluses. Dans neuf études, la période de consolidation était de 12 semaines, d'autres études ont rapporté que diverses périodes de consolidation variaient entre 6 semaines et 14 semaines. Ugurlu¹⁸ a comparé différents protocoles temporels de phase de consolidation dans l'ADO et évalué les effets du facteur temps sur la formation osseuse. Dix-huit patients répartis en deux groupes ont subi une ostéogenèse par distraction verticale selon le même protocole de distraction, à l'exception du temps de consolidation. La période de consolidation était de 5 semaines pour le groupe un et de 14 semaines pour le groupe deux. À la fin des périodes de consolidation, la rechute osseuse moyenne était de $0,832 \pm 0,135$ mm dans le groupe 1 et de $0,738 \pm 0,135$ mm dans le groupe 2. Au bout de 6 mois, la moyenne de la rechute osseuse était de $1,38 \pm 0,144$ mm dans le groupe 1 et $1,112 \pm 0,144$ mm dans le groupe 2. Ils ont conclu qu'il n'y avait à aucun moment de différence significative entre les deux groupes.

TAUX DE RÉSORPTION

L'un des problèmes les plus fréquemment rencontrés dans l'OAD est la réduction de la hauteur osseuse après avoir terminé la distraction, le taux de résorption osseuse a été étudié en détail dans 5 recherches.^{10, 18, 19, 23, 28} La mesure de la diminution de la hauteur osseuse a été réalisée sur des radiographies panoramiques, la hauteur osseuse a été mesurée à partir du bord inférieur de la mandibule ou du plancher du sinus maxillaire jusqu'à la crête alvéolaire ou la cavité nasale du maxillaire^{23, 19, 18}. Dans d'autres études^{28, 10}, la hauteur osseuse a été mesurée comme la distance de la ligne d'ostéotomie dans l'os basal jusqu'au sommet de la crête alvéolaire. Cela signifie que le taux de résorption obtenu dans ces recherches est la quantité de résorption osseuse distraite avec implication dans la résorption du segment de transport. Le taux de résorption était presque similaire dans toutes les études précédentes (15,8-25%).

Moreover, if the distraction rate is increased more than 1mm/day, the newly formed blood vessels will be jeopardized and disrupted increasing with the possibility of hemorrhage and necrosis. In the contrary, in case of decreasing the distraction rate to 0.5mm/day, faster or premature osteogenesis process may occur in the distraction gap.

RATE OF AUGMENTATION

Rate of augmentation was reported in sixteen studies of the literature body. However, some researches^{21, 22, 25} did not mention any value regarding the augmented bone. The mean augmentation rate in the included studies was 8,218mm. The maximum value of the vertical bone gain was reported by Adolphs et al⁹, it was 16.7mm. Their research was conducted on six patients who were suffering from critical mandibular heights following marginal resection of the mandible. The aim of their study was to resolve this bone deformity through vertical distraction osteogenesis prior to implants insertions. The minimum value of augmentation (5 mm) was reported by Garcia et al¹⁵ who investigated the efficacy of alveolar distraction for reducing of crown height (length ratio) in the posterior part of the mandible.

CONSOLIDATION PERIOD

The researchers followed different schedules of consolidation period in the included studies. In nine studies, the consolidation period was 12 weeks, other studies reported various consolidation periods ranging between 6 weeks and 14 weeks.

Ugurlu¹⁸ compared different time protocols of consolidation phase in ADO, and evaluated the effects of time factor on bone formation. Eighteen patients divided in two groups underwent vertical distraction osteogenesis under the same distraction protocol, except the consolidation time. The consolidation period was 5 weeks for group one and 14 weeks for group two. At the end of the consolidation periods, the mean bone relapse was 0.832 ± 0.135 mm in group 1 and 0.738 ± 0.135 mm in group 2. At the end of 6 months, the mean of bone relapse was 1.38 ± 0.144 mm in group 1 and 1.112 ± 0.144 mm in group2. They concluded that there was no significant difference existing between the two groups at any time.

RATE OF RESORPTION

One of the most common encountered problem in the ADO is reduction of bone height after completing the distraction. The rate of bone resorption was studied in details in 5 researches.^{10, 18, 19, 23, 28} The measurement of the decreased amount of bone height was carried out on panoramic radiographs, the bone height was measured from inferior border of mandible or floor of maxillary sinus to alveolar crest or nasal cavity in the maxilla^{23, 19, 18}. In other studies^{28, 10}, the bone height was measured as the distance from osteotomy line in the basal bone to the top of alveolar crest. This means that the rate of resorption obtained in these researches is the amount of distracted bone resorption with involvement the resorption of transport segment. The rate of resorption was almost similar in all of the previous studies (15.8-25 %).

Kanno et al²⁸ ont étudié les indications d'une surcorrection dans l'ADO verticale. Ils ont enquêté sur trente-cinq patients qui ont subi trente-huit procédures ADO avec le placement réussi de 141 implants dentaires. Ils ont mesuré le taux de résorption pendant la période de consolidation et avant la pose de l'implant. Le moyen de résorption était de 2,1 mm (21%) pendant la période de consolidation et de 3,6 mm (37%) au moment de la pose de l'implant. À partir de ces résultats, Kanno et ses collègues ont conclu que la surcorrection dans l'ADO verticale devrait être de 25%. Saulacic²³ et Wolvius¹⁹ ont étudié le taux de résorption à la partie mésiale et à la partie distale du segment de transport. La moyenne de résorption osseuse rapportée par Saulacic²³ était de $1,57 \pm 1,82$ mm à la partie mésiale et de $1,79 \pm 1,68$ mm à la partie distale du segment transporté, et Wolvius et ses collègues ont enregistré un taux de résorption de 20% à la partie mésiale du segment transporté et de 17% taux de résorption à la partie distale du segment transporté. À partir de la survenue d'une rechute dans Saulacic²³, ils ont indiqué que 20% des surcorrections devaient être prises en compte lors de la réalisation d'une OAD verticale. Les résultats de Saulacic²³ et Wolvius¹⁹ sont presque similaires aux résultats mentionnés par Ettl¹⁰. Ettl¹⁰ a étudié la résorption osseuse dans 30 cas soumis à 36 ADO verticaux. Le taux moyen de résorption osseuse était de 21,1% au moment de l'insertion de l'implant.

DISCUSSION:

Depuis de nombreuses années, différentes modalités de greffe thérapeutique ont été tentées pour reconstruire les défauts osseux alvéolaires causés par des maladies parodontales. Cela comprenait une augmentation avec de l'os autogène, une allogreffe, du matériel xénogénique ou alloplastique avec ou sans procédures de régénération osseuse guidée (GBR). Cependant, il existe un risque accru d'infection et une incidence plus élevée de déhiscence des plaies conduisant à une esthétique gingivale insatisfaisante lorsque des matériaux allogéniques sont utilisés²⁷.

Les objectifs de cette revue systématique étaient d'étudier le protocole de distraction, ainsi que le taux de résorption et l'indication d'une surcorrection en ADO verticale. En raison de l'hétérogénéité des études (différentes périodes d'observation, différents types d'études), il n'a pas été possible d'effectuer une analyse statistique des données collectées.

Selon le taux de résorption, les recherches comparées ont montré des résultats presque similaires (taux de résorption de 15,8-25%) en termes de taux de résorption alvéolaire^{10, 18, 19, 23, 28} quelle que soit la position de distraction. Cela indique la précision des méthodes cliniques et les résultats obtenus par ces études. Il est parfois difficile dans des situations cliniques et expérimentales de déterminer exactement la raison de la boneresorption dans une ADO verticale. Certains enquêteurs ont suggéré que cela pourrait être dû à la pression produite par le périoste intact à partir de la langue linguale ou palatine côté, ou la pression des cicatrices résulte du processus de cicatrisation après une opération du côté buccal ou labial. Selon Ugurlu¹⁸ study, l'impact de la période de consolidation sur le taux de résorption pourrait être exclu. Une autre possibilité qui pourrait être envisagée est la défaillance des appareils, qui s'est produite en raison de la fermeture progressive du distracteur pendant la période de consolidation. Quelle que soit la raison de la résorption ou de la rechute, la surcorrection de l'ADO verticale doit être incluse dans les protocoles de distraction.

Kanno et al²⁸ studied the indications of overcorrection in the vertical ADO. They investigated thirty five patients who underwent to thirty eight ADO procedures with successful placement of 141 dental implants. They measured the rate of resorption during the consolidation period and before the implant placement. The means of resorption was 2.1mm (21%) during the consolidation period, and 3.6mm (37%) at the time of implant placement. From these results, Kanno and his colleagues concluded that overcorrection in vertical ADO should be 25%. Saulacic²³ and Wolvius¹⁹ studied the rate of resorption at the mesial part and at the distal part of transport segment. The mean of bone resorption that reported by Saulacic²³ was 1.57 ± 1.82 mm at the mesial part and 1.79 ± 1.68 mm at the distal part of transported segment, and Wolvius and colleagues recorded 20% rate of resorption at the mesial part of transported segment and 17% rate of resorption at the distal part of transported segment. From the occurrence of relapse in Saulacic²³, they indicated that 20% of overcorrection should be considered when performing vertical ADO. Saulacic²³ and Wolvius¹⁹ results are almost similar to the results mentioned by Ettl¹⁰. Ettl¹⁰ studied the bone resorption in 30 cases subjected to 36 vertical ADO. The means rate of bone resorption was 21.1% at the time of implant insertion.

DISCUSSION:

For many years, different therapeutic grafting modalities have been attempted to reconstruct alveolar bony defects that are caused by periodontal diseases. This included augmentation with autogenous bone, allograft, xenogenic or alloplastic material with or without guided bone regeneration (GBR) procedures. However, there is an increased risk of infection and higher incidence of wound dehiscence leading to unsatisfied gingival esthetics when allogenic materials are used²⁷.

The aims of this systematic review were to investigate the distraction protocol, as well as the rate of resorption and the indication of overcorrection in vertical ADO. Due to the heterogeneity of the studies (different observation periods, different types of studies), it was not possible to perform a statistical analysis of the collected data.

According to the rate of resorption, the compared researches have shown almost similar results (resorption rate of 15.8-25%) in term of alveolar resorption rate^{10, 18, 19, 23, 28} regardless to the position of distraction. This indicates the accuracy of the clinical methods and the obtained results by these studies. It is sometimes difficult in clinical and experimental situations to exactly determine the reason of bone resorption in vertical ADO. Some investigators suggested that it may be due to the pressure produced by the intact periosteum from the lingual or palatal side, or the pressure from the scars resulted from the healing process after operation in the buccal or labial side. According to Ugurlu¹⁸ study, the impact of the consolidation period on the rate of resorption could be excluded. Another possibility that might be considered is the devices failure, which occurred due to gradual closing of the distractor during the consolidation period. Whatever the reason of the resorption or relapse, the overcorrection in vertical ADO should be included in the distraction protocols. In addition, with long segments cases where two distractors should be used, the overcorrection should be planned in both mesial and distal parts of segment without variation.

De plus, dans les cas de segments longs où deux distracteurs doivent être utilisés, la surcorrection doit être planifiée dans les parties mésiales et distales du segment sans variation.

Les auteurs ont utilisé des protocoles de distraction variable dans les études incluses indépendamment de la position de la distraction. Seulement dans une étude²⁴, un taux de distraction différent a été utilisé dans le maxillaire et la mandibule; ils ont activé le distracteur à 1 mm par jour à la mandibule et à 0,5 mm par jour au maxillaire.

Malheureusement, ils n'ont pas mentionné la raison d'utiliser un taux de distraction différent dans la mandibule et le maxillaire. Si leur hypothèse était attribuée à la différence de qualité osseuse entre le maxillaire et la mandibule, ils devraient également ajuster le temps nécessaire à la période de consolidation dans chaque protocole. À partir des données collectées, on peut résumer qu'il n'y avait pas de relation entre ces protocoles de distraction et la position de la distraction. Les protocoles de distraction peuvent être modifiés quelle que soit la position de la distraction. Cette modification peut aider à éviter et à prévenir certaines complications telles que la douleur et les déhiscences des plaies tant que le temps d'activation quotidien du taux de distraction a été réduit de 3 à 4 fois par jour.

CONCLUSIONS

Les examens cliniques ont démontré que l'ostéogénèse par distraction osseuse alvéolaire est une méthode efficace et prévisible pour l'augmentation des défauts dentoalvéolaires. Bien que sa limitation dans l'élargissement de la largeur bucco-linguale de la crête alvéolaire atrophiée, l'AOD offre de nombreux avantages par rapport aux techniques classiques de greffe osseuse classique. Cependant, la combinaison de différentes techniques d'augmentation dans certains cas est nécessaire. Les complications qui peuvent exister avec la distraction alvéolaire peuvent être mineures et faciles à gérer ou des complications majeures pour lesquelles un traitement spécial est nécessaire. Certaines complications étaient plus souvent liées à des positions spécifiques; et cela doit être pris en considération pour être évité. Dans certaines situations, les protocoles de distraction peuvent être modifiés individuellement et indépendamment de la position du dispositif de distraction afin d'éviter de telles complications. Pour une ou plusieurs raisons, il existe des taux importants de résorption osseuse lors de l'ostéogénèse par distraction alvéolaire verticale. Cependant, une surcorrection efficace devrait surmonter et compenser l'os perdu et résoudre ce problème.

Authors used variable distraction protocols in the included studies independent on the position of distraction. Only in one study²⁴, a different distraction rate was used in maxilla and mandible; they activated the distractor at 1 mm daily in the mandible and 0.5 mm daily in the maxilla. Unfortunately, they did not mention the reason of using different rates of distraction in mandible and maxilla. If their assumption was attributed to the difference in bone quality between maxilla and mandible, they should also adjust the time needed for the consolidation period in each protocol. From the collected data, it can be summarized that there was no relationship existing between these distraction protocols and the position of distraction. The distraction protocols might be modified regardless of position of distraction. This modification may help in avoidance and prevention of some complications such as pain and wound dehiscence as long as the daily activation time of distraction rate has been reduced from 3 or 4 times per day.

CONCLUSIONS

Clinical reviews demonstrated that alveolar bone distraction osteogenesis is a successful and predictable method for augmentation of dentoalveolar defects. Although its limitation in expanding the bucco-lingual width of the atrophied alveolar ridge, AOD provides many advantages when compared with standard staged conventional bone grafting techniques. However, the combination of different augmentation techniques in some cases is necessary. The complications that may exist with alveolar distraction may be minor which are easy to be managed or major complications for which a special treatment is required. Some complications were more commonly related to some specific positions; and this should be taken in consideration to be avoided. In some situations, the distraction protocols might be modified individually and independent to position of distraction device in order to avoid such complications. For one or more reasons, there are significant rates of bone resorption existing when performing vertical alveolar distraction osteogenesis. However, effective overcorrection should overcome and compensate the lost bone solving this problem.

RÉFÉRANCES / REFERENCES:

1. Codivilla A. The Classic: On the mean of Lengthening, in the lower Limbs, the Muscles and tissues which are shortened through Deformity. *J Orthop Surgery* 1905;2:353.
2. Ilizarov GA. The tension –stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *ClinOrthopRel Res* 1989;238-249.
3. Ilizarov GA. The tension –stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *ClinOrthopRel Res* 1989;239-263.
4. Snyder CC, Levine GA, Swanson HM. Mandibular lengthening by gradual distraction. *PlasReconstr Surgery* 1973;51:506.
5. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne, Charles H, and Grayson, Barry H. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *PlastReconstrSurg* 1992;89:1-8.
6. Block M, Dire J, Matthews M. Changes in the inferior alveolar nerve following mandibular lengthening in the dog using distraction osteogenesis. *Journal of Oral and Maxillofacial surgery* 1996;21:92-95.
7. Chin M, Toth BA. Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices- Review of five cases. *J Oral MaxillofacSurg* 1986;54:45-53.
8. Luis G. Vega, Arturo Bilbao. Alveolar distraction osteogenesis for dental implant. *Oral Maxillofacial SurgeryClin* 2010;369-385.
9. Adolphs N, Sproll C, Raguse JD, Nelson K, Heberer S, Scheifele C, Klein M. Stable vertical distraction osteogenesis of highly atrophic mandibles after ablative tumor surgery of oral cavity- a salvage pathway for mandibular reconstruction prior to oral Rehabilitation with dental implants: *J Craniomaxillofac Surg* 2009;37(6):320-6.
10. Ettl T, Derlach T, Schüsselbauer T, Gosau M, Reichert TE, Driemel O. Bone resorption and complications in alveolar distraction osteogenesis: *Clin Oral Investig* 2010;14(5):481-9.
11. Uckan S, Oguz Y, Bayram B. Comparison of Intraosseous and Extraosseous Alveolar Distraction Osteogenesis: *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(4):671-4.
12. Robiony M, Toro C, Suzanne U. McCormick S, Zerman N, Costa F, Politi M. The FAD (Floating Alveolar Device): A Bidirectional Distraction Osteogenesis of the Alveolar process: *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(9 Suppl 2):136-42.
13. Rachmiel A, Srouji S, Peled M. Alveolar ridge augmentation by distraction Osteogenesis: *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30(6):510-7.
14. Enislidis G, Norbert, Schobel GM, Klug C, Wittwer G, Yerit K, Ewers R. Analysis of complications following alveolar distraction osteogenesis and implant placement in the partially edentulous mandible: *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod.* 2005;100(1):25-30.
15. Garcia AG, Martin MS, Vila PG, Saulacic N, Gandara-Rey JM. Alveolar distraction before insertion of dental implants in posterior mandible: *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2003;41(6):376-9.
16. Mazzonetto R, Mauerette MA. Radiographic Evaluation of Alveolar Distraction Osteogenesis: *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(12):1708-11.
17. lindeboom JA, Mathura KR, Milstein DMJ, Ince C. (2008): Microvascular soft tissue changes in alveolar distraction osteogenesis: *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod.* 2008;106(3):350-5.
18. Ugurlu F, Cem BS, Asilla S. Effect of different consolidation periods on bone formation and implant success in alveolar distraction osteogenesis: *J Craniomaxillofac Surg.* 2013;41(3):194-7.
19. Wolvius EB, Scholtemeijer M, Weijland M, Hop WCJ, Van der Wal KGH. Complications and relapse in alveolar distraction osteogenesis in partially dentulous Patients. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2007;36:700-705.
20. Günbay T, Koyuncu B, Akay MC, Sipahi A, Tekin U. Results and complications of alveolar distraction osteogenesis to enhance vertical bone height. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod.* 2008;105(5):e7-13v.
21. Saulacic N, Martin MS, Camacho MD, Garcia AG. Complications in Alveolar Distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(2):267-74.
22. Ugurlu F, Cem BS, Dergin G, Garip H. Potential Complications and precautions in vertical alveolar distraction osteogenesis: *J Craniomaxillofac Surg.* 2013;5182(12):00267-3.
23. Saulacic N, Martin MS, Vila PG, Garcia AG. Relapse in Alveolar Distraction Osteogenesis: An indication for Overcorrection. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(7):978-81.
24. Garcia AG, Martin MS, Vila PG, Gandara JM. A preliminary Morphologic Classification of the alveolar ridge after Distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(5):563-6.

25. Hashemi HM, Javidi B. Comparison between Interpositional Bone grafting and Osteogenesis Alveolar Distraction in alveolar bone regeneration: *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(8):1853-8.
26. Schobel GA, Millesi W, Glaser C, Watzinger F, Klug C, Ewers R. The L-shaped osteotomy for vertical Callus distraction in the molar region of the mandible: *J Craniomaxillofac Surg.* 2000;28(3):176-80.
27. Türker N, Basa S, Gürçan. Evaluation of Osseous regeneration in Alveolar Distraction Osteogenesis with Histological and Radiological Aspects: *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(4):608-14.
28. Kanno T, Mitsugi M, Furuki Y, Hosoe M, Akamatsu H, Takenobu T. Overcorrection in vertical alveolar distraction osteogenesis for dental implants: *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(5):398-402.