A comparative In-vitro study to evaluate the tensile strength of custom fiber-reinforced resin posts and cores milled using CAD/CAM technology

Dr. Nasser Baherli*
Dr. Mahmoud Mahmoud**

(Received 8 / 9 / 2023. Accepted 10 / 10 / 2023)

□ ABSTRACT □

Aim: This study aims to evaluate the tensile strength of custom-milled fiber-reinforced resin posts and cores fabricated by CAD/CAM technology, compared to prefabricated fiber reinforced resin posts and cores).

Materials and methods: 20 mandibular premolars were collected, and the coronal part was cut 2 mm above the cemento-enamel junction. Endodontic treatment was performed. Then the samples were placed within acrylic bases. After that the root canals were prepared to receive the posts. the samples were randomly distributed into two groups:

group 1: restored with custom milled resin fiber-reinforced posts and cores

group 2: restored with prefabricated fiber-reinforced resin posts and composite cores buildups

The samples were subjected to pull out forces using the general mechanical testing machine, as a pulling force was applied parallel to the longitudinal axis of the tooth at a speed of 1 mm/min until failure occurred. Statistical tests were carried out using the SPSS (20).

Results: The T student's test showed that there were statistically significant differences between the mean tensile strengths between the two groups ($P = 0.039 > 0.05$).

Conclusion: Within the limits of this study, the custom milled resin fiber-reinforced posts and cores fabricated by CAD/CAM technology showed greater retention than the prefabricated resin posts.

Key words: custom milled posts, fiber reinforced resin posts, prefabricated resin posts, tensile strength.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

*Assistant professor, Department of fixed prosthodontics , faculty of dentistry, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**Assistant professor, Department of removable prosthodontics , faculty of dentistry, Tishreen University, Lattakia, Syria.

دراسة مخبرية مقارنة لتقييم مقاومة شد القلوب والأوتاد الراتنجية الإفرادية المخروطة بتقانة الـ CAD/CAM

د. ناصر بهرلي*

د. محمود محمود**

(تاريخ الإيداع 8 / 9 / 2023. قبل للنشر في 10 / 10 / 2023)

□ ملخّص □

الهدف:تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مقاومة شد القلوب والأوتاد الراتنجية الإفرادية المخروطة بتقانة الـ CAD/CAM، مقارنة مع القلوب والأوتاد الراتنجية المقواة بالألياف مسبقة الصنع.

المواد والطرائق: تم جمع 20 ضاحك سفلي، ثم تم قص الجزء التاجي منها فوق الملتقى الميناني الملاطي بـ 2 ملم. أُجريت معالجة لبية للضواحك. ثم وضعت ضمن قواعد إكريلية، بعدها حُضرت الأقنية الجذرية لاستقبال الأوتاد. وزعت العينات عشوائياً على مجموعتين:

المجموعة 1: رممت أسنان هذه المجموعة بقلوب وأوتاد مخصصة إفرادية مخروطة من الراتنج المقوى بألياف الزجاج

المجموعة 2: رممت أسنان هذه المجموعة بأوتاد الراتنج مسبقة الصنع المقواة بألياف الزجاج وقلوب من الكومبوزيت.

أخضعت العينات لقوى شد (Pull out) باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية العامة، إذ طُبقت قوة شد موازية للمحور الطولي للسن بسرعة 1ملم/الدقيقة حتى حدوث الفشل. أجريت الاختبارات الإحصائية باستخدام برنامج الـ SPSS (20).

النتائج: أظهر اختبار T student وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات مقاومة الشد بين المجموعتين (0.05> P= 0.039)

الخلاصة: ضمن حدود هذه الدراسة أبدت الأوتاد الراتنجية الإفرادية المخروطة بتقانة الـ CAD/CAM ثباتاً أكبر من الأوتاد الراتنجية مسبقة الصنع.

الكلمات المفتاحية: أوتاد إفرادية مخروطة، أوتاد الراتنج المقواة بالألياف، أوتاد راتنجية مسبقة الصنع، مقاومة الشد.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* أستاذ مساعد ، قسم التعويضات الثابتة، كلية طب الأسنان، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.NasserBaherli@tishreen.edu.sy

**أستاذ مساعد ، قسم التعويضات المتحركة، كلية طب الأسنان، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.dds.mahmoud@gmail.com

مقدمة:

في عام 1990 طرحت أوتاد الراتنج المقواة بالألياف مسبقة الصنع كأوتاد بديلة للأوتاد المعدنية (Irmak *et al.*, 2018). استخدمت أوتاد الراتنج المقوى بالألياف بشكل واسع نظراً لجماليتها، وتكلفتها المنخفضة، ومعامل مرونتها القريب من العاج (Marchionatti *et al.*, 2017). لكن مازالت هذه الأوتاد تعاني من بعض السلبيات، إذ وجدت الدراسات السريرية طويلة الأمد والمراجعات المنهجية عدم وجود فروق في الديمومة السريرية بين الأوتاد المعدنية والأوتاد الراتنجية المقواة بالألياف، إضافة إلى أن أنماط فشل الأسنان المرممة بأوتاد معدنية والأسنان المرممة بأوتاد الراتنج المقوى بالألياف كانت متشابهة، إذ تسببت أوتاد الراتنج المقوى بالألياف بكسور جذرية مشابهة للكسور الجذرية الحاصلة عند استخدام الأوتاد المعدنية (Bolla *et al.*, 2007)، (Figueiredo, Martins-Filho and Faria-e-Silva, 2015) (Marchionatti *et al.*, 2017) (Sterzenbach, Franke and Naumann, 2012).

إضافة إلى الكسور الجذرية تعاني الأوتاد الراتنجية مسبقة الصنع من ضعف انطباقها داخل الأقنية الجذرية خصوصاً في الأقنية بيضوية الشكل أو الواسعة، إضافة إلى كثرة انفكاكها(Anchieta *et al.*, 2012) (Awad and Marghalani, 2007).

مع دخول تقنية الـ CAD\CAM (computer-aided design \ computer-aided manufacturing) عالم طب الأسنان واستخدام طب الأسنان الرقمي وتقنيات الخراطة باستخدام الـ CAD-CAM أصبح بالإمكان إنتاج تعويضات وترميمات عالية الدقة، مما قلل من وقت التصنيع ونسبة الخطأ في الأجهزة السنية(Miyazaki *et al.*, 2009). إن التطور الحاصل في تقنية الـ CAD\CAM في مجال طب الأسنان قد جلب حلول بديلة لتصنيع القلوب والأوتاد بعيداً عن طريقة الصب التقليدية (Rosentritt *et al.*, 2000)، إذ يبدو استخدام تقنية الـ CAD\CAM لإنتاج أوتاد داخل جذرية إفرادية تشريحية أمراً ممكناً، خصوصاً عند الأخذ بعين الاعتبار إمكانية خراطة القلب والوتد سوياً، مما يقلل من الحاجة لبناء قلب من الراتنج (Liu, Deng and Wang, 2010). ويحسن من مقاومة كسر الأسنان(da Costa *et al.*, 2017)، ويقلل من سماكة اسمنت الإلصاق، ويزيد من ثبات الأوتاد (Tsintsadze et al., 2017).

مؤخراً تم انتاج مضغوطات من الراتنج المقوى بالألياف لاستخدامها مع تقنية الـ CAD\CAM كبديل عن الخزف (Shembish et al., 2016) ، تمتلك الترميمات المصنوعة من بلوكات الراتنج والمخروطة بتقنية الـ CAD\CAM العديد من الميزات مقارنة بمثيلاتها من الخزف مثل: سرعة في الخرط ، جودة حفافية أفضل، إضافة إلى عدم الحاجة إلى الإدخال إلى الفرن بعد الخرط (Giordano, 2006). أظهر الراتنج المقوى بالألياف و المخروط بتقنية الـ CAD\CAM معامل مرونة قريب من معاملة مرونة العاج أكثر من الخزف إضافة إلى القدرة على امتصاص القوى الماضغة (Mainjot et al., 2016). تعتبر بلوكات ®Trilor وهي عبارة عن بلوكات من الراتنج المقوى بالألياف مكونة من قالب إيبوكسي ريزين (25% من حجم القالب) مقوى بألياف زجاج متعددة الإتجاهات (75% من الحجم) يتمتع بمقاومة انحناء 540 MPa ومعامل مرونة 26 GPa (Eid et al., 2019 a)، تدمج هذه البلوكات بين الخواص الميكانيكية العالية والاستقرار اللوني للخزف مع معامل المرونة المنخفض والمرونة العالية التي يتمتع بها الراتنج مما يجعل منها افتراضياً مادة مثالية لصناعة القلوب والأوتاد الإفرادية(GONZAGA & CORRER, 2017).

في محاولة لحل مشكلة ضعف انطباق ونقص ثبات الأوتاد الراتنجية المقواة بالألياف مسبقة الصنع، إضافة إلى قلة الدراسات التي اختبرت بلوكات ®Trilor كمادة لصناعة القلوب والأوتاد، تم تصميم هذه الدراسة المخبرية.

أهمية البحث وأهدافه

إذ تكمن أهمية هذه الدراسة بإمكانية إيجاد أوتاد إفرادية راتنجية مقواة بالألياف بديلة للأوتاد الراتنجية مسبقة الصنع من خلال استخدام تقانة الـ CAD\CAM.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مقاومة شد القلوب والأوتاد الراتنجية الإفرادية المخروطة بتقانة الـ CAD/CAM مقارنة مع القلوب والأوتاد الراتنجية المقواة بالألياف مسبق الصنع).

الفرضية الصفرية عدم وجود فروق في مقاومة شد القلوب والأوتاد الراتنجية الإفرادية المخروطة بتقانة الـ CAD/CAM مقارنة مع القلوب والأوتاد الراتنجية المقواة بالألياف مسبق الصنع).

طرائق البحث ومواده

جُمع 20 ضاحك أول سفلي وحيد القناة والجذر خالي من النخور والتصدعات مقلوع لأسباب تقويمية، إذ تم إجراء صورة شعاعية ذروية للتأكد من أن الجذر يحوي قناة وحيدة. بعدها قيست أبعاد الأسنان الدهليزية اللسانية والأنسية الوحشية عند منطقة الملتقى المينائي الملاطي باستخدام مقياس رقمي (Digital Caliper, IOS, USA)، بالنسبة لأطوال الأسنان فقد قيست من منطقة الملتقى المينائي الملاطي دهليزياً حتى نهاية الجذر. إذ تم استبعاد جميع الأسنان التي أبدت اختلافاً أكبر من 1 ملم في أي بعد من الأبعاد المُقاسة.

بعدها قُص التاج السريري للأسنان فوق الملتقى المينائي الملاطي ب 2ملم باستخدام قرص على شكل منشار ماسي بطيء السرعة تحت التبريد المائي (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, USA).

أجريت معالجة لبية للجذور، إذ تم تحضير الأقنية باستخدام مبارد نظام التحضير الآلي (M3-L platinum, UDG, China) بالتدريج حتى المبرد (06/25) حسب تعليمات الشركة المصنعة، بحيث كان يتم الإرواء بـ 5 مل من هيبوكلوريد الصوديوم ذو التركيز (5.25% w/v) بين كل مبرد ومبرد. بعدها حشيت وفق تقنية التكثيف الجانبي باستخدام أقماع كوتابيركا (Gutta Percha Points, METABIOMED,Korea) مع مادة حاشية خالية من الأوجينول (sealer) (ADSEAL, METABIOMED, Korea)، تركت العينات لمدة 48 ساعة حتى تمام تصلب المادة الحاشية عند الانتهاء من الحشي. بعدها غُمرت العينات ضمن قوالب إكريلية ذاتية التصلب BMS (017, BMS Dental, Italy) وفق محورها الطولي وذلك بالاستعانة بجهاز التخطيط (103 marathon dental surveyor (surveyor,Saeyang, China إذ كان مستوى الإكريل عامودي على السن وتحت الملتقى المينائي الملاطي ب 2 ملم بشكل يحاكي توضع العظم السنخي حول الأسنان. بعدها تم البدء بإجراءات تحضير مسكن الأوتاد داخل الأقنية الجذرية، إذ تم تفريغ جميع الأقنية حتى طول 11 ملم. بداية استخدمت سنابل (Peeso Reamers, LG DENT, China) قياس (1,2) بالتدريج، ثم استخدمت السنبلة المخصصة لأوتاد الراتنج المقواة بالألياف مسبقة الصنع (CO DR2 12GR, Bioloren, Italy) ذات الاستدقاق 2% (1,2 – 1,65) كآخر سنبلة لإنهاء تحضير الأقنية، وذلك لتوحيد إجراءات تحضير مسكن الوتد في جميع العينات. وزعت بعدها الأسنان عشوائياً على مجموعتين:

المجموعة 1: رممت أسنان هذه المجموعة بقلوب وأوتاد مخصصة إفرادية مخروطة من الراتنج المقوى بألياف الزجاج (Trilor® Bioloren, Saronno, Italy)

المجموعة 2: رممت أسنان هذه المجموعة بأوتاد الراتنج المسبقة الصنع المقواة بألياف الزجاج وقلوب من الكومبوزيت. (AVANT CONIC translusent Fiberglass Post, Bioloren, Italy)(ø 1,2 - 1,65) and (Spectrum, Dentsply Sirona, Germany).

صناعة قلوب وأوتاد المجموعة 1:

1- بداية تم أخذ طبعات للأقنية الجذرية باستخدام مطاط (Zetaplus, Putty and Light Body, Oranwash L Zhermack) بتقنية Two stage Putty-Wash technique ، و بعد الحصول على جميع الطبعات أرسلت إلى المخبري. بُخت الطبعات ببخاخ المسح (Scan-spray Pro, beige, Germany)، ثم مسحت باستخدام ماسح ضوئي scanner (scanBox, Smart optic,Germany)، بعدها جُمعت البيانات الرقمية وتم تحويلها إلى برنامج تصميم مخصص (Exocad dental CAD, ExocadGmbH, Darmstadt, Germany)، إذ تم إجراء تصميم قلب ووتد لكل عينة، بحيث كانت أبعاد الوتد أصغر ب 80 ميكرون لتعويض المسافة المخصصة لإسمنت الإلصاق إضافة إلى سماكة بودرة البخ. خرطت قلوب وأوتاد هذه المجموعة باستخدام مخرطة (D15, Yanadent, Turkey)، وبعد الحصول عليها رملت بحبيبات أكسيد الألمنيوم 110 ميكرون (Shera alumminiumoxid, Germany) تحت ضغط (2-3) بار.

إجراءات الإلصاق في المجموعة (1):

خُرشت الأقنية الجذرية بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية ثم غسلت بالماء لمدة 5 ثوان، وجففت بتيار هوائي خفيف إضافة إلى استخدام الأقماع الورقية، بالنسبة لمعاملة سطح قلوب وأوتاد المجموعة (1)، بداية مُسحت القلوب والأوتاد بالكحول الإيتيلي وتركت لتجف، ثم وُضع طبقتين من عامل الربط المضاعف (السيلان) (Silane, Ultradent Prouducts, South Jordan, UT, USA) على الوتد وتُرك لمدة دقيقة حتى يجف. بعدها استعمل إسمنت راتنجي ذاتي الارتباط ثنائي التصلب (TheraCem, Bisco, USA)، في إلصاق قلوب وأوتاد هذه المجموعة. الشكل (1)

الشكل (1) يوضح إحدى عينات المجموعة (1) مرممة بقلب ووتد إفرادي راتنجي مقوى بالألياف مخروط بتقنية الـ CAD\CAM

قلوب وأوتاد المجموعة 2:

رممت أسنان هذه المجموعة بأوتاد راتنجية مقواة بألياف الزجاج مسبقة الصنع (AVANT CONIC translusent Fiberglass Post, Biloren, Italy)، وقلب من الكومبوزيت (Spectrum, Dentsply Sirona, Germany). بداية تم تهيئة الأقنية الجذرية، إذ خُرشت بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية، ثم غسلت بالماء لمدة 5 ثوان، وجففت باستخدام الأقماع الورقية. بعدها طبقت مادة الربط العاجي (Tetric N-Bond, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) على النسج التاجية المتبقية فوق الملتقى المينائي الملاطي، ثم تم تطبيق تيار هوائي خفيف لتأمين

انتشارها على كامل السطح، بعدها صلبت لمدة 20 ثانية. قُصت الأوتاد الراتنجية مسبقة الصنع والمقواة بألياف الزجاج ذات القطر (1,65 – 1,2 ø) بطول 14 ملم باستخدام سنبلة ماسية تحت الإرذاذ المائي ثم مُسحت بالكحول الإيتيلي وتركت لتجف. بعدها طُبق جزء من الإسمنت الراتنجي ذاتي الارتباط (TheraCem, Bisco, USA)، داخل الأقنية الجذرية بينما طبق الجزء الآخر على الأوتاد وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة. بعدها أدخلت الأوتاد داخل القناة وطبق ضغط إصبعي عليها، ثم أزيلت زوائد الاسمنت باستخدام فرشاة ناعمة وفي النهاية تم التصليب لمدة 60 ثانية. بالنسبة لإجراءات بناء قلوب الكومبوزيت، تم بناء قلوب الكومبوزيت على طبقات بحيث لم تتجاوز سماكة طبقة الكومبوزيت 1ملم، صُلبت كل طبقة لمدة 30 ثانية. الشكل (2)

الشكل (2) يوضح إحدى عينات المجموعة (2) مرممة بوتد راتنجي مقوى بألياف الزجاج مسبق الصنع مع قلب من الكومبوزيت.

أُجري اختبار مقاومة الشد (Pull out) باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية العامة (Ibertest,IBMU series, Spain) الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية جامعة تشرين. إذ تم تثبيت العينات على قاعدة مخصصة، ثم طُبقت قوة شد موازية للمحور الطولي للسن بسرعة 1ملم/الدقيقة، إذ استمر الجهاز بتطبيق القوة حتى حدوث الفشل. سجلت القوى المسببة للفشل لكل عينة في جداول خاصة لإجراء الاختبارات الإحصائية فيما بعد.

التحاليل الإحصائية:

أجريت الاختبارات الإحصائية باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) النسخة 20، عند مستوى دلالة 0.05. إذ تم استخدام اختبار T student للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقاومة الشد (بالنيوتن) بين المجموعتين (1) و(2).

النتائج:

تم إجراء اختبار Kolmogorov-Smirnov Test لاختبار نمط توزع البيانات التي تم الحصول عليها بعد إجراء الاختبارات الميكانيكية. كانت الـ 0.05<P value (P= 0.100) وبالتالي فإن البيانات تتبع التوزع الطبيعي. كان متوسط مقاومة الشد للمجموعة (1) =296.9 ± 13.05 MPa نيوتن، بينما كان متوسط مقاومة الشد للمجموعة (2) =164.50 ± 20.61 MPa نيوتن. الجدول (1)

الجدول (1) يبين متوسط مقاومة الشد والانحراف المعياري للمجموعتين المدروستين

groups	N	Mean	Std. Deviation
1	10	296.9	13.05
2	10	164.50	20.61

أظهر اختبار t student للعينات المستقلة وجود فروق هامة إحصائياً بين متوسطي مقاومة الشد في المجموعتين (1)، (2) (0.05> P= 0.039) الجدول (2).

الجدول (2) يبين نتيجة اختبار t student للعينات المستقلة

t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
0.904	18	0.039	132.4

المناقشة:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم مقاومة شد (قلب ووتد إفرادي مخروط من الراتنج المقوى بالألياف) (Trilor® Bioloren) مقارنة مع (قلب ووتد راتنجي مقوى بالألياف مسبق الصنع). إذ لم تلقى هذه المادة الاهتمام الكافي لاستخدامها كقلوب وأوتاد رغم خواصها الميكانيكية الجيدة، إضافة إلى وجود عدد قليل من الدراسات في الأدب الطبي تقيم استخدامها كمادة لصناعة الأوتاد (Eid et al., 2019a)، (Eid et al., 2019b)، (Eid et al., 2021).

بعد دخول الـ CAD\CAM إلى عالم طب الأسنان أصبح هناك طرق سهلة لتصنيع القلوب والأوتاد مثل طريقة العمل الرقمية الكاملة التي تعتمد على مسح القناة الجذرية باستخدام ماسح رقمي داخل فموي ثم القيام بنمذجة ثلاثية الأبعاد، انتهاءً بخراطة الوتد. أو طريقة العمل شبه الرقمية التي تعتمد على الحصول على نموذج إكريلي للقناة أو طبعة مطاطية لها، ثم القيام بعملية المسح باستخدام scanner موجود في المخبر (Hendi *et al.*, 2019) (Moustapha *et al.*, 2019). يمكن لمسح الطبعة المطاطية مباشرة أن يقلل من الحاجة لصناعة النموذج الإكريلي سواء بالطريقة المباشرة أم الطريقة غير المباشرة، كذلك يحسن من دقة الوتد، يحافظ على الوقت، وأقل تكلفة (Spina *et al.*, 2018). كذلك أظهرت القلوب والأوتاد الراتنجية المصنعة بتقنية الـ CAD\CAM من خلال طريقة العمل شبه الرقمية (مسح الطبعة المطاطية) انطباقاً ضمن المجال المقبول به سريرياً، كما أنها قللت من استهلاك الوقت (Perucelli *et al.*, 2020)، لذلك واعتماداً على ما سبق ولصناعة الأوتاد الإفرادية في المجموعة (1) تم أخذ طبعة القناة باستخدام المطاط ثم مُسحت هذه الطبعة باستخدام scanner موجود في المخبر (طريقة العمل شبه الرقمية).

وجدت هذه الدراسة أن القلوب والأوتاد الإفرادية المصنعة بتقنية الـ CAD/CAM قد أظهرت مقاومة شد أفضل مقارنة بالأوتاد الراتنجية المقواة بألياف الزجاج مسبقة الصنع، عند إلصاقها بنفس إسمنت الإلصاق الراتنجي.

قد تعود هذه النتيجة إلى أن تصنيع قلوب وأوتاد المجموعة (1) باستخدام تقانة الـ CAD/CAM حقق انطباقاً جيداً للأوتاد داخل القناة الجذرية وقلل من سماكة إسمنت الإلصاق، إذ تميل الطبقة السميكة من إسمنت الإلصاق إلى إحداث تقلص تصلبي كبير وتركز للإجهادات داخلها ناتج عن تفاعل التماثر وبالتالي تشكل فراغات وعيوب بين طبقة الإسمنت الراتنجي والعاج الجذري (Da Silva *et al.*, 2015)، كذلك يولد الانطباق شبه الصميمي للوتد داخل القناة الجذرية ضغطاً إضافياً أثناء إلصاقه مما يؤدي إلى تماس جيد بين طبقة إسمنت الإلصاق والوتد من جهة وإسمنت الإلصاق والعاج من جهة أخرى وبالتالي ثبات أفضل للوتد.

تملك الأوتاد المخروطة في المجموعة الأولى والأوتاد مسبقة الصنع في المجموعة الثانية نفس المكونات والتركيب وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة، على الرغم من ذلك وجدت هذه الدراسة فروقاً بين المجموعتين من حيث مقاومة الشد، مما يؤكد على الفكرة سابقة الذكر وهي تأثير انطباق الوتد على ثباته داخل القناة (Eid et al., 2019a).

قد يعود السبب في كثرة انفكاك الأوتاد الراتنجية المقواة بالألياف مسبقة الصنع إلى أنه وبسبب ضعف انطباق الوتد على جدران القناة سيتشكل طبقة سميكة من إسمنت الإلصاق الراتنجي بينهما، هذا قد يخلق إجهادات على جدران القناة

الجذرية ناتجة عن التقلص التصلبي الكبير لإسمنت الإلصاق، إضافة إلى تشكل كمية كبيرة من الفقاعات الهوائية داخل بنية الإسمنت، مما يؤدي إلى فشل الارتباط (Grandini, Goracci, Monticelli, *et al.*, 2005). اتفقت نتيجة هذه الدراسة مع العديد من الدراسات التي أكدت على أن انطباق الأوتاد داخل القناة يحسن من ثبات هذه الأوتاد (Grandini, Goracci, Monticelli, *et al.*, 2005) ،(Eid et al., 2019b).

من محدوديات هذه الدراسة عدم إخضاع العينات لدورات إجهاد ودورات حرارية بشكل يحاكي الواقع في الحفرة الفموية قبل تطبيق اختبار مقاومة الشد. كذلك لم تطبق تيجان فوق القلوب بل كانت القوة تطبق مباشرة على القلب.

الاستنتاجات والتوصيات

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استنتاج مايلي:

1- حسّن استخدام تقانة الـ CAD/CAM في صناعة الأوتاد الراتنجية الإفرادية من ثبات هذه الأوتاد داخل القناة الجذرية.

2- أبدت الأوتاد الراتنجية الإفرادية المصنعة بتقانة الـ CAD/CAM ثباتاً أكبر من الأوتاد الراتنجية مسبقة الصنع.

Reference

Anchieta, R.B. et al. 'Influence of customized composite resin fibreglass posts on the mechanics of restored treated teeth', International endodontic journal, 45(2), (2012) , 146–155.

Awad, M.A. and Marghalani, T.Y. 'Fabrication of a custom-made ceramic post and core using CAD-CAM technology', Journal of Prosthetic Dentistry, 98(2), (2007) ,161–162.

Bolla, M. et al. 'Root canal posts for the restoration of root filled teeth', Cochrane Database of Systematic Reviews 24 (1), (2007), CD004623. doi: 10.1002/14651858.CD004623.pub2.

da Costa, R.G. et al. 'Effect of CAD/CAM glass fiber post-core on cement micromorphology and fracture resistance of endodontically treated roots.', American journal of dentistry, 30(1), (2017) , 3–8.

Da Silva NR, Aguiar GC, Rodrigues Mde P, et al: Effect of resin cement porosity on retention of glass-fiber posts to root dentin: An experimental and finite element analysis. Braz Dent J , 26, 2015, 630-6

Eid, R., Juloski, J., Ounsi, H., Silwaidi, M., Ferrari, M., Salameh, Z. Fracture resistance and failure pattern of endodontically treated teeth restored with computer-aided design/computer-aided manufacturing post and cores: A pilot study. Journal of Contemporary Dental Practice, 20(1), (2019)a, 56–63.

Eid, R. Y., Koken, S., Baba, N. Z., Ounsi, H., Ferrari, M., Salameh, Z. Effect of fabrication technique and thermal cycling on the bond strength of CAD/CAM milled custom fit anatomical post and cores: an in vitro study. Journal of Prosthodontics, 28(8), (2019)b, 898–905.

Eid, R., Tribst, J. P. M., Juloski, J., Özcan, M. ,Salameh, Z. Effect of material types on the fracture resistance of maxillary central incisors restored with CAD/CAM post and cores. International Journal of Computerized Dentistry, 24(1), (2021), 41–51.

Figueiredo, F.E.D., Martins-Filho, P.R.S. and Faria-e-Silva, A.L. 'Do metal post–retained restorations result in more root fractures than fiber post–retained restorations? A systematic review and meta-analysis', Journal of endodontics, 41(3), (2015), 309–316.

Giordano, R.. Materials for chairside CAD/CAM–produced restorations. The Journal of the American Dental Association, 137, (2006), 14-21.
Gonzaga, C. C., Correr, G. M. CAD/CAM post-and-core using different esthetic materials: Fracture resistance and bond strengths. American Journal of Dentistry, 30(6) (2017),
Grandini, S., Goracci, C., Monticelli, F., et al. 'SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts.', Journal of Adhesive Dentistry, 7(3), (2005), 235-40.
Hendi, A.R. et al. 'The effect of conventional, half-digital, and full-digital fabrication techniques on the retention and apical gap of post and core restorations', The Journal of prosthetic dentistry, 121(2), (2019) ,364.e1-364.e6
Irmak, Ö. et al. 'Flexural strength of fiber reinforced posts after mechanical aging by simulated chewing forces', Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 77, (2018), 135–139.
Liu, P., Deng, X.-L. and Wang, X.-Z. 'Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report', The Journal of prosthetic dentistry, 103(6), (2010) , 330–333.
Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y., Sadoun, M. J. From artisanal to CAD-CAM blocks: state of the art of indirect composites. Journal of Dental Research, 95(5), (2016), 487–495.
Marchionatti, A.M.E. et al. 'Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review', Brazilian Oral Research, 3(31) , (2017):, e64. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0064.
Miyazaki, T. et al. 'A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience', Dental materials journal, 28(1), (2009) ,44–56.
Moustapha, G. et al. 'Marginal and internal fit of CAD/CAM fiber post and cores', Int J Comput Dent, 22(1), (2019) , 45-53.
Perucelli, F. et al. 'Effect of half-digital workflows on the adaptation of customized CAD-CAM composite post-and-cores', The Journal of Prosthetic Dentistry.126(6), (2020) ,756-762.
Rosentritt, M. et al. 'Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores', Journal of Oral Rehabilitation, 27(7), (2000) ,595–601.
Shembish, F. A., Tong, H., Kaizer, M., Janal, M. N., Thompson, V. P., Opdam, N. J., Zhang, Y. Fatigue resistance of CAD/CAM resin composite molar crowns. Dental Materials, 32(4), (2016), 499–509.
Spina, D.R.F. et al. 'Scanning of root canal impression for the fabrication of a resin CAD-CAM-customized post-and-core', The Journal of prosthetic dentistry, 120(2), (2018) ,242–245.
Sterzenbach, G., Franke, A. and Naumann, M. 'Rigid versus flexible dentine-like endodontic posts—clinical testing of a biomechanical concept: seven-year results of a randomized controlled clinical pilot trial on endodontically treated abutment teeth with severe hard tissue loss', Journal of Endodontics, 38(12), (2012) ,1557–1563.
Tsintsadze, N. et al. 'Performance of CAD/CAM fabricated fiber posts in oval-shaped root canals: An in vitro study.', American journal of dentistry, 30(5), (2017), 248–254.