الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم تقويم الأسنان والفكين

تقييم تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تسريع الحركة السنية التقويمية لرصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة

(دراسة سريرية مضبوطة معشاة)

Evaluation of Low-Level Laser Therapy (LLLT) Effect on Accelerating Orthodontic Tooth Movement For Crowded Upper Incisors Leveling and Alignment

(Clinical Randomized Controlled Trial)

أطروحة قُدِّمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في اختصاص تقويم الأسنان والفكّين

إعداد الباحث:

محمَّد موفَّق محمَّد عدنان السيِّد حسن

إشراف:

المدرِّسة الدكتورة كندة سلطان

مدرِّسة في قسم تقويم الأسنان والفكين

المشرف المشارك:

المدرِّس الدكتور عمر حمادة

مدرِّس في قسم طبِّ الفم

1438 هـ / 2017 م

بسم الله الرحمن الرحيم:

"اقرأ وربَّك الأكرم (3) الَّذي علَّم بالقلم (4)

علَّم الإنسان ما لم يعلم (5)"

صدق الله العظيم

العلق (3-5)

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا بتشكيل لجنة الحكم

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم / ٩٧٦/ المتخذ
بالجلسة رقم /١١/ تاريخ ٢٠١٧/٢/٦

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم /٢٠٤/ تاريخ ٢٠١٧/١/٢٤.

وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم /٢٥٠/ لعام ٢٠٠٦ .

قرار مجلس جامعة دمشق رقم /٢٦١٦/ص.م تاريخ ٢٠١٥/٦/١٤ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الطالب .

وبنتيجة المذاكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأليف لجنة الحكم على رسالة الماجستير في قسم تقويم الأسنان والفكين التي أعدها الطالب **محمد موفق السيد حسن** بعنوان : ((تقييم تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تسريع الحركة السنية التقويمية لرصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة – دراسة سريرية مضبوطة معشاة)) بكلية طب الأسنان من السادة الأساتذة :

د. أحمد برهان	الأستاذ المساعد في قسم تقويم الأسنان والفكين	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: تقويم الأسنان والفكين	عضواً
د. وائل المهدي	المدرس في قسم علم النسج حول السنية	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص : علم النسج حول السنية	عضواً
د. كندة سلطان	المدرس في قسم تقويم الأسنان والفكين	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: تقويم الأسنان والفكين	عضواً مشرفاً

وذلك وفق ما هو وارد في قرار مجلس الكلية آنف الذكر،،،

ملاحظة: يرجى إرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

تصريح

"لا يوجد أيُّ جزءٍ من هذه الأطروحة تمَّ أخذه بالكامل من عملٍ آخر أو أنجز للحصول على شهادةٍ أخرى في هذه الجامعة أو في أيَّة جامعةٍ أخرى أو أيِّ معهدٍ تعليمي"

الإهداء

إلى سيِّدي ومعلِّمي وقدوتي، نبيِّ الحقِّ والعدل، رسول الإسلام والسلام، معلِّم الناس الخير

سيدنا محمَّد صلَّى الله عليه وسلم

إلى من تعجز الكلمات عن وصفها، إلى منبع الحبِّ والحنان والرحمة، إلى من أحرقت عمرها ووقتها لتراني الأفضل دائماً، إلى أصل الحياة وأصل كل نجاح، من بدعواتها يسهل كلُّ صعبٍ ويهين كلُّ عسير

أمِّي الحبيبة

إلى سندي وقدوتي في الحياة، من بذل الغالي والرخيص قولاً وفعلاً كي يراني في أعلى المراتب، إلى من أحمل اسمه بفخر

والدي الغالي

إلى رفيقي وشريكي في الحياة، من يسعد ويفخر بنجاحي وكأنَّه نجاحه

أخي مهنَّد

إلى الملاك الذي دخل حياتي فأضاءها، ودخل قلبي فملأه حبَّاً وسعادةً، من منحتني السلام في زمن الحرب، ومن برفقتها أزهرت الحياة وعرفت لها طعماً آخر

خطيبتي دعاء

إلى من قضيت معهم أجمل أيام العمر، وأفتخر بانتمائي لهم

أهل والدتي ووالدي

إلى عائلتي الثانية الحبيبة المحبِّة

أهل خطيبتي

إلى أخوتي الذين لم تلدهم أمِّي، رفاق الدرب الطويل في هذه الكلية وخارجها، الغائبون منهم والحاضرون

زملائي وأصدقائي

إلى كلِّ من ساهم ولو بكلمةٍ في نجاح هذه الدراسة وما رافقها

وختاماً .. إلى بلدي الحبيب الجريح **سورية**، وإلى عشقي الأزليِّ **دمشق**

أُهدي هذه الأطروحة

كلمة شكر

الشكر الأوَّل والأخير وعظيم الثناء والحمد لله سبحانه وتعالى على ما أكرمني به من إتمام إنجاز هذه الدراسة وما رافقها من توفيقٍ في المنشورات الخارجية والداخلية ومشاركات مسابقات البحث العلمي، فالحمد لله على ما أنعم به. وبعد، أوجِّه الشكر لكلِّ من ساعدني في إتمام إنجاز هذه الدراسة، وإن لم يسعنيَ الموقف لشكر الجميع، فعند الله حسن الجزاء.

الشكر كلُّ الشكر لأستاذتي الغالية **المدرِّسة الدكتورة كندة سلطان** على كلِّ ما قدمته لي منذ اللحظة الأولى لهذه الدراسة، فأغنتها بعلمها وخبرتها وملاحظاتها، وكانت خير سندٍ وناصحٍ في هذا المشوار الطويل، فلها منِّي فائق الشكر والتقدير والاحترام.

الشكر الجزيل لأستاذيَ الغالي **الأستاذ المساعد الدكتور أحمد برهان** لتفضُّله بقبول المشاركة في تحكيم هذه الأطروحة ولكلِّ ما قدمه لي علماً وعملاً خلال سنوات دراستي في قسم تقويم الأسنان والفكين، فله منِّي جزيل الشكر والعرفان.

كذلك أتوجُّه بجزيل الشكر لأستاذيَ العزيز **المدرِّس الدكتور وائل المهدي** لقبوله المشاركة في تحكيم هذه الأطروحة و لكلِّ ما قدَّمه لي من ملاحظاتٍ قيِّمةٍ منذ ظهور فكرة الدراسة، فله منِّي خالص الشكر والتقدير.

الشكر كلُّ الشكر لمن لا يوفِّيه الشكر حقَّه، أستاذي ومعلِّمي **المدرِّس الدكتور عمر حمادة**، الذي تشرَّفت بمشاركته في الإشراف على هذه الدراسة، فكان ذلك من أفضل ما حدث لي في سنوات دراستي، تعلَّمت منه الكثير علماً وعملاً وتعاملاً، فلم يبخل عليَّ بعلمه ولم يألُ جهداً في النصح والتوجيه والإرشاد وكلِّ ما فيه فائدتي مهما أثقلت عليه، فكان الملبِّي عند الحاجة والملاذ عند الحيرة، فله مني كلُّ الشكر وعظيم الامتنان.

كما أتقدَّم بخالص الشكر لأساتذتي في قسم تقويم الأسنان والفكِّين على كلِّ ما قدَّموه لي خلال سنوات دراستي في القسم، وأخصُّ بالذكر رئيسة القسم **الأستاذة المساعدة الدكتورة رانية حدَّاد** على كلِّ ما قدَّمته لي من تسهيلاتٍ لإجراءات الدفاع.

ولا أنسى عظيم الشكر والاحترام لجامعتي العزيزة **جامعة دمشق**، هذا الصرح العلميُّ العريق الذي نفتخر بحمل شهاداته، مع خالص التقدير لرئاسة الجامعة ولإدارة كليَّة طبِّ الأسنان ممثَّلةً بعميد الكليَّة **الأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب**، و**الأستاذ الدكتور عمَّار محمود مشلم** نائب العميد للشؤون العلميِّة و**الأستاذ الدكتور محمَّد إيَّاد الحفَّار** نائب العميد للشؤون الإداريَّة على ما يبذلونه من جهودٍ كبيرةٍ في سبيل الارتقاء بمسيرة البحث العلميِّ في كليَّتنا.

وأخيراً أتوجَّه بالشكر الجزيل لزملائي في قسم تقويم الأسنان والفكِّين على كلِّ ما قدَّموه لي من عونٍ ومساعدةٍ أثناء إنجاز هذه الدراسة، وأخصُّ منهم: **غيث الإمام، إيَّاد العمري، يمان صلاحي الأصبحي، طلَّاب دفعتي، وطلَّاب دفعة (2015)**، وإلى أسرة قسم تقويم الأسنان والفكَّين وكليَّة طبِّ الأسنان من عاملين وإداريين وفنيين وكلِّ من قدم المعونة طيلة فترة إجراء هذه الدراسة.

فهرس المحتويات

المحتوى **الصفحة**

العنوان I

الآية القرآنية II

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا بتشكيل لجنة الحكم III

تصريح IV

الإهداء V

كلمة شكر VII

فهرس المحتويات 1

قائمة الأشكال 8

قائمة الجداول 10

قائمة المخططات 14

قائمة الاختصارات 16

المقدمة 17

أهداف الدراسة 23

الباب الأول: المراجعة النظرية 25

1-: المراجعة النظرية 26

1-1-: الحركة السنية التقويمية 26

1-1-1-: مقدمة 26

1-1-2-: أطوار الحركة السنية التقويمية 27

1-1-3-: الاستجابة النسيجية للعظم وللرباط حول السني تجاه القوى التقويمية المستمرة 29

1-2-: طرق تسريع الحركة السنية التقويمية 30

1-3-: الليزر 35

1-3-1-: مقدمة 35

1-3-2-: مواصفات شعاع الليزر 37

1-3-3-: تصميم جهاز الليزر 37

1-3-4-: تفاعلات الليزر مع النسيج 38

1-3-5-: أمان الليزر 40

1-3-6-: تصنيف الليزر 41

1-3-7-: تطبيقات الليزر في طب الأسنان 42

1-3-8-: تطبيقات الليزر في تقويم الأسنان 42

1-3-9-: الليزرات الأساسية في طب الأسنان 43

1-4-: تأثير الليزر منخفض الطاقة على الحركة السنية التقويمية 47

1-4-1-: مقدمة 47

1-4-2-: آلية تأثير الليزر منخفض الطاقة على الحركة السنية التقويمية 47

1-4-3-: الدراسات السريرية السابقة حول تأثير الليزر منخفض الطاقة على

تسريع الحركة السنية التقويمية 49

1-5-: تأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية 59

1-5-1-: مقدمة 59

1-5-2-: آلية تأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية 60

1-5-3-: الدراسات السريرية السابقة حول تأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية 61

1-6-: مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع 64

الباب الثاني: المواد والطرائق 65

2- المواد والطرائق 66

2-1-: تصميم الدراسة 66

2-2-: عينة الدراسة 67

2-2-1-: حساب حجم العينة 67

2-2-2-: جمع العينة 68

2-3-: العشوأة 70

2-4-: مواد الدراسة 71

2-5-: طرائق الدراسة 76

2-6-: المتغيرات الحصيلية المدروسة 82

2-7-: الدراسة الإحصائية 84

2-7-1-: فرضيات الدراسة 84

2-7-2-: التحاليل الإحصائية 85

الباب الثالث: النتائج 88

3-: النتائج 89

3-1-: وصف عينة الدراسة 89

3-1-1-: متابعة المرضى خلال مراحل الدراسة 89

3-1-2-: الإحصاء الوصفي لعينة الدراسة 91

3-2-: دراسة موثوقية القياس وخطأ القياس 92

3-2-1-: دراسة موثوقية قياس قيم مشعر ليتل بطريقة حساب قيمة معامل الارتباط البيني بين القراءتين الأولى والثانية 92

3-2-2-: دراسة دقة قياس قيم مشعر ليتل بطريقة دراسة دلالة الفروق بين القراءتين الأولى والثانية 93

3-2-3-: دراسة خطأ قياس قيم مشعر ليتل بطريقة دالبرغ 94

3-3-: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية 95

3-4-: دراسة قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة 96

3-4-1-: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة 96

3-4-2: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على قيمة مشعر ليتل ضمن كل مجموعة بين الفترات الزمنية المدروسة 98

3-5-: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على نسبة تحسن الرصف والتسوية (نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل) وفقاً للفترة الزمنية المدروسة 100

3-6-: دراسة حالة مشعر ليتل في مجموعتي الدراسة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة 102

3-6-1-: نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل أقل من (50%)] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة 102

3-6-2-: دراسة تأثير المجموعة المدروسة في حالة مشعر ليتل [المعيار: نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل أقل من (50%)] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة 104

3-6-3-: نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: مشعر ليتل أصغر من (1) ملم] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة 105

3-6-4-: دراسة تأثير المجموعة المدروسة في حالة مشعر ليتل [المعيار: مشعر ليتل أصغر من (1) ملم] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة 106

3-7-: دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه 108

3-7-1-: دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية الراحة 108

- دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية الراحة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة 108
- دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية الراحة بين الفترات الزمنية المدروسة 110

3-7-2-: دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية المضغ **113**

- دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية المضغ وفقاً للفترة الزمنية المدروسة **113**
- دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية المضغ بين الفترات الزمنية المدروسة **115**

3-8-: دراسة تقبل المريض للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة **118**

3-8-1-: نتائج الاستقصاء عن تقبل المريض للمعالجة المطبقة وفقاً للمجموعة المدروسة **118**

3-8-2-: دراسة تأثير المجموعة المدروسة في تكرارات درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض **121**

الباب الرابع: المناقشة **122**

4- المناقشة **123**

4-1-: مناقشة أهداف الدراسة **123**

4-1-1-: تقييم فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع رصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة **123**

4-1-2-: تقييم فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية **124**

4-1-3-: تقييم تقبل المرضى للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة **125**

4-2-: مناقشة طرائق الدراسة 126

4-3-: مناقشة نتائج الدراسة 131

4-3-1-: مناقشة نتائج تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تسريع رصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة 131

4-3-2-: مناقشة نتائج تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تخفيف الألم المرافق للمعالجة التقويمية 136

4-3-3-: مناقشة نتائج تقبل المرضى للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة 138

4-4-: محدوديات الدراسة 139

الباب الخامس: الاستنتاجات 140

5-: الاستنتاجات 141

الباب السادس: المقترحات والتوصيات 142

6-: المقترحات والتوصيات 143

6-1-: المقترحات 143

6-2-: التوصيات 144

الباب السابع: المراجع 145

7-: المراجع 146

الملخص 161

الملاحق 167

قائمة الأشكال

رقم الشكل	الوصف	الصفحة
الشكل (1)	أطوار الحركة السنية التقويمية (Phulari 2016)	28
الشكل (2)	مواصفات موجة شعاع الليزر (Convissar 2016)	36
الشكل (3)	تصميم جهاز الليزر (Convissar 2016)	38
الشكل (4)	تفاعلات الليزر مع النسيج (Bhat 2010)	39
الشكل (5)	مثال يوضح طريقة قياس مشعر ليتل	64
الشكل (6)	تسجيل الدراسة في قاعدة البيانات Clinical Trials	66
الشكل (7)	طريقة حساب حجم العينة باستخدام برنامج G*Power 3.1.3	68
الشكل (8)	أدوات المعالجة التقويمية المستخدمة في الدراسة	71
الشكل (9)	حاصرات JISCOP المستخدمة في الدراسة	72
الشكل (10)	كومبوزيت إلصاق الحاصرات المستخدم في الدراسة	72
الشكل (11)	إسمنت إلصاق الأطواق المستخدم في الدراسة	72
الشكل (12)	جهاز الليزر منخفض الطاقة المستخدم في الدراسة	73
الشكل (13)	أجزاء جهاز الليزر منخفض الطاقة (المصدر: كتيِّب تعليمات جهاز الليزر منخفض الطاقة)	75
الشكل (14)	النظارات الواقية الملحقة بجهاز الليزر منخفض الطاقة	76
الشكل (15)	مثال يوضح نقاط تطبيق جهاز الليزر منخفض الطاقة على جذر الناب العلوي الأيمن: (A): دهليزي ذروي – (B): دهليزي عنقي – (C): حنكي عنقي – (D): حنكي ذروي	78
الشكل (16)	الإجراءات المتبعة في كل فترة زمنية مدروسة: (A): تغطية السلك التقويمي والحاصرات التقويمية بشمع الصف قبل أخذ طبعة الألجينات – (B): طبعة الألجينات الناتجة – (C): المثال الجبسي الناتج عن	80

	صب طبعة الألجينات – (D): حساب مشعر ليتل على المثال الجبسي باستخدام مقياس الثخانة الرقمي	
الشكل (17)	المقياس التماثلي البصري (VAS) المستخدم في الدراسة	81
الشكل (18)	(A): الجهاز المستخدم في دراسة (Shaughnessy, et al. 2016) – (B): الجهاز المستخدم في دراستي (Kau, et al. 2013) و (Nahas, et al. 2017)	134

قائمة الجداول

رقم الجدول	الوصف	الصفحة
الجدول (1)	المعايير الرئيسية المستخدمة في المعالجة بالليزر منخفض الطاقة (Rojas and Gonzalez-Lima 2011)	45
الجدول (2)	الدراسات السريرية السابقة حول فعالية تطبيق الليزر منخفض الطاقة في تسريع إرجاع الأنياب العلوية	50
الجدول (3)	الدراسات السريرية السابقة حول فعالية تطبيق الليزر منخفض الطاقة في تسريع حل الازدحام السني وإنقاص الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية	57
الجدول (4)	الدراسات السريرية السابقة حول فعالية تطبيق الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية الناجم عن تطبيق السلك الأولي	62
الجدول (5)	مواصفات جهاز الليزر منخفض الطاقة المستخدم في الدراسة (المصدر: كتيِّب تعليمات جهاز الليزر منخفض الطاقة)	74
الجدول (6)	المتوسط الحسابي لأعمار مرضى عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة	92
الجدول (7)	المتوسط الحسابي لقيمة مشعر ليتل عند بدء الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة	92
الجدول (8)	نتائج حساب قيمة معامل الارتباط البيني (ICC) لدراسة طبيعة العلاقة ومدى التوافق في قيم مشعر ليتل بعد شهر واحد بين القراءتين الأولى والثانية	93
الجدول (9)	نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مشعر ليتل بعد شهر واحد بين القراءتين الأولى والثانية	93

الجدول (10)	نتائج حساب قيم متوسط خطأ القياس ونسبة خطأ القياس بطريقة دالبرغ لقيم مشعر ليتل بعد شهر واحد في كل من القراءة الأولى والقراءة الثانية	94
الجدول (11)	الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة	95
الجدول (12)	الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيمة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة	97
الجدول (13)	نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيمة مشعر ليتل بين الفترات الزمنية الأربع المدروسة (عند إدخال السلك الأولي، بعد شهر واحد، بعد شهرين اثنين، في نهاية مرحلة الرصف والتسوية) وفقاً للمجموعة المدروسة	99
الجدول (14)	الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة	101
الجدول (15)	نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل أقل من (50%] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	103
الجدول (16)	نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة	104

	الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة	
الجدول (17)	نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: مشعر ليتل أصغر من (1) ملم] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	105
الجدول (18)	نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة	106
الجدول (19)	الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية الراحة بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي وفقاً للفترة الزمنية المدروسة	108
الجدول (20)	نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية الراحة بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام)	111
الجدول (21)	الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية المضغ بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي وفقاً للفترة الزمنية المدروسة	113
الجدول (22)	نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الألم المرافق	116

	للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية المضغ بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام)	
الجدول (23)	نتائج الاستقصاء عن تقبّل المريض للمعالجة المطبقة من حيث الألم والانتباج والشعور بحرق والانزعاج ودرجة سهولة الإجراء برأي المريض وقابلية المريض للخضوع لطريقة المعالجة لمرة ثانية واستعداد المريض لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة وفقاً للمجموعة المدروسة	118
الجدول (24)	إحصاءات الرتب ونتائج اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	121

قائمة المخططات

رقم المخطط	الوصف	الصفحة
المخطط (1)	النسبة المئوية لتوزع عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة	91
المخطط (2)	النسبة المئوية لتوزع عينة الدراسة وفقاً لجنس المريض والمجموعة المدروسة	91
المخطط (3)	المتوسط الحسابي للزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية وفقاً للمجموعة المدروسة	96
المخطط (4)	المتوسط الحسابي لقيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	98
المخطط (5)	مخطط خطي للمتوسط الحسابي لقيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	100
المخطط (6)	المتوسط الحسابي لنسبة التغير في قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	102
المخطط (7)	النسبة المئوية لنتائج تحديد حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	103
المخطط (8)	النسبة المئوية لحالة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	106
المخطط (9)	المتوسط الحسابي لمقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	110
المخطط (10)	مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	112
المخطط (11)	المتوسط الحسابي لمقدار الألم المرافق للمعالجة	115

	التقويمية في وضعية المضغ وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	
المخطط (12)	مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة	117
المخطط (13)	النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن الشعور بحرق برأي المريض وفقاً للمجموعة المدروسة	120
المخطط (14)	النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض وفقاً للمجموعة المدروسة	120

قائمة الاختصارات

الاختصار	المصطلح باللغة الإنكليزية	المصطلح باللغة العربية
NSAIDS	Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs	مضادات الالتهاب اللاستيروئيدية
LLLT	Low-Level Laser Therapy	المعالجة بالليزر منخفض الطاقة
RAP	Regional Acceleratory Phenomenon	ظاهرة التسريع الناحي
PAO	Periodontally Accelerated Orthodontics	تقويم الأسنان المسرع حول سنياً
LAO	Light-Accelerated Orthodontics	التقويم المسرع بالضوء
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation	تضخيم الضوء بالإصدار المحثوث للإشعاع
MASER	Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation	تضخيم الموجات الأصغرية بالإصدار المحثوث للإشعاع
Nd:YAG	Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet Laser	ليزر النيوديميوم ياغ
LII	Little's Irregularity Index	مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع
VAS	Visual Analogue Scale	مقياس تماثلي بصري
ALIP	Alignment and Leveling Improvement Percentage	نسبة تحسن الرصف والتسوية
ICC	Intraclass Correlation Coefficient	معامل الارتباط البيني


المقدمة
Introduction

المقدمة Introduction:

- تُعتبر المدة الطويلة التي تحتاجها المعالجة التقويمية إحدى أكبر المعوقات التي تدفع المرضى للامتناع عن الخضوع لها (Kau, et al. 2013)، كما أن طول مدة المعالجة التقويمية ينطوي على العديد من المساوئ كزيادة معدلات النخور، الالتهابات اللثوية، وامتصاص الجذور (Nimeri, et al. 2013). بالإضافة إلى ذلك فإن المعالجة التقويمية تترافق بشكل شائع مع الألم، والذي يُقلل من تقبل المريض وتعاونه وقد يدفعه إلى إنهاء المعالجة (Turhani, et al. 2006).

- استُخدمت العديد من الطرق لمحاولة إنقاص مدة المعالجة التقويمية (Kau, et al. 2013) مثل الحقن الموضعي لبعض المواد الحيوية أو تطبيق الطرق الجراحية المتنوعة بدءاً بالقطع القشري التقليدي وانتهاءً بالقطع بتقنية البيزو دون رفع شرائح، أو استخدام الطرق المعتمدة على الأجهزة كالتيارات الكهربائية والحقول الكهرومغناطيسية النبضية (Nimeri, et al. 2013)، وعلى الرغم من فعالية بعض هذه الطرق في تسريع الحركة السنية التقويمية فإن لكل منها مساوئها كما أنها تحتاج إلى المزيد من الدراسات السريرية لتأكيد فعاليتها.

- ينطبق الأمر نفسه على الألم المرافق للمعالجة التقويمية، حيث استُخدمت عدة طرق لإنقاصه أهمها استخدام الأدوية وخاصة مضادات الالتهاب اللاستيروئيدية NSAIDs (Doshi-Mehta and Bhad-Patil 2012)، وعلى الرغم من فعاليتها في إنقاص

الألم فقد وجدت الدراسات أنها تنقص من معدل الحركة السنية التقويمية (Diravidamani, et al. 2012).

- حديثاً، استُخدمت المعالجة بالليزر منخفض الطاقة (Low-Level Laser Therapy (LLLT لتحسين آليات الحركة السنية التقويمية (Carvalho-Lobato, et al. 2014). تُعرف المعالجة بالليزر منخفض الطاقة بأنها المعالجة باستخدام الليزر الذي تكون فيه الطاقة منخفضة بشكل كافٍ لتجنب ارتفاع حرارة النسج عن (36.5) درجة مئوية (Lim, et al. 1995). أظهرت المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في مجال تقويم الأسنان تأثيرات مسكنة للألم مع فعالية في التعديل الحيوي Biomodulation (Sousa, et al. 2011) وبالتالي زيادة معدل الحركة السنية مع إنقاص خطر امتصاص الجذور وحدوث استجابة حيوية كافية في الرباط حول السني (Carvalho-Lobato, et al. 2014). إن التأثيرات السابقة للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة بالإضافة إلى سهولة التطبيق وعدم الحاجة إلى أدوات مكلفة (Cruz, et al. 2004) وظهور أجهزة الليزر المحمولة مع كونها تقنية غير اجتياحية وغير مؤلمة تجعل من هذه التقنية تقنية واعدة على الرغم من الحاجة إلى المزيد من الدراسات لتأكيد فعاليتها (Gkantidis, et al. 2014).

تبرير قيام الدراسة Justification of Conducting The Study:

- تناولت العديد من الدراسات السريرية تأثير الليزر منخفض الطاقة على تسريع الحركة السنية التقويمية، وقد ركزت معظمها على فعالية الليزر في إرجاع الأنياب العلوية بعد قلع الضواحك الأولى العلوية (Gkantidis, et al. 2014)، حيث تفاوتت النتائج بين وجود فعالية لليزر منخفض الطاقة (Youssef, et al. Cruz, et al. 2004 ; 2008; Sousa, et al. 2011; Doshi-Mehta and Bhad-Patil 2012) وعدم وجود فعالية له (Altan, et al. 2014; Limpanichkul, et al. 2006 ; Dominguez, et al. 2015) في تسريع إرجاع الأنياب العلوية، ويمكن تفسير هذا الاختلاف بشكل أساسي باختلاف بروتوكولات تطبيق الليزر المستخدمة بين دراسة وأخرى، متضمنة طول موجة شعاع الليزر، وطاقته، ونقاط التطبيق، وتكرار تطبيق الليزر (Huang, et al. 2014).

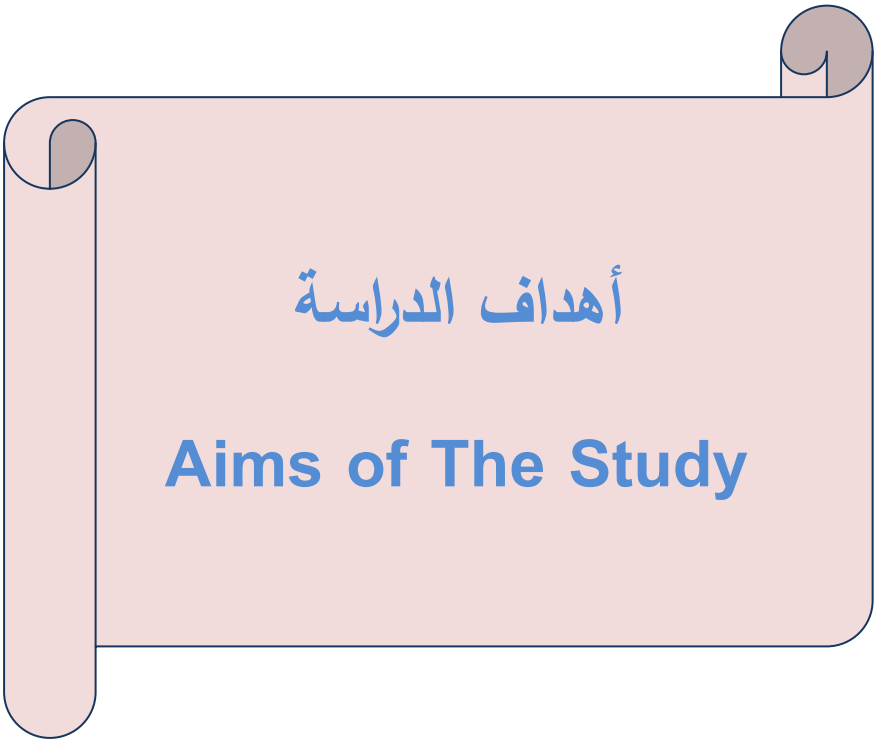
- حتى تاريخ البدء بهذه الدراسة وُجدت دراستان فقط تناولتا فعالية المعالجة بالضوء (والتي تندرج ضمنها المعالجة بالليزر منخفض الطاقة) في تسريع معالجة الازدحامات، حيث درست Camacho فعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الزمن الكلي للمعالجة التقويمية لمرضى لديهم ازدحام أقل من (5) ملم قبل بدء المعالجة التقويمية، واستنتجت حدوث تسريع بمقدار (30%) في مجموعة الليزر مقارنة مع المجموعة الشاهدة (Camacho and Velasquez Cujar 2010). على أي حال، فإن هذه الدراسة تنطوي على بعض التحيز فيما يتعلق بتقييم كامل فترة المعالجة التقويمية والتي قد تتأثر عند بعض المرضى بعوامل شخصية بالإضافة إلى كونها دراسة غير مضبوطة بشكل

جيد من ناحية المقارنة بين المجموعتين قبل بدء المعالجة التقويمية (Gkantidis, et al. 2014). قام Kau بتطبيق جهاز يولد ضوءاً قريباً من مجال الأشعة تحت الحمراء عند مجموعة من المرضى لديهم ازدحامات أكبر من (5) ملم قبل بدء المعالجة التقويمية واستنتج وجود فعالية في تسريع معالجة الازدحامات في مرحلة الرصف والتسوية (Kau, et al. 2013). إن دراسة Kau تستخدم جهازاً معقداً جداً يعتمد كلياً على تعاون المريض، بالإضافة إلى كونها ذات تصميم ضعيف ومجراة في عدة مراكز من قبل عدة باحثين مما جعل درجة التحيز عالية فيها (Gkantidis, et al. 2014).

- فيما يتعلق بالألم المرافق للمعالجة التقويمية وكما هو الحال بالنسبة لتسريع الحركة السنية فقد درس العديد من الباحثين فعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاصه، وكذلك اختلفت نتائج الدراسات بين كون الليزر فعالاً أو غير فعال في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية لاختلاف بروتوكولات تطبيق الليزر أيضاً (Sonesson, et al. 2016).

- أظهرت مراجعة منهجية حديثة أن الليزر منخفض الطاقة يبدو فعالاً في تسريع الحركة السنية التقويمية، ولكن توجد حاجة إلى دراسات أكثر للتأكد من فعاليته ولتحديد أفضل البروتوكولات فيما يتعلق بالطاقة والتردد (Sousa, et al. 2014)، كذلك خَلُصَت مراجعة منهجية أخرى حول تأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم إلى وجود دليل محدود حول فعالية الليزر منخفض الطاقة في تأخير ظهور الألم وإنقاص حدته، مع الحاجة إلى دراسات مضبوطة معشاة أدق وأكبر للحصول على توصيات أوضح (Li, et al. 2015)، وبسبب قلة الدراسات التي قيمت فعالية الليزر منخفض الطاقة في

معالجة الازدحامات وعدم وجود أية دراسة مضبوطة معشاة تناولت هذا الموضوع، بالإضافة إلى عدم وجود أية دراسة سابقة قيمت أمان المعالجة بالليزر منخفض الطاقة وتقبله من قبل المرضى، فمما سبق جاءت هذه الدراسة كأول دراسة مضبوطة معشاة تقيم فعالية الليزر منخفض الطاقة في تسريع الحركة السنية التقويمية لحالات الازدحام في مرحلة الرصف والتسوية وفي إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية، بالإضافة إلى تقييم وجود أي آثار غير مرغوبة لتطبيق الليزر منخفض الطاقة وتقبل المريض لهذه التقنية العلاجية.


أهداف الدراسة
Aims of The Study

أهداف الدراسة Aims of The Study:

1. تقييم تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تسريع رصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة وإنقاص الزمن اللازم لإنجاز ذلك.
2. تقييم تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية.
3. تقييم تقبل المريض للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة.

الباب الأول:

المراجعة النظرية

Literature Review

1-: المراجعة النظرية Literature Review:

1-1-: الحركة السنية التقويمية Orthodontic Tooth Movement:

1-1-1-: مقدمة Introduction:

- تعتبر الحركة السنية التقويمية من الناحية الحيوية نتيجة لعمليات إعادة القولبة التي يخضع لها العظم والنسج حول السنية عند تطبيق القوى الميكانيكية (Cruz, et al. 2004).

- عند تطبيق القوة التقويمية على السن ينضغط الرباط حول السني في أحد جانبي الجذر وهو الجانب الذي يتحرك السن باتجاهه (جانب الضغط)، بينما يتمطط في الجانب المعاكس وهو الجانب البعيد عن اتجاه حركة السن (جانب الشد). تعتبر عملية إعادة قولبة العظم محصلة للامتصاص العظمي الناجم عن كاسرات العظم في جانب الضغط وللتوضع العظمي الناجم عن بانيات العظم في جانب الشد، حيث تكون نتيجة عمليات التوضع والامتصاص في المناطق المختلفة من السن حركته باتجاه معين، وإن أي عامل يؤثر على عملية إعادة قولبة العظم سيؤثر على معدل الحركة السنية التقويمية أيضاً (Cruz, et al. 2004 ;Heidari and Torkan 2013).

1-1-2-: أطوار الحركة السنية التقويمية Orthodontic Tooth Movement Phases:

أظهرت الدراسات أن الحركة السنية التقويمية تمر بثلاثة أطوار [الشكل (1)]:

1- الطور البدئي Initial Phase (Phulari 2016):

- عندما تبدأ المعالجة التقويمية تحدث حركة سنية سريعة لمسافة قصيرة ثم تتوقف، وإن مدى الحركة السنية التقويمية في الطور البدئي هو نفسه في حالتي القوى الخفيفة والقوى الشديدة.
- تنتج الحركة السنية التقويمية البدئية عن ثلاثة أمور:

1. انضغاط ألياف الرباط حول السني (بشكل أساسي) [أي حركة الجذر ضمن الرباط المنضغط].
2. تشوه العظم السنخي (بشكل ثانوي ضئيل).
3. البزوغ الناتج عن التأثير الانزلاقي على ذروة الجذر والناجم عن انضغاط ذروة الجذر مقابل الصفيحة القاسية.

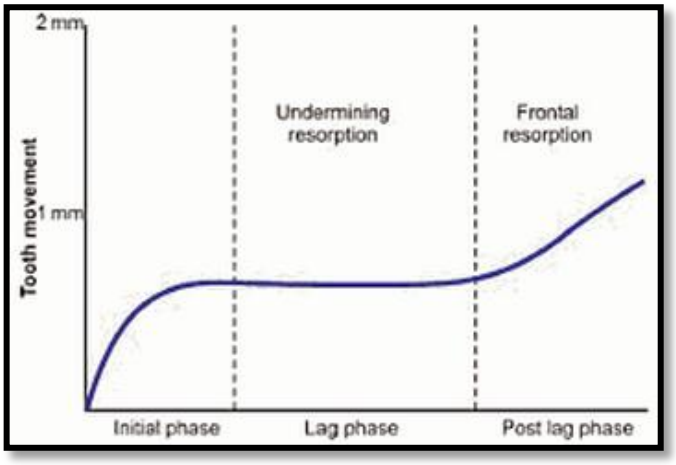
2- طور الراحة Lag Phase:

- لا تحدث فيه حركة سنية أو تكون الحركة السنية صغيرة، وتكون الفعالية الخلوية في الرباط على أشدها، حيث يحدث هذا الطور نتيجة تشكل نسيج تنكسي في الرباط حول السني، والذي يجب أن يزال قبل أن تتقدم الحركة السنية بشكل أكبر (Graber, et al. 2010).

- تختلف مدة طور الراحة بحسب الأنواع المختلفة للحركة التقويمية المطبقة ومقدار القوة المطبقة، فعند تطبيق قوة خفيفة تكون مساحة التنكس صغيرة ويحدث امتصاص أمامي ويكون الطور قصيراً، أما عندما تكون القوة المطبقة كبيرة تكون مساحة التنكس أكبر ويكون الطور طويلاً، كما تختلف بحسب نوع الحركة السنية، نوع السن، كثافة العظم القشري، عمر المريض، وامتداد التنكس، وبشكل عام تتراوح فترة طور الراحة بين (1 – 3) أسابيع حيث يمكن أن يمتد لفترة أطول (Proffit, et al. Graber, et al. 2010 ; 2012; Phulari 2016).

3- طور ما بعد الراحة Post-Lag Phase (الطور النهائي Final Phase):

عندما يُزال النسيج التنكسي فإن الحركة السنية التقويمية يمكن أن تتقدم بمعدل سريع، وخلال هذه الطور تتشكل كاسرات العظم على مساحة سطح واسعة مسببة بشكل مباشر امتصاص سطح العظم المقابل للرباط حول السني (Phulari 2016).



الشكل (1): أطوار الحركة السنية التقويمية (Phulari 2016)

1-1-3-: الاستجابة النسيجية للعظم وللرباط حول السني تجاه القوى التقويمية المستمرة Histological Response of Bone and Periodontal Ligament Toward Continuous Orthodontic Forces:

- إن استجابة العظم السنخي والرباط حول السني للقوى التقويمية المستمرة المطبقة على الأسنان تتعلق بمقدار القوة المطبقة عليها، حيث تؤدي القوى الشديدة إلى تطور الألم بسرعة وتنخر العناصر الخلوية ضمن الرباط حول السني وحدوث ما يسمى **الامتصاص غير المباشر** للعظم السنخي المجاور للسن المتأثر، أما القوى الخفيفة فتكون متوافقة مع بقاء الخلايا ضمن الرباط حول السني وحدوث عملية إعادة قولبة لسنخ السن من خلال عملية غير مؤلمة تدعى **الامتصاص المباشر**، وإن الهدف في المعالجة التقويمية هو إحداث حركة سنية تنتج قدر الإمكان عن عملية الامتصاص المباشر مع ملاحظة إمكانية حدوث مناطق من التنخر والامتصاص غير المباشر ضمن الرباط حول السني حتى مع الجهود المبذولة لمنع ذلك (Proffit, et al. 2012).

- كما ذكرنا سابقاً فعند تطبيق قوة على تاج السن فإنها تنتقل عبر الجذر إلى الرباط حول السني والعظم السنخي مسببة حدوث مناطق ضغط تتوافق مع اتجاه القوة المطبقة يحدث فيها امتصاص عظمي ومناطق شد بعكس اتجاه القوة المطبقة يحدث فيها توضع عظمي، واعتماداً على اتجاه القوة المطبقة تكون التغيرات الحاصلة في الرباط والعظم كما يلي عند تطبيق قوة تقويمية معتدلة (خفيفة) (Phulari 2016):

- **بشكل عام** يحدث فرط توعية دموية في الرباط حول السني مع توسع الأوعية الدموية.
- **بشكل أكثر تفصيلاً:**

- في مناطق الضغط: يحدث تكاثر خلوي خلال بضعة أيام، مع هجرة كاسرات العظم من الأوعية الدموية إلى الرباط حول السني وازدياد عددها، بالإضافة إلى امتصاص الصفيحة القاسية من المنطقة المجاورة للرباط (امتصاص مباشر) دون حدوث امتصاص جذري، وإعادة قولبة ألياف الرباط حول السني.
- في منطقة الشد: تتمطط ألياف الرباط حول السني ويزداد طولها، وتتكاثر الخلايا المولدة لليف والبانية للعظم ويزداد عددها، وتحدث عملية إعادة قولبة وإعادة ارتباط لألياف الرباط حول السني، مع توضع طليعة العظم Osteoid والتي تتكلس لاحقاً وتتحول إلى عظم ناضج.
- إن الامتصاص والتوضع الحاصلين يؤديان إلى حركة السن.

1-2-: طرق تسريع الحركة السنية التقويمية Orthodontic Tooth Movement Acceleration Methods:

استخدمت العديد من الطرق لتسريع الحركة السنية التقويمية، ويمكن تصنيف تلك الطرق بشكل عام إلى أربع مجموعات هي الحيوية، الميكانيكية، الجراحية ، والفيزيائية (Nimeri, et al. 2013):

1-الطرق الحيوية Biological Methods:

- تتضمن استخدام جزيئات خارجية المنشأ لتسريع الحركة السنية التقويمية سواء على حيوانات التجربة أو عند الإنسان (Nimeri, et al. 2013)، حيث وجدت الدراسات فعالية لمعظم هذه المواد مثل السيتوكينات (Davidovitch, et al. 1988)، بروتين الـ RANKL (Kanzaki, et al. 2006)، البروستاغلاندينات (Seifi, et al. 2003)، فيتامين (D) (Collins and Sinclair 1988)، والهرمونات كهرمون جارات الدرق (Soma, et al. 2000) والأوستيوكالسين (Kobayashi, et al. 1998) في تسريع الحركة السنية التقويمية بدرجات مختلفة، بينما لم يظهر حقن مواد أخرى كالريلاكسين (McGorray, et al. 2012) أية فعالية مسرعة.

- إن كون معظم الدراسات السابقة قد أجريت على حيوانات التجربة فقط وبالتالي عدم وجود دراسات على البشر حتى الآن بالإضافة إلى التأثيرات الجانبية غير المرغوبة لها كالألم والانزعاج أثناء الحقن تعتبر أهم مساوئ الطرق الحيوية (Doshi-Mehta and Bhad-Patil 2012) والتي حدت من استخدامها بهدف تسريع الحركة السنية التقويمية.

2-الطرق الميكانيكية Mechanical Methods:

- تتمثل في تحسين الخواص الميكانيكية للمواد المستخدمة في تحريك الأسنان. ركزت الجهود المبذولة في هذا المجال على التعديل المستمر في الأسلاك والحاصرات لزيادة الفعالية الميكانيكية الحيوية في تقويم الأسنان وتحسين الخواص الحيوية للمواد المستخدمة وذلك من خلال التطور في الأسلاك التقويمية وظهور أنظمة الحاصرات

ذاتية الربط، حيث يتلخص التطور الحاصل في إنقاص طي الأسلاك وتأسيس أنظمة قوة ثابتة (Kau, et al. 2013; Nimeri, et al. 2013).

- على أي حال، فقد أثبتت المراجعات المنهجية عدم أفضلية بعض هذه الوسائل كالحاصرات ذاتية الربط على المعالجة التقويمية التقليدية (Fleming and Johal 2010)، كما أن تطوير هذه الطرق ربما يكون قد وصل إلى حدوده القصوى مما يستدعي تطوير طرق جديدة لتسريع الحركة السنية التقويمية (Kau, et al. 2013).

3-الطرق الجراحية Surgical Methods:

- تعتمد الطرق الجراحية على ظاهرة التسريع الناحي (RAP) Regional Acceleratory Phenomenon التي تحدث عنها Frost، والتي تنص على أن الرض الجراحي للعظم القشري يحرض بشكلٍ تالٍ تمايز النسج والشفاء من خلال تسارع عابر في إعادة قولبة النسج الرخوة والصلبة (Camacho and Velasquez-Cujar 2014; Frost 1983).

- بدأ تطبيق الطرق الجراحية من خلال القطع القشري التقليدي على يد Kole (Kole 1959)، وتطورت بعده هذه الطريقة من خلال التعديلات التي أدخلها الجراحون عليها مثل Suya (Suya 1991) وصولاً إلى الأخوين Wilcko الذين نشرا سلسلة من الدراسات بين عامي (2000) و (2009) حول تقنيتهما المسماة تقويم الأسنان المسرع حول سنياً (PAO) Periodontally Accelerated Orthodontics والتي تقوم على الجمع بين القطوع القشرية السنخية مع التطعيم العظمي لمنع خطر حدوث التفلق والنوافذ العظمية (Wilcko, et al. 2000; Wilcko, et al. 2009)، وقد ظهرت

مجموعة أخرى من التقنيات منها ما يعتمد على مبادئ التفريق Distraction مثل تفريق الرباط حول السني (Liou and Huang 1998) والتفريق السني السنخي (Kisnisci, et al. 2002)، وتقنيات أخرى كالشق القشري Corticision (Kim, et al. 2009) والقطع العظمي ضمن الحاجزي Interseptal Bone Reduction (Leethanakul, et al. 2014) وغيرها.

- إن إحدى أهم سيئات الطرق السابقة هو اجتياحيتها الكبيرة Invasiveness حيث يتطلب بعضها رفع شرائح مخاطية سمحاقية، مما أدى إلى تراجع تقبلها من قبل المقومين والمرضى على حد سواء (Hoogeveen, et al. 2014).

- في الآونة الأخيرة ظهرت طرق أكثر محافظة تعتمد على القطع القشري دون رفع شرائح Flapless Corticotomy سواء باستخدام السنابل الدوارة التقليدية أو بالقطع باستخدام جهاز البيزو Piezotomy مما سمح بإجراء أكثر سرعة وأقل إزعاجاً وألماً للمريض (Mehr 2013).

- على أي حال فقد أثبتت مراجعة منهجية حديثة أن التقويم المساعد جراحياً يوفر طوراً مؤقتاً من تسريع الحركة السنية مما قد ينقص من مدة المعالجة بشرط التخطيط الدقيق والتنشيط المعاير بدقة للأجهزة والمواعيد المتقاربة بين الجلسات (Hoogeveen, et al. 2014)، حيث وجدت الدراسات أن معدل الحركة السنية التقويمية يعود إلى المقدار الطبيعي بمجرد شفاء الجرح في موقع القطع العظمي (مع بقاء هذه الطرق فعالة في التسريع عند تقييم زمن المعالجة الكلي) (Kau, et al. 2013).

4-الطرق الفيزيائية Physical Methods:

- ظهرت في الفترة الأخيرة مجموعة من التقنيات المعتمدة على التسريع بالمعالجة باستخدام الأجهزة Device-Therapy Acceleration (Nimeri, et al. 2013)، مثل تطبيق الحقول الكهرومغناطيسية النبضية Pulsed Electromagnetic Fields (Showkatbakhsh, et al. 2010)، القوى الاهتزازية Vibratory Forces (Woodhouse, et al. 2015)، والتيار الكهربائي Electrical Current (Kim, et al. 2008).

- إن اعتماد الطرق السابقة على أجهزة معقدة غير مستخدمة بشكل كبير في طب الأسنان بالإضافة إلى الحاجة إلى فترة تطبيق طويلة للحصول على التأثير المطلوب يحد من استخدامها (Cruz, et al. 2004).

- يصنف التقويم المسرع بالضوء Light-Accelerated Orthodontics (LAO) ضمن هذه المجموعة، حيث يمكن استخدام مصطلح التقويم المسرع بالضوء أو مصطلح التعديل الحيوي الضوئي Photobiomodulation بشكل متبادل للدلالة على مقدار معين من مدى طول الموجة، الشدة، واختراق الضوء لتمييزه عن الطرق الأخرى التي تستعمل الضوء للمعالجة في طب الأسنان (Kau, et al. 2013).

أظهرت عدة دراسات أن التشعيع بالليزر منخفض الطاقة (LLLT) [وهو أهم أشكال المعالجة الضوئية] قد يحرض عمليات إعادة القولبة ضمن العظم السنخي من خلال زيادة عدد كاسرات العظم وبانيات العظم مما يؤدي إلى تسريع الحركة السنية التقويمية

(Huang, et al. 2014)، مما أكسب هذه الطريقة اهتماماً كبيراً كوسيلة واعدة لتسريع الحركة السنية التقويمية.

- لفهم الليزر منخفض الطاقة وتأثيراته على الحركة السنية التقويمية يجب أولاً أخذ فكرة عن الليزر ومبادئه بشكل عام.

1-3-: الليزر LASER:

1-3-1-: مقدمة Introduction:

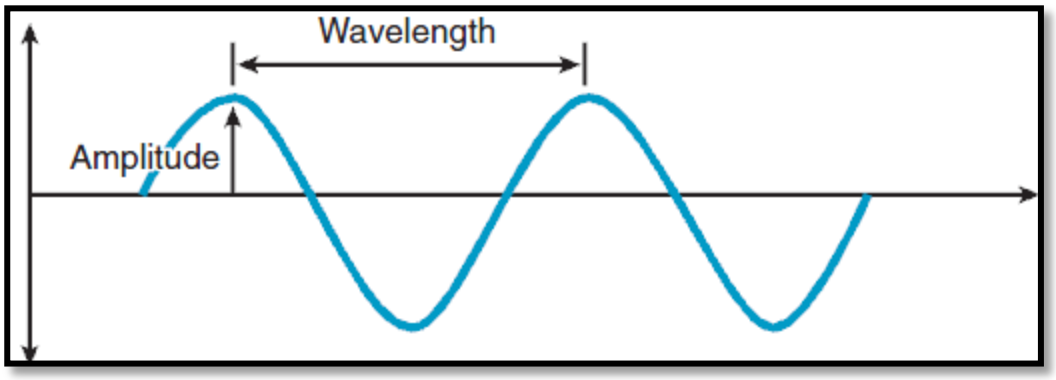
- تعتبر كلمة الليزر LASER اختصاراً للجملة التالية (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) والتي تعني تضخيم الضوء بالإصدار المحثوث للإشعاع (Thomas and Isaacs 2011).

- كان ألبرت آينشتاين أول من ساهم في اختراع الليزر وما تلاه منذ عام (1917) من خلال تطويره لما يدعى الميزر MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation والتي تعني تضخيم الموجات الأصغرية بالإصدار المحثوث للإشعاع)، حيث وضع نظرية تنص على أن التضخيم الكهرضوئي قد يولد انبعاثاً وحيد التردد أو محثوثاً، ولاحقاً قُدِّم أول جهاز ميزر للعلن عام (1959). قام تيودور مايمان في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية بصنع أول ليزر فعال باستخدام مزيج من الهليوم والنيون، وبعده بعام تم تطوير ليزر النيوديميوم ياغ، تلاه بعام

آخر الليزر الياقوتي كأول ليزر طبي، ثم طور ليزر (CO_2) عام (1964) (Verma, et al. 2012).

- تدعى الوحدة الأساسية للطاقة في الليزر الفوتون، ويمكن توصيف موجة الفوتونات الناجمة عن شعاع الليزر بالمعايير الثلاثة التالية (Bhat 2010) [الشكل (2)]:

1. السرعة Velocity: هي سرعة الضوء.
2. السعة Amplitude (شدة الموجة): هي الارتفاع الكلي للموجة من قمة ذروة الموجة إلى أسفل نقطة على المحور الأفقي، وكلما كانت أكبر كان أداء الليزر أفضل.
3. طول الموجة Wavelength: هو المسافة بين أية نقطتين متوافقتين في الموجة على المحور الأفقي.



الشكل (2): مواصفات موجة شعاع الليزر (Convissar 2016)

1-3-2-: مواصفات شعاع الليزر Laser Beam Specifications:

يتصف شعاع الليزر بالمواصفات التالية (Bhat 2010):

1. أحادية اللون Monochromacity: يمتلك شعاع الليزر لوناً وحيداً وطول موجة وحيداً بعكس الضوء الأبيض العادي والذي ينتج عن مجموعة ألوان مختلفة ضمن الطيف المرئي.
2. التوازي Collimation: يمتلك شعاع الليزر حدوداً مكانية واضحة تؤمن حجماً وشكلاً ثابتين للشعاع الناجم عن جهاز الليزر.
3. التماسك Coherence: إن جميع الموجات الضوئية المُوَلدة في جهاز الليزر تقع ضمن طور واحد ولديها أشكال موجية متطابقة (أي أن جميع ذراها متساوية الارتفاع).
4. الفعالية Efficiency: يمكن لجهاز الليزر أن ينتج المقدار المطلوب من الطاقة حتى عند مستويات متدنية جداً من القدرة لإنجاز الوظيفة المطلوبة.

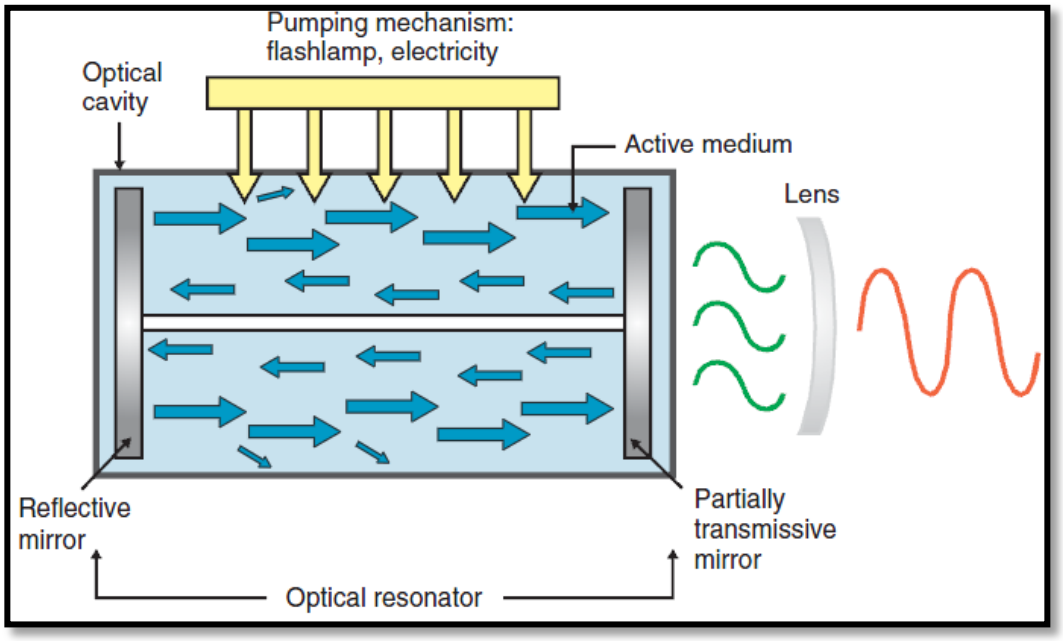
1-3-3-: تصميم جهاز الليزر Laser Device Design:

يتكون جهاز الليزر من ثلاثة مكونات أساسية (Thomas and Isaacs 2011) [الشكل (3)]:

1. وسط إصدار الليزر Lasing Medium (الوسط الفعال Active Medium): يمكن أن يكون صلباً (كالكريستال أو أنصاف النواقل)، سائلاً (كالأصبغة العضوية)، أو غازياً (أو من مزيج غازي).

2. جملة توليد الطاقة Excitation System (المضخة Pump): تؤمن الظروف المناسبة لتضخيم الضوء من خلال تأمين الطاقة الضرورية لوسط إصدار الليزر، ولها عدة أنواع (ضوئية، كهربائية، كيميائية).

3. المجاوبة البصرية Optical Resonance: تتكون في أبسط الاحوال من مرآتين توضعان بحيث ترتد الفوتونات عنهما جيئة وذهاباً على طول وسط إصدار الليزر، تكون إحدى المرآتين بشكل مثالي شفافة جزئياً للسماح لشعاع الليزر بالخروج.

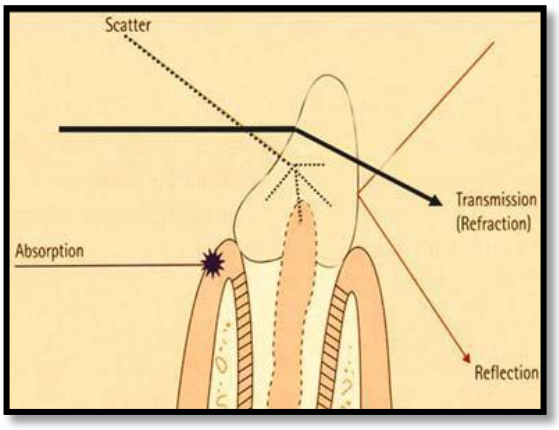


الشكل (3): تصميم جهاز الليزر (Convissar 2016)

1-3-4-: تفاعلات الليزر مع النسيج Laser Interactions with Tissue:

يمكن تصنيف تفاعلات الطاقة الضوئية الناجمة عن الليزر مع النسيج المستهدف إلى أربعة أنواع بناء على الخواص الضوئية للنسيج وهي (Convissar 2016) [الشكل (4)]:

1. الانعكاس Reflection: هو إعادة توجه شعاع الليزر بعيداً عن السطح دون أي تأثير على النسيج المستهدف. يمكن أن يحافظ الشعاع على توازيه ضمن شعاع ضيق أو أن يصبح أكثر انتشاراً.
2. العبور Transmission: هو مرور طاقة الليزر مباشرة ضمن النسيج المستهدف دون أي تأثير عليه، وهو يعتمد بشكل كبير على طول موجة شعاع الليزر.
3. التشتت Scattering: يؤدي تشتت شعاع الليزر إلى ضعف الطاقة المستخدمة، وهو التفاعل الغالب مع الليزرات القريبة من مجال الأشعة تحت الحمراء في النسج الرخوة السليمة.
4. الامتصاص Absorption: هو امتصاص طاقة الليزر من قبل النسيج المستهدف وهو التأثير المرغوب عادة، حيث تعتمد كمية الطاقة الممتصة من قبل النسيج على خواص النسيج كالتصبغ والمحتوى المائي، وعلى طول موجة شعاع الليزر، لذلك فإن الهدف الأساسي والنافع لطاقة شعاع الليزر هو أن تُمتَص من قبل النسيج المستهدف.



الشكل (4): تفاعلات الليزر مع النسيج (Bhat 2010)

1-3-5-: أمان الليزر Laser Safety:

وفقاً لمعايير المعهد الوطني الأمريكي للمعايير وإدارة الصحة والسلامة المهنية الأمريكية يمكن تصنيف الليزر إلى أربعة أنواع مختلفة بناء على خطره المحتمل كما يلي (Nalcaci and Cokakoglu 2013):

- Class (I): ليزرات منخفضة القدرة والنظر إليها آمن.
- Class (IIa): ليزرات مرئية منخفضة القدرة، لا تسبب ضرراً ما لم يتم النظر إلى الشعاع بشكل مباشر لمدة تتجاوز (1000) ثانية.
- Class (IIb): ليزرات مرئية منخفضة القدرة، تكون خطيرة عند النظر إلى الشعاع بشكل مباشر لمدة تتجاوز (0.25) ثانية.
- Class (IIIa): ليزرات متوسطة القدرة، لا تكون خطيرة عند النظر إلى الشعاع لمدة أقل من (0.25) ثانية.
- Class (IIIb): ليزرات متوسطة القدرة، تكون خطيرة عند النظر إلى الشعاع بشكل مباشر لأية فترة زمنية.
- Class (IV): ليزرات عالية القدرة خطيرة، يمكن أن تسبب الضرر للجلد وللعينين وحتى الشعاع المنعكس أو المنتشر يكون خطيراً، ويجب اتباع إجراءات السلامة المناسبة معها، وإن معظم الليزرات المستخدمة في المجال الطبي والسني تقع ضمن هذه المجموعة.

1-3-6-: تصنيف الليزر Laser Classification:

يمكن تصنيف الليزر بعدة طرق بناءً على:

- الوسط الفعال: صلب، سائل، غازي (Nalcaci and Cokakoglu 2013).
- نمط إصدار ليزر: ليزر ذو إصدار موجي مستمر وليزر ذو إصدار موجي متقطع (Yassaei, et al. 2013).
- النسيج المستهدف: ليزر النسج الصلبة وليزر النسج الرخوة (Nalcaci and Cokakoglu 2013).
- الضرر الحيوي المحتمل: صنف أول، صنف ثانٍ، صنف ثالث، صنف رابع (Nalcaci and Cokakoglu 2013).
- قدرة جهاز الليزر: عالي القدرة، متوسط القدرة، منخفض القدرة (Nalcaci and Cokakoglu 2013).
- تصنف الليزرات السنية بشكل أساسي إلى (Yassaei, et al. 2013):

1. ليزرات عالية القدرة: تمتلك قدرة تعادل (1) واط، تتراوح شدة الطاقة فيها بين عدة مئات إلى عدة آلاف واط/سم^2، وتستخدم لقطع النسج الرخوة والصلبة.
2. ليزرات منخفضة القدرة: تتراوح قدرتها بشكل أساسي بين (50) و (500) ميلي واط. تسمى أيضاً بالليزرات منخفضة القدرة، الليزرات منخفضة الطاقة، الليزرات الباردة، والليزرات المتوسطة (Lim, et al. 1995).

1-3-7-: تطبيقات الليزر في طب الأسنان Laser Applications in Dentistry:

ظهرت العديد من الدراسات في السنوات الأخيرة حول تطبيقات الليزر السنية (Verma, et al. 2012):

- تطبيقات النسج الصلبة: تستعمل الليزرات الصلبة للوقاية من النخور، تحضير الحفر، وإزالة الترميمات، أما ليزرات النسج الرخوة فتستخدم للتبييض، التصليب، معالجة الحساسية العاجية، ولأهداف تشخيصية.
- تطبيقات النسج الرخوة: تستخدم الليزرات الصلبة لإزالة النسج المتضخمة، كشف الأسنان المنطمرة أو البازغة جزئياً، قطع اللجام، وتنضير اللثة، أما الليزرات منخفضة الطاقة فتستخدم للمعالجة الضوئية الحركية للخباثات، شفاء الجروح، والتحريض الضوئي للآفات الحلئية.

1-3-8-: تطبيقات الليزر في تقويم الأسنان Laser Applications in Orthodontics:

يمكن استخدام الليزر في العديد من التطبيقات الشائعة في تقويم الأسنان، حيث طبقت الليزرات منخفضة الطاقة لأهداف تسريع الحركة السنية، إعادة قولبة العظم، وإنقاص الألم بعد تطبيق القوة التقويمية، فيما استخدت الليزرات الصلبة لتخريش الميناء قبل إلصاق الحاصرات، إزالة الحاصرات الخزفية، وإعادة تمعدن الميناء، أما ليزر الـ Nd:YAG

فيستخدم بشكل أساسي لتطبيقات النسج الرخوة كقطع اللجام وإعادة تشكيل حواف اللثة وتطويل التيجان (Nalcaci and Cokakoglu 2013 ;Verma, et al. 2012).

1-3-9-: الليزرات الأساسية في طب الأسنان Basic Lasers in Dentistry:

تتوافر أربعة أنواع رئيسية من الليزر للاستعمال في طب الأسنان وهي:

1. ليزر (CO_2): يعمل بطول موجة غير مرئي للعين يتراوح بين (9300 – 10600) نانومتر ولذلك يحتوي الليف البصري لنظام التوصيل على ليزر مدمج من نوع هليوم-نيون (He-Ne) بطول موجة (632) نانومتر كشعاع مرئي. لا يكون رأس الليزر بتماس مع النسج أثناء عملية القطع، لذلك لا يوجد تلقيم راجع لمسي أثناء إجراء الشق الجراحي، مع وجود تأخير بسيط بين حدوث الشق وإمكانية رؤيته (Phadnis, et al. 2011).
2. ليزرات الإيربيوم Erbium Lasers: لها طول موجة يتراوح بين (2790 – 2940) نانومتر، مما يجعلها مثالية لكي تمتص من قبل كل من الهيدروكسي أباتيت والماء. يمكن أن تستخدم لقطع النسج الرخوة ولكنها غير قادرة على إيقاف النزف (Phadnis, et al. 2011).
3. ليزر النيوديميوم ياغ Nd:YAG Laser (Neodymium-doped Yttrium Aluminum Garnet Laser): استخُدم في أول جهاز ليزر صُمِّم للاستخدام في طب الأسنان. له طول موجة يساوي (1064) نانومتر، وبالتالي يمتص من قبل الماء والنسج

الرخوة بشكل أقل من ليزري الإيريبيوم والـ (CO_2)، مما يجعلة ليزراً جراحياً فعالاً جداً لقطع وتخثير النسج السنية الرخوة مع إرقاء جيد (Nalcaci and Cokakoglu ; Verma, et al. 20122013).

4. ليزر الديود (ليزر أنصاف النواقل Semiconductors Laser) Diode Laser:

- لوحظ النشاط الليزري في بلورة نصف الناقل لأول مرة عام (1962). تصدر هذه الليزرات إشعاعاً متماسكاً في المجالات الطيفية تحت البنفسجية (UV)، المرئية (VIS) وتحت الحمراء (IR). يتألف الوسط الفعال في ليزر الديود من نصف ناقل في الحالة الصلبة من نمط غاليوم، ألمنيوم، آرسنايد، وأحياناً الإنديوم. تصدر ليزرات الديود المعتمدة على الغاليوم والآرسنايد ضوءاً ذي طول موجة يتراوح بين (700) و (1000) نانومتر؛ أي قرب المنطقة تحت الحمراء من الطيف، وقد أصبحت هذه الليزرات هامة بشكل متزايد في السنوات الأخيرة. إن طولي الموجة (810) و (980) نانومتر قد أصبحا أكثر أطوال الموجة المستخدمة أهمية خاصة في طب الأسنان عند استخدام هذه الليزرات في المعالجات اللبية واللثوية (Reza, et al. Phadnis, et al. 2011 ; 2011; Verma, et al. 2012).

- إن أطوال الموجة التي تتراوح بين (812) إلى (980) نانومتر تقع ضمن نفس مدى معامل الامتصاص للميلانين، حيث تمتص طاقة الليزر من خلال تصبغات النسج الرخوة، مما يجعل ليزر الديود عاملاً مرقئاً ممتازاً، بينما تمتص بشكل سيء من قبل الهيدروكسي أباتيت والماء الموجودين في الميناء. بما أنها تستعمل بوضعية التماس

فهي توفر تلقيماً راجعاً لمسياً أثناء الإجراء الجراحي. غالباً ما تستخدم هذه الليزرات دون الحاجة إلى تخدير المنطقة (Phadnis, et al. 2011 ;Verma, et al. 2012).

- يوضح الجدول التالي المعايير الرئيسية المستخدمة في المعالجة بالليزر منخفض الطاقة (Rojas and Gonzalez-Lima 2011):

الجدول (1): المعايير الرئيسية المستخدمة في المعالجة بالليزر منخفض الطاقة (Rojas and Gonzalez-Lima 2011)

المعيار	الوحدة	الشرح
طول الموجة (λ) Wavelength	نانومتر nm	المسافة بين ذرى الموجات. المدى الأكثر فعالية لطول موجة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة يتراوح بين (600 – 1100) نانومتر. كلما كان طول الموجة أكبر كلما كانت الطاقة أقل.
الطاقة (E) Energy	جول J	الطاقة (جول) = القدرة (واط) × الزمن (ثانية) تعتمد الطاقة على تردد الفوتون حيث أنها ناتج ضرب التردد (v) Frequency في ثابت بلانك (h) Planck's Constant.
القدرة Power	واط W	كمية الطاقة المنتقلة في واحدة الزمن (القدرة = الطاقة/الزمن).
الإشعاع	واط/سم^2 W/cm^2	مقدار القدرة في واحدة المساحة، يدعى أيضاً كثافة القدرة Power Density أو

Irradiance		شدة الضوء Light Intensity.
التعرض الشعاعي Radiant Exposure	جول/سم^2 J/cm^2	مقدار الطاقة في واحدة المساحة، وهو مكافئ لكثافة القدرة في واحدة الزمن. يدعى أيضاً بجرعة الضوء وكثافة الطاقة.
زمن التعرض Exposure Time	ثانية	الزمن الذي يتعرض النسيج المستهدف فيه للضوء.
نمط إصدار الموجة Wave Type	مستمر أو متقطع	قد ينقص الإصدار المتقطع من التأثيرات الحرارية.
بروتوكول التجزيء Fraction Protocol	عدد الأجزاء	يمكن تقسيم الجرعة الكلية إلى جلسات معالجة أو أجزاء من مدة محددة يفصل بينها فواصل زمنية محددة (دقائق، ساعات، أيام).
الفتحة Aperture	مكان الشعاع الضوئي	يمكن أن تكون متوازية، حادة، أو منفرجة. يمكن أن تؤثر على الفعالية واختراق النسج.
طريقة التوصيل Delivery Mode	المسافة بين مصدر الشعاع والنسيج المستهدف	يمكن أن تكون ضحلة (دون تماس) وهي مفضلة عند الحاجة إلى تشعيع مساحات كبيرة لكنها توفر اختراقاً أقل للنسج في ليزرات أنصاف النواقل، أو مع تماس، أو عميقة وتعني تطبيق ضغط بمصدر الشعاع على النسيج المستهدف.

1-4-: تأثير الليزر منخفض الطاقة على الحركة السنية التقويمية Low-Level Laser Effect on Orthodontic Tooth Movement:

1-4-1-: مقدمة Introduction:

يمتلك الليزر منخفض الطاقة طاقة منخفضة بشكل كافٍ بحيث لا تسبب ارتفاع حرارة النسج المستهدفة لأكثر من (36.5) درجة مئوية أو أكثر من حرارة الجسم. تعتبر المعالجة بالليزر منخفض الطاقة طريقة بسيطة وغير مكلفة يمكن استخدامها في الممارسة السنية لأهداف متعددة كتخفيف الألم، تحسين شفاء الجروح، وتخفيف الالتهاب. تتراوح قدرة الليزر منخفض الطاقة عادة بين (50) و (500) ميلي واط، ويمكن أن يتم إصداره بنمط إصدار مستمر أو متقطع، وعادة ما يكون الوسط الفعال فيه غازياً مثل ليزر الهليوم نيون He-Ne أو ليزر الغاليوم ألمنيوم آرسنايد Ga-Al-As (Convissar 2016).

1-4-2-: آلية تأثير الليزر منخفض الطاقة على الحركة السنية التقويمية Mechanism of Action of Low-Level Laser on Orthodontic Tooth Movement:

- تناولت العديد من الدراسات في السنوات الأخيرة تأثيرات المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أثناء الحركة السنية التقويمية (Heidari and Torkan 2013)، حيث تم إثبات أن الليزر منخفض الطاقة ينتج تعديلاً حيوياً ضوئياً Photobiomodulation في الجسم يتضمن تنظيم عمل الخلايا دون إنتاج أية تأثيرات حرارية مباشرة على المنطقة

التي يطبق عليها (Artes-Ribas, et al. 2013)، أي دون أن يرفع درجة حرارة المنطقة المتأثرة عن درجة حرارة الجسم الطبيعية، وبالتالي له إمكانية تسريع الحركة السنية التقويمية من خلال إعادة قولبة العظم دون أية تأثيرات غير مرغوبة على السن والجهاز الداعم له (Heidari and Torkan 2013).

- إن التأثيرات الأساسية الناجمة عن الليزر منخفض الطاقة ترتبط بالفعالية داخل الخلوية مثل زيادة معدلات الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)، والـ (DNA)، وتبادل الأكسجين (Carvalho-Lobato, et al. 2014). يزداد إنتاج الـ (ATP) نتيجة تحسن نشاط الخلايا، وبما أن كاسرات العظم هي خلايا متعددة النوى مع متقدرات عالية الفعالية فهي تتأثر بشكل كبير بالليزر منخفض الطاقة (Altan, et al. 2014).

- تؤدي زيادة إنتاج الـ (ATP) إلى تحريض الخلايا على الدخول في عملية إعادة قولبة بسبب زيادة الفعالية الاستقلابية فيها (Kau, et al. 2013)، وبسبب وجود تفاعل هرموني بين كاسرات العظم وبانيات العظم فإن النتيجة ستكون تحريض الحركة السنية التقويمية كنتيجة لعمليات التوضع والامتصاص العظمي الموافقة لهذه الفعالية (Altan, et al. 2014).

- تؤدي المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أيضاً إلى زيادة مقدار وتوزع الفيبرونكتين وألياف الكولاجين (I) منذ بداية الحركة السنية التقويمية على جانبي الضغط والشد، وإن الزيادة الحاصلة في أعداد كاسرات العظم، بانيات العظم، الخلايا الالتهابية والوسائط الكيميائية، التوعية الدموية، تشكل العظم الجديد، ألياف الكولاجين وتوضع المادة بين الخلوية تقترح

أن الليزر منخفض الطاقة يسرع عملية إعادة قولبة العظم ويسهل إعادة تمايز النسيج الضام (Heidari and Torkan 2013).

1-4-3-: الدراسات السريرية السابقة حول تأثير الليزر منخفض الطاقة على تسريع الحركة السنية التقويمية-Previous Clinical Studies About Low Level Laser Effect on Orthodontic Tooth Movement Acceleration:

يوضح الجدولان التاليان ملخصاً للدراسات السريرية السابقة التي طُبِّق فيها الليزر منخفض الطاقة بهدف تسريع إرجاع الأنياب العلوية أو بهدف تسريع حل الازدحام السني وإنقاص الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية:

الجدول (2): الدراسات السريرية السابقة حول فعالية تطبيق الليزر منخفض الطاقة في تسريع إرجاع الأنياب العلوية

الدراسة	تصميم الدراسة	حجم العينة	الجهاز المستخدم	المعايير المستخدمة*	نقاط التطبيق	تكرار التطبيق	النتيجة
Cruz, et al.) (2004	RCT	(11) مريضاً [(12 – 18) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (780) نانومتر A = (0.04) سم^2 P = (20) ميلي واط E.P.P. = (0.2) جول E.P.T. = (2) جول E.D. = (0.2) جول/سم^2	(10) نقاط [(5) دهليزي – (5) حنكي] لمدة (10) ثوانٍ/نقطة	اليوم (0) – (3) – (7) – (14) كل شهر	**فعَّال**
Limpanichkul,) (et al. 2006	RCT	(12) مريضاً [(11.20)]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (860) نانومتر A = (0.09) سم^2 P = (100) ميلي واط	(8) نقاط [(4) دهليزي – (4) حنكي] لمدة	اليوم (0) – (1) – (2) بعد التشيط	**غير فعَّال**

		سنة]		(2.3) = E.P.P. جول (18.4) = E.P.T. جول (25) = E.D. جول/سم^2	(23) ثانية/نقطة	من كل شهر	
Youssef, et al.) (2008	CCT	(15) مريضاً [(14) – (23) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (809) نانومتر P = (100) ميلي واط E.P.P. = (1) جول/(4) نقاط – (2) جول/نقطتين E.P.T. = (8) جول E.D. = (8) جول/سم^2	(6) نقاط [(3) دهليزي – (3) حنكي] لمدة (10) ثوانٍ/(4) نقاط – (20) ثانية/نقطتين	اليوم (0) – (3) – (7) – (14) بعد كل تنشيط لنابض إرجاع الناب	**فعَّال**
Sousa, et al.) (2011	RCT	(13) مريضاً [(13.1) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (780) نانومتر A = (0.04) سم^2 P = (20) ميلي واط	(10) نقاط [(5) دهليزي – (5) حنكي] لمدة (10) ثوانٍ/نقطة	اليوم (0) – (3) – (7) من كل شهر	**فعَّال**

			E.P.P. = (0.2) جول E.P.T. = (2) جول E.D. = (5) جول/سم^2				
Doshi-Mehta) and Bhad-Patil (2012	RCT	(20) مريضاً – (12)] [(23) سنة	ديود ليزر من نمط Ga-Al-As	ƛ = (800) نانومتر A = (0.04) سم^2 P = (100) ميلي واط E.P.P. = (0.8) جول E.P.T. = (8) جول E.D. = (25) جول/سم^2	(10) نقاط [(5) دهليزي – (5) حنكي] لمدة (10) ثوانٍ/نقطة	اليوم (0) – (3) – (7) – (14) في الشهر الأول ثم كل (15) يوماً	**فعَّال [إنقاص زمن المعالجة بمعدل (30%)]**
Genc, et al.) (2013	CCT	(20) مريضاً [(17.8) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga-Al-As	ƛ = (800) نانومتر A = (0.28) سم^2 P = (100) ميلي واط	(10) نقاط [(5) دهليزي – (5) حنكي]	اليوم (0) – (3) – (7) – (14) –	**فعَّال**

			E.P.P. = (0.2) جول E.P.T. = (2) جول E.D. = (0.71) جول/سم^2			لمدة (10) ثوانٍ/نقطة	(28) – (21)
Heravi, et al.) (2014	RCT	(20) مريضاً [(22.1) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (810) نانومتر A = (0.28) سم^2 P = (200) ميلي واط E.P.P. = (0.6) جول E.P.T. = (6) جول E.D. = (21.4) جول/سم^2	(10) نقاط [(5) دهليزي – (5) حنكي] لمدة (30) ثانية/نقطة	اليوم (0) – (3) – (7) – (15) من كل شهر	**غير فعَّال**
Altan, et al.) (2014	CCT	(15) مريضاً – (13)]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (820) نانومتر A = (0.28) سم^2	(5) نقاط [(2) دهليزي – (1) إطباقي – (2)	اليوم (1) – (2) – (3) – (7)	**غير فعَّال**

		(20) سنة)]		P = (100) ميلي واط E.P.P. = (1.5) جول E.P.T. = (7.5) جول E.D. = (5.3) جول/سم^2	حنكي] لمدة (15) ثانية/نقطة		
Kansal, et al.) (2014	CCT	(10) مرضى	ديود ليزر من نمط Ga–As	ƛ = (904) نانومتر P = (12) ميلي واط E.D. = (4.2) جول/سم^2	(10) نقاط [(5) دهليزي – (5) حنكي] لمدة (10) ثوانٍ/نقطة	اليوم (1) – (3) – (7) – (14) – (21) – (28) – (35) – (42) – (49) – 56)	**غير فعَّال**
Dominguez, et) (al. 2015	CCT	(10) مرضى [(13.75) سنة]	ديود ليزر	ƛ = (670) نانومتر P = (20) ميلي واط E.P.T. = (18) جول E.D. = (0.71)	(3) نقاط ضمن جيب السن لمدة (3) دقائق/نقطة	اليوم (0) – (1) – (2) – (3) – (4) – (7)	**غير فعَّال**

			جول/سم^2				
(**Monea, et al. 2015**)	CCT	(10) مرضى [(15) – (18) سنة]	جهاز LED (Osseopulse)	λ = (618) نانومتر	على كامل السطح الدهليزي لجذر الناب من خارج الفم	(10) أيام	**فعَّال**
(**Dalaie, et al. 2015**)	RCT	(12) مريضاً [(20.1) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	λ = (880) نانومتر P = (100) ميلي واط E.D. = (5) جول/سم^2	(8) نقاط [(3) دهليزي – (3) حنكي – (1) وحشي دهليزي – (1) وحشي حنكي] لمدة (10) ثوانٍ/نقطة	مرة واحدة	**غير فعَّال**
(**Chung, et al. 2015**)	CCT	(11) مريضاً [(17) قوساً سنية]	جهاز LED (Osseopulse)	λ = (618) نانومتر	على كامل السطح الدهليزي لجذر الناب من خارج الفم لمدة (21) دقيقة	يومياً	**غير فعَّال**

(**Ekizer, et al. 2016**)	RCT	(20) مريضاً [(16.77) سنة]	جهاز LED (Osseopulse)	ƛ = (618) نانومتر	على كامل السطح الدهليزي لجذر الناب من خارج الفم لمدة (20) دقيقة	(21) يوماً على التوالي	**فعَّال**
(**Yassaei, et al. 2016**)	RCT	(11) مريضة [(19) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (980) نانومتر P = (100) ميلي واط E.D. = (25) جول/سم^2	(6) نقاط [(3) دهليزي – (3) حنكي] (10) ثوانٍ للنقاط العنقية والمتوسطة و (8) ثوانٍ للنقطتين الذرويتين	اليوم (0) – (7) – (14) – (21) – (28) من كل شهر	**غير فعَّال**

* ƛ: طول الموجة – A: مساحة الشعاع – P: القدرة – E.P.P.: الطاقة لكل نقطة – E.P.T.: الطاقة لكل سن – E.D.: كثافة الطاقة.

الجدول (3): الدراسات السريرية السابقة حول فعالية تطبيق الليزر منخفض الطاقة في تسريع حل الازدحام السني وإنقاص الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية

الدراسة	تصميم الدراسة	حجم العينة	الجهاز المستخدم	المعايير المستخدمة*	بروتوكول التطبيق	تكرار التطبيق	النتيجة
Camacho and) Velasquez (Cujar 2010	CCT	(55) مريضاً [(20) – (30) سنة]	Photon Lase III In–Ga–Al–P	ƛ = (830) نانومتر A = (0.028) سم^2 P = (100) ميلي واط E.P.P. = (2.2) جول E.P.T. = (4.4) جول E.D. = (80) جول/سم^2	(22) ثانية على كل من الجهة الدهليزية والجهة الحنكية لجذور أسنان القوس السنية العلوية	بعد (24) ساعة من تطبيق الجهاز ثم في كل جلسة	**فعَّال [إنقاص زمن المعالجة بمعدل (30%)]**
Kau, et al.) (2013	CCT	(90) مريضاً	جهاز LED	ƛ = (850) نانومتر E.D. = ثلاث شدات (72) – (108) – (216)	على كامل السطح الدهليزي لجذور أسنان القوس السنية العلوية من خارج الفم لمدة (20) دقيقة/اليوم – (30)	يومياً	**فعَّال [زيادة معدل الرصف والتسوية بمقدار**

			جول/سم^2			دقيقة/اليوم – (30) دقيقة/أسبوع لكل شدة على التوالي		**[(59%)**
(Shaughnessy, et al. 2016)	Pilot Study	(19) مريضاً [(13.9 ± 1.7) سنة]	جهاز LED (Orthopulse)	ƛ = (830) نانومتر	على كامل السطح الدهليزي لجذور أسنان القوس السنية العلوية من خارج الفم لمدة (20) دقيقة	يومياً	**فعَّال [زيادة معدل الرصف والتسوية بمقدار (54%)]**
(Nahas, et al. 2017)	RCT	(40) مريضاً [(21) سنة)]	جهاز LED (Orthopulse)	ƛ = (850) نانومتر	على كامل السطح الدهليزي لجذور أسنان القوس السنية العلوية من خارج الفم لمدة (20) دقيقة	يومياً	**فعَّال [إنقاص زمن المعالجة بمعدل (22%)]**

* ƛ: طول الموجة – A: مساحة الشعاع – P: القدرة – E.P.P.: الطاقة لكل نقطة – E.P.T.: الطاقة لكل سن – E.D.: كثافة الطاقة.

1-5-: تأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية Low-Level Laser Effect on Orthodontic Pain:

1-5-1-: مقدمة Introduction:

- على الرغم من التقدم الحاصل في مجال تقويم الأسنان والفكين فإن المرضى ما زالوا يشكون من الألم المرافق للمعالجة التقويمية، فبسبب الألم يعاني (50%) من المرضى من مشاكل في نشاطاتهم اليومية مع صعوبات في مضغ وقطع الأطعمة (Artes-Ribas, et al. 2013).
- يعتبر الألم تأثيراً جانبياً متعباً للمريض، وهو يحدث كنتيجة لتطبيق القوة التقويمية لتحريك الأسنان مما يؤدي إلى إحداث تحريض ميكانيكي يولد استجابة التهابية حادة تنعكس على المريض بالألم، وقد أظهرت الدراسات أن الإحساس بالألم يظهر عادة خلال عدة ساعات أو في اليومين الأول والثاني بعد تطبيق القوة، ثم يتناقص تدريجياً ليعود إلى مستواه الطبيعي بعد سبعة أيام (Youssef, et al. 2008).
- اقترح الليزر منخفض الطاقة كوسيلة للسيطرة على الألم من قبل العديد من الباحثين (Artes-Ribas, et al. 2013) الذين أوضحوا أنه يمتلك تأثيراً مسكناً ناجماً عن فعاليته المضادة للالتهاب وتأثيراته العصبية (Nobrega, et al. 2013).

1-5-2-: آلية تأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية Mechanism of Action of Low-Level Laser on Orthodontic Pain:

- مع أن آلية تأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية غير واضحة حتى الآن، إلا أن بعض الباحثين قد فسروا الفعل المسكن لليزر منخفض الطاقة كنتيجة لتحريض الخلايا العصبية، استقرار أغشية الخلايا المستهدفة، وتحرير النواقل العصبية ضمن النسج الملتهبة (Bicakci, et al. 2012).

- اعتبر تثبيط إفراز الوسائط الالتهابية أحد العوامل التي تؤدي إلى التأثير المسكن للألم لليزر منخفض الطاقة، وقد كشفت التجارب على الحركات السنية أن كمية الوسائط الكيميائية مثل البروستاغلاندين (PGE2) والإنترلوكين (IL1-B) تزداد بشكل واضح في الجهاز الداعم حول السني بشكلٍ تالٍ للمعالجة لتقويمية مما يسبب الألم وفرط الحساسية (Heidari and Torkan 2013)، واقترح Shimizu أن الليزر منخفض الطاقة يثبط إنتاج هذه الوسائط الالتهابية في الرباط حول السني البشري المتجدد، كما أن تحسن الدوران المحيطي يسهل عملية أكسدة الخلايا ناقصة الأكسجين وعملية إزالة المنتجات الضارة مع تحرير النواقل العصبية في النسيج المتأذي بالإضافة إلى آليات أخرى تجعل الليزر قادراً على إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية (Heidari and Torkan 2013; Shimizu, et al. 1995).

1-5-3-: الدراسات السريرية السابقة حول تأثير الليزر منخفض الطاقة على إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية Previous Clinical Studies About Low-Level Laser Effect on Orthodontic Pain Reduction:

- أظهرت نتائج الدراسات السابقة التي قيمت تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية (في مختلف مراحل المعالجة التقويمية) تضارباً واضحاً في استنتاجاتها حول فعالية الليزر، فعلى سبيل المثال وجدت دراستا كل من Nobrega et al. و Artes-Ribas et al. أن الليزر فعال في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية عندما يطبق بطول موجة (830) نانومتر سواء بالتطبيق الوحيد أو المتكرر (Nobrega, et al. 2012; Artes-Ribas, et al. 2013)، بينما وجدت دراسات أخرى أن الليزر لم يكن فعالاً في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية سواء بالتطبيق الوحيد أو المتكرر مما يدل على اختلاف النتائج وبالتالي اختلاف التوصيات فيما يتعلق بتأثير الليزر منخفض الطاقة على إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية (AlSayed Hasan, et al. 2017; Lim, et al. 1995).

- يوضح الجدول التالي ملخصاً للدراسات السريرية السابقة حول تأثير الليزر منخفض الطاقة على إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية الناجم عن تطبيق السلك الأولي:

الجدول (4): الدراسات السريرية السابقة حول فعالية تطبيق الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية الناجم عن تطبيق السلك الأولي

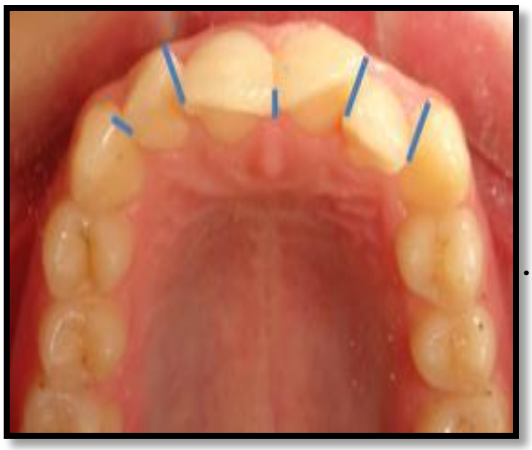
الدراسة	تصميم الدراسة	حجم العينة	الجهاز المستخدم	المعايير المستخدمة*	بروتوكول تطبيق الليزر	زمن تقييم الألم	النتيجة
Turhani, et al. 2006)	CCT	(67) مريضاً [(23.1) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (670) نانومتر A = (0.53) سم^2 P = (75) ميلي واط E.P.P. = (2.25) جول E.P.T. = (2.25) جول E.D. = (4.25) جول/سم^2	نقطة وحيدة هي مركز مقاومة السن لمدة (30) ثانية/نقطة – بعد تطبيق السلك الأولي مباشرة	بعد (6) – (30) – (54) ساعة	**فعَّال**
Tortamano, et al. 2009)	RCT	(60) مريضاً [(15.9)	ديود ليزر من نمط Ga–Al–	ƛ = (830) نانومتر A = (0.03) سم^2	(10) نقاط [(5) دهليزي – (5) لساني] لمدة	اليوم (1) – (2) – (3) – (4) – (5) – (6) –	**فعَّال**

		سنة]	As	P = (30) ميلي واط E.P.P. = (0.5) جول E.P.T. = (5) جول E.D. = (16) جول/سم^2	(16) ثانية/نقطة – بعد تطبيق السلك الأولي مباشرة	(7)	
Deshpande,) (et al. 2016	RCT	(30) مريضاً – (12)] (25) سنة]	ديود ليزر من نمط Ga–Al–As	ƛ = (904) نانومتر P = (10) ميلي واط	نقطتان (نقطة دهليزية ونقطة حنكية) لمدة دقيقتين لكل نقطة	بعد (1) – (24) – (48) – (72) ساعة	**فعَّال بعد (48) و (72) ساعة**
* ƛ: طول الموجة – A: مساحة الشعاع – P: القدرة – E.P.P.: الطاقة لكل نقطة – E.P.T.: الطاقة لكل سن – E.D.: كثافة الطاقة.							

1-6-: مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع (LII) Little's Irregularity Index:

- اعتمدت جميع الدراسات السابقة التي قيمت فعالية الطرق المختلفة في تسريع حل الازدحام السني وإنقاص الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية على ما يسمى بمشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع Little's Irregularity Index (LII) (Little 1975) في تقييم مقدار الازدحام البدئي ومقدار التحسن في ارتصاف القواطع خلال مرحلة الرصف والتسوية.
- يحسب مشعر ليتل من خلال قياس المسافات الخطية الأفقية بين نقاط تماس الأسنان الستة الأمامية، وإن مجموع هذه القياسات الخمسة يعطي قيمة المشعر بالملم.
- بناءً على مجموع القياسات الخمسة السابقة تصنف شدة عدم انتظامية القواطع إلى (5) درجات:

1. **(0) ملم:** ارتصاف مثالي.
2. **(1 – 3) ملم:** عدم انتظامية خفيفة.
3. **(4 – 6) ملم:** عدم انتظامية متوسطة.
4. **(7 – 9) ملم:** عدم انتظامية شديدة.
5. **(10) ملم أو أكثر:** عدم انتظامية شديدة جداً.



الشكل (5): مثال يوضح طريقة قياس مشعر ليتل

الباب الثاني:

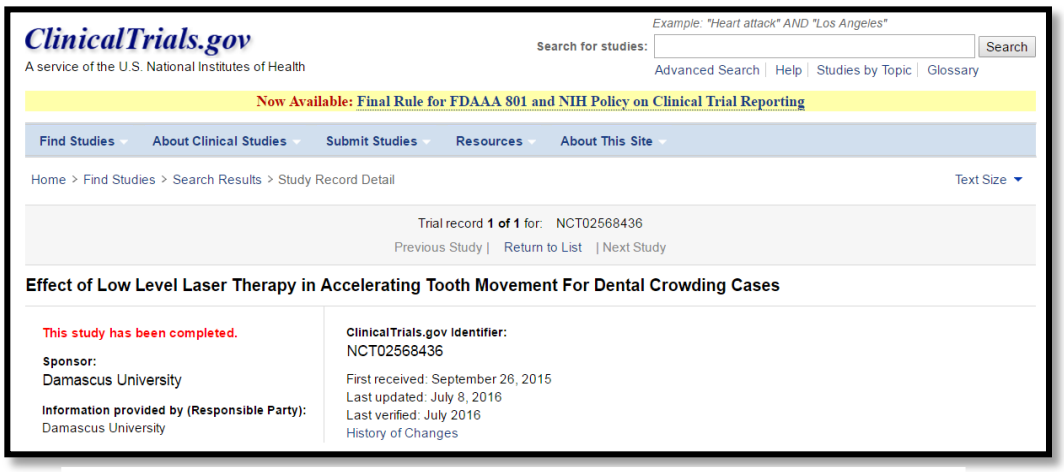
المواد والطرائق

Materials and Methods

2-: المواد والطرائق Materials and Methods:

2-1-: تصميم الدراسة Study Design:

- دراسة سريرية مضبوطة معشاة Clinical Randomized Controlled Trail، ثنائية الأذرع Two-Arm بنظام المجموعتين المتوازيتين Parallel-Group، وأحادية التعمية Single-Blind مضبوطة بالدواء الوهمي Placebo-Controlled فيما يتعلق بتأثير الليزر منخفض الطاقة على الألم المرافق للمعالجة التقويمية. تم تسجيل هذه الدراسة كأول دراسة من نوعها في قاعدة البيانات الخاصة بالدراسات السريرية (www.clinicaltrials.gov) بالرقم (NCT02568436) [الشكل (6)]. تم اتباع توصيات الـ CONSORT (www.consort-statement.org) فيما يتعلق بتصميم وكتابة هذه الدراسة.
- أُجريت المرحلة السريرية من الدراسة في كل من قسم تقويم الأسنان والفكين ووحدة أبحاث الليزر في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق في الفترة بين شهر نيسان من عام (2015) وشهر كانون الثاني من عام (2016). تم الحصول على الموافقة الأخلاقية من مجلس البحث العلمي والدراسات العليا بالرقم (26106/ص م).



الشكل (6): تسجيل الدراسة في قاعدة البيانات Clinical Trials

2-2-: عينة الدراسة Study Sample:

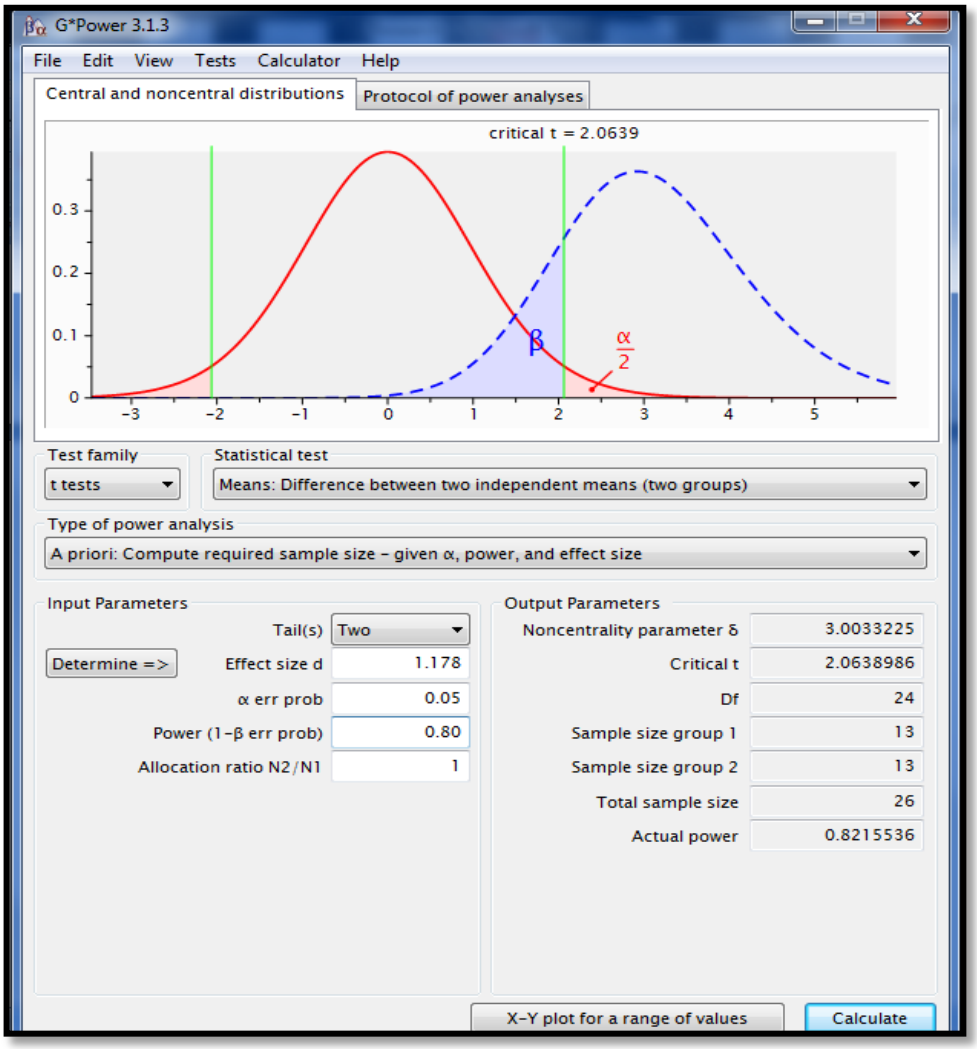
2-2-1-: حساب حجم العينة Sample Size Calculation:

- تم حساب حجم العينة باستخدام برنامج G*Power 3.1.3 اعتماداً على الفرضيات التالية:

1. المشعر المستخدم: اعتُبِر الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية مشعراً لحساب أقل فرق سريري دالٍّ.
2. حجم الأثر Effect Size: وفقاً لدراسة (Scott, et al. 2008) يتطلب رصف القواطع السفلية بالطريقة التقليدية مع عدم انتظام شديد حسب مشعر ليتل (243) يوماً، وعلى فرض أن تطبيق الليزر منخفض الطاقة يجب أن ينقص من الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بمعدل (40%) مقارنة مع الطريقة التقليدية للحصول على فرق دالٍّ سريرياً فيكون أقل فرق (97.2) يوماً، وبأخذ الانحراف المعياري لنفس الدراسة السابقة [(82.5) يوماً] يكون حجم الأثر (1.178).
3. مستوى الدلالة: (0.05).
4. قوة الدراسة: (0.80).
5. الاختبار الإحصائي المستخدم: اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة (على فرض توزع البيانات بشكل طبيعي).

- بإدخال البيانات السابقة إلى البرنامج نجد أن عدد المرضى في كل مجموعة (13) مريضاً وبالتالي يكون حجم العينة الكلي (26) مريضاً.

- يوضح الشكل التالي طريقة حساب حجم العينة:



الشكل (7): طريقة حساب حجم العينة باستخدام برنامج G*Power 3.1.3

2-2-2-: جمع العينة Sample Gathering:

- تم جمع العينة من المرضى المراجعين لقسم تقويم الأسنان والفكين في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق، حيث تم إجراء تشخيص سريري أولي لـ (94) مريضاً لديهم ازدحام في القواطع العلوية وفقاً لسجلات القسم التشخيصية، وتم إدخال المريض في الدراسة بناء على معايير التضمين والاستبعاد التالية:

- **معايير التضمين Inclusion Criteria:**

1. عمر المريض (16 – 24) سنة.
2. ازدحام متوسط [(3 – 5) ملم] في المنطقة الأمامية من القوس السنية العلوية مع عدم انتظامية شديدة أو شديدة جداً للقواطع العلوية [أكبر من (7) ملم] حسب مشعر ليتل (Little 1975) بحيث يستطب قلع الضاحكين الأولين العلويين.
3. سوء إطباق من الصنف الأول أو من الصنف الثاني النموذج الأول حسب Angle، مع صنف أول أو ثانٍ هيكلي ونموذج نمو طبيعي أو عمودي خفيف.
4. جميع الأسنان العلوية الدائمة حتى الرحى الأولى موجودة، مع إمكانية إلصاق الحاصرات على جميعها بتوضع صحيح.
5. المريض لديه صحة فموية جيدة [مشعر اللويحة السنية أقل أو يساوي (1) حسب Loe (Loe 1967) and Silness (1963)].

- **معايير الاستبعاد Exclusion Criteria:**

1. وجود أي مرض جهازي يؤثر على الحركة السنية التقويمية.
2. سوء ارتصاف شديد في أحد الأسنان (رباعية حنكية، ناب منتبذ، ضاحك منفتل).
3. المريض خاضع لمعالجة تقويمية سابقة.
4. المريض يخضع لأية معالجة دوائية قد تؤثر على الحركة السنية التقويمية (الكورتيزون، مضادات الالتهاب اللاستيروئيدية).
5. المريض لديه صحة فموية سيئة [مشعر اللويحة السنية أكبر من (1)].
6. المريض غير الملتزم بمواعيد المتابعة الدورية.

- بناءً على المعايير السابقة تم تضمين (26) مريضاً في الدراسة. تم شرح أهداف وطرائق الدراسة للمريض الذي يوافق المعايير باستخدام ورقة المعلومات Information Sheet [ملحق رقم (1)]، وفي حال موافقته على المشاركة في الدراسة تم أخذ الموافقة المعلمة Informed Consent [ملحق رقم (2)] منه، ثم تم فحص المريض بالاعتماد على استمارة التشخيص المعتمدة في قسم تقويم الأسنان والفكين بجامعة دمشق مع الأمثلة الجبسية والصور التشخيصية اللازمة (سيفالومتريك، بانوراما، ...)، واعتبرت الأمثلة الجبسية التشخيصية الأمثلة الجبسية الأولية حيث تم حساب مقدار الازدحام وقيمة مشعر ليتل منها بدقة قبل بدء المعالجة التقويمية.

2-3-: العشوأة Randomization:

تم توزيع المرضى عشوائياً من قبل الباحث بنسبة تخصيص (1:1) إلى إحدى المجموعتين التاليتين: مجموعة التجربة (مجموعة المعالجة التقويمية مع تطبيق الليزر منخفض الطاقة) وتضم (13) مريضاً، والمجموعة الشاهدة (مجموعة المعالجة التقويمية دون تطبيق الليزر منخفض الطاقة) وتضم (13) مريضاً، وذلك وفق طريقة التوزيع العشوائي البسيطة. طُلِبَ من كل مريض وافق على المشاركة في الدراسة سحب ورقة بيضاء مغلقة من صندوق بلاستيكي أسود عاتم. يحتوي هذا الصندوق على (26) ورقة بيضاء، على (13) ورقة منها كتبت كلمة (تجربة) للدلالة على مجموعة التجربة وعلى الـ (13) ورقة الأخرى كتبت كلمة (شاهد) للدلالة على المجموعة الشاهدة، وبناء على الورقة التي تم سحبها تم إدخال المريض في إحدى المجموعتين.

2-4-: مواد الدراسة Study Materials:

1. أدوات المعالجة التقويمية:

ملقط حاصرات، محددة، موسكيتو لمطاط الربط، موسكيتو لأسلاك الربط، دافع أطواق، قطاعة مستقيمة، قطاعة وحشية، فاتح فم.



الشكل (8): أدوات المعالجة التقويمية المستخدمة في الدراسة

2. مواد الجهاز التقويمي الثابت:

- حاصرات وصفة (MBT) بارتفاع شق (0.022) إنشاً من شركة Jiscop (Jiscop, Hansol Techno-Town, Gyeonggi-do, Korea) [الشكل (9)].
- أطواق وصفة (MBT) بتيوبات قياس (0.022) إنشاً من شركة American Orthodontics (American Orthodontics, 3524 Washington Avenue, Sheboygan, Wisconsin, USA).
- أسلاك تقويمية بقياسات مختلفة ["NiTi (0.014) - "NiTi (0.016)*(0.016) - NiTi (0.017)*(0.025)" – S.S. (0.019)*(0.025)] من شركة Jiscop.

- مطاط ربط من شركة American Orthodontics.
- أسلاك ربط Ligatures ومطاط فصل من شركة Dentaurum (Dentaurum, Turnstrabe, Ispringen, Germany).



الشكل (9): حاصرات JISCOP المستخدمة في الدراسة

3. مواد الإلصاق:

- حمض مخرش وكومبوزيت لإلصاق الحاصرات التقويمية من شركة American Orthodontics.
- إسمنت زجاجي شاردي (GIC) لإلصاق الأطواق التقويمية من شركة Promedica (Medicem, Promedica Dental Material GmbH, Domagkstrasse 31, 24537 Neumuenster, Germany).



الشكل (10): كومبوزيت إلصاق الحاصرات المستخدم في الدراسة



الشكل (11): إسمنت إلصاق الأطواق المستخدم في الدراسة

4. ألجينات لأخذ الطبعات التقويمية من شركة Lascod (Lascod, Via Longo, Florence, Italy).

5. شمع صف لتغطية الحاصرات والأسلاك التقويمية أثناء أخذ الطبعة (Polywax, Odin, Merkezi, Izmir).

6. جهاز تصليب ضوئي من شركة Woodpecker (LED B, Guilin National High-Tech Zone, Guangxi, P.R.China).

7. مقياس ثخانة رقمي Digital Caliber لحساب قيمة مشعر ليتل (Insize, Insize Co, Suzhou New District, China).

8. جهاز الليزر منخفض الطاقة Low-Level Laser Device:

- تم استخدام جهاز الليزر منخفض الطاقة (830) DioBeam Laser من شركة CMS Dental الدنماركية (CMS Dental ApS, 55 Wildersgade, 1408 Copenhagen K, Denmark) الموجود في وحدة أبحاث الليزر في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق، وهو من ليزرات أنصاف النواقل Semi-Conductor Laser وسطه الليزري غاليوم-ألمنيوم-آرسنايد (Ga-Al-As)، طول موجته Wavelength (830) نانومتر، قدرته Power (150) ميلي واط، وإصداره الموجي مستمر.



الشكل (12): جهاز الليزر منخفض الطاقة المستخدم في الدراسة

- يوضح الجدول التالي مواصفات جهاز الليزر منخفض الطاقة المستخدم في الدراسة:

الجدول (5): مواصفات جهاز الليزر منخفض الطاقة المستخدم في الدراسة (المصدر: كتيِّب تعليمات جهاز الليزر منخفض الطاقة)

الوسط الناقل	Sony Ga–Al–As	**طول الجهاز**	(220) ملم
طول الموجة	(830) نانومتر	**قطر الجهاز**	(22) ملم
قدرة الجهاز	(150) ميلي واط	**وزن الجهاز**	(140) غ
تصنيف الليزر	(3B)	**مصدر التغذية**	بطارية ليثيوم قابلة للشحن
التردد	إصدار مستمر	**التوتر**	(3.6 – 4.1) فولط
العدسات	متوازية	**السعة**	(150) ميلي أمبير/هرتز
استهلاك القوة	(375) ميلي أمبير	**زمن الشحن**	(90) دقيقة
استهلاك القوة (بوضع الاستعداد)	< (25) ميلي أمبير	**زمن العمل**	(100) دقيقة

- يتميز هذا الجهاز بأنه صغير الحجم وقابل للنقل، حيث يشبه جهاز التصليب الضوئي تماماً.
- تم قياس قدرة جهاز الليزر منخفض الطاقة قبل البدء بالدراسة وتبين أن قدرة الجهاز الفعلية تساوي (135) ميلي واط.

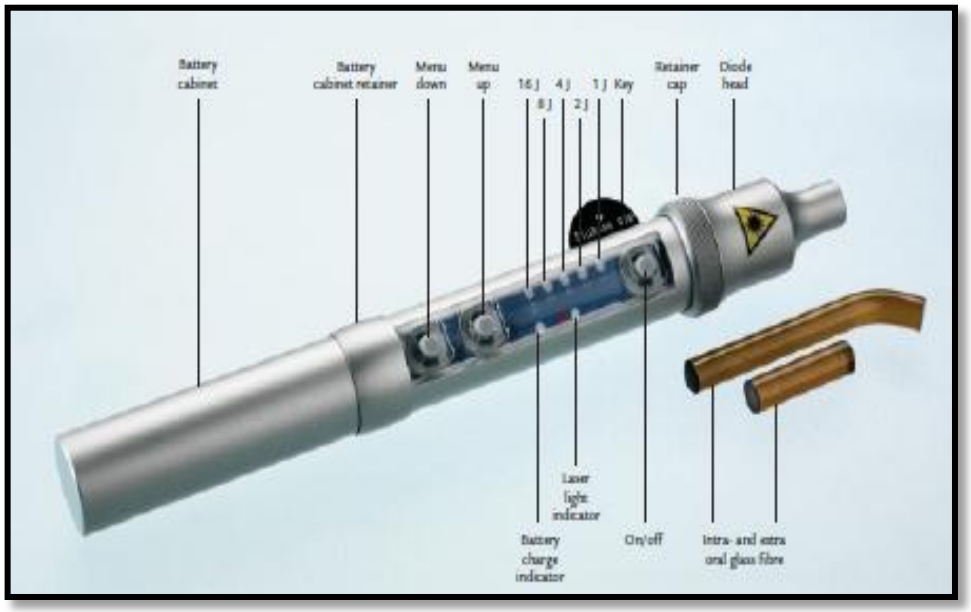
- أجزاء جهاز الليزر (الجوجو 2010) [الشكل (13)]:

1- رأس جهاز الليزر: يصدر شعاعاً بطول موجة (830) نانومتر باللون الأحمر المرئي بالعين المجردة. يوجد شكلان لرأس الجهاز: معوج لداخل الفم (وهو الرأس المستخدم في الدراسة)، ومستقيم لخارج الفم.

2- الجزء الضابط (لوحة التحكم): يحتوي على أزرار لتعديل الجرعة المطلوبة حيث يعبر عن الجرعة كطاقة بالجول، الطاقة المتوفرة هي (1، 2، 4، 8، 16) جول وزمن التطبيق (7، 15، 30، 60، 120) ثانية على التوالي، حيث: الطاقة (جول) = القدرة (واط) × الزمن (ثانية) [مثال: (1) جول = (0.150) واط × (6.67) ثانية].

3- البطارية: قابلة للشحن وقابلة للفصل ومغطاة بالألمنيوم.

4- مفتاح التشغيل (مفتاح الأمان): لا يعمل الليزر بدونه حيث يعطي إشارة سمعية تدل على فشل الاستخدام (بهدف أمان الاستخدام وتجنب النظر المباشر إلى شعاع الليزر).



الشكل (13): أجزاء جهاز الليزر منخفض الطاقة (المصدر: كتيِّب تعليمات جهاز الليزر منخفض الطاقة)

- يرفق مع الجهاز نظارات واقية خاصة للأمان توضع أثناء تطبيق الليزر منخفض الطاقة لكل من الطبيب والمريض لمنع التعرض لشعاع الليزر [الشكل (14)].



الشكل (14): النظارات الواقية الملحقة بجهاز الليزر منخفض الطاقة

2-5-: طرائق الدراسة Study Methods:

1. في البداية تم تطبيق مطاط الفصل أنسي ووحشي الأرحاء الأولى العلوية، ثم تحويل المريض لقلع الضاحكين الأولين العلويين.
2. بعد القلع بـ (5) إلى (7) أيام تم إلصاق الأطواق والحاصرات التقويمية، ثم إدخال السلك الأولي [سلك مدور من مادة النايتينول Nitinol (NiTi) بقياس (0.014) إنشاً] مباشرة عند المرضى في كلا المجموعتين، حيث يمثل **إدخال السلك الأولي بدء مرحلة الرصف والتسوية (T0)**.

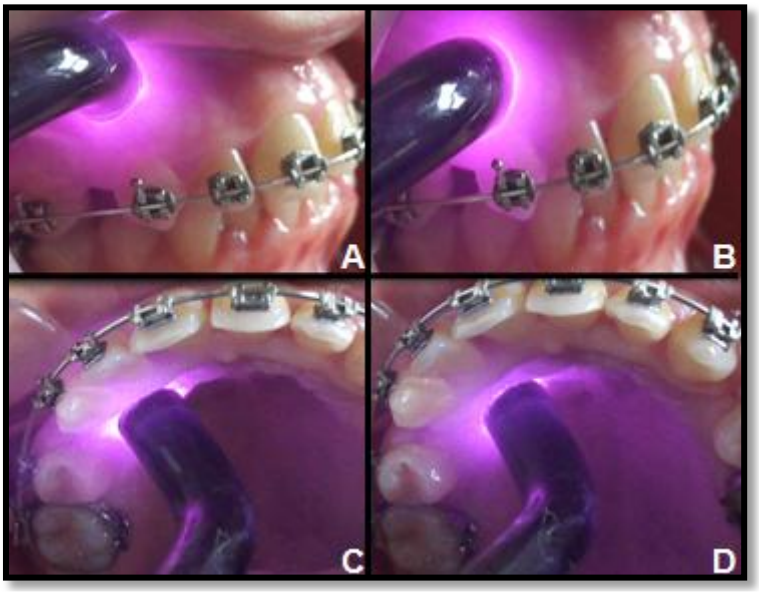
3. A. عند مرضى مجموعة التجربة: تم تطبيق الليزر منخفض الطاقة مباشرة بعد إدخال السلك الأولي:

- **بروتوكول تطبيق الليزر منخفض الطاقة:**

- استُخدم الليزر منخفض الطاقة بطول موجة (830) نانومتر، وبإصدار موجي مستمر، وبطاقة (2) جول/نقطة، وبزمن تطبيق (15) ثانية للنقطة الواحدة.
- تم تطبيق الليزر منخفض الطاقة على جذر كل سن من الأسنان الستة الأمامية العلوية في أربع نقاط، حيث قسِّم جذر السن نظرياً إلى نصفين، نصف عنقي ونصف ذروي، وتم وضع رأس الجهاز من الناحية الدهليزية للجذر في مركز كل نصف بتماس مع المخاطية الفموية وبشكل عمودي على محور الجذر مع تطبيق شعاع الليزر لمدة (15) ثانية [الشكل (15)].
- أُعيد تطبيق الليزر بنفس الطريقة من الناحية الحنكية للجذر بحيث يكون زمن التطبيق الكلي (60) ثانية للسن الواحد و (360) ثانية [(6) دقائق] للأسنان الستة الأمامية.
- تم تطبيق الليزر في يوم إلصاق الجهاز التقويمي [اليوم (0)] ثم في اليوم الثالث، اليوم السابع، واليوم الرابع عشر من الشهر الأول، وبدءاً من الشهر الثاني طُبِّق الليزر كل (15) يوماً حتى نهاية مرحلة الرصف والتسوية (Doshi-Mehta and Bhad-Patil 2012).

- B. عند مرضى المجموعة الشاهدة: تم تكرار نفس الإجراء السابق وبنفس الزمن ولكن دون تطبيق الليزر منخفض الطاقة، وذلك لمرة واحدة فقط (عند إدخال السلك الأولي)، حيث تمت الاستفادة من مفتاح الأمان للحصول على تأثير الدواء الوهمي Placebo

Effect فيما يتعلق بتقييم الألم عند مرضى المجموعة الشاهدة، فعند وضع مفتاح الأمان يصدر جهاز الليزر منخفض الطاقة صوتاً متقطعاً منتظماً طيلة فترة إصدار شعاع الليزر للدلالة على أن الجهاز يعمل، أما عند عدم وضع مفتاح الأمان فإن الجهاز يصدر صوتاً مفرداً للدلالة على عدم إصدار شعاع الليزر، وبما أن المريض لا يعلم بأي الوضعيتين يعمل الجهاز فقد تم تطبيق الجهاز بنفس الطريقة المتبعة في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ولكن دون وضع مفتاح الأمان وبالتالي عدم إصدار شعاع الليزر. كنتيجة لذلك أيضاً فإن المرضى في كلا المجموعتين كانوا في حالة تعمية Blinded تجاه نوع المعالجة التي يتم تطبيقها لهم، مما يضمن عدم حدوث تحيز للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة عند تسجيل مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية.



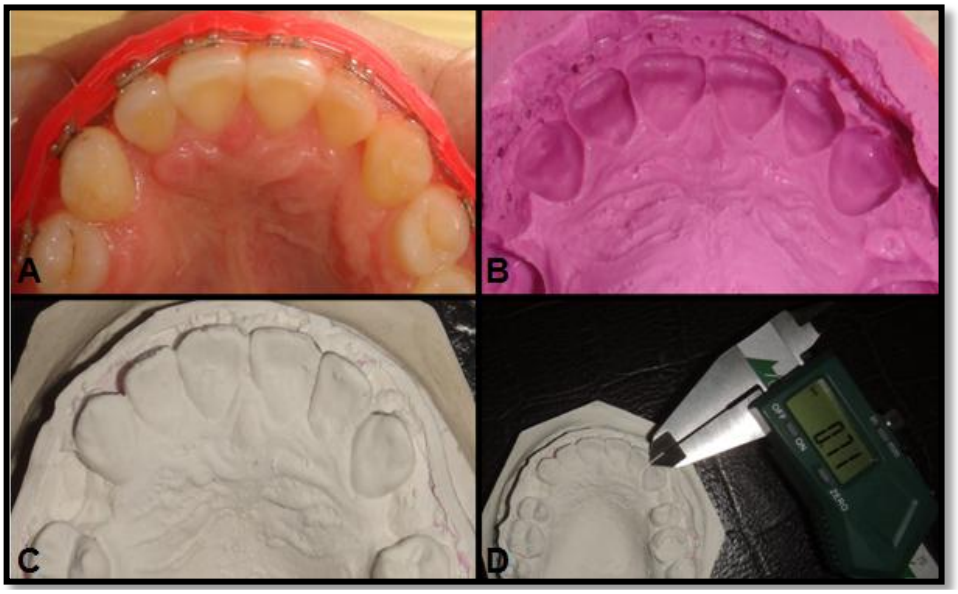
الشكل (15): مثال يوضح نقاط تطبيق جهاز الليزر منخفض الطاقة على جذر الناب العلوي الأيمن:

(A): دهليزي ذروي – (B): دهليزي عنقي – (C): حنكي عنقي – (D): حنكي ذروي

4. مواعيد المتابعة وتبديل الأسلاك خلال المعالجة التقويمية:

- تمت متابعة المريض كل أسبوع بدءاً من جلسة إدخال السلك الأولي وحتى انتهاء مرحلة الرصف والتسوية.
- طُلب من المرضى مراجعة الباحث مباشرة عند حدوث أي انفكاك لأي حاصرة عن السن كي تتم إعادة إلصاقها فوراً.
- تم ربط السلك ضمن شقوق الحاصرات باستخدام أسلاك الربط Ligature Wires، وتم استخدام تسلسل الأسلاك التالي في كلا المجموعتين: سلك مدور من مادة النايتينول Nitinol (NiTi) بقياس "(0.014)، سلك مضلع من مادة الـ NiTi بقياس "(0.016)*(0.016)، سلك مضلع من مادة الـ NiTi بقياس "(0.025)*(0.017)، وأخيراً سلك مضلع من مادة الستانلس ستيل Stainless Steel (S.S.) بقياس "(0.025)*(0.019).
- تم الانتقال من السلك الأولي ["(0.014) NiTi] إلى السلك الثاني [NiTi "(0.016)*(0.016)] فقط عند عدم وجود تحسن أكثر من (0.5) ملم في حركة الأسنان خلال أسبوعين مع كون السلك الأولي حيادياً أو أقرب للحيادي والقدرة على إدخال السلك التالي بشكل كامل ضمن شقوق حاصرات جميع الأسنان العلوية، وكذلك تم الانتقال من السلك الثاني إلى السلك الثالث ومن السلك الثالث إلى السلك الأخير بنفس المعايير.

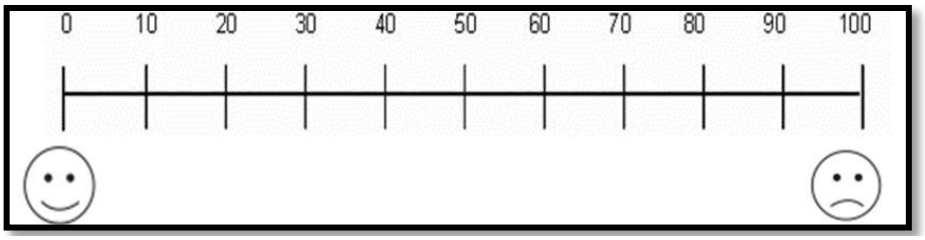
- اعتُبرت مرحلة الرصف والتسوية منتهية عند تحقق الشرطين التاليين: قيمة مشعر ليتل أقل من (1) ملم مما يدل على اكتمال الرصف، وإمكانية إدخال السلك الأخير بشكل حيادي ضمن شقوق حاصرات جميع الأسنان العلوية مما يدل على اكتمال التسوية.
- تم اختيار أربع فترات زمنية لتقييم تقدم المعالجة من خلال أخذ الطبعات وصب الأمثلة الجبسية في المراحل التالية: عند إدخال السلك الأولي (T0)، بعد مرور شهر واحد (T1) وشهرين اثنين (T2) على إدخال السلك الأولي، وعند انتهاء مرحلة الرصف والتسوية (T3). تم أخذ طبعة ألجينات في كل فترة زمنية مدروسة بعد تغطية السلك التقويمي والحاصرات التقويمية بشمع الصف لضمان الحصول على نقاط تماس سليمة بين القواطع. بعد ذلك تم صب طبعة الألجينات وحساب قيمة مشعر ليتل من المثال الجبسي الناتج باستخدام مقياس ثخانة رقمي يتم مسكه بشكل موازٍ لمستوى الإطباق ثم قياس المسافات الخطية الأفقية بين نقاط التماس الأمامية للحصول على قيمة المشعر.



الشكل (16): الإجراءات المتبعة في كل فترة زمنية مدروسة: (A): تغطية السلك التقويمي والحاصرات التقويمية بشمع الصف قبل أخذ طبعة الألجينات – (B): طبعة الألجينات الناتجة – (C): المثال الجبسي الناتج عن صب طبعة الألجينات – (D): حساب مشعر ليتل على المثال الجبسي باستخدام مقياس الثخانة الرقمي

5. <u>استبيان الألم والتقبل:</u>

- بهدف تقييم فعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية وتقبل المريض للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة تم إعطاء المرضى في كلتا المجموعتين الاستبيان الموضح في الملحق رقم (3) مباشرة بعد تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أو المعالجة بالدواء الوهمي.
- يحتوي الاستبيان على مقياس تماثلي بصري Visual Analogue Scale (VAS) وهو عبارة عن مقياس رقمي مدرج من واحد إلى مائة بحيث يضع المريض إشارة (×) عند الرقم الممثل لشدة الألم الذي يشعر به في حال وجوده [من (0): لا يوجد ألم إلى (100): ألم شديد جداً].



الشكل (17): المقياس التماثلي البصري (VAS) المستخدم في الدراسة

- تم تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أو المعالجة بالدواء الوهمي في نفس الفترة الزمنية من اليوم [الساعة (12) ظهراً ± نصف ساعة] لتوحيد فترات تقييم الألم التالية عند جميع المرضى. طُلب من المرضى تقييم الألم في وضعية المضغ من خلال مضغ قطعة من الخبز ثم تسجيل مقدار الألم المرافق إن وُجد. تمت تجربة تسجيل مقدار الألم المرافق من قبل المريض بوجود الطبيب الباحث بعد تطبيق جهاز الليزر منخفض الطاقة في كلتا المجموعتين (التطبيق الفعلي أو الوهمي)، ثم تم تقييم الألم بنفس الطريقة

بعد ساعة واحدة، ست ساعات، يوم واحد، يومين اثنين، وثلاثة أيام على إدخال السلك الأولي.

- احتوى الاستبيان كذلك على بعض الأسئلة التي تقيم تقبل المرضى للإجراء المطبق.
- في حال حدوث ألم شديد لدى المريض سُمِحَ له بأخذ الباراسيتامول فقط كمسكن للألم مع تجنب استخدام أي نوع من الأدوية التي تؤثر على الحركة السنية التقويمية (خاصة مضادات الالتهاب اللاستيروئيدية)، وطُلب من المريض إعلام الطبيب المعالج في حال تناوله للمسكن.

2-6-: المتغيرات الحصيلية المدروسة Outcome Measures:

تمت دراسة عدة متغيرات حصيلية:

- المتغيرات الحصيلية المتعلقة بتسريع الحركة السنية التقويمية:

المتغير الحصيلي الأولي Primary Outcome Measure هو الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية Overall Alignment and Leveling Time، بينما كان المتغير الحصيلي الثانوي Secondary Outcome Measure هو نسبة تحسن الرصف والتسوية Alignment and Leveling Improvement Percentage (ALIP) في كل فترة زمنية مدروسة. تم تقييم الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية من خلال حساب عدد الأيام بين (T0) و (T3)، بينما تم تقييم نسبة تحسن الرصف والتسوية من خلال حساب نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بقسمة مقدار التغير في قيمة مشعر ليتل في

إحدى الفترات الزمنية المدروسة (T1) أو (T2) أو (T3) [والذي يحسب بطرح قيمة مشعر ليتل عند الفترة الزمنية المدروسة من قيمة مشعر ليتل عند (T0)] على قيمة مشعر ليتل عند (T0) مضروباً بـ (100).

نسبة تحسن الرصف والتسوية في كل فترة زمنية مدروسة = (مقدار التغير في قيمة مشعر ليتل في الفترة نفسها ÷ قيمة مشعر ليتل عند إدخال السلك الأولي) × 100

- المتغيرات الحصيلية المتعلقة بالألم المرافق للمعالجة التقويمية وتقبل المريض للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة:

المتغير الحصيلي المدروس هو مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المريض في كل فترة زمنية مدروسة (بعد ساعة واحدة، ست ساعات، يوم واحد، يومين اثنين، وثلاثة أيام) في كل من وضعيتي الراحة والمضغ بعد تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أو المعالجة بالدواء الوهمي. تم تسجيل مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في كل فترة زمنية مدروسة باستخدام استبيان يحتوي على مقياس تماثلي بصري مدرج. كذلك تم الاستقصاء عن درجة تقبّل المريض للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة من حيث الألم والانتباج والشعور بحرق والانزعاج ودرجة سهولة الإجراء برأي المريض وقابلية المريض للخضوع لطريقة المعالجة لمرة ثانية واستعداد المريض لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة من خلال أسئلة تتناول هذه النقاط ضمن الاستبيان.

2-7-: الدراسة الإحصائية Statistical Study:

2-7-1-: فرضيات الدراسة Study Hypothesizes:

1. فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع الحركة السنية التقويمية:

- فرضية العدم (H0): تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أثناء المعالجة التقويمية غير فعال في إنقاص الزمن اللازم لمعالجة الازدحامات في المنطقة الأمامية العلوية وزيادة نسبة تحسن الرصف والتسوية مقارنة مع مجموعة المعالجة التقويمية التقليدية.
- الفرضية البديلة (H1): تطبيق الليزر منخفض الطاقة أثناء المعالجة التقويمية فعال في إنقاص الزمن اللازم لمعالجة الازدحامات في المنطقة الأمامية العلوية وزيادة نسبة تحسن الرصف والتسوية مقارنة مع مجموعة المعالجة التقويمية التقليدية.

2. فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية:

- فرضية العدم (H0): المعالجة بالليزر منخفض الطاقة غير فعالة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية.
- الفرضية البديلة (H1): المعالجة بالليزر منخفض الطاقة فعالة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية.

3. تقبل المرضى للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة:

- فرضية العدم (H0): المعالجة بالليزر منخفض الطاقة غير متقبلة من قبل المرضى.
- الفرضية البديلة (H1): المعالجة بالليزر منخفض الطاقة متقبلة من قبل المرضى.

2-7-2-: تحليل البيانات Data Analysis:

- تم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS النسخة 17.
- تم اعتماد مستوى الثقة (95%) وبالتالي مستوى الدلالة (0.05) لتحديد وجود الفرق الدالّ إحصائياً لكل متغير مدروس.
- في البداية تمت دراسة طبيعية توزع البيانات باستخدام اختبار Kolmogorov-Smirnov، والذي أظهر أن البيانات تتوزع بشكل طبيعي فيما يتعلق بكل من تسريع الحركة السنية التقويمية والألم المرافق للمعالجة التقويمية، وبالتالي تم استخدام الاختبارات المعلمية لكل متغير كمي مستمر مدروس في تحليل بيانات الدراسة.
- تم استخدام الاختبارات الإحصائية التالية:

- دراسة دلالة الفروق في متوسط الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية لكلا المجموعتين: اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة (Independent T-Test).
- دراسة دلالة الفروق في متوسطات نسبة تحسن الرصف والتسوية بين كل فترة من الفترات الزمنية المدروسة ضمن المجموعة الواحدة: اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة (Paired T-Test).
- دراسة دلالة الفروق في متوسطات نسبة تحسن الرصف والتسوية بين كل فترة من الفترات الزمنية المدروسة في مجموعة الليزر منخفض الطاقة مع نظيرتها من المجموعة الشاهدة: اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة (Independent T-Test).

- دراسة دلالة الفروق في متوسطات معدل الألم بين كل فترة من الفترات الزمنية المدروسة ضمن المجموعة الواحدة: اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة (Paired T-Test).
- دراسة دلالة الفروق في متوسطات معدل الألم بين كل فترة من الفترات الزمنية المدروسة في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة مع نظيرتها من مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي: اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة (Independent T-Test).
- دراسة حالة مشعر ليتل ودراسة دلالة الفروق بين المتوسطات في أسئلة الاستبيان ذات المتغيرات الفئوية الإثنانية Binary والمتغيرات الفئوية غير المرتبة: اختبار كاي مربع (Chi-Square Test).
- دراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي: اختبار مان ويتني U (Mann-Whitney U Test).

- **<u>دراسة موثوقية القياس وخطأ القياس:</u>**

- تم اختيار <u>عشرة</u> أمثلة جبسية من الأمثلة الناتجة بعد شهر واحد من إدخال السلك الأولي [أمثلة الفترة الزمنية (T1)] بشكل عشوائي وإعادة قياس قيم مشعر ليتل بفاصل شهر واحد بين القراءتين الأولى والثانية.

- تم تحديد مدى موثوقية قياس الباحث Intraexaminar Reliability باستخدام اختبار معامل الارتباط البيني Intraclass Correlation Coefficient (ICC).
- تمت دراسة موثوقية قياس قيم مشعر ليتل باستخدام اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة (Paired T-Test).
- تمت دراسة خطأ قياس قيم مشعر ليتل بطريقة دالبرغ بالاعتماد على صيغة دالبرغ:

$$Se = \sqrt{\sum d^2/2n},$$

حيث:

$\sqrt{\sum d^2}$: مجموع مربعات الفروق بين الأزواج المقاسة.

n: عدد القياسات المعادة.

الباب الثالث:

النتائج

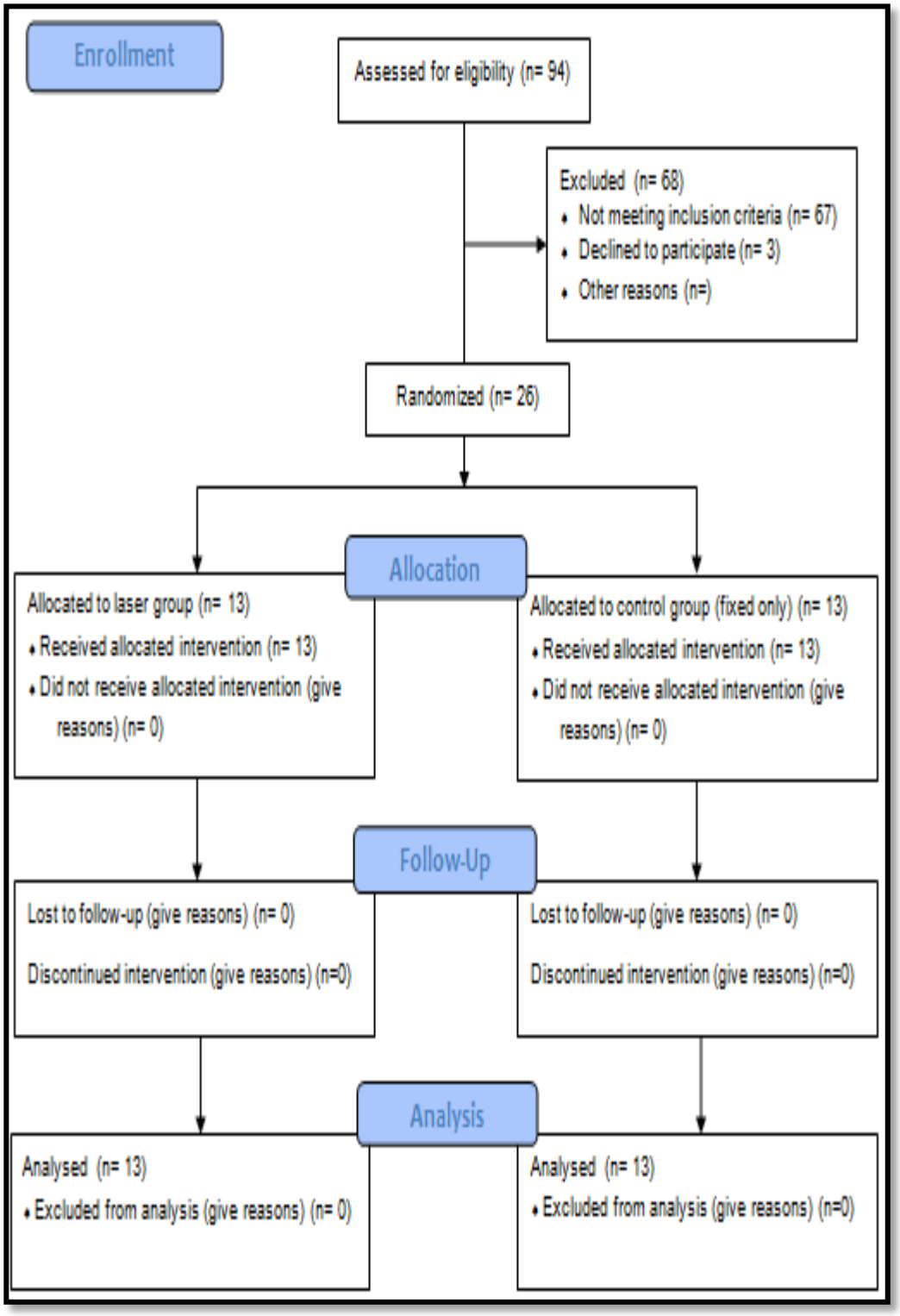
Results

3-: النتائج Results:

3-1-: وصف عينة الدراسة Sample Description:

3-1-1-: متابعة المرضى خلال مراحل الدراسة Patients' Flow Throughout The Study:

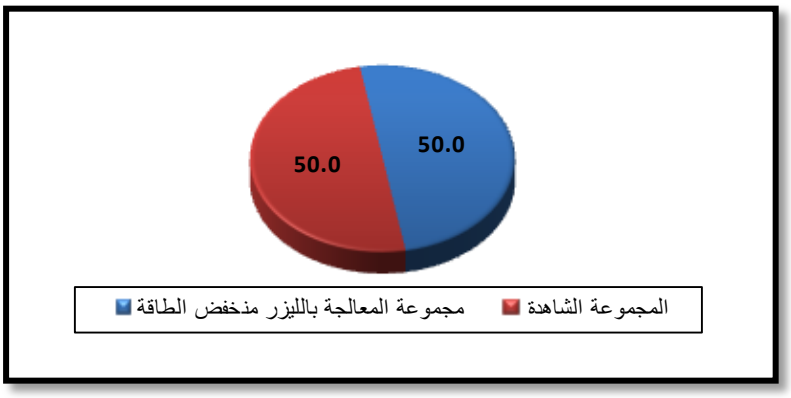
يوضح الشكل (17) مخطط متابعة المرضى خلال مراحل الدراسة. في البداية تم إجراء الفحص السريري لـ (94) مريضاً لديهم ازدحام في القواطع العلوية، بعد ذلك تم استبعاد (68) مريضاً إما لعدم موافقتهم لمعايير التضمين والاستبعاد أو بسبب رفضهم قبول المشاركة في الدراسة، بحيث أصبح العدد النهائي للمرضى المشاركين في الدراسة (26) مريضاً تم توزيعهم عشوائياً إلى مجموعتين: (13) مريضاً إلى مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة و (13) مريضاً إلى المجموعة الشاهدة. لم يتخلف أي مريض عن إكمال الدراسة وتم إجراء المراحل السريرية مع جلسات المتابعة كاملة لجميع المرضى في المجموعتين، وبالتالي أُجرِيَ تحليل البيانات بعد انتهاء المعالجة لجميع المرضى المشمولين في الدراسة.



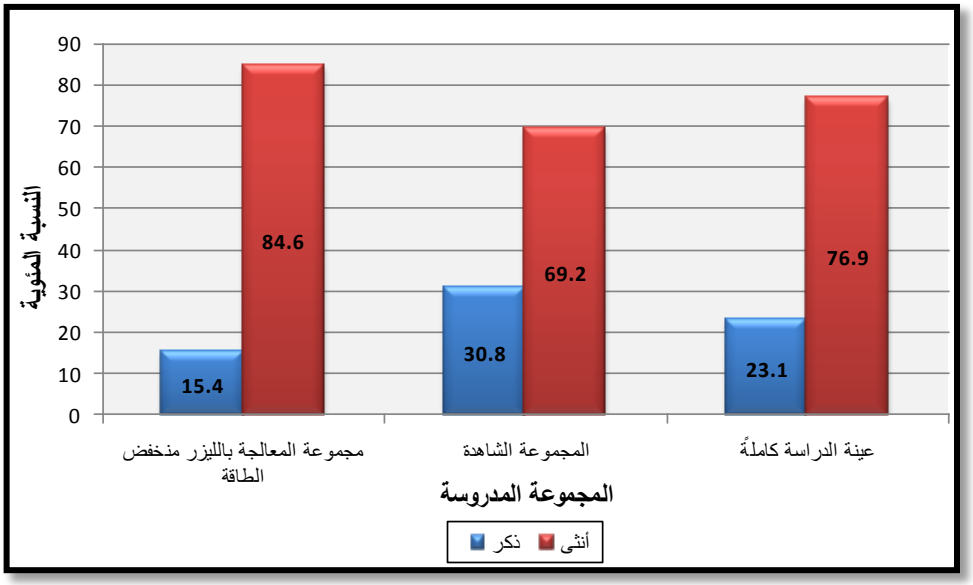
الشكل (17): مخطط متابعة المرضى خلال مراحل الدراسة

3-1-2-: الإحصاء الوصفي لعينة الدراسة Sample Descriptive Statistics:

تألفت عينة الدراسة من (26) مريضاً تم توزيعهم عشوائياً إلى إحدى مجموعتين: (13) مريضاً ضمن مجموعة الليزر منخفض الطاقة و (13) مريضاً ضمن المجموعة الشاهدة [المخطط (1)]. بلغ عدد المرضى الذكور (6) مرضى بينما كان عدد الإناث (20) أنثى [المخطط (2)]. تراوحت أعمار المرضى بين (16) و (24) سنة بعمر وسطي (20.07 ± 3.13) سنة [الجدول (6)]، فيما بلغ متوسط قيمة مشعر ليتل (9.86 ± 2.15) ملم [الجدول (7)].



المخطط (1): النسبة المئوية لتوزع عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة



المخطط (2): النسبة المئوية لتوزع عينة الدراسة وفقاً لجنس المريض والمجموعة المدروسة

الجدول (6): المتوسط الحسابي لأعمار مرضى عينة الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة

المجموعة المدروسة	عدد المرضى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	16	24	18.53	2.9
المجموعة الشاهدة	13	16	24	21.61	2.63
عينة الدراسة كاملة	26	16	24	20.07	3.13

الجدول (7): المتوسط الحسابي لقيمة مشعر ليتل عند بدء الدراسة وفقاً للمجموعة المدروسة

المجموعة المدروسة	عدد المرضى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	7.04	11.83	8.91	1.57
المجموعة الشاهدة	13	7.07	14.88	10.80	2.29
عينة الدراسة كاملة	26	7.04	14.88	9.86	2.15

3-2-: دراسة موثوقية القياس وخطأ القياس:

3-2-1-: دراسة موثوقية قياس قيم مشعر ليتل بطريقة حساب قيمة معامل الارتباط البيني بين القراءتين الأولى والثانية:

تم حساب قيمة معامل الثبات ألفا كرونباخ وقيمة معامل الارتباط البيني (ICC) لدراسة طبيعة العلاقة ومدى التوافق في قيم مشعر ليتل (بالملم) بعد شهر واحد بين القراءتين الأولى والثانية كما يلي:

الجدول (8): نتائج حساب قيمة معامل الارتباط البيني (ICC) لدراسة طبيعة العلاقة ومدى التوافق في قيم مشعر ليتل بعد شهر واحد بين القراءتين الأولى والثانية

المتغير المدروس	عدد المرضى	قيمة معامل الثبات ألفا كرونباخ	درجة الانسجام الداخلي	قيمة معامل الارتباط البيني (ICC)	قيمة مستوى الدلالة	دلالة التوافق	درجة التوافق	قبول القياسات
مشعر ليتل بعد شهر واحد	10	0.999	قوية	0.998	0.000	يوجد توافق دال	ممتازة	مقبول

يبين الجدول (8) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) يوجد توافق ذو دلالة إحصائية بين القراءتين الأولى والثانية في قيم مشعر ليتل، ويُلاحظ أن كلاً من قيمة معامل الثبات ألفا كرونباخ وقيمة معامل الارتباط البيني (ICC) كانت مرتفعة نسبياً وقريبة من الواحد الصحيح مما يعني ثبات القيم في القراءتين الأولى والثانية لمشعر ليتل بعد شهر واحد وبالتالي يمكن الاكتفاء بقراءة واحدة لتحديد قيمة مشعر ليتل المقاسة في هذه الدراسة.

3-2-2-: دراسة موثوقية قياس قيم مشعر ليتل بطريقة دراسة دلالة الفروق بين القراءتين الأولى والثانية:

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مشعر ليتل (بالملم) بعد شهر واحد بين القراءتين الأولى والثانية كما يلي:

الجدول (9): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مشعر ليتل بعد شهر واحد بين القراءتين الأولى والثانية

المتغير المدروس	عدد المرضى	متوسط القراءة الأولى	الانحراف المعياري للقراءة الأولى	متوسط القراءة الثانية	الانحراف المعياري للقراءة الثانية	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مشعر ليتل بعد شهر واحد	10	4.90	2.83	4.90	2.76	0	1.000	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول (9) أن جميع قيم مستوى الدلالة كانت أكبر بكثير من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط قيم مشعر ليتل بعد شهر واحد في كل من القراءة الأولى والقراءة الثانية، وبالتالي يمكن الاكتفاء بقراءة واحدة لتحديد قيمة مشعر ليتل المقاسة في هذه الدراسة.

3-2-3-: دراسة خطأ قياس قيم مشعر ليتل بطريقة دالبرغ:

الجدول (10): نتائج حساب قيم متوسط خطأ القياس ونسبة خطأ القياس بطريقة دالبرغ لقيم مشعر ليتل بعد شهر واحد في كل من القراءة الأولى والقراءة الثانية

المتغير المدروس	عدد المرضى	متوسط القراءة الأولى	متوسط القراءة الثانية	متوسط متوسطي القراءتين	مجموع مربعات الفروق بين القراءتين	متوسط خطأ القياس لدالبرغ	نسبة خطأ القياس لدالبرغ (%)	قبول خطأ القياس
مشعر ليتل بعد شهر واحد	10	4.90	4.90	4.90	0.38	0.14	2.82	مقبول

يبين الجدول (10) أن جميع قيم نسبة الخطأ المحسوبة لدالبرغ كانت أقل من (5%) وبالتالي نقبل نسبة خطأ القياس ونقرر الاكتفاء بقراءة واحدة لتحديد قيمة مشعر ليتل المقاسة في هذه الدراسة.

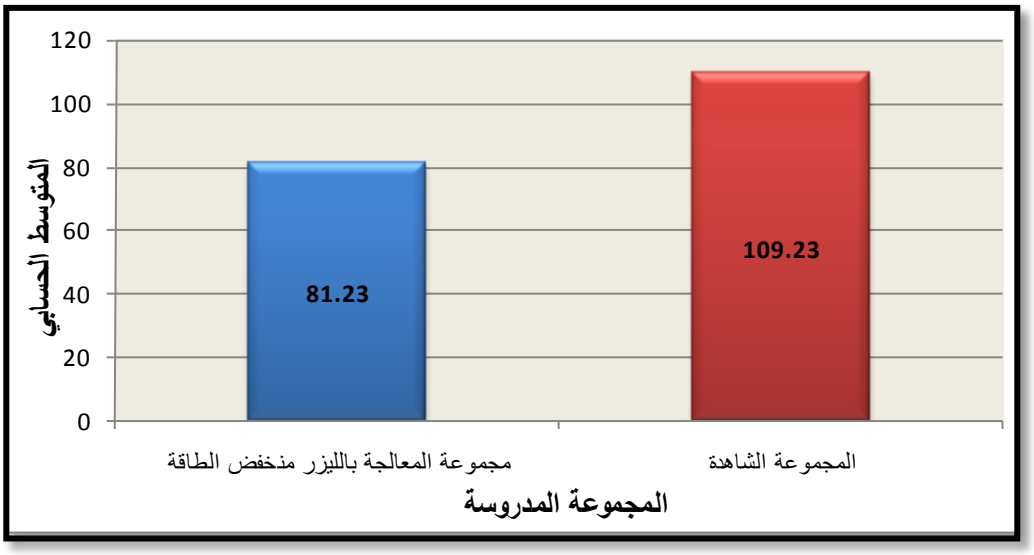
3-3-: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية:

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية (بالأيام) بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة كما يلي:

الجدول (11): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة

المتغير المدروس	المجموعة المدروسة	عدد المرضى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	81.23	15.29	57	106	28.00	4.842	0.000	توجد فروق دالة
	المجموعة الشاهدة	13	109.23	14.18	85	141				

يُلاحظ في الجدول (11) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة (0.05) مهما كان المتغير المدروس، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة، وبالتالي نستنتج أن المعالجة بالليزر منخفض الطاقة قد أنقصت الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بشكل دالٍّ إحصائياً مقارنة مع المجموعة الشاهدة [المخطط (3)].



المخطط (13): المتوسط الحسابي للزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية وفقاً للمجموعة المدروسة

3-4-: دراسة قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

3-4-1-: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

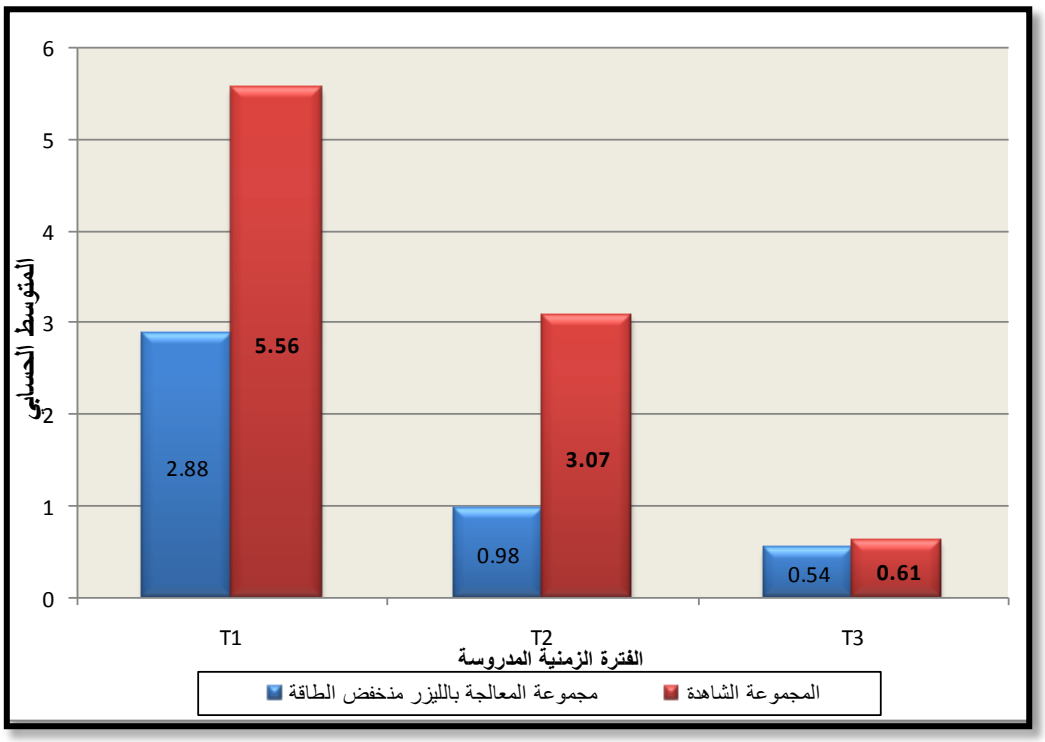
تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيمة مشعر ليتل (بالملم) بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول (12): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيمة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

المتغير المدروس = قيمة مشعر ليتل										
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
T1	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	2.88	1.79	0.27	5.64	2.68	3.325	0.003	**توجد فروق دالة**
	المجموعة الشاهدة	13	5.56	2.29	1.98	9.36				
T2	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	0.98	0.73	0	2.42	2.09	3.631	0.001	**توجد فروق دالة**
	المجموعة الشاهدة	13	3.07	1.94	0.76	8.18				
T3	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	0.54	0.35	0	0.98	0.08	0.633	0.533	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الشاهدة	13	0.61	0.28	0.13	0.98				

- يُلاحظ في الجدول (12) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة (0.05) في كل من الفترتين الزمنيتين (T1، T2)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قيمة مشعر ليتل بعد شهر واحد وبعد شهرين اثنين من إدخال السلك الأولي بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة، وبالتالي نستنتج أن المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أنقصت قيمة مشعر ليتل بشكل دالٍ إحصائياً بعد شهر واحد وبعد شهرين اثنين من إدخال السلك الأولي مقارنة مع المجموعة الشاهدة.
- أما في الفترة الزمنية (T3) فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في

متوسط قيمة مشعر ليتل في نهاية مرحلة الرصف والتسوية بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة [المخطط (4)].



المخطط (4): المتوسط الحسابي لقيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

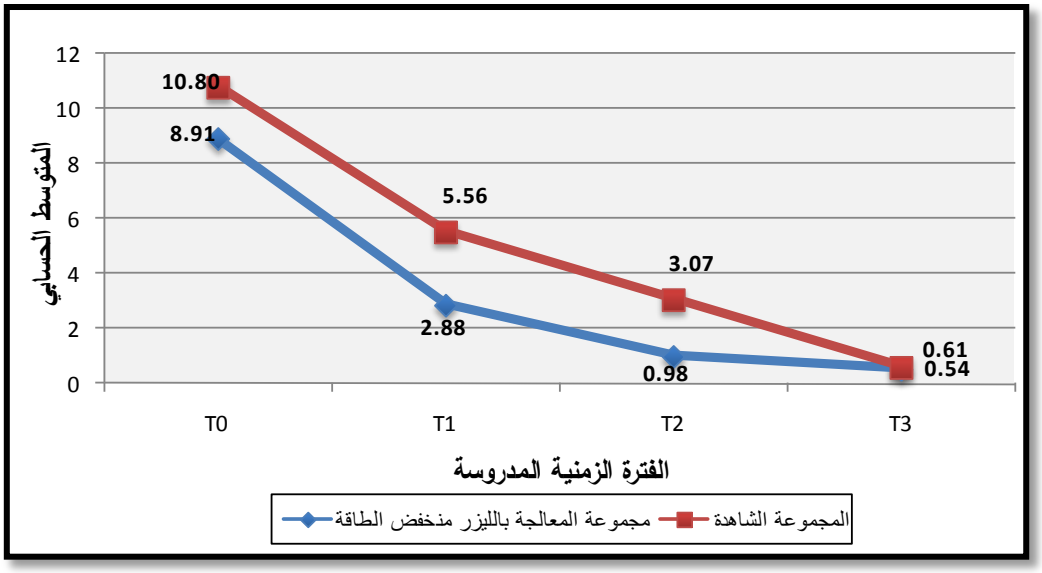
3-4-2: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على قيمة مشعر ليتل ضمن كل مجموعة بين الفترات الزمنية المدروسة:

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيمة مشعر ليتل (بالملم) بين الفترات الزمنية الأربع المدروسة (عند إدخال السلك الأولي، بعد شهر واحد، بعد شهرين اثنين، في نهاية مرحلة الرصف والتسوية) وفقاً للمجموعة المدروسة كما يلي:

الجدول (13): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيمة مشعر ليتل بين الفترات الزمنية الأربع المدروسة (عند إدخال السلك الأولي، بعد شهر واحد، بعد شهرين اثنين، في نهاية مرحلة الرصف والتسوية) وفقاً للمجموعة المدروسة

المجموعة المدروسة	مقارنة قيمة مشعر ليتل بين الفترتين	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	T1 – T0	6.03	21.074	0.000	توجد فروق دالة
	T2 – T1	1.90	4.771	0.000	توجد فروق دالة
	T3 – T2	0.45	3.270	0.007	توجد فروق دالة
	T3 – T0	8.37	22.058	0.000	توجد فروق دالة
المجموعة الشاهدة	T1 – T0	5.24	9.659	0.000	توجد فروق دالة
	T2 – T1	2.49	5.511	0.000	توجد فروق دالة
	T3 – T2	2.46	4.853	0.000	توجد فروق دالة
	T3 – T0	10.19	16.478	0.000	توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول (13) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة (0.05) بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قيمة مشعر ليتل بين الفترات الزمنية الأربع المدروسة (عند إدخال السلك الأولي، بعد شهر واحد، بعد شهرين اثنين، في نهاية مرحلة الرصف والتسوية)، وبالتالي نستنتج أن قيمة مشعر ليتل قد تناقصت بتزايد الفترة الزمنية المدروسة مهما كانت الفترات الزمنية المدروسة [المخطط (5)].



المخطط (5): مخطط خطي للمتوسط الحسابي لقيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

3-5-: دراسة تأثير المعالجة المطبقة على نسبة تحسن الرصف والتسوية (نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل) وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

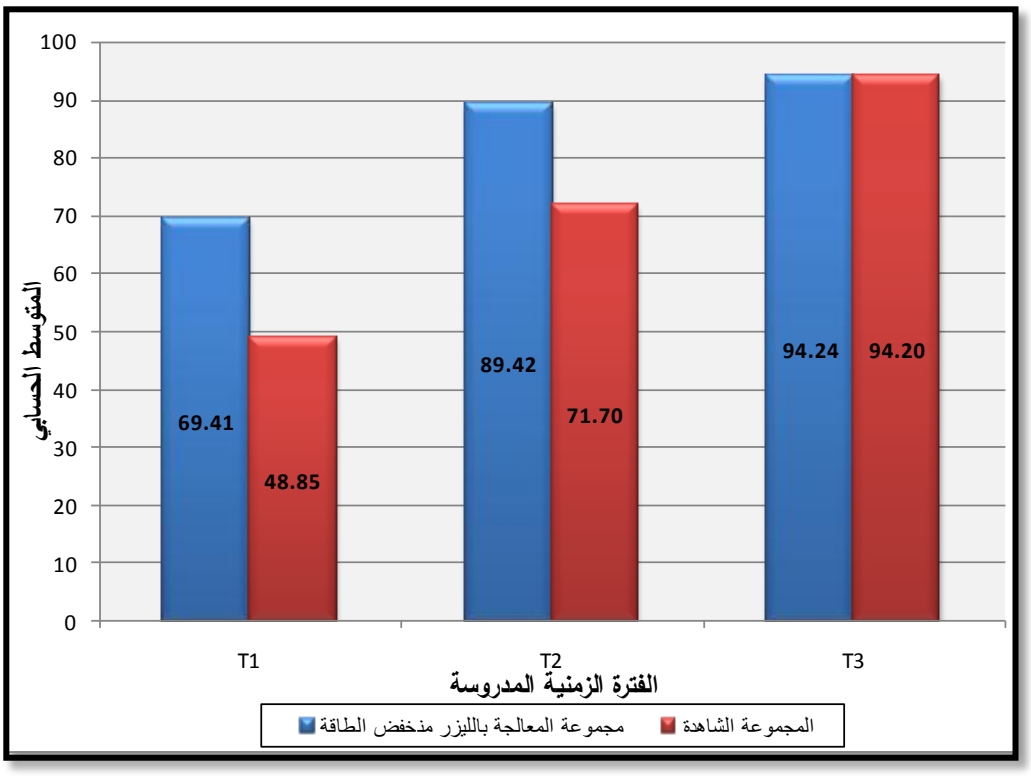
تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل (%) بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول (14): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

المتغير المدروس = نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل										
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
T1	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	69.41	15.45	96.2	47.7	20.55	3.222	0.004	**توجد فروق دالة**
	المجموعة الشاهدة	13	48.85	17.04	79.5	23.8				
T2	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	89.42	7.16	100	78	17.72	3.611	0.001	**توجد فروق دالة**
	المجموعة الشاهدة	13	71.70	16.18	92.9	31.4				
T3	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	94.24	3.65	100	87.6	0.04	0.034	0.973	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الشاهدة	13	94.20	2.81	98.5	89.1				

- يُلاحظ في الجدول (14) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة (0.05) في كل من الفترتين الزمنيتين (T1، T2)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بعد شهر واحد وبعد شهرين اثنين من إدخال السلك الأولي بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة، وبالتالي نستنتج أن المعالجة بالليزر منخفض الطاقة قد زادت من نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بشكل دالٍّ إحصائياً بعد شهر واحد وبعد شهرين اثنين من إدخال السلك الأولي مقارنة مع المجموعة الشاهدة.
- أما في الفترة الزمنية (T3) فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في

متوسط نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل في نهاية مرحلة الرصف والتسوية بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة [المخطط (6)].



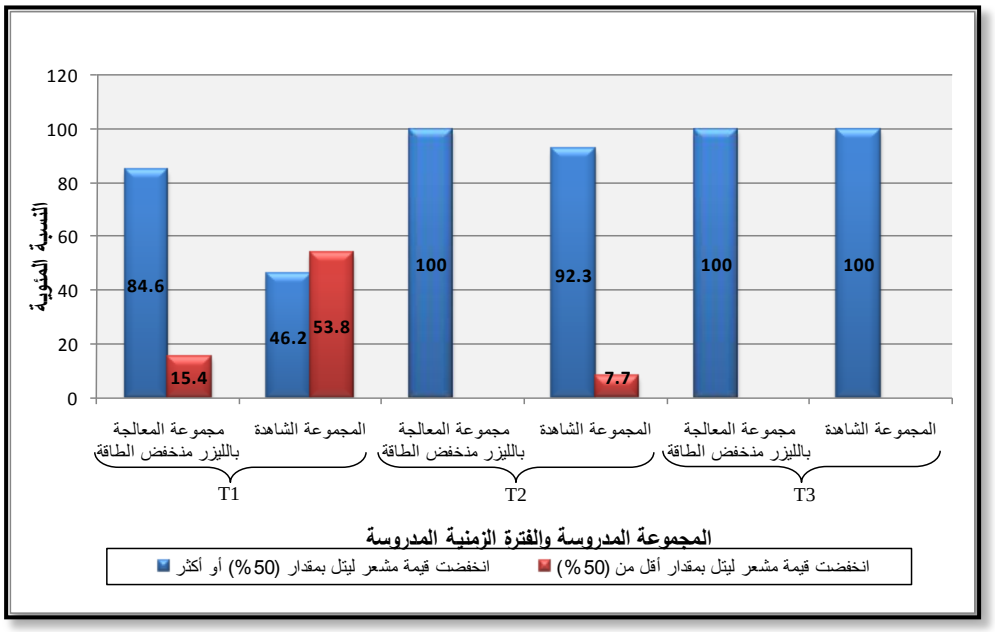
المخطط (6): المتوسط الحسابي لنسبة التغير في قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

3-6-: دراسة حالة مشعر ليتل في مجموعتي الدراسة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

3-6-1-: نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل أقل من (50%)] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة:

الجدول (15): نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل أقل من (50%)] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى			النسبة المئوية		
		انخفضت قيمة مشعر ليتل بمقدار (50%) أو أكثر	انخفضت قيمة مشعر ليتل بمقدار أقل من (50%)	المجموع	انخفضت قيمة مشعر ليتل بمقدار (50%) أو أكثر	انخفضت قيمة مشعر ليتل بمقدار أقل من (50%)	المجموع
T1	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	11	2	13	84.6	15.4	100
	المجموعة الشاهدة	6	7	13	46.2	53.8	100
T2	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	0	13	100	0	100
	المجموعة الشاهدة	12	1	13	92.3	7.7	100
T3	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	0	13	100	0	100
	المجموعة الشاهدة	13	0	13	100	0	100



المخطط (7): النسبة المئوية لنتائج تحديد حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

3-6-2-: دراسة تأثير المجموعة المدروسة في حالة مشعر ليتل [المعيار: نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل أقل من (50%)] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول (1): نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

المتغيران المدروسان = حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل × المجموعة المدروسة					
الفترة الزمنية المدروسة	عدد المرضى	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
T1	26	4.248	1	0.039	**توجد فروق دالة**
T2	26	1.040	1	0.308	لا توجد فروق دالة

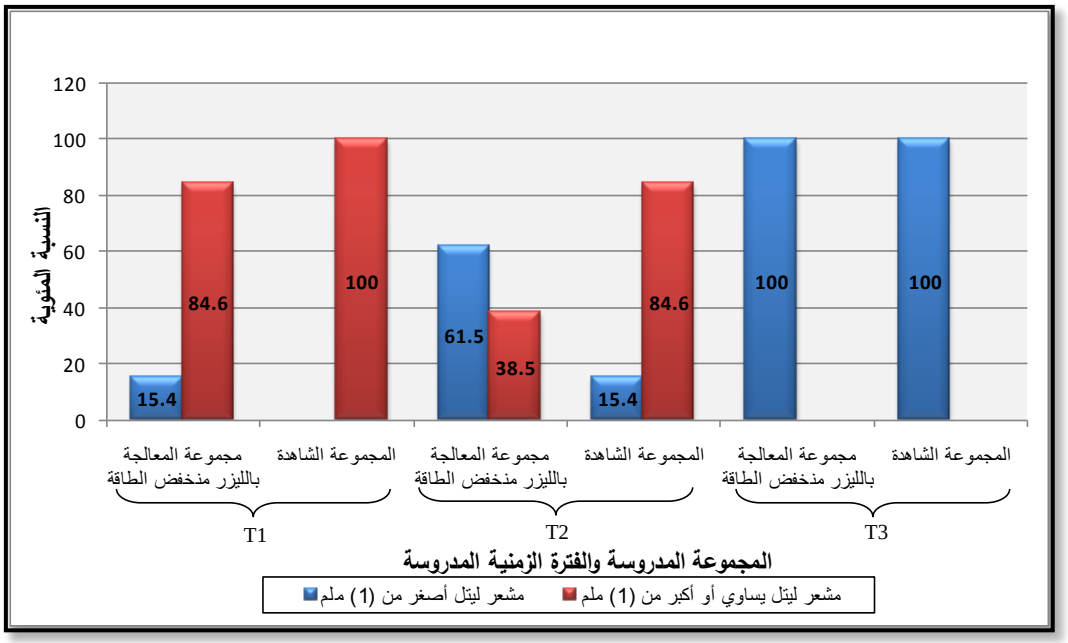
- يُلاحظ في الجدول (16) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة (0.05) في الفترة الزمنية (T1)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بعد شهر واحد من إدخال السلك الأولي بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة، أما في الفترة الزمنية (T2) فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل بعد شهرين اثنين من إدخال السلك الأولي بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة.

- لم يتم حساب قيمة كاي مربع في الفترة الزمنية (T3) لأن جميع الحالات في نهاية مرحلة الرصف والتسوية انخفضت قيمة مشعر ليتل فيها إلى (50%) أو أقل مهما كانت المجموعة المدروسة، وبالتالي لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة نسبة التغير في قيمة مشعر ليتل في نهاية مرحلة الرصف والتسوية بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة.

3-6-3-: نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: مشعر ليتل أصغر من (1) ملم] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة:

الجدول (17): نتائج مراقبة حالة مشعر ليتل [المعيار: مشعر ليتل أصغر من (1) ملم] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى			النسبة المئوية		
		مشعر ليتل أصغر من (1) ملم	مشعر ليتل يساوي أو أكبر من (1) ملم	المجموع	مشعر ليتل أصغر من (1) ملم	مشعر ليتل يساوي أو أكبر من (1) ملم	المجموع
T1	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	2	11	13	15.4	84.6	100
	المجموعة الشاهدة	0	13	13	0	100	100
T2	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	8	5	13	61.5	38.5	100
	المجموعة الشاهدة	2	11	13	15.4	84.6	100
T3	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	0	13	100	0	100
	المجموعة الشاهدة	13	0	13	100	0	100



المخطط2 (8): النسبة المئوية لحالة مشعر ليتل وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

3-6-4-: دراسة تأثير المجموعة المدروسة في حالة مشعر ليتل [المعيار: مشعر ليتل أصغر من (1) ملم] وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول (18): نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات حالة مشعر ليتل بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

المتغيران المدروسان = حالة مشعر ليتل × المجموعة المدروسة					
الفترة الزمنية المدروسة	عدد المرضى	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
T1	26	2.167	1	0.141	لا توجد فروق دالة
T2	26	5.850	1	0.016	**توجد فروق دالة**

- يُلاحظ في الجدول (18) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة (0.05) في الفترة الزمنية (T2)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة مشعر ليتل بعد شهرين اثنين من إدخال السلك الأولي بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة، أما في الفترة الزمنية (T1) فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة مشعر ليتل بعد شهر واحد من إدخال السلك الأولي بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة.
- لم يتم حساب قيم كاي مربع في الفترة الزمنية (T3) لأن جميع الحالات في نهاية مرحلة الرصف والتسوية كانت فيها قيمة مشعر ليتل أصغر من (1) ملم مهما كانت المجموعة المدروسة، وبالتالي لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حالة مشعر ليتل في نهاية مرحلة الرصف والتسوية بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة.

3-7-: دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه:

3-7-1-: دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية الراحة:

- **دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية الراحة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

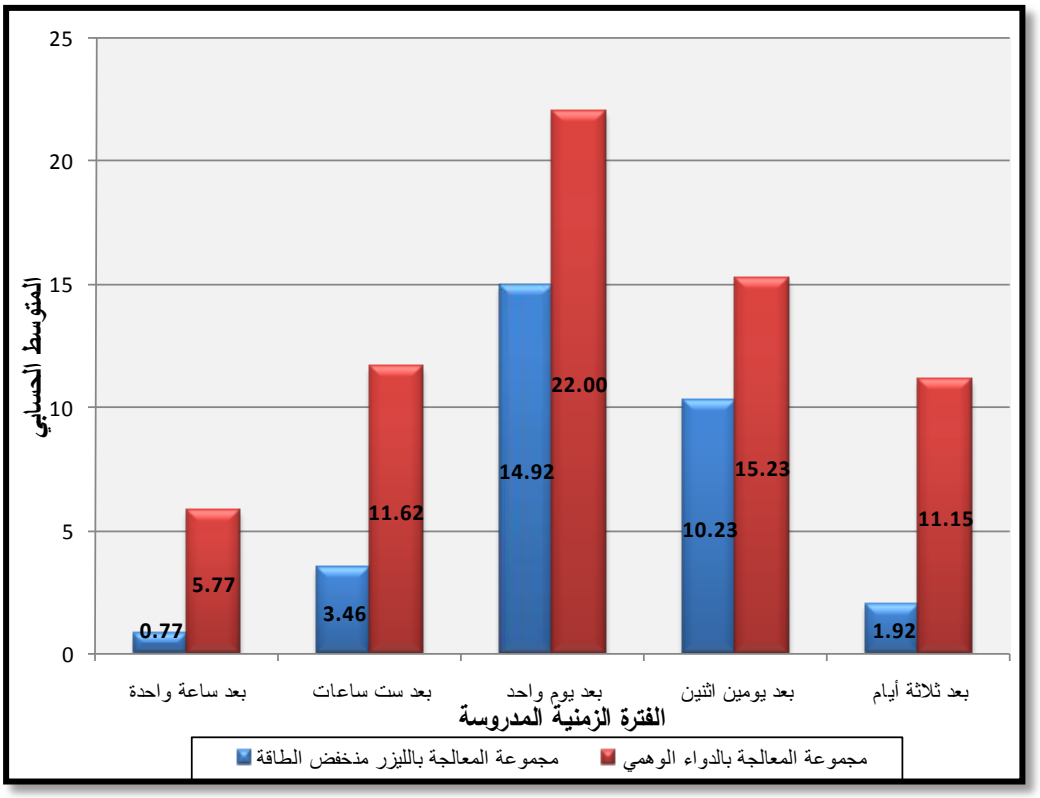
تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية الراحة بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول (219): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية الراحة بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

المتغير المدروس = مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة										
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد ساعة واحدة	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	0.77	2.77	0	10	-5.00	-1.814	0.082	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	5.77	9.54	0	25				

المتغير المدروس = مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة										
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد ست ساعات	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	3.46	6.89	0	20	-8.15	-1.960	0.062	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	11.62	13.33	0	40				
بعد يوم واحد	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	14.92	12.49	0	30	-7.08	-0.934	0.359	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	22.00	24.29	0	75				
بعد يومين اثنين	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	10.23	9.98	0	28	-5.00	-0.775	0.446	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	15.23	21.01	0	75				
بعد ثلاثة أيام	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	1.92	3.84	0	10	-9.23	-1.751	0.093	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	11.15	18.61	0	65				

يُلاحظ في الجدول (19) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة (0.05) مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام) [المخطط (9)].



المخطط (9): المتوسط الحسابي لمقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

- **دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية الراحة بين الفترات الزمنية المدروسة:**

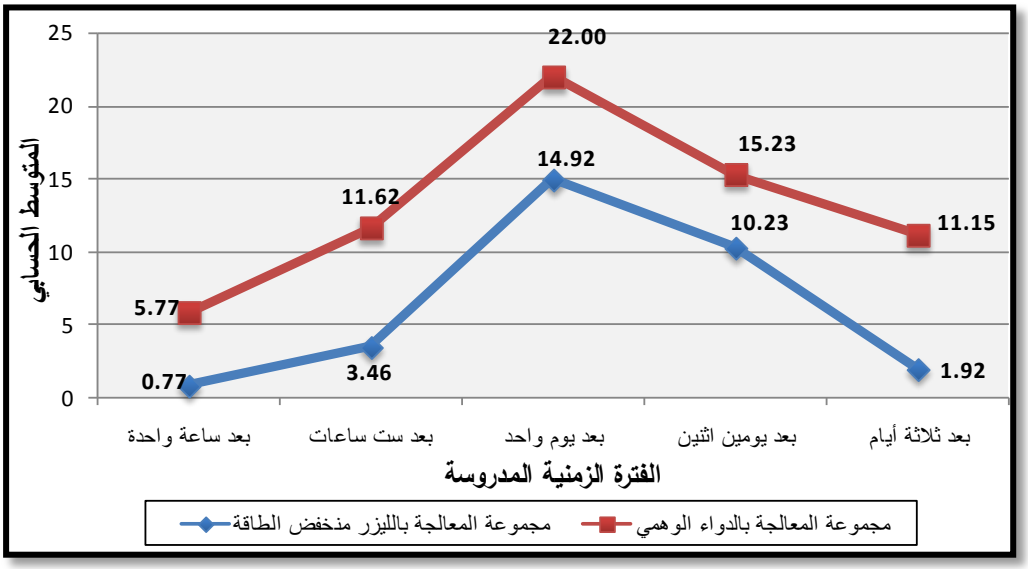
تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية الراحة بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام) كما يلي:

الجدول (20): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية الراحة بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام)

المجموعة المدروسة	مقارنة قيم مقدار الألم في وضعية الراحة بين الفترتين	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	بعد ساعة واحدة - بعد ست ساعات	2.69	1.460	0.170	لا توجد فروق دالة
	بعد ست ساعات - بعد يوم واحد	11.46	2.908	0.013	**توجد فروق دالة**
	بعد يوم واحد - بعد يومين اثنين	-4.69	-3.213	0.007	**توجد فروق دالة**
	بعد يومين اثنين - بعد ثلاثة أيام	-8.31	-3.488	0.004	**توجد فروق دالة**
مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	بعد ساعة واحدة - بعد ست ساعات	5.85	2.830	0.015	**توجد فروق دالة**
	بعد ست ساعات - بعد يوم واحد	10.38	1.832	0.092	لا توجد فروق دالة
	بعد يوم واحد - بعد يومين اثنين	-6.77	-1.276	0.226	لا توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد ثلاثة أيام	-4.08	-2.294	0.041	**توجد فروق دالة**

يُلاحظ في الجدول (20) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة (0.05) عند مقارنة متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة بين الفترات الزمنية [(بعد ست ساعات – بعد يوم واحد)، (بعد يوم واحد – بعد يومين اثنين)، (بعد يومين اثنين – بعد ثلاثة أيام)]، وعند المقارنة بين الفترتين الزمنيتين (بعد ساعة واحدة – بعد ست ساعات) وبين الفترتين الزمنيتين (بعد يومين اثنين – بعد ثلاثة أيام) في مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة بين الفترات الزمنية المذكورة، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات

نستنتج أن قيم مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة في الفترة الزمنية (بعد يوم واحد) كانت أكبر منها في الفترة الزمنية (بعد ساعة واحدة)، وفي الفترة الزمنية (بعد يومين اثنين) كانت أصغر منها في الفترة الزمنية (بعد يوم واحد)، وفي الفترة الزمنية (بعد يومين اثنين) كانت أصغر منها في الفترة الزمنية (بعد ثلاثة أيام) في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة، ونستنتج أيضاً أن قيم مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة في الفترة الزمنية (بعد يوم واحد) كانت أكبر منها في الفترة الزمنية (بعد ساعة واحدة)، وفي الفترة الزمنية (بعد ثلاثة أيام) كانت أصغر منها في الفترة الزمنية (بعد يومين اثنين) في مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي، أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة بين الفترات الزمنية المعنية [المخطط (10)].



المخطط (10): مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية الراحة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

3-7-2-: دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية المضغ:

- **دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل من قبل المرضى وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية المضغ وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية المضغ بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

الجدول (21): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية وتأثير المعالجة المطبقة عليه في وضعية المضغ بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

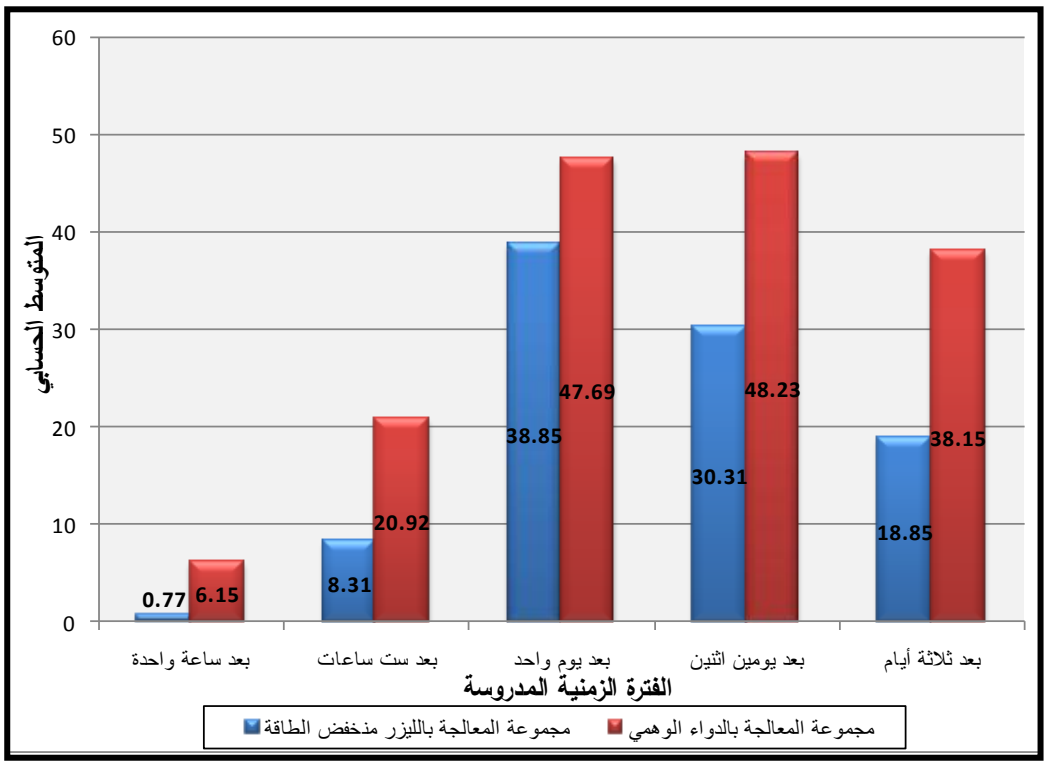
المتغير المدروس = مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ									
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد ساعة واحدة	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	0.77	2.77	0	10	-5.38	-1.983	0.059	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	6.15	9.39	0	25				
بعد ست ساعات	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	8.31	11.45	0	30	-12.62	-1.825	0.081	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	20.92	22.14	0	70				
بعد يوم واحد	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	38.85	25.59	0	80	-8.85	-0.840	0.409	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	47.69	28.07	5	90				

المتغير المدروس = مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ									
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	عدد المرضى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد يومين اثنين	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	30.31	20.24	0	60	-17.92	-1.887	0.071	لا توجد فروق دالة
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	48.23	27.63	8	90				
بعد ثلاثة أيام	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	18.85	13.45	0	40	-19.31	-2.303	0.030	**توجد فروق دالة**
	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	38.15	27.07	5	90				

- يُلاحظ في الجدول (21) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة (0.05) بعد ثلاثة أيام، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ بعد ثلاثة أيام بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي، وبما أن الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسطين سالبة نستنتج أن قيمة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ بعد ثلاثة أيام في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة كانت أصغر منها في مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي.

- أما بالنسبة لباقي الفترات الزمنية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي في كل من الفترات

الزمنية المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام) [المخطط (11)].



المخطط (11): المتوسط الحسابي لمقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

- **دراسة مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية المضغ بين الفترات الزمنية المدروسة:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام)، وذلك وفقاً للمجموعة المدروسة كما يلي:

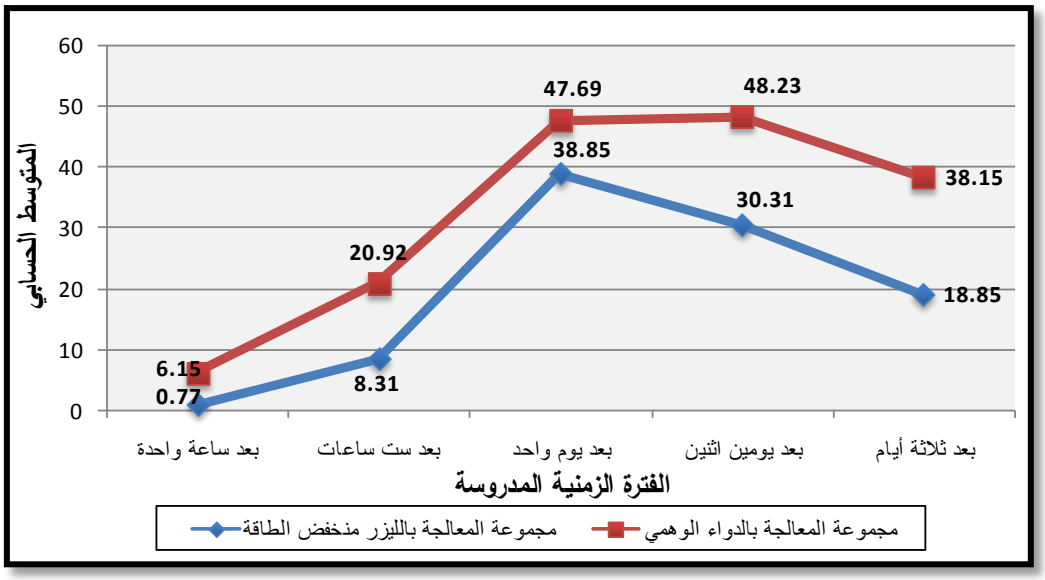
الجدول (22): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية المسجل ضمن كل مجموعة في وضعية المضغ بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ساعة واحدة، بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام)

المجموعة المدروسة	مقارنة قيم مقدار الألم في وضعية المضغ بين الفترتين	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	بعد ساعة واحدة - بعد ست ساعات	7.54	2.683	0.020	**توجد فروق دالة**
	بعد ست ساعات - بعد يوم واحد	30.54	3.966	0.002	**توجد فروق دالة**
	بعد يوم واحد - بعد يومين اثنين	-8.54	-2.418	0.032	**توجد فروق دالة**
	بعد يومين اثنين - بعد ثلاثة أيام	-11.46	-2.942	0.012	**توجد فروق دالة**
مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	بعد ساعة واحدة - بعد ست ساعات	14.77	2.775	0.017	**توجد فروق دالة**
	بعد ست ساعات - بعد يوم واحد	26.77	3.482	0.005	**توجد فروق دالة**
	بعد يوم واحد - بعد يومين اثنين	0.54	0.125	0.902	لا توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد ثلاثة أيام	-10.08	-1.791	0.099	لا توجد فروق دالة

- يُلاحظ في الجدول (22) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة (0.05) عند المقارنة في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ بين الفترتين الزمنيتين (بعد يوم واحد – بعد يومين اثنين) و بين الفترتين الزمنيتين (بعد يومين اثنين – بعد ثلاثة أيام) في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ بين الفترات الزمنية المذكورة.

- أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر

من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ بين الفترات الزمنية المعنية، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ في كل من الفترات الزمنية (بعد ست ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام) كانت أكبر منها في الفترة الزمنية (بعد ساعة واحدة)، وفي الفترة الزمنية (بعد يوم واحد) كانت أكبر منها في الفترة الزمنية (بعد ست ساعات) مهما كانت المجموعة المدروسة، وفي الفترة الزمنية (بعد يومين اثنين) كانت أصغر منها في الفترة الزمنية (بعد يوم واحد)، وفي الفترة الزمنية (بعد ثلاثة أيام) كانت أصغر منها في الفترة الزمنية (بعد يومين اثنين) في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة [المخطط (12)].



المخطط (12): مقدار الألم المرافق للمعالجة التقويمية في وضعية المضغ وفقاً للفترة الزمنية المدروسة والمجموعة المدروسة

3-8-: دراسة تقبل المريض للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة:

3-8-1-: نتائج الاستقصاء عن تقبل المريض للمعالجة المطبقة وفقاً للمجموعة المدروسة:

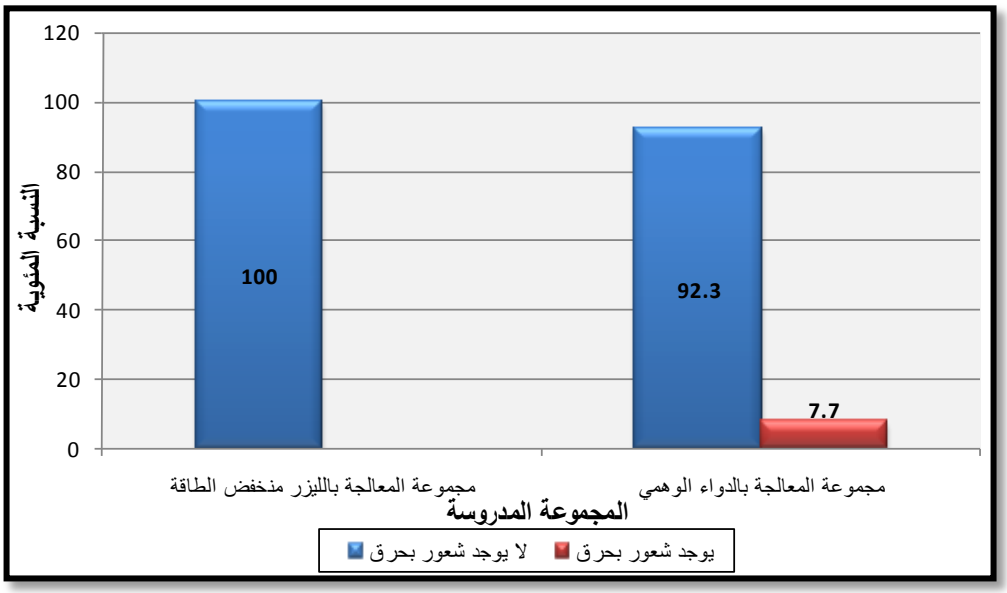
الجدول (23): نتائج الاستقصاء عن تقبّل المريض للمعالجة المطبقة من حيث الألم والانتباج والشعور بحرق والانزعاج ودرجة سهولة الإجراء برأي المريض وقابلية المريض للخضوع لطريقة المعالجة لمرة ثانية واستعداد المريض لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة وفقاً للمجموعة المدروسة

المتغير المدروس	الفئة المدروسة	عدد المرضى		النسبة المئوية	
		مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي
درجة تقبّل طريقة المعالجة من حيث الألم برأي المريض	لا يوجد ألم	13	13	100	100
	يوجد ألم	0	0	0	0
	المجموع	13	13	100	100
درجة تقبّل طريقة المعالجة من حيث الانتباج برأي المريض	لا يوجد انتباج	13	13	100	100
	يوجد انتباج	0	0	0	0
	المجموع	13	13	100	100
درجة تقبّل طريقة المعالجة من حيث الشعور بحرق برأي المريض	لا يوجد شعور بحرق	13	12	100	92.3
	يوجد شعور بحرق	0	1	0	7.7
	المجموع	13	13	100	100
درجة تقبّل طريقة المعالجة من حيث الانزعاج برأي المريض	لا يوجد انزعاج	13	13	100	100
	يوجد انزعاج	0	0	0	0
	المجموع	13	13	100	100
درجة سهولة الإجراء	إجراء صعب	0	0	0	0

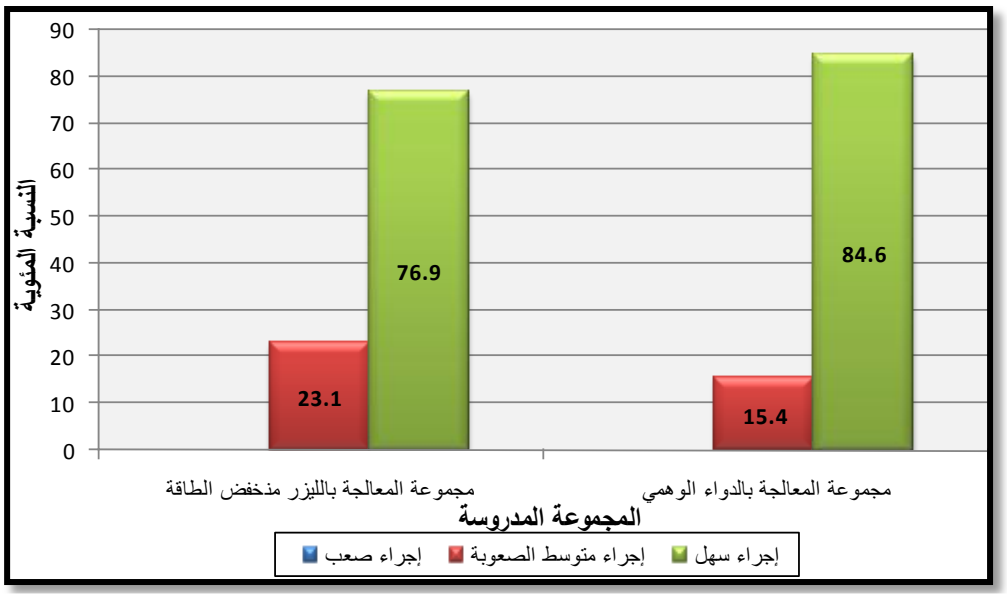
المتغير المدروس	الفئة المدروسة	عدد المرضى		النسبة المئوية	
		مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي
برأي المريض	متوسط الصعوبة	3	2	23.1	15.4
	إجراء سهل	10	11	76.9	84.6
	المجموع	13	13	100	100
قابلية المريض للخضوع لطريقة المعالجة لمرة ثانية	لا يقبل الخضوع لطريقة المعالجة المتبعة لمرة ثانية	0	0	0	0
	يقبل الخضوع لطريقة المعالجة المتبعة لمرة ثانية	13	13	100	100
	المجموع	13	13	100	100
استعداد المريض لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة	غير مستعد لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة	0	0	0	0
	مستعد لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة	13	13	100	100
	المجموع	13	13	100	100

يُلاحظ في الجدول (23) أن جميع المرضى تقبّلوا المعالجة بالليزر منخفض الطاقة دون وجود أي تأثيرات جانبية غير مرغوبة ناجمة عن تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة من حيث الألم والانتباج والانزعاج، كما تقبّلوا الخضوع لطريقة المعالجة لمرة ثانية وكان كل منهم مستعداً لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة مهما كانت المجموعة المدروسة، وبالتالي نقرر أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات فئات تقبّل المريض للمعالجة

بالليزر منخفض الطاقة مقارنة مع المعالجة بالدواء الوهمي من حيث الألم والانتباج والشعور بحرق والانزعاج وقابلية المريض للخضوع لطريقة المعالجة لمرة ثانية واستعداد المريض لنصح صديق باتباع طريقة المعالجة مما يدل على أمان الليزر وتقبله من قبل المرضى [المخططان (13) و (14)].



المخطط (13): النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن الشعور بحرق برأي المريض وفقاً للمجموعة المدروسة



المخطط (14): النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض وفقاً للمجموعة المدروسة

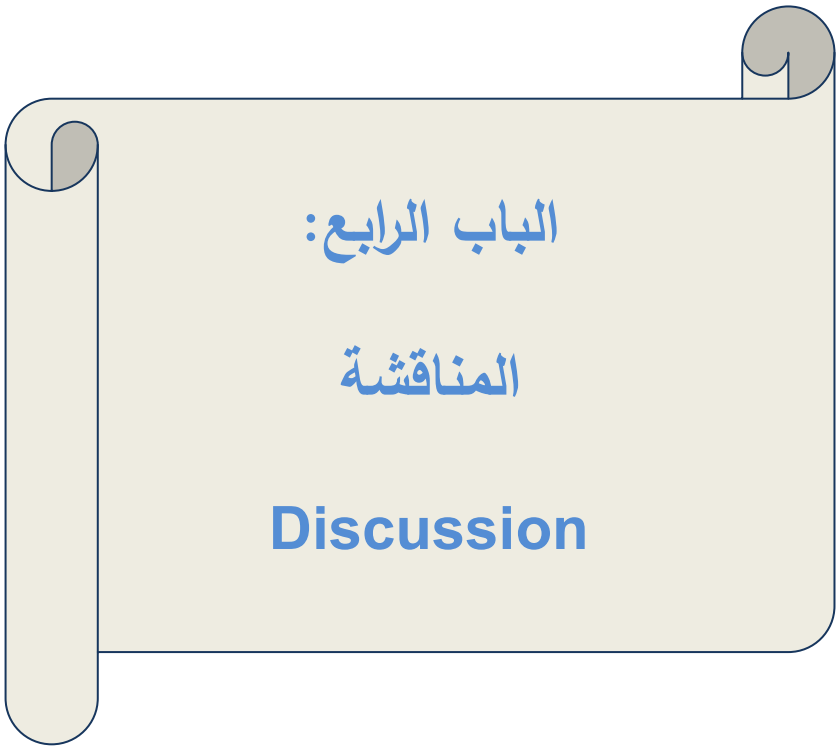
3-8-2-: دراسة تأثير المجموعة المدروسة في تكرارات درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض:

تم إجراء اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي كما يلي:

الجدول (24): إحصاءات الرتب ونتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي

المتغير المدروس = درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض					
المجموعة المدروسة	عدد المرضى	متوسط الرتب	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة	13	13.00	78.0	0.626	لا توجد فروق دالة
مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي	13	14.00			

يُلاحظ في الجدول (24) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة (0.05)، أي أنه عند مستوى الثقة (95%) لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة سهولة إجراء المعالجة برأي المريض بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة ومجموعة المعالجة بالدواء الوهمي.


الباب الرابع:
المناقشة
Discussion

4-: المناقشة Discussion:

4-1-: مناقشة أهداف الدراسة:

4-1-1-: تقييم فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع رصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة:

- تبدأ المعالجة التقويمية بالجهاز التقويمي الثابت عادة بمرحلة الرصف والتسوية Alignment and Leveling Stage. تعتبر عملية رصف وتسوية الأسنان عملية معقدة تشمل حركة جميع الأسنان ضمن القوس السنية باتجاهات مختلفة للوصول إلى وضعيات محددة (Graber T.M. 2010). تعتبر حالات الازدحام السني Dental Crowding Cases أكثر أنواع سوء الإطباق شيوعاً (Proffit, et al. 1998). وفقاً للدراسات يمكن أن تستغرق مرحلة الرصف والتسوية في حالات سوء الارتصاف الشديد فترات قد تصل إلى (8) أشهر (Scott, et al. 2008). بشكل عام تعتبر فترة المعالجة التقويمية الطويلة إحدى العوامل الرئيسية التي تجعل المريض يرفض الخضوع للمعالجة التقويمية (Yoshida, et al. 2009)، لذلك يعتبر تسريع الحركة السنية التقويمية أمراً مرغوباً لتحفيز المرضى للخضوع للمعالجة التقويمية. تمت دراسة العديد من الطرق في محاولة لتسريع الحركة السنية التقويمية متضمنة الحقن الموضعي لجزيئات حيوية، الطرق الجراحية، الميكانيكية، والفيزيائية (Kau, et al. 2013)، حيث قيمت العديد من الدراسات استعمال الليزر منخفض الطاقة لتسريع الحركة السنية التقويمية، وبينما تناول معظمها حالات إرجاع الأنياب (Gkantidis, et

al. 2014)، فقد تناولت دراستان فقط سابقتان لدراستنا فعالية الليزر منخفض الطاقة خلال مرحلة الرصف والتسوية (Camacho and Velasquez Cujar 2010 ; Kau, et al. 2013). على أي حال، لم تكن أي منهما دراسة مضبوطة معشاة، كما لم تتناول أي واحدة منهما حالات الازدحام الشديد للقواطع. بينت المراجعات المنهجية الحديثة أن هناك نقصاً في الدليل المتعلق بفعالية الليزر منخفض الطاقة في تسريع الحركة السنية التقويمية، وأن هناك حاجة لمزيد من الدراسات المضبوطة المعشاة جيدة التصميم لتحديد أفضل البروتوكولات فيما يتعلق بمعايير الليزر منخفض الطاقة والحصول على توصيات واضحة حول تأثيراته (de Sousa, et al. 2014 ; Almeida, et al. 2016).

- بناء على ما سبق فقد جاءت هذه الدراسة لتكون أول دراسة مضبوطة معشاة في الأدب الطبي تدرس فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع رصف وتسوية حالات الازدحام السني.

4-1-2-: تقييم فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية:

- يؤدي تطبيق القوى التقويمية إلى إحداث ردود فعل في النسج حول السنية كالاحتشاء الحاد والوذمة. يؤدي رد الفعل الالتهابي التالي إلى تحرير الوسائط الالتهابية والتي تجعل من المعالجة التقويمية عملية مؤلمة (Ngan, Erdinc and Dincer 2004 ; et al. 1989). وفقاً للدراسات فإن (95%) من مرضى المعالجة التقويمية يشعرون

بالألم أثناء المعالجة، بينما يوقف (8 – 30%) منهم معالجته بسبب الألم (Bergius, et al. 2000; Krishnan 2007; Hoar S 2013)، كذلك يعاني بعض المرضى من صعوبة في المحافظة على الصحة الفموية بسبب الألم (Tortamano, et al. 2009).

- قيمت العديد من الدراسات فعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية، حيث خَلُصَت بعضها إلى عدم وجود فعالية هامة لليزر في تخفيفه (Esper, et al. 2011; Kim, et al. 2013)، بينما أظهرت دراسات أخرى فعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية (Nobrega, et al. 2013; Tortamano, et al. 2009; Turhani, et al. 2006).
- وفقاً لـ Farias يجب على الدراسات أن تضع معاييراً محددة لليزر منخفض الطاقة تتعلق بنوعه، طريقة استخدامه، طول موجته، طاقته، زمن التطبيق لكل نقطة، وتردد الليزر، لأن هذه المعايير لها علاقة مباشرة بالنتائج السريرية وبفعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية (Farias, et al. 2015)، كذلك أظهرت المراجعات المنهجية الحديثة وجود خطر التحيز في الدراسات السابقة (Sousa, et al. 2014) مما يجعل الدليل محدوداً حول استخدام الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية، وهو ما دعانا إلى تقييم هذا الموضوع في دراستنا.

4-1-3-: تقييم تقبل المرضى للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة:

يعتمد نجاح المعالجة التقويمية بشكل كبير على استخدام تقنيات وأجهزة تقلل من تألم وانزعاج المريض إلى الحد الأدنى بحيث تساعده على التعاون مع الطبيب في إتمام المعالجة التقويمية بشكل مرضٍ (Campos and Vitral 2013)، وعلى الرغم من تعدد الدراسات السابقة التي قيمت فعالية الليزر منخفض الطاقة سواء في تسريع الحركة السنية التقويمية أو في تخفيف الألم المرافق للمعالجة التقويمية فإن أياً منها لم تقيم أمان المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على النسج الفموية وتقبل المريض لهذه المعالجة، وهو ما دفعنا إلى تقييم ذلك في هذه الدراسة.

4-2-: مناقشة طرائق الدراسة:

- تم اختيار عينة الدراسة من مرضى تتراوح أعمارهم بين (16) و (24) سنة، حيث لم يتم تضمين مرضى بأعمار أقل بحيث يتم ضمان انتهاء مرحلة قفزة النمو عند المرضى، وكذلك تم تجنب الأعمار الكبيرة جداً لتجنب اختلاف الاستقلاب بين الأعمار الصغيرة والأعمار الكبيرة وبذلك يكون النضج العظمي متقارباً بين مرضى عينة الدراسة لتجنب التأثير المشوش لاختلاف العمر بينهم على نتائج الدراسة سواء فيما يتعلق بتسريع الحركة السنية التقويمية أو بالحساسية تجاه الألم التقويمي (Alikhani, et al. 2013).

- تم اختيار حالات سوء إطباق سني يستطب معها قلع ضاحكين أولين علويين لضمان حل الازدحام السني على حساب فراغ القلع وتجنب حدوث الارتصاف بحركات الإمالة

الزائدة التي قد تسيء إلى خطة المعالجة وإلى دقة تقييم سرعة الارتصاف خاصة مع اعتماد قيم كبيرة للازدحام السني في هذه الدراسة كمعيار لتقييم فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع الحركة السنية التقويمية.

- تم اختيار الليزر منخفض الطاقة في هذه الدراسة بناء على دراسات سابقة بينت أن نفاذه ضمن النسج العميقة (مثل العظم) أكثر فعالية من الضوء المرئي، و الذي يستخدم بشكل تقليدي في معالجات اللثة والجلد، وإن انتقال الليزر ضمن النسج مرتبط بشكل كبير بطول الموجة والذي يتراوح بشكل مثالي بين (500 – 1200) نانومتر (Tortamano, et al. 2009)، وهو ما يتوافق مع طول الموجة المستخدم في هذه الدراسة [(830) نانومتر] والذي يؤمن نفاذاً ممتازاً ضمن النسيج المستهدف حيث أوضحت الدراسات أن نفاذ شعاع الليزر يعتمد بشكل كبير على طول الموجة المستخدم كما أن أثر التعديل الحيوي الضوئي Photobiomodulation Effect لليزر منخفض الطاقة على المستوى الخلوي يعتمد بشكل كبير على اختراقه للنسيج المستهدف والمتوافق مع طول الموجة المستخدم (Heravi, et al. 2014; Monea, et al. 2015). بالإضافة إلى ذلك، يعتبر طول الموجة المستخدم في هذه الدراسة من أكثر أطوال الموجة المستخدمة فعالية في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية (Enwemeka, et al. 2004).

- إن أهم معيار من معايير شعاع الليزر منخفض الطاقة هو الطاقة (بالجول)، حيث تستخدم كل دراسة قيمة معينة لطاقة شعاع الليزر. أوصت مراجعة Sousa المنهجية أن يمتلك شعاع الليزر المستخدم بهدف تسريع الحركة السنية التقويمية طاقة تتراوح بين

(0.2 – 2) جول/نقطة كي يمتلك تأثيراً فعالاً سريرياً، أما كي يكون فعالاً في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية فإن طاقة شعاع الليزر يجب أن تتراوح بين (1 – 2) جول/نقطة (Sousa, et al. 2014)، كما أظهرت دراسات أخرى أهمية استخدام طاقة منخفضة لشعاع الليزر [أقل من (20) جول/سم2] كي يكون الليزر فعالاً لأن القيم الأعلى تؤدي إلى فعل تثبيطي (Esper, et al. 2011). بناءً على ما سبق فقد تم اختيار طاقة شعاع الليزر بمقدار (2) جول/نقطة بحيث يكون مقدار الطاقة الكلي (8) جول لكل سن. وعلى أي حال فقد أظهرت دراسة حديثة عدم وجود تأثير هام لطاقة شعاع الليزر منخفض الطاقة على فعاليته فيما يتعلق بإنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية (AlSayed Hasan, et al. 2017).

- تم اختيار جذور الأسنان الستة الأمامية العلوية لتطبيق الليزر منخفض الطاقة لأن حجم رأس جهاز الليزر المستخدم هو (8) ملم والذي لا يتناسب مع حجم جذور القواطع السفلية.
- تناول مريض واحد من مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي الدواء المسكن بعد (72) ساعة، ولم يتم اتخاذ أي تدبير كونها حالة فردية في زمن واحد ليس لها تأثير على النتيجة النهائية.
- تم اختيار بروتوكول تطبيق الليزر المستخدم بناءً على دراسة (Doshi-Mehta and Bhad-Patil 2012) والتي وجدت فعالية لليزر منخفض الطاقة في تسريع إرجاع الأنياب العلوية باستخدام هذا البروتوكول، والذي يتميز بكونه عملياً حيث بلغ زمن تطبيق شعاع الليزر (15) ثانية/نقطة بحيث كان زمن التطبيق الكلي في الجلسة

الواحدة (6) دقائق للأسنان الستة الأمامية العلوية وهو أقل بكثير من الدراسات السابقة كدراسة Tortamano مثلاً والتي استغرق زمن التطبيق فيها (37) دقيقة (Tortamano, et al. 2009)، كما أنه لا يحتاج إلى العديد من الجلسات المتقاربة لتطبيقه.

- تمت متابعة تقدم المعالجة بشكل أسبوعي بدءاً من الشهر الأول لبدء المعالجة لضمان مراقبة تطور الرصف والتسوية بشكل دقيق وبالتالي تجنب عدم تسجيل أي تغيرات مهمة تحصل خلال المعالجة والتي يمكن أن تؤثر على دقة النتائج وبالتالي تفسيرها في حال كون جلسات المتابعة متباعدة [كل (4) أو (6) أسابيع كما في بعض الدراسات السابقة (Woodhouse, et al. 2015)].

- تم اختيار تسلسل الأسلاك المستخدم بحيث يؤمن انتقالاً سهلاً بين كل سلك والسلك الذي يليه مع تسهيل عملية الرصف والتسوية، مع الأخذ بعين الاعتبار نتائج الدراسات السابقة والمراجعات المنهجية التي بينت عدم وجود تأثير لمادة السلك أو لتسلسل الأسلاك المستخدم على الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية (Jian, et al. 2013; Abdelrahman, et al. 2015).

- تم ربط السلك التقويمي ضمن حاصرات الأسنان باستخدام أسلاك الربط Ligature Wires بدلاً من مطاط الربط لأنها تطبق قوة مستمرة وبالتالي تؤمن تنشيطاً مستمراً للسلك بين مواعيد المتابعة مما يلغي الحاجة إلى إعادة التنشيط كما هو الحال عند استخدام مطاط الربط، بالإضافة إلى ذلك فقد أثبتت الدراسات أن الربط بأسلاك الربط

بقوة معتدلة يعتبر أفضل وسيلة ربط بين جميع طرق الربط الأخرى (Gupta and Sable 2013).

- تم تقييم تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة من خلال حساب نسبة تحسن الرصف والتسوية في كل مجموعة مدروسة، حيث توفر هذه الطريقة تقييماً دقيقاً لسير عملية الرصف والتسوية عند كل مريض مع تجنب الاختلافات الفردية الناجمة عن اختلاف قيمة مشعر ليتل في بداية المعالجة بين المرضى (Wahab, et al. 2012). تم حساب هذه النسبة من خلال استخدام مشعر ليتل لعدم انتظامية القواطع (LII) والذي يتصف بكونه بسيطاً، قابلاً للتكرار، دقيقاً وذا صلاحية لقياس مشاكل عدم الانسجام السني القاعدي في المنطقة الأمامية من القوس السنية (Bernabe and Flores-Mir 2006). تم استبعاد الحالات التي تتضمن أسناناً أمامية منفتلة أو ذات توضع عمودي منتبذ والتي تؤثر على دقة قياس مشعر ليتل (Sebastian 2012).

- تم تقييم الألم المرافق للمعالجة التقويمية باستخدام مقياس تماثلي بصري، وعلى الرغم من أن استخدامه ينطوي على بعض الاختلافات الشخصية Subjectivity في تقييم الألم بين الأفراد فإنه يعتبر من أكثر الطرق المتوفرة استخداماً في دراسات تقييم الألم كما أنه موثوق لتسجيل مقدار الألم خلال فترة زمنية معينة عند توقع وجود تباين كبير بين الأفراد وفقاً للمراجعات المنهجية (Stinson, et al. 2006).

- تم توحيد طريقة اختبار الألم في وضعية المضغ وتوحيد زمن تطبيق المعالجة بين جميع المرضى في كلا المجموعتين بحيث تكون فترات التقييم موحدة بينهم لضمان

الحصول على تقييم دقيق من قبل المرضى لمقدار ألمهم، حيث أن الإحساس بالألم يتأثر بتغير التوقيت بين الليل والنهار (Glynn and Lloyd 1976).

4-3-: مناقشة نتائج الدراسة:

4-3-1-: مناقشة نتائج تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تسريع رصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة:

- أظهر تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة فعالية في إنقاص الزمن اللازم لإنهاء رصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة، حيث استغرقت مرحلة الرصف والتسوية (81.23 ± 15.29) يوماً في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة مقارنة مع (109.23 ± 14.18) يوماً في المجموعة الشاهدة، مما يعني اختصار الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بمقدار (26%) تقريباً. يمكن أن تعزى هذه الفعالية إلى قدرة الليزر منخفض الطاقة على تحفيز عمليات إعادة القولبة Remodeling في العظم السنخي من خلال زيادة أعداد بانيات وكاسرات العظم مما يؤدي إلى تسريع الحركة السنية التقويمية (Yoshida, et al. 2009Huang, et al. 2014;). إن نتائج هذه الدراسة تتفق مع نتائج دراسة Camacho and Cujar والتي وجدت أيضاً فعالية لليزر منخفض الطاقة في اختصار زمن المعالجة التقويمية بمقدار (30%) لكامل زمن المعالجة (Camacho and Velasquez Cujar 2010). على أي حال فإن الدراسة السابقة قد تناولت كامل زمن المعالجة التقويمية حتى إزالة الحاصرات التقويمية والذي قد يختلف من مريض إلى آخر وفقاً لمتطلبات المعالجة الخاصة بكل مريض،

بالإضافة إلى عدم كونها دراسة مضبوطة معشاة، وتناولها لمقدار ازدحام صغير وعدم توضيح معايير الإدخال قبل المعالجة بشكلٍ كافٍ بين المجموعتين (Gkantidis, et al. 2014). كذلك اتفقت هذه الدراسة مع نتيجة دراسة (Nahas, et al. 2017) والتي أنقص فيها تطبيق الليزر منخفض الطاقة من الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بنسبة (22%).

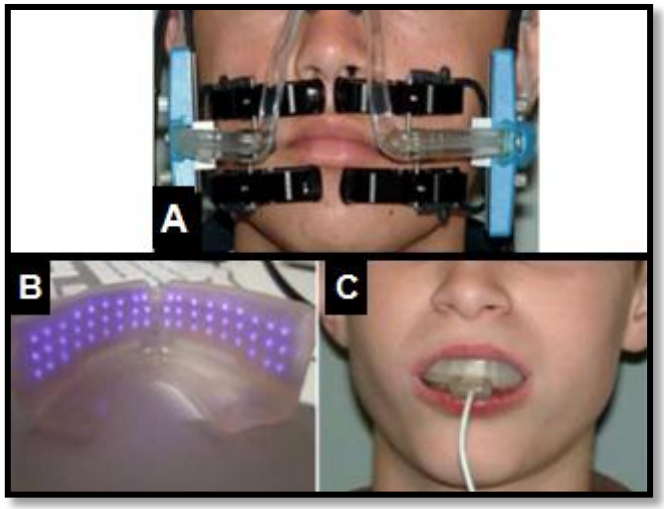
- كان الليزر منخفض الطاقة فعالاً أيضاً في زيادة نسبة تحسن الرصف والتسوية، حيث بلغت نسبة تحسن الرصف والتسوية بعد شهر واحد (69.41 ± 14.45) بالمائة في مجموعة الليزر منخفض الطاقة مقارنة مع (48.85 ± 17.04) بالمائة في المجموعة الشاهدة مما يعني زيادة نسبة تحسن الرصف والتسوية بمقدار (30%) عند (T1)، بينما بلغت نسبة تحسن الرصف والتسوية بعد شهرين اثنين (89.42 ± 7.16) بالمائة في مجموعة الليزر منخفض الطاقة مقارنة مع (71.71 ± 16.18) بالمائة في المجموعة الشاهدة مما يعني زيادة نسبة تحسن الرصف والتسوية بمقدار (20%) عند (T2). يمكن تفسير هذا التراجع في زيادة نسبة تحسن الرصف والتسوية بين هاتين الفترتين الزمنيتين بالتناقص التدريجي لاستجابة النسج المستهدفة لتأثير شعاع الليزر منخفض الطاقة مع مرور الوقت، بالإضافة إلى كون معظم عملية الرصف والتسوية في مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة قد حصلت قبل انتهاء الشهر الأول من مرحلة الرصف والتسوية مما أدى إلى تناقص كبير في تحسن نسبة تحسن الرصف والتسوية في الجزء المتبقي من مرحلة الرصف والتسوية. لم تظهر النتائج فرقاً دالاً إحصائياً بين المجموعتين فيما يتعلق بمعدل الرصف والتسوية عند نهاية مرحلة

الرصف والتسوية (T3). إن هذه النتيجة متوقعة على اعتبار أن معيار اعتبار مرحلة الرصف والتسوية منتهية هو كون مشعر ليتل أقل من (1) ملم في كلا المجموعتين.

- بمقارنة نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة التي تناولت مرحلة الرصف والتسوية نلاحظ اتفاقاً بشكل عام فيما يتعلق بفعالية الليزر منخفض الطاقة في تسريع حل الازدحام السني، مع اختلاف مقدار نسبة تحسن الرصف والتسوية حيث يلاحظ تحسن معدل الرصف والتسوية بين بداية ونهاية مرحلة الرصف والتسوية بمقدار (59%) في دراسة (Kau, et al. 2013) و بمقدار (54%) في دراسة (Shaughnessy, et al. 2016) بين مجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة والمجموعة الشاهدة. إن هذه النسب الأعلى في معدل الرصف والتسوية مقارنة مع التحسن الموجود في هذه الدراسة يمكن أن تفسر بكون هاتين الدراستين قد طبقتا الليزر منخفض الطاقة بشكل يومي مع زمن تطبيق (20) دقيقة لكل يوم وباستخدام جهاز ليزر خارج فموي معقد جداً ما يعتبر إجراءً غير عملي في الممارسة التقويمية السريرية اليومية مقارنة مع البروتوكول المستخدم في هذه الدراسة والذي يتضمن تطبيق الليزر (4) مرات في أول شهر ثم مرتين كل شهر باستخدام جهاز ليزر مشابه لجهاز التصليب الضوئي وبزمن تطبيق (6) دقائق للجلسة فقط. اختلفت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Nahas, et al. 2017) والتي لم تلاحظ فرقاً دالاً في زيادة معدل الرصف والتسوية بين المجموعتين المدروستين.

- إن مقارنة نتائج هذه الدراسة مع الدراسات التي قيمت فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع إرجاع الأنياب العلوية غير ممكن نظراً لاختلاف نوع الحركة السنية

بين المرحلتين المدروستين، كذلك فإن مقارنة نتائج الدراسة مع دراسات قيمت تسريع الحركة السنية في مرحلة الرصف والتسوية باستخدام طرق أخرى كالطرق الجراحية غير عملي نظراً لاختلاف آلية تأثير كل طريقة على الحركة السنية التقويمية، فعلى سبيل المثال وجدت دراسة (Charavet, et al. 2016) حدوث نقص بنسبة (43%) في الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية عند تطبيق الجراحة بتقنية البيزو، ولكن آلية التأثير في هذه التقنية تعتمد على التداخل المباشر على العظم وتحريض ظاهرة التسريع الناحي مما سبب زيادة واضحة في إنقاص الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية.



الشكل (18): (A): الجهاز المستخدم في دراسة (Shaughnessy, et al. 2016) – (B): الجهاز المستخدم في دراستي (Kau, et al. 2013) و (Nahas, et al. 2017)

- أظهرت نتائج دراسة حالة مشعر ليتل وتقييم مقدار التغير في قيمة مشعر ليتل بين الفترات الزمنية الأربع المدروسة في كل مجموعة وجود فرق دال إحصائياً بين كل فترة زمنية والفترة التي تليها في كلا المجموعتين، أي أن قيمة مشعر ليتل كانت تتناقص

بشكل هام مع تقدم مرحلة الرصف والتسوية في كلا المجموعتين ما يعني أن الفرق الدال إحصائياً في الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية لم ينجم عن حدوث مشكلة في سير المعالجة في إحدى الفترات الزمنية المدروسة.

- استخدم Doshi–Mehta and Bhad–Patil بروتوكولاً مشابهاً لليزر منخفض الطاقة بهدف تسريع إرجاع الأنياب العلوية ووجدوا تحسناً في سرعة إرجاع الناب بمقدار (30%) في مجموعة الليزر منخفض الطاقة مقارنة مع المجموعة الشاهدة (Doshi–Mehta and Bhad–Patil 2012). عند مقارنة نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسة السابقة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن الدراستين تناولتا تسريع الحركة السنية التقويمية في مرحلتين مختلفتين من مراحل المعالجة التقويمية وباستخدام بروتوكلي ليزر متشابهين، نجد أن النتائج متقاربة فيما يخص إثبات فعالية الليزر منخفض الطاقة في تسريع الحركة السنية التقويمية، مما قد يمكننا من استنتاج أن معايير وبروتوكول الليزر منخفض الطاقة المستخدمين في هذه الدراسة فعالة وقد تكون المعايير المناسبة فيما يخص تطبيق الليزر منخفض الطاقة لتسريع الحركة السنية التقويمية.

- بينت دراسة حديثة أن معظم اختصاصيي تقويم الأسنان والفكين يعتبرون أن إنقاص زمن المعالجة التقويمية بنسبة (20) إلى (40) بالمائة أمر مرغوب يشجع على استخدام التقنيات الحديثة في تسريع الحركة السنية التقويمية، وبالتالي يمكن اعتبار المعالجة بالليزر منخفض الطاقة وسيلة فعالة ومفيدة في التطبيق العملي في مجال تقويم الأسنان والفكين (Uribe, et al. 2014).

4-3-2-: مناقشة نتائج تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية:

- ذروة الألم التقويمي:

سجلت ذروة الألم التقويمي في كلا المجموعتين بعد يوم واحد من إدخال السلك الأولي مع متوسط قيمة ألم أقل لمجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة مقارنة مع مجموعة المعالجة بالدواء الوهمي، ثم تناقص الألم تدريجياً في اليومين الثاني والثالث. تتفق هذه النتائج مع نتائج الدراسات السابقة التي بينت أن الألم يبلغ أعلى درجاته عادة بعد يوم واحد من تطبيق القوة التقويمية ثم ينخفض تدريجياً حتى يتلاشى بعد (7) أيام (Tortamano, et al. ; Turhani, et al. 20062009).

- تقييم فعالية تطبيق المعالجة بين الفترات الزمنية المختلفة ضمن المجموعة الواحدة في وضعيتي الراحة والمضغ:

كان الليزر منخفض الطاقة فعالاً بين مختلف الفترات الزمنية المدروسة في وضعيتي الراحة والمضغ باستثناء ما بين الفترتين الزمنيتين (ساعة واحدة – ست ساعات) في وضعية الراحة، أما بالنسبة للدواء الوهمي فقد تباينت النتائج بين وجود دلالة إحصائية في بعض الأزمنة فقط وعدم وجودها في بقية الأزمنة. إن تطبيق الليزر منخفض الطاقة قد أحدث فعالية في بعض الفترات الزمنية المدروسة دون أن تكون هذه الفعالية دائمة مما قد يفسر عدم ظهور فرق دالٍّ إحصائياً فيما يتعلق بتخفيف الألم بين المجموعتين. لا يوجد أية دراسة سابقة قيمت فعالية المعالجة المطبقة ضمن المجموعة الواحدة

باستثناء دراسة وحيدة لـ Bicakci حول فعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية بعد تطبيق مطاط الفصل التقويمي والتي وجد فيها دلالة إحصائية بين كل زمن من الأزمنة المدروسة ضمن المجموعة الواحدة سواء لمجموعة المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أو لمجموعة المعالجة بالداوء الوهمي، وهو ما يتفق جزئياً مع النتائج المذكورة سابقاً (Bicakci, et al. 2012).

- مقارنة متوسط درجات الألم بين المجموعتين لكل فترة من الفترات الزمنية المدروسة:

- *في وضعية الراحة:*

لم تلاحظ دلالة إحصائية بين المجموعتين بعد ساعة واحدة وبعد ست ساعات، حيث اتفقنا في ذلك مع (Deshpande, et al. 2016) واختلفنا مع (Turhani, et al. 2006) الذي وجد فعالية لتطبيق الليزر في هاتين الفترتين، وكذلك لم يلاحظ أي فرق دال إحصائياً للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة مقارنة مع المعالجة بالدواء الوهمي بعد يوم واحد، وقد اختلفنا في ذلك مع كل من Turhani و Deshpande. لم يلاحظ أيضاً فرق دال إحصائياً بعد يومين اثنين بين المجموعتين وهو ما يتفق مع دراسة Turhani ويختلف مع دراسة Deshpande.

- *في وضعية المضغ:*

  - لم تظهر النتائج أي دلالة إحصائية حول فعالية تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة مقارنة مع تطبيق المعالجة بالدواء الوهمي بعد ساعة، ست ساعات، يوم واحد، ويومين اثنين وهو ما يختلف مع نتائج دراسة Tortamano (Tortamano, et al.

(2009، فيما أظهرت النتائج وجود فعالية للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تخفيف الألم بعد ثلاثة أيام على إدخال السلك الأولي مقارنة مع المعالجة بالدواء الوهمي وهو ما يتفق مع نتيجة دراسة Tortamano.

- يمكن أن يفسر الاختلاف في النتائج مع الدراسات السابقة من خلال عاملين أساسيين، الأول يتعلق بعدم توحيد مقدار الازدحام المدروس في الدراسات السابقة مما يؤدي إلى تباين النتائج المسجلة، والثاني عدم استخدامها للمقياس الرقمي البصري في تسجيل مقدار الألم الذي يشعر به المريض حيث استخدموا مقياساً رقمياً بسيطاً مرقماً من (0) إلى (5) لتسجيل مقدار الألم وهو إجراء غير موثوق لتقييم الألم بناء على نتائج المراجعات المنهجية.

- بالعودة إلى المخططين (10) و (12) نلاحظ أن الليزر منخفض الطاقة يمتلك فعالية سريرية في تخفيف الألم التقويمي مقارنة مع الدواء الوهمي على الرغم من عدم وجود دلالة إحصائية في معظم الأوقات. يمكن تعليل ذلك من خلال التباين الكبير الموجود في قيم الألم المسجلة من قبل المرضى والذي يؤدي إلى وجود انحراف معياري كبير ينتج عنه نتائج غير دالة إحصائياً.

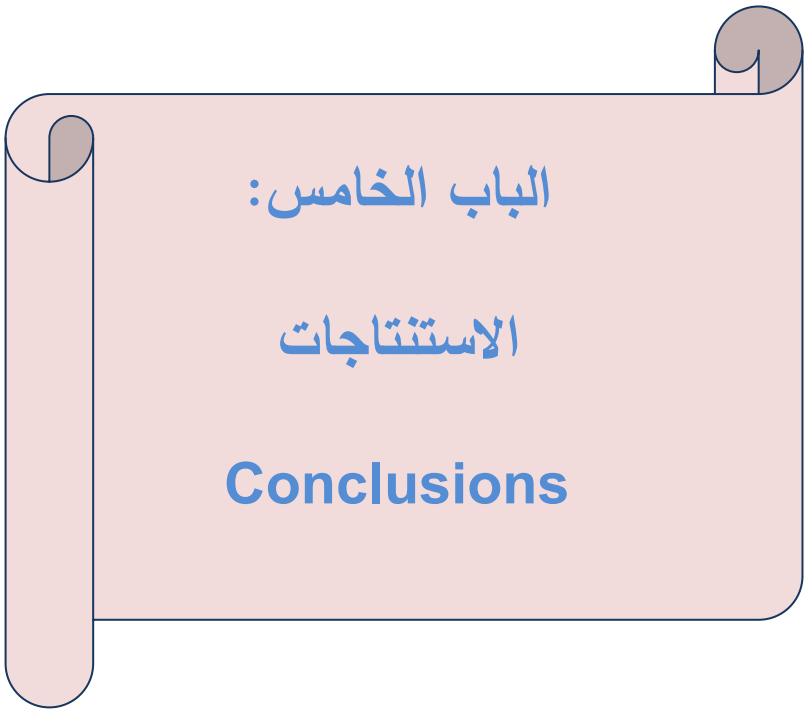
4-3-3-: مناقشة نتائج تقبل المرضى للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة:

أوضحت نتائج الدراسة عدم وجود أي تأثير جانبي لتطبيق الليزر منخفض الطاقة من حيث الألم والانتباج والشعور بحرق والانزعاج، مع تقبل المرضى للمعالجة بهذه الطريقة من حيث قابلية المريض للخضوع لطريقة المعالجة لمرة ثانية واستعداد المريض لنصح صديق باتباع

طريقة المعالجة، وكما ذكرنا سابقاً، فإن دراستنا هي الدراسة الأولى التي قيمت هذا الجانب ولا يوجد أي دراسة سابقة للمقارنة معها فيما يتعلق بهذه النقطة.

4-4-: محدوديات الدراسة:

تمثلت أهم محدوديات هذه الدراسة بصعوبة ضبط جميع المتغيرات بشكل تام كون الحركة السنية في مثل هذا النوع من الدراسات والذي يتناول مرحلة الرصف والتسوية تشمل كامل الأسنان في القوس السنية على عكس الدراسات التي تتناول مراحل أخرى كإرجاع الأنياب حيث تكون فيها الحركة مضبوطة أكثر وتشمل سناً مفرداً فقط. على أي حال فقد تم ضبط هذه المتغيرات قدر الإمكان من خلال تضمين الحالات التي تمتلك مقداراً متقارباً من الازدحام عند بداية المعالجة، توحيد تسلسل الأسلاك بين المجموعتين، والتقييم الأسبوعي لتقدم المعالجة مما يضمن مراقبة الحركة السنية بشكل جيد وعدم تفويت أي تغيرات هامة في سياق المعالجة، وعلى الرغم من هذه المحدوديات فإن هذه الدراسة تعتبر أول دراسة تقيم فعالية الليزر منخفض الطاقة في تسريع حل الازدحامات السنية في مرحلة الرصف والتسوية والتي أظهرت نتائجها أن الليزر فعال في تسريع عملية الرصف والتسوية التقويمية وبالتالي يمكن اعتماده كوسيلة لتسريع الحركة السنية التقويمية بشكل عام.


الباب الخامس:
الاستنتاجات
Conclusions

5-: الاستنتاجات Conclusions:

بناء على نتائج الدراسة يمكن أن نستنتج ما يلي:

1. تعتبر المعالجة بالليزر منخفض الطاقة وسيلة فعالة لتسريع الحركة السنية التقويمية وإنقاص الزمن اللازم للمعالجة التقويمية، حيث أدى تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة إلى إنقاص الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بمقدار (26%)، وكانت الفائدة الأكبر في الشهر الأول من تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة حيث بلغت نسبة تحسن الرصف والتسوية (30%) عند تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة مقارنة مع المجموعة الشاهدة.
2. تمتلك المعالجة بالليزر منخفض الطاقة فعالية ضعيفة في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية.
3. لا تمتلك المعالجة بالليزر منخفض الطاقة أي تأثيرات جانبية.
4. تعتبر المعالجة بالليزر منخفض الطاقة طريقة معالجة متقبلة من قبل المرضى.

الباب السادس:

المقترحات والتوصيات

Suggestions and Recommendations

6-: المقترحات والتوصيات Suggestions and Recommendations:

6-1-: المقترحات Suggestions:

بناء على نتائج هذه الدراسة نقترح ما يلي:

1. إجراء دراسة مشابهة حول فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع إرجاع القواطع العلوية.
2. تقييم تأثير تغيير معايير شعاع الليزر منخفض الطاقة (خاصة طول موجة وطاقة شعاع الليزر منخفض الطاقة) على فعالية الليزر منخفض الطاقة في تسريع الحركة السنية التقويمية.
3. إجراء دراسات مشابهة مع تغيير معايير شعاع الليزر منخفض الطاقة لتقييم تأثيره على الألم المرافق للمعالجة التقويمية.

6-2-: التوصيات Recommendations:

على ضوء نتائج هذه الدراسة نوصي بما يلي:

1. استخدام الليزر منخفض الطاقة كوسيلة فعالة وآمنة في تسريع الحركة السنية التقويمية.
2. تطبيق معايير شعاع الليزر منخفض الطاقة وبروتوكول التطبيق المستخدمين في هذه الدراسة عند تطبيق المعالجة بالليزر منخفض الطاقة للحصول على نتائج إيجابية فيما بتعلق بتسريع الحركة السنية التقويمية.

الباب السابع:

المراجع

References

7-: المراجع References:

- A -

Abdelrahman RSH, Al-Nimri KS, Al Maaitah EF. A clinical comparison of three aligning archwires in terms of alignment efficiency: A prospective clinical trial. *Angle Orthod*. 2015;85:434-439.

Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144:639-648.

AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Evaluating low-level laser therapy effect on reducing orthodontic pain using two laser energy values: A placebo-controlled split-mouth randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2017 (In Press).

Altan-Burcu A, Sokucu O, Toker H, Sumer Z. The effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement: Metrical and immunological investigation. *JSM Dentistry.* 2014;2:1040.

Artes-Ribas M, Arnabat-Dominguez J, Puigdollers A. Analgesic effect of a low-level laser therapy (830 nm) in early orthodontic treatment. *Lasers Med Sci.* 2013;28:335-341.

- B -

Bergius M, Kiliaridis S, Berggren U. Pain in orthodontics: A review and discussion of the literature. *J Orofac Orthop.* 2000;61:125-137.

Bernabe E, Flores-Mir C. Estimating arch length discrepancy through Little's Irregularity Index for epidemiological use. *Eur J Orthod*. 2006;28:269-273.

Bhat AM. Lasers in prosthodontics - An overview part 1: Fundamentals of dental lasers. *J Indian Prosthodont Soc.* 2010;10:13-26.

Bicakci AA, Kocoglu-Altan B, Toker H, Mutaf I, Sumer Z. Efficiency of low-level laser therapy in reducing pain induced by orthodontic forces. *Photomed Laser Surg.* 2012;30:460-465.

- C -

Camacho AD, Velasquez-Cujar SA. Acceleration effect of orthodontic movement by application of low-intensity laser. *J Oral Laser Applications.* 2010;10:99-105.

Camacho AD, Velasquez-Cujar SA. Dental movement acceleration: Literature review by an alternative scientific evidence method. *World J Methodol*. 2014;4:151-162.

Campos MJ, Vitral RW. The influence of patient's motivation on reported pain during orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod*. 2013;18:80-85.

Carvalho-Lobato P, Garcia VJ, Kasem K, Ustrell-Torrent JM, Tallón-Walton V, Manzanares-Céspedes MC. Tooth movement in orthodontic treatment with low-level laser therapy: A systematic review of human and animal studies. *Photomed Laser Surg*. 2014;32:302-309.

Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M, et al. Localized piezoelectric alveolar decortication for orthodontic treatment in adults: A randomized controlled trial. *J Dent Res*. 2016;95:1003-1009.

Chung SEV, Tompson B, Gong SG. The effect of light emitting diode phototherapy on rate of orthodontic tooth movement: A split mouth, controlled clinical trial. *J Orthod*. 2015;42:274-283.

Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988;94:278-284.

Convissar RA. Principles and practice of laser dentistry (2^{nd} Edition). *Elsevier, St. Louis, Missouri.* 2016.

Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: A preliminary study. *Lasers Surg Med*. 2004;35:117-120.

- D -

Dalaie K, Hamedi R, Kharazifard MJ, Mahdian M, Bayat M. Effect of Low-Level Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement: A Clinical Investigation. *J Dent (Tehran).* 2015;12(4):249-256.

Davidovitch Z, Nicolay OF, Ngan PW, Shanfeld JL. Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am*. 1988;32:411-435.

de Almeida VL, de Andrade-Gois VL, Andrade RN, Cesar CP, de Albuquerque-Junior RL, de Mello-Rode S, et al. Efficiency of low-level laser therapy within induced dental movement: A systematic review and meta-analysis. *J Photochem Photobiol B*. 2016;158:258-266.

Deshpande P, Patil K, Mahima VG, Shivalinga BM, Suchetha M, Ranjan A.Low-level laser therapy for alleviation of pain from fixed orthodontic appliance therapy: A randomized controlled trial. *J Adv Clin Res Insights*. 2016;3:43-46.

Diravidamani K, Sivalingam SK, Agarwal V. Drugs influencing orthodontic tooth movement: An overall review. *J Pharm Bioallied Sci*. 2012;4:299-303.

Dominguez A, Gomez C, Palma JC. Effects of low-level laser therapy on orthodontics: rate of tooth movement, pain, and release of RANKL and OPG in GCF. *Lasers Med Sci*. 2015;30:915-923.

Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: A clinical investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141:289-297.

- E -

Ekizer A, Türker G, Uysal T, Güray E, Taşdemir Z. Light emitting diode mediated photobiomodulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial. *Lasers Surg Med*. 2016;48:936-943.

Enwemeka CS, Parker JC, Dowdy DS, Harkness EE, Sanford LE, Woodruff LD. The efficacy of low-power lasers in tissue repair and pain control: A meta-analysis study. *Photomed Laser Surg*. 2004;22:323-329.

Erdinc AM, Dincer B. Perception of pain during orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod*. 2004;26:79-85.

Esper MA, Nicolau RA, Arisawa EA. The effect of two phototherapy protocols on pain control in orthodontic procedure: A preliminary clinical study. *Lasers Med Sci*. 2011;26:657-63.

- F -

Farias RD, Closs LQ, Miguens SA Jr. Evaluation of the use of low-level laser therapy in pain control in orthodontic patients: A randomized split-mouth clinical trial. *Angle Orthod*. 2016;86:193-198.

Fleming PS, Johal A. Self-ligating brackets in orthodontics: A systematic review. *Angle Orthod*. 2010;80:575-584.

Frost HM. The regional acceleratory phenomenon: A review. *Henry Ford Hosp Med J*. 1983;31:3-9.

- G -

Genc G, Kocadereli I, Tasar F, SarkaratiB. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci*. 2013;28:41-47.

Gkantidis N, Mistakidis I, Kouskoura T, Pandis N. Effectiveness of non-conventional methods for accelerated orthodontic tooth

movement: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2014;42:1300-1319.

Glynn CJ, Lloyd JW. The diurnal variation in perception of pain. *Proc R Soc Med*. 1976;69:369–372.

Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. Orthodontics current principles and techniques (5^{th} Edition). *Elsevier, St. Louis, Missouri.* 2010.

Gupta A, Sable RB. The effect of various ligation methods on friction in sliding mechanics. *The journal of Indian orthodontic society*. 2013;47:83-87.

- H -

Heidari S, Torkan S. Laser applications in orthodontics. *J Lasers Med Sci*. 2013;4:151-158.

Heravi F, Moradi A, Ahrari F. The effect of low level laser therapy on the rate of tooth movement and pain perception during canine retraction. *Oral Health Dent Manag*. 2014;13:183-8.

Hoar S, Linnell KJ. Cognitive load eliminates the global perceptual bias for unlimited exposure durations. *Atten Percept Psychophys*. 2013;75:210-215.

Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;145:51-64.

Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: Molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;146:620-632.

– J –

Jian F, Lai W, Furness S, McIntyre GT, Millett DT, Hickman J, et al. Initial arch wires for tooth alignment during orthodontic treatment with fixed appliances. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(4):CD007859.

– K –

Kansal A, Kittur N, Kumbhojkar V, Keluskar KM, Dahiya P. Effects of low-intensity laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A clinical trial. *Dent Res J (Isfahan).* 2014;11:481-488.

Kanzaki H, Chiba M, Arai K, Takahashi I, Haruyama N, Nishimura M, et al. Local RANKL gene transfer to the periodontal tissue accelerates orthodontic tooth movement. *Gene Ther.* 2006;13:678-685.

Kau CH, Kantarci A, Shaughnessy T, Vachiramon A, Santiwong P, de la Fuente A, et al. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment. *Prog Orthod.* 2013;14:30.

Kim DH, Park YG, Kang SG. The effects of electrical currentfrom a micro-electrical device on tooth movement. *Korean JOrthod.* 2008;38:337-346.

Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2009;79:284-291.

Kim WT, Bayome M, Park JB, Park JH, Baek SH, Kook YA. Effect of frequent laser irradiation on orthodontic pain. A single-blind randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2013;83:611-616.

Kişnişci RS, Işeri H, Tüz HH, Altug AT. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002;60:389-394.

Kobayashi Y, Takagi H, Sakai H, Hashimoto F, Mataki S, Kobayashi K, et al. Effects of local administration of osteocalcin on experimental tooth movement. *Angle Orthod*. 1998;68:259-266.

Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1959;12:277-288.

Krishnan V. Orthodontic pain: from causes to management: A review. *Eur J Orthod*. 2007;29:170-179.

- L -

Leethanakul C, Kanokkulchaib S, Pongpanichc S, Leepongd N, Charoemratrote C. Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction. *Angle Orthodontist*. 2014;84:839-845.

Li FJ, Zhang JY, Zeng XT, Guo Y. Low-level laser therapy for orthodontic pain: A systematic review. *Lasers Med Sci*. 2015;30:1789-1803.

Lim HM, Lew KK, Tay DK. A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;108:614-622.

Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res*. 2006;9:38-43.

Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998;114:372-382.

Little RM. The irregularity index: A quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod*. 1975;68:554-563.

Loe H. The gingival index, the plaque index and the retention index systems. *J Periodontol*. 1967;38:610 (supplement).

- M -

McGorray SP, Dolce C, Kramer S, Stewart D, Wheeler TT. A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and short-term stability. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141:196-203.

Mehr R. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics inalleviating mandibular anterior crowding—a randomized controlled clinical trial [Master Thesis]. *Connecticut,USA: University of Connecticut of Medicine and Dentistry.* 2013;1-61.

Monea A, Beresescu G, Tibor M, Popsor S, Antonescu DM. Bone healing after low-level laser application in extraction sockets grafted with allograft material and covered with a resorbable collagen dressing: A pilot histological evaluation. *BMC Oral Health*. 2015;15:134.

– N –

Nahas AZ, Samara SA, Rastegar-Lari TA. Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: A single center, randomized clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2017;32:129-135.

Nalcaci R, Cokakoglu S. Lasers in orthodontics. *Eur J Dent*. 2013;7:119-125.

Ngan P,Kess B, Wilson S. Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989;96:47-53.

Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment: A frontier in orthodontics. *Prog Orthod*. 2013;14:42.

Nobrega C, da Silva EM, de Macedo CR. Low-level laser therapy for treatment of pain associated with orthodontic elastomeric separator placement: A placebo-controlled randomized double-blind clinical trial. *Photomed Laser Surg*. 2013;31:10-6.

– P –

Phadnis PS, Kamath P, Prasad R. Lasers: A contemporary tool in orthodontics. *J. Int Oral Health*. 2011;3.

Phulari BS. Orthodontics Principles and Practice (2^{nd} Edition). *JP Medical Ltd, London, UK.* 2016.

Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary Orthodontics (5^{th} Edition). *Elsevier, St. Louis, Missouri*. 2012.

Proffit WR, Fields HW, Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: Estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1998;13:97-106.

- R -

Reza F, Katayoun K, Farazaneh A, Nikoo T. Laser in orthodontics. Principles in contemporary orthodontics. *China: In Tech.* 2011.

Rojas JC, Gonzalez-Lima F. Low-level light therapy of the eye and brain. *Eye and Brain*. 2011;3:49-67.

- S -

Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134:470 e1-8.

Sebastian B. Alignment efficiency of superelastic coaxial nickel-titanium vs superelastic single-stranded nickel-titanium in relieving mandibular anterior crowding: A randomized controlled prospective study. *Angle Orthod*. 2012;82:703-708.

Seifi M, Eslami B, Saffar AS. The effect of prostaglandin E2 and calcium gluconate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Eur J Orthod*. 2003;25:199-204.

Shaughnessy T, Kantarci A, Kau CH, Skrenes D, Skrenes S, Ma D. Intraoral photobiomodulation-induced orthodontic tooth alignment: A preliminary study. *BMC Oral Health*. 2016;16:3.

Shimizu N, Yamaguchi M, Goseki T, Shibata Y, Takiguchi H, Iwasawa T, et al. Inhibition of prostaglandin E2 and interleukin 1-beta production by low-power laser irradiation in stretched human periodontal ligament cells. *J Dent Res*. 1995;74:1382-1388.

Showkatbakhsh R, Jamilian A, Showkatbakhsh M. The effect of pulsed electromagnetic fields on the acceleration of tooth movement. *World J Orthod*. 2010;11:e52-56.

Soma S, Matsumoto S, Higuchi Y, Takano-Yamamoto T, Yamashita K, Kurisu K, et al. Local and chronic application of PTH accelerates tooth movement in rats. *J Dent Res*. 2000;79:1717-1724.

Sonesson M, De Geer E, Subraian J, Petrén S. Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: A systematic review. *BMC Oral Health*. 2016;17:11.

Sousa MV, Pinzan A, Consolaro A, Henriques JF, de Freitas MR. Systematic literature review: influence of low-level laser on orthodontic movement and pain control in humans. *Photomed Laser Surg*. 2014;32:592-599.

Sousa MV, Scanavini MA, Sannomiya EK, Velasco LG, Angelieri F. Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. *Photomed Laser Surg*. 2011;29:191-196.

Stinson JN, Kavanagh T, Yamada J, Gill N, Stevens B. Systematic review of the psychometric properties, interpretability and feasibility of self-report pain intensity measures for use in clinical trials in children and adolescents. *Pain*. 2006;125:143-157.

Suya H. Corticotomy in orthodontics. In: Hösl E, Baldauf A (eds): Mechanical and Biological Basics in Orthodontic Therapy. *Heidelberg, Germany, Hütlig Buch.* 1991;207-222.

- T -

Thomas G, Isaacs R. Basic Principles of Lasers. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine*. 2011;12:574-577.

Tortamano A, Lenzi DC, Haddad AC, Bottino MC, Dominguez GC, Vigorito JW. Low-level laser therapy for pain caused by placement of the first orthodontic archwire: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136:662-667.

Turhani D, Scheriau M, Kapral D, Benesch T, Jonke E, Bantleon HP. Pain relief by single low-level laser irradiation in orthodontic patients undergoing fixed appliance therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130:371-377.

- U -

Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R.Patients', parents', and orthodontists' perceptions of the need for and costs of additional procedures to reduce treatment time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145:65-73.

- V -

Verma SK, Maheshwari S, Singh RK, Chaudhari PK. Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *Natl J Maxillofac Surg*. 2012;3:124-132.

– W –

Wahab RM, Idris H, Yacob H, Ariffin SH. Comparison of self- and conventional-ligating brackets in the alignment stage. *Eur J Orthod.* 2012;34:176-181.

Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: A 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67:2149-2159.

Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ. Accelerated orthodontics with alveolar reshaping. Two case report. *J Ortho Pract*. 2000;10:63-70.

Woodhouse NR, DiBiase AT, Johnson N, Slipper C, Grant J, Alsaleh M, et al. Supplemental vibrational force during orthodontic alignment: A randomized trial. *J Dent Res.* 2015;94:682-689.

– Y –

Yassaei S, Aghili H, Afshari JT, Bagherpour A, Eslami F. Effects of diode laser (980 nm) on orthodontic tooth movement and interleukin 6 levels in gingival crevicular fluid in female subjects. *Lasers Med Sci.* 2016;31:1751-1759.

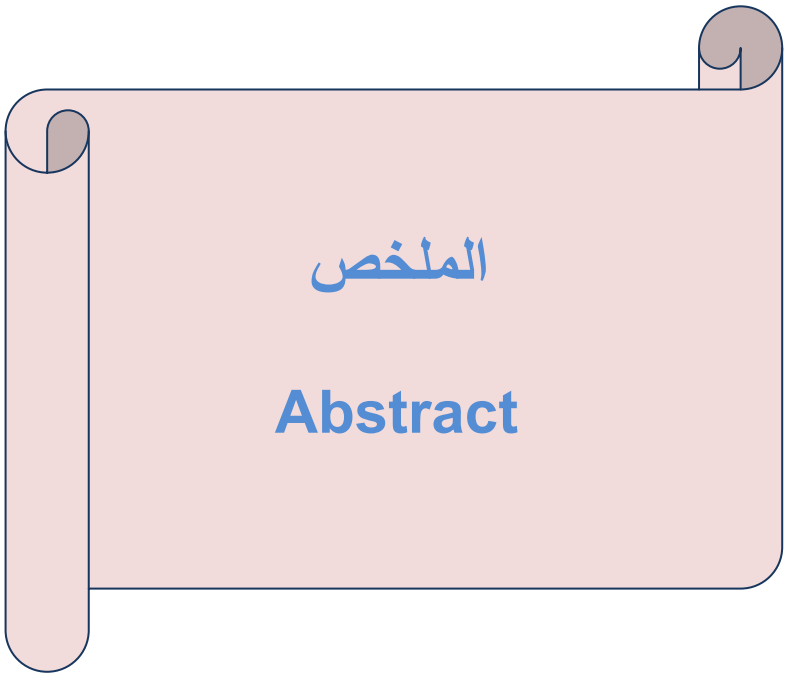
Yassaei S, Fekrazad R, Shahraki N. Effect of low level laser therapy on orthodontic tooth movement: A review article. *J Dent (Tehran).* 2013;10:264-272.

Yoshida T, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Kato M, Arai Y, Kaneda T, et al. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12:289-298.

Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: A preliminary study. *Lasers Med Sci*. 2008;23(1):27-33.

- المرجع العربي-

الجوجو، ريما. دراسة مقارنة بين الطريقتين التقليدية والليزرية في علاج آلام المفصل الفكي الصدغي ذات المنشأ العضلي. (ماجستير)، *جامعة دمشق*. 2010.


الملخص
Abstract

الملخص

هدف الدراسة: تهدف الدراسة إلى تقييم الفعالية السريرية للمعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تسريع رصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة وإنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية بعد إدخال السلك التقويمي الأولي.

مواد وطرائق الدراسة: تألفت عينة الدراسة من (26) مريضاً [العمر (16 – 24) سنة، العمر الوسطي: (20.07) سنة] بحاجة إلى معالجة تقويمية بالجهاز الثابت. تم توزيع المرضى عشوائياً إما إلى مجموعة الليزر أو إلى المجموعة الشاهدة. بعد إدخال السلك التقويمي الأولي تم تعريض المرضى في مجموعة الليزر إلى جرعة من الليزر منخفض الطاقة [طول الموجة (830) نانومتر، الطاقة (2) جول/نقطة] على كل جذر من جذور الأسنان الستة الأمامية العلوية في أربع نقاط (نقطتان من الناحية الدهليزية ونقطتان من الناحية الحنكية). تم تكرار التطبيق بعد (3، 7، 14) يوماً ثم كل (15) يوماً بدءاً من الشهر الثاني حتى نهاية مرحلة الرصف والتسوية. تم تقييم تقدم المعالجة باستخدام الأمثلة الجبسية في (4) نقاط زمنية. في المجموعة الشاهدة وللحصول على أثر الدواء الوهمي تم تطبيق جهاز الليزر بنفس الطريقة المستخدمة في مجموعة الليزر لكن دون تطبيق شعاع الليزر. كانت المتغيرات الحصيلية المدروسة المتعلقة بالتسريع هي الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية ونسبة تحسن الرصف والتسوية بين المجموعتين المدروستين. فيما يتعلق بالألم المرافق للمعالجة التقويمية طُلِبَ من المرضى تسجيل مقدار ألمهم عبر استبيان يحتوي على مقياس رقمي بصري (VAS) بقياس (100) ملم، وذلك بعد ساعة واحدة، بعد ست

ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، وبعد ثلاثة أيام على إدخال السلك التقويمي الأولي، في كل من وضعية الراحة ووضعية المضغ لكل زمن.

النتائج: أظهرت النتائج فعالية الليزر منخفض الطاقة في إنقاص الزمن اللازم لإنهاء الرصف والتسوية بمقدار (26%) مقارنة مع المجموعة الشاهدة ($p = 0.000$)، وزيادة في نسبة تحسن الرصف والتسوية بمقدار (30%) و (20%) بعد شهر واحد وشهرين اثنين على إدخال السلك الأولي على التوالي في مجموعة الليزر منخفض الطاقة مقارنة مع المجموعة الشاهدة. فيما يتعلق بالألم المرافق للمعالجة التقويمية و رغم وجود فروقات سريرية لم تلاحظ دلالة إحصائية بين كلا المجموعتين في جميع الأوقات المدروسة بالوضعيتين باستثناء الفترة الزمنية (بعد ثلاثة أيام) في وضعية المضغ.

الاستنتاجات: تعتبر المعالجة بالليزر منخفض الطاقة طريقة فعالة في تسريع الحركة السنية التقويمية، بينما تمتلك فعالية سريرية دون وجود فروقات دالة إحصائياً في إنقاص الألم المرافق للمعالجة التقويمية.

الكلمات المفتاحية: المعالجة بالليزر منخفض الطاقة، تسريع الحركة السنية التقويمية، الألم المرافق للمعالجة التقويمية، مرحلة الرصف والتسوية.

Abstract:

Aim: The purpose of this study was to evaluate the clinical effectiveness of low-level laser therapy in accelerating the alignment and leveling of crowded maxillary incisors and reducing orthodontic pain resulting from inserting the initial orthodontic archwire.

Materials and Methods: Twenty six patients [age (16 - 24); mean: (20.07) years] in need of treatment with fixed orthodontic appliance was involved in this trial. Patients were randomly assigned to either laser group or control group. After inserting the initial orthodontic archwire patients in the laser group received a low-level laser dose [wavelength (830) nm, energy (2) j/point] on each root of the six upper anterior teeth roots in four points [(2) buccal, (2) palatal]. Application was repeated after (3, 7, 14) days in the first month and then every (15) days starting from the second month. Evaluation was done using dental casts In (4) time points. In order to get the placebo effect for the control group patients the laser device was applied the same way as in the laser group without applying the laser beam. The outcome measures for acceleration were the time needed

to complete alignment and leveling and the alignment and leveling improvement percentage in each studied time point. For Pain assessment patients were asked to score their pain intensity by filling out a questionnaire with a 100-mm Visual Analogue Scale (VAS) after one hour, six hours, one day, two days, and three days; at rest and during mastication for each time point.

Results: Low-level laser therapy showed (26%) reduction in the overall alignment and leveling time compared to the control group (p = 0.000), and increased the alignment and leveling improvement percentage by (30%) and (20%) after one month and two months of first archwire engagement respectively. Despite the clinical difference, no Statistical significance was found between the two groups for each studied time point in both situations except for the time point (after three days) during mastication.

Conclusion: Low-level laser therapy is an effective method for orthodontic tooth movement acceleration. Besides, it tends to be clinically effective in reducing orthodontic pain, despite that there wasn't a statistical significance in most times.

Keywords: Low-level laser therapy, Orthodontic tooth movement acceleration, Orthodontic pain, Alignment and leveling stage.

الملاحق

Appendices

ملحق رقم (1): ورقة المعلومات Information Sheet:



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم تقويم الأسنان والفكين

ورقة المعلومات

Information Sheet

- **عنوان الدراسة:** تقييم تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تسريع الحركة السنية التقويمية لرصف وتسوية القواطع العلوية المزدحمة

(دراسة سريرية مضبوطة معشاة)

إعداد الباحث: د. محمَّد موفَّق السيد حسن

إشراف: م.د. كندة سلطان – م.د. عمر حمادة

- أنت مدعو للمشاركة في هذه الدراسة والتي سيتم إجراؤها في كل من قسم تقويم الأسنان والفكين ووحدة أبحاث الليزر في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق، وقبل أن تتخذ قرارك يجب أن تعلم سبب القيام بهذه الدراسة والإجراءات المتبعة فيها، فالرجاء أخذ الوقت الكافي لقراءة المعلومات التالية بحرص وانتباه.

- إن الهدف من هذه الدراسة هو تقييم فعالية الليزر منخفض الطاقة في المساعدة على اختصار وقت المعالجة التقويمية وإمكانية تأثيره على الألم المرافق للمعالجة التقويمية في حال وجوده.
- إن استخدام الليزر منخفض الطاقة في تقويم الأسنان والفكين هو تقنية حديثة وتحتاج إلى المزيد من الدراسات لإثبات فعاليتها.
- عدد المرضى المشاركين في الدراسة (26) مريضاً.
- سيتم تقسيم المرضى إلى مجموعتين بالتساوي، وستخضع كل مجموعة للمعالجة التقويمية بالجهاز التقويمي الثابت بعد قلع ضاحكين أولين علويين مع تطبيق الجهاز لدى المجموعتين لتقييم فعالية الليزر منخفض الطاقة في إحدى المجموعتين، ويمكن أن تكون ضمن إحدى المجموعتين.
- ليس لتطبيق الليزر منخفض الطاقة أي تأثيرات جانبية ضارة، وفي حال حدوث أي مشكلة سيتم إعلامك بذلك مباشرة.
- أنت مخير تماماً للمشاركة في هذه الدراسة، فإذا وافقت على المشاركة سيطلب منك التوقيع على الموافقة المعلمة، وإذا أردت عدم المشاركة في الدراسة فلك مطلق الحرية دون أن تكون مضطراً لذكر أي من الأسباب، ودون أن يؤثر ذلك على معالجتك في قسم تقويم الأسنان والفكين.

ملحق رقم (2): الموافقة المعلمة Informed Consent:

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم تقويم الأسنان والفكين

الموافقة المعلمة

Informed Consent

إقرار المشارك في الدراسة بالموافقة:

تصريح:

أنا الموقع أدناه _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ :

أوافق على الخضوع لكافة الإجراءات العلاجية اللازمة لبحث الماجستير للباحث الدكتور محمد موفَّق السيد حسن في قسم تقويم الأسنان والفكين ووحدة أبحاث الليزر في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق.

لقد قرأت وفهمت كافة المعلومات آنفة الذكر وأُعطيت الوقت الكافي لمناقشة هذه الدراسة مع الباحث والذي أجاب بدوره على كل استفساراتي، وتوقيعي في الأسفل يؤكد موافقتي.

اسم المريض المشارك: **التوقيع:**

التاريخ:

الطبيب الباحث: **التوقيع:**

ملحق رقم (3): استبيان الألم Pain Questionnare:

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

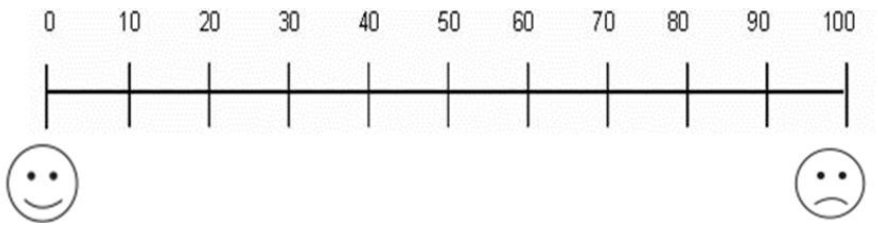
كلية طب الأسنان

قسم تقويم الأسنان والفكين

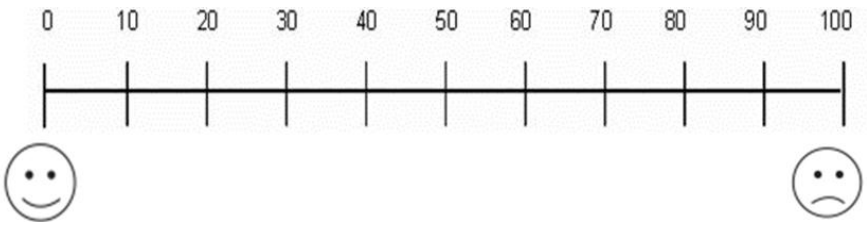
اسم المريض: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ التاريخ والوقت: _ _ _ _ _ _ _

1-يرجى وضع إشارة (×) عند الرقم الذي يعبر عن شدة الألم:

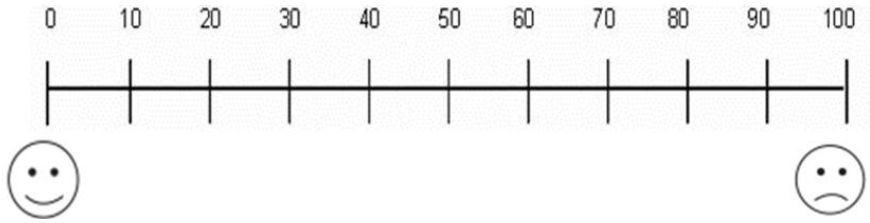
- **بعد ساعة واحدة:**



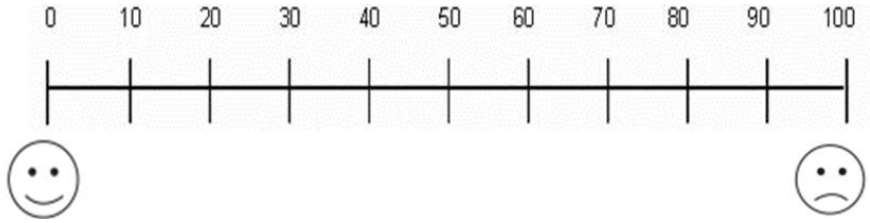
- **بعد (6) ساعات:**



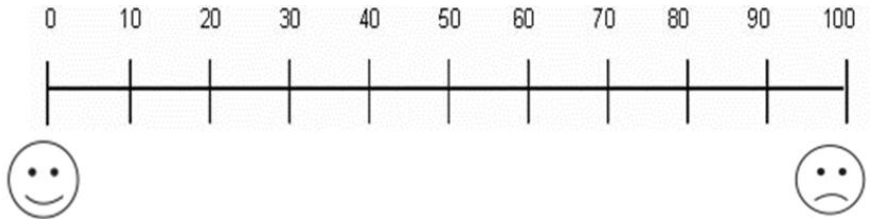
- **بعد (24) ساعة:**



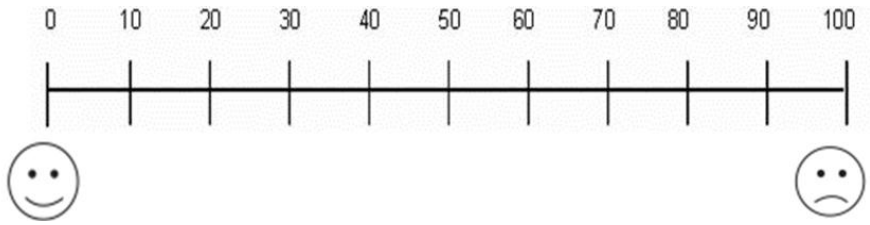
- **بعد (48) ساعة:**



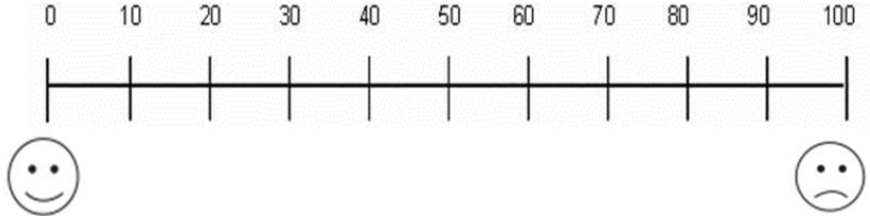
- **بعد (72) ساعة:**



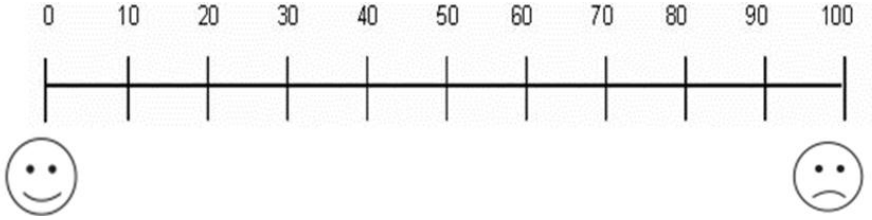
2- هل تشعر بأي ألم في مكان تطبيق جهاز الليزر؟



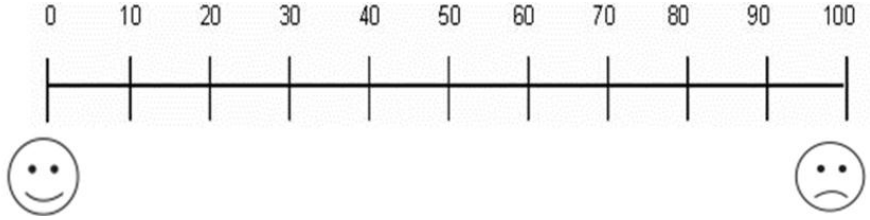
3- هل تشعر بأي انزعاج في مكان تطبيق جهاز الليزر؟



4- هل تشعر بأي حرق في مكان تطبيق جهاز الليزر؟



5- هل تشعر بأي انتباج في مكان تطبيق جهاز الليزر؟



6- ما مقدار سهولة الإجراء العلاجي بالنسبة لك؟

1. سهل. 2. متوسط. 3. صعب.

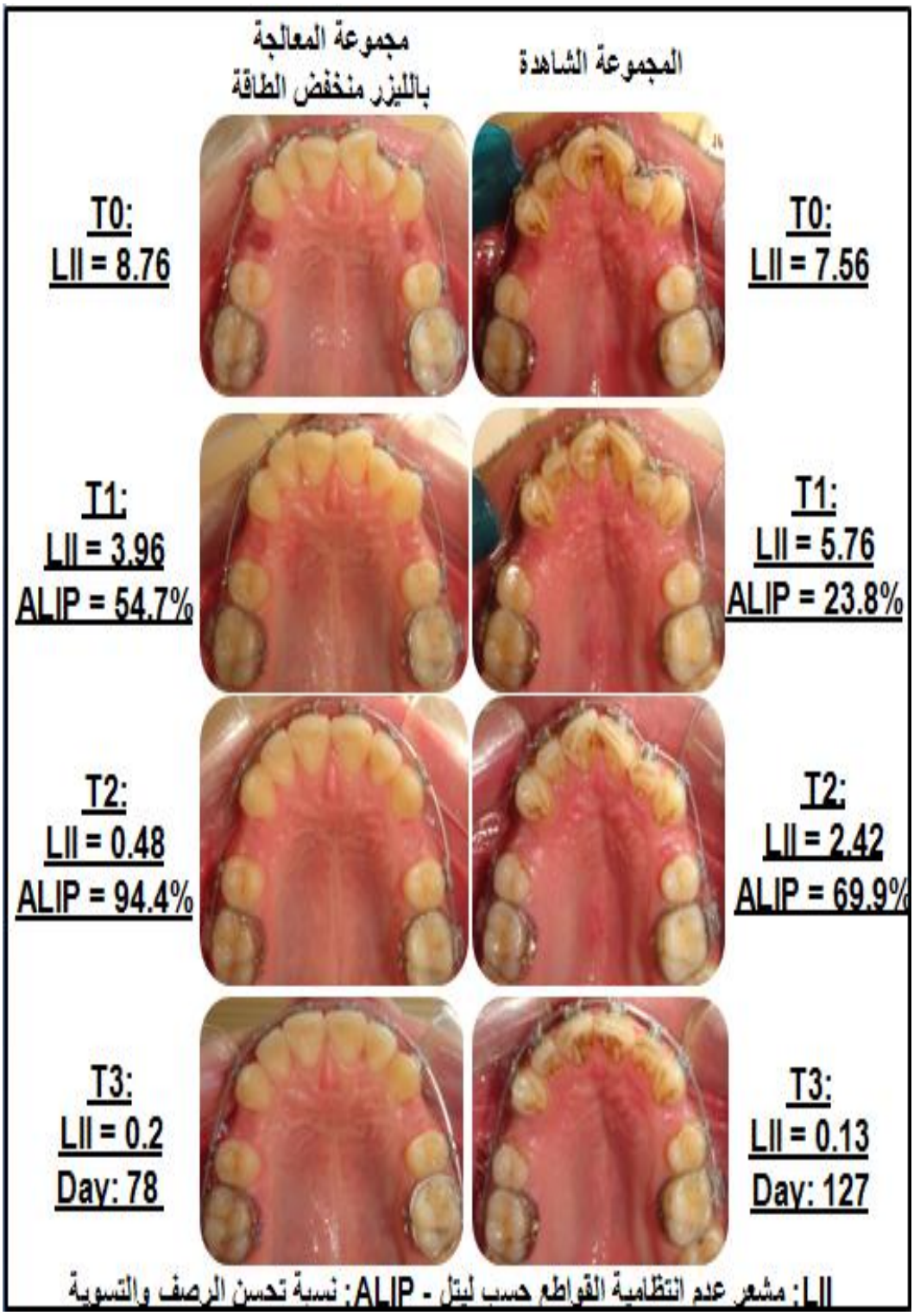
7- هل ستقبل الخضوع لهذا الإجراء العلاجي مجدداً؟

1. نعم. 2. لا.

8- هل توصي صديقاً بالخضوع لهذ الإجراء العلاجي؟

1. نعم. 2. لا.

ملحق رقم (4): حالتان سريريتان توضيحيتان Two Clinical Illusterative Cases:



ملحق رقم (5): المقالات المنشورة Published Articles:

1- The Angle Orthodontist:

Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement:
A randomized controlled clinical trial

2- European Journal of Orthodontics:

Evaluating low-level laser therapy effect on reducing orthodontic pain using two laser energy values:
a placebo controlled
split-mouth randomized controlled trial

3- مجلة جامعة دمشق للعلوم الصحية:

تقييم فعالية المعالجة بالليزر منخفض الطاقة في تخفيف الألم المرافق للمعالجة التقويمية

4- مجلة جامعة البعث للعلوم الصحية:

تقييم تأثير المعالجة بالليزر منخفض الطاقة على تسريع تبديل الأسلاك التقويمية خلال مرحلة الرصف والتسوية