

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخريش بليزر *Er-YAG* والتخريش التقليدي بالحمض بعد إلصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)

اسم الباحثة: الدكتورة لمى بوبكي
إشراف : الأستاذ الدكتور حسان فرح
طالبة ماجستير في قسم تقويم الأسنان والفكين - جامعة حماة
أستاذ مساعد في قسم تقويم الأسنان والفكين - جامعة حماة

المخلص

استخدم الليزر بوصفه طريقة فعّالة لتخريش سطح الميناء لتهيئة لإلصاق الحاصرات التقويمية عليه بدلاً من حمض الفوسفور بسبب المخاطر الناجمة عن استخدام الحمض. تهدف الدراسة إلى مقارنة قوى الارتباط المقاومة للقص (جهد القص) للحاصرات التقويمية اللسانية المصقفة على سطح الميناء اللسانية بعد التخريش بالطريقة التقليدية بحمض الفوسفور و التخريش بليزر *Er-YAG*.

إذ تمّ جمع (24) ضاحكة علوية وسفلية بشرية مقلوعة حديثاً لأسباب تقويمية ، وقسمت لمجموعتين متساويتين عشوائياً الأولى تمّ تخريش الميناء من سطحها اللساني بحمض الفوسفور، والثانية تمّ تخريش الميناء من سطحها اللساني بليزر *Er-YAG*، وألصقت الحاصرات القويمية اللسانية بطريقة الغصاق المباشر باستخدام اللاصق القوي، ثم تمّ إجراء الاختبار الميكانيكي باستخدام جهاز الاختبار القياسي *TiniusOlsen*.

لم تظهر النتائج فروقاً ذات دلالة إحصائية في متوسط قيم قوة الارتباط المقاومة للقص (جهد القص) بالميجاباسكال بين مجموعة التخريش بليزر *Er-YAG* ومجموعة التخريش الحمضي التقليدي.

كلمات مفتاحية: التخريش بالليزر، ليزر *Er-YAG* ، الحاصرات التقويمية اللسانية، التخريش التقليدي، قوة الارتباط المقاومة للقص .

Comparison of Shear Bond Strength between Er-YAG Laser Etching and Conventional Acid Etching after Lingual Orthodontic Brackets Adhesion

(In –Vitro Study)

Abstract:

The laser has been used as an alternative effective method of etching enamel surface for direct bonding of orthodontic brackets instead of phosphoric acid.

The aim of this study was to compare shear bond strength of lingual orthodontic brackets following conventional acid etching versus Er-YAG Laser etching. Twenty- four human extracted premolars were collected and divided randomly into two equal groups(n=12) .The lingual enamel surface of the first group was etched by phosphoric acid while the second group was etched by Er-YAG laser .Then the lingual orthodontic brackets were bonded with a direct technique. The mechanical test has occurred by using a universal testing machine(TiniusOlsen).

The finding showed that no statistically significant differences in mean of shear bond strength between phosphoric acid etching and Er-YAG Laser etching group.

Key words: Laser etching, Er-YAG Laser, Lingual orthodontic brackets, conditional etching, shear bond strength.

1- المقدمة Introduction:

يعد الميناء من أفسى أجزاء الجسم ويتألف وزنه 97 % معادن، 1% مواد عضوية، و 2% ماء يتألف الجزء المعدني من أملاح فوسفات الكالسيوم على شكل بلورات هيدروكسي الأباتيت ، والتي تترتب مجتمعة لتشكل المواشير المينائية التي تعد البنية الأساسية في الميناء، حيث أن السطح المينائي الناعم المؤلف من المواشير المينائية ، الأساسية في الميناء يجعل قابلية الارتباط الميكانيكي المجهري قابلية ضعيفةً لذلك كان لابد من تهيئته أولاً لجعله قادراً على استقبال المواد اللاصقة عن طريق معالجته بحموض معينة.^[1]

أحدث ظهور تقنية التخريش الحمضي على يد Buonocore عام 1955 ثورة في مستقبل تقويم الأسنان، حيث سمحت هذه التقنية باستبدال الأطواق المعدنية بالحاصرات الدهليزية المصققة ، وقد تمتعت تقنية ربط الحاصرات بمزايا هامة جعلت منها الإجراء الروتيني المتبع لدى معظم السريريين^[2] ، تتضمن تقنية التخريش الحمضي تطبيق حمض بتركيز مناسب على سطح الميناء يعمل على إزالة طبقة اللطاخة وحل أجزاء من المواشير المينائية وإنقاص عددها تاركاً سطحاً خشناً غير منتظم مناسباً لحصول الارتباط الميكانيكي المجهري من خلال احتوائه على أعداد هائلة من الفجوات المجهرية التي تسمح للراتنج باختراقها مشكلاً بعد وصلبه استطلاعات راتنجية (أوتاد) تؤمن الارتباط الميكانيكي مع سطح الميناء^[3] ، ولكن في أواخر العقد الماضي ازداد الطلب على تقويم الأسنان غير المرئي لاعتبارات تجميلية خاصةً بين المرضى البالغين^[4] ، ودائماً ما كان الاعتراض الأساسي من تطبيق الأجهزة التقويمية الثابتة على المرضى هو من كون هذه الأجهزة شفوية ومرئية ولا تؤمن نواحي جمالية^[5] ، لذا تمّ تطوير العديد من الأساليب الجمالية المختلفة مثل الحاصرات الخزفية والبلاستيكية المصنوعة من (بولي كربونات) والحاصرات المنشطة بالحرارة والراصقات الشفافة وأجهزة التقويم اللساني^[4] و أيضاً قاموا بتصنيع أسلاك تقويمية مغطاة بمادة ملونة بلون السن^[6] ، ولكن لسوء الحظ تسببت الحاصرات البلاستيكية بمشكلة كبيرة وهي تلون الحاصرات والأسنان ، لذا استمر البحث عن بدائل جمالية محسنة لحاصرات معدنية أو حاصرات بلاستيكية شفافة^[7] .

ومع كل هذا التطور بقي العديد من المرضى البالغين يرفضون المعالجة التقويمية بسبب شعورهم بالإحراج من مظهر الحاصرات^[6] ، لذا قام كل من Fujita في اليابان و Kurs في الولايات المتحدة الأمريكية وبشكل مستقل بتطوير تقنية التقويم اللساني والتي حققت المتطلبات الجمالية العالية لدى المرضى^[8] .

في عام 1980 قام Kurz بالتعاون مع شركة Ormco بتطوير الجيل الأول من الحاصرات اللسانية حيث تم تجربة هذه الحاصرات على 80 حالة تقريباً^[9] ، ثم قاموا بإجراء مجموعة من التعديلات على أجيال الحاصرات اللسانية (من الجيل الأول حتى الوصول إلى الجيل السابع الحالي)^[8] .

- اختلاف الميناء باختلاف سطح السن:

في دراسة لـ Keegan R.Selig وزملائه وجدوا اختلاف في سماكة الميناء حيث كانت السطوح الشفوية (الدهليزية) ذات سماكة أعلى من السطوح اللسانية^[10] إلا أن هذا الاختلاف في سماكة الميناء لا يؤثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواشير المينائية و لا يؤثر على إصاق الحاصرات التقويمية دهليزياً أو لسانياً^[11] .

لكن عملية تخریش الميناء بحمض الفوسفور يمكن أن تحفز حدوث انخساف للأملاح المعدنية وإمكانية أكبر لتطور آفات البقع البيضاء^[3] ، بالإضافة إلى تزايد إمكانية حدوث كسور و تصدعات مينائية عند فك الحاصرات وتنظيف المادة المتبقية بشكل يعتمد على تركيز الحمض وفترة تطبيقه^[12] فرغم أن تقنية التخریش التقليدي باستخدام حمض الفوسفور تؤمن قوى ارتباط عالية و لكنها تترك عدة آثار جانبية على السطح^[13] .

لسنوات عديدة تم استخدام التخریش بحمض الفوسفور على نطاق واسع كخطوة رئيسية لإصاق الحاصرات التقويمية على الأسنان حيث أن انخساف الأملاح لبلورات الميناء والسطح الخشن الناتج عن التخریش هما المسؤولان عن الارتباط الميكانيكي المجهري للميناء^[14] .

مع ذلك أظهرت الدراسات بأن هنالك مجموعة من التأثيرات السلبية للتخریش الحمضي لسطح الميناء وهي :

- 1- زيادة مسامية السطح والقابلية للتصبغ.
- 2- الكسور والشقوق في الميناء عند نزع الحاصرات .
- 3- خسارة في الميناء في أثناء التخریش .
- 4- خشونة السطح عند زيادة التخریش.
- 5- بقاء الأوتاد الراتنجية في الميناء . [13]

تتداخل هذه النواقص مع الهدف الأساسي للعلاج في تحسين جماليات الأسنان ومظهرها مما يؤدي إلى بذل جهود بحثية لإيجاد بدائل مناسبة ، لذلك ركزت العديد من الدراسات على إيجاد طرق بديلة للطريقة التقليدية للتخریش الحمضي حيث تكون أقل ضرراً على بنية الأسنان وتنتج في الوقت ذاته قوة ارتباط مثالية [14].

لذا كان لا بدّ من البحث عن حلول بديلة لتلافي هذه الآثار فوجد الباحثون مجموعة من الحلول منها: التخریش الهوائي ،المبدئ ذاتي التخریش ، التخریش الليزري .

أهم بدائل التخریش الحمضي :

التخریش بالليزر Laser Etching :

يؤدي توجيه طاقة الليزر إلى استئصال وانصهار موضع ، ويحصل تخریش الميناء بشكل أساسي من انفجار مجهري للماء المحتجز في الميناء بين المواشير المينائية [16] .
تم استخدام التخریش بالليزر في العديد من الدراسات وثبت أنه يمكن مقارنة قيم قوة الارتباط بالتخریش الحمضي اعتماداً على نوع الليزر ومعلومات التشيع والتصميمات التجريبية [17] .

إنّ طريقة التخریش بالليزر اجتذبت اهتماماً كبيراً لأنها يمكن أن تزيل طبقة اللطاخة وتؤدي إلى نمط سطحي غير منتظم يمكن مقارنته بالنمط الناتج عن التخریش الحمضي [15] .

الليزر:

الليزر هو تضخيم الضوء بالبعث المنشط للإشعاع ، إذ إن كلمة LASER هي كلمة

مركبة ترمز إلى : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

أي تضخيم الضوء باللبث المنشط للإشعاع ، وكان أول من أطلق هذه التسمية الباحث Gordo Gould عام 1957 ، لكن العالم أينشتاين هو أول من وصف هذه النظرية في مبادئ الفيزياء الأساسية عام 1917 [14] .

تم تقديم الليزر لأول مرة في المجال الطبي في عام 1960 من قبل Maiman ومنذ ذلك الحين تم تطوير هذا الجهاز بسبب الفوائد الناجمة عنه ، والكامنة في استخدامه في تطبيقات علاجية واسعة [14] .

أدخل الليزر للاستخدام في طب الأسنان لأول مرة في عام 1989 وكان ذلك من قبل William و Terymyers حيث استخدموا الليزر من نوع YAG, YSGG [14] .

إنّ الاستخدام الأول لليزر كان مقتصرًا على النسيج الرخوة ، ومع تقديم أطوال موجية حديثة وتحسين نوعية الأطوال الموجودة توسع استخدام الليزر ليشمل النسيج الصلبة ، وهذا ما جعل العلاج يتوسع ليشمل الإجراءات السريرية العديدة وكذلك الإجراءات المخبرية [19] .

تشمل التطبيقات السريرية لليزر في طب الأسنان مجالات متنوعة في مختلف الاختصاصات كالتعويضات الثابتة، الجراحة، الجراحة التقويمية، المعالجات الترميمية، معالجة أمراض النسيج حول السنية ومداواة الأسنان اللبية، بحيث يمكن استخدامه كبديل للسنايل والمشارط الجراحية التي كانت تستخدم في التطبيقات السريرية الروتينية في مختلف مجالات طب الأسنان [14] .

على الرغم من أنّ بعض الأطوال الموجية مثل ليزر (Nd:YAG) يمكن أن تعالج بشكل جيد الأنسجة الصلبة لكن مخاطرها على النسيج السنية تعدُّ كبيرة [14] .

في عام 1997 قامت منظمة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA Food and Drug Administration) بالموافقة على ليزر الارييوم YAG (Er:YAG) وفي وقت لاحق على ليزر Er,Cr:YSGG ، حيث بدأ استخدام هذا الليزر على الأنسجة الصلبة، ويسمى هذان النوعان بالإرييوم Erbium بسبب تشابههما [20] .

ليزر Er-YAG:

إيريبيوم معالج مع يوتريوم ألومنيوم غارنيت، وهو ليزر حالة صلابة بطول موجة 2940 نانومتر ويسمى اختصاراً Yttrium Aluminium Garnet Er-YAG : YSGG ويمتاز بألفته العالية للهيدروكسي أباتيت والامتصاص الأعلى من الماء وهو ليزر فعال صلب يمتلك طاقة عالية تمكنا من استخدامه عوضاً عن السنابل ويستخدم لقطع النسيج الصلبة والرخوة أيضاً بسبب المحتوى العالي من الماء فيها. يتميز بطوله الموجي فمثلاً الطول الموجي لليزر الياقوت هو 694 نانومتر ، ويتم اختيار مادة الليزر بناءً على الطول الموجي المطلوب ، حيث إن كل طول موجة محدد له ألفة نسيجية خاصة بحسب معامل امتصاصها الخاص [20] .

وفي عام 1988 قام Paghdiwala باختبار قدرة ليزر Er-YAG في تحضير النسيج السنوية الصلبة وقد لاحظ بأن الحفر الناتجة عنه لا تحتوي على صدوع وتيار التبريد مائي مرافق لعملية التحضير [21] .

يتميز ليزر Er-YAG عن بقية أنواع الليزر بقدرته على إحداث تغيرات فيزيائية في السطح المينائي والتي من شأنها أن تحدث سطحاً خشناً طبشوري مسامي المظهر ذو شقوق دقيقة وتحزيزات غير منتظمة مما يؤمن ثباتاً مجهرياً ويحافظ على قوة ارتباط ملائمة ، كما أظهر ليزر Er-YAG تفوقه على أنواع الليزر الأخرى في عملية تخريش وتحضير النسيج السنوية المينائية والعاجية [21] .

الإرتباط Adhesion:

تعريف الارتباط :

يطلق الارتباط اصطلاحاً على ارتباط مادتين كانتا منفصلتين [22] .

تعريف قوة الارتباط:

تعرف قوة الارتباط بأنها حاصل قسمة القوة اللازمة لإزالة الارتباط على مساحة السطح بين المادتين الملتصقتين وتقدر بالميغاباسكال Mpa أو بالكيلوغرام على السنتمتر المربع [13] (فهي عبارة عن قياس قدرة تحمل اللاصق للقوى) [22] .

وما يهمنا في اختصاصنا تقويم الأسنان والفكين هو إحداث إصاق بين بنية السن والحاصرات التقويمية ، بحيث يعتبر تعيين مقدار قوة الارتباط المطلوبة لاستمرار ثبات الحاصرات وبقائها طيلة فترة المعالجة ليس بالأمر السهل حيث يجب أن تتحمل

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخریش بليزر Er-YAG والتخریش التقليدي بالحمض بعد
الإصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)

الحاصرات القوى التقويمية بأشكالها المختلفة (شد - غرز - تزيغ - إرجاع) والقوى
الماضغة المطبقة والتي تتراوح بين 40-120 نيوتن وينفس الوقت يجب أن تكون قوة
الارتباط عند مستوى يسمح بنزع الحاصرات دون إحداث أذية مينائية [23].

لذلك تتنوع مقاييس قوة الارتباط بين اختبارات تطبق قوى (شد - قص - فتل -
ضغط) وقوة الارتباط تتأثر بعدة عوامل (نوع السن - حالة السطح - تحضير السطح
- نظام الإصاق - ظروف التخزين - طريقة الاختبار) [23].

تعتبر قوى الشد والقص اختبارات ذات موثوقية لدراسة قوى إصاق الحاصرات
التقويمية حيث تعتبر قوة القص التي يتم تطبيقها بشكل موازي لسطح السن سهلة التمثيل
مخبرياً ، كما أنها تشابه القوى النازعة التي تحدث أثناء المعالجة ، في حين اعتبرت قوى
الشد التي يتم تطبيقها بشكل عمودي على سطح السن أقل ارتباطاً بالممارسة السريرية [24].

إنَّ مقدار قوة الارتباط المقاومة للقص والشد المقبولة سريرياً غير معروف حتى الآن
، حيث قدره Ewoldsen وزملائه بحدود (3-5) ميغاباسكال (25) وذكر Endoa
وزملائه من أنَّ الإصاق السريري الناجح هو الذي يؤمن مقاومة لقوة القص ما بين 6 -
8 ميغاباسكال [26].

بما أنَّ قوة الارتباط المقبولة لتحقيق إصاق سريري ناجح لاتزال غير معروفة ، فقد
تم الإستعانة بمقاييس أخرى مساعدة مثل مقياس فشل الارتباط [26].

الإصاق في تقويم الأسنان:

قياس فعالية الإصاق :

يتم قياس فعالية الإصاق عند تعريض المادة المدروسة لاختبارات الارتباط من قوة
شد أو قص ويحدد نمط الفشل على الشكل التالي :

إذا حدث الفشل في الوسط اللاصق المتواجد بين السطحين ، يسمى نمط الفشل بأنه
فشل رابطي Adhesive failure.

أما إذا حدث الفشل بين اللاصق و أحد السطحين ولكن ليس ضمن مادة الإصاق
فيسمى فشل تماسكي Cohesive failure وغالباً ما يكون نمط الفشل مختلطاً [22].

تصنيف الإلصاق :

- فيزيائي: روابط كهربائية ساكنة وروابط فاندرفالس، وتعدّ هذه الروابط ضعيفة .
- كيميائي: يشمل الروابط الكيميائية المتشكلة بين الذرات عبر السطح المشترك من اللاصق إلى سطح الإلصاق .
- ميكانيكي : يتشكّل نتيجة السطح المشترك الذي يشمل على مثبتات تحدث نتيجة تشابك المواد [22] .

العوامل المؤثرة على عملية الإلصاق:

- 1- الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لكل من اللاصق والسطوح المرتبطة.
- 2- تجانس المادة .
- 3- ثخانة السطح البيئي .
- 4- رطوبة البيئة الفموية .
- 5- عادات المضغ [22] .

أهمية البحث :

- إنّ التخريش بالحمض التقليدي يحمل العديد من السلبيات ، بينما وجدت العديد من الدراسات إيجابيات عند اللجوء للتخريش بالليزر ، لذلك يمكن أن يكون التخريش بالليزر طريقة ملائمة لتخريش السطح اللساني للأسنان وبديلة عن استخدام الحمض [27] .
- عدم وجود أي دراسات سابقة تحرت مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص (جهد القص) للحاصرات التقويمية اللسانية بعد التخريش بحمض الفوسفور و التخريش بليزر Er-YAG. حيث تعد هذه الدراسة الأولى من نوعها في مجال المقارنة بين التخريش بالليزر والتخريش بالحمض للسطح اللساني للأسنان لإلصاق الحاصرات التقويمية اللسانية .

أهداف البحث Aims of the study:

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخریش بليزر Er-YAG والتخریش التقليدي بالحمض بعد
إلصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص للحاصرات التقويمية اللسانية المصقة بالطريقة
المباشرة بعد التخریش بليزر Er-YAG وحمض الفوسفور .

طرائق البحث ومواده Materials and Methods:

1 : عينة البحث:

تتألف العينة من (24) ضاحكاً بشرياً علوياً أو سفلياً تمَّ انتقاؤها من أجل إلصاق
حاصرات تقويمية لسانية عليها.

2 : معايير إنتقاء العينة:

- 1- أن يكون ضاحكاً علوياً أو سفلياً أولاً أو ثانٍ .
- 2- أن يكون الضاحك مقلوعاً حديثاً لأغراض تقويمية.
- 3- أن يكون الضاحك ذو شكل و حجم سليمين.
- 4- أن يكون الضاحك غير معرّض لأي عملية تبييض أو فلورة (على الأقل قبل
أسبوعين من القلع)
- 5- أن يكون ميناء الضاحك سليماً وخاصةً سطحه اللساني وخالياً من :
أ- أي عيب تطوري في تاج السن (سوء تصنع مينائي ، تبقع فلوري)
ب- الآفات المينائية المكتسبة كالنخور .
ت- العيوب المينائية المرئية بالعين المجردة كالصدوع أو الكسور الناتجة عن ضغط
كلابات القلع .
ث- الحشوات والترميمات .

6- عمر المرضى الذين أخذت منهم أسنان العينة من (12-25) سنة .

3 : مواد البحث:

- 1- حاويات بلاستيكية ، لحفظ الأسنان مع قواعدها الأكريلية .
- 2- فورم ألدهيد 10% .
- 3- ماء مقطر .
- 4- أداة تقليح (U15) منجلية حادة .

- 5- سنبله شاقه.
- 6- قبضة توربين عالية السرعة.
- 7- مكعبات بلاستيكية لعمل القاعدة الاكريلية للأسنان .
- 8- راتنج اكريلي ذاتي التصلب .
- 9- وعاء زجاجي صغير (للاكريل) .
- 10- اسباتيول معدني(للمزج).
- 11- مسحوق خفان ذو حبيبات ناعمة خالية من الفلور .
- 12- مسبر حاد.
- 13- ملقط .
- 14- مرآة .
- 15- محقنة هواء /ماء .
- 16- مؤقت زمني
- 17- جهاز التصليب الضوئي
- 18- ملقط حاصرات.
- 19- محددة لاصاق الحاصرات بالطريقة المباشرة .
- 20- فراشي لتنظيف الأسنان .
- 21- قبضة ذات سرعة بطيئة (Japan , NSK).
- 22- جهاز ليزر Kavo Key Laser .

يتألف الجهاز من:

- وحدة الطاقة .
- مكبس يشغل بالقدم يشبه ذلك المستخدم في الأجهزة السنية ، لكنهُ محمي بصفيحة معدنية.
- جسم الجهاز : يضم مفتاح التشغيل إضافة إلى لوحة التحكم .
- نظارات الواقية من أجل السلامة .
- لهذا الجهاز استخدامات متعددة في مجال طب الأسنان (المداواة الترميمية واللبيبة - المعالجات حول السنية - الجراحة التقويمية)

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخريش بليزر Er-YAG والتخريش التقليدي بالحمض بعد
إصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)



الشكل (1) : يبين جهاز الليزر ووحدة التشغيل والقبضة التي استخدمت لانجاز البحث



الشكل (2) : يبين النظارات الواقية لحماية العينين من شعاع الليزر

والجهاز مزوّد بثلاث قبضات لكلّ منها استخدامها الخاص:

2060#

2061#

2062#

القبضة المستخدمة في هذا البحث للتخريش الليزري هي 2060



الشكل (3) : يوضح نوع القبضة (2060) المستخدمة للتخريش الليزري

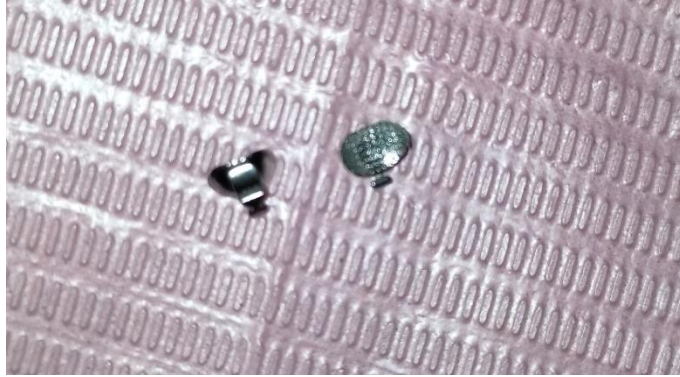
23- حمض التخريش : حمض الفوسفور بتركيز 36% من شركة Etchgel

24- اللاصق التقويمي :

تم استخدام اللاصق التقويمي للشركة الاميركية Resilience

25- الحاصرات التقويمية اللسانية: حاصرات خاصة للضواك العلوية والسفلية من

شركة OPTIC الصينية



الشكل (4) : الحاصرات الخاصة للضواك العلوية والسفلية من شركة OPTIC

26- الحامل السلكي المثلثي

27- جهاز الاختبارات الميكانيكية :

- تم إجراء اختبار قوة الارتباط المقاومة للقص بواسطة آلة شد (H50KS, UK, TinusOlsen)
- ذات استطاعة مقسمة على ثلاث خلايا (5-1-0.1) طن.
- يتكوّن هذا الجهاز من قسمين رئيسيين :

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخریش بليزر Er-YAG والتخریش التقليدي بالحمض بعد
إلصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)

• وحدة التحكم :

يتم من خلالها التحكم بإعدادات الجهاز لإجراء الاختبار المطلوب كما تحتوي على
راسم يقوم برسم خط بياني لكل اختبار ومن خلاله يتم الحصول على القراءة الموافقة لقيمة
قوة القص اللازمة لانفكاك الحاصرة.

• وحدة الاختبار الميكانيكي :

تحتوي على فكين سفلي ثابت وعلوي متحرك ومن خلال التحكم بإعدادات الجهاز
يمكن أن تضبط سرعة واتجاه وحركة الفك العلوي .



الشكل (5) : جهاز وحدة الاختبار TiniusOlsen المستخدم لإجراء اختبار قوة القص وحساب جهد القص



الشكل (6) : وحدة تحكم جهاز TiniusOlsen

4 : طريقة العمل:

1 : تحضير الأسنان قبل الإصاق:

1-1 : حفظ الأسنان :

تم حفظ (كل ضاحك مقلوع) الضواحك المقلوعة في حاويات بلاستيكية تحوي ماء مقطراً يُبدل أسبوعياً لوقايتها من الإنتان لحين موعد القيام بعملية إصاق الحاصرات التقويمية عليها .

2: تقسيم الأسنان:

تم تقسيم العينة المؤلفة من 24 ضاحكاً علوياً وسفلياً بشكل عشوائي إلى مجموعتين متساويتين تألفت كل مجموعة من 12 ضاحكاً فقط .

1-2: تخريش الأسنان :

المجموعة الأولى : تضمنت 12 ضاحكاً عشوائياً خُرشت باستخدام حمض الفوسفور بتركيز 36% و أُلصقت بطريقة الإصاق المباشر .

المجموعة الثانية: تضمنت 12 ضاحكاً عشوائياً خُرشت باستخدام

ليزر Er-YAG (طول الموجة 2490 نانومتر، طاقة النبضة 100 ميلي جول ، تردد النبضة 10 هرتز ، زمن التعريض 30 ثانية ، مترافق باستخدام الماء ، مسافة التعريض عن سطح الميناء 1 سم) وأُلصقت بطريقة الإصاق المباشر .

بعد ذلك استخدمت سنبله شاققة لإجراء عدة أثلام على سطح الجذر لزيادة ثبات السن ضمن قالب الراتنج الإكريلي متوازي مستطيلات الشكل.

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخريش بليزر Er-YAG والتخريش التقليدي بالحمض بعد
إصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)



الشكل (7): تثليم سطح الجذر ، ووضع ضواك العينة ضمن اكريل ذاتي التصلب

2-2 : إصاق الحاصرات التقويمية اللسانية:

1- المجموعة الأولى A:

A- تمّ تخريش المجموعة الأولى من العينة بحمض الفوسفور بتركيز 36% لمدة 30 ثانية وذلك بعد تنظيف وصقل السطوح الحنكية للضواك (بمسحوق الخفان) ثم الغسل بتيار مائي لمدة 30 ثانية حسب توصيات الشركة المصنعة ومن ثم تجفيف السطح الحنكي بتيار من الهواء الخالي من الماء والزيوت والتوقف عند ظهور السطح الأبيض الطيشوري.



الشكل (8) : يظهر التخريش الحمضي للسطح الحنكي للضاحك في المكان الموافق لمكان تطبيق الحاصرة

- B- تخريش المجموعة الثانية من العينة بليزر Er-YAG:
- بعد تنظيف وصقل السطوح الحنكية للضواحك خُرِشَ سطح الميناء الحنكي لكل سن من المجموعة الثانية B بليزر Er-YAG ذو طول الموجة 2490 نانومتر:
- طاقة النبضة 100 ميلي جول .
 - تردد النبضة 10 هرتز .
 - زمن التعريض 30 ثانية .
 - مترافق باستخدام الماء .
 - مسافة التعريض عن سطح الميناء 1 سم .
- و ذلك حسب برنامج الشركة المصنعة الخاص بتخريش الميناء



الشكل (9) إعدادات جهاز الليزر KaVo K.E.Y Laser

توافق المنطقة المخرشة من سطح الميناء مكان تطبيق الحاصرات المراد إصاقها والمساحة المخرشة من سطح الميناء أكبر من مساحة قاعدة الحاصرات المراد إصاقها.



الشكل(10) : التخريش بليزر Er-YAG نلاحظ ظهور السطح الأبيض الطبشوري بعد التخريش بالليزر .

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخريش بليزر Er-YAG والتخريش التقليدي بالحمض بعد
إلصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)



الشكل (11) المظهر الطبشوري المسامي واضح بعد التخريش بالليزر Er-YAG

2-3 : الإلصاق :

1-الإلصاق المباشر :

تمّ إلصاق حاصرات المجموعة A (مجموعة التخريش بالحمض) والمجموعة B (مجموعة التخريش بليزر Er-YAG) باستخدام كيموزيت ضوئي التصلب وحسب تعليمات الشركة المصنعة.

ولقد تمّ إلصاق جميع الحاصرات لكل المجموعات من قبل الباحثة



الشكل (12): المجموعة A (تخريش بالحمض + الإلصاق المباشر)



الشكل (13) : المجموعة B

(تخريش بليزر Er-YAG + طريقة الإلصاق المباشر)

2-4: إجراء الاختبار الميكانيكي لقوة القص Shearing test:

1- الاختبار الميكانيكي :

تم الاعتماد في هذه الدراسة على اختبار قوى القص Shearing test لمحاكاة تأثير القوة الإطباقية للأسنان المقابلة والذي اقترح بأنه الأهم في فشل ارتباط الحاصرات بالإضافة إلى محاكاة تأثير التقنيات التقويمية في تحريك الأسنان عمودياً (كالغرز و التبريزغ) أو أفقياً على طول القوس السلكي.

2- آلية إجراء الاختبار :

تثبت العينة بشكل محكم ضمن الفك السفلي الثابت بحيث تصبح قاعدة الحاصرة شاقولية وموازية لإتجاه القص .

تم تعليق الحامل السلكي (سلك تقويمي 0.7 مم SS) على الذراع الأفقي للجهاز الميكانيكي .

حُرك الفك العلوي المتحرك باتجاه الفك السفلي الثابت بالمقدار الذي يسمح بتعليق الحامل السلكي حول الأجنحة السفلية للحاصرة المملصة على الضاحك .



الشكل (14) : تثبيت العينة بالفك السفلي للجهاز الميكانيكي وتعليق الحامل السلكي بين الفك العلوي وأجنحة الحاصرة السانوية .

طبقت قوة قاصة لثوية إطباقية لفك التصاق الحاصرة بسرعة 1مم/د.

عند حدوث فشل الالتصاق توقفت القوة المطبقة بشكل تلقائي و تمت قراءة شدة القوة التي لزمتم لذلك .

القراءة المقدمة من جهاز الاختبارات مقدره بالنيوتن ، والتي تمثل قيمة قوة القص اللازمة لفك التصاق الحاصرة بسطح السن [22] .

5- التحليل الإحصائي Statistical Analysis:

5-1: المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير جهد القص المطبقة على الضواحك الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة الأربعة:

يبين الجدول رقم 1 المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير جهد القص المطبقة على الضواحك الخاضعة للدراسة والذي يبين عدد الضواحك في كل مجموعة من مجموعات الدراسة وهي (المجموعة A (إصاق مباشر + تخریش بحمض الفوسفور) - المجموعة B (إصاق مباشر + تخریش ليزر Er-YAG) - كما يبين الجدول قيمة المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري وأكبر قيمة وأدنى قيمة لمتغير جهد القص في كل مجموعة من الضواحك.

المجموعات	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	أكبر قيمة	أصغر قيمة
A	12	6.01	0.78	0.22	7.16	4.71
B	12	5.88	0.76	0.22	6.99	4.36

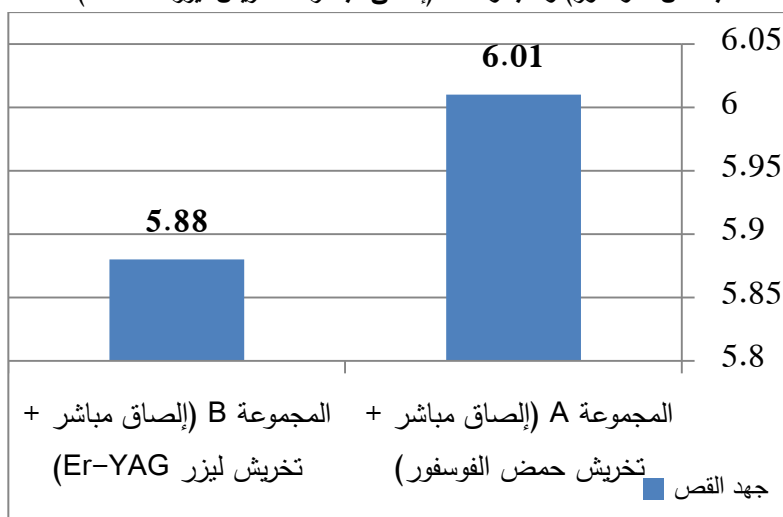
الجدول (1) : المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير جهد القص في مجموعتي الدراسة

5-2: المقارنة بين المجموعة A (إصاق مباشر + تخریش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إصاق مباشر + تخریش ليزر Er-YAG):

يبين الجدول رقم 2 المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير جهد القص في المجموعة A (إصاق مباشر + تخریش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إصاق مباشر + تخریش ليزر Er-YAG) والتي تشمل قيمة المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري وأكبر قيمة وأدنى قيمة لمتغير جهد القص في كل مجموعة من الضواحك، أما الشكل رقم () فيوضح المتوسطات الحسابية لمتغير جهد القص في المجموعة A (إصاق مباشر + تخریش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إصاق مباشر + تخریش ليزر Er-YAG).

المتغير	المجموعات	عدد الضواحك	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
جهد القص	المجموعة A (إصاق مباشر + تخريش بحمض الفوسفور)	12	6.01	0.78	0.22
	المجموعة B (إصاق مباشر + تخريش ليزر Er-YAG)	12	5.88	0.76	0.22

الجدول (2) : المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير جهد القص في المجموعة A (إصاق مباشر + تخريش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إصاق مباشر + تخريش ليزر Er-YAG)



الشكل (15) : المتوسطات الحسابية لمتغير جهد القص في المجموعة A (إصاق مباشر + تخريش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إصاق مباشر + تخريش ليزر Er-YAG)

أما الجدول رقم 3 فيبين نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المستقلة بين المجموعة A (إصاق مباشر + تخريش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إصاق مباشر + تخريش ليزر Er-YAG) حيث يبين الجدول قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين وقيمة T المحسوبة ودرجة الحرية الإحصائية وقيمة الاحتمالية P-value وتفسيرها.

التفسير	قيمة P-value	درجة الحرية	قيمة T المحسوبة	فرق المتوسطين

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخریش بليزر Er-YAG والتخریش التقليدي بالحمض بعد
إلصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)

لا توجد فروق دالة إحصائياً	0.684	22	0.412	0.13
----------------------------	-------	----	-------	------

الجدول (3) : نتائج استخدام اختبار T ستودنت للعينات المستقلة عند المقارنة بين المتوسطات الحسابية
للمجموعة A (إلصاق مباشر + تخریش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إلصاق مباشر + تخریش ليزر Er-
YAG)

من الجدول والشكل السابق نلاحظ ما يلي:

إن إشارة قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين (المجموعة A (إلصاق مباشر +
تخریش بحمض الفوسفور) والمجموعة B (إلصاق مباشر + تخریش ليزر Er-YAG))
كانت موجبة أي أن متوسط جهد القص في المجموعة A (إلصاق مباشر + تخریش
بحمض الفوسفور) أكبر من متوسط جهد القص في المجموعة B (إلصاق مباشر +
تخریش ليزر Er-YAG) وذلك بدون وجود فروق دالة إحصائياً وبدرجة ثقة 95%.

6- المناقشة Discussion:

أصبح إلصاق الحاصرات التقويمية إجراء مقبول سريراً وواسع الانتشار مع تطور
تقنيات الارتباط وتطور موادها ، فبعد ظهور تقنية التخریش الحمضي عام 1955 وعلى
الرغم من أن هذه التقنية تؤمن قوى ارتباط عالية إلا أنه يؤخذ عليها في العديد من
الدراسات أنها سببت زيادة مسامية السطح وقابلية التصبغ^[1].

إضافةً إلى كسور وشقوق في الميناء عند نزع الحاصرات التقويمية ، حدوث خسارة
في ميناء السن أثناء التخریش وخشونة في سطح الميناء عند زيادة التخریش.
لذلك كان لا بد من البحث عن البدائل الأخرى تستطيع أن تؤمن قوى ارتباط مقبولة
سريراً مع تقليل إمكانية حدوث أذية و خسارة للنسج المينائية إضافةً إلى تبسيط إجراءات
الإلصاق واختصار وقت العمل^[11].

حيث أظهر التخریش الليزري فعالية مقبولة سريراً ليكون بديلاً عن التخریش
الحمضي للميناء والعاج حيث يظهر الميناء بعد تعريضه للطاقة الليزرية تغيرات فيزيائية
تتضمن الصهر وإعادة البلورة مما يشكل مسامات عديدة و فقاعات صغيرة من شأنها أن
تحتجز الشوارد الحرة اللازمة لإعادة التمدن^[19].

إضافةً إلى أن التشيع الليزري يزيد من معدل الكالسيوم نسبةً إلى الفوسفور مما
يرفع من مقاومة الميناء للهجوم الحمضي ويجعلها أقل عرضةً للآفات النخرية حيث يملك

مقاومة للنخور السنوية وهذه ميزة مرغوبة عند وجود الحاصرات التقويمية في البيئة الفموية [28].

إضافة لقدرته على جعل سطح الميناء سطحاً خشناً طبشوري المظهر ذو شقوق دقيقة وغير منتظمة مما يؤمن ثباتاً مجهرياً ويحافظ على قوة ارتباط ملائمة تقترح استخدامه في عملية التخریش المينائي كطريقة بديلة عن التخریش الحمضي التقليدي [29]. من مزايا استخدام التخریش الليزري:

- 1- لا يؤدي لحدوث النخور.
- 2- تقليل انتشار آفات البقع البيضاء التالية للمعالجة التقويمية .
- 3- لا يسبب مخاطر و آثار جهازية عند المرضى الذين يعانون من إصابات نخرية وراثية عالية [29].

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أنه لا وجود لفروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعات الدراسة ولكن لوحظ المجموعة A ذات متوسط لقيم قوة الارتباط المقاومة للقص (جهد القص) أعلى من المجموعة B حيث المجموعة A (6.01 ميغاباسكال) و B (5.88 ميغاباسكال)

إن مقدار قوة الارتباط المقاومة للقص والشد المقبولة سريرياً غير معروف حتى الآن ، حيث قدره Ewoldsen وزملائه بحدود (3-5) ميغاباسكال [25][29] ، وذكر Endoa وزملائه أن الإلصاق السريري الناجح هو الذي يؤمن مقاومة لقوة القص ما بين 6 - 8 ميغاباسكال [26] . وقد ر Reynolds أن الحد الأدنى لقوة الارتباط المقاومة للقص لتحقيق إلصاق سريري ناجح يتراوح بين 5-7 ميغاباسكال [29].

ومنه فإن استخدام أي طريقة من طرق التخریش المستخدمة في إجراء البحث يؤمن قوة ارتباط مقاومة للقص مقبولة سريرياً .

اتفقت دراستنا من حيث النتائج مع دراسة للباحث Sallam R حيث قام Sallam R وزملاؤه بدراسة قوة الارتباط المقاومة للقص على مجموعتي الدراسة الأولى مخرشة بحمض الفوسفور والثانية بليزر Er-YAG حيث لم يلاحظوا أن هنالك فروق دالة إحصائية بين مجموعتي التخریش (30) كما اتفقت دراستنا من حيث النتائج مع دراسة Sfondrini M وزملائه حيث لم يلاحظ أي فروق ذات دلالة إحصائية عند استخدام

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخریش بليزر Er-YAG والتخریش التقليدي بالحمض بعد
إصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)

خمسة أنواع من الحاصرات التقويمية اللسانية وقياس قوة الارتباط المقاومة للقص ولكن
اختلفنا معهم باستخدام آلة القياس حيث استخدم جهاز Universal بينما استخدمنا
جهاز TiniusOlsen بالإضافة إلى استخدامهم نوع التخریش الحمضي التقليدي واختلفت
دراستنا عن دراستهم حيث طبقت الحاصرات في دراستنا على ضواحك بشرية في حين
طبقت في دراستهم على أسنان البقر [31] .

اتفقت دراستنا من حيث النتائج مع دراسة للباحث C xokakog˘lu وزملائه حيث
لم يُلاحظ أي فروق لها دلالة إحصائية عند استخدام أنواع مختلفة من التخریش ، وبأنها
طبقت على ضواحك بشرية باستخدام طريقتي التخریش الحمضي والتخریش بليزر
Er-YAG وقاموا باستخدام طريقة الصاق مباشرة حين اختلفنا معهم باستخدامهم حاصرات
دهليزية في حين كانت دراستنا على الحاصرات اللسانية [32] .

اختلفت دراستنا مع دراسة Hosseini وزملائه حيث تم دراسة SBS ووجدوا أن
مجموعتي التخریش بليزر Er-YAG كان متوسط قيم قوة الارتباط المقاومة للقص أعلى
من مجموعة التخریش بحمض الفوسفور وقد يعزى ذلك لاستخدامهم ليزر
Er-YAG بطاقتين مختلفتين (1 – 1.5 واط) في حين حيث لم نجد أي فروق ذات دلالة
إحصائية بين مجموعتي الدراسة [33] .

اختلفت دراستنا مع دراسة Jesus Tavarez و زملائه فقد وجدوا فروق ذات دلالة
إحصائية بين مجموعات الدراسة ، حيث وجدوا أعلى قيم ل SBS قد كانت لمجموعة
المبدئ ذاتي التخریش و مجموعة التخریش الحمضي في حين كانت أقل قيمة لمتوسط
SBS لمجموعة التخریش بليزر Er-YAG وقد يعود هذا الاختلاف لاستخدامه الليزر
بطاقة 60 ميلي جول في حين استخدمنا في دراستنا الحالية الليزر بطاقة 100 ميلي
جول إضافة لاستخدامنا ضواحك بشرية في حين استخدموا قواطع مأخوذة من البقر لذا لم
نلاحظ أي فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعات دراستنا [34] .

اختلفت دراستنا مع Shahabi وزملاؤه حيث لاحظ فروق دالة إحصائية عند استخدام
طرق مختلفة للتخریش (المجموعة الأولى والثانية تخریش حمض لمدة 30-120 ثانية ،
المجموعة الثالثة تخریش حمضي وليزر Er-YAG، المجموعة الرابعة self-etch

(SEP) primer مبدئ ذاتي التخريش، المجموعة الخامسة خرشت بفلووريد الفوسفات الحمضي (acidulated phosphate fluoride (APF) لمدة اربع دقائق) حيث سجل أعلى متوسط لقيم SBS في المجموعة الخامسة acidulated phosphate fluoride (APF) وأدنى قيمة في المجموعة الرابعة self-etch primer (SEP) يعزى اختلاف النتائج إلى استخدام طرق مختلفة للتخريش عن تلك المستخدمة في دراستنا [35].

اختلفنا في دراستنا مع Yassaei S وزملائه حيث استخدموا طريقتي التخريش الحمضي والليزري باستخدام نوعين من الحاصرات التقويمية الدهليزية (معدنية وخرزية) على ضواحك بشرية ، فقد سجلت مجموعة التخريش الحمضي قيماً أعلى من مجموعة التخريش بليزر Er-YAG وقد يفسر ذلك لاستخدامه نوعين من الحاصرات الدهليزية (معدنية - خرزية) واستخدامهم جهاز الليزر بطاقة 1.2 واط مختلفة عن تلك المستخدمة في دراستنا الحالية حيث استخدمنا في دراستنا حاصرات معدنية لسانية و تخريش ليزر Er-YAG بطاقة 100 ميلي جول [36].

اختلفت دراستنا مع دراسة الباحث Feresheteh Shafiei حيث قام Feresheteh Shafiei وزملاؤه بدراسة أنماط مختلفة من التخريش (حمضي -ليزر Er-YAG-مبدئ ذاتي التخريش SEP) عند إصاق الحاصرات التقويمية (الدهليزية) وقاموا بدراسة قوى الارتباط المقاومة للقص SBS وقياس مشعر اللاصق المتبقي ARI وأظهرت النتائج أن هنالك فروق جوهرية ذات دلالة إحصائية بين مجموعات التخريش عند قياس قوة الارتباط المقاومة للقص SBS حيث لوحظ أن أعلى قيمة لقوة الارتباط المقاومة للقص قد كانت عند التخريش بالليزر مقارنة بالتخريش بالحمض بزمن 5-10-15 ثانية أو التخريش بالمبدئ ذاتي التخريش ويعود هذا الاختلاف في نتائج الدراسة عن دراستنا الحالية لاستخدام أزمنة تخريش مختلفة عن التي استخدمناها 30 ثانية [14].

اختلفنا في دراستنا مع الباحث Mônica Schäffer Lopes وزملائه حيث تم تخريش الميناء اللسانية لأسنان البقر لعينة مؤلفة من 35 سن بقري مقسمة على 5 مجموعات n=7 وتمّ تخريش الميناء اللسانية باستخدام ليزر Nd-YAG والسحل الهوائي بواسطة جزيئات أوكسيد الألمنيوم ثم حساب متوسط قيم SBS جهد القص بعد الصاق الحاصرات

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخریش بليزر Er-YAG والتخریش التقليدي بالحمض بعد
إلصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)

التقويمية اللسانية وذلك بعد مضي 72 ساعة على عملية الإلصاق ، وقد تمّ تسجيل فروق لها دلالة إحصائية بين المجموعات في حين لم يتم تسجيل فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعات العينة في دراستنا و يعزى هذا الاختلاف في النتائج لاختلاف نوع الليزر المستخدم و لاختلاف نوع العينة حيث تم استخدام ضواحك بشرية في دراستنا في حين اعتمدت هذه الدراسة على قواطع مأخوذة من بقر إضافة لاختلاف الجهاز المستخدم في حساب متوسط قيم SBS حيث استخدم في هذه الدراسة الماسح البصري المقطعي optical coherence tomography (OCT) في حين تم دراسة قوة الارتباط المقاومة للقص (جهد القص SBS) باستخدام جهاز TiniusOlsen^[29].

7- الاستنتاجات Conclusions:

يمكن من خلال البحث الحالي الذي هدف إلى تقييم قوة الارتباط المقاومة للقص للحاصرات التقويمية اللسانية الملصقة على السطح المينائي اللساني لمجموعتي تخریش مختلفة (التخریش التقليدي بحمض الفوسفور ، والتخریش بليزر Er-YAG) أن نستنتج ما يلي:

1. لا يوجد فرق في مقدار قوة الارتباط بين مجموعة التخریش بحمض الفوسفور ومجموعة التخریش بليزر Er-YAG.
2. أياً كانت من طريقتي التخریش المستخدمة قادرة على أن تؤمن قوى ارتباط مقبولة سريراً.
3. يمكن اعتماد تقنية التخریش بليزر Er-YAG كطريقة بديلة فعّالة عن طريقة التخریش التقليدي بحمض الفوسفور.

8- التوصيات المستقبلية Recommendations:

1. نقترح إجراء دراسة تعتمد الفحص بالمجهر الإلكتروني الماسح لمقارنة نمط التخریش المينائي لمجموعتي التخریش.

2. نقترح إجراء دراسة سريرية لمعرفة تأثير طريقة التخریش المتبعة على قوة الارتباط ومقارنة النتائج بنتائج الدراسة المخبرية.
3. نقترح إجراء دراسة لتحري ومقارنة الأذيات الناتجة عن استخدام كلتا طريقتي التخریش على الميناء بعد نزع الحاصرات التقويمية اللسانية .
4. نوصي باستخدام التخریش بليزر Er-YAG في إصاق الحاصرات التقويمية اللسانية و ذلك كبديل عن الإصاق باستخدام تقنية التخریش الحمضي التقليديّة.

References:

- 1-SINGH G, 2007 –Text book of Orthodontics .Jaypee Brothers LTD 2ND edition.
- 2- Bister D. Orthodontics. Current principles & techniques, (2005) Authors: Thomas M. Graber, Robert L. Vanarsdall Jr and Katherine WL Vig Publisher: Elsevier, St Louis, Missouri, USA Price:£ 117.00 ISBN: 0-323-02621-4.
- 3- Proffit WR, Miguel JA. The duration and sequencing of surgical-orthodontic treatment. The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery. 1995 Jan 1;10(1):35-42.
- 4- Fujita K. New orthodontic treatment with lingual bracket mushroom arch wire appliance. American journal of orthodontics. 1979 Dec 1;76(6):657-75.
- 5- Han J, Hwang S, Nguyen T, Proffit WR, Soma K, Choi YJ, Kim KH, Chung CJ. Periodontal and root changes after orthodontic treatment in middle-aged adults are similar to those in young adults. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2019 May 1;155(5):650-5.
- 6- Ling PH. Lingual orthodontics: history, misconceptions and clarification. J Can Dent Assoc. 2005 Feb 1;71(2):99-102.
- 7- Alexander CM, Alexander RG, Gorman JC, Hilgers JJ, Kurz C, Scholz RP, Smith JR. Lingual orthodontics. A status report. Journal of clinical orthodontics: JCO. 1982 Apr;16(4):255-62.
- 8- Romano R. Lingual orthodontics. BC. DEcker; 1998.
- 9- Chatoo A. A view from behind: a history of lingual orthodontics. Journal of orthodontics. 2013 Sep;40(1_suppl):s2-7.
- 10-Ellis LA, Wiles LK, Selig R, Churruca K, Lingam R, Long JC, Molloy CJ, Arnolda G, Ting HP, Hibbert P, Dowton SB, Braithwaite J. Assessing the quality of care for paediatric depression and anxiety in Australia: A population-based sample survey. Aust N Z J Psychiatry. 2019 Oct;53(10):1013-1025. doi: 10.1177/0004867419866512. Epub 2019 Aug 8. PMID: 31394909.
- 11- Baumgartner S, Koletsi D, Verna C, Eliades T. The effect of enamel sandblasting on enhancing bond strength of orthodontic brackets: A systematic review and meta-analysis. Journal of Adhesive Dentistry. 2017;19(6):463-73.

- 12- Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Hotta M, Yamamoto K. Shear bond strength of a new fluoride-releasing orthodontic adhesive. *Dental Materials Journal*. 2007;26(1):45-51.
- 13- Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials: scientific and clinical aspects. *AMERICAN JOURNAL OF ORTHODONTICS AND DENTOFACIAL ORTHOPEDICS*. 2001;119(6):672-3.
- 14- Shafiei F, Sardarian A, Fekrazad R, Farjood A. Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a universal adhesive using different etching methods. *Dental press journal of orthodontics*. 2019 Aug;24(4):33-e1.
- 15- Eid HS, Abd El Halim SA. EFFECT OF LASER ETCHING ON BONDING AND DEBONDING OF ORTHODONTIC BRACKETSE. *Egyptian Dental Journal*. 2018 Jan 1;64(1-January (Orthodontics, Pediatric & Preventive Dentistry)):61-8.
- 16- Özer T, Başaran G, Berk N. Laser etching of enamel for orthodontic bonding. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2008 Aug 1;134(2):193-7.
- 17- Sağır S, Usumez A, Ademci E, Usumez S. Effect of enamel laser irradiation at different pulse settings on shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*. 2013 Nov;83(6):973-80.
- 18- Vescovi P, Manfredi M, Merigo E, Meleti M, Fornaini C, Rocca JP, Nammour S. Surgical approach with Er: YAG laser on osteonecrosis of the jaws (ONJ) in patients under bisphosphonate therapy (BPT). *Lasers in medical science*. 2010 Jan;25(1):101-13.
- 19- Durrani S. Laser and it's Application in Prosthetic. *Int J Dent Med Res* | MAR-APR. 2015;1(6):183.
- 20- Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er: YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers in Surgery and Medicine*. 1989;9(4):338-44.
- 21- Eapen BV, Ganapathy D. A REVIEW ON USAGE OF LASER IN ORAL SURGERY. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2021 Jan 10;8(1):431-40
- 22- Showstack J, Lin F, Learman LA, Vittinghoff E, Kuppermann M, Varner RE, Summitt Jr RL, McNeeley SG, Richter H, Hulley S, Washington AE. Randomized trial of medical treatment versus hysterectomy for abnormal uterine bleeding: resource use in the Medicine or Surgery

- (Ms) trial. American journal of obstetrics and gynecology. 2006 Feb 1;194(2):332-8..
- 23-Pickett KL, Lionel Sadowsky P, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. The Angle Orthodontist. 2001 Apr;71(2):141-8.
- 24-Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. The European Journal of Orthodontics. 2000 Feb 1;22(1):13-23.
- 25- EWOLDSSEN, N; BEATTY, MW; ERICKSON, L. Effects of enamel conditioning on bond strength with a restoration light-cured glass ionomer. J Clin Orthod 1995;29:621-4.
- 26- ENDOA, T; OZOEB, R; SHINKAIC, K; SHIMOMURAD, J; KATOHE, Y; SHIMOOKAF, S. Comparison of shear bond strengths of orthodontic brackets bonded to deciduous and permanent teeth. Am J Orthod Dentofacial Othop 2008, 134:198-202
- 27-VON J. A , ALLEN D. J , ORBELL G. M , Laser etching of enamel for direct bonding.1993;.76-63:73
- 28-Hossain M, Yamada Y, Nakamura Y, Murakami Y, Tamaki Y, Matsumoto K. A study on surface roughness and microleakage test in cavities prepared by Er: YAG laser irradiation and etched bur cavities. Lasers in medical science. 2003 Mar;18(1):25-31.
- 29-Lopes MS, Pereira DL, de Oliveira Mota CC, Amaral MM, Zezell DM, Gomes AS. The lingual enamel morphology and bracket shear bond strength influenced by Nd: YAG laser and aluminum oxide sandblasting preconditioning. Clinical Oral Investigations. 2020 Jun 30:1-8.
- 30- Sallam RA, Arnout EA. Effect of Er: YAG laser etching on shear bond strength of orthodontic bracket. Saudi Med J. 2018 Sep;39(9):922-927. doi: 10.15537/smj.2018.9.22793. PMID: 30251736; PMCID: PMC6201001.
- 31- Sfondrini MF, Gandini P, Gioiella A, Zhou FX, Scribante A. Orthodontic Metallic Lingual Brackets: The Dark Side of the Moon of Bond Failures? J Funct Biomater. 2017 Jul 7;8(3):27. doi: 10.3390/jfb8030027. PMID: 28686194; PMCID: PMC5618278.
- 32- Çokakoğlu S, Nalçacı R, Üşümez S, Malkoç S. Effects of Different Combinations of Er:YAG Laser-Adhesives on Enamel Demineralization and Bracket Bond Strength. Photomed Laser Surg.

- 2016 Apr;34(4):164-70. doi: 10.1089/pho.2015.4041. Epub 2016 Mar 17. Erratum in: Photomed Laser Surg. 2016 Jul;34(7):308. PMID: 26987047; PMCID: PMC4827284.
- 33- Hosseini MH, Namvar F, Chalipa J, Saber K, Chiniforush N, Sarmadi S, Mirhashemi AH. Comparison of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded to Enamel Prepared By Er:YAG Laser and Conventional Acid-Etching. J Dent (Tehran). 2012 Winter;9(1):20
- 34- de Jesus Tavaréz RR, Lima Bezerra G, de Souza Penha KJ, Torres CR, Firoozmand LM. Er:YAG pre-treatment for bonding of orthodontic bracket: 1 year of in vitro treatment. Clin Cosmet Investig Dent. 2017 Mar 27;9:19-25. doi: 10.2147/CCIDE.S129628. PMID: 28392716; PMCID: PMC5375633.
- 35- Shahabi M, Ahrari F, Mohamadipour H, Moosavi H. Microleakage and shear bond strength of orthodontic brackets bonded to hypomineralized enamel following different surface preparations. J Clin Exp Dent. 2014 Apr 1;6(2):e110-5. doi: 10.4317/jced.51254. PMID: 24790708; PMCID: PMC4002338.
- 36- Yassaei S, Fekrazad R, Shahraki N, Goldani Moghadam M. A Comparison of Shear Bond Strengths of Metal and Ceramic Brackets using Conventional Acid Etching Technique and Er:YAG Laser Etching. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2014 Winter;8(1):27-34. doi: 10.5681/joddd.2014.005. Epub 2014 Mar 5. PMID: 25024836; PMCID: PMC4091696.

مقارنة قوة الارتباط المقاومة للقص بين التخريش بليزر Er-YAG والتخريش التقليدي بالحمض بعد
إصاق الحاصرات التقويمية اللسانية (دراسة مخبرية)
