Mosul University

College of Dentistry

ANALYSIS OF TOOTH MOVEMENT USING FINITE ELEMENT ANALYSIS METHOD

A thesis submitted by

Rasha Yahya Kasim Hameed Al-Darzi

To
The Council of College of Dentistry
Mosul University
As a Partial Fulfillment of the Requirements
For the Degree of Master of Science
In
Orthodontics

Supervised by

Assist. Prof.
Nada M. Al – Sayagh

Assist. Prof. Dr.
Mohammad Najim Mahmood

٢٠١٠ A.D. **١٤٣٢**
A.H.

ABSTRACT

The retraction of anterior teeth is of clinical significance for orthodontic clinical practitioners and researcher over ages, understanding the actual biomechanical consideration regarding the force distribution and concentration during tooth movement with the aid of the finite element method (FEM) was one of the important objectives of this study.

The present study aimed to understand the stress and strain distribution and to determine the center of resistance on the four lower incisors with the application of the retracted force using finite element analysis method, in addition to the estimation of the rate of space closure, vertical height change, labiolingual inclination and mesiodistal tipping under the effect of (٤٠٠g) orthodontic retraction force using frictional and frictionless retraction techniques with different angulations, different loop distances in relation to the retracted teeth, various wire sizes and various materials of the orthodontic wires (NiTi and stainless steel wires).

The method included the construction of a verified numerical model of tooth movement using FEM in comparison with an experimental (typodont) model corresponding the retraction of four lower anterior teeth, when the canine and posterior teeth were gathered using fixed bite plane simulating class III extraction teeth model. The outcomes of this study showed independent teeth movement and various stress distribution for lateral and central incisors under the effect of orthodontic retraction force, except with the frictionless retraction using NiTi wires which exhibited uniform movements and uniform stress distribution for both lateral and central incisors in the retracted segment. The finite element results showed that the center of resistance tend to move more apically at lateral incisor tooth and more incisally at the central incisor. On the other hand, changing the angulations of the retraction loops had a minor influence on the horizontal movement and clearly increased the vertical movement, and also the study showed that positioning the loop away from lateral incisor will decrease the amount of the rate of space closure.

جامعة الموصل
كلية طب الاسنان

تحليل حركة السن باستخدام طريقة العناصر المحددة

رسالة تقدمت بها

رشا يحيى قاسم حميد الدرزي

إلى
مجلس كلية طب الأسنان
جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير
في تقويم الأسنان

بإشراف

الأستاذ مساعد
ندى محمد سعيد الصائغ

الأستاذ مساعد
الدكتور محمد نجم محمود

٢٠١٠م ١٤٣٢هـ

الخلاصة

إن تقنية علاج الأسنان التقويمي بواسطة تحريكها أو سحبها كانت على مدى عقود من الزمن محور اهتمام العديد من الأطباء والباحثين في مجال تقويم الأسنان, حيث أن الإدراك الحقيقي والمعرفة بماهية الحركة الحيوية والميكانيكية للأسنان خلال أنسجة الفك المختلفة مع الأخذ بنظر الاعتبار مقدار وكيفية توزيع القوة المسلطة على الأسنان كانت من احد أهم الأهداف المراد تحقيقها في الدراسة الحالية والتي تنطوي على فهم وحساب الإجهاد والتشوه الناتج من تسليط القوة التقويمية المحسوبة على نموذج الأسنان السفلية الأربع (القواطع) باستخدام طريقة التحليل بالعناصر المحددة (FEM finite element analysis).

تهدف الدراسة الحالية الى حساب توزيع الاجهاد والتشوه لغرض حساب مركز مقاومة الحركة على القواطع السفلية الاربعة تحت تاثير قوى السحب التقويمية باستخدام طريقة التحليل بالعناصر المحددة، بالاضافة الى قياس نسبة اغلاق الفراغ بتاثير حركة الاسنان، مقدار التغير في الحركة العامودية للاسنان، وميلان القواطع السفلية الناتج عن حركة الاسنان تحت تاثير قوى السحب التقويمية البالغ مقدارها (٤٠٠غم) وباستخدام زوايا مختلفة عند نقطة تسليط قوى السحب، ابعاد مختلفة للنابض المنحني الساحب، بالاضافة الى استخدام اقطار مختلفة للاسلاك التقويمية.

تتضمن طريقة العمل تصميم نموذج رقمي للحركة السنية باستخدام طريقة التحليل في العناصر المحددة حيث تم التحقق من دقة النموذج المشار إليه بمقارنة نتائج تحليل الحركة الرقمية للقواطع السفلية وخاصة القاطع السفلي الأيسر المركزي مع نتائج القياسات المأخوذة من النموذج التجريبي (والمتمثل بنموذج للاسنان السفلية الاربعة) عند بدء الدراسة وبعد التأكد من تطابق القياسات بالشكل بين النموذجين والناتجة عن تسليط القوى التقويمية على القواطع السفلى باستخدام طريقتين مختلفتين للعلاج التقويمي والتي تتضمن طريقة السحب التقويمية الاحتكاكية وطريقة السحب التقويمية اللاإحتكاكية وضمن مدى متغيرات الدراسة المشار إليها مسبقا، بعد ذلك تم استخدام نموذج الأسنان الرقمي لإكمال جوانب الدراسة التحليلية القياسية لحركة القواطع الأمامية السفلى وذلك عن طريق التطبيق الرقمي للمتغيرات.

إن خلاصة الاجهادات وحركة القواطع التي تم الحصول عليها نتيجة لما سبق شرحه قد تم توثيقه ضمن أشكال متعددة ومناقشة تصرف القواطع تحت تأثير قوى السحب التقويمية لكل حالة من الحالات المختلفة وتم التوصل للعديد من الاستنتاجات عن هذه الدراسة حيث تم الاستفادة

من نتائج التحليل بالعناصر المحددة في وصف أشكال وطريقة توزيع الاجهادات حيث أن القيمة العليا للإجهاد الضاغط (compressive strength)تم حسابها رقميا في نقطة تسليط القوة على طول خط الحركة للسلك التقويمي المحيط بالأسنان المراد سحبها أو تحريكها وبان نسبة توزيع الإجهاد هي ليست متساوية لكل من القاطع الجانبي والقاطع المركزي و نسبة حركة القواطع الجانبية أكثر من نسبة حركة القواطع المركزية, فيما عدا ما يتعلق بالسحب باستخدام السلك التقويمي (NiTi retraction loop) حيث كانت الحركة متساوية للقواطع الأربعة. وتم أيضا استخدام طريقة التحليل بالعناصر المحددة لتحديد مركز مقاومة الحركة حيث أظهرت النتائج إن مركز مقاومة الحركة يقع على سطح الجذر للقاطع المركزي باتجاه قمة الجذر بنسبة أكثر من موقع مركز مقاومة الحركة على القاطع الجانبي. أوضحت نتائج التحليل إن اختلاف زوايا العزم القريبة عن تسليط قوة السحب عبر الأسلاك التقويمية (Stainless steel loops) ذو تأثير بسيط على مركبة القوى الأفقية وفي نفس الوقت أظهرت زيادة ملحوظة في مركبة القوى العمودية لحركة الأسنان. وأخيرا فان زيادة قطر السلك التقويمي سوف ينتج عنه زيادة في الإجهاد العمودي و زيادة ملحوظة في الحركة العمودية للأسنان.