

Fracture Resistance and Failure Modes of Endodontically Treated Molars Restored by Endocrowns Made of Glass Ceramic or Indirect Composite Resin (an in-vitro study)

Dr. Essam Jamous*
Yasmine Abdelkader Glaungi**

(Received 2 / 6 / 2020. Accepted 10 / 9 / 2020)

□ ABSTRACT □

Objective: The aim of this study was to evaluate the fracture resistance of molars restored with endocrowns made of glass-ceramic (LDS) and indirect composite.

Materials and Methods: 36 extracted molars were divided into three groups. Teeth in group1 (intact) were left without treatment. Remaining teeth were sectioned 2mm above CEJ and undergone to standardized preparation. Endocrown restorations made of LDS were used for group2 (e-max), while indirect composite was used for group3 (composite). A compressive axial load was applied until failure. Fracture loads and failure modes were recorded. Statistically analysis was performed using one-way analysis of variance.

Results: Mean fracture strength of group (e-max) was (4842 N) and showed significantly higher value than that of other two groups, whilst mean fracture loads of groups (composite) and (intact) did not show statistically differences (3016 and 2708 N respectively). All specimens of groups (e-max) and (composite) exhibited irreparable fractures, while failure modes of (intact) ranged between repairable and irreparable.

Conclusion: Endocrowns made of indirect composite can be used to restore endodontically treated molars as they provide the ability to modify and repair if necessary.

Keywords: endocrown, fracture resistance, lithium disilicate glass-ceramic, indirect composite.

* Assistant Professor - Fixed Dental Compensation Department, Faculty of Dentistry, Damascus University, Syria. e-mail: L9701970@hotmail.com

** Postgraduate Student (Master) - Fixed Dental Compensation Department, Faculty of Dentistry, Damascus University, Syria. e-mail: yassamine.alsham@gmail.com

مقارنة مقاومة الكسر وأنماط الفشل للأرجاء المعالجة لبياً والمرممة بالتاج المندخل ضمن الحجرة اللبية والمصنوع من الخزف الزجاجي أو الراتنج المركب بالطريقة غير المباشرة (دراسة مخبرية)

د. عصام جاموس*

ياسمين عبد القادر غلاونجي**

(تاريخ الإيداع 2 / 6 / 2020. قُبل للنشر في 10 / 9 / 2020)

□ ملخص □

الهدف: مقارنة مقاومة الكسر للأرجاء المرممة بترميم endocrown والمصنوع من مادتين مختلفتين. **المواد والطرائق:** تألفت العينة من 36 رحي قسمت عشوائياً إلى ثلاث مجموعات، تركت الأولى (intact) بدون معالجة، وقطعت تيجان المجموعتين الباقيتين حتى 2 ملم فوق الملتقى المينائي الملاطي وخضعت لتحضير بقياسات موحدة ثم رمت المجموعة الثانية (e-max) بترميمات من الخزف الزجاجي (LDS)، ورممت الثالثة (composite) بترميمات مصنوعة من الراتنج المركب بالطريقة غير المباشرة. خضعت الترميمات لقوى ضغط محورية حتى حدوث الفشل. سجلت أعلى قيمة سببت حدوث الفشل واستخدم اختبار One-way ANOVA لتحري وجود فروق جوهرية بين المجموعات.

النتائج: سجل متوسط مقاومة الكسر لمجموعة e-max القيمة الأعلى (4842) نيوتن وبفارق جوهرى عن متوسطي المجموعتين الباقيتين، ولم توجد فروق جوهرية بين متوسطي مجموعة composite (3016) ومجموعة intact (2708). أظهرت كل عينات مجموعتي e-max و composite كسوراً غير قابلة للإصلاح وتراوحت أنماط الفشل لمجموعة intact بين قابلة للإصلاح وغير قابلة للإصلاح. **الخاتمة:** يمكن استخدام ترميمات الراتنج المركب غير المباشرة في ترميم الأرجاء المعالجة لبياً واسعة التهديم لتمييزها بسهولة التعديل والإصلاح داخل الفم عند الضرورة.

الكلمات المفتاحية: مقاومة الكسر، endocrown، التاج المندخل ضمن الحجرة اللبية، الخزف الزجاجي، راتنج مركب غير مباشر.

* مدرس - قسم تعويضات الأسنان الثابتة، كلية طب الأسنان، جامعة دمشق، سورية.

** طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم تعويضات الأسنان الثابتة، كلية طب الأسنان، جامعة دمشق، سورية.

e-mail: yassamine.alsham@gmail.com

مقدمة:

لايزال ترميم الأسنان ذات التهدم التاجي الواسع المعالجة لبياً أمراً مريباً أحياناً لأطباء الأسنان رغم التطور المتسارع الذي طرأ على تقنيات طب الأسنان ومواده [1]، وقدمت العديد من الحلول لترميم هذه الأسنان وتتنوعت بين الترميمات المباشرة و غير المباشرة كالترميمات الضمنية inlays، والمغطية onlays، والتيجان الكاملة full crowns بأنواعها مدعومة بوند وقلب معدني مصبوب cast post and core أو بوند الألياف الزجاجية fiber post مع قلب من الراتنج المركب أو غيرها من التقنيات [2]-[5]، ويؤثر عاملان أساسيان على اختيار تقنية الترميم أحدهما نوع السن فيما إذا كانت قاطعة أو ناباً، ضاحكة أو رحي، وثانيهما كمية الأنسجة السنية التاجية السليمة المتبقية [6]. يتطلب استخدام أي من أنواع الأوتاد الجذرية إزالة إضافية للعلاج الجذري السليم، ما يجعل جذور الأسنان أضعف وأكثر قابلية للانكسار [7]، كما أن التوسيع الزائد للقناة أو الدخول باتجاه خاطئ يزيد من فرص حدوث الانتقابات الجذرية [8].

نتيجة للتطور الكبير في مجال الإصاق في طب الأسنان، قلت الحاجة لاستخدام الأوتاد الجذرية والقلوب في ترميم الأسنان المعالجة لبياً ذات التهدم الواسع [9]. قدم Pissis في أواخر القرن الماضي تقنيته الجديدة في ترميم هذه الأسنان والتي أسماها تقنية الخزف وحيد الكتلة "mono-block porcelain technic" وهي عبارة عن ترميم خزفي كامل يعتمد في ثباته على العوامل الميكانيكية المستمدة من التوازي النسبي في جدران الحجرة اللبية إضافة إلى خاصية الثبات الميكانيكي المجهري المستمدة من إسمنت الإصاق الراتنجي [10]. وفي عام 1999 اقترح Mormann و Bindl [11] مصطلح Endocrown (التاج المندخل ضمن الحجرة اللبية) لوصف هذه التقنية التي تجمع خواص كل من الوند الجذري والقلب والتاج في ترميم واحد قابل للإصاق على السن واسعة التهدم المعالجة لبياً.

أظهرت ترميمات endocrown وفقاً للأدب الطبي نتائج ممتازة من حيث أدائها السريري وخواصها الميكانيكية والجمالية العالية [5]، [9]، [12]، [13]، كذلك، يتفوق endocrown على المعالجات التقليدية بالعديد من المزايا، فهو لا يتطلب إزالة إضافية للعلاج الجذري السليم ما يجعله مفضلاً على الأوتاد الجذرية في حال وجود جذور قصيرة، منحنية، أو رقيقة [4]، ويمكن استخدامه أيضاً في الحالات التي تفقد لوجود مسافة بين إطباقية كافية للترميم بتاج مدعوم بقلب ووند [9]، [14]، وأظهرت العديد من الدراسات مقاومة كسر أعلى للأسنان المرممة بترميمات endocrown مقارنة مع التاج الكامل مدعوماً بوند وقلب معدني مصبوب أو بوند الألياف الزجاجية مع قلب من الراتنج المركب [4]، [14]، [15].

تعتبر أنواع الخزف السني القابل للتخريش الحمضي أكثر المواد المفضلة في صناعة ترميمات endocrown نظراً لجماليتها العالية وما تتمتع به من خواص ميكانيكية تجعلها تتحمل القوى الإطباقية، إضافة إلى قوة ارتباطها الجيدة مع أنسجة السن [16]، [17]، واقترحت بعض الدراسات بالمقابل أفضلية استخدام مواد الراتنج المركب كبديل عن المواد الخزفية لصناعة هذه الترميمات على اعتبار أن معامل مرونتها أقرب لمعامل مرونة العاج والميناء وأن سلوكها الميكانيكي يشابه سلوك الأسنان الطبيعية [18].

بالرجوع للأدب الطبي وُجدت العديد من الدراسات السريرية [9]، [11]، [13]، [19]، [20] والمخبرية [18]، [21]-[27] التي قارنت الأداء السريري والخواص الميكانيكية لترميمات endocrown المصنوعة من جميع أنواع الخزف والراتنج المركب تقريباً، إلا أن معظم هذه الدراسات اعتمدت على أنواع الراتنج المركب القابلة للخراطة machinable والتي تصنع بشكل كتل blocks، في حين ذكر بعض المؤلفين أن بناء ترميمات الراتنج المركب على شكل طبقات قد يترك

بينها فقاعات تؤثر على بنية الترميم، إضافة إلى الجهود العالية الناتجة عن تصلب هذه الطبقات ما يجعل الترميم أكثر عرضة للفشل التماسكي ضمن مادته [28]، ولا توجد بعد أدلة كافية على إمكانية استخدام الراتنج المركب العادي المتوفر في أي عيادة سنية لصنع ترميمات كبيرة كترميمات endocrown بشكل غير مباشر لترميم الأسنان الخلفية، لذلك كان الهدف من هذه الدراسة مقارنة مقاومة الكسر وأنماط الفشل للأرجاء المعالجة لبياً والمرممة بالتاج المندخل ضمن الحجرة اللبية والمصنوع إما من الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم lithium disilicate glass-ceramic (LDS) أو الراتنج المركب المبني على شكل طبقات بطريقة غير مباشرة، وأجري هذا البحث في كلية طب الأسنان / جامعة دمشق، قسم تعويضات الأسنان الثابتة.

طرائق البحث ومواده:

تألفت العينة من 36 رحي ثلاثة سفلية سليمة مقلوعة حديثاً (تقيس 9.12 ± 0.43 ملم بالبعد الأنسي الوحشي و 8.7 ± 0.44 ملم بالبعد الدهليزي اللساني)، اختيرت بحيث تكون خالية من الكسور والآفات النخرية، وذات جذور مكتملة التشكل.

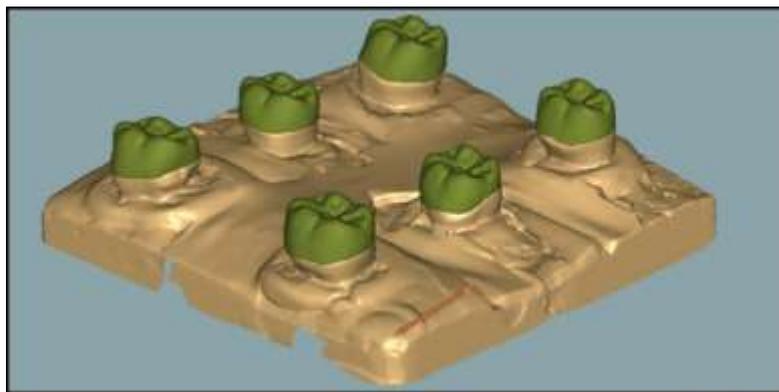
وزعت العينات بشكل عشوائي على ثلاث مجموعات (n=12) بحسب مادة الترميم المستخدمة. تركت المجموعة الأولى (مجموعة الأرجاء السليمة intact) بدون أي معالجة على أن تعد كمجموعة شاهدة سلبية، أما المجموعة الثانية (e-max) فقد رمت بوساطة endocrown مصنوع من الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم (LDS)، في حين رمت المجموعة الثالثة (composite) بوساطة endocrown مصنوع من الراتنج المركب. غمرت جذور الأرجاء بالإكريل ذاتي التماثر ضمن قوالب حتى 2ملم تحت الملتقى المينائي الملاطي، وخفض السطح الطاحن لأرجاء المجموعتين الثانية والثالثة باستخدام سنبل شاقة بقطر 2ملم لتشكيل رصيف عنقي مستوي وموازٍ للملتقى المينائي الملاطي وأعلى منه 2ملم بالاتجاه التاجي، ثم نُعمَ باستخدام سنبله دولابية. أُجريت معالجات لبية موحدة لكل العينات، ووضعت حشوة مؤقتة خالية من الأوجينول (MD-Temp, Meta Biomed, Korea) لمدة أسبوع لضمان التصلب الكامل لحشوات الأقفنية الجذرية، ثم أزيلت ونظفت الحجر اللبية من البقايا باستخدام سنبله كاربايد كروية الشكل.

طبقت بعد ذلك ترميمات من الراتنج المركب (Tetric N-Ceram, Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) في الحجر اللبية لتوحيد عمق اندخال endocrown ضمن التاج بحيث يكون عمق الحفرة 3ملم مقاساً من سطح الرصيف العنقي إلى سطح الترميم، وصلبت كل طبقة ضوئياً لمدة 40 ثانية.

لونت الحدود الخارجية العاجية للحجرة اللبية بقلم رصاص وبالإستعانة براقاة بلاستيكية مقصوفة مسبقاً ليصبح قياس كل الحفر بعد التحضير 4ملم بالاتجاه الدهليزي اللساني و5ملم بالاتجاه الأنسي الوحشي، ثم حضرت جدران الحجرة اللبية تبعاً للأبعاد المعلمة سابقاً باستخدام سنبله مخروطية مقطوعة الرأس محمولة بشكل موازٍ لمحور السن الطولي لتحقق انفتاحاً باتجاه السطح الطاحن بمقدار 6-10 درجات، ودوّرت كل الزوايا الخطية ونعمت الجدران وتم التأكد من جميع القياسات باستخدام سابر لثوي مدرج.

أجريت الطبغات للأسنان المحضرة باستخدام المطاط السيليكوني التكتيفي العجيني والسيال (Zetaplus and Oranwash L, Zhermack, Rovugo, Italy) بتقنية الطبعة على مرحلتين، واستخدم الجبس الحجري المحسن

لصنع الأمثلة الرئيسية التي تم مسحها بماسح جهاز CAD-CAM (AcuBlu, UP3D, Shenzhen, China)، ثم أرسلت البيانات إلى برنامج الحاسب (exocad, Dental DB, 2018) الذي استخدم لعمل تصميم موحد لكافة الترميمات على الأمثلة الافتراضية على شكل رحي أولى سفلية بارتفاع 5ملم من الرصيف العنقي وحتى قمة الحديبات الدهليزية (الشكل 1). أرسلت الأوامر بعدها إلى جهاز خراطة خماسي المحاور (DWX-52D, DGSHAPE, Roland DG, Hamamatsu, Japan) ليحول تصاميم الترميمات لنماذج شمعية من الشمع القابل للخراطة.



الشكل 1: تصميم نماذج ترميمات endocrown على الأمثلة الافتراضية بشكل رحي أولى سفلية موحدة الأبعاد.

أصق وتد الصب على نماذج endocrown الشمعية الخاصة بمجموعة (e-max) وكسيت ثم حقنت بالخرزف الزجاجي القابل للحقن (Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) IPS e.max Press ceramic حسب تعليمات الشركة المصنعة، ثم فصلت ترميمات endocrown ونظفت وزججت بمادة (IPS Ivocolor, Glaze, Ivoclar, Vivadent).

أما بالنسبة لمجموعة (composite) فقد وضع كل نموذج شمعي على المثال الجبسي الخاص به وصنعت قوالب لكل النماذج باستخدام جهاز التخلية الهوائية والصفائح الشفافة. عزلت الأمثلة الجبسية بطبقة من السيليكات، وطبق الراتنج المركب (Tetric N-Ceram, Ivoclar, Vivadent) من النمط micro-hybrid على شكل طبقات ضمن القوالب الشفافة وصلبت كل طبقة ضوئياً لمدة 40 ثانية. شذبت بعدها الزوائد الراتنجية من عينات endocrown، ووضعت ضمن وحدة التصليب الضوئي المخبرية على درجة حرارة C60⁰ لمدة 10 دقائق لتحسين خواص الراتنج المركب الميكانيكية.

تم التأكد من انطباق كل الترميمات على الأسنان الموافقة قبل الإصاق باستخدام المطاط السيليكوني التكتيفي السيلال، خرش بعدها السطح الداخلي لعينات (e-max) بحمض فلور الماء بتركيز 9% (Ultra 9% porcelain etch, Dent, South Jordan, UT, USA) لمدة 60 ثانية ثم غسل بتيار مائي هوائي غزير وجفف لمدة 20 ثانية حتى وضوح المظهر الأبيض الطباشوري، وطبقت بعدها طبقة رقيقة من عامل الربط المزوج (Universal Silane, Ultra, Dent Products, UT, USA) وتركت لتتبخر مدة 60 دقيقة، أما السطوح الداخلية لترميمات الراتنج المركب فقد رملت بحبيبات أكسيد الألمنيوم (AL₂O₃) بحجم 50µm وضغطت 2.5 بار لمدة 10 ثوانٍ، ثم غسلت وجففت وطبق عليها عامل الربط المزوج وترك ليتبخر مدة 60 ثانية.

هيئت السطوح المحضرة للأسنان بتخريش انقثائي للميناء والعاج بحمض الفوسفور بتركيز 37% (Eco-Etch, Etching Gel, Ivoclar, Vivadent) لمدة 30 ثانية و 15 ثانية على التوالي، أتبع بتمرير تيار مائي هوائي وافر، ثم التجفيف اللطيف مع المحافظة على رطوبة سطح العاج، وطبقت بعدها المادة الرابطة (Tetric N-Bond Universal, Ivoclar, Vivadent) وفرشت بتيار هواء لطيف، وبعد 20 ثانية صلبت ضوئياً لمدة 10 ثوانٍ. ألصقت جميع الترميمات باستخدام إسمنت راتنجي ثنائي التصلب (Variolink N, Base and Catalyst, Ivoclar, Vivadent) حيث مُزج مقدار متساوٍ من معجوني الأساس والمسرّع وفرش الإسمنت على السطح الداخلي للترميمات، وأدخلت إلى أسنانها الموافقة مع تطبيق ضغط إصبعي على السطح الطاحن أتبع بتصليب ضوئي بسيط لمدة 3-5 ثوانٍ وإزالة الزوائد الإسمنتية، ثم صلب الإسمنت بشكل كامل بتطبيق ضوء التصليب لمدة 40 ثانية على كل سطح من سطوح الترميم.

حفظت العينات بالماء المقطر لمدة 72 ساعة ثم أُجري اختبار مقاومة الكسر بمساعدة جهاز الاختبارات الميكانيكي العام (Testometric, Rochdale, England)، وباستخدام رأس فولاذي نصف كروي يتحرك بسرعة 1ملم/د حيث وجه ليطبق قوى محورية (موازية لمحور السن الطولي للأسنان) في منتصف السطح الإطباق للآرجاء ضمن الوهدة المركزية.

سجلت أعلى قيمة لقوة الكسر للعينات بوحدة (نيوتن)، ثم فحصت عيانياً لتحديد نمط الفشل وفق (الجدول 1):

جدول 1: تصنيف أنماط الفشل

نمط الفشل	وصفه	إنذار السن
I	فشل تماسكي (كسر الترميم)	قابل للإصلاح
II	كسر في الترميم والسن فوق الملتقى المينائي الملاطي	قابل للإصلاح
III	كسر في الترميم والسن تحت الملتقى المينائي الملاطي	غير قابل للإصلاح (يتطلب قلع السن)

التحليل الإحصائية:

أجريت التحليل الإحصائية بوساطة برنامج SPSS النسخة 25. استخدم اختبار Shapiro-Wilk لاستقصاء التوزيع الطبيعي لنتائج اختبار مقاومة الكسر وكانت جميع البيانات تتبع التوزيع الطبيعي ($P > 0.05$)، وبناء عليه استخدم اختبار One-way ANOVA لمقارنة متوسطات مقاومة الكسر للمجموعات الثلاث، ثم استخدم الاختبار التلوي Games-Howell post hoc لمقارنة وجود فروق جوهرية بين كل مجموعتين. واستخدم أخيراً اختبار فيشر الدقيق Fisher's exact test لتقييم أنماط الفشل للمجموعات. واعتبرت قيمة P الأقل من 0.05 دالة إحصائية في كل الاختبارات.

النتائج والمناقشة:

يبين (الجدول 2) متوسط مقاومة الكسر مقدراً بوحدة نيوتن والانحراف المعياري للمجموعات الثلاث إضافة إلى القيمة الأعلى والأدنى لمقاومة الكسر.

جدول 2: متوسط مقاومة الكسر والانحراف المعياري مع القيم العظمى والدنيا لكل مجموعة

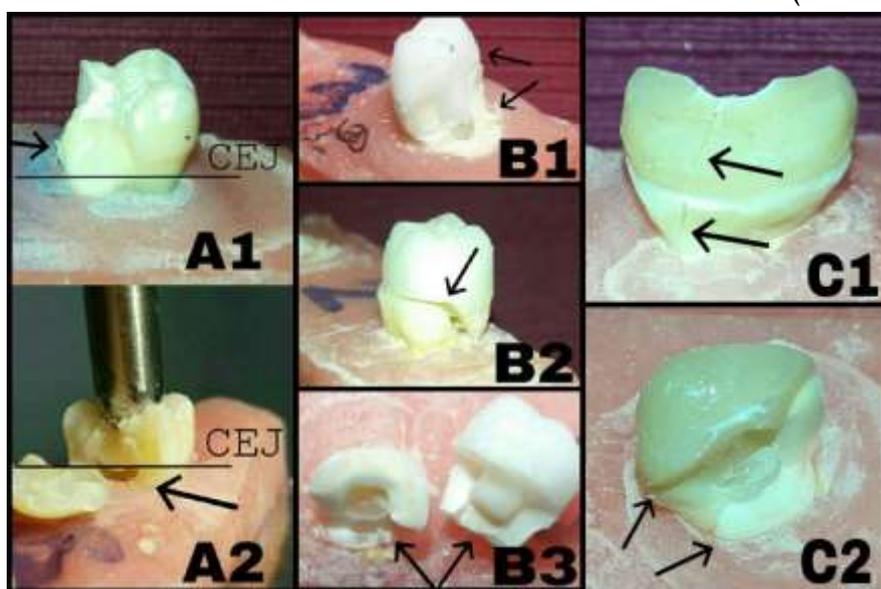
المجموعة	متوسط مقاومة الكسر (نيوتن)	الانحراف المعياري	الوسيط	القيمة الأعلى	القيمة الأدنى
Intact	2708	753	2777	3682	1488
e-max	4842	1593	5331	7202	1518
composite	3016	712	2958	4226	2230

بلغ متوسط مقاومة الكسر لمجموعة (e-max) 4842 نيوتن، تبعه متوسط مقاومة الكسر لمجموعة (composite) الذي بلغ 3016 نيوتن، بينما كان متوسط مقاومة الكسر لمجموعة (intact) هو الأقل بقيمة بلغت 2708 نيوتن، وأظهرت النتائج أن متوسط مقاومة الكسر لمجموعة (e-max) كان أعلى بشكل جوهري مقارنة مع متوسطي المجموعتين الأخرين ($P < 0.05$)، في حين لم تبد وجود فروق دالة إحصائية ($P > 0.05$) بين متوسطي مقاومة الكسر لمجموعتي (composite) و (intact).
يبين (الجدول 3) أنماط الفشل للمجموعات الثلاث.

جدول 3: نتائج أنماط الفشل لكل مجموعة

المجموعات	العدد	نمط الفشل (قابل للإصلاح)	نمط الفشل (غير قابل للإصلاح)
Intact	12	5 (41.6%)	7 (58.3%)
e-max	12	0 (0%)	12 (100%)
composite	12	0 (0%)	12 (100%)

كانت أنماط الفشل لكل عينات مجموعتي (e-max) و (composite) غير قابلة للإصلاح (كسر كل من الترميم والسن تحت الملتقى المينائي الملاطي) كما يظهر في الشكل 2 (C1, C2, B1-B3) على التوالي، في حين تباينت أنماط الفشل لمجموعة (intact) بين فشل قابل للإصلاح (5 عينات) وفشل غير قابل للإصلاح (7 عينات) كما يظهر في الشكل 2 (A2, A1).



الشكل 2: كسر في السن الطبيعي قابل للإصلاح (فوق الملتقى المينائي الملاطي CEJ) وغير قابل للإصلاح (تحت الملتقى المينائي الملاطي) (A1, A2) على التوالي، كسور غير قابلة للإصلاح في مجموعة ترميمات الخزف الزجاجي (B1-B3)، كسور غير قابلة للإصلاح في مجموعة ترميمات الراتنج المركب (C1, C2).

المناقشة:

أدى تطور أنظمة الإلصاق إلى ظهور بدائل واحدة عن القلوب والأوتاد التقليدية [12]، فغداً من الممكن ترميم الأسنان ذات الفقد الكبير بالأنسجة السنية وخاصة الأرجاء بمشاركة أنواع الخزف القابل للتخريش لاسيما تلك المقواة بالبلورات مع أنظمة الربط الحديثة والإسمنتات الراتنجية [9]، [29]، وأظهرت العديد من الدراسات السابقة أفضلية استخدام الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم في صنع ترميمات endocrown [30]، [18]، [17]، ومع ظهور أنواع الراتنج المركب القابلة للخراطة أصبح استخدامه لصنع الترميمات المفردة غير المباشرة كترميمات endocrown أمراً ممكناً [18]، [27]، كما اقترحت بعض الدراسات استخدام الراتنج المركب المقوى بالألياف الزجاجية لترميم الأرجاء المعالجة لبياً واسعة التهدم [31]، إلا أن هذه المواد أقل توافراً وشيوعاً في مخابرنا، إضافة إلى تكلفتها المادية التي لازالت تعد عالية نسبياً، فكان الهدف من هذه الدراسة مقارنة مقاومة الكسر وأنماط الفشل للأرجاء المرممة بترميمات endocrown المصنوعة من خزف (LDS) مع نظيرتها المرممة بنفس الترميم والمصنوع من الراتنج المركب العادي بالطريقة غير المباشرة.

استخدمت الأرجاء السفلية الطبيعية في هذه الدراسة رغم المتغيرات المتعلقة بها والتي قد تؤثر على مقاومة الكسر مقارنة مع الأسنان الصناعية، وللإقلال من هذه المتغيرات استخدمت معايير تضمنين صارمة عند اختيار العينات شملت الأبعاد الدهليزية اللسانية والأنسية الوحشية للأرجاء، كما أن إجراءات المعالجة اللبية وأبعاد التحضير وكذلك تصميم الترميمات كان موحداً لجميع العينات.

حُصِرَ الرصيف العنقي Butt-joint, or cervical sidewalk بشكل مستوٍ وموازٍ للملتقى المينائي الملاطي لتأمين سطح عريض قادر على مقاومة وتوزيع قوى الضغط التي غالباً ما تكون محورية في منطقة الأرجاء، وتقيد النسيج المينائية التي تبقى محيطة بكل حواف الترميم في هذا الشكل من التحضيرات في تعزيز قوة الإلصاق [16]. قيمت العديد من الدراسات تأثير مقدار امتداد endocrown ضمن الحجرة اللبية على مقاومة الكسر [26]، [32]، [33]، ففي إحداها قورنت مقاومة الكسر للأرجاء المعالجة لبياً والمرممة بوساطة endocrown خزفي يمتد 3 و5 ملم ضمن الحجرة اللبية، وأظهرت النتائج أن الامتداد الأكبر ضمن الحجرة اللبية أعطى أداءً ميكانيكياً أفضل [26]، في حين أوصت دراسة أخرى ألا يقل الامتداد ضمن الحجرة اللبية عن 3 ملم [16].

استخدم في هذه الدراسة راتنج مركب من نوع micro-hybrid والذي يوصف بأنه (شامل Universal) لإمكانية استخدامه في معظم التطبيقات الترميمية على الأسنان الأمامية والخلفية حيث يجمع بين القوة وقابلية التلميع العالية [34].

يمكن مقارنة متوسط مقاومة الكسر وأنماط الفشل للمجموعة الشاهدة السلبية في هذه الدراسة (مجموعة الأسنان الطبيعية intact) مع نتائج دراستين مشابهتين، حيث بلغت مقاومة الكسر للأرجاء السليمة في إحدى هذه الدراسات (459±2596) نيوتن، وكانت كسورها غير قابلة للإصلاح بنسبة 80% [24]، بينما بلغت مقاومة الكسر في الدراسة الثانية (543±2149) نيوتن، إلا أن أنماط الفشل للأسنان السليمة في هذه الدراسة كانت قابلة للإصلاح بنسبة 85% [35].

كانت قيمة متوسط مقاومة الكسر للمجموعة الثانية (e-max) أعلى بشكل جوهري مقارنة مع قيمة متوسطي مقاومة الكسر للمجموعتين الأخرين، ويمكن تبرير هذه القيمة العالية بطبيعة ترميم endocrown الخزفي الذي يتميز بكتلة

واحدة كبيرة الثخانة، كما أن وجود بلورات ثنائي سيليكات الليثيوم في هذا النوع من الخزف الزجاجي يعطيه أداءً ميكانيكياً عالياً ويزيد من مقاومته للقوى المطبقة [36]. تتوافق هذه النتائج مع نتائج بعض الدراسات السابقة التي أقرت بتفوق مقاومة كسر ترميم endocrown المصنوع من خزف (LDS) على نفس الترميم المصنوع من مواد الراتنج المركب [23]-[25]، ومن الجدير بالذكر أن تطبيق الكومبوزيت في إحدى هذه الدراسات [24] كان مماثلاً لما أنجز في دراستنا. بالمقابل أبدت مجموعة endocrown المصنوع من الراتنج المركب القابل للخراطة والحاوي على جزيئات مالئة خزفية نانوية resin nano-ceramics (RNC) في دراستين سابقتين متوسط مقاومة الكسر الأعلى مقارنة مع مجموعات خزف (LDS) والخزف المشرب بالراتنج وخزف سيليكات الليثيوم المقوى ببلورات بالزيركونيا (ZLS) [18]، [27]، ويمكن أن يعز ذلك إلى طريقة تصنيع هذه الكتل (block) والتي تتم تحت ضغط وحرارة عاليين مما يعطي مقدراً كبيراً من الجزيئات المتماثلة في وحدة الحجم وبالتالي يحسن من الخواص الميكانيكية لهذه المادة [37]. وفي ذات السياق، أظهرت نتائج دراسة حديثة تفوق مقاومة الكسر للراتنج المركب القابل للتطبيق بشكل كتلة bulk-fill على كل من خزف (LDS) والراتنج المركب المبني على شكل طبقات [35]، وفسرت النتيجة بطبيعة هذه المادة التي تطبق على دفعات كبيرة بشكلها الكثيف مما يقلل من التشوهات وانحسار الفقاعات داخل المادة خلال بناء الترميم [38].

أما بالنسبة لأنماط الفشل في الدراسات السابقة [23]، [24]، [35] فقد كانت كسور العينات المرممة بأنواع الراتنج المركب قابلة للإصلاح (كسور في بنية الترميم أو بالأسنان فوق الملتقى المينائي الملاطي) بنسب أعلى من تلك العينات المرممة بخزف (LDS) والتي أبدت معظمها كسوراً غير قابلة للإصلاح، على خلاف هذه الدراسة التي لم تجد فرقاً في أنماط الفشل بين المجموعتين (كانت كلها غير قابلة للإصلاح) وقد يعود ذلك إلى طريقة تطبيق الراتنج المركب في دراستنا والتي حرص فيها الباحث على تكثيف طبقاته بشكل جيد والتأكد من تمام التصليب الكافي لكل طبقة على حدة ومن ثم إخضاع الترميم لإجراءات التصليب المخبرية تحت الضوء والحرارة مما يحسن خواصه الميكانيكية.

من وجهة نظر سريرية، كان متوسط القوى المطبقة حتى حدوث الكسر في كل مجموعات هذه الدراسة يتجاوز بمراحل قوى الإطباق الفيزيولوجية المطبقة على الأسنان والذي يتراوح ما بين 200 حتى 900 نيوتن [39]، وبالتالي يمكن لكلا النوعين من الترميمات أن يتحملا القوى داخل الفموية بفعالية، في حين يتفوق ترميم endocrown المصنوع من الراتنج المركب على ذلك المصنوع من الخزف في إمكانية ترميم الجزء المكسور بشكل مباشر داخل الفم في حال الضرورة، كما أنه قابل للتعديل عند استخدامه كترميم مرحلي في الحالات التي تتطلب ذلك كحالات المعالجات التقويمية، إضافة لكونه رخيص الثمن سريع الإنجاز ويمكن للطبيب أن يصنعه بسهولة في عيادته دون اللجوء للمخبر، إلا أنه (ككل ترميمات الراتنج المركب) أكثر قابلية للتلون والتآكل مع الزمن وتجمع اللويحة الجرثومية مقارنة مع الترميمات الخزفية [17]، [40].

لا تخلو هذه الدراسة (كأي دراسة مخبرية) من بعض المحدوديات، إحداها كانت عدم مماثلة الرباط السني حول جذور الأسنان بالرغم من أهميته في محاكاة الحالة السريرية، فخلال إجراء الاختبار يمكن لحركة السن التي تنتجها المادة المشابهة للرباط أن تؤثر بشكل إيجابي على قيمة مقاومة الكسر [41]، إلا أننا في هذه الدراسة غمرنا جذور الأسنان داخل القاعدة الإكريلية حتى 2 ملم تحت الملتقى المينائي الملاطي لمحاكاة مستوى العظم السنخي في الحالات السريرية، كما لم تطبق الدورات الحرارية والميكانيكية في هذه الدراسة على أي من المجموعات وبالتالي يجب الأخذ

بعين الاعتبار حين اعتماد نتائج هذه الدراسة أن الترميمات فيها لم تتعرض للتقدم بالعمر كما يحدث في الحالات السريرية.

الاستنتاجات والتوصيات:

ضمن محدوديات هذه الدراسة المخبرية وعلى ضوء الدراسات السابقة، يمكن القول إن ترميمات endocrown المصنوعة من خزف (LDS) أو من الراتنج المركب يمكن أن تتحمل قوى ضغط محورية أعلى بكثير من القوى الفيزيولوجية المطبقة داخل الفم، وتتميز ترميمات endocrown المصنوعة من الراتنج المركب بطريقة غير مباشرة بتكلفتها المنخفضة وسهولة تعديلها وإصلاحها في حال الضرورة، وقبل اعتماد نتائج هذه الدراسة سريرياً يوصى بإجراء دراسات أخرى تختبر تأثير تطبيق الدورات الحرارية والميكانيكية على مقاومة كسر ترميمات endocrown المصنوع من المادتين السابقتين وعلى تسربها الحفافي، إضافة إلى دراسات تختبر سلوكها الميكانيكي عند تطبيق قوى جانبية تحاكي القوى المطبقة داخل الفم، وعند تطبيق اختبارات الطرق والقص والشد، والتي قد تثبت أو تنفي بشكل قاطع إمكانية استخدام ترميمات endocrown سريرياً ومجال نجاحها طويل المدى، سواء أكانت مصنوعة من الخزف الزجاجي أو من الراتنج المركب بالطريقة غير المباشرة.

References:

- [1] A. Ploumaki, A. Bilkhair, T. Tuna, S. Stampf, and J. R. Strub, "Success rates of prosthetic restorations on endodontically treated teeth; a systematic review after 6 years," *J. Oral Rehabil.*, vol. 40, no. 8, pp. 618–630, 2013.
- [2] G. Plotino, L. Buono, N. M. Grande, V. Lamorgese, and F. Somma, "Fracture resistance of endodontically treated molars restored with extensive composite resin restorations," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 99, no. 3, pp. 225–232, 2008.
- [3] F. K. Cobankara, N. Unlu, A. R. Cetin, and H. B. Ozkan, "The effect of different restoration techniques on the fracture resistance of endodontically-treated molars," *Oper. Dent.*, vol. 33, no. 5, pp. 526–533, 2008.
- [4] G. R. Biacchi and R. T. Basting, "Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns," *Oper. Dent.*, vol. 37, no. 2, pp. 130–136, 2012.
- [5] R. Atash, M. Arab, H. Duterme, and S. Cetik, "Comparison of resistance to fracture between three types of permanent restorations subjected to shear force: An in vitro study," *J. Indian Prosthodont. Soc.*, vol. 17, no. 3, pp. 239–249, 2017.
- [6] S. F. Rosenstiel and M. F. Land, *Contemporary Fixed Prosthodontics-E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2015.
- [7] C. J. Soares, F. R. Santana, N. R. Silva, J. C. Pereira, and C. A. Pereira, "Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin," *J. Endod.*, vol. 33, no. 5, pp. 603–606, 2007.
- [8] E. Asmussen, A. Peutzfeldt, and A. Sahafi, "Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 94, no. 4, pp. 321–329, 2005.
- [9] M. M. Belleflamme, S. O. Geerts, M. M. Louwette, C. F. Grenade, A. J. Vanheusden, and A. K. Mainjot, "No post-no core approach to restore severely damaged posterior

- teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases,” *J. Dent.*, vol. 63, pp. 1–7, 2017.
- [10] P. Pissis, “Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique,” *Pract. periodontics aesthetic Dent. PPAD*, vol. 7, no. 5, pp. 83–94, 1995.
- [11] A. Bindl and W. H. Mörmann, “Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endocrowns after 2 years--preliminary results,” *J. Adhes. Dent.*, vol. 1, no. 3, pp. 255–65, 1999.
- [12] J. A. Sedrez-Porto, W. L. de O. da Rosa, A. F. da Silva, E. A. Muenchow, and T. Pereira-Cenci, “Endocrown restorations: a systematic review and meta-analysis,” *J. Dent.*, vol. 52, pp. 8–14, 2016.
- [13] H. Dogui, F. Abdelmalek, A. Amor, and N. Douki, “Endocrown: An Alternative Approach for Restoring Endodontically Treated Molars with Large Coronal Destruction,” *Case Rep. Dent.*, vol. 2018, no. 46, pp. 1–6, 2018.
- [14] C.-Y. Chang, J.-S. Kuo, Y.-S. Lin, and Y.-H. Chang, “Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns,” *J. Dent. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 110–117, 2009.
- [15] B. Dejak and A. Młotkowski, “3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation,” *Dent. Mater.*, vol. 29, no. 12, pp. e309–e317, 2013.
- [16] M. Fages and B. Bennasar, “The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars,” *J. Can. Dent. Assoc.*, vol. 79, p. d140, 2013.
- [17] N. Govare and M. Contrepolis, “Endocrowns: A systematic review,” *J. Prosthet. Dent.*, 2019.
- [18] M. M. M. Gresnigt, M. Özcan, M. L. A. van den Houten, L. Schipper, and M. S. Cune, “Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces,” *Dent. Mater.*, vol. 32, no. 5, pp. 607–614, 2016.
- [19] G. R. Biacchi, B. Mello, and R. T. Basting, “The endocrown: An alternative approach for restoring extensively damaged molars,” *J. Esthet. Restor. Dent.*, vol. 25, no. 6, pp. 383–390, 2013.
- [20] R. B. Carlos, M. Thomas Nainan, S. Pradhan, Roshni Sharma, S. Benjamin, and R. Rose, “Restoration of Endodontically Treated Molars Usng All Ceramic Endocrowns,” *Case Rep. Dent.*, vol. 2013, pp. 1–5, 2013.
- [21] G. Saglam, S. Cengiz, and O. Karacaer, “Marginal adaptation and fracture resistance of feldspathic and polymer-infiltrated ceramic network CAD/CAM endocrowns for maxillary premolars,” *Niger. J. Clin. Pract.*, vol. 23, no. 1, p. 1, 2020.
- [22] A. A. Turkistani, M. Dimashkieh, and M. Rayyan, “Fracture resistance of teeth restored with endocrowns: An in vitro study,” *J. Esthet. Restor. Dent.*, 2019.
- [23] W. El Ghouli, M. Özcan, M. Silwadi, and Z. Salameh, “Fracture resistance and failure modes of endocrowns manufactured with different CAD/CAM materials under axial and lateral loading,” *J. Esthet. Restor. Dent.*, vol. 31, no. 4, pp. 378–387, 2019.
- [24] M. Altier, F. Erol, G. Yildirim, and E. E. Dalkilic, “Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns,” *Niger. J. Clin. Pract.*, vol. 21, no. 7, pp. 821–826, 2018.
- [25] V. Skalskyi, V. Makeev, O. Stankevych, and R. Pavlychko, “Features of fracture of prosthetic tooth-endocrown constructions by means of acoustic emission analysis,” *Dent. Mater.*, vol. 34, no. 3, pp. e46–e55, 2018.

- [26] N. R. Dartora *et al.*, “Effect of Intracoronary Depth of Teeth Restored with Endocrowns on Fracture Resistance: In Vitro and 3-dimensional Finite Element Analysis,” *J. Endod.*, vol. 44, no. 7, pp. 1179–1185, 2018.
- [27] D. Taha, S. Spintzyk, A. Sabet, M. Wahsh, and T. Salah, “Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging,” *J. Esthet. Restor. Dent.*, vol. 30, no. 4, pp. 319–328, 2018.
- [28] B. Dejak and A. Młotkowski, “A comparison of stresses in molar teeth restored with inlays and direct restorations, including polymerization shrinkage of composite resin and tooth loading during mastication,” *Dent. Mater.*, vol. 31, no. 3, pp. e77–e87, 2015.
- [29] V. Veselinovic, A. Todorovic, D. Lisjak, and V. Lazic, “Restoring endodontically treated teeth with all-ceramic endo-crowns: Case report,” *Stomatol. Glas. Srb.*, vol. 55, no. 1, pp. 54–64, 2008.
- [30] H. M. El-Damanhoury, R. N. Haj-Ali, and J. A. Platt, “Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks,” *Oper. Dent.*, vol. 40, no. 2, pp. 201–210, 2015.
- [31] G. T. Rocca, N. Rizcalla, and I. Krejci, “Fiber-reinforced resin coating for endocrown preparations: A technical report,” *Oper. Dent.*, vol. 38, no. 3, pp. 242–248, 2013.
- [32] O. Ghajghouj and S. Taşar-Faruk, “Evaluation of fracture resistance and microleakage of endocrowns with different intracoronary depths and restorative materials luted with various resin cements,” *Materials (Basel)*, vol. 12, no. 16, 2019.
- [33] A. Hayes, N. Duvall, M. Wajdowicz, and H. Roberts, “Effect of endocrown pulp chamber extension depth on molar fracture resistance,” *Oper. Dent.*, vol. 42, no. 3, pp. 327–334, 2017.
- [34] J. L. Ferracane, “Resin composite - State of the art,” *Dent. Mater.*, vol. 27, no. 1, pp. 29–38, 2011.
- [35] J. A. Sedrez-Porto, E. A. Münchow, M. S. Cenci, and T. Pereira-Cenci, “Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown restorations?,” *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, vol. 103, no. September 2019, 2020.
- [36] A. Della Bona, J. J. Mecholsky Jr, and K. J. Anusavice, “Fracture behavior of lithia disilicate-and leucite-based ceramics,” *Dent. Mater.*, vol. 20, no. 10, pp. 956–962, 2004.
- [37] J.-F. Nguyen, V. Migonney, N. D. Ruse, and M. Sadoun, “Resin composite blocks via high-pressure high-temperature polymerization,” *Dent. Mater.*, vol. 28, no. 5, pp. 529–534, 2012.
- [38] S. Warangkulkasemkit and P. Pumpaluk, “Comparison of physical properties of three commercial composite core build up materials,” *Dent. Mater. J.*, 2018.
- [39] S. Varga, S. Spalj, M. Lapter Varga, S. Anic Milosevic, S. Mestrovic, and M. Slaj, “Maximum voluntary molar bite force in subjects with normal occlusion,” *Eur. J. Orthod.*, vol. 33, no. 4, pp. 427–433, 2011.
- [40] P. Kamonwanon *et al.*, “SiO₂-nanocomposite film coating of CAD/CAM composite resin blocks improves surface hardness and reduces susceptibility to bacterial adhesion,” *Dent. Mater. J.*, vol. 36, no. 1, pp. 88–94, 2017.
- [41] C. J. Soares, E. C. G. Pizi, R. B. Fonseca, and L. R. M. Martins, “Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests,” *Braz. Oral Res.*, vol. 19, no. 1, pp. 11–16, 2005.