دراسة تأثير معالجة سطح العاج بالترميل أو ليزر Er-YAG في ثبات التيجان الملصقة بالاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل على الدعامات القصيرة (دراسة مخبرية)

* رشا نموز ** د. ابتسام السلامة

(الإيداع: 15 آب 2021، القبول: 12 تشرين الأول 2021)

الملخص:

يُعتبر تحقيق الثبات في التعويض الثابت تحدّياً في الممارسة السنيّة اليومية وخاصة في حالات فقدان الثبات الناجمة عن نقصان الطول السريري للدعامات؛ هنا جاءت الحاجة إلى البحث عن طرق لزيادة ثبات التعويض. وقد ظهر في الآونة الأخيرة تقنيات عديدة منها الترميل والليزر في الممارسة السنية وأثارا جدلاً في الأوساط العلمية والبحثية عن قدرتهما في زيادة الثبات عند معالجة العاج بهما قبيل الإلصاق. من هنا برزت الحاجة إلى دراسة أثر تهيئة العاج بالترميل داخل فموي وبالليزر في زيادة ثبات التيجان المعدنية عند الصاقها بالإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل على الدعامات القصيرة.

تهدف الدراسة إلى تحرّي تأثير معالجة سطح العاج بليزر Er:YAG والترميل بحبيبات أوكسيد الألمنيوم في ثبات التيجان المعدنية الملصقة بالإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل في الأسنان القصيرة سريرياً حين لا يتحقق الشكل المثبت المثالي عند التحضير النهائي للدعامة.

تألّفت عيّنة الدراسة من 30 ضاحكاً علوياً حُضّروا بطول 2.5 ملم لاستقبال تيجان معدنية وقُسّموا إلى ثلاث مجموعات من أجل اختبار قوى الشد: المجموعة الأولى تمّ معالجة سطح العاج فيها بليزر Er:YAG، المجموعة الثانية تم معالجة سطح العاج فيها بالترميل بحبيبات أوكسيد الألمنيوم بقطر 50 ميكرون، المجموعة الثالثة شاهدة لم يتم معالجة سطح العاج فيها. تم إلصاق جميع المجموعات بإسمنت زجاجي شاردي معدل ثم خضعت لاختبار قوى الشد حتّى تمام انفصال التيجان. تم تحليل البيانات للمجموعات الثلاث إحصائياً.

سُجِّلت نتائج الاختبارات بواحدة نيوتن وكانت كالتالي: في مجموعة الليزر 610.2 ± 32.6 نيوتن، وفي مجموعة الترميل 734.3 ± 12.8 نيوتن، وفي المجموعة الشاهدة 599.7 ± 36 نيوتن، وقد كان هناك فرق جوهري إحصائيًا بين المجموعات ($p < 0.001$).

إن معالجة سطح العاج بالترميل يزيد من الثبات وقوة الالصاق عند استخدام الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل في الصاق التيجان المعدنية بالمقارنة مع سطح العاج المهيّأ بالليزر أو غير المهيّأ.

الكلمات المفتاحية: الدعامات القصيرة – دعامة – الترميل – تاج معدني – ليزر – ER:YAG اسمنت زجاجي شاردي معدل – أسنان قصيرة اختبار قوى الشد.

* طالبة دراسات عليا (ماجستير) – اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة – كية طب الأسنان – جامعة حماة

** أستاذ في قسم تعويضات الأسنان الثابتة – كية طب الأسنان – جامعة حماة

tudy Of The Effect Of Dentine Surface Treatment By Air Abrasion or Er-YAG Laser On The Retention of Crowns That Luted with RMGIC In Short Abutments (In-Vitro study)

Rasha Nammouz * **Ebtisam Alsalameh****

(Received: 15 August 2021 ,Accepted:12 October 2021)

Abstract:

The purpose of this study was to investigate the effect of dentin surface treatment with aluminum oxide air abrasion and Er:YAG laser on tensile bond strength of metal crowns that luted with resin modified glass ionomer cement (RMGIC) in the teeth with reduced crown height, where preparation geometry did not provide optimal retention form.

A 30 human premolars were prepared to receive metal crowns and were divided into three groups for tensile bond strength testing Group A: Surface treatment with Er:YAG laser, Group B: Surface treatment with 50 μm aluminum oxide air abrasion, Group C: Untreated dentin as negative control. all abutments were cemented with RMGIC cement. A pull-off test was applied until separation. Data were analysed to compare the correlation of the three groups using one-way ANOVA and Shapiro-Wilk test ($p \leq 0.05$).

The mean retentive values in Newton were as follows: the laser group, 610.2±32.6; the air abrasion group, 734.3 ± 12.8 and the conrol group, 599.7 ± 36. One-way analysis of variance showed statistically significant difference among/within the groups ($p < 0.001$).

Conclusion: Dentin surface treatment with Air Abrasion significantly improved the tensile bond strength of luting RMGIC compared to Er:YAG lased and untreated dentin.

Key words: Short crown, Abutment, Air abrasion, complete metal crown, Er:YAG laser, resin modified glass ionomer cement, reduced crown height, tensile bond strength.

*Master student in fixed prosthodontics department, faculty of dentistry, Hama university, Hama, Syria

**The head of department of fixed prosthodontics, Hama university, Hama, Syria

1) **المقدمة**

أولاً: الثبات يُعرَّف الثبات بأنه مقاومة في التعويض السني والقوى التي تحاول نزعه من على الدعامة السنية المحضره بالاتجاه العمودي. أما الشكل المثبت فيُعرَّف بأنه خاصية تحضير الأسنان والتي تقاوم نزع التاج بالاتجاه العمودي أو عبر خط إدخاله. (The glossary of prosthodontic terms' 2005) يعتبر نقصان الثبات من أهم أسباب فشل التعويضات الثابتة وتأتي أهميته بالمرتبة الثالثة لفشل التعويضات بسبب النخور وفشل الخزف.

(Rosenstiel, Land, Fujimoto, and Lang 2001)

يعتمد ثبات التعويض على العوامل التالية:

1- توازي جدرن الدعامة
2- حرية دخول وخروج التعويض (عدد خطوط الإدخال)
3- طول الدعامة
4- عوامل الثبات الإضافية كالميازيب والحفر العلبية والآبار.
5- حجم القوى النازعة
6- خشونة السطح الداخلي للمرممة
7- مادة الإلصاق المستخدمة (خصائصها وثخانتها)

(Rosenstiel et al. 2001) (Shillinburg, Hobo et al 1997)

✦ **الطول العنقي الإطباقي للدعامة:**

يعد الطول العنقي الإطباقي عاملاً هاماً في كلي الثبات والمقاومة. تكون مساحة السطح للتحضيرات الأطول أكبر وبالتالي الحصول على المزيد من الثبات، لكي تنجح المرممة يجب أن يكون طول الدعامة كافي ليدخل في نقطة محورية للقوس الإطباقي مع الجهة المقابلة للمرممة.

أكد Maxwell وزملاؤه أن طول 3 ملم للدعامة المحضرة عند تقارب 6 درجات هو الحد الأدنى المسموح به للحصول على ثبات ومقاومة ملائمين للقواطع السفلية والضواحك. (Leong et al. 2009). فيمكن اعتبار التاج المحضر الأقصر من 3 ملم للضواحك و4 ملم للأرحاء غير محقق للشروط المثالية لدعامات محققة مبادئ الثبات والاستقرار والمقاومة وبالتالي تعتبر قصيرة سريرياً. (Uy, Neo, and Chan 2010)

✦ أسباب قصر التاج السريري:

هناك أسباب لقصر التاج غير الطول التشريحي الغير المناسب للتاج السريري. من الأسباب الشائعة لقصر التاج السريري (النخور – التآكل – سوء تشكل بالأسنان) والإصابات السنية (الكسور) والمشاكل البزوغية (نقص البزوغ – الانسلال الأنسي) والعرن العظمي والاختلافات الجينية في شكل الأسنان (Sharma et al. 2012) والأخطاء العلاجية كتقصير التاج الزائد أو فتح حفرة وصول لبية واسعة جداً.

لا يتم تقييم التاج القصير بصرياً فقط، يتم التقييم خلال الفحص السريري الذي يتضمن صورة شعاعية وأمثلة دراسة مع تسجيل العلاقة الإطباقية إما بالشمع أو المطاط الخاص.

يمكن تعريف التاج السريري القصير بأنه أي سن طول جدرانه المتبقية أقل من 3 ملم بعد التحضير الملائم؛ لطول التاج السريري المحضر تأثير كبير على الشكل المثبت والمقاوم.

✦ الطرق العلاجية للتعويض عن نقصان الطول:

(Aljdaimi, Devlin, and Dickinson 2018) (Sharma et al. 2012b)

- ✓ رسم خط إنهاء تحت لثوي
- ✓ تغيير تصميم التحضير
- ✓ القيام بترميمات إضافية للدعامة
- ✓ التطويل الجراحي للتيجان
- ✓ التبزيغ التقويمي:
- ✓ استخدام مفاتيح اسمنتية وميازيب معترضة على الجدار الداخلي للمرممة أو على السطح الخارجي للدعامة.
- ✓ معالجة العاج السني بالليزر لتحسين الالتصاق
- ✓ معالجة السطح الداخلي للتاج النهائي واستخدام أنظمة إلصاق راتنجية

الترميل:

يعتبر الترميل تقنية جديدة بقدر ما هي قديمة. أصبحت رائدة على يد روبرت بلاك في عام 1945 كمحاولة لإيجاد بديل عن القبضة التوربينية والسلبيات الكثيرة المرتبطة بها (كتوليد الحرارة والارتجاج والضغط وازعاجها للمريض) خلال الاستخدام.

آلية عملها: تعد قبضة الترميل أداة ميكانيكية غير دوارة لقطع النسج السنية الصلبة وتهيئتها باستخدام القوّة الدافعة للجزيئات الكاشطة الجافة المنهمرة على النسج السنية بسرعة عالية، تكون الحبيبات الكاشطة بشكل أساسي عبارة عن أوكسيد الألمنيوم (α–alumina : AL2O3) بقياسات مختلفة. يعتبر الترميل تقنية متوازنة غير سامة وغير مرتفعة السعر نسبياً. يتراوح ضغط خروج الحبيبات من القبضة بين 60 psi وحتى 120 (pounds per square inch) psi

ينتج عن الترميل سطح خشن غير منتظم مع انفتاح فوهات الأقنية العاجية المغطاة بالبرادة مع زيادة في مساحة السطح، حيث يصبح أكثر ملاءمة للالتصاق وخاصة في تحسين اندخال المادة الراتنجية المستخدة للإلصاق مما يزيد الالتصاق إلى العاج. يفتح الترميل الأقنية العاجية بشكل جزئي مع عاج داخل وبين قنيوي متصل مع بعضه وسليم. مما يزيد من مساحة سطح التماس بين اللاصق والسن. (Anja et al. 2015)

الليزر:

كلمة ليزر هي مصطلح يطلق على تضخيم الضوء بالإصدار المحثوث للإشعاع، فكلمة (Laser) كلمة مركبة ترمز إلى Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. بدأ تطور الليزر في ستينات القرن الماضي؛ حيث كان عبارة عن موجات مستمرة صادرة عن الأجهزة بدون اتصال مباشر مع الأجسام. حصل لليزر السني نمو ضخم جداً خلال الخمس عشرة سنة الأخيرة في التطبيقات السنية العملية. الآن هناك حوالي 20 تطبيق لليزر على كل من الأنسجة الصلبة والرخوة في طب الأسنان.

ليزر Er:YAG: في عام 1975كان أول ظهور للانبعاث المُستحث من أيونات ER+3 في بلورات اليتريوم Ytterium والألمنيوم Aluminum والغرانيت Garnet والذي يُدعى ليزر Er:YAG. دخل هذا الليزر حيز التطبيق في طب الأسنان عام 1992، ينبعث هذا الليزر في طول موجة 2490nm ليحقق امتصاص أعظمي في الماء أكثر من ليزر Nd:YAG بعشرين ألف مرة. كما يمتص بشكل جيد من الهيدروكسي أباتيت.

آلية ليزر ER:YAG في تهيئة العاج والميناء: عند تسليط أشعة الليزر على سطح السن فإن الطبقة العلوية من المادة السنية الحاوية على الماء تسخن بسرعة مما يؤدي إلى تبخر الماء فجأة وإنتاج بخار ذو ضغط عالٍ يزداد تدريجياً حتى يتجاوز عتبة تحمل السنج السنية؛ ويكون تبخر الماء بشكل انفجارات صغيرة مع جزيئات المادة السنية (داخل المكونات

غير العضوية). تعتبر آلية ال Er:YAG ميكانيكية ضوئية Photomechanical أو انفجارات مجهرية Microexpllosion. إرذاذ الماء أثناء إصدار الليزر قد يخفف من القدرة القاطعة لليزر لكنه ضروري لتحييد الأثر الحراري للنسج المحيطة لمكان التشعيع. يحدث هذا التفاعل على مستوى العاج بشكل أكبر وخاصة في العاج داخل قنيوي نظراً لاحتوائه على الماء أكثر ونسبة أقل من المكونات المعدنية. (Olivi et al. 2010)

الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل:

يصنف الاسمنت الزاجي الشاردي التقليدي ضمن عائلة السيليكات والبولي كروبكسيلات يكون تفاعله عبارة عن تفاعل حمض أساس بين زجاج الألمنيوم فلوروسيلكات والسائل المكون من حموض البولي كونيك. بعد 45 سنة من استخدام الزجاجي الشاردي طرأت عليه بعض التعديلات التي تهدف إلى تحسين خواصه الميكانيكية والتعامل معه وفعاليته وعمره السريري؛ كان الهدف الأساسي من التعديل هو تجاوز حساسية الزجاجي الشاردي التقليدي للرطوبة وخواصه الفيزيائية مع المحافظة على خصائصه المميزة كالتصاقه الكيميائي للبنية السنية وتحريره للفلور فظهر الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج. (Sidhu 2011)

يتكون الـ GIC المعدل بشكل أساسي من:

- الزجاج: الشوارد المرتشحة أمينو سيليكات بالإضافة إلى الفلور والفوسفات
- أحماض Polmeric: إما متعدد Homopolymer (حمض الاكريليك) أو نسبة 2:1 من Copolymer حمض الإكريليك و حمض الماليك Maleic acid. مع نظام بادئ مناسب وماء.
- مونميرات الميتاكريلات Methacrylat monomers وهي بشكل أساسي متعدد هيدروكسي ايتيل الميتاكريلات 2-hydroxyethylmethacrylate ((HEMA المحبة للماء وهي الأكثر استخداما. (Spajic et al. 2019)

إن ارتباطه مع النسج السنية ارتباط ميكانيكي مجهري كون الاسمنت يتميز بالتخريش الذاتي بأحماضه المتعددة والالتصاق الكيميائي والذي يعد أقوى وأساسي أكثر ويكون بالرابطة الشاردية المتشكلة بين مجموعة الكربوكسيلات بجزيئات الحمض وشوارد الكالسيوم في العاج السني وتحديداً في الهيدروكسي أباتيت. خواصه الفيزيائية: يمتلك هذا الاسمنت قوى ضغط وشد أكبر من اسمنتات فوسفات الزنك والبولي كربوكسيلات والزجاجي الشاردي التقليدي لكنه أقل من الكمبوزت. (Van Meerbeek et al. 2006)

الدراسات السابقة:

في دراسة مخبرية ل Chauhan وزملائه عام 2019 لمقارنة قوى ارتباط التيجان المعدنية مع العاج المُهيَّئ بليزر ER:YAG وبالترميل بحبيبات أوكسيد الألمنيوم في التيجان القصيرة سريرياً وجدوا أن التهيئة بالليزر حسنت قوّة التصاق الاسمنت الزجاجي الشاردي بالمقارنة مع العاج غير المعالج والعاج المرمل بحبيبات أوكسيد الألمنيوم مما زاد ثبات التيجان.

كما وجد Gurbuz وزملاؤه عام 2008 في دراستهم عن أثر ثخانة طبقة الاسمنت وعن أثر الترميل في تحسين ثبات التيجان المعدنية التي فقدت ثباتها نتيجة زيادة تقارب جدران الدعامات السنية أن الترميل يزيد من ثبات التيجان المعدنية عند إلصاقها بالاسمنت الزجاجي الشارد المعدل واسمنت فوسفات الزنك.

وفي دراسة ل Alkhudhairy وزملاؤه عام 2020 قيموا فيها إلصاق الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل على دعامات هُيّئ العاج فيها بنوعين ليزر؛ ليزر RE,Cr:YSGG وليزر Er:YAG وجدوا أن الأول زاد من ثبات التيجان وحسن الإلصاق مع RMGIC بينما ليزر Er:YAG أعطى أخفض قيمة ثبات.

وفي دراسة أخرى للباحث Wanessa وزملائه عام 2008 حضروا فيها العاج والميناء باستخدام ليزر ER:YAG

ببرنامجين مختلفين والترميل باستخدام فوهتي قبضتين مختلفتين أعطت المجموعات كلها سطح إلصاق غير منتظم ولم يؤثر كل من الترميل والليزر إيجابياً في إلصاق كلي الميناء والعاج.

أجرى الباحث Corona وزملاؤه عام 2008 دراسة عن تهيئة العاج باستخدام ليزر ER:YAG ومن ثم الإلصاق بإسمنت زجاجي شاردي معدل باستخدام مهيئ وبدون مهيئ وجدوا أن الليزر لم يحسن من الثبات وقوى الارتباط لإسمنت RMGIC مع العاج

2) الهدف من البحث Aim of the study

يهدف البحث إلى تحري ودراسة تأثير معالجة سطح العاج بالترميل داخل فموي وبليزر Er:YAG عند الإلصاق بالاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل في زيادة ثبات التيجان المعدنية على الدعامات ذات الطول السريري القصير

3) المواد والطرائق Materials And Methods

عيّنة البحث:

تتألف عيّنة البحث من 30 ضاحكاً علوياً (أولى وثانية) سليماً وخالياً من النخور تمّ قلعها لأسباب تقويمية أو حول سنيّة وحفظها في محلول الكلورامين.

تمَّ تقسيم العينة الرئيسية إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى A هُيئ العاج بالليزر n=10

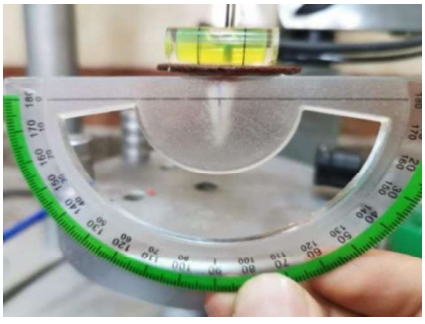
المجموعة الثانية B هُيئ العاج بالترميل n=10

المجموعة الثالثة C لم يُجرَ أي تهيئة للعاج n=10 (شاهدة)

تحضير العيّنة: تمَّ جمع ثلاثين ضاحكاً علوياً متقاربين في الحجم والشكل، قُلعوا لأسباب تقويمية وحول سنية، فُحصت بمكبرة ضوئية للتقصي عن الكسور والصدوع بحيث تستبعد الأسنان المتضمنة كسور أو صدوع ثم تمّ تنظيف سطوحهم الجذرية بأدوات تقليح. ثم حُفظوا في محلول الكلورامين. وتمَّ إجراء غؤورات عرضية على جذورها باستخدام سنبلة توربين بهدف كسب ثبات يمنع خروج السن من القاعدة الإكريلية أثناء إجراء اختبار الشد الميكانيكي.

صنع القواعد الإكريلية:

- تمَّ تجهيز السن وغسله من آثار الكلورامين وتحديد خط تحت الملتقى الميناوي الملاطي ب0,5 ثمَّ تثبيته على قرص فصل بواسطة الشمع بحيث تلامس حدبته الدهليزية القرص تماماً، ومن ثمَّ تثبيت القرص مع حامله على الجهاز، والتأكد من أنّ السن عمودي مع القرص بواسطة منقلة مدرجة. ثم يدهن باطن الأسطوانة بفازلين منعاً لالتصاق الإكريل، يتم التأكد من استواء قاعدة الجهاز والقرص الفاصل بواسطة ميزان التسوية الزئبقي.
- تمّ مزج الاكريل وسكبه داخل الأسطوانة ثمّ إنزال السن مع قرصه حتى الخط المحدّد، ننتظر حتّى يتصلب الاكريل، ثمّ يتم نزع الأسطوانة الاكريلية المحملة بالعينة عن الأسطوانة المعدنية وإعادة الكرّة لكل أسنان العينة.

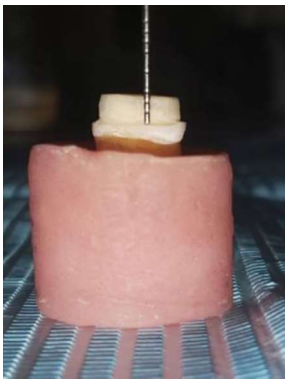


الشكل رقم(1): إنزال السن ضمن القاعدة الإكريلية

الشكل رقم (2): التأكد من محور العينة وزاويتها

تحضير العينات:

تمّ استخدام جهاز التخطيط المعدل من أجل التحضير، يتم التأكد من أن قاعدة الجهاز مستوية بواسطة ميزان التسوية الزئبقي، وتُركّب قبضة توربين في مكانها المخصص بوضعية عمودية تماماً على الأفق. يتم تحديد خط الإنهاء على السن فوق الملتقى الميناءي الملاطي ب 0,5 ملم، ثم نستخدم سنبلة تحديد العمق لضبط سماكة التحضير بعمق 0,5 ، ثمّ تمّ تلوين المناطق المحضرة بقلم حتّى لا يُعاد تحضيرها. تمَّ تحضير السطوح المحورية لكافّة العينات بواسطة سنبلة مخروطية مدورة الرأس من شركة Horico تعطي خط إنهاء بشكل شبه كتف قطر رأسها 0,5 ملم أُدخلت حتى كامل الرأس لنحصل على سماكة خط إنهاء بمقدار 0,5 ملم. بعد الانتهاء من تحضير كافة السطوح المحورية الدهليزية واللسانية والملاصقة لكل العينات، تمَّ تحديد طول 2,5 ملم (محاكاة للأسنان القصيرة سريرياً) (Uy, Neo, and Chan 2010) لكل سن بواسطة مسطرة وقلم، من خط الإنهاء على السطح الدهليزي نحو الطاحن ثم استخدمنا السنبلة الدولابية لمسح السطح الطاحن حتى هذه النقطة (Chauhan et al. 2019). بعد الانتهاء من التحضير تم تنعيم الحواف الحادة وتدويرها بواسطة سنبلة إنهاء كمبوزت لهب شمعة.



الشكل رقم (3): طول العينة

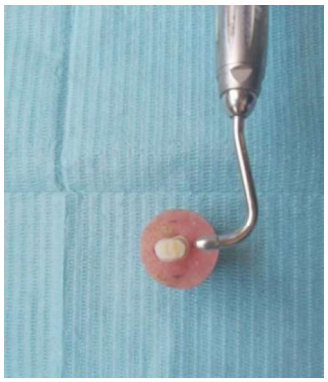
مرحلة أخذ الطبعة: تمَّ استخدام طوابع إكريلية صُنعت خصيّصاً لهذه المرحلة، تمَّ تجفيف العينات بتيار هوائي لطيف ثمّ أخذ الطبعات بالمطاط السليكوني المتماثر بالإضافة من شركة Zhermack الإيطالية على مرحلتين. ثمَّ تمَّ صبها بالجبس الحجري المحسّن حسب تعليمات الشركة من حيث المعايرة والمزج للحصول على النموذج الجبسي الإفرادي للسن المحضرة. صنع التيجان المعدنية: تمَّ تشميع 30 هيكلاً معدنياً عبر تغطيس الأسنان حتى خط الإنهاء العنقي بشمع التغطيس، ومن ثمَّ يتم بناء الهيكل الشمعي باستخدام شمع البناء مع إضافة عروة شمعية على السطح الطاحن لكل قلنسوة شمعية من أجل تطبيق اختبار الشد الميكانيكي يتم بعدها توتيد الهياكل الشمعية وتثبيتها ضمن البواتق، ثم تُكسى باستخدام مسحوق كاس ذو رابطة فوسفاتية وتستخدم بعدها خلائط النيكل كروم للحصول على الهياكل المعدنية التي سيتم إنهاؤها حتى 0,5 ملم منطقة خط الإنهاء و 1 ملم إطباقياً.

التهيئة بالليزر: تمَّ تهيئة سطح العاج في تيجان المجموعة الأولى (A) بليزر Er:YAG بواسطة جهاز KAVO الألماني وبقبضة رقم 2060 وذلك بتسليط شعاع الليزر بطاقة 60 ميلي جول وتردد 10 هرتز والبرنامج رقم 17 المخصص لتهيئة العاج، لمدة 20 ثانية ، مع إرذاذ هوائي مائي وفير بمقدار (5 مل بالدقيقة). (Cardoso et al. 2010)

معالجة العاج بالترميل: استخدمنا لهذه الغرض قبضة الترميل من شركة NSK اليابانية، زاوية رأسها 60 درجة وطول رأسها الداخلي 0,46 ملم تمّ حشوها بحبيبات أوكسيد الألمنيوم بقطر 50 ميكرون، تحت ضغط 60 psi (باوند بالانش المربع). طبقنا الترميل على مسافة 2 ملم لمدة 20 ثانية وبزاوية عمودية على السطح على أسنان المجموعة الثانية

B. (de Oliveira et al. 2007) تمّ التّأكد من تحقيق المسافة بواسطة رسم خط على سطح القاعدة الاكريلية على بعد 2 ملم عن سطح السن وتثبيت رأس الترميل عليها. تمّ الغسيل بتيار مائي لمدة 30 ثانية بعد الترميل للتخلّص من الحبيبات والبقايا. (Parab and Ram 2012)

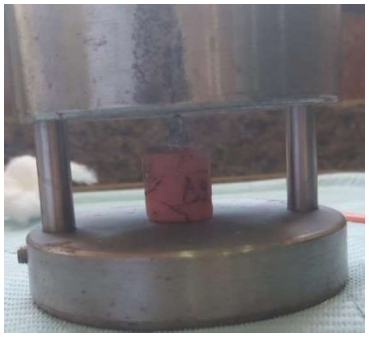
الشكل رقم (4): تهيئة سطح العاج بالليزر



الشكل رقم (5): تهيئة العاج بالترمل

عملية الإلصاق:

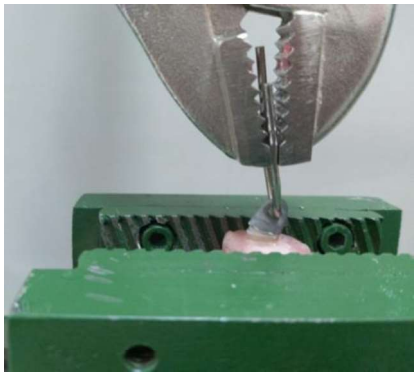
تمّ استخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل Fuji Plus من شركة GC اليابانية. جُفّفت الأسنان بكريات قطنية؛ حيث توصي الشركة المصنعة بتجنب التجفيف الزائد للعاج والحفاظ على سطحه بمظهر لمّاع. تمّ مزج كمية المسحوق والسائل تبعاً لتعليمات الشركة (مكيال الحجم الصغير بودرة + قطرة واحدة سائل) لمدة 20 ثانية ثمَّ تمَّ وضع الاسمنت على باطن التاج وتمّ ضغطه بالإصبع بداية ومن ثمّ وُضع على ملزمة الإلصاق والتي يبلغ وزنها 3كغ لمدة 3 دقائق حتى تمام التصلّب، ثم أُزيلت الزوائد بالمسبر.



الشكل رقم (6): عملية الإلصاق

وُضعت العينات بعد الإلصاق في المحلول الفيزيولوجي ومن ثمّ تمّ وضعها في حاضنة بدرجة حرارة 37 وبدرجة رطوبة 100% لمدة أسبوع قبل تطبيق اختبار الشد الميكانيكي. (Martins-Pinto et al. 2008)

اختبار الشد الميكانيكي: تمّ تثبيت العينة ضمن قاعدة معدنية صُنعت خصيّصاً لهذا الغرض بحيث تمنع الأذرع الأفقية لهذه القاعدة حركة القالب الإكريلي للعينة باتجاه الأعلى عند تطبيق قوة الشد، كما زُوِّد الرأس المتحرك لجهاز الشد بقطعة معدنية أخرى يقبض عليها السلك المعدني المستخدم في الشد وتدخل بداخلها حلقة التاج المعدني. أجريت اختبارات مقاومة الشد بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكية العام من شركة Tinius Olsen الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية في جامعة البعث. أُجري الاختبار بقوة شد 0,5 نيوين في الدقيقة واستمر حتّى توقف الجهاز في اللحظة التي حدث فيها الفشل حيث تمّ تسجل القوّة بالنيوتن، ودوِّنت القيم في جداول.



الشكل رقم(7): عملية نزع التاج

الدراسة الإحصائية:

تم جمع البيانات وتسجيلها على برنامج Excel من شركة Microsoft. ومن ثم أُجريت الاختبارات الإحصائية باستخدام برنامج (SPSS v.25 IBM, USA) مع اعتماد مستوى الدلالة 0.05. استخدم اختبار Shapiro-Wilk لتحديد طبيعة توزع البيانات، وتمّ استخدام الاختبار الموافقة. استخدم اختبار تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) مع المقارنات الثنائية باختبار Tuckey لدراسة تأثير تقنية معالجة السطح على مقاومة قوى الشد.

4) النتائج The Results :

وصف العيّنة:

تألفت عينة الدراسة من 30 دعامة محضرة وزّعت إلى ثلاث مجموعات تبعاً لطريقة تهيئة العاج لكل مجموعة:

المجموعة الأولى A: العاج مهيّئ بليزر Er:YAG

المجموعة الثانية B: العاج مهيئ بالترميل

المجموعة الثالثة C: شاهدة (العاج غير مهيئ)

الدراسة التحليلية الإحصائية لمقاومة قوى الشد:

تم استبعاد عينة من كلٍّ من مجموعة الليزر عند 470 نيوتن، ومجموعة الترميل عند 409 نيوتن، وعينتين من المجموعة الشاهدة عند 428.5 و456 نويتن بسبب حدوث كسر في السن قبل انفصال التاج أثناء إجراء الاختبار.

كانت بيانات مقاومة قوى الشد في مجموعات الدراسة ذات توزع طبيعي ($p > 0.05$) لذا استُخدمت الاختبارات المعلمية الموافقة. القيم المذكورة هي المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري ما لم يذكر سوى ذلك.

الجدول رقم(1): نتائج اختبار Shapiro-Wilk لتحديد طبيعة توزع البيانات في مجموعات الدراسة

المجموعة	قيمة الاختبار	درجات الحرية	قيمة P
الليزر	0.949	9	0.706
الترميل	0.924	9	0.429
الشاهدة	0.951	8	0.720

بلغت مقاومة قوى الشد في مجموعة الليزر 610.2 ± 32.6 نيوتن، وفي مجموعة الترميل 734.3 ± 12.8 نيوتن، وفي المجموعة الشاهدة 599.7 ± 37 نيوتن، وقد كان هناك فرق جوهري إحصائيًا بين المجموعات ($p < 0.001$).

وأظهرت المقارنات الثنائية أن مقاومة قوى الشد في مجموعة الترميل كانت أكبر بفارق جوهري إحصائيًا منها في كلٍّ من مجموعة الليزر بمقدار 124.2 نيوتن ($p < 0.001$) والمجموعة الشاهدة بمقدار 134.7 نيوتن ($p < 0.001$)، في حين لم يكن هناك فرق جوهري إحصائيًا بين مجموعة الليزر والمجموعة الشاهدة ($p = 0.716$).

الجدول رقم (2): الإحصاء الوصفي لمقاومة قوى الشد وتأثير تقنية معالجة السطح عليها

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أدنى قيمة	أعلى قيمة	مجال الثقة 95% للمتوسط		P
						الحد الأدنى	الحد الأعلى	
الليزر	9	610.2	32.6	578.2	666.6	585.1	635.2	.000
الترميل	9	734.3	12.8	714.9	749.8	724.5	744.2	
الشاهدة	8	599.7	33.0	560.0	656.6	572.0	627.3	

الجدول رقم (4): المقارنات الثنائية لمقاومة قوى الشد بين مجموعات الدراسة

المجموعة		الفرق بين المتوسطين	P	مجال الثقة 95% لفرق المتوسطين	
				الحد الأدنى	الحد الأعلى
الليزر	الترميل	-124.2	0.000	-156.7	-91.7
	الشاهدة	10.5	0.716	-23.0	44.0
الترميل	الليزر	124.2	0.000	91.7	156.7
	الشاهدة	134.7	0.000	101.2	168.2
الشاهدة	الليزر	-10.5	0.716	-44.0	23.0
	الترميل	-134.7	0.000	-168.2	-101.2

5) المناقشة:

مناقشة أهداف البحث: إن فشل الثبات هو السبب الثاني الأكثر شيوعاً لفشل التعويض الثابت (Diaz-Arnold, Vargas, and Haselton 1999a)، ويعتبر طول التاج السريري غير المناسب سبب رئيسي لفقدان الثبات (AlShaarani et al. 2019)؛ هذا ما يجعل تحقيق الثبات في التيجان والجسور تحدّياً للطبيب في الممارسة السريرية. هنا تأتي أهمية إجراء دراسات لبحث طرق لزيادة الثبات وخاصة في الحالات الخاصة التي تكون الدعامة فيها غير محققة لشروط الثبات الرئيسية كطول الدعامة المناسب. درست العديد من الأبحاث في الأدب الطبي زيادة الثبات في حال التيجان القصيرة سريرياً مثل (Haritha et al. 2020) كما زاد استخدام الليزر والترميل داخل فموي في العيادة السنية الحديثة مما دفع الباحثون إلى سبر ودراسة فائدتهما في التعويضات الثابتة. حيث تناولت الأبحاث استخدام الليزر والترميل على الدعامات السنية في زيادة الثبات (Chauhan et al. 2019)

اختيار العينة: أجريت الدراسة على ضواحك مقلوعة حديثاً تم حفظها في كلورامين وهو سائل حفظ ومطهر استخدم في العديد من الدراسات لحفظ الأسنان ومنع تغير صفات النسج السنية (Armengol et al. 2002)

تمّ في هذه الدراسة: تحديد طول الدعامة 2,5 ملم: حيث يعتبر التاج المحضر الأقصر من 3-4 ملم في الضواحك والأرحاء غير محقق لشروط ومبادئ الثبات والاستقرار والمقاومة وبالتالي قصير سريرياً.

(Uy, Neo, and Chan 2010). تم مسح السطح الطاحن للدعامة حيث تعتبر الطريقة الأمثل في توحيد السطوح الطاحنة للدعامات.(Lepe, Streiff, and Johnson 2021) وتم اختيار درجة تقارب كلي 6-8 درجات في هذه الدراسة لمماثلة الواقع السريري واستخدام درجة التقارب المثلى ما أمكن (Rosenstiel et al. 2001)

استخدمت هذه الدراسة ليزر ER:YAG في تهيئة العاج نظراً لأهميته في الممارسة السريرية ولما أثاره من جدل حول فعاليته في تهيئة العاج والميناء قبل الإلصاق؛ تأتي أهميته في تهيئة النسج السنية لقدرته على تعديل تضاريس السطح وإزالة طبقة اللطاخة من السن المحضر وخاصة عند استخدام العديد من أنواع الاسمنتات والترميمات. تناولت الأبحاث أثره في تهيئة العاج عند استخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل (Alkhudhairy 2020)

استخدام الترميل في تهيئة العاج: كما استخدمت هذه الدراسة الترميل داخل الفموي نظراً لبروز نجمه واهتمام الممارسين فيه في الآونة الأخيرة ولأثره في الأدب الطبي في تهيئة العاج حيث ازداد استخدامه كمهيئ قبل الإلصاق والترميم (Mujdeci and Gokay 2004). كما استُخدم في الدراسات في تحسين الثبات عندما يكون هناك نقص حاد في ثبات.

تم اخيار الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل لأن استخدامه مايزال شائعاً في الممارسة السريرية اليومية نظراً لخصائصه في الالتصاق الكيميائي والميكانيكي المجهري ومقاومته للنخور بسبب تحريره للفلور، كما تبعاً لدراسات فإن الالتصاق الكيميائي والميكانيكي لهذا الاسمنت يعتمد بشكل كبير على صفات السطح المحضر وخشونته.

(Al-Khureif et al. 2020)

استخدام التيجان المعدنية: حيث لا دور للخزف الملفّح في هذه الدراسة فقد تم الاكتفاء بتطبيق اختبار قوى الشد على القلنسوان المعدنية فقط كما هو الحال أيضاً مع معظم الدراسات ذات الصلة. (Haritha et al. 2020)

مناقشة نتائج البحث:

4-3-1 تأثير معالجة سطح العاج بالليزر:

سجلت مجموعة الليزر نتائج اختبار قوى الشد 610,2 أعلى من الشاهدة 599.7 ولكن الفرق غير دال إحصائياً (P= 0.716) ، بينما سجلت نتائج اختبار أخفض من مجموعة الترميل بفرق جوهري إحصائياً بمقدار 124.2 نيوتن (P < 0.001) أي أظهرت الدراسة أن: الليزر لم يحسن من ثبات التيجان المعدنية الملصقة بالاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل عند معالجة العاج فيه وقد يعزى ذلك إلى أن الحرارة المتولدة من ليزر Er:YAg تسبب تغيير كيميائي وتغيير في بنية السطح السني حيث تُحدث الحرارة خلال تهيئة العاج تفسخ في شبكات الكولاجين ونقصان في نفوذية العاج وتمنع انتشار مونميرات الاسمنت وبالتالي الثبات والالتصاق. (Alkhudhairy 2020) كما قد يعزى ذلك إلى أن ليزر ER:YAG ممكن أن يسبب شقوق أو تصدعات مجهرية عرضية على سطح العاج إن لم ترتشح هذه الشقوق بالاسمنت تشكل سطحاً ضعيفاً في الارتباط يمتص الصدمات ينقص الثبات. (Staninec et al. 2009)

اتفقت نتيجة هذه الدراسة مع (Souza-Gabriel et al. 2006) حيث وجدوا أن معالجة العاج بالليزر لا تحسن من ثبات المرممات عند الالصاق بRMGIC. كما اتفقت مع دراسة (Alkhudhairy 2020) الذي وجد أن قيم الثبات لمجموعة ليزر ER:YAG أدنى من قيم الثبات للمجموعات المعالجة بأنواع ليزر أخرى كليزر Er,Cr:YSGG

أيضاً اتفقت مع دراسة كل من (Cardoso et al. 2010) (Corona, de Menezes, et al. 2003) الذين وجدوا أن أخفض قيمة للثبات سجلت لمجموعة التهيئة بليزر ER:YAG إلا أنه يتحسن الثبات عند استخدام مهيئ البولي اكريليك للاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل.

اختلفت نتيجة هذه الدراسة مع دراسة (Altunsoy et al. 2014) حيث وجد أن الليزر يحسن من الالتصاق عند استخدام RMGIC ويعزى سبب الاختلاف إلى استخدامه برنامج ليزر مختلف (نظام نبض متوسط الطول بشدة 120 ميلي جول) عن الذي تم استخدامه في هذا البحث. كما اختلف مع دراسات (Dahiya,) (Chauhan et al. 2019 Gandhi, and Baba 2017) حيث وجدوا أن ليزر Er:YAG يحسن من ثبات التيجان المعدنية ويعزى سبب الاختلاف إلى استخدامهم اسمنت زجاجي شاردي تقليدي بدلا من الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل.

تأثير معالجة سطح العاج بالترميل: أظهرت المقارنة الثنائية أن مقاومة قوى الشد في مجموعة الترميل كانت أكبر بفارق جوهري إحصائيا في كل من مجموعة الليزر بمقدار 124.2 نيوتن (P< 0.001) والمجموعة الشاهدة بمقدار 134.7 (P< 0.001) نيوتن أي أظهرت الدراسة أن معالجة العاج بالترميل زادت ثبات التيجان المعدنية على الدعامات عند الالصاق بالاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل وقد يعزى هذا إلى أن الترميل يزيد مساحة السطح وبالتالي زيادة في قوة الالتصاق والثبات (Manhart et al. 1999) أو أنه يتشكل عند الترميل نمط طبقة لطاخة مختلف يبدي سطحاً أكثر ملاءمة للالتصاق بالمقارنة مع طبقة اللطاخة المتشكلة على الأسطح غير المرملة (Hannig and Femerling 1998) كما قد يسبب الترميل زيادة في رطوبة السطح السني وبالتالي زيادة قوة الالتصاق وبالتالي الثبات (Geitel et al. 2004). توافق نتيجة هذه الدراسة دراسة (Gurbuz et al. 2008) حيث تبين في دراستهم أن ترميل السطح العاجي بحبيبات أوكسيد الألمنيوم يزيد من ثبات التيجان المعدنية عند الإلصاق بالاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل. كما توافق نتيجة دراسات كل من (Sauro et al. 2018) (Mujdeci and Gokay 2004) حيث وجدوا أن ترميل العاج يزيد من الثبات وقوة الالصاق عند استخدام اسمنت زجاجي شاردي معدل

خالفت نتيجة هذه الدراسة نتائج الباحث (Souza-Zaroni et al. 2006)(Chauhan et al. 2019) حيث تبين معهم أنه لا يوجد تحسن في ثبات التيجان المعدنية عند ترميل العاج ويعزى سبب الاختلاف الى استخدامهم اسمنت زجاجي شاردي تقليدي بدلاً من المعدل. كما خالفت نتيجة دراسات الباحث (de Oliveira et al. 2007) حيث وجد أن ترميل السطح العاجي لا يحسن من الثبات وقوة الالتصاق ويعزى سبب الاختلاف إلى استخدامهم نظام إلصاق راتنجي ذاتي التخريش في بحثه مع حبيبات ذات قطر 27 ميكرون.

6) الاستنتاجات:

تستنتج هذه الدراسة ما يلي:

إن ترميل سطح العاج في الدعامات القصيرة سريرياً يزيد الثبات عند استخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل في الصاق التيجان المعدنية

المقترحات:

مقترحات لأبحاث مستقبلية:

1. إجراء دراسة عن تهيئة العاج بالترميل وليزر Er:YAG واستخدام مهيئ الإسمنت الزجاجي الشاردي polyacrylic acid conditioner قبيل الصاق التيجان بالإسمنت لمعرفة أثره.

2. إجراء دراسة عن زيادة ثبات التيجان بعد تهيئة العاج بليزر Er,Cr:YSGG نظراً للدراسات الكثيرة عن فعاليته في زيادة الثبات وقوة الالصاق

3. إجراء دراسة سريرية عن أثر تهيئة الميناء بالليزر والترميل على ثبات الوجوه الخزفية باستخدام اسمنت راتنجي ثنائي التصلب

7) التوصيات :

– توصي هذه الدراسة بناءً على النتائج المخبرية بإجراء ترميل لسطح العاج بمرملة داخل فموية بحبيبات أوكسيد الألمنيوم بقطر 50 ميكرون عند الالصاق ب RMGIC خاصةً في حال فقدان الثبات الميكانيكي بغية كسب المزيد من الثبات.

– توصي الدراسة أيضاً باستخدام طريقة تهيئة فعالة أكثر من الليزر أو استخدام نوع ليزر مختلف عن Er:YAG عند تهيئة العاج قبيل الإلصاق عند الحاجة لزيادة في الثبات التعويضات الثابتة الملصقة بRMGIC.

8) المراجع:

1- Al-Khureif, Abdulaziz Abdullah, Badreldin A Mohamed, Abdullah M Al-Shehri, Aftab Ahmed Khan, and Darshan Devang Divakar. 2020. 'Bond assessment of resin modified glass ionomer cement to dentin conditioned with photosensitizers, laser and conventional regimes', Photodiagnosis and photodynamic therapy, 30: 101795

2- Aljdaimi, Abtesam, Hugh Devlin, and Mark Dickinson. 2018. 'Effect of the Er: YAG laser on the shear bond strength of conventional glass ionomer and Biodentine™ to dentine', European journal of dentistry, 12: 380

3- Alkhudhairy, Fahad, Mustafa Naseem, Zeeshan H Ahmad, Abrar N Alnooh, and Fahim Vohra. 2019. 'Influence of photobio-modulation with an Er, Cr: YSGG laser on dentin adhesion bonded with bioactive and resin-modified glass ionomer cement', Journal of applied biomaterials & functional materials, 17: 2280800019880691

4- AlShaarani, Fendi, Rami M Alaisami, Loai Aljerf, Issam A Jamous, Kanaan Elias, and Anas Jaber. 2019. 'An auxiliary factor for increasing the retention of short abutments', Heliyon, 5: e02674

5- Altunsoy, Mustafa, Murat Selim Botsali, Emre Korkut, Ebru Kucukyilmaz, and Yagmur Sener. 2014. 'Effect of different surface treatments on the shear and microtensile bond strength of resin-modified glass ionomer cement to dentin', Acta Odontologica Scandinavica, 72: 874-79

6- Armengol, V, A Jean, B Enkel, M Assoumou, and H Hamel. 2002. 'Microleakage of class V composite restorations following Er: YAG and Nd: YAP laser irradiation compared to acid-etch: an in vitro study', Lasers in medical science, 17: 93-100

7- Cardoso, Marcio Vivan, Katleen IM Delmé, Atsushi Mine, Aline de Almeida Neves, Eduardo Coutinho, Roeland JG De Moor, and Bart Van Meerbeek. 2010. 'Towards a better understanding of the adhesion mechanism of resin-modified glass-ionomers by bonding to differently prepared dentin', Journal of dentistry, 38: 921-29

8- Chauhan, Sameer, Neerja Mahajan, Rajesh Sethuraman, and YG Naveen. 2019. 'Evaluation of the effect of dentin surface treatment by air abrasion and Er: YAG laser on the retention of metal crowns luted with glass ionomer cement in teeth with reduced crown height: An in vitro study', The Journal of the Indian Prosthodontic Society, 19: 141

9- Corona, Silmara Aparecida Muon, Marcio de Menezes, Maria Cristina Borsatto, Daniela Thomazatti Chimello, Jesus Djalma Pécora, and Regina Guenka Palma-Dibb. 2003. 'Influence of Er: YAG Laser on Tensile Bond Strength of Resin-modified Glass-ionomer Cements to Dentin', Journal of Oral Laser Applications, 3de Oliveira, Marcelo Tavares, Patrícia Moreira

10- de Freitas, Carlos de Paula Eduardo, Glaucia Maria Bovi Ambrosano, and Marcelo Giannini. 2007. 'Influence of diamond sono-abrasion, air-abrasion and Er: YAG laser irradiation on bonding of different adhesive systems to dentin', European journal of dentistry, 1: 158-66

11- Hannig, M, and T Femerling. 1998. 'Influence of air-abrasion treatment on the interfacial bond between composite and dentin', Operative Dentistry, 23: 258-65

12- Haritha, J, M Reddi Narasimha Rao, B Indira Padmaja, N Raja Reddy, N Suresh Babu, and KV Guru Charan Karthik. 2020. 'Management of short clinical crowns by utilizing horizontal groove retentive technique in crown/tooth or both with different luting cements–An analysis on extracted teeth', Journal of Family Medicine and Primary Care, 9: 1640

13- Leong, Elvin WJ, Keson Beng Choon Tan, Jack Ivan Nicholls, Ee Kiam Chua, Keng Mun Wong, and Jennifer Chiew Lian Neo. 2009. 'The effect of preparation height and luting agent on the resistance form of cemented cast crowns under load fatigue', Journal of Prosthetic Dentistry, 1

14- Lepe, Xavier, Kerry R Streiff, and Glen H Johnson. 2021. 'Long-term retention of zirconia crowns cemented with current automixed cements', The Journal of prosthetic dentistry, 125: 788-94

15- Manhart, J, A Mehl, R Schroeter, B Obster, and R Hickel. 1999. 'Bond strength of composite to dentin treated by air abrasion', Operative Dentistry, 24: 202: 155-64

16- Mujdeci, Arzu, and Osman Gokay. 2004. 'The effect of airborne-particle abrasion on the shear bond strength of four restorative materials to enamel and dentin', The Journal of prosthetic dentistry, 92: 245-49

17- Michal, Neda Meshkin, Saman K Manesh, RO Ritchie, and Daniel Fried. 2009. 'Weakening of dentin from cracks resulting from laser irradiation', Dental Materials, 25: 87. Souza-Gabriel, AE, FLB Amaral, Jesus Djalma Pécora,ca Croatica, 53: 3

18- Olivi, Giovanni, and Matteo Olivi. 2015. Lasers in Restorative Dentistry: A Practical Guide (Springer

19- Rosenstiel, Stephen F, MF Land, J Fujimoto, and JJ Cockerill. 2001. 'Contemporary fixed prosthodontics. St. Louis', Mosby, Inc, 2001: 380-416

20- Sauro, Salvatore, Timothy Watson, Agustin Pascual Moscardó, Arlinda Luzi, Victor Pinheiro Feitosa, and Avijit Banerjee. 2018. 'The effect of dentine pre-treatment using bioglass and/or polyacrylic acid on the interfacial characteristics of resin-modified glass ionomer cements', Journal of dentistry, 73: 32-39

21- Sharma, A., G. R. Rahul, S. T. Poduval, and K. Shetty. 2012. 'Short clinical crowns (SCC) - treatment considerations and techniques', J Clin Exp Dent, 4: e230-6

22- Sidhu, Sharanbir K, and Timothy F Watson. 1995. 'Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry', American journal of dentistry, 8: 59-67

23- Spajic, Jelena, Matej Par, Ognjen Milat, Nazif Demoli, Ruza Bjelovucic, and Katica Prskalo. 2019. 'Effects of curing modes on the microhardness of resin-modified glass ionomer cements', Acta Stomatologi Staninec, 7

24- Uy, Joanne N, Jennifer CL Neo, and Swee Heng Chan. 2010. 'The effect of tooth and foundation restoration heights on the load fatigue performance of cast crowns', The Journal of prosthetic dentistry, 104: 318-24

25- Van Meerbeek, Bart, Yasuhiro Yoshida, Satoshi Inoue, Jan De Munck, Kirsten Van Landuyt, and Paul Lambrechts. 2006. 'Glass-ionomer adhesion: the mechanisms at the interface', Journal of dentistry, 34: 615-18

26- Staninec, Michal, Neda Meshkin, Saman K Manesh, RO Ritchie, and Daniel Fried. 2009. 'Weakening of dentin from cracks resulting from laser irradiation', Dental Materials,25: 87.

27- Souza-Gabriel, AE, FLB Amaral, Jesus Djalma Pécora, Regina Guenka Palma-Dibb, and Silmara Aparecida Milori Corona. 2006. 'Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cements to Er: YAG laser-treated tooth structure', Operative Dentistry, 31: 212-18520-25