Comparing the bond strength of Everstick pegs when using two types Of nanoparticles as irrigation solutions (laboratory study)

Dr. Munzer Haddad*
Areej Al-Nasr Allah**

(Received 23 / 7 / 2023. Accepted 6 / 9 / 2023)

□ ABSTRACT □

Aim: This research aims to compare the bonding strength of everstick post when using both silver nanoparticles and chitosan nanoparticles as irrigation solutions during endodontic treatment, and as a final irrigation solutions befor applying everstick post to extracted human teeth, then compare them with sodium Hypochlorite solution.

Materials and methods

(30) single-canal lower premolars were gathered, they were chosen of close length and size, after cutting the teeth at the cement - enamel junction. The teeth were divided into three groups as follows: The first group:10 premolars were endodontically treated and irrigated with hypochlorite sodium.

The second group:10 premolars were endodontically treated and irrigated with nano silver solution.

The third group:10 premolars were endodontically treated and irrigated with nano chitosan solution.

Then, the post spaces were prepared and finally irrigated before post placement using: in the first group hypochlorite sodium, in the second group nano silver solution, and in the third group nano chitosan solution, then everstick posts have been applied according manufacturer's recommendations.

The bonding strength was tested by mechanical testing device (Testometric) using push-out test, and the statistical analyzes were conducted using spss program version 25.

Results:The results of the research showed that the difference in bonding strength in the first group is less than the second third group and with a statistically significant degree $p<0.05$. While there was no statistically significant difference between the second and third group in terms of bonding strength of Everstick post, although the value of bonding strength of everstick was higher in the third group.

Conclusions:We conclude that the use of nanoparticle solutions (silver - chitosan) showed superiority in the bonding strength of everstick post than when using sodium hypochloride solution, while this difference was not statistically significant between nano chitosan and nano silver group.

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

*Associate Professor - Faculty of Dentistry - Tishreen University - Lattakia - Syria.
**Master's student - Faculty of Dentistry - Tishreen University - Lattakia - Syria.

مُقارنة قوة ارتباط أوتاد everstick عند استخدام نوعين من الجزيئات النانوية كمحاليل إرواء (دراسة مخبرية)

د. منذر حداد*

أريج النصر الله**

(تاريخ الإيداع 23 / 7 / 2023. قبل للنشر في 6 / 9 / 2023)

□ ملخّص □

الهَدَف: يهدف هذا البحث لمقارنة قوة ارتباط أوتاد everstick عند استخدام كل من جزيئات الفضة النانوية والكيتوزان النانوي كمحاليل إرواء أثناء المعالجة اللبية، وكمحاليل إرواء نهائية قبل تطبيق أوتاد everstick على أسنان بشرية مقلوعة، ومقارنتهما مع محلول هيبوكلوريد الصوديوم.

المواد والطُرُق: تمَّ جمع 30 ضاحِكاً سفلياً وحيد القناة، وتمَّ اختيارها بحيث تكون متقاربةً من ناحية الطول والحجم، ثمَّ تمَّ بعد ذلك قصُّ تيجان الاسنان عند الملتقى المينائي الملاطي ثم تقسيم الأسنان إلى ثلاث مجموعات وفق التالي:

المجموعة الأولى:10 ضواحك سفلية عولجت لبياً وتمَّ فيها الإرواء باستخدام هيبوكلوريد الصوديوم.

المجموعة الثانية:10 ضواحك سفلية عولجت لبياً وتمّ فيها الإرواء باستخدام محلول الفضة النانوية.

المجموعة الثالثة:10 ضواحك سفلية عولجت لبياً وتمَّ فيها الإرواء باستخدام محلول الكيتوزان النانوي.

ثمّ حضِّرت مساكن الأوتاد وتمَّ الإرواء النهائي قبل تطبيق أوتاد everstick باستخدام محلول هيبوكلوريد الصوديوم في المجموعة الأولى، ومحلول الفضة النانوية في المجموعة الثانية، ومحلول الكيتوزان النانوي في المجموعة الثالثة.

وبعدها طبقت أوتاد everstick حسب توصيات الشركة المصنعة، وقِيست قوة الارتباط باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية (Testometric) عن طريق اختبار الدفع وأجريت الاختبارات الإحصائية عن طريق برنامج spss الإصدار 25.

النتائج:أظهرت نتائج البحث أن الفرق في قوة الارتباط في المجموعة الأولى أقل منها في المجموعتين الثانية والثالثة وبدرجة دالّة إحصائياً $P<0.05$ في حين لم يظهر أي فرق هام إحصائيا بين المجموعة الثانية والثالثة من حيث قوة ارتباط وتد everstick،على الرغم من أن قيمة قوة ارتباط وتدeverstick كانت أعلى في المجموعة الثالثة.

الاستنتاجات: نستنتج أن استخدام محاليل الجزيئات النانوية (الفضة – الكيتوزان) أظهر تفوقاً في قوة ارتباط أوتاد everstick منها عند استخدام محلول هيبوكلوريد الصوديوم، في حين لم يكن هذا الفرق هاماً إحصائيا بين مجموعتي الكيتوزان والفضة النانوية.

الكلِمات المفتاحية: قوة الارتباط، أوتاد everstick، هيبوكلوريد الصوديوم، جُزيئات الفضة النانوية، جُزيئات الكيتوزان النانوية.

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

* **أستاذ مساعد - كلية طب الأسنان –جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

** **طالبة ماجستير - كلية طب الأسنان –جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مقدمة

كان الحِفاظ على حيوية الأسنان وما زالَ من أهم الأهداف الرئيسية في مُداوة الأسنان، إلا أنَهُ وفي بعض الحالات نكون بِحاجة لِإجراء مُعالجة لُبية للسن مثل: حالات النخر النافِذة للُب، أو عندما يكون السن مُرَمماً سابِقاً وبِحاجة لإعادة الترميم بسبب كسر أو نكس نَخُر، أو عندما يكون السن متموِتاً لِسَبب رَضّي، وهُنا تكون المُعالجة اللُبية ضرورية ليستعيد السن وظيفتهُ ضمن القوس السنيّة.

ولا شَكَ بِأن إجراءات المُعالجة اللُبية بما فيها من تأمين المدخل الجيد للأدوات وتحضير الأقنية والإرواء تؤدي لِإضعاف السن الذي فَقَدَ مُسبقاً جَزءاً من نُسُجِهِ، وهُنا نجد أن السن الذي تلقى المُعالجة اللُبية أصبَحَ يتطلب اعتباراتٍ خاصة عند التخطيط للترميم النهائي بِشَكلٍ يضمن لَهُ البقاء والمُقاومة وأداء الوظيفة لِمُدة طويله، وهذا يُعتبر تحدياً كبيراً أدى إلى تطور العديد من المواد والتِقنيات الترميمية من أجل تحقيق هذه الغاية.

ولِسنواتٍ عديدة كانَ الخيار المُفَضل لترميم الأسنان المعالَجة لُبيّاً هو القلب والوَتَد المُصنع خصيصاً، ولكن نظراً لعيوبِهِ المُختلِفة التي تتضمن الزيارات المُتَعدِدة والإجراءات المخبرية واختلاطات أُخرى مثل: انكسار الجذور وخطر الاهتراء تحولت التِقنيات إلى نِظام الأوتاد الجاهِزة مُسبقة الصُنع المتوفرة في الأسواق اليوم، والتي هي عبارة عن ألياف مقواه بالراتِنج تكون إما ألياف زُجاجية أو ألياف كوارتزز أو ألياف كربونية في قالب بولميري. [1]

وبِمُقارنة الأوتاد الصَلبة المَعدنية أو الخَزَفية مع أوتاد الألياف نَجد أن أوتاد الألياف لديها سلوك ميكانيكي حيوي أفضل، وخصائِصُها الفيزيائية أقرب للعاج الطبيعي [2] ، ولكن لِنظام الأوتاد هذهِ أيضاً بعض السلبيات كالحاجة لإزالة العاج بشكل مُفرط أثناء تحضير مَسكن الوَتَد، خطر الانثقاب، وعدم القُدرة على استعادة الشكل بعد التَصَلُب.

وللتغلب على هذه الصُعوبات تم إدخال أوتاد everstick [3]، والتي هي عِبارة عن ألياف مَرِنة مُشَرَبة بالراتِنج وغير مُعالجة ضوئياً، وتتألف من قالب راتنجي يحتوي شبكة مُتداخِلة من البولمير، ولها حُزمة ألياف أُحادية تكون بِأقطار(1.5 – 1.2–0.9) مم.

ميزة هذهِ التقنية كُونها أوتاداً تتكيف مع الشكل التشريحي للقناة الجذرية، ولها قوة إنحناء عالية حتى بعد تَصَلُبِها، ويُمكن إعادة تنشيط أليافها بعد البلمرة بِحيث تُعطي الشكل المطلوب للقلب إضافةً لِذلكَ، فَإنَّ هذهِ الأوتاد تُقَدم دعماً أعظمياً لِبُنية التاج عن طريق مِلء كامل القناة الجذرية بالألياف.

تُظهر هذهِ الأوتاد بَعدَ تَصَلُبِها قوة شَد عالية وُمُعامل مُرونة مُشابه لِمرونة العاج وهذا ما يسمح بتوزيع القِوى الاطباقية على كامل بُنية الجَذُر، وتُسَمى أيضاً أوتاد everstick Post بالألياف الزُجاجية الكَهربائية إذ أن تركيبها الكيميائي يَجعل مِنها عازِلاً كَهربائياً مُمتازاً، حيثُ تُصنع من خَليطة من أكاسيد السيلكا، الكالسيوم، البورون، الألمنيوم وأكاسيد فلزات قلوية أُخرى.[4]

تتكيف ألياف everstickمع شكل القناة الجذرية مما يمنع خطر انثقاب السن أثناء تحضير مَسكَن الوَتَد، وعلاوةً على ذلك يُمكن استخدامها في الأقنية المُنحنية، ولها قوة انحناء عالية حتى بعدَ تصليبها، [5]

ولكن بالرُغم من الميزات التي قَدَمتها هذهِ الأوتاد إلا أن فقد الارتباط بقيَّ أحد أكثر الاختلاطات الشائِعة، وتُشير الأدلة إلى أن قوة الارتباط بِجدار القناة الجَذرية يعتمد على عدة عوامل من أهمها نوع وتركيز محلول الإرواء المُستخدم [6]. وفي سياق المُعالجة اللُبية استُخدِمَت مواد كيميائية عَديدة كَسوائل إرواء من أجل التخضير الميكانيكي والكيميائي للأقنية الجذرية بِهَدَف التطهير وتحليل النُسج اللُبية وإزالة طَبقة اللُطاخة. وكان من أكثَرِها شيوعاً هيبوكلوريد الصوديوم لِما لَهُ

من خواص مُضادة للبكتريا واسعة الطيف، وقُدرَتِهِ على تحليل بقايا النُسج المتموِتةُ[7] . ولكن من المعروف أن هيبوكلوريد الصوديوم مُخرش للنُسج حول السنية، ولا يُمكِنَهُ إزالة طبقة اللُطاخة من تلقاء نَفسِهِ كونَهُ يُحلل المواد العضوية فَقَط [8].

ونظراً لِسلبيات سوائل الإرواء التقليدية تم العمل على تطوير سوائل إرواء جديدة بإدخال الجُزيئات النانوية التي أظهرت خواصاً واعِدة بِتقليل تكون الأغشية الحيوية للجراثيم وتعزيز إعادة التَمَعدُن في البُنى السنية، بالإضافة لِمواجهة الكائِنات الدَقيقة المُرتبطة بالنخور والإمراضية اللُبية [9] .

تقنية النّانو Nanotechnology:

للجُزيئات النانوية تاريخ طويل مُرتَبط بالعلم الحديث [10] ، وتم شرح مفهوم تكنلوجيا النانو لأول مرة من قبل الدكتور ريتشارد فانيمان في عام 1959، وتم صياغة مُصطلح "طب الأسنان النانوي" من قبل الدكتور فرتياس جونيور عام 2000.

وفقاً لِتوصيات المفوضية الأوروبية يتم تعريف "المادة النانوية" على أنها مادة طبيعية أو مُصَنَعة تحتوي على جُزيئات قد تكون في الحالة الحُرة غير مُرتَبِطة، أو مُجتَمِعة أو مُتَكَتِلة ويتوزع 50% أو أكثر من أبعاد هذه الجُزيئات في نِطاق 1 ـ 100 نانومتر.

وقد أدت المساعي المُبتَكَرة مُنذُ ذلك الحين إلى دمج تكنولوجيا النانو في عدد لا يُحصى من مجالات طب الأسنان السريري، مثل: المواد الترميمية، مواد التعويضات، مُعالجة النُسج حول السنية، تجديد الأنسجة الموجهة، التعديلات على أسطح الزرعات، والمُداوة اللُبية.[12][11]

وعلى وجه الخصوص نالَ استخدام الجُزيئات النانوية في المداوة اللُبية اهتماماً كبيراً بسبب خصائِصِهِ المُميزة، إذ تمتلك الجُزيئات النانوية العديد من الخصائص التي قد تُعزز علاج الالتهابات اللُبية، مثل: النشاط المُضاد للبكتيريا المُتزايد، زيادة التفاعُل والقُدرة على العمل مع المُركبات التفاعُلية الأُخرى، التطهير الفعال وختم القناة الجذرية وهي السِمات المُميزة لِلعِلاج اللُبي الناجح.[13]

تأتي أهمية الجُسيمات النانوية من حجمها الصغير جدا، ونسبة مساحة السطح للحجم الكبيرة، وارتفاع طاقتها السطحية، وهذا ما يؤدي لاختلافها بالخصائص الفيزيائية والكيمائية physics–chemical عن المادة السائبة الأصلية. [14]

هذه الخصائص إضافة لشكل السطح، والبُنية البلورية والخشونة هي عناصر مُهمة تُنظم تفاعُلات الجُسيمات النانوية مع الخلايا الجرثومية.[15]

وهذه المُركبات مُناسِبة من حيث التكلُفة والثبات الكبير، حيث يُمكن لِبعضها تحمل الظروف القاسية مثل ارتفاع درجة الحرارة أثناء التعقيم أو يمكن تعقيمها بأشعة غاما أو المعالجة بالبلازما دون أن تفقد خصائصها .[16]

تمتلك العديد من الجُزيئات النانوية آليات عمل مُشتَرَكة مُضادة للميكروبات، إذ يُمكن لِهذهِ الجُزيئات اختراق الأغشية الحيوية، التفاعُل مع جُدران الخلايا البكتيرية، مما يؤدي إلى تلف غِشاء الخلية، وزيادة نفوذيَتِها، وتوليد أنواع الأُكسجين التفاعلية، والتداخُل مع الوظائف الخلوية، وتدمير البروتينات وتلف الحمض النووي، ما يؤدي في النهاية إلى موت الخلايا البكتيرية.[17]

علاوةً على ذلك، يُمكن للجُزيئات النانوية المُضادة للبكتيريا أن ترتشح بشكل أفضل عبر الأغشية الحيوية وقد تكون فعالة بِجُرعاتٍ أصغر مما يُساعد في التخفيف من الاستخدام المُتزايد للصادات الحيوية.[18]

استخدم في هذه الدراسة نوعين من الجزيئات النانوية:

اصطناعية: الكيتوزان، **وطبيعية:** الفضة

جزيئات الفضة النانوية:

من بين الجُزئيات النانوية المعدنية، برزت جُزيئات الفضة النانوية AgNps في البحث العلمي لِما قَدَمَتهُ من خصائص مُضادة للأحياء الدقيقة، ونشاط مُضاد للبكتيريا والفطريات والفيروسات[19]

- **تصنيع جُزيئات الفضة النانوية:**

يتم تصنيع جُزيئات الفضة النانوية AgNps باستخدام مواد سَلَفيَّة (غالِباً طليعة نترات الفضة) وهيَ عِبارة عن عامل اختزال يحول أيونات الفضة من Ag^{+1}إلى Ag^{0}، ويضمن بِذلك استقرار الجُزيئات النانوية ويمنعها من التَنَوّي والتَجَمُع، ونظراً لِكون الجُزيئات النانوية المعدنية ذات طاقة سطحية عالية لِذلِك وفي طب الأسنان الطريقة الأكثر شيوعاً لِتصنيع هذه الجُزيئات هيَ الكيميائية، إذ يعتمد تصنيعAgNps على الاختزال الكيميائي من Ag^{+1}إلى Ag^{0}.

يُمكن تصنيع جُزيئات الفضة النانوية إما كيميائياً، فيزيائياً أو بيولوجياً، وفي طب الأسنان الطريقة الأكثر شيوعاً لِتصنيع هذه الجُزيئات هيَ الكيميائية إذ يعتمد تصنيعAgNps على الاختزال الكيميائي من Ag^{+1}إلى Ag^{0}

ترتبط آلية عمل جُزيئات الفضة النانوية AgNps بِشكل رئيسي بِتحريرِها أيون الفضة السالِب ، ويُؤثر حجم وتركيب وشكل الجُزيئات أيضاً على آلية عملها [20]

إحدى أهم آليات عمل AgNps المضادة للبكتريا تتمثل في تحريض إنتاج أنواع الأُكسجين التفاعُلية (ROS) والجذور الحُرة المسؤولة عن تدمير الأنسجة وإلحاق الضرر بالغِشاء وجُدران الخلايا وتتداخل أيضاً مع السلسلة التنفسية وتستنفذ مستويات ATP داخل الخلايا وتُحطم الأحماض النووية.[20]

يَحدُث النشاط البيولوجي لِجُزيئات الفضة النانوية كما هو الحال في المُنتجات الأُخرى الحاوية على الفضة من خلال الإطلاق التدريجي لِأيون الفضة الناتج عن تفاعُلات الأكسدة والاختزال بِوجود الماء بالإضافة لِذلك يرتبط التأثير المُتبادل للبكتريا والفطريات بِحجم الجُزيئات النانوية وشكلها حيث أن الجُزيئات ذات الحجم الأصغر من 10 نانومتر نشاط مُضاد للبكتريا. [21] .

- **تطبيقات جُزيئات الفضة في المداواة اللبية:**

إن الهدف من المُعالجة اللُبية هو المُحافظة على نتائج طويلة الأمد للعلاج المُضاد للبكتيريا في جُدران القناة الجذرية ويتوافق هيبوكلوريد الصوديوم مع مُهمة المُعالجة المُضادة للبكتيريا في القناة الجذرية واستخدام المُطهِرات الأُخرى _ كلورهيكسيدين _ MTAD وغيرها، تهدُف للتأثير على البكتيريا الدقيقة التي لا تتأثر بِهيبوكلوريد الصوديوم، ولكن فعالية العوامل المُضادة للبكتيريا التقليدية بِشَكلٍ عام تكون قصير الأمد، ولِذلِكَ إن استخدام عقار قادر على الحِفاظ على هذه الخاصية لفترة طويلة في القناة الجذرية سيضمن نجاح المُعالجة اللُبية بِنسبة 100%.[22]

في هذا السياق ظهرت الفضة كَعامل آمن، غير سام ومُضاد للبكتيريا طويل الأمد وبِإمكانِهِ قتل نحو 650 نوع من الكائِنات الحية الدقيقة.[23]

يوجد حالياً في الأسواق عدة أنواع من المحاليل الحاوية على جُزيئات الفضة النانوية التي تُستخدم في المُعالجات اللُبية، وفي الآونة الأخيرة تم تطوير محلول جديد من جُزيئات الفضة النانوية عديم اللون والرائِحة باستخدام التِقنيات الحيوية النانوية المُتَقَدِمة يتكون من الفضة وثنائي بيروكسيد الصوديوم (مُثَبت) وثُنائي التقطير. تم تحضير المحلول بِتركيزين 1000–10000 جُزء بالمليون من جُسيمات بِحجم 1–2 نانومتر، ويمتلك هذا المحلول نشاط فعال مُبيد للجراثيم

ومُرتفع ضد الجراثيم إيجابية وسالبة الغرام بِما في ذلك عُصية السل ولَهُ أيضاً نشاط مُضاد للفيروسات ضد شلل الأطفال، والتهاب الكبد A، وعدوى فيروس المناعة المُكتسَب، كما لهُ فعالية ضد العُصيات (داء السلمونيلا، الليستيريا و الزائِفة الزنجارية.[24]

وفي الأدب الطبي توجد دراسات عديدة درست أهمية وتأثير جزيئات الفضة النانوية عند استخدامها كمحلول إرواء أثناء المعالجة اللبية:

- أظهَرَ تقييم محلول جُزيئات الفضة النانوي بِحَجم جُزيئات 1−2 نانومتر في دِراسة Razunova وزُملائِهِ قُدرة عالية على إشباع طبقة اللُطاخة وتأثير واضح مُضاد للجراثيم ضد العُقديات البُرازية واقترحوا استخدام مُركبات الفضة للإرواء النهائي للقناة الجذرية[22].
- أثبَتَ Jowkar وزُمَلاؤُهُ أن الإرواء بالـ AgNps يؤثر على الخصائص الفيزيائية والهيكلية لِعاج الجَذُر وقد أدى استخدام محلول AgNps في الإرواء النِهائي إلى مُضاعَفة مقاومة الكَسُر في الأسنان المُعالجة لُبياً مُقارَنةً بالإرواء Naocl.[25]
- وَجَدَ Farshad وآخرون أن الإرواء بِمحلول AgNps المُعتمد على ايميدازوليوم (عامل استقرار) يزيد من خشونة العاج، مما قد يكون لَهُ تأثير على التصاق المواد الترميمية والحاشية إلى جُدران القناة الجذرية [26].
- بينما وَجَدَ Suzuki وَزُمَلاؤهُ أن محاليل الإرواء المُعتَمِدة على AgNps لم تتداخل بِشكلٍ سلبي مع صلابة ومرونة العاج، ولا مع قوة ارتباط أوتاد الألياف الزُجاجية. [27]
- أفادَت دراسة Halkai وآخرون أن محاليل إرواء AgNps المُرَكبة بيولوجيا لها نشاط مُضاد للبكتيريا ضد العُقدية البُرازية مُماثل لِنشاط الأمبيسيلين والكلوروهيكسيدين بِتركيز 2%.[28]
- تمت دِراسة التوافق الحيوي لِإرواء القناة الجذرية بالاعتماد على ايميدزوليوم مع سائل أيوني مُغلف بِمحلول جُزيئات الفضة النانوية من قِبل Nabavizadeh وآخرون وخلَصَ الباحثون إلى أن AgNps هيَّ عامل متوافق حيوياً مع الأنسجة مُقارنةً بِهيبوكلوريد الصوديوم والكلورهيكسيدين[29]
- قامَ Rodrigues وآخرون بِتقييم التأثير المُضاد للميكروبات لِمادة حاوية على جُزيئات الفضة النانوية مُقارَنةً بِمحلولي هيبوكلوريد الصوديوم والكلورهيكسيدين ضد الأغشية الحيوية للعُقديات البُرازية، أُجريت الدِراسة على أسنان الأبقار وخَلَصَ الباحِثون إلى أن الإرواء بـ AgNps كانَّ فعالاً بِشكلٍ أكبر مُقارنةً بِالمحاليل السابِقة.[30]
- قامَ Gonzalez−Lona وآخرون بِتقييم مُعالجة القناة الجذرية بِمحلول جُزيئات الفضة النانوية وبِحجم جُزيئات 10 نانومتر، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الجُزيئات النانوية التي يبلغ حجمُها 10 نانومتر كانت فعالة في القضاء على المكورات المِعَويَّة ولم يكن هناك أي فرق في الإرواء بينها وبين محلول هيبوكلوريد الصوديوم 5.25%، بالإضافة لِذلك كان لِجُزيئات الفضة النانوية قُدرة جيدة على إزالة طبقة اللُطاخة، وخَلَصَ المُؤلفون إلى أنَّ AgNps قد تكون خياراً جيداً لإزالة المكورات المعوية البُرازية من الأقنية الجذرية[31].

جُزيئات الكيتوزان النانوية (CNPs):

الكيتين: واحد من أهم المواد الحيويّة الطبيعية التي لها العديد من التطبيقات الطبيّة الحيويّة، وهو ثاني أكبر البولميرات الطبيعية وفرة على وجه الأرض

−يتم استخراج الكيتين عادة من القشريات البحرية ذات الوزن الجزيئي العالي، ويتألف من 1←4 وحدات مرتبطة من N−acetyl−D−glucosamine [32]

للكيتين العديد من الخصائص المميزة إلا أن له تطبيقات محدودة بسبب كرهه للماء ولذلك توجهت الأنظار إلى الكيتوزان، وهو المشتق الأساسي الذي يتم الحصول عليه من إزالة الأستيلات من الكيتين[33].

الكيتوزان هو بوليمير حيوي طبيعي مُستخلص من نزع زُمرة الأستيل من الكيتين. تمتلك المواد الحيوية للكيتوزان خواصاً فريدة، مثل: التوافق الحيوي، قابلية التَحَلُل، عدم السُمية، الالتصاق بالمُخاطية ونِطاق واسع من النشاط المُضاد للبكتيريا والفطريات، إضافةً لِذلك فَإن الكيتوزان هو عديد السكاريد الكيتوني الوحيد في الطبيعة الذي يُمكن تعديلَهُ كيميائياً بِناءً على الوظيفة والتطبيق المطلوب، وقد أثارت هذه الخصائص المُميزة للكيتوزان ومُشتقاتِهِ اهتِماماً واسِعاً في مجال الصِناعات الصيدلانية والطب الحيوي.

ويتكون من:

β−(1 → 4)−2acetamido−2−deoxy−b−D−glucan (n−acetyl D−glucosamine) and β (1 → 4)−2−amino−2−deoxy−b−D−glucan (D−Glucosamine)

مُمكن أن تَتَحلَل هذه البولميرات الحيوية أنزيمياً إلى أشكال أبسط غير سامة أو ملوِثة للبيئة وأيضا بِناءً على مجال الاستخدام، يُمكن تعديلُها عن طريق الإجراءات الكيميائية أو الأنزيمية إلى مُشتقات مُتَنوِعة وأشكال مُختلفة، مثل: المواد الهُلامية، الجُسيمات النانوية الدقيقة، والألياف والإسفنج، نظراً لِتكوين الكيتوزان المُميز ووظائِفِهِ المُتَعَدِدة يُمكن أن يدخل في تكوين وتصنيع مواد طب الأسنان المُختَلِفة [34].

تعتمد الخصائص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للكيتوزان مثل: مدى الوزن الجُزيئي، اللزوجة، الذوبان والتَحَلُل البيولوجي على درجة إزالة الأستيلات، ولِهذا فَإنَّ إجراء إزالة الأستيلات يجب أن يكون متوافِقاً مع الخصائص المرغوبة للكيتوزان. [33]

➢ تطبيقات الكيتوزان في المداواة اللبية:

إن الهدف الأساسي للمُعالجات اللُبية هو القضاء أو تقليل الحِمل الجرثومي داخل القناة الجذرية.

و في هذا الصَدد تم تطوير وتقييم العديد من مواد الإرواء والمواد العِلاجية داخل القنيوية ضد الأغشية الحيوية, ومن بينها محاليل الكيتوزان النانوي :

➢ تم إثبات فعالية جُزيئات الكيتوزان النانوية ضد عدوى العُقديات الطافِرة، العُقدية البُرازية و المُبيضات البيض[35] وتم الإبلاغ أيضاً عن نتائج مُشابِهة فيما يتعلق بِتطبيق جُزيئات الكيتوزان النانوية في قناة الجَذُر المُلوثة بالعُقديات البُرازية[36] ، علاوةً على ذلك تَبيَّنَ أنَّ دمج جُزيئات الكيتوزان النانوية في معاجين هيدروكسيد الكالسيوم كَمادة دوائية، وفي مواد حشو الأقنية الجذرية ذو فائِدة هامة[37]

➢ أظهرت العديد من الدِراسات قُدرة الكيتوزان على العمل كَعامل اختلاب واحتمالية تحسينِهِ من ترطيب العاج[38] .

➢ أثبتت دِراسة Kishen وزُملائِهِ أنَّ لِجُزيئات الكيتوزان النانوية القُدرة على تثبيت كولاجين العاج من خلال مُقاوَمَتِها تدهور الكولاجيناز من قبل البكتيريا [39][40].

➢ في دِراسة Pankaj وآخرون لِتقييم فعالية الكيتوزان المُضادة للجراثيم وكَسائِل إرواء ضد المكورات المِعَوية وجدت الدِراسة أنَّ الحد الأدنى من تركيز الكيتوزان المُثبط لِنمو المكورات المعوية هوَ 4.5 mg/ml وكانَ النشاط المُضاد للبكتيريا لِمجموعة الكيتوزان على قَدم المُساواة مع هيبوكلوريد الصوديوم 3%، وَوجدت الدِراسة أيضاً أنَّ الكيتوزان لم يظهر أي نوع من السُمية الخُلوية عند تركيز 3 mg/ml، وأظهَرَ 10% سُمية خُلوية عند تركيز 6 mg/ml بينما

أظهَرَ هيبوكلوريد الصوديوم 72% سُمية خُلوية عند تركيز 10% وبِناءً على نتائج الدِراسة خَلَصوا إلى أنهُ يُمكن اعتبار الكيتوزان بديلاً لِإرواء القناة الجذرية عن هيبوكلوريد الصوديوم [41]

➢ وِفقاً لِنتائج دِراسة Sunny لِمُقارنة تأثير ثلاثة عوامل خالِبة (كيتوزان، 17% EDTA، سيترك أسيد 1%) على قوة الدفع، فقد أظهَرَ الإرواء بِـ 0.2% كيتوزان أنَّ لَهُ أفضل النتائج مُقارنةً مع محاليل الإرواء السابِقة، تليهِ سيترك أسيد 1% بينما أقل قوة للرابِطة كانت عند استخدام 17% EDTA كسائل إرواء نِهائي[42]

طرائق البحث ومواده

مكان الدِراسة:

أجريت هذهِ الدِراسة المخبرية في قسم مُداواة الأسنان في كلية طب الأسنان في جامعة تشرين بالتعاون مع مركز الدراسات والبحوث الصناعية في دمشق.

نوع الدِراسة:

دِراسة مخبرية An Invitro Study

عينـة الدِراسة:

شَمَلت عينة الدِراسة 30 ضاحِكاً سُفلياً (مقلوعاً–وحيد القناة)، حُفِظَت في ماء مُقَطر وفي درجة حرارة الغُرفة.

معايير الإدخال في الدِراسة:

- ضواحك سُفلية وحيدة القناة مُستقيمة الجَذُر.
- غياب الامتصاص الداخلي (يتم التأكُد من خِلال الصور) والخارِجي.
- غياب النخور الجذرية.
- عدم وجود تَصَدُعات في الجذُر.
- طول الجَذُر أكبر من 10مم (بحيث تكون الأسنان مُتقارِبة في الحجم والشكل).
- أن تكون الأسنان سليمة، مُكتَمِلة الدروة، وغير خاضِعة لِمعالجة لُبية أو ترميمية سابِقة.

معايير الاستبعاد من الدِراسة:

- وجود كسور أو تَصَدُعات أو نخور جذرية في الأسنان.
- جذور الأسنان غير مُكتملة الذروة.
- وجود إنحناءات كبيرة في جذور الأسنان.
- وجود ترميمات أو حشوات سابِقة في الأسنان.
- وجود مُعالجة لُبية سابِقة في الأسنان.
- وجود امتصاص داخلي أو خارجي في الأسنان.

طريقة العمل :

1)بدايةً تم حفظ الأسنان في الماء المقطر لحين اكتمال العينة.

2)في المرحلة التالية تم تنظيف السطوح الخارجية للأسنان من النُسُج الرخوة والقَلَح.

3)إزالة التاج بِقُرُص ماسي محمول على قبضة مُستَقيمة مع التبريد المُستمر، أسفل المُلتقى الميناءي الملاطي بحيث يكون طول الجذر المتبقي 10mm (لتوحيد طول الوتد)

4)دمج العينات في راتنج إكليريلي ذاتي التَصَلُب (قواعد اسطوانية الشكل) تتناسَب مع الذِراع الحامل في جِهاز الاختبارات الميكانيكية المُستَخدَم.

5)قياس الطول العامل بِمبرد K File قياس 10 لِكُل سن على حِدى.

6)التجفيف بالأقماع الورقية بعد الإرواء النِهائي

7)تم اجراء تحضير الأقنية مع الغسل بين كُل أداة وأُخرى بِسائل الإرواء المُحدد باستخدام نِظام تحضير آلي ProTaper NiTi حيث قسِّمَت العينة إلى ثلاث مجموعات:

- المجموعة الأولى: 10 ضواحك عُولِجَت لُبياً وتم الإرواء بـ هيبوكلوريد الصوديوم 5.25%.
- المجموعة الثانية: 10 ضواحك عُولِجَت لُبياً وتم الإرواء بـ محلول AgNps.
- المجموعة الثالِثة: 10 ضواحك عُولِجَت لُبياً وتم الإرواء بـ محلول الكيتوزان Chitosan Nps.

8)التجفيف بالأقماع الورقية بعد الإرواء النِهائي

9الحشو باستخدام أُكسيد الزنك والأُوجينول كَمادة حاشية مع أقماع الكوتابيركا.

10)تحضير القناة لاستقبال الوتد:

- إزالة تُلُثي المادة الحاشية من الأقنية الجذرية باستخدام سنابل Peso #2 دون التوسيع الزائد للقناة.
- التجفيف بالأقماع الورقية..
- قياس طول قناة الوتَد بِـ K File 20
- تقدير الطول الكُلي للوَتَد.
- أُخِذَ وتد الـ everstick ذو قُطر 0.9مم من الـKit .
- قَطَعنا طول الوتد المطلوب من شريط السيليكون باستخدام مِقص.
- نُقِلَ الوتد إلى القناة باستخدام مِلقط.
- تَمَّ فحص مُلاءمة الوَتَد للطول المُحَدد.
- تَمَّ إدخال موَسِعة لِمَعرِفة إذا ما كانَ هُناكَ مساحة إضافية.
- تَمَّ إخراج وتد الـ everstick ونُصَلِبُهُ لِـ10 ثوانٍ.
- تم مِلء القناة بِـ Resin Stick ثم أُدخِلَ الوتد بقوة ضغط الإصبع.
- صُلِبَ لِمُدة 40 ثانية

11)وفي النهاية تم اجراء اختبار الدفع على العينات باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية العام Testometricفي مركز الدراسات والبحوث الصناعية في دمشق .

النتائج والمناقشة

النتائج Results:

بعد جمع البيانات التي تم الحصول عليها من جهاز الاختبارات الميكانيكية، تم تلخيص البيانات ومن ثم تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامج spss v.25

1.1 التحليل الوصفي للعينة:

Descriptive Statistics					
العينة	frequency	المتوسط Mean	Std. Deviation الانحراف المعياري	Minimum القيمة الصغرى	Maximum القيمة الكبرى
المجموعة الأولى الإرواء ب هيبوكلوريد الصوديوم Naocl	10	135.6000	35.06565	89.7	207.00
المجموعة الثانية الإرواء بمحلول جزيئات الفضة النانوية AgNps	10	184.8000	63.83103	98.00	297.9
المجموعة الثالثة الإرواء بمحلول الكيتوزان النانوي Chitosan Nps	10	212.0000	63.67103	110.00	274.00

يوضح الجدول التحليل الوصفي لقيم كل من المجموعات الثلاث حيث حققت المجموعة الثالثة النسبة الأعلى فكانت قيمة المتوسط الحسابي هي (212.0000)، وتليها المجموعة الثانية حيث كانت قيمة المتوسط الحسابي (184.8000)، وأخيراً كانت المجموعة الأولى حيث بلغت قيمة المتوسط الحسابي (135.6000).

وكانت القيمة العظمى ضمن جميع مجموعات العينة من المجموعة الثانية ، حيث بلغت قيمتها (297.9)، في حين كانت القيمة الصغرى ضمن جميع مجموعات العينة من المجموعة الأولى، حيث بلغت قيمتها (89.7).

تم استخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية25 .SPSS V، وذلك للقيام بعملية التحليل وتحقيق الأهداف الموضوعة في إطار هذه الدراسة، حيث تم اعتماد مستوى دلالة (5%) الذي يُعد مستوىً مقبولاً في مجال العلوم الاجتماعية بصفة عامة ويقابله مستوى ثقة يساوي. (95%) استُخدمَت الاختبارات الإحصائية التالية:

- اختبار التوزع الطبيعي لكولموغوروف–سميرنوف Kolmogorov–Smirnov Test of Normality.
- اختبار تجانس التباين لليفين Levene's Test of Equality.
- اختبار (ANOVA–one way):

اختبار التوزع الطبيعي للبيانات Kolmogorov–Smirnov Test of Normality:

تم إجراء اختبار (Kolmogorov–Smirnov) لتحري التوزيع الطبيعي للبيانات التي تم الحصول عليها من العينات الثلاث، ويوضح الجدول رقم (3) نتائج اختبار (Kolmogorov–Smirnov).

الجدول 1: اختبار التوزيع الطبيعي One–Sample Kolmogorov–Smirnov Test

العينة	العدد	قيمة الاختبار Kolmogorov–Smirnov[a]	قيمة $p-value$	قيمة الاختبار Shapiro–Wilk	قيمة $p-value$
الإرواء ب هيبوكلوريد الصوديومNaocl	10	0.205	0.07	.8690	.0960
الإرواء بمحلول جزيئات الفضة النانويةAg Nps	10	0.179	0.08	.9170	.3340
الإرواء بمحلول الكيتوزان النانويChitosan Nps	10	0.205	0.20	.9220	.3770

نلاحظ من الجدول السابق أن قيمة (P>0,05) وذلك بالنسبة لكل العينات، وبالتالي يمكن القول بان هذه العينات تتبع التوزيع الطبيعي المعياري بأغلبيتها، وبناءً على ذلك سيتم تطبيق الاختبارات الإحصائية المعيارية (المعلمية) بهدف تحليل البيانات.

تحليل البيانات:

تم إجراء اختبار تجانس التباين بين المجموعات الثلاث، ثم تم إجراء عملية تحليل البيانات والمقارنة بين النتائج التي قدمتها المجموعات الثلاث بطريقتين، حيث تم أولاً المقارنة بين المجموعات الثلاث باستخدام اختبار (ANOVA–one way) المعياري، ثم تمت المقارنة بين كل المجموعتين على حدا باستخدام اختبار (LSD).

اختبار تجانس التباين بين المجموعات الثلاث Homogeneity of Variance:

الجدول 2: اختبار تجانس التباين Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic قيمة اختبار ليفن	Df درجات الحرية	df2 درجات الحرية	قيمة p – value
المجموعات الثلاث	Based on Mean	162.746	2	5231	.000
	Based on Median	79.032	2	5231	.000
	Based on Median and with adjusted df	79.032	2	4865.724	.000
	Based on trimmed mean	150.766	2	5231	.000

يشير الجدول رقم (4) إلى أن قيمة (P<0,05) وبالتالي هناك وبالتالي فأن التباين بين المجموعات الثلاث غير متساوي أي غير متجانس وهناك فروق في مستوى الأداء في أحد المجموعات غير متساوي مع الأداء في المجموعات الأخرى وبالتالي يمكننا إجراء اختبار ANOVA–one way لمعرفة قيمة التباين بين المجموعات.

المقارنة بين متوسطات قوة ارتباط الأوتاد في المجموعات الثلاث–اختبار (ANOVA–one way):

تم استخدام اختبار (ANOVA–one way) المعياري للمقارنة بين المجموعات الثلاث، وتم إيضاح النتائج في الجدول رقم (5).

الجدول 3: نتائج اختبار ANOVA–one way

ANOVA					
العينة	العددN	± Mean المتوسط الحسابي الانحراف المعياري Std. Deviation	قيمة F الجدولية	قيمة p – value	
الإرواء ب هيبوكلوريد الصوديوم Naocl	10	±.60135 35.06	6.256	.0060	
الإرواء بمحلول جزيئات الفضة النانويةAg Nps	10	±184.80 63.83			
الإرواء بمحلول الكيتوزان النانوي Chitosan Nps	10	±212.00 63.67			

نلاحظ من الجدول رقم (5) أن (P>0,05) وبالتالي هناك فرق هام إحصائياً بين اثنتين على الأقل من المجموعات الثلاث من حيث قوة ارتباط الأوتاد مع طرق الإرواء،

المقارنة بين متوسطات قوة ارتباط المجموعتين الأولى والثانية – اختبار (LSD):

تم إجراء المقارنة بين المجموعتين الأولى والثانية باستخدام اختبار (LSD)، وتم إيضاح النتائج في الجدول رقم (6).

الجدول 4: المقارنة بين المجموعتين الأولى والثانية – اختبار (LSD)

LSD				
العينة		متوسط الفرق (العينة الأولى –العينة الثانية)	قيمة p – value	مجال الثقة لفرق المتوسط عند 95%
عينة المجموعة الأولى الإرواء ب هيبوكلوريد الصوديومNaocl	عينة المجموعة الثانية الإرواء بمحلول جزيئات الفضة النانويةAg Nps	-59.20000-*	.025	(-7.9508، -110.4492)

*هناك فرق هام إحصائياً عند (0,05>p)

نلاحظ من الجدول رقم (6) أن قوة ارتباط أوتاد في المجموعة الأولى أقل منها في المجموعة الثانية، وبدرجة دالة إحصائياً، حيث أن (0,05>p

المقارنة بين متوسطات قوة ارتباط المجموعتين الأولى والثالثة – اختبار (LSD):

الجدول 5: المقارنة بين المجموعتين الأولى والثالثة– اختبار (LSD)

LSD				
العينة		متوسط الفرق (العينة الأولى –العينة الثالثة)	قيمة p – $value$	مجال الثقة لفرق المتوسط عند 95%
عينة المجموعة الأولى الإرواء ب هيبوكلوريد الصوديومNaocl	عينة المجموعة الثالثة الإرواء بمحلول الكيتوزان النانويChitosan Nps	-86.40000-*	.002	(-137.6492،-35.1508)

*هناك فرق هام إحصائياً عند (0,05>p)

نلاحظ من الجدول رقم (7) أن قوة ارتباط الأوتاد في المجموعة الأولى أقل منها في المجموعة الثالثة، وبدرجة دالة إحصائياً، حيث أن (0,05>p).

المقارنة بين متوسطات قوة ارتباط المجموعتين الثانية والثالثة – اختبار (LSD):

الجدول 6: المقارنة بين المجموعتين الثانية والثالثة– اختبار (LSD)

LSD				
العينة		متوسط الفرق (العينة الثانية –العينة الثالثة)	قيمة p – value	مجال الثقة لفرق المتوسط عند 95%
عينة المجموعة الثانية الإرواء بمحلول جزيئات الفضة النانويةAg Nps	عينة المجموعة الثالثة الإرواء بمحلول الكيتوزان النانوي Chitosan Nps	-27.20000-	.286	(-78.4492،24.0492)

نلاحظ من الجدول رقم (8) أن (P<0,05)، مما يعني أن اختبار (LSD) لم يظهر أي فرق هام إحصائياً بين المجموعة الثانية والمجموعة الثالثة من حيث قوة ارتباط الوتد ، على الرغم من أن قيمة قوة ارتباط الوتد كانت أعلى في المجموعة الثالثة .

المُناقشة Discussion:

إن الهدف الرئيسي من استخدام نظام الأوتاد هو تأمين دعم وثبات إضافي لمادة القلب والوتد في الأسنان المعالجة لبياً. وعلى الرغم من تنوع المواد التي تصنع منها الأوتاد الجذرية، إلا أن كل منها يتمتع بميزات معينة ويعاني في المقابل من سلبيات معينة، مما يجعل اختيار مادة الوتد المناسب محط جدل بين الباحثين

وقد أولي اختيار نوع الوتد الأمثل الذي يقدم قوة الارتباط الأكبر اهتماما بحثيا كبيرا.

ولأن العديد من الدراسات السريرية أظهرت أن أكثر أنواع الفشل شيوعاً المرتبطة بترميم الأسنان المعالجة لبيا بالأوتاد هي فقد الارتباط . لذلك اخترنا في دراستنا أوتاد everstick التي أثبتت حسب دراسة Ivan تفوقها على أوتاد الألياف مسبقة الصنع بقوة الارتباط.[43]

تم إجراء اختبار الدفع push–outلتقييم مدى قوة الارتباط، وهذا الاختبار يعتبر الاختبار الأكثر موثوقية لقياس قوة ارتباط الوتد إلى العاج المحيط به

إذ أنه يحاكي ما يحدث في الحالة السريري [44] .وأجري هذا الاختبار بعد مرور 24ساعة من الصاق الوتد للسماح باكتمال عملية بلمرة المواد اللاصقة خلال هذه المدة .

اختيرت أسنان العينة من الضواحك السفلية المقلوعة لأسباب تقويمية، نظرا لسهولة الحصول عليها سليمة من النخور والعيوب الأخرى، وبشكل لا يتنافى مع أخلاقيات البحث العلمي، كما أنها اسنان وحيدة الجذر وتمتلك كتلة كافية من النسج السنية تلائم معظم أنظمة الأوتاد الجذرية.[45]

كما أنها من أكثر الأسنان بحاجة للمعالجة بالأوتاد الجذرية سريرياً، حيث أن موقعها يفرض اعتبارات تجميلية خلال تحضيرها لتعويض ثابت، كضرورة تحضير سماكة كافية لتاج خزفي كامل او بكتف خزفي، مما يؤدي إلى إضعاف الحدبة الدهليزيّة، وبالتالي زيادة الحاجة إلى ثبات إضافي من الوتد داخل القناة [46]

تمَّ التّحقُّق في هذه الدراسة من تأثير محلولي جزيئات الفضة النانوية والكيتوزان النانوي على قوة ارتباط أوتاد everstick عند استخدامهما كمحاليل إرواء أثناء إجراءات المعالجة اللبية، وبعد الانتهاء من تحضير مسكن الوتد، ومقارنتهما مع محلول هيبوكلوريد الصوديوم .

أظهرت نتائج الدراسة الحالية انخفاض قوة الارتباط عند استخدام هيبوكلوريد الصوديوم مقارنةً بمحاليل الجُزيئات النانوية وكان الفرق دالاً إحصائياً ويمكن تفسير هذه النتائج بتشكيل هيبوكلوريد الصوديوم لطبقة رقيقة من الأُكسجين على طول سطح العاج مما يتسبب في تثبيط قوي لعملية بلمرة مواد الربط الراتنجية الحاصلة في السطح البيني، كما أنَّ تَشَكُل فُقاعات في السطح البيني عاج–اسمنت راتنجي يتداخل مع تغلغل الراتنج في الأقنية العاجية.[47]

إضافةً إلى ذلك، فإنَّ هيبوكلوريد الصوديوم يُزيل القالب العضوي للعاج مما يؤدي إلى تحلل ألياف الكولاجين ويُعيق بذلك تشكل طبقة هجينة مُتماسِكة، وبالتالي فَإنَّ هذا يُقلل من الترابط بين الراتنج اللاصق والعاج.[48]

تتفق هذهِ النتائج مع دراسة Fahad Alkhudhairy وباحثين آخرين في أنَّ هيبوكلوريد الصوديوم لهُ تأثير سلبي على قوة ارتباط أوتاد الألياف المُلصقة بإسمنت ذاتي الإلصاق مع العاج الجذري.[49] كما تتفق أيضاً مع دراسة Seballos وزملائِهِ[50]

بسبب التناقص الملحوظ في قوة ارتباط أوتاد الألياف التالي لتطبيق محاليل الإرواء الشائِعة مثل هيبوكلوريد الصوديوم أُجريت محاولات عديدة لإيجاد محاليل إرواء بديلة ذات خواص مُضادة للبكتريا [27][48]، وفي هذا السياق تم العمل على تطوير سوائل إرواء جديدة بإدخال الجُزيئات النانوية في المُعالجة اللُبية

وفي هذا السياق تم العمل على تطوير سوائل إرواء جديدة بِإدخال الجُزيئات النانوية في المُعالجة اللُبية ومن أهمها جُزيئات الفضة النانوية التي تُشكل 56% من مجموع الجُسيمات النانوية في أنحاء العالم [51]، وبرزَ استخدامها من بين جميع الجُزيئات المعدنية في تخصصات طب الأسنان كافة وهيَّ مُضاد فيروسي ومُضاد حيوي واسع الطيف، ولها سمية خلوية قليلة وتَقَبُل حيوي جيد خاصةً في التراكيز المُنخَفِضة[52] وأُثبتت قُدرة محلول جزيئات الفضة النانوية على منع تشكل

الغِلاف الحيوي وتقليل التصاق البكتريا، ولِهذا أُقتُرِحَ استخدامُهُ كَمحلول مُضاد حيوي في تحضير الأقنية الجذرية.

أظهرت نتائج الدراسة الحالية تفوق محلول جُزيئات الفضة على هيبوكلوريد الصوديوم إذ زاد من قوة الرابطة حيث كان هناك فرق هام إحصائياً بين المجموعتين وهذا يتفق مع نتائج دراسة Zahra Jowkar التي أظهرت أنَّ محلول جُزيئات الفضة لم يُؤثر سلباً على الارتباط وأَظهَرَ تفوقاً على قوة ارتباط أوتاد الألياف مسبقة الصنع مُقارنةً مع محاليل جُزيئات نانوية أُخرى (زنك و تيتانيوم)، [53]وهذه النتائج تتماشى مع دراسة سابقة لِـ Vious التي أظهرت أنَّ استخدام جُزيئات الفضة كمحلول إرواء قبل إلصاق أوتاد الألياف كانَّ لَهُ قيمة الرابطة الأعلى مُقارنةً بتطبيق محاليل إرواء أخرى تتضمن (ماء مُقطر ، 25% حمض بولي أكريليك ، كلوروهيكسيدين ، 5.25% هيبوكلوريد الصوديوم.[54]

ويُعزى ارتفاع قوة الارتباط بعد استخدام جُزيئات الفضة النانوية إلى خاصيتها المُعتمدة على الماء، حيث أنها تُحدث زيادةً في التوتر السطحي في ركيزة العاج مما يُحسن من تغلغل النظام اللاصق في العاج الجذري المُخَرَش وبالتالي زيادة قوة الارتباط. وكذلك قد يفسر هذا الارتفاع لعملها كمادة خالبة تزيل طبقة اللطاخة مما يحسن الارتباط.

الكيتوزان هو عديد سكارِيد طبيعي، يتم تحضيره عن طريق نزع أستيل الكيتين والذي يتم الحصول عليه من قشور سرطان البحر والروبيان، وللكيتوزان خصائص التوافق الحيوي والتحلل البيولوجي والالتصاق الحيوي ،وتأثيرات مضادة للبكتيريا ضد مجموعة واسعة من البكتيريا إيجابية وسلبية الغرام والفطريات .

بينت نتائج الدراسة أن الكيتوزان لم يؤثر سلبا على قوة الرابطة، وأظهر تفوقا دالاً إحصائيا في قوة الرابطة مقارنة مع هيبوكلوريد الصوديوم ،في حين لم يكن هناك فرق هام إحصائيا مقارنة بمجموعة الفضة على الرغم من أن من قيمة الارتباط الأكبر كانت في مجموعة الكيتوزان.

وقد تعزى هذه النتائج لقدرة الكيتوزان على استعادة التغييرات الحاصلة في الكولاجين ،حيث تؤدي الزيادة في عدد الروابط المتقاطعة بين الجزيئات وداخلها في الكولاجين تعزز من الخواص الميكانيكية، ويزيد من مقاومة كولاجين العاج للتدهور الأنزيمي[55]

كما أن له خواص خالبة لا تسبب تآكل أو تغيرات في العاج الجذري[56] وقدرة المحلول هذه على إزالة طبقة اللطاخة تحسن من تلامس الاسمنت واندخاله ضمن الأقنية العاجية [57]

وتتفق هذه النتائج مع دراسة Agarwal وزملائه التي خلصت إلى أن للكيتوزان تأثير إيجابي على قوة الرابطة وكان له القيمة الأعلى مقارنة بمحاليل خالبة أخرى(سيترك اسيد 1% ،EDTA)[41].

في دراستنا الحاليَّة توجد بعض أوجه القصور، إذ لم يتم تطبيق أية ظروف ميكانيكية أو حرارية (تأثير التغيرات الحرارية، القوى الوظيفية المعقدة والمنخفضة المطبقة في البيئة الفمويّة).

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات Conclusions:

ضمن حدود هذا البحث نستنتج:

1-أن استخدام محاليل الجُزيئات النانوية (الكيتوزان – الفضة) أظهرَ تفوقاً دالاً إحصائياً في قوة ارتباط أوتاد everStick منها عند استخدام محلول هيبوكلوريد الصوديوم، حيث أنَّ ($P>0,05$).

2-لم يظهر أي فرق هام في قوة الارتباط بين مجموعة الكيتوزان النانوي ومجموعة الفضة النانوية على الرغم من أن قيمة الارتباط كانت أعلى في مجموعة الكيتوزان النانوي.

التوصيات والمقترحات Recommendations and suggestions:

في ضوء نتائج الدراسة الحالية نوصي باستخدام محاليل الجُزيئات النانوية (محلول الكيتوزان النانوي ومحلول جُزيئات الفضة النانوية) كَمحاليل إرواء أثناء المُعالجة اللُبية وقبلَ تطبيق الأوتاد بدلاً من محلول هيبوكلوريد الصوديوم).

في ضوء نتائج الدراسة الحالية وحدودِها نقترح:

1-اجراء دراسة مُقارنة لقوة أوتاد الـeverStick باستخدام أحجام جُزيئات مُختَلِفة من الكيتوزان.

2-اجراء دراسة مُقارنة لقوة أوتاد الـ everStick باستخدام أوزان جُزيئية مُختَلِفة من الكيتوزان.

3-اجراء دراسة مُقارنة لقوة أوتاد الـ everStick باستخدام تراكيز مُختَلِفة من محاليل جُزيئات الفضة النانوية والكيتوزان النانوي.

4-اجراء اختبار الدفع بعد مرور فترات زمنية مُختَلِفة لتقييم قوة الارتباط على المدى الطويل.

Reference

1. .AKSORNMUANG, J., FOXTON, R. M., NAKAJIMA, M. & TAGAMI, J. 2004. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. J Dent, 32, 443-50.

2. Lara, H.H.; Garza-Treviño, E.N.; Ixtepan-Turrent, L.; Singh, D.K. Silver nanoparticles are broad-spectrum bactericidal and virucidal compounds. J. Nanobiotechnol. 2011b, 9, e30. [CrossRef.[

3. Chakmakchi M, Rasheed R, Suliman R. In vitro comparative assessment of fracture resistance of roots restored with Everstick fiber reinforced composite post. J Oral Dent Res. 2015;2:43–50 .]Google Scholar] [Ref list[

4. Le Bell AM . Fibre-reinforced composites as root canal posts. MedicaOdontologica Sarja-Ser. D OSA-TOM.2007;p21-38.

5. MANNOCCI, F. & CAVALLI, G. 2008. adhesive restoration of endodontically treated teeth. j endodontics, 20, 59-63-64-65.

6. Wang, Q. Meng, Q. Li, J. Liu, M. Zhou, Z. Jin, K. Zhao, Chitosan derivatives and their application in biomedicine, Int. J. Mol. Sci. 21 (2) (2020) 487.

7. S. Silva, A. Madureira, A. Cardelle-Cobas, F. Tavaria, M. Pintado, A comprehensiv study intotheimpactofachitosanmouthwashuponoralmicroorganism's biofilm formation in vitro, Carbohydr. Polym. 101 (2018) 1081–1086

8. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006a;32:389-98. Crossref

9. Raura, N., Garg, A., Arora, A. et al. Nanoparticle technology and its implications in endodontics: a review. Biomater Res 24, 21 (2020). https://doi.org/10.1186/s40824-020-00198-z
10.Jeevanandam J, Barhoum A, Chan YS, Dufresne A, Danquah MK. Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations. Beilstein J Nanotechnol . .74–1050:(1)9؛2018
11.Yin IX, Zhang J, Zhao IS, Mei ML, Li Q, Chu CH. The antibacterial mechanism of silver nanoparticles and its application in dentistry. Int J Nanomedicine. 2020;15:2555–2562 . doi:10.2147/ IJN.S246764
12.Bapat RA, Chaubal TV, Joshi CP, et al. An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2018;91:881–898 .doi:10.1016/j. msec.2018.05.069
13.Wong J, Zou T, Lee AHC, Zhang C. The Potential Translational Applications of Nanoparticles in Endodontics. Int J Nanomedicine. 2021 Mar 9;16:2087-2106. doi: 10.2147/IJN.S293518. PMID : ؛33727815PMCID: PMC7955783
14.U. Shimanovich and A. Gedanken, 'Nanotechnology solutions to restore antibiotic activity', J . Mater. Chem. B, vol. 4, no. 5, pp. 824–833, 2016, doi: 10.1039/C5TB01527H
15.Wang D, Lin Z, Wang T, Yao Z, Qin M, Zheng S, Lu W. Where does the toxicity of metal oxide nanoparticles come from: the nanoparticles, the ions, or combination of both? J Hazardous Mater. 2016;308:328–34
16. [16]A. L. Vega-Jiménez, A. R. Vázquez-Olmos, E. Acosta-Gío, and M. Antonio Álvarez-Pérez, 'In vitro Antimicrobial Activity Evaluation of Metal Oxide Nanoparticles', in Nanoemulsions - Properties ،Fabrications and Applications, K. Seng Koh and V. Loong Wong, Eds. IntechOpen, 2019. doi/10.5772 :intechopen.84369
17.Bapat RA, Chaubal TV, Joshi CP, et al. An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2019;91:804–771.
18.Bapat RA, Chaubal TV, Joshi CP, et al. An overview of application of silver nanoparticles for biomaterials in dentistry. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2019;91:804–771.
19.Gupta, S.; Jangir, O.P.; Sharma, M. The green synthesis, characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial efficacy of silver and gold nanospheres synthesized using wheat bran. Asian J. Pharm. Clin. Res. 2016, 9, 103–106. [CrossRef[
20.Porenczukl, A.; Grzeczkowicz, A.; Maciejewska, I.; Goła´s, M.; Piskorska, K.; Kolenda, A ؛. Gozdowski, D.; Kope´c-Swoboda, E.; Granicka, L.; Olczak-Kowalczyk, D. An initial evaluation of cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a disinfection liquid containing silver nanoparticles alone and combined with a glass-ionomer cement and dentin bonding systems .Adv. Clin. Exp. Med. 2019, 28, 75–83. [CrossRef] [PubMed[
21.Zarowska, B.; Ko´zlecki, T.; Piegza, M.; Jaros-Ko´zlecka, K.; Robak, M. New Look on Antifungal Activity of Silver Nanoparticles (AgNPs). Pol. J. Microbiol. 2019, 68, 515–525. [CrossRef] [PubMed[
22.Razumova S, Brago A, Serebrov D, Barakat H, Kozlova Y, Howijieh A, Guryeva Z, Enina Y, Troitskiy V. The Application of Nano Silver Argitos as a Final Root Canal Irrigation for the Treatment of Pulpitis and Apical Periodontitis. In Vitro Study. Nanomaterials (Basel). 2022 Jan 13;12(2):248 .doi: 10.3390/nano12020248. PMID: 35055265; PMCID: PMC8781615
23.Jeong, S.H.; Yoe, S.Y.; Yi, S.C. The effect of filler particle size on the antibacterial properties of compounded polymer/silver fibers. Mater. Sci. 2004, 40, 5407. [CrossRef[
24.Frolova, Y.; Kirsh, I.; Beznaeva, O.; Pomogov, D.; Tikhomirov, A. Creation of packaging polymer materials with antimicrobial properties. Appl. Chem. Biotechnol. 2017, 7, 3.
25.Jowkar Z, Hamidi SA, Shafiei F, Ghahramani Y. The effect of silver, zinc oxide, and titanium dioxide nanoparticles used as final irrigation solutions on the fracture resistance of root-filled teeth. Clin Cosmet Investig Dent. 2020;12:141–148. doi:10.2147/ CCIDE.S253251
26.Farshad M, Abbaszadegan A, Ghahramani Y, Jamshidzadeh A. Effect of imidazolium-based silver nanoparticles on root dentin roughness in comparison with three common root canal irrigants .Iran Endod J. 2017;12(1):83–86. doi:10.22037/iej.2017.17

27.Suzuki TYU, Pereira MA, Gomes-Filho JE, Wang L, Assunção WG, Santos PHD. Do irrigation solutions influence the bond interface between glass fiber posts and dentin? Braz Dent J . .116–106:(2)30؛2019doi:10.1590/0103-6440201901963
28.Halkai KR, Halkai R, Mudda JA, Shivanna V, Rathod V. Antibiofilm efficacy of biosynthesized silver nanoparticles against endodontic-periodontal pathogens: an in vitro study. J Conserv Dent . .666–662:(6)21؛2018doi:10.4103/JCD.JCD_203_18
29.Nabavizadeh, M.; Ghahramani, Y.; Abbaszadegan, A.; Jamshidzadeh, A.; Jenabi, P ؛. Makarempour, A. In Vivo Biocompatibility of an Ionic Liquid protected Silver Nanoparticle Solution as Root Canal Irrigant. Iran. Endod. J. 2018, 13, 293–298. [CrossRef] [PubMed[
30.Rodrigues CT, de Andrade FB, de Vasconcelos L, et al. Antibacterial properties of silver nanoparticles as a root canal irrigant against Enterococcus faecalis biofilm and infected dent-inal tubules. Int Endod J. 2018;51(8):901–911. doi:10.1111/ iej.12904
31.González-Luna, P.-I.; Martinez-Castanon, G.-A.; Zavala-Alonso,N.-V.; Patiño-Marin, N.; Niño, N ؛.Martínez, J.M.; Ramírez-González, J.-H. Bactericide Effect of Silver Nanoparticles as a Final Irrigation Agent in Endodontics on Enterococcus faecalis: An Ex Vivo Study. J. Nanomater. ،2016،] .7597295CrossRef[
32.P.S. Bakshia, D. Selvakumara, K. Kadirvelub, N. Kumara, Chitosan as an environment friendly biomaterial–a review on recent modifications and applications, Int. J. Biol. Macromol. 150 (2019 ([.1083–1072
33.Younes, M.Rinaudo, Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications, Mar. Drugs 13 (3) (2015) 1133–1174.
34.Fakhri E, Eslami H, Maroufi P, Pakdel F, Taghizadeh S, Ganbarov K, Yousefi M, Tanomand A، Yousefi B, Mahmoudi S, Kafil HS. Chitosan biomaterials application in dentistry. Int J Biol Macromol. 2020 Nov 1;162:956-974. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.06.211. Epub 2020 Jun 26 . PMID: 32599234.
35.M.I. Elshinawy, L.A. Al-Madboly, W.M. Ghoneim, N.M. El-Deeb, Synergistic effect of newly introduced root canal medicaments; ozonated olive oil and chitosan nanoparticles, against persistent endodontic pathogens, Front. Microbiol. 9 (2018) 1371.
36.A. del Carpio-Perochena, A. Kishen, R. Felitti, A.Y. Bhagirath, M.R. Medapati, C. Lai, R.S. Cunha ،Antibacterial properties of chitosan nanoparticles and propolis associated with calcium hydroxide against single-and multispecies biofilms: an in vitro and in situ study, J. Endod. 43 (8 .1336–1332)(2017)
37.J.P. Loyola-Rodríguez, F. Torres-Méndez, L.F. Espinosa-Cristobal, J.O. García-Cortes, A. Loyola-Leyva, F.J. González, U. Soto-Barreras, R. Nieto-Aguilar, G. ContrerasPalma, Antimicrobial activity of endodontic sealers and medications containing chitosan and silver nanoparticles against Enterococcus faecalis, J. Appl Biomater. Func. 17 (3) (2019(
38.Hashmi A, Sodhi RNS, Kishen A. Interfacial Characterization of Dentin Conditioned with Chitosan Hydroxyapatite Precursor Nanocomplexes Using Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry. J Endod. 2019 Dec;45(12):1513-1521. doi: 10.1016/j.joen.2019.08.011. Epub 2019 Oct 5. PMID: 31594670.
39.Kishen A. Antibacterial Nanoparticles in Endodontics: A Review. J Endod. 2016 Oct;42(10):1417-26. doi: 10.1016/j.joen.2016.05.021. Epub 2016 Aug 9. PMID: 27520408.
40.Yadav P, Chaudhary S, Saxena RK, Talwar S, Yadav S. Evaluation of Antimicrobial and Antifungal efficacy of Chitosan as endodontic irrigant against Enterococcus Faecalis and Candida Albicans Biofilm formed on tooth substrate. J Clin Exp Dent. 2017 Mar 1;9(3):e36١١-e367. doi : /10.4317jced.53210. PMID: 28298975; PMCID: PMC534728
41.Agarwal S, Raghu R, Shetty A, Gautham PM, Souparnika DP. An in vitro comparative evaluation of the effect of three endodontic chelating agents (17% ethylenediamine tetraacetic acid, 1% peracetic acid, 0.2% chitosan) on the push out bond strength of gutta percha with a new bioceramic sealer (BioRoot RCS). J Conserv Dent. 2019 Sep-Oct;22(5):475-478. doi : /10.4103JCD.JCD_90_20. Epub 2020 Aug 4. PMID: 33082665; PMCID: PMC7537746.

42.Schwartz, R.S.; Robbins, J.W. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. J. Endod. 2004] .301–289 ،30،CrossRef] [PubMed[
43.Ivana Parčina Amižić, Anja Baraba, Andrei C Ionescu, Eugenio Brambilla, Annelies Van Ende, Ivana Miletić. Bond Strength of Individually Formed and Prefabricated Fiber-reinforced CompositePosts, 2019PMID: 31802072 DOI: 10.3290/j.jad.a4364j.jad.a43
44.Rodrigues MNM, Bruno KF, de Alencar AHG, Silva JDS, de Siqueira PC, de Decurcio D. A, Comparative analysis of bond strength to root dentin and compression of bioceramic cements used in regenerativ endodontic procedures.Restor Dent Endod. 2021;46.
45.SPAZZIN, A. O., GALAFASSI, D., LIMA, A. F., CARLINI-JÚNIOR, B. & CORRERSOBRINHO, L. 2011. Influence of ferrule preparation with or without glass fiber post on fracture resistance of endodontically treated teeth. Journal of Applied Oral Science, 18.
46.FERRARI, M., MANNOCCI, F., VICHI, A., CAGIDIACO, M. C. & MJOR, I. A. 2000a. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. Am J Dent, 13, 255-60.

47.Alkhudhairy FI, Yaman P, Dennison J, McDonald N, Herrero A, Bin-Shuwaish MS. The effects of different irrigation solutions on the bond strength of cemented fiber posts. Clin Cosmet Investig Dent. 2018 Oct 25;10:221-230. doi: 10.2147/CCIDE.S155688. PMID: 30498372; PMCID: PMC6207268
48.Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. J Endod. 2003;29:248-51.
49.Alkhudhairy F, Bin-Shuwaish M. The effect of sodium hypochlorite and resin cement systems on push-out bond strength of cemented fiber posts. Pak J Med Sci 2016.10-905 :(4)32 ؛
50.Seballos VG, Barreto MS, Rosa RAD, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB. Effect of Post-Space Irrigation with NaOCl And CaOCl at Different Concentrations on the Bond Strength of Posts Cemented with a Self-Adhesive Resin Cement. Braz Dent J. 2018 Sep-Oct;29(5):446-451. doi: 10.1590/0103-6440201801955. PMID: 30517442.
51. Kalbassi, M.R.; Salari-joo, H.; Johari, A. Toxicity of silver nanoparticles in aquatic ecosystems: Salinity as the main cause in reducing toxicity. Iran. J. Toxicol. 2011, 5, 436–443.
52. Borzabadi-Farahani A, Borzabadi E,Lynch E. Nanoparticles in orthodontics, a review of antimicrobial and anti-caries applications. Acta Odontol Scand. 2014;72:413-7
53.Jowkar Z, Hamidi SA, Shafiei F, Ghahramani Y. The effect of silver, zinc oxide, and titanium dioxide nanoparticles used as final irrigation solutions on the fracture resistance of root-filled teeth. Clin Cosmet Investig Dent. 2020;12:141–148. doi:10.2147/ CCIDE.S253251
54. Gomes-Filho JE, Silva FO, Watanabe S, et al. Tissue reaction to silver nanoparticles dispersion as an alternative irrigating solution. J Endod. 2010;36(10):1698–1702 . doi:10.1016/j.joen.2010.07.0
55.Shrestha A, Friedman S, Kishen A. Photodynamically Crosslinked and Chitosan-incorporated Dentin Collagen. J Dent Res 2011; 90(11): 1346-51.
56.]Pimenta J.A, Zaparolli D, Pecora J.D, Filho A.M. Chitosan: effect of a new chelating agent on the microhardness of root dentin. Braz Dent J 2012; 23(3): 212-7.
57.Oliveira LV, Maia TS, Zancope K, Menezes MS, Soares CJ, Moura CCG. Can intra radicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review. Braz. Oral Res 2018; 32(16): 1-11.