Une approche pluridisciplinaire pour l'accélération des traitements en orthodontie

Charavet C (1), Lambert F (2)

Résumé : La demande des patients adultes pour entreprendre des traitements orthodontiques est en augmentation constante; cependant, la longueur des traitements reste souvent un frein. Dès lors, plusieurs techniques chirurgicales et non chirurgicales ont été mises au point afin de réduire le temps de traitement orthodontique. Deux études cliniques contrôlées randomisées, réalisées au sein de notre hôpital universitaire, ont démontré que la technique de piézocision - corticotomies minimalement invasives - permet de réduire jusqu'à 43 % le temps de traitement orthodontique - au cours des 4 à 6 mois après l'intervention - et ce, sans effets secondaires tant sur le plan clinique que radiologique. De plus, l'utilisation d'un système orthodontique customisé - employant des attaches et des arcs sur mesure - permet d'optimiser l'accélération du déplacement dentaire dans la phase de finition du traitement orthodontique. Finalement, la combinaison des deux techniques est donc pertinente pour maximaliser la réduction du temps de traitement en orthodontie. Par ailleurs, sur le plan fondamental, nous avons étudié, dans des essais précliniques chez le rat, les phénomènes biologiques sous-jacents à la piézocision à savoir une déminéralisation osseuse et un recrutement d'ostéoclastes plus important associés à une expression prédominante du duo RANKL-OPG.

Mots-clés : ***Traitement orthodontique accéléré - Orthodontie adulte - Piézocision - Piézochirurgie***

A multidisciplinary approach for accelerated orthodontics

Summary : An increasing number of adult patients are seeking orthodontic treatment and several surgical and non-surgical methods have been developed to reduce the overall treatment time. Two randomized controlled clinical trials, performed in our University Hospital, demonstrated that the piezocision surgery - minimally invasive corticotomies - decreased the overall orthodontic treatment time by 43 % - effect during 4 to 6 months after the surgery - without any further clinical and radiological adverse effects. In addition, the use of a custom-made orthodontic system - brackets and arches - optimized the acceleration in the fine-tuning phase of orthodontic treatment. Finally, the combination of the two techniques is therefore relevant to maximize the reduction of the orthodontic treatment time. Fundamentally, our preclinical studies in rats have highlighted the biological phenomena underlying piezocision with an important bone demineralization and osteoclast recruitment associated with a predominant expression of the RANKL-OPG duo.

Keywords : ***Accelerated orthodontics - Adult orthodontic - Piezocision - Piezosurgery***

Introduction

La demande des traitements orthodontiques chez l'adulte est en augmentation constante, notamment suite à l'introduction de techniques orthodontiques dites «invisibles» telles que des gouttières d'alignement transparentes.

Aujourd'hui, près de 30 % des traitements orthodontiques sont réalisés chez l'adulte, et recouvrent un très large panel d'indications, depuis l'orthodontie pré-prothétique - précédant un plan de traitement implantaire ou prothétique - jusqu'au cadre de la prise en charge des patients atteints du syndrome d'apnées-hypopnées obstructives du sommeil, pour ne citer que deux exemples parmi tant d'autres. Ainsi, cette patientèle nécessite, très fréquemment, une prise en charge pluridisciplinaire, faisant appel à l'ensemble des disciplines de la dentisterie, mais également aux disciplines médicales.

Cependant, les patients adultes portent un grand intérêt dans la rapidité de leur temps de traitement. En effet, même en cas de traitements orthodontiques «invisibles», un traitement orthodontique peut entraîner des contraintes transitoires en termes de phonation, confort ou esthétique. Dès lors, de nombreuses techniques, chirurgicales et non chirurgicales, ont été mises au point afin de réduire la durée des traitements orthodontiques.

Le but de cet article est d'évoquer, dans une première partie, les traitements orthodontiques accélérés par chirurgie, à savoir la chirurgie minimalement invasive de piézocision puis, dans une seconde partie, les traitements orthodontiques faisant appel à une nouvelle génération d'attaches orthodontiques réalisées sur mesure et en fonction du mouvement à réaliser. Finalement, l'intérêt de la combinaison de ces deux approches sera mis en lumière, afin d'offrir des solutions pour accélérer le déplacement dentaire dans les traitements orthodontiques chez l'adulte.

(1) Service d'Orthodontie et d'Orthopédie dento-faciale, CHU Liège, Dental Biomaterials Research Unit, ULiège, Belgique.
(2) Service de Parodontologie et Chirurgie buccale et Chirurgie implantaire, CHU Liège, Dental Biomaterials Research Unit, ULiège, Belgique.

Une chirurgie minimalement invasive d'accélération du déplacement dentaire : la piézocision

Historique

Initialement, Frost - orthopédiste - découvre, en 1989, qu'après un traumatisme chirurgical d'un os long, une cascade biologique se met en place. Il nomme alors ce phénomène «Phénomène d'Activation Régionale (PAR)» et il décrit ses caractéristiques à savoir (1-3) :

- un turn-over cellulaire augmenté;
- une diminution de la densité osseuse;
- un lien entre le traumatisme chirurgical, l'intensité de la cicatrisation et la proximité du site opératoire;
- un caractère transitoire et réversible du phénomène.

Ce concept chirurgical sera repris en 2001 par Wilcko et coll. (4) pour des applications intra-buccales, en décrivant la chirurgie de corticotomies inter-dentaires pour accélérer, *in fine*, le déplacement dentaire. Les corticotomies se limitent à l'os cortical en vestibulaire et palatin, après élévation de lambeaux muco-périostés. Bien que cette technique soit efficace sur l'accélération du déplacement dentaire, elle est, cependant, associée à une certaine morbidité liée à l'élévation des larges lambeaux. En 2012, des techniques chirurgicales minimalement invasives telles que la corticision (5), les micro-ostéoperforations (6), la piézopuncture (7) et, finalement, la piézocision (8, 9), sont développées afin de réduire les comorbidités. Le point commun de ces techniques est l'absence d'élévation d'un lambeau muco-périosté et la réduction significative des suites post-opératoires.

Figure 1. La chirurgie de piézocision : une alternative minimalement invasive aux corticotomies classiques sans élévation de lambeau muco-périosté combinant micro-incisions et la réalisation d'ostéotomies corticales de l'os alvéolaire à l'aide d'un instrument piézoélectrique.

La piézocision

La technique de la piézocision a, initialement, été décrite (8, 9) par le Professeur S. Dibart (Boston University). Suite à l'une de ses visites à l'Université de Liège, notre équipe a décidé de s'y intéresser de plus près, de mieux comprendre les mécanismes biologiques sous-jacents, de démontrer l'éventuelle efficacité dans l'accélération du déplacement dentaire et, enfin, de proposer les protocoles cliniques associés (10-13). L'approche pluridisciplinaire, développée au cours des dernières années entre nos équipes d'orthodontie/orthopédie dento-faciale et de parodontologie/chirurgie bucco-dentaire, nous a permis de valider, scientifiquement, l'efficacité de ces nouveaux concepts de traitement moins invasifs et d'en évaluer le bénéfice pour le patient (10, 12-15).

La piézocision combine des micro-incisions vestibulaires au travers desquelles des micro-corticotomies de 3 mm de profondeur et de 5 mm de long sont réalisées à l'aide d'un instrument piézo-électrique (Satelec Acteon, Mérignac, France) sous irrigation abondante (Figures 1 et 2).

Validation de l'efficacité clinique

Notre équipe a réalisé deux essais cliniques contrôlés randomisés (RCT) pour déterminer l'efficacité de cette technique dans l'accélération d'un traitement orthodontique chez le patient adulte présentant un encombrement léger à modéré, l'un en 2016 (10) et l'autre en 2018 (13). Au total, 48 patients ont été inclus et répartis aléatoirement entre les groupes suivants.

Figure 2. (A) La chirurgie de piézocision combine des micro-incisions vestibulaires au travers desquelles une ostéotomie de l'os cortical alvéolaire est réalisée sous irrigation abondante à l'aide d'un piézotome. (B) Résultat d'une corticotomie alvéolaire réalisée au piézotome (3 mm de profondeur - 5 mm de long).

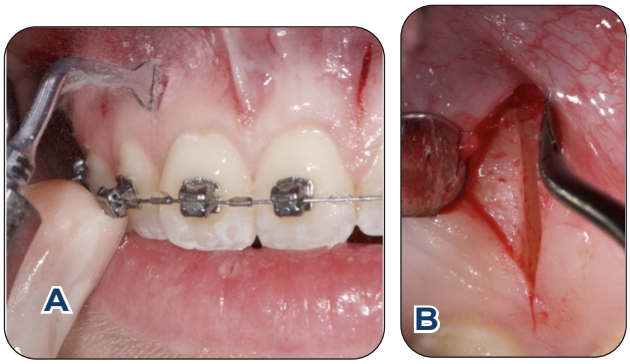


Figure 3. (A) Des incisions verticales sont réalisées au moyen d'une lame 15 en regard des papilles interdentaires. Des petites ostéotomies corticales de l'os alvéolaire sont réalisées (3 mm de profondeur et 5 mm de long) au travers de ces incisions à l'aide d'un piézotome. (B) Des sutures résorbables sont apposées pour assurer une cicatrisation en première intention afin de réduire la visibilité des cicatrices. (C) Résultat postopératoire à une semaine. (D) Dans certains cas, de légères cicatrices résiduelles peuvent être mises en évidence. Cependant, celles-ci n'ont aucune conséquence, si ce n'est un désagrément esthétique en cas de ligne du sourire haute.

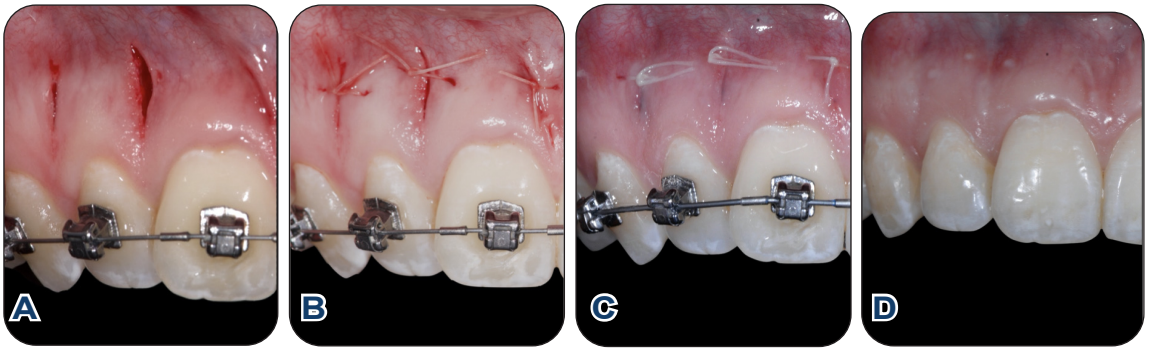
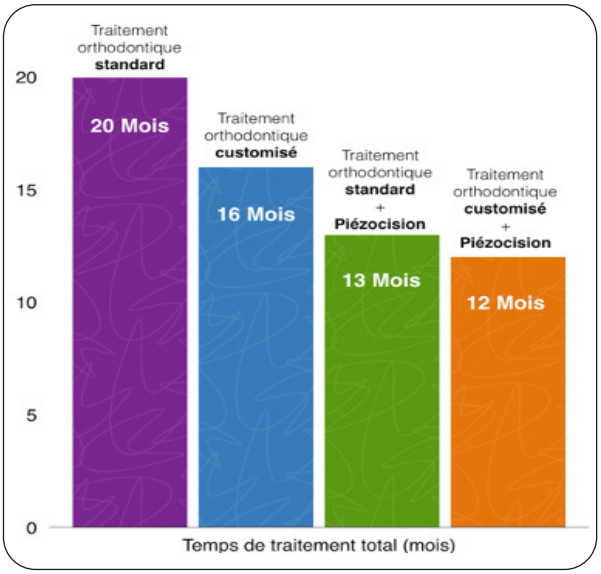


Figure 4. Temps de traitement orthodontique total en mois pour les différents groupes de traitements.



RCT 1 :

Groupe contrôle : traitement orthodontique standard seul.

Groupe test : traitement orthodontique standard avec piézocision.

RCT 2 :

Groupe contrôle : traitement orthodontique avec un système customisé (attaches et arcs sur mesure).

Groupe test : traitement orthodontique avec un système customisé et avec piézocision.

Dans le groupe piézocision, 12 patients ont bénéficié de sutures post-opératoires tandis que les 12 autres n'ont pas reçu de sutures au niveau des incisions de piézocision (Figure 3).

Les patients étaient revus en contrôle orthodontique toutes les deux semaines jusqu'à la dépose de l'appareil.

Les conclusions suivantes ont pu être établies.

- La chirurgie de piézocision accélère les traitements orthodontiques pendant les 4 premiers mois de traitement, de 36 % à 43 % chez le patient adulte, dans des conditions d'encombrement mineur à modéré.

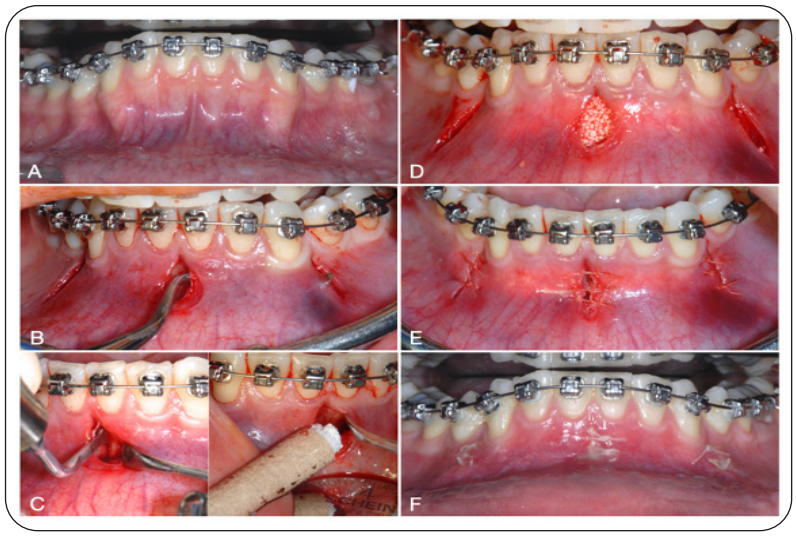
- L'utilisation d'un système sur mesure, incluant attaches et arcs customisés, accélère également le déplacement dentaire orthodontique dans la phase de finition du traitement uniquement.

- La combinaison des deux techniques (piézocision et système customisé) optimise l'accélération du déplacement dentaire (Figure 4) : la piézocision accélère le déplacement en début de traitement tandis que le système customisé interviendra dans les phases terminales de traitement.

- Au-delà du déplacement dentaire accéléré, aucun effet secondaire n'a été mis en évidence, tant sur le plan clinique (récession, poche, indice de plaque et de saignement papillaire) que sur le plan radiologique (déhiscence, fenestration ou résorption radiculaire); cependant, de légères cicatrises en forme de points ou de lignes ont été mises en évidences dans plus ou moins 50 % des cas, mais la réalisation de sutures permet de diminuer significativement l'intensité de celles-ci.

- Finalement, la satisfaction des patients était significativement meilleure dans le groupe piézocision par rapport au groupe contrôle.

Figure 5. Séquence chirurgicale de la piézocision combinée à une régénération osseuse de la crête alvéolaire. (A) Situation initiale. On note la proéminence des racines dentaires en dehors de la crête alvéolaire. (B) Incision vestibulaire afin d'avoir accès à l'os alvéolaire et pour réaliser un lambeau muco-périosté en tunnel. (C) Réalisation de l'ostéotomie localisée à l'aide d'un piézotome et placement du biomatériau. (D) Situation clinique après l'application du biomatériau. (E) Situation clinique en fin d'intervention. (F) Cicatrisation à 1 semaine.



Étude des mécanismes biologiques

Nous nous sommes également intéressés aux mécanismes biologiques associés à cette technique. Nos études chez le rat nous ont permis de mieux comprendre les réactions sous-jacentes à la piézocision à l'échelle tissulaire, cellulaire et moléculaire (15). L'analyse 3D obtenue par Nano-CT a pu mettre en évidence une déminéralisation osseuse plus importante dans le groupe piézocision, associée à un recrutement plus important d'ostéoclastes et à une expression prédominante du duo RANKL-OPG.

Recommandations cliniques

A la vue des évidences scientifiques que nous avons dégagées, la chirurgie de piézocision semble être un outil thérapeutique valable qui permet une accélération du déplacement dentaire orthodontique pendant les 4 à 6 mois après la chirurgie. Le protocole clinique recommandé est le suivant :

Protocole chirurgical

- Évaluation radiologique préopératoire minutieuse afin de ne pas léser les structures dentaires.
- L'ostéotomie au piézotome doit être suffisamment étendue (3 mm de profondeur et 5 mm de long au minimum).
- La mise en place de sutures au niveau des incisions pour diminuer la visibilité des possibles cicatrices.
- Après la chirurgie, une prise de paracétamol est préconisée (16) alors que la prise d'anti-inflammatoires non stéroïdiens est à proscrire pour prévenir toute interaction avec le PAR. Un brossage doux, adjoint à l'emploi d'un bain de bouche (chlorhexidine 0,2 %), est conseillé durant 7 jours.

Protocole orthodontique

- Suivi tous les 15 jours avec activation de l'appareil orthodontique si possible.
- L'utilisation d'un système orthodontique customisé peut s'avérer utile pour optimiser l'accélération du déplacement dentaire dans la phase de finition du traitement orthodontique.

Adjonction de biomatériaux

Lorsque l'enveloppe osseuse alvéolaire est limitée, l'adjonction de biomatériaux de régénération osseuse peut être réalisée au travers des incisions de piézocision (9, 12). Un décollement du périoste est réalisé afin de faire communiquer les incisons entre elles et créer un tunnel. L'espace sous-périosté résultant est rempli avec un biomatériau de régénération, ce qui permet d'augmenter l'enveloppe alvéolaire et, ainsi, de potentialiser les mouvements orthodontiques (Figure 5). Les résultats préliminaires de cette

technique sont encourageants et nous travaillons, actuellement, à la validation clinique de ce nouveau concept de traitement.

Communément, l'indication est posée au maxillaire inférieur dans les cas de déhiscences et/ou fenestrations osseuses vestibulaires combinées à un encombrement dentaire modéré, voire sévère. Cette procédure ne permet, en aucun cas, de supplanter une indication d'extractions thérapeutiques ou d'avoir recours à la chirurgie orthognatique dans les cas sévères.

Conclusion

Selon les récentes évidences scientifiques, la piézocision - chirurgie de corticotomies alvéolaires *a minima* - permet de réduire la durée des traitements orthodontiques de manière peu invasive et fiable. Cette innovation thérapeutique représente, ainsi, un outil supplémentaire dans l'accélération du déplacement dentaire orthodontique. La combinaison de la piézocision avec un système orthodontique customisé s'avère pertinente pour maximaliser l'accélération orthodontique du déplacement dentaire.

Bibliographie

1. Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry Ford Hosp Med J* 1983;**31**:3-9.
2. Frost HM. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Relat Res* 1989;**248**:294-309.
3. Frost HM. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part II. *Clin Orthop Relat Res* 1989;**248**:283-93.
4. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;**21**:9-19.
5. Park YG. Corticision: a flapless procedure to accelerate tooth movement. *Front Oral Biol* 2016;**18**:109-17.
6. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;**144**:639-48.
7. Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;**144**:23-31.
8. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent* 2009;**30**:342-4.
9. Sebaoun JD, Surmenian J, Dibart S. Accelerated orthodontic treatment with piezocision: a mini-invasive alternative to conventional corticotomies. *Orthod Fr* 2011;**82**:311-9.
10. Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, et al. Localized piezoelectric alveolar decortication for orthodontic treatment in adults: a randomized controlled trial. *J Dent Res* 2016;**95**:1003-9.
11. Charavet C. *Innovative orthodontic treatment using piezosurgery*. [Thèse de Doctorat d'Université] Belgique:Université de Liège;2018.
12. Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, et al. Selective piezocision-assisted orthodontic treatment combined with minimally invasive alveolar bone regeneration: A proof-of-concept. *Int Orthod* 2018;**16**:652-64.
13. Charavet C, Lecloux G, Jackers N, et al. Piezocision-assisted orthodontic treatment using CAD/CAM customized orthodontic appliances: a randomized controlled trial in adults. *Eur J Orthod* 2019;**41**:495-501.
14. Charavet C, Lecloux G, Jackers N, et al. Patient-reported outcomes measures (PROMs) following a piezocision-assisted versus conventional orthodontic treatments: a randomized controlled trial in adults. *Clin Oral Investig* 2019;**23**:4355-63.
15. Charavet C, Van Hede D, Anania S, et al. Multilevel biological responses following piezocision to accelerate orthodontic tooth movement: A study in rats. *J World Fed Orthod* 2019;**8**:100-6.
16. Strippoli J, Durand R, Schmittbuhl M, et al. Pain and quality of life in patients undergoing guided piezocorticision- assisted orthodontic treatment. *J Clin Orthod* 2017;**51**:792-9.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Pr C. Charavet, Service d'Orthodontie et Orthopédie dento-faciale, CHU Liège, Belgique.

Email : c.charavet@chuliege.be