

Original Article

Article original

© 2015 CEO
Published by / Édité par Elsevier Masson SAS
All rights reserved / Tous droits réservés

Bone stress and strain modification in diastema closure: 3D analysis using finite element method

Modification de la contrainte et de la déformation osseuses pendant la fermeture des diastèmes : analyse 3D par la méthode des éléments finis

Allahyar GERAMY^{a,*}, Joseph BOUSERHAL^b, Domingo MARTIN^c, Pedram BAGHAEIAN^d

^aDental Research Center, Dentistry Research Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

^bDepartment of Orthodontics, Saint Joseph University, Beirut, Lebanon

^cOrthodontics - Plaza Bilbao 2-2°, San Sebastian, Spain

^dDepartment of Orthodontics, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Available online: XXX / Disponible en ligne : XXX

Summary

The aim of this study was to analyse the stress and strain distribution in the alveolar bone between two central incisors in the process of diastema closure with a constant force. A 3-dimensional computer modeling based on finite element techniques was used for this purpose. A model of an anterior segment of the mandible containing cortical bone, spongy bone, gingivae, PDL and two central incisors with a bracket in the labial surface of each tooth were designed. The von Mises stress and strain was evaluated in alveolar bone along a path of nodes defined in a crestal-apical direction in the midline between two teeth. It was observed that stress and strain of alveolar bone increased in midline with a constant force to close the diastema regardless of the type of movement in gradual steps of diastema closure, however the stress was higher in the tipping movement than the bodily so it can be suggested that a protocol of force system modification should be introduced to compensate for the stress and strain changes caused by the reduced distance to avoid the unwanted stress alteration during the diastema closure.

Résumé

L'objectif de cette étude était d'analyser la distribution des contraintes et des déformations de l'os alvéolaire entre les deux incisives centrales pendant le processus de fermeture d'un diastème au moyen d'une force constante. À cette fin, un modèle numérique en 3 dimensions élaboré à l'aide de la technique des éléments finis a été adopté. Ainsi, nous avons réalisé le modèle d'un segment antérieur mandibulaire réunissant corticale, os spongieux, gencives, parodonte et les deux incisives centrales avec un bracket collé sur la face vestibulaire de chaque dent. La contrainte et la déformation selon le critère de von Mises ont été évaluées au niveau de l'os alvéolaire le long d'une série de points nodaux alignés dans le sens crestal-apical au milieu de l'espace interdentaire. Nous avons observé que la contrainte et la déformation de l'os alvéolaire augmentaient au niveau de la ligne médiane en utilisant une force continue pour fermer le diastème, quel que soit le type de mouvement progressif de fermeture utilisé. Néanmoins, la contrainte était plus élevée dans le mouvement de version qu'avec celui de translation. Ainsi, nous proposons une modification du protocole des systèmes de forces afin de compenser les modifications de contrainte et de déformation provoquées par la réduction de la distance

* Correspondence and reprints / Correspondance et tirés à part :

Allahyar GERAMY, Corresponding author.

e-mail address / Adresse e-mail : gueramy@tums.ac.ir (Allahyar GERAMY)

© 2015 CEO. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved

Keywords

- Orthodontic tooth movement.
- Tipping movement.
- Bodily movement.
- Bone stress.
- Bone strain.
- Finite element method.

Introduction

Orthodontic tooth movement (OTM) is the result of site-specific resorption and formation of the alveolar bone that is caused by biologic responses to external mechanical forces. Optimum applying of orthodontic force maximizes tooth movement and minimizes irreversible harm to the periodontal ligament (PDL), tooth and alveolar bone, so it is important to know the relationship between change in induced mechanical strain fields and corresponding biological response. However, paying no attention to mechanical reaction during orthodontic therapy causes inefficient OTM, increases its duration, and might precede negative outcomes. As a result of studies, extreme stress during orthodontic loading can lead to reduced functionality, significant degeneracy of tooth tissue, and undesirable esthetic and clinical outcomes [1].

In that manner, application of light force magnitudes lead to partial occlusion of the PDL, and cellular activity in the ligament rebuilds the alveolar bone by resorption of frontal bone. In contrast, applying heavy forces may induce ischemia and cell death in the PDL that cause undermining bone resorption. Unlike light forces that cause physiologic and constant tooth movement, heavy strains lead to necrosis and impaired bone remodeling, so the stressed condition of the PDL directly affect the degree and quality of tooth movement [2].

It is believed that after applying a force on tooth, bodily tooth movement happens in 2 stages: an initial mechanical elastic deformation of the PDL with slight modification of the alveolar bone and a pursuing delayed metabolic reply of the connective tissue that causes great, long-term tooth movement [3,4]. In other words, small changing in the stress/strain distribution in the priondium caused by the intra alveolar displacement of the root in the intra alveolar space brings about the remodeling

interdentaire et afin d'éviter les changements de contrainte indésirables pendant la fermeture du diastème.

© 2015 CEO. Édité par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés

Mots clés

- Mouvement dentaire orthodontique.
- Mouvement de version.
- Mouvement translationnel.
- Contrainte osseuse.
- Déformation osseuse.
- Méthode des éléments finis.

Introduction

Le mouvement dentaire orthodontique (MDO) résulte de la résorption et de la formation de l'os alvéolaire engendrées par des réactions biologiques à des forces mécaniques externes spécifiques à chaque site. L'application optimale de forces orthodontiques favorise le mouvement dentaire et réduit les dommages irréversibles du ligament parodontal (LPD), des dents et de l'os alvéolaire. Ainsi, il est essentiel de connaître le rapport entre les changements induits au niveau des contraintes mécaniques et la réponse biologique correspondante. Cependant, une absence d'attention portée à la réaction mécanique pendant le traitement orthodontique peut engendrer des MDO inefficients, augmenter la durée du traitement et aboutir à des résultats négatifs. Des études ont montré que des contraintes extrêmes appliquées pendant la mise en charge orthodontique peuvent donner lieu à une fonctionnalité amoindrie, à une dégénérescence significative des tissus dentaires et à des résultats esthétiques et cliniques indésirables [1].

De cette façon, l'application de forces légères entraîne une occlusion partielle du LPD et l'activité cellulaire au niveau du ligament remodèle l'os alvéolaire par résorption osseuse. Par contre, l'application de forces lourdes peut induire une ischémie et la mort cellulaire du LPD et donner lieu à une résorption osseuse subversive. À la différence des forces légères qui déclenchent un mouvement dentaire physiologique et continu, les contraintes importantes entraînent des nécroses et un remodelage osseux déficient de telle sorte que les contraintes exercées sur le LPD ont un impact direct sur la quantité et la qualité des mouvements dentaires obtenus [2].

On estime qu'après l'application d'une force à une dent, la translation dentaire se passe en deux temps : une déformation élastique mécanique initiale du LPD accompagnée d'une légère modification de l'os alvéolaire et d'une réponse métabolique retardée continue des tissus conjonctifs occasionnant des mouvements dentaires importants à long terme [3,4]. En d'autres termes, de petites modifications de la distribution contrainte/déformation au niveau du parodonte

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/3135368>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/3135368>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)