مجلة جامعة حماة
سلسلة العلوم الطبية والصحية
المجلد الأول – العدد الأول - 2026

Journal of Hama University
Series of Medical And Health Sciences
vol.1 –No.1-2026

تأثير نوع إسمنت الإلصاق في مقاومة انكسار الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المصبوبة المصنعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (دراسة مخبرية)

د. بسام النجار*

(الإيداع: 31 أيار 2026، القبول: 12 تموز 2026)

الملخص:

استخدم القلب والوتد المعدني منذ زمن طويل في تثبيت التعويض النهائي وتقوية الأسنان المعالجة لبياً والمتهدمة.
بينت العديد من الدراسات أن استخدام الأوتاد المعدنية يزيد من خطر حدوث كسور عمودية في الجذر نظراً لمعامل المرونة المرتفع للمواد المعدنية مقارنةً بالعاج السني. يمكن أن تؤثر الخواص الميكانيكية لإسمنت الإلصاق المستخدم بإلصاق الأوتاد بشكل كبير في معدل نجاح الأسنان المرممة. تستخدم العديد من الإسمنتات في إلصاق الأوتاد كفوسفات الزنك ومتعدد الكربوكسيلات والاسمنت الزجاجي الشاردي والاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج والاسمنت الراتنجي. أثبتت العديد من الدراسات أن الاسمنت الراتنجي لا يسهم فقط في تقوية الجذر المرمم وإنما إعطاء ثبات كبير للوتد ويقلل من خطر فقد ثباته أيضاً بالمقارنة مع الاسمنتات الأخرى.
الهدف من البحث: تهدف الدراسة الحالية لاختبار تأثير نوع الاسمنت المستخدم (الاسمنت الزجاجي الشاردي والاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق) في إلصاق القلب والوتد المصنع بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في مقاومة انكسار الأسنان المرممة.
المواد والطرائق: تألفت عينة الدراسة من عشرين ضاحك أول سفلي ، تم إجراء المعالجة اللبية لها وقص الجزء التاجي فوق مستوى الملتقى المينائي الملاطي ب 2 ملم. تم تصنيع قلوب وأوتاد معدنية بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لأسنان العينة جميعها مع توحيد الخطوات المتبعة، قسمت بعدها العينة إلى مجموعتين بحسب نوع إسمنت الإلصاق المستخدم (تألفت كل مجموعة من عشرة أسنان) ، حيث تم استخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي في المجموعة الأولى (المجموعة A) بينما استخدم الاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق في المجموعة الثانية (المجموعة B).
تم إخضاع العينات في كلتي المجموعتين لقوى ضغط عند مركز السطح الإطباقي وبزاوية 45 مع المحور الطولي للسن باستخدام جهاز الاختبارات العام حتى حدوث الفشل ، تم تسجيل القوة التي حصل عندها الفشل لكل عينة بالنيوتن وتم بعدها إجراء الاختبارات الإحصائية باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Spss الإصدار 20 .
النتائج : أظهر اختبار T -Student وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات قيم قوى الانكسار في المجموعتين A و B حيث كانت قيم المتوسطات الحسابية (269.3 و 360.18) على التوالي.
الاستنتاجات: حسّن استخدام الاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق في إلصاق القلوب والأوتاد المعدنية المصنعة باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد من مقاومة انكسار الأسنان المرممة بالمقارنة مع استخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي .

الكلمات المفتاحية: القلب والوتد المعدني – تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد – الاسمنت الراتنجي ذاتي الالصاق – الاسمنت الزجاجي الشاردي – مقاومة الانكسار.

* أستاذ مساعد – قسم تعويضات الأسنان الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة حماة.

Journal of Hama University
Series of Medical And Health Sciences
vol.1 –No.1-2026

مجلة جامعة حماة
سلسلة العلوم الطبية والصحية
المجلد الأول – العدد الأول - 2026

Effect of The Kind of Cement on Fracture Resistance of Teeth Restored by Cast Post and Core Fabricated by 3D Printing Technique (In Vitro Study)

Bassam Al-Najjar*

(Received: 31 May 2026 , Accepted: 12 July 2026)

Abstract:

Utilization of the post–core system is known as one of the earliest methods for retention of the restorations and reinforcement of the endodontically-treated teeth.
However, a number of studies have reported an increased risk of vertical fracture in the teeth restored by metallic posts, probably due to their high elastic moduli compared to natural dentin. Mechanical properties of the adhesive luting materials used for cementation of the posts to the internal dentin could also significantly influence the success of endodontic tooth restoration. Many of luting cements including zinc phosphate, zinc polycarboxilate, glass ionomer, modified glass ionomer resin, and composite resin can be used in cementation of core and post system. However, recent studies have proved that the resin cements not only provide a short-term root reinforcement, could also result in better root retention and reduced leakage compared to other cementation materials
Aim of study: the current study aimed to investigate the effect of cement type on the fracture resistance, of the endodontically-treated teeth which allows to further determine the cements that provide superior fracture resistance of restored teeth.
Material and methods: Twenty lower first premolars with standardized weakened roots were endodontically treated, then coronal part was cut 2 mm above the cemento-enamel junction. The samples were allocated to two experimental groups (n=10) according to kind of cement used. All samples in both groups were restored with cast metal post and cores fabricated by use 3D printing technique. Glass ionomer cement was used in group A, and dual-polymerizing resin cement was used in group B. All samples in both groups were subjected to continuous compression in a universal testing machine, until failures were observed, 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 fracture resistance between the two group A and B(The median of values were 269.3 – 360.18 n respectively).
Conclusions: The use of a dual-polymerizing resin cement increased the fracture resistance of endodontically treated teeth restored by metal post and core.

Keywords: Metal post and core, 3D printing technique, dual-polymerizing resin cement, Glass ionomer cement, Fracture Resistance.

*Assistant Professor – Department of fixed prosthodontics – Faculty of Dentistry - Hama University.

تأثير نوع إسمنت الإلصاق في مقاومة انكسار الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المصبوبة المصنعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (دراسة مخبرية)

1 - المقدمة :

لا يزال استخدام القلوب والأوتاد المعدنية شائع في ترميم الأسنان المتهدمة المعالجة لبياً نظراً للميزات التي تتمتع بها في ترميم الأسنان المتهدمة التي فقدت معظم البنى التاجية كالانطباق الجيد والمتانة العالية وإعادة بناء محيط السن بشكل جيد ورخص الثمن(Victor de Melo وزملاؤه 2025). حققت هذه الترميمات معدل نجاح وديمومة قريبة من الأوتاد المقواة بالألياف الزجاجية(Nino.Tsintsadze وزملاؤه 2024)، (Fabrício Eneas وزملاؤه 2015) وخصوصاً مع تحسن مواصفات هذه الترميمات باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد في تصنيعها والتي تعتمد على الحاسب في تصميها (Timothy Gibson وزملاؤه 2023)، والمساوئ الكثيرة في الأوتاد مسبقة الصنع كضعف الانطباق والتقلص التصلبي للاسمنت الراتنجي المستخدم في الإلصاق مما يسبب فقد الثبات(Abanoub M وزملاؤه 2025) .

من أكبر مساوئ القلوب والأوتاد المعدنية المصبوبة تركز للجهود في العاج الجذري، مما يسبب إما انفكاك للوتد أو كسر الجذر (Bacchi 2019) وذلك بسبب معامل المرونة المرتفع للمعادن المستخدمة في تصنيع هذه الترميمات والتي من الممكن أن يصل إلى عشرة أضعاف معامل مرونة العاج الجذري (Freedman ,1996) مما ينتج عنه ارتفاع نسب فشل الأسنان المرممة (McLaren et al, 2009) نتيجة لحدوث كسورا جذرية غير قابلة للإصلاح (AL-Wahadni وزملاؤه 2008)، فضلا عن ذلك فإن انتقال القوى الإطباقية من خلال القلب المعدني ستجعل الجهود تتركز في مناطق محددة من الجذر مسببةً انكساره (Freedman,1996) كذلك تسبب الأوتاد المعدنية المصبوبة تلون في اللثة والمنطقة العنقية من السن (Vichi, Ferrari and Davidson, 2000). ورغم تطور مواد أخرى بديلة عن المعدن في تصنيع هذا النوع من الترميمات مع تطور تقنية تصنيع التعويضات بمساعدة الحاسب (CAD/CAM) كالراتنج المقوى بالألياف الزجاجية (Glass fiber reinforced resin) أو البولي ايتر كيتون-كيتون (PEEK) أو الزيركونيا (Zirconia) أو الراتنج المشرب بالزجاج (Ceramic infiltered resin) لتحسين الناحية التجميلية والتقليل من مساوئ المعدن المتضمنة تركز الاجهادات في جذور الأسنان المرممة، إلا أن معظم هذه المواد لم تقدم بديلاً مناسباً بسبب كونها خاملة كيميائياً مما يصعب تهيئتها لتحسين ارتباطها مع الاسمنتات الراتنجية والتي يعتبر استخدامها ضرورياً في الصاق الترميمات التاجية الجذرية المصنعة من هذه المواد(Sareh Habibzadeh 2017).

طُورت تقنية الطبعة ثلاثية الأبعاد (3D Printing) لتصنيع الأوتاد والقلوب المعدنية والنواة المعدنية في الترميمات الخزقية المعدنية بعد أن يتم تصميمها بمساعدة الحاسب (CAD) تعتمد هذه التقنية على إجراء مسح رقمي للنموذج الشمعي، بعدها إما أن يخرط القلب والوتد أو يتم طباعته(Farah, Aloraini and AL-Haj Ali,2020) ، وذلك بهدف سهولة التصنيع وزيادة الدقة وبالتالي زيادة ثبات الترميم وانطباقه، ومن ناحية أخرى يمكن أن يتسبب ذلك في زيادة الإجهادات المطبقة على جذور الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد الجذرية مما يزيد من خطر انكسار الجذور . قدمت تقنية الطبعة الرقمية المعتمدة على مسح القناة الجذرية بشكل مباشر في فم المريض أو مسح الطبعة المطاطية حلاً في التقليل من الانطباق الزائد للوتد للتقليل من خطر تركز الإجهادات على الجذر من خلال التحكم في سماكة الفراغ بين السطح الداخلي للقناة الجذرية المعدّة لاستقبال الوتد والوتد نفسه في أثناء مرحلة تصميم الوتد على الحاسب قبل القيام بطباعته. بينت العديد من الدراسات وجود اختلاف في دقة الطبعة الرقمية بسبب تفاوت درجة كفاءة الماسح بحسب الشركة المصنعة (Arne Walther 2025) و(Kay-Arne وزملاؤه 2025) ، وتأثير طول فراغ الوتد على دقة المسح ،حيث بينت الدراسات أن طول الوتد يجب ألا يتجاوز 10 ملم للحصول على كفاءة جيدة في المسح (An Yi Ma وزملاؤه 2024) .

العوامل المؤثرة في مقاومة انكسار الأسنان المرممة بالترميمات التاجية الجذرية: تؤثر العديد من العوامل في مقاومة الأسنان المرممة بالأوتاد للكسر، حيث أن هناك عوامل تتعلق مباشرة بنظام قلب – وتد) (Fernandes وزملاؤه 2003): طول الوتد - قطر الوتد -تصميم الوتد -مادة الوتد -انطباق الوتد - السوار العنقي التاجي -اسمنت الإلصاق.

أظهرت الدراسات أن السماكة المتجانسة لإسمنت الإلصاق بحدها الأصغر ستعطي انطباقا أفضل للوتد فضلا عن قوة ارتباط عالية(DÁracangelo وزملاؤه 2007) والذي بدوره سيؤدي إلى توزيع الإجهادات بقدر متساو على جدران القناة) Butz 2001).

تستخدم عادةً اسمنتات الإلصاق التقليدية في الصاق القلوب والأوتاد المعدنية بينما استخدمت العديد من الدراسات الاسمنتات الراتنجية في إلصاقها بهدف زيادة ثبات هذه الترميمات ضمن الأسنان المرممة . ولم يتبين دور الاسمنتات الراتنجية في تقليل خطر تركز الإجهادات في الجذور المرممة وبالتالي التقليل من تكرار حدوث الكسور الجذرية ، حيث بين Rosenstiel عام 2022 أن استخدام الاسمنت الراتنجي مع وسائط الربط العاجي أو ما يسمى Bonding، يسهم في تبديد الجهود المطبقة على الجذر على طول الوتد حتى ولو كانت سماكة طبقة الاسمنت (0.1) ملم حيث يعمل الاسمنت كجدار حماية يمتص الجهود ولا يترك اي منطقة مجهدة على سطح الجذر. تبدي التعويضات معدلات بقاء طويلة عند استخدام الاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق في إلصاق الأوتاد بغض النظر عن المادة المصنوع منها الوتد Sterzenbach) (Franke and Naumann , 2012 ,و(Sareh Habibzadeh وزملاؤها 2017) . يؤمن إسمنت الإلصاق طبقة مخففة للصدمات بين الوتد والعاج الجذري مما يؤثر في توزيع الضغط خلال الحمل الإطباقي Schwartz and) Robbins 2004).

تنكسر طبقة الإسمنت عند استخدام الإسمنتات التقليدية في الإلصاق مثل اسمنت فوسفات الزنك تحت الحمل الإطباقي مسببة قعل عتلة مما يؤدي إلى تركز الإجهادات في الثلث الذروي من الجذر وهذا يزيد حدوث كسر في الجذر ,Mitchell) (2000 يسمح استخدام الإسمنتات اللصّاقة بتوزيع الجهود ويساعد الوتد على امتصاص القوى الوظيفية وتوجيهها باتجاه المحور الطولي للجذر مما يجعل هذه الإسمنتات مفضلة أكثر من الاسمنتات التقليدية(Mehmet Cudi Balkaya,2013) .

وجدت بعض الدراسات أن الأسنان المرممة بأوتاد ملصقة بالإسمنت الراتنجي قد أبدت مقاومة للكسر أعلى من الأسنان المرممة بأوتاد ملصقة بإسمنت فوسفات الزنك أو الإسمنت الزجاجي الشاردي (Naumann وزملاؤه 2008).بينما بينت دراسة أخرى أن استخدام اسمنت فوسفات الزنك في الصاق القلب والوتد المصبوب يحقق نوزع أفضل للإجهادات (2014 Perihan Oyar) .

بين Mohamed Abdulmunem وزملاؤه في دراستهم عام 2016 أن استخدام اسمنت فوسفات الزنك في الصاق الأوتاد زاد من مقاومة انكسار الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المعدنية، بينما كان نموذج الفشل في الأوتاد الملصقة بالاسمنت الراتنجي من النوع القابل للترميم .

استنتج Carlos. T وزملائه في دراستهم عام 2013 تفوق الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المصبوبة الملصقة بالاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج على الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد الملصقة بالاسمنت الراتنجي ذاتي التصلب، وتفوق الأسنان المرممة بالأوتاد المقواة بالألياف الزجاجية مسبقة الصنع على الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المعدنية في مقاومة الكسر.

2- الهدف من البحث:

دراسة تأثير نوع الاسمنت المستخدم في إلصاق الأوتاد الجذرية المعدنية المصنعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد (الاسمنت الراتنجي–الاسمنت الزجاجي الشاردي) قي مقاومة انكسار الأسنان المرممة

3- مواد وطرائق البحث:

تألفت عينة البحث من 20 ضاحك أول سفلي قلعت لأسباب تقويمية حيث يتطلب تحقق الشروط التالية في الأسنان التي تم إدخالها في عينة البحث:

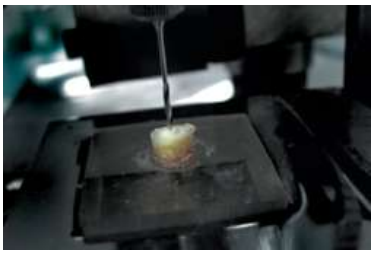
غياب أي دلائل على وجود امتصاص داخلي أو خارجي- سن وحيد الجذر وذروة مكتملة التشكل - عدم وجود أي تصدعات أو نخور أو عيوب تطورية – بلغ متوسط طول أسنان العينة 20+-2 ملم. تم حفظها بعد القلع بالماء المقطر، تم بعدها قص الجزء التاجي باستخدام رأس فاصل فوق مستوى الملتقى المينائي الملاطي ب 2 ملم.

تم إجراء المعالجة اللبية لأسنان العينة باستخدام مبارد التحضير الآلي المصنوعة من النيكل تيتانيوم والمعالجة حراريا باستخدام نظام Eighteeth باستخدام جهاز التحضير الآلي E-Trem لشركة Eighteeth وذلك بعد تحديد الطول العامل للأسنان شعاعياً باستخدام مبرد K قياس 15 # . تم توسيع الأقنية حتى قياس مبرد آلي قياس 25 ذو القمعية 4 ٪. تم بعدها إنزال الأسنان في قواعد من الراتنج الإكريلي ذاتي التصلب بالاعتماد على قالب كرتوني بحيث يبقى 2 ملم من السطح العلوي للجذر مكشوفاً وذلك لتسهيل الإجراءات العملية التالية بالإضافة إلى إمكانية مسك العينات على جهاز الاختبارات الميكانيكية.

تم تحضير مسكن الوتد الجذري وفقاً للخطوات التالية:

- تفريغ 11 ملم من الحشوة اللبية لجميع الأسنان باستخدام سنابل Gates-Gliden (GG) ذات القياسات 4/3/2
- توسيع الجزء المفرغ للعينات باستخدام موسعات بيزو 1.2.3 بمساعدة جهاز المخطط لضمان مركزيتي التفريغ والتوسيعال (شكل رقم 1)

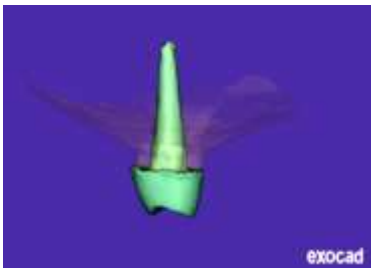
تم أخذ صور شعاعية للعينات بعد الانتهاء من عملية التفريغ والتوسيع للتأكد من التوسيع إلى كامل الطول العامل المقدر بـ 10 ملم.تم بعدها أخذ طبعة القناة الجذرية وبناء نموذج القلب بالاعتماد على تقنية الطبعة المباشرة باستخدام شمع الصب (الشكل رقم 2) ، ليتم بعدها البدء بتصنيع القوب والأوتاد المعدنية في المختبر السني بالاعتماد على مسح ثلاثي الأبعاد للنموذج الشمعي باستخدام ماسح ثلاثي الأبعاد T710من شركة Medit- South Korea (الشكل رقم 3).



الشكل رقم (1) توسيع القناة الجذرية لاستقبال القلب والوتد المعدني

الشكل رقم (2) طبعة القناة بالتقنية المباشرة باستخدام شمع الصب

تم بعدها تصنيع القلوب والأوتاد المعدنية باستخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد باستخدام طابعة من نوع Mysint 100 من شركة Sisma- Italy والتي تعتمد تقنية الليزر الانتقائي للانصهار Selective laser Melting (SLM) (شكل رقم 4)، تم استخدام مسحوق معدني لخليطة كروم – كوبالت من شركة (Realloy Classic , Germany).



الشكل رقم (3) المسح ثلاثي الأبعاد للنموذج الشمعي

الشكل رقم (4) الطابعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة في تصنيع القلوب والأوتاد المعدنية

تم بعدها توزيع العينة بشكل عشوائي إلى مجموعتين بحسب اسمنت الإلصاق المستخدم (حيث طلب من شخص ترقيم العينات من 1 ل 20 ثم تم وضع العينات التي تحمل الأرقام الفردية في مجموعة والعينات التي تحمل الأرقام الزوجية في مجموعة ثانية حيث ضمت كل مجموعة 10 أسنان:

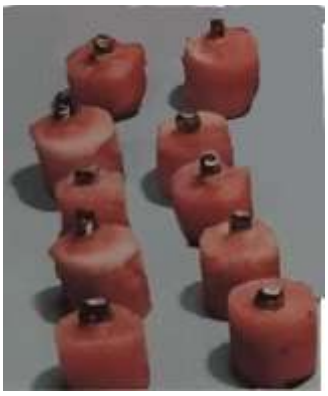
المجموعة A تم استخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي Cavex لشركة Cavex في إلصاق القلوب والأوتاد المعدنية، حيث تم مزج المسحوق والسائل بناءً على تعليمات الشركة المصنعة باستخدام اسباتيول بلاستيكي ولوح مزج ورقي ليتم بعدها أدخال المزيج ضمن القناة الجذرية باستخدام البوربات، كما تم تطبيق جزء من المزيج على سطح الوتد وتم إدخال الوتد ضمن القناة الجذرية وتثبيته في مكانه باستخدام الضغط الاصبعي .

المجموعة B تم استخدام الاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق Breeze لشركة Pentron USA حيث تم تطبيق المادة الرابطة من نوع Universal-N Bond المنتجة من شركة Vivadent Ivoclar باستخدام فرشاة خاصة ثم فرشها بتيار هوائي لمدة 5 ثانية ثم طبق الضوء الأزرق لمدة 10 ثانية، ثم حُقن الاسمنت الراتنجي ضمن القناة الجذرية باستخدام رأس المزج الخاص ، وتم بعدها إدخال الوتد ضمن القناة الجذرية مع تطبيق ضغط إصبعي بسيط (الشكل رقم 5).

استخدم في البحث جهاز الاختبارات العامة من نوع (Tinius olsen H50T) إنكليزي المنشأ حيث تم تثبيت العينات في كلتي المجموعتين على قاعدة جهاز بشكل مائل بحيث تعرضت العينات لقوى مائلة بزاوية مقدارها 45 درجة على المحور الطولي للسن (الشكل رقم 6). تم تسجيل القوى العظمى لكل عينة والتي حصل عندها انكسار السن (بالنيوتن) (الشكل رقم 7 و 8) وتم حساب المتوسط الحسابي للقوى التي حصل عندها الانكسار في العينات في كلتي المجموعتين وتم بعدها إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة باستخدام برنامج SPSS لمعرفة وجود فروق إحصائية بين متوسطات قوى الكسر في كلتي المجموعتين.

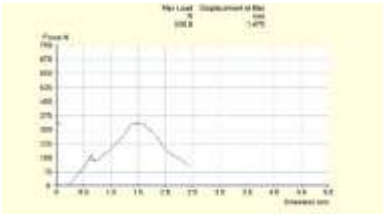
الشكل رقم (5) الالصاق بالاسمنت الراتنجي

الشكل رقم (6) جهاز الاختبارات العام لتطبيق قوى الضغط

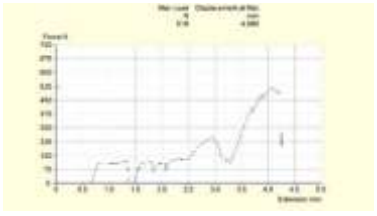


الشكل رقم (7) عينات المجموعة A

الشكل رقم (8) عينات المجموعة B



الشكل رقم (7) مخطط قوى الانكسار لعينة من المجموعة A



الشكل رقم (8) مخطط قوى الانكسار لعينة من المجموعةB

4- النتائج والمناقشة:

بلغ المتوسط الحسابي لمقاومة الانكسار لمجموعات الدراسة كما يلي:

المجموعة A (الأوتاد المعدنية المصبوبة الملصقة بالاسمنت الزجاجي الشاردي): 269.3 نيوتن

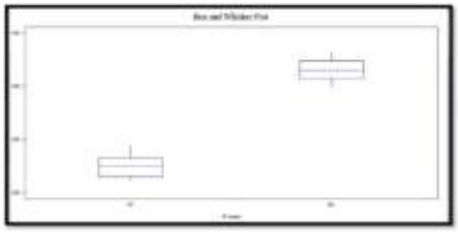
المجموعة B (الأوتاد المعدنية المصبوبة الملصقة بالاسمنت الراتنجي ذاتي الالصاق): 360.18 نيوتن

الدراسة الإحصائية التحليلية لمقدار مقاومة الانكسار في مجموعتي البحث:

مقارنة متوسط قوى الانكسار ما بين مجموعتي البحث:

يبين الشكل رقم (9) توزع القيم الرقمية لمتغير مقاومة الانكسار في عينات الدراسة وذلك وفق مجموعتي البحث وهي

- المجموعة A: (قلوب وأوتاد معدنية ملصقة بالاسمنت الزجاجي الشاردي)
- المجموعة B:(قلوب وأوتاد معدنية ملصقة بالاسمنت الراتنجي)) باستخدام مخطط Box and Whisker Plot في البرنامج الإحصائي SPSS 20



الشكل رقم (9) توزع القيم الرقمية لمتغير متغير مقاومة الانكسار في عينات الدراسة

المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير مقاومة الانكسار في الأسنان الخاضعة للدراسة في مجموعتي البحث:

يبين الجدول رقم (1) المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير مقاومة الانكسار المدروس في الأسنان الخاضعة للدراسة والذي يبين عدد الأسنان في كل مجموعة من مجموعتي الدراسة (المجموعة A والمجموعة B) حيث يبين الجدول قيمة المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري وأكبر قيمة وأدنى قيمة لمتغير مقاومة الانكسار المدروس في كلتي المجموعتين.

الجدول رقم (1) المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير مقاومة الانكسار المدروس بالنيوتن

المجموعات	**العدد**	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أصغر قيمة	**أكبر قيمة**	الخطأ المعياري
المجموعة A	10	269.3	10.80	259.3	288.7	3.8
المجموعة B	10	360.18	11.25	352.3	385.5	3.6

دراسة طبيعة توزع البيانات لمتغير مقاومة الانكسار:

يبين الجدول رقم (2) نتائج استخدام اختبار كولموغروف سميرنوف Kolmogorov Smirnov Test المستخدم لتحديد طبيعة توزع البيانات لمتغير مقاومة الانكسار في الأسنان الخاضعة للدراسة في كلتي مجموعتي البحث والذي يشمل حجم العينة والمتوسط الحسابي لمتغير مقاومة الانكسار والانحراف المعياري وقيمة Z الإحصائية لغولموغروف سميرنوف وقيمة مستوى الدلالة P-value .

الجدول رقم (2) نتائج استخدام اختبار كولموغروف سميرنوف Kolmogorov Smirnov Test لتحديد طبيعة توزع البيانات لمتغير مقاومة الانكسار

المجموعات	المجموعة A	**المجموعة B**
العدد	10	10
المتوسط الحسابي	269.3	360.18
الانحراف المعياري	10.80	11.25
قيمة Kolmogorov- Smirnov Z	2.358	2.613
قيمة **P-value**	0.291	0.354

حيث يلاحظ من الجدول أعلاه بأن قيمة مستوى الدلالة P-value أكبر من القيمة 0.05 لمتغير مقاومة الانكسار في كلا مجموعتي البحث وبالتالي قبول فرضية العدم ومنه فإن المتغير يخضع للتوزيع الطبيعي مما يسمح باستخدام الاختبارات الإحصائية المعلمية لدراسة دلالة الفروق الإحصائية.

يبين الجدول رقم (3) نتائج استخدام اختبار T للعينات المستقلة لمتغير مقاومة الانكسار لدراسة تأثير الطرائق المستخدمة في الدراسة على هذا المتغير في مجموعتي البحث, حيث يشمل الجدول قيمة الفرق بين متوسطي المجموعتين وقيمة مستوى الدلالة P-value

الجدول رقم (3) نتائج استخدام اختبار T للعينات المستقلة لمتغير مقاومة الانكسار في مجموعتي البحث

الفرق بين المتوسطين	قيمة T المحسوبة	*درجة الحرية*	**P-value**	دلالة الفروق
90.88-	**15.4-**	**13**	**0.000**	توجد فروق دالة إحصائياً

من الجدول أعلاه نلاحظ ما يلي:
عند مقارنة متوسط متغير مقاومة الانكسار ما بين مجموعتي الدراسة وهي (المجموعة A: قلوب وأوتاد معدنية ملصقة بالإسمنت الزجاجي الشاردي) – المجموعة B:(قلوب وأوتاد معدنية ملصقة بالإسمنت الراتنجي ذاتي الالصاق)) نلاحظ بأن إشارة الفرق بين متوسطي المجموعتين كانت سالبة أي أن متوسط متغير مقاومة الانكسار في المجموعة B أكبر منه في المجموعة A بفروقات دالة إحصائياً حيث $P<0.05$ وذلك بدرجة ثقة 95%.

المناقشة :

تتمتع الأوتاد المعدنية المصبوبة بمعامل مرونة مرتفع مما يزيد من احتمال حدوث كسور جذرية في الأسنان المرممة بها نتيجةً لتركز الإجهادات في مناطق حرجة من الجذر(Victor de Melo-Soares وزملاؤه 2025 حيث تتأثر مقاومة الانكسار بالمادة المصنع منها الوتد ويزداد احتمال حدوث كسور جذرية عند استخدام أوتاد معدنية أو زيركونية.(Ruschel,2018)
ونظراً للحاجة الملحة لاستخدام هذه الترميمات في الأسنان المتهدمة في معظم الحالات السريرية كان لابد من إيجاد حلول للتغلب على هذه المشكلة أو الحد من تأثيرها على الأقل، ومن هنا أتت فكرة البحث في تحري تأثير نوع اسمنت الالصاق في مقاومة انكسار الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المعدنية المصنعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، حيث تم استخدام هذه التقنية نظراً لكونها أكثر سهولة من التقنية التقليدية وتحقق انطباقاً أكبر للأوتاد ضمن القناة الجذرية Timothy Gibson وزملاؤه 2023 .

تم اختيار الاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق في البحث لسهولة إجراءات الإلصاق واختصار خطوات العمل وقدرته على تحمل رطوبة الأقنية العاجية واستخدامه في العديد من الدراسات. بالإضافة إلى عدم قدرة أشعة جهاز التصليب الضوئي على النفوذ من خلال المعدن كون مادة كتيمة مما يعيق آلية تصلب اسمنت الإلصاق الراتنجي ضوئي التصلب في حال استخدامه حيث وجدت بعض الدراسات عدم قدرة جهاز التصليب اختراق أكثر من 11 ملم من الأقنية المرممة بأوتاد تسمح بنفاذ الضوء وبالتالي فإن تصلب إسمنتات الإلصاق الراتنجية المعتمدة على التصليب الضوئي في المناطق العميقة من الجذر يعتبر محل شك. (Roberts 2004)، كما تم مقارنة تأثير الاسمنت الراتنجي مع الاسمنت الزجاجي الشاردي نظراً لكونه شائع الاستخدام في الصاق القوب والأوتاد المعدنية بسبب خواصه الميكانيكية الجيدة وقدرته على الالتصاق بالعاج Carlos. T وزملائه 2013

تم توجيه قوى مائلة (بزاوية 45) على السطح الإطباقي للأسنان في منطقة الميزاب المركزي بواسطة رأس معدني ذو نهاية كروية بقطر 3,5 ملم يتقدم بسرعة 0,5 ملم / د حيث تعتبر هذه القوة وزاويتها ملائمة لتقييم السلوك الميكانيكي الحيوي للأسنان المرممة حسب العديد من الدراسات التي اختارت هذه الزاوية لاختبار مقاومة كسر الأسنان المرممة بقلوب ووأوتاد Mohamed Abdulmunema وزملاؤه 2016

أظهرت نتائج هذا البحث أن الصاق القلوب والأوتاد المعدنية بالاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق يحسن من مقاومة انكسار الأسنان المرممة بهذه الترميمات، حيث أظهرت الأسنان المرممة بالأوتاد المعدنية الملصقة بالإسمنت الراتنجي ذاتي الالصاق (المجموعة B) تفوقاً في مقاومة الانكسار بالمقارنة مع الأسنان بالأوتاد المعدنية الملصقة بالإسمنت الزجاجي الشاردي (المجموعة A) . يمكن تفسير هذه النتيجة بأن الاسمنت الراتنجي يلعب دوراً مخمداً للإجهادات المطبقة على الأسنان ويقلل من خطر تركزها مما يحد من حدوث انكسار الجذر في الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المعدنية والذي يتنج غالباً عن تركز الإجهادات على مناطق صغيرة من الجذر بسبب معامل المرونة المرتفع لهذا النوع من الترميمات. حيث تساعد الخواص الميكانيكية الجيدة للإسمنت الراتنجي والسماكة المتجانسة لإسمنت الإلصاق بحدها الأصغري والتي تعطي انطباقا أفضل للوتد فضلاً عن قوة الارتباط العالية نتيجةً لقابلية الالتصاق الكبيرة بالعاج الجذري (DÁracangelo et al , 2007) والذي بدوره سيؤدي إلى توزيع الإجهادات بقدر متساو على جدران القناة(Butzوزملائه2001)، مما يؤمن تحسن كبير في مقاومة كسر الأسنان المرممة عند استخدام الإسمنت الراتنجي في الإلصاق بالمقارنة مع الأنواع الأخرى من إسمنتات الإلصاق .

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Naumann وزملائه عام 2008 والتي بينت أن الأسنان المرممة بأوتاد ملصقة بالإسمنت الراتنجي قد أبدت مقاومة للكسر أعلى من الأسنان المرممة بأوتاد ملصقة بإسمنت فوسفات الزنك أو الإسمنت الزجاجي الشاردي.

بينما اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسةPerihan Oyar عام 2014 ودراسة Mohamed Abdulmunem وزملائه عام 2016 ، حيث بينت كلتي الدراستان أن استخدام الاسمنتات التقليدية في إلصاق القلوب والأوتاد المعدنية يزيد مقاومة الأسنان المرممة للكسر ويحقق نوزع أفضل للإجهادات ، ويمكن أن يعود سبب الاختلاف لمقارنة اسمنت فوسفات الزنك مع الاسمنت الراتنجي في كلتي الدراستين.

كما اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Carlos. T وزملائه عام 2013 والتي بينت تفوق الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد المصبوبة الملصقة بالاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج على الأسنان المرممة بالقلوب والأوتاد الملصقة بالاسمنت الراتنجي ذاتي التصلب في مقاومة الإنكسار ، ويعود سبب الاختلاف لاستخدام الاسمنت الزجاجي المعدل بالراتنج بدلاً من الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي في هذه الدراسة.

5- الاستنتاجات :

حقق الاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق عند استخدامه في إلصاق القلوب والأوتاد الجذرية المعدنية تحسناً في مقاومة الأسنان المرممة للكسر بالمقارنة مع استخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي. لذلك يُوصى ضمن حدود هذه الدراسة باستخدام الاسمنت الراتنجي ذاتي الإلصاق في إلصاق القلوب والأوتاد المعدنية .

6- References:

1- Abanoub M. Abouseif , Sanaa H. Abdelkader , Islam M. Abdelraheem (2025)" Accuracy of various intraoral scanners in scanning post space preparation: An in vitro study".Journal of Dentistry; Volume 155, April : 105651.
2- AL-Wahadni , A.M., (2008) ` Fracture resistance of teeth restored with different posts systems : in vitro study , Oral Medicine , Oral Pathology , Oral Raddiology , and Endodontology : 106 (2) , 77-83.
3- An Yi Ma , Oscar Rysavy , Seok-Hwan Cho(2024)" Effect of different types of tooth and post space lengths on the accuracy of the digital post space with intraoral scanning".The Journal of Prosthetic Dentistry;Available online .
4- Arne Walther, Sarah.Marie Reich, Bernd Wöstmann, Jonas.Adrian,Helmut Vogler(2025) " Digital post scan with three intraoral scanning systems – An in vitro study". Journal of Dentistry Volume 161, October 2025.
5- Bacchi A.(2019) ´Fracture strength and stress distribution in premolars restored with cast post and cores or glass fiber posts considering the influence of ferule ´BioMed research international , 3(4) 50.
6- Butz F. (2001) ´survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post and core systems : an in vitro study.´. International Journal of Prosthodontics , 14 (1), 58-64.
7- Carlos Torres-Sánchez, Vanessa Montoya-Salazar, Paola Córdoba, Claudia Vélez, Andrés Guzmán-Duran, e José-Luis Gutierrez-Pérez, and Daniel Torres-Lagares(2013)" Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber reinforced posts and cast gold post and cores cemented with three cements" J Prosthet Dent ,110:127-133.
8- D'Arcangelo C , Cinelli M , De Angelis F , D' Amario M, (2007) ' The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber – reinforced post system ', The journal of Prosthetic Dentistry , 98 (3),193-198.
9- Fabrício Eneas, Diniz Figueiredo , Paulo Ricardo Saquete Martins-Filho , André Luis Faria-e-Silva (2015) " Do Metal Post–retained Restorations Result in More Root Fractures than Fiber Post–retained Restorations? A Systematic Review and Meta-analysis" . Journal of endodontics Volume 41(3) : 309-316.

10- Farah , R.I., Aloraini , A.S. and AL-Haj Ali , S.N.(2020) ´Fabrication of custom post and core using a directly fabricated silicone pattern and digital workflow ´, Journal of Prosthodontics , 29 (7) , 631- 635.
11- Fernandes AS. Shetty S , & Coutinho I, (2003) " Factors determing post selection : a literature review "The Journal of Prosthetic Dentistry , 90 (6) 556-562.
12- Freedman , G. (1996) ´The carbon fibre post : metal free , post endodontics rehabilitation ´, Oral Health , 86(2) , 23-30.
13- McLaren ,J.D. et al . (2009) ´ The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth ´, The Journal of Prosthetic Dentistry , 101 (3) ,174-182
14- Mehmet Cudi Balkaya, and Ilda Sinem Birdal(2013)" Effect of resin-based materials on fracture resistance of endodontically treated thin-walled teeth" J Prosthet Dent 2013;109:296-303.
15- Mohamed Abdulmunema, et al (2016) : " Evaluation of the effect of dental cements on fracture resistance and fracture mode of teeth restored with various dental posts: A finite element analysis" Journal of the European Ceramic Society 36(9): 2213-2221.
16- Naumann , M. Schmitter , M., Krastl , G. (2018)" Postendodontics restoration : "endodontic post and core or no post at all ?" . Journal of Adhesive Dentistry , 20 (1)76-80
17- Nino Tsintsadze, Mariam Margvelashvili-Malament, Zuhair . Natto, Marco Ferrari (2024) "Comparing survival rates of endodontically treated teeth restored either with glass-fiber-reinforced or metal posts: A systematic review and meta-analyses". the Journal of Prosthetic Dentistry 131(4):567-578
18- Perihan Oyar (2014) " The effects of post-core and crown material and luting agents on stress distribution in tooth restorations".The Journal of Prosthetic Dentistry ; 112(2):211-219.
19- R
o
20- Rosenstiel, S.F. (2004) "Contemporary fixed prosthodontics" 4th edition, Elsevier Mosby, St. Louis, Missouri.
Ruschel GH, Gomes EA , Saliva-Sousa YT , Pinelli RG.(2018) . "Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD/ CAM glass fiber post" .Journal of the mechanical behavior of biomedical materials 82 (3), 187-192.
Sareh Habibzadeh, Hamid Reza Rajati, Habib Hajmiragha, Shima Esmailzadeh, Mohamadjavad Kharazifar (2017) " Fracture resistances of zirconia, cast Ni-Cr, and fiber-glass composite posts under all-ceramic crowns in endodontically treated premolars" . J Adv Prosthodont, 9(3):170-175 .
Schwartz , R.S. and Robbins , J.W. (2004) "Post placement and restoration of endodontically treated teeth : a literature review ", Journal of Endodontics , 30 (5) , 289-301.
Sterzenbach , G., Franke , A . and Naumann , M . (2012) " 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) , 1557 – 1563.
Timothy Gibson , Tariq Alsahafi , Wendy Clark , Ibrahim Duqum , Lee Culp CDT , Taiser A. Sulaiman(2023) " Fatigue resistance of 3D printed anatomic post-and-core after mastication simulation".The Journal of Prosthetic Dentistry; 130(6): 858.e1-858.e6
Vichi ,A., Ferrari , M. and Davidson , C.L. (2000) " Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts ", The Journal of Prosthetic Dentistry , 83 (4) , 412- 417.

27- Victor de Melo-Soares , Giovanna Santos Yi , Andréa Cândido dos Reis , Mariana Lima da Costa Valente (2025)" Influence of fabrication material and manufacturing technique on the internal adaptation of post-and-cores: A systematic review".The Journal of Prosthetic DentistryAvailable online 29 August 2025.