University of Mosul

College of Dentistry

A Comparative Evaluation of Pulsed Electromagnetic, Static Magnetic Fields and Low-Level Laser on Orthodontic Teeth Movement (A Pre-Clinical Study)

A Dissertation Submitted by

Abdulrahman Ibrahim Ali

To

The Council of the College of Dentistry

University of Mosul

As a Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of

Philosophy Doctorate in Dental Science

Supervised By

Prof. Dr. Neam Fakhri Agha

2025 A.D **1446 A.H**

Abstract

Introduction: One of the primary challenges encountered by orthodontic patients is the prolonged duration of treatment. Consequently, the development of methods to accelerate tooth movement and promote bone remodeling has become a critical area of focus, attracting significant attention in contemporary research.

Aims: The purpose of this research is to evaluate the influence of pulsed electromagnetic fields (PEMF), static magnetic fields (SMF), or low-level laser therapy (LLLT) on the amount of tooth movement and alveolar bone remodeling. Specifically, the study aims to assess the area of new bone formation, blood vessel count, and the counts and activity of osteoblasts as indicated by levels of bone alkaline phosphatase (BALP) in addition to counts and activity of osteoclasts as indicated by levels of tartrate-resistant acid phosphatase 5b (TRAP 5b).

Materials and Methods: Sixty adult male albino local rabbits were randomly assigned to four groups (15 rabbits per group): control group, PEMF group, SMF group, and LLLT group. All groups were subdivided into three subgroups (5 rabbits each) depending on euthanization (1, 2, and 3 weeks). All sample animals received an orthodontic appliance attached to the mandibular incisors, applying 50 grams of force initially, and persisting for three weeks. During this period the PEMF group was exposed to a pulsed electromagnetic field at parameters of square waveform, 120 Gauss intensity, 9.6 Hz frequency, and 1 hour of daily exposure, while the SMF group was subjected to a static magnetic field at 120 Gauss intensity and 1 hour of daily exposure, and the LLLT group received low-level laser treatment three times a week, using a wavelength of 976 ± 10 nm, an energy of 8 joules, a power output of 100 mW, and an energy density of 15.9 J/cm^2, administered in continuous mode. The amount of orthodontic tooth movement was measured at ten time points

Abstract

throughout the three weeks of orthodontic force application, at the end of every week; five animals from each group were sacrificed for analysis.

Results: The amount of orthodontic movement was significantly greater in the PEMF group, followed by the LLLT group, and then the SMF group, when compared to the control group. The most notable acceleration in tooth movement occurred between day 3 and day 16 after the application of orthodontic force. Histologically, the PEMF group showed significantly the highest levels of the new bone area, osteoblast count, osteoclast count, and blood vessel count, followed by the LLLT and SMF groups. These differences showed varying degrees of significance in comparison to the control group, with the most significant differences observed at the 2- and 3-week marks rather than at the 1-week mark. In immunohistochemistry analysis, the PEMF group demonstrated significantly higher bone alkaline phosphatase and tartrate-resistant acid phosphatase 5b activities than the control group. Both the LLLT and SMF groups also showed some significant increases in these activities compared to the control group, particularly during the 1 and 3-week time points.

Conclusion: Based on the parameters used for the PEMF, SMF, and LLLT groups in this study, the PEMF group showed the most significant effects in accelerating tooth movement and promoting alveolar bone remodeling. The LLLT group also demonstrated stimulatory effects, although to a lesser degree. In comparison, the SMF group had the least impact on both tooth movement and bone remodeling in comparison with the control group.

جامعة الموصل

كلية طب الاسنان

دراسة مقارنة لتقييم تأثير المجال الكهرومغناطيسي النبضي والساكن مع الليزر منخفض المستوى على حركة الاسنان التقويمية

(دراسة ما قبل السريري)

أطروحة تقدم بها

عبد الرحمن إبراهيم علي

الى

مجلس كلية طب الاسنان

جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في علوم طب الاسنان

بإشراف

الأستاذ الدكتور

نعم فخري اغا

1446 هـ

م ٢٠٢٥

الخلاصة

المقدمة: أحد التحديات الرئيسية التي يواجهها مرضى تقويم الأسنان هو طول مدة العلاج. ونتيجة لذلك، جذب تطوير أساليب لتسريع حركة الأسنان وتعزيز إعادة تشكيل العظام السنخية اهتماما كبيرا في البحوث المعاصرة.

اهداف الدراسة: الهدف من هذه الدراسة هو دراسة تأثير المجالات الكهرومغناطيسية النبضية والمجالات المغناطيسية الساكنة والعلاج بالليزر منخفض المستوى على معدل حركة الأسنان التقويمية وإعادة تشكيل العظام السنخية. تحديدا، تهدف الدراسة إلى تقييم تكوين العظام الجديد، وتعداد الأوعية الدموية، وأعداد ونشاط الخلايا البانية للعظم والخلايا الناقضة للعظم، كما يتضح من مستويات الفوسفاتيز القلوي العظمي والفوسفاتيز الحمضي المقاوم للترترات ٥ب.

المواد والطرق: تم تقسيم ٦٠ أرنباً محلياً من الذكور البالغين بشكل عشوائي إلى أربع مجموعات (١٥ أرنباً لكل مجموعة): مجموعة السيطرة، مجموعة المجال الكهرومغناطيسي النبضي، مجموعة المجال المغناطيسي الثابت ومجموعة العلاج بالليزر منخفض المستوى. تم تقسيم كل مجموعة أيضًا إلى ثلاث مجموعات فرعية (٥ أرانب لكل منها) وفقًا لوقت القتل الرحيم (١، ٢، و٣ أسابيع). تتلقى كل مجموعة تجريبية جهاز تقويم أسنان معدلًا مثبتًا على قاطعتين مركزيتين في الفك السفلي يسلط في البداية ٥٠ جرامًا من القوة مما يؤدي إلى حركة الأسنان جانبيا لمدة ثلاثة أسابيع. خلال هذه الفترة تم تعريض مجموعة المجال الكهرومغناطيسي النبضي إلى مجال كهرومغناطيسي نبضي بمتغيرات محددة (شكل موجة مربعة، شدة ١٢٠ غاوس، تردد ٩,٦ هرتز وساعة تعريض يومية)، وتعرض مجموعة المجال المغناطيسي الساكن إلى مجال مغناطيسي ساكن عند (شدة ١٢٠ غاوس وساعة واحدة من التعرض اليومي) وتلقت مجموعة العلاج بالليزر منخفض المستوى علاجًا بالليزر منخفض المستوى ثلاث مرات أسبوعيًا بطول موجة ٩٧٦ ± ١٠ نانومتر، خرج طاقة يبلغ ٨ جول، ومتوسط خرج طاقة ١٠٠ مللي وات، وكثافة طاقة تبلغ ٩. ١٥جول/سم^2، يتم تسليطها في وضع الانبعاث المستمر. تم قياس مقدار حركة الأسنان التقويمية في عشر اوقات زمنية طوال ثلاثة أسابيع ومن ثم تم التضحية بخمسة أرانب من كل مجموعة في نهاية كل أسبوع للتحليل .

النتائج: كانت كمية حركة الأسنان أكبر بكثير في المجموعة الكهرومغناطيسية النبضية تليها مجموعة العلاج بالليزر منخفض المستوى وأخيرًا مجموعة المجال المغناطيسي الثابت مقارنة بالمجموعة القياسية، وكان معظم التسارع في حركة الأسنان يقع بين اليوم الثالث واليوم السادس عشر بعد تطبيق قوة تقويم الأسنان. من الناحية النسيجية، كانت منطقة تكوين العظام الجديدة، عدد الخلايا البانية للعظم والخلايا الناقضة للعظم ، وعدد الأوعية الدموية هي الأعلى عمومًا في المجموعة الكهرومغناطيسية النبضية تليها مجموعة العلاج بالليزر منخفض المستوى وأخيرًا مجموعة المجال المغناطيسي الثابت بدرجات متفاوتة من الأهمية بالنسبة للمجموعة القياسية، في معظمها توجد اختلافات كبيرة في نتائج الأسبوع الثاني والثالث أكثر من نتائج الأسبوع الأول ، في نتائج الكيمياء المناعية، أظهرت المجموعة الكهرومغناطيسية النبضية أعلى بكثير من الفوسفاتيز القلوي العظمي و أنشطة الفوسفاتيز الحمضي المقاوم للترترات ٥ب مقارنة بالمجموعة القياسية، في حين أظهرت مجموعات العلاج بالليزر منخفض المستوى ومجموعات المجال المغناطيسي الثابت في الغالب زيادة في أنشطة الفوسفاتيز القلوي العظمي وأنشطة الفوسفاتيز الحمضي المقاوم للترترات ٥ب مقارنة بلمجموعة القياسية خصوصا خلال الأسبوع الأول والثالث.

الاستنتاج: استنادا إلى المتغيرات المختارة للمجال الكهرومغناطيسي النبضي، والمجال المغناطيسي الثابت، ومجموعات العلاج بالليزر منخفض المستوى في هذه الدراسة، أظهرت مجموعة المجال الكهرومغناطيسي النبضي تأثيرات كبيرة في تسريع حركة الأسنان وتعزيز إعادة تشكيل العظام السنخية. أظهرت مجموعة العلاج بالليزر منخفض المستوى أيضًا تأثيرات تحفيزية، وإن كان بدرجة أقل. في المقابل، أظهرت مجموعة المجال المغناطيسي الثابت أقل تأثير على حركة الأسنان وإعادة تشكيل العظام مقارنة مع مجموعة السيطرة.