مجلة جامعة دمشق للعلوم الطبية المجلد: (٤١) العدد: ٤ (٢٠٢٥) الصفحات: (١٣٩-١٥٤)

تأثير حمض الليمون و EDTA 17% كسوائل ارواء خالبة على القساوة المجهرية للعاج (دراسةٌ مخبريةٌ)

أنس اليحيى *[١] **محمد سالم ركاب**[٢]

*[١] قسم مداواة الاسنان - كلية طب الاسنان – جامعة دمشق.

[٢] أستاذ في قسم مداواة الأسنان - كلية طب الاسنان – جامعة دمشق.

الملخص:

خلفية البحث وهدفه: يعد الإرواء من أهم الإجراءات في المعالجات اللبية، حيث بينت العديد من الدراسات السريرية والمخبرية أن التحضير الميكانيكي للأقنية الجذرية يترك مناطق واسعة من جدران الأقنية غير محضرة، لذلك من الضروري المشاركة بين التحضير الميكانيكي والكيميائي من خلال سوائل الإرواء. وبالرغم من استخدام هيبوكلوريد الصوديوم كسائل ارواء رئيسي في المعالجات اللبية ولكنة عاجزاً أن يكون الوحيد المستخدم في المعالجة اللبية، وذلك بسبب عدم قدرته على إزالة طبقة اللطاخة المتشكلة بعد تحضير القناة الجذرية، ولذلك تم اللجوء لمشاركته مع السوائل الخالبة. لذا هدفت هذه الدراسة لتحري أثر السوائل الخالبة على القساوة المجهرية للعاج التي تؤثر بدورها على الأداء والديمومة لجميع المواد المستخدمة في ختم وحشو القناة الجذرية.

مواد البحث وطرائقه: بلغ حجم العينة 36 سن وحيد الجذر، وُزعت على أربع مجموعات وكل مجموعة تحوي/٩/ عينات. تم معالجة كل مجموعة بغمرها بسائل خالب ، حيث استخدام ثلاث سوائل خالبة EDTA 17% وحمض الليمون ٤٠٪ وحمض الليمون ١٠٪ ومجموعة غسلت بالماء المقطر كمجموعة شاهدة ، خضعت كل مجموعة لقياس القساوة المجهرية المعتمدة على وحدة قياسVickers قبل وبعد تطبيق السوائل الخالبة كما اسُتخدم اختبار t ستيودنت لدراسة الفروق في القساوة المجهرية بين مرحلتي قبل وبعد تطبيق سوائل الغسل في كل مجموعة، اختبار (One Way Anova) لدراسة الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بعد تطبيق سوائل الغسل بين مجموعات عينات وللكشف عن جهة الفروق الدالة إحصائياً بين المجموعات تم تطبيق اختبار (LSD) للتعرف على اتجاه الفروق الدالة احصائياً .

النتائج: كانت الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بين مجموعات عينات البحث بالمقارنة بين قبل وبعد غسل العينات في كل ثلث من أثلاث الأسنان وفي متوسط السن جميعهاً أصغر من مستوى الدلالة (٠.٠٥)، وبالتالي توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط قياسات القساوة المجهرية للعاج الجذري بين مجموعات عينات البحث، كما لا يوجد فروق دالة إحصائياً في متوسطات مقدار التغير في القساوة المجهرية للعاج الجذري في المقارنات الثنائية بين مجموعات عينات البحث.

الاستنتاجات: ضمن حدود هذه الدراسة يمكن اعتبار جميع السوائل الخالبة قد خفضت من القساوة المجهرية للعاج الجذري دون وجود أي فرق دال احصائياً فيما بينها بالتأثير على العاج.

الكلمات المفتاحية: القساوة المجهرية، السوائل الخالبة، EDTA، حمض الليمون.

تاريخ الإيداع: ٢٠٢٢/٤/١٠ تاريخ القبول: ٢٠٢٢/٥/١٥

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب **CC BY-NC-SA**

ISSN: 2789-7214 (online)

http://journal.damascusuniversity.edu.sy

Effect of citric acid and EDTA 17% as chelating soluations on the microhardness of dentin- An in-vitro Study

Anas alyahya*[1] Mohammad salem al rikab[2]
[1*]DDS endodontic department, Faculty of dentistry, Damascus University, Syria.
[2] DDS, MSc, PhD, Prof. in endodontic department, Faculty of dentistry, Damascus University Syria.

Abstract:

Backgrounds and Objectives: The irrgation is one of the most important procedures in endodontic treatments, as many clinical and laboratory studies have shown that mechanical preparation of root canals leaves large areas of canal walls not prepared. Therefore, it is necessary to combine mechanical and chemical preparation through irrgation solutions, despite the use of sodium hypochloride as a liquid irrgation is a major in endodontic treatments, but it is unable to be the only one used in endodontic treatment, due to its inability to remove the smear layer formed after preparing the root canal, so it was used to share it with chelating fluids the objective of this research is To investigate the effect of chelating fluids on the microhardness of dentin that affects the performance and durability of all materials used for root canal sealing.

Materials and Methods: The sample size was 36 single-root teeth distributed into four groups, 9 slides in each group. Each group was treated by immersion in a chelating fluid. three chelating fluids were used: EDTA 17%, citric acid 10%, citric acid 40% and A group washed with distilled water as a control group. Each group was subjected to microhardness measurement، Each group underwent a Vickers-based micro hardness measurement before and after the application of chelating fluids. Student's t-test was also used to study the differences in microhardness between the two stages before and after the application of lavage fluids in each group. One Way Anova test was used to study the differences in the microhardness of root dentin. After applying the washing liquids between groups of samples and to reveal the direction of the statistically significant differences between the groups, the (LSD) test was applied to identify the direction of the statistically significant differences.

Results: The differences in the microhardness of root dentin between groups of research samples compared to before and after washing the samples in each third of the teeth and in the total average ranged, all of which are smaller than the significance level (0.05), and therefore there are statistically significant differences in the mean Measurements of the microhardness of root dentin between groups of research samples, and there are no statistically significant differences in the average amount of change in the microhardness of root dentin in the binary comparisons between groups of research samples.

Conclusions: Within the limits of this study, all chelating fluids can be have reduced the microhardness of root dentin without having a statistically significant difference between them by affecting dentin.

Key Words: Microhardness, Chelated Solutions, Edta, Citric Acid.

.

Submitted: 10/4/2022 Accepted: 15/5/2022
Copyright: Damascus University Syria.
The authors retain copyright under CC BY-NC-SA

المقدمة Introduction :

اسُتخدمت الكثير من السوائل والمحاليل للإرواء في طب الأسنان في المعالجات اللبية للتخلص من البقايا العاجية وتطهير البنية السنية. ومن أكثر هذه السوائل شيوعاً هو هيبوكلوريد الصوديوم لقدرته المضادة للجراثيم والفطور وحل النسج اللبية السنية بشكل فعال(Mohammadi, 2008).

بالرغم من استخدام هيبوكلوريد الصوديوم كسائل إرواء رئيسي في المعالجات اللبية، لكنة يتصف بمحدودية قدرته على إزاله طبقة اللطاخة المتشكلة بعد تحضير القناة الجذرية. ولذلك تم اللجوء لمشاركته مع السوائل الخالبة (Scelza *et al.,* 2003)، فالغسل النهائي ب EDTA، عند استخدامه بالتناوب مع هيبوكلوريد الصوديوم يزيل طبقة اللطاخة اللبيّة (Zehnder, 2006) بتأثيره على المكونات اللاعضوية (المعدنية) في البنى السنية. كما تعرض ال EDTA لانتقادات عديدة كمحلول إرواء نهائي (Torabinejad *et al.,* 2003)،وذلك لإحداثه تغيرات بنيوية تبين انخفاض القساوة المجهرية للعاج(Cruz-Filho *et al.,* 2011) .

توصلت جميع الدراسات الى أن السوائل الخالبة قللت القساوة المجهرية للعاج بشكل اكبر، مقارنة بالمحاليل الإرواء الاخرى غير الخالبة، بغض النظر عن وقت التطبيق والكمية الإجمالية للعامل الخالب.

تعد دراسة تأثير سوائل الإرواء في البنية السنية أمر هام في الممارسة العملية في المعالجات السنية ،إذ تغير هذه السوائل من فعالية المواد الحاشية ومن ثبات الترميمات الراتنجية والعمر الزمني المتوقع لها (Mohammadi, 2008).

ان انخفاض القساوة المجهرية للعاج الجذري قد يؤثر على قابلية الختم والالتصاق لمواد الحشو القنوية، مع العاج ضمن المنظومة القنوية الجذرية (Zehnder, 2006). باعتبار ان اختبارات القساوة المجهرية المخبرية تعطي دليلاً غير مباشر للتغيرات الكيميائية ضمن البنى السنية (Ari *et al.,* 2004; Oliveira *et al.,* 2007) ، حيث يمكن أن تؤثر هذه التغييرات على خصائص الارتباط واندخال للمواد المختلفة بالعاج الجذري ، وقد تقلل من قوة الجذر ومقاومته للكسر (Bakr *et al.,* 2016)، (Cruz-(Filho *et al.,* 2011.

حتى تاريخنا لا يوجد سائل إرواء مثالي يتيح لنا الاكتفاء به للمعالجات اللبية والاستغناء عن السوائل الاخرى.

هدف الدراسة:

دراسة تأثير سائل الإرواء حمض الليمون ١٠٪ وحمض الليمون ٤٠٪ على القساوة المجهرية للعاج الجذري ومقارنته مع سائل إرواء خالب شائع الاستخدام مثل (EDTA 17%) من حيث التأثير على القساوة المجهرية على العاج الجذري.

مواد وطرائق البحث:

عينة البحث:

تألفت عينة البحث من ٣٦ سن وحيد الجذر والقناة، قُسِمت إلى اربع مجموعات متساوية (n=9).تم اختيار عدد العينة حسب معطيات برنامج G POWR. أُجريت الدراسة في جامعة دمشق قسم مداواة الاسنان، و مخابر علوم المواد في كلية الهندسة الميكانيكية ومخابر قسم الكيمياء في كلية العلوم بجامعة دمشق.

تحضير وحفظ العيّنة:

تم قلع الاسنان من المرضى المراجعين لقسم التقويم وقسم أمراض النسج حول السنية في جامعة دمشق كلية طب الأسنان لأسبابٍ تقويميةٍ او امراض نسج حول سنية وذات استطباب للقلع، ثم غُسلت الأسنان بالماء الجاري مباشرةً بعد القلع وجرى تقليح الأسنان وتنظيف سطوحها ثم وضعت في هيبوكلوريد الصوديوم ٢.٥ % لمدة ساعة بهدف التعقيم (Khallaf *et al.,* 2020).

نُقلت الأسنان إلى عبوات بلاستيكيةٍ مغلقة تحوي ماء مقطر بدرجة حرارة ٤° مئوية ووضعت في ثلاجةٍ لمدة لا تتجاوز ستة أشهر، مع استبدال الماء المقطر أسبوعياً، وعدم استخدام أية موادٍ كيميائيةٍ أخرى في حفظ العينة، خلال مدة الدراسة (Bahrami, 2012. WESHAH, 2011)

فحصت الأسنان تحت المكبرة ×٢.٥، وتم اختيار السليمة منها والخالية من أي تصدعات أو مشاكل تطورية.

بعد تحديد الأسنان المناسبة تم فصل تيجان الاسنان على مستوى الملتقى الميناني الملاطي بواسطة قرص فصل ماسي مثبت على قبضة ميكرتور مستقيمة مع التبريد المائي، لتوحيد طول جذور الاسنان على طول ١٦ملم، ثم تشذيب مكان الفصل في جذور الاسنان الناتجة عن الفصل بواسطة سنابل ماسية مثبتة على قبضة توربينية عالية السرعة مع تبريد مائي مستمر (Muana *et al.*, 2021).

تم سبر الاقنية بواسطة مبرد k file قياس ١٠ للتأكد من نفوذية القناة ثم تحضير الاقنية على كامل الطول العامل ١٦ملم بواسطة نظام التحضير ORODEKA® (ORODEKA Plex V,Italy) وفق التسلسل التالي ٠.٤/٢٠ ، ٠.٤/٢٥، ٠.٦/٢٥ مع الارواء بهيبوكلوريد الصوديوم ٥.٢٥٪ بشكل متواتر بواسطة رؤوس إرواء جانبي مخصصة لغسل الاقنية ذات غوج٢٧ لضمان وصول سوائل الإرواء الى كامل الطول العامل.

تم تثبيت كل عينة على ملزمه بشكل عرضي لسهولة الامساك بالسن وأكثر اماناً اثناء القيام بحفر ميزابين على كل من السطح الأنسي والوحشي بعمق ١ ملم تقريباً بقرص فصل مع تبريد بالهواء(عبدة ،٢٠١٢) وشطر السن بوضع إزميل جراحي على سطح الميزاب الذي حفر. ثم بواسطة مطرقة جراحية تم الطرق على الإزميل المغروز بالميزاب الذي تم حفرة بهدوء وتركيز إلى حين انفصال قطعتي السن(Sabins *et al.*, 2003)، بعد الحصول على شطري السن الناتج عن الفلع تم اختيار القسم الأسلم الخالي من اي كسر او صدع. (الشكل ١)

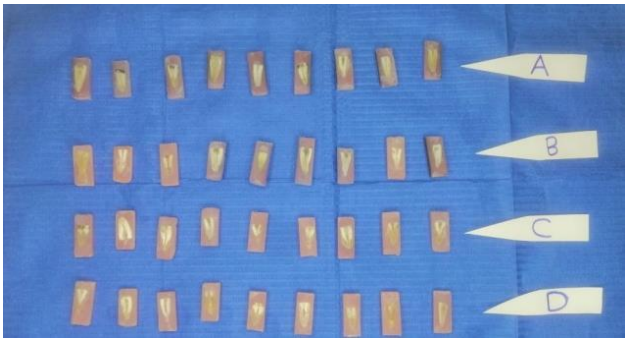
الشكل ١: الاسنان بعد الشطر الطولي لها

تم وضع العينات ضمن بلوكات مصنوعة من الراتنج لتسهيل وضعها وثباتها على جهاز القساوة المجهرية، حيث تم لهذا الغرض صناعه ١٠ قوالب بلاستيكية بقياس موحد (٣سم x١سم) لصنع هذه البلوكات الراتنجية.

بعد وضع الاسنان ضمن الراتنج بشكل مستوي تم تصليب الراتنج بجهاز التصليب الضوئي وبعد تمام تصلب الراتنج شُذبت حواف الراتنج برؤوس كربوراندوم محمولة على قبضة مستقيمة بطيئة، مع تسوية سطح القواعد مع الشرائح السنية بورق الزجاج الناعم والناعم جداً وفائق النعومة ثم لمعت بأقماع المطاط مع معجون أكسيد الألمنيوم.

توزيع العينات والتطبيق الدوائي:

قسمت العينات عشوائياً الى أربع مجموعات متساوية وكل مجموعة تحوي ٩ اسنان وأُعطيت كل مجموعة حرفا خاصاً بها (A, B, C, D)، باستخدام التوزيع العشوائي للعينات في موقع https://www.randomizer.org (الشكل٢).



الشكل ٢: توزيع العينات على أربع مجموعات بشكل عشوائي

قبل استخدام السوائل الخالبة المختارة لهذا البحث تم قياس درجة حموضتها PH في كلية العلوم /قسم الكيمياء/جامعة دمشق بواسطة جهاز الكتروني (OSK 14836 OGAWA SEIKI CO.,LTO JAPAN).

حيث بينت القياسات الأتي:

١. EDTA 17% PH=6
2. CITRIC ACID 40% PH=1.8
3. CITRIC ACID10% PH=1.84

وُضعت كل مادة من مواد الدراسة في محاقن عقيمة من قبل الطبيب المساعد، وأُعطيت كل محقنة حرفاً من الاحرف

المسماة بها المجموعات الأربعة (A,B,C,D) ليتم معالجة الشريحة بالمادة المطلوبة من دون معرفة الباحث.

المجموعات:

١- المجموعة الاولى الشاهد السلبي ماء مقطر.

٢- المجموعة الثانية سائل EDTA 17% (Cerkamed® EDTA17% ,Poland).

٣- المجموعة الثالثة سائل حمض الليمون (Cerkamed® citric acid40% ,Poland).

٤- المجموعة الرابعة سائل حمض الليمون (Cerkamed® citric acid 10%,Poland).

قبل معالجة كل مجموعة بالسوائل المدروسة تم اجراء اختبار القساوة المجهرية حيث سُجلت ثلاثة قياسات لكل ثلث من السن (التاجي والمتوسط والذروي) ليسجل ٩ قياسات لكل سن علماً ان كل نقاط القياس اختيرت اقرب ما يكون الى لمعة القناه (الشكل٥). ثم القيام بغمر كل مجموعة ب ٤٠ مل من السائل الذي اختير بشكل عشوائي من المحاقن المعبئة مسبقاً من قبل الطبيب المساعد والمعماة المحتوى عن الطبيب الباحث وذلك بغمر كل مجموعة بشكل كامل بالمادة ووضعها ضمن هزازة تعمل بالأمواج فوق الصوتية وذلك لضمان تعرض وتغلغل سطح السن بشكل كامل للمادة المدروسة (Eid *et al.,* 2021)،كما تم ضبط المؤقت الزمني لعمل هذه الهزازة لمدة ٥ دقائق (De-Deus *et al.,* 2006; Naeem *et al.,* 2021) (Dhawan *et al.,* 2019) (الشكل ٣) .

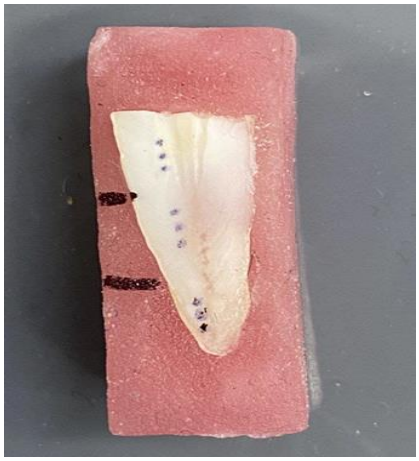
الشكل ٣: العينات مغمورة ضمن هزازة الأمواج فوق الصوتية ذات المؤقتة الزمنية.

ثم استخراج العينات من الغمر و غسل كل عينة ب ٥ مل من الماء المقطر وذلك للتخلص وايقاف فعالية المواد المطبقة(Keine *et al.,* 2020)، ثم خضعت العينات لقياس القساوة، مع استمرار التعمية حتى إتمام التحليل الإحصائي.

دراسة القساوة المجهريّة:

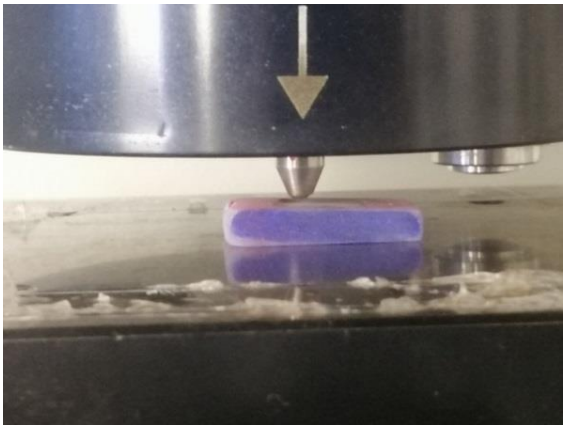
أُجري قياس القساوة المجهرية باستخدام جهاز (GALILEO MICROSCAN OD, Italy) المعتمد على وحدة قياس(Vickers (VHN في كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشق، بعد معايرة الجهاز باستخدام عينات مرجعية.

وضعت كل عينة من العينات فوق قاعدة التثبيت على جهاز القياس، وتعيين سطح القياس بمحددة ضوئية للفحص، ثم فُحص كامل السطح بالتكبير×٤٠ واختير السطح الأسلم والأفضل للفحص، تم تقسيم السن الى ثلاثة اقسام حيث سُجلت ثلاثة قياسات لكل ثلث في السن (التاجي والمتوسط والذروي) ليسجل ٩ قياسات لكل سن علماً ان كل نقاط القياس اختيرت أقرب ما يكون الى لمعة القناه (الشكل٤)، وأُخذ المتوسط الحسابي لكل ثلث والمتوسط الحسابي لكل سن بشكل عام. (Jalan *et al.,* 2021) تم اجراء قياس القساوة المجهرية بعد غمر العينات بالسوائل المدروسة.



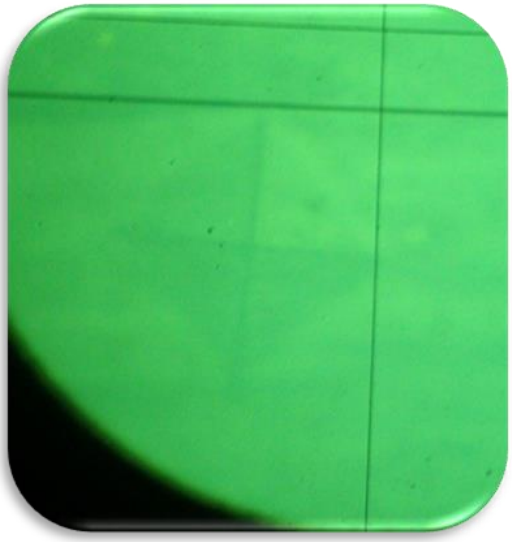
الشكل ٤: يوضح عينة محدد عليها السن مقسم الى ٣ اقسام.

طُبق هرم ماسي بزاوية ١٣٦ درجة على سطح كل سن بثقل ٣٠٠غ لمدة ١٥ ثانية (الشكل٥) ليتشكل انطباعٌ معيني الشكل ناتج عن ضغط الهرم على السطح المدروس(Khallaf *et al.,* 2020).



الشكل ٥: تحديد سطح القياس على الشريحة وعملية غرز الموشور ضمنها.

وبحساب قطري المعين الناتج تظهر القساوة الكترونياً على الجهاز حسب مقياس فيكرز (الشكل٦).



الشكل ٦: شكل المعين الناتج عن انطباع الموشور على شريحة عاجية تكبير ٤٠.

تم حساب التغير بالقساوة المجهرية بقياس الاختلاف بين القيم الأساسية قبل تطبيق سوائل الإرواء والقيم بعد تطبيق سوائل الإرواء لكل مجموعة، ومقارنة مقدار التغيير بين المتوسطات الحسابية لكل مجموعة مع المجموعة الأخرى، ثم طبقت الاختبارات الإحصائية المناسبة.

الدراسة الاحصائية:

تم الاعتماد في الدراسة الإحصائية التحليلية للبيانات في هذا البحث على برنامج (SPSS VERSION24), حيث تم استخدام الأساليب والاختبارات الآتية:

١. تم استخدام اختبار كولموغوروف–سميرنوف لدراسة التوزع الطبيعي الاعتدالي لبيانات عينة البحث. وبناءً عليه يتم تحديد نوع الاختبارات الاحصائية الواجب استخدامها في البحث الحالي. فإذا كانت البيانات تتبع التوزع الطبيعي يمكن استخدام الاختبارات المعلمية، وإذا كانت البيانات لا تتبع التوزع الطبيعي فيجب استخدام الاختبارات اللامعلمية.

٢. اختبار ت ستودنت للعينات المترابطة (Paired Sample T Test) لدراسة الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بين مرحلتي قبل وبعد تطبيق سوائل الغسل في كل مجموعة من مجموعات عينة البحث.

٣. اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way Anova) لدراسة الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بعد تطبيق سوائل الغسل بين مجموعات عينة البحث (EDTA / حمض الليمون ٤٠٪/ ماء مقطر / حمض الليمون ١٠٪). كما تم تطبيق اختبار (LSD) للمقارنات البعدية المتعددة للتعرف على اتجاه الفروق الدالة احصائياً الناتجة عن اختبار تحليل التباين الأحادي.

وقد تم الاعتماد في تقدير الفروقات الاحصائية على مستوى الدلالة (٠.٠٥)، وبالتالي فإنَّ أي قيمة (P-Value) أعلى من مستوى الدلالة (٠.٠٥) يُعتبر الفرق المُشاهد غير هام احصائياً، في حين أنَّ أي قيمة (P-Value) أقل من مستوى الدلالة (٠.٠٥) يُعتبر الفرق المُشاهد هام احصائياً، وهو فرق حقيقي يمكن عزوه للخاصية المدروسة المختلفة بين مجموعات البحث.

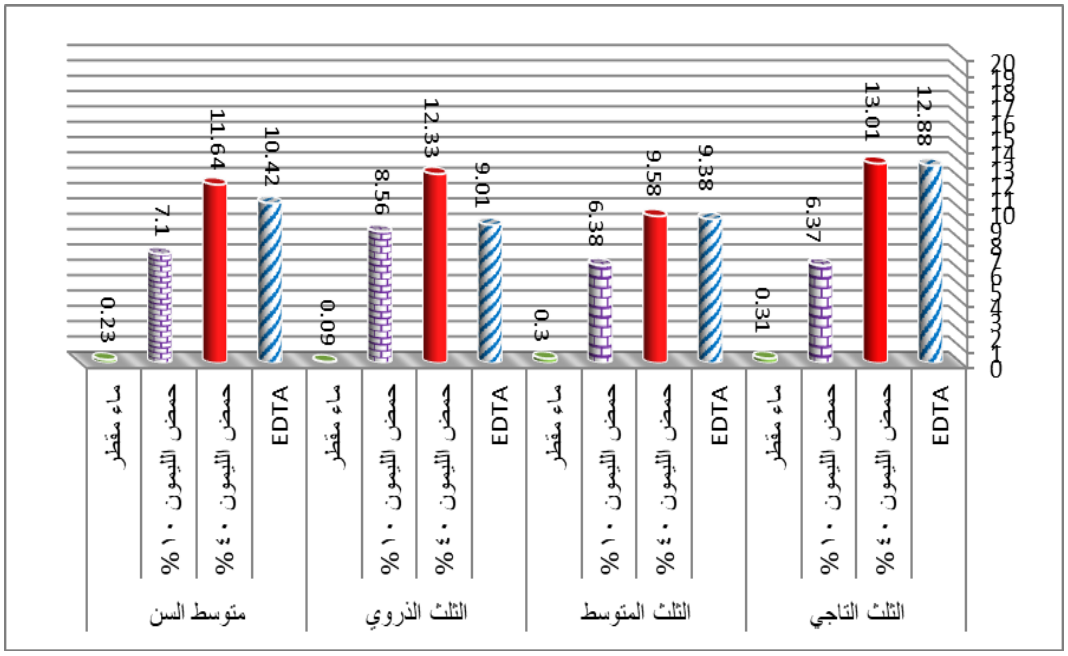
النتائج:

دراسة الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بين مجموعات عينة البحث بعد تطبيق المادة:

من أجل المقارنة ودراسة الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بعد تطبيق سوائل الغسل بين مجموعات عينة البحث (EDTA / حمض الليمون ٤٠٪ / ماء مقطر / حمض الليمون ١٠٪)، تم تطبيق اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way Anova)، والنتائج موضَّحة في الجداول الآتية:

الجدول (١): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم القساوة المجهرية للعاج الجذري في مجموعات عينة البحث.

	مجموعات عينة البحث	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الثلث التاجي	EDTA	٩	54.77	7.0617
	حمض الليمون ٤٠٪	٩	52.53	9.1619
	ماء مقطر	٩	67.40	8.9000
	حمض الليمون ١٠٪	٩	49.38	6.3892
الثلث المتوسط	EDTA	٩	54.59	6.7284
	حمض الليمون ٤٠٪	٩	53.98	4.7568
	ماء مقطر	٩	62.39	6.9494
	حمض الليمون ١٠٪	٩	52.02	7.0832
الثلث الذروي	EDTA	٩	55.39	7.7543
	حمض الليمون ٤٠٪	٩	47.42	6.4017
	ماء مقطر	٩	58.00	9.3212
	حمض الليمون ١٠٪	٩	46.72	8.2742
متوسط السن	EDTA	٩	54.92	4.47599
	حمض الليمون ٤٠٪	٩	51.31	6.09715
	ماء مقطر	٩	62.60	6.64493
	حمض الليمون ١٠٪	٩	49.37	3.89101



المخطط البياني رقم (١) يُبين الفروق بين المتوسطات الحسابية لقيم القساوة المجهرية للعاج الجذري في مجموعات عينة البحث.

الجدول (٢): نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي لدراسة الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بين المجموعات الاربع لعينات البحث.

	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	(ف)	قيمة P value	دلالة الفروق
الثلث التاجي	بين المجموعات	1861.985	4	465.496	6.527	0.000	**الفروق دالة إحصائياً**
	داخل المجموعات	2852.951	40	71.324			
	الكلي	4714.936	44				
الثلث المتوسط	بين المجموعات	648.114	4	162.029	٣.١٦٤	0.024	**الفروق دالة إحصائياً**
	داخل المجموعات	2048.589	40	51.215			
	الكلي	2696.703	44				
الثلث الذروي	بين المجموعات	879.077	4	219.769	٣.٢١٩	0.022	**الفروق دالة إحصائياً**
	داخل المجموعات	2731.096	40	68.277			
	الكلي	3610.172	44				
متوسط السن	بين المجموعات	919.427	4	229.857	٧.٥٦٨	0.000	**الفروق دالة إحصائياً**
	داخل المجموعات	1214.907	40	30.373			
	الكلي	2134.334	44				

يتضح من خلال النتائج في الجدول رقم (٢) أنَّ قيم P value التابعة لاختبار تحليل التباين الأحادي (One Way Anova) لدراسة الفروق في القساوة المجهرية للعاج الجذري بين مجموعات عينة البحث المدروسة في كل ثلث من أثلاث الأسنان وفي متوسط السن قد تراوحت بين (٠.٠٠٠-٠.٠٢٤) وهي جميعاً أصغر من مستوى الدلالة (٠.٠٥)، وبالتالي توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط قياسات القساوة المجهرية للعاج الجذري بين مجموعات عينات البحث. وللكشف عن جهة الفروق الدالة إحصائياً تم تطبيق اختبار (LSD) للمقارنات البعدية المتعددة للتعرف على اتجاه الفروق الدالة احصائياً، والنتائج موضحة في الجداول الآتية:

الجدول (٣): نتائج اختبار LSD للمقارنات البعدية المتعددة في متوسط قياس عاج السن بشكل عام.

مجموعات عينة البحث		الفرق بين المتوسطات	P value	القرار
EDTA	حمض الليمون ٤٠٪	-1.22	0.611	لا يوجد فرق دال احصائياً
	حمض الليمون ١٠٪	3.32	0.170	لا يوجد فرق دال احصائياً
	ماء مقطر	10.19*	0.000	يوجد فرق دال احصائياً لصالح مجموعة EDTA
حمض الليمون ٤٠٪	حمض الليمون ١٠٪	4.54	0.063	لا يوجد فرق دال احصائياً
	ماء مقطر	11.41*	0.000	يوجد فرق دال احصائياً لصالح مجموعة حمض الليمون ٤٠٪
حمض الليمون ١٠٪	ماء مقطر	6.87*	0.006	يوجد فرق دال احصائياً لصالح مجموعة حمض الليمون ١٠٪

* دال عند مستوى الدلالة ٠.٠٥

يلاحظ من خلال الجدول رقم (٣) النتائج الآتية:

١. يوجد فرق دال إحصائياً في مقدار التغير في القساوة المجهرية للعاج الجذري لمتوسط الأسنان بين مجموعة مادة EDTA وبين مجموعة الماء المقطر، حيث إنَّ مادة EDTA قللت قساوة السن بشكل أكبر بالمقارنة مع مجموعة الماء المقطر.

٢. يوجد فرق دال إحصائياً في مقدار التغير في القساوة المجهرية للعاج الجذري لمتوسط الأسنان بين مجموعة مادة حمض الليمون ٤٠٪ وبين مجموعة الماء المقطر، حيث إنَّ مادة حمض الليمون ٤٠٪ قللت قساوة السن بشكل أكبر بالمقارنة مع مجموعة الماء المقطر.

٣. يوجد فرق دال إحصائياً في مقدار التغير في القساوة المجهرية للعاج الجذري لمتوسط الأسنان بين مجموعة مادة حمض الليمون ١٠٪ وبين مجموعة الماء المقطر، حيث إنَّ مادة حمض الليمون ١٠٪ قللت قساوة السن بشكل أكبر بالمقارنة مع مجموعة الماء المقطر.

٤. لايوجد فروق دالة إحصائياً في متوسطات مقدار التغير في القساوة المجهرية للعاج الجذري لمتوسط أقنية الأسنان في بقية المقارنات الثنائية بين مجموعات عينة البحث.

المناقشة:

بينت العديد من الدراسات أن التحضير الميكانيكي للأقنية الجذرية يترك مناطق واسعة من جدران هذه الأقنية غير محضرة (Peters *et al.,* 2001) ، لذلك من الضروري المشاركة بين التحضير الميكانيكي والكيميائي من خلال سوائل ومحاليل الإرواء القنوية الكيمائية التي تندرج في إحدى الفئات التالية: العوامل المحللة للبروتين، العوامل الخالبة، المطهرات ،المضادات الحيوية الموضعية. مثل NaOCl (عامل محلل للبروتين)، وحمض إيثيلين أمينيتراسيتيك EDTA (عامل خالب)، والكلورهيكسيدين (مطهر) والدوكسيسيكلين (مضاد حيوي) (Haapasalo *et al.,* 2010).

حيث يعتبر كل من NaOCl وEDTA أكثر أنواع محاليل الارواء المستخدمة سريريًا (Zehnder M.2006).

هيبوكلوريد الصوديوم من محاليل الإرواء الفريدة نظرًا لقدرته على توفير تزليق وحل ممتاز للأنسجة العضوية بالإضافة إلى طيف نشاطها الواسع النطاق ضد الكائنات الحية الدقيقة، يُنصح بزيادة تركيز هيبوكلوريد الصوديوم لأن ذلك أفضل تأثيراً في إذابة الأنسجة والقضاء على الجراثيم أثناء علاج القناة الجذرية، لذلك تم استخدام تركيز ٥.٢٥٪ من هيبوكلوريد الصوديوم في هذا البحث كمحلول إرواء أثناء تحضير الأسنان. وعلى الرغم من استخدام هيبوكلوريد الصوديوم كسائل ارواء رئيسي في المعالجات اللبية ولكنة عاجزاً أن يكون السائل الوحيد المستخدم في المعالجة اللبية وذلك بسبب محدودية قدرتة على إزاله طبقة اللطاخة المتشكلة بعد تحضير القناة الجذرية ولذلك تم اللجوء لمشاركته مع المحاليل الخالبة (Scelza, Teixeira, & Scelza, 2003)، فالغسل النهائي بال EDTA عند استخدامة بالتناوب مع هيبوكلوريد الصوديوم يزيل طبقة

اللطاخة اللبيّة (Zehnder, 2006) بتأثيره على المكونات اللاعضوية (المعدنية) في البنى السنية (Torabinejad *et al.,* 2003).

هدف هذا البحث دراسة أثر سوائل الإرواء الخالبة المستخدمة في سياق المعالجات اللبية في القساوة المجهرية للعاج الجذري، حيث أن معظم سوائل الإرواء المستخدمة في المعالجات اللبية تعدّل من الخصائص الكيميائية و الميكانيكية لعاج القناة الجذرية، وبالتالي يؤثر على الأداء و الديمومة لجميع المواد المستخدمة في ختم وحشي القناة الجذرية (Kantovitz *et al.,* 2008) (Pucci *et al.,* 2017).

استخدام اختبارات القساوة المجهرية لتحديد مقدار المحتوى المعدني والقوة الميكانيكية لعاج القناة الجذرية هو نهج شائع يستخدم في الأبحاث (Yilmaz *et al.,* 2016) (Naseri *et al.,* 2019).

إن اختبارات القساوة المجهرية للمواد المختلفة تتعلق بأثرها في التركيب المعدني للعاج(Garcia *et al.,* 2013)، وتتعلق قساوة العاج بكثافة الأقنية العاجية في المنطقة وبتركيز المادة المعدنية المتوفرة (Bahrami, 2012).

العاج الجذري غير متجانس، فكثافة العاج متغايرة من مكان لآخر في السن (Sayin *et al.,* 2007)، فبالقرب من اللب السني تزداد كثافة العاج في حين تتراجع نسبة المواد المعدنية، والأخيرة تترك أثراً أكبر في القساوة (Bahrami, 2012) لذلك في هذا البحث تم تقسيم السن الى ثلاثة اقسام حيث سُجلت ثلاثة قياسات لكل ثلث في السن (التاجي والمتوسط والذروي) ليسجل ٩ قياسات لكل سن علماً ان كل نقاط القياس اختيرت اقرب ما يكون الى لمعة القناة (الشكل٤)، وأُخذ المتوسط الحسابي لكل ثلث والمتوسط الحسابي لكل سن بشكل عام.

أُختير دراسة محلول ال EDTA بتركيز ١٧٪ نظراً لشيوعه استخدامه كخالب في الممارسة السريرية وفي الأبحاث التي تحدثت عن المواد الخالبة ،كذلك حمض الليمون بتركيزين مختلفين ١٠٪ و٤٠٪ كونه من السوائل الخالبة المستخدمة في الإرواء بشكل صرف وكذلك كمادة مشاركة في تركيب محاليل إرواء طرحت حديثاً مثل MTAD وBioakt (Tonini *et al.,* 2020; Torabinejad *et al.,* 2003).

كما تم استخدام المحاليل الحمضية كمواد للإرواء بتركيز ٢٥٪ و٥٠٪. ومع ذلك ، أظهرت الدراسات الحديثة أن محاليل حمض الليمون بتركيز أقل من١٠٪ يمكن أن تقدم نتائج مماثلة لتلك التي تم الحصول عليها مع ١٧٪ EDTA (Machado *et al.,* 2018).

لا يوجد إجماع فيما يتعلق بالتركيز المثالي لحمض الليمون لاستخدامها في الممارسة السريرية حيث تم استخدامه بتراكيز مختلفة بين ١٪ و ٥٠٪ (Demirel *et al.,* 2019).

ومن الجدير بالذكر بشيوع استخدام حمض الليمون في علاج اللثة كمكيف للعاج بعد تقليح وتنظير الجذر ، أو في طب الأسنان الترميمي كعامل مخرش في بعض البروتوكولات قبل تطبيق المادة اللاصقة، قدرة حمض الليمون على إزالة الكالسيوم من الأنسجة الصلبة للأسنان تعزى الى عملية إزالة شوارد Ca^{+2} في بيئة حمضية (Mohammadi, Z.,2019).

ذُكِر ايضاً أن تركيز منخفض مثل (٠.٥، ١، ٢) لمحاليل حمض الليمون يمكن أن يكون لها إمكانات مضادة لأنواع من الجراثيم اللاهوائية عند استخدامها كمحلول إرواء للقناة الجذرية (Yamaguchi *et al.,* 1996).

مناقشة النتائج:

أظهرت العديد من الدراسات التأثير السلبي لسوائل الارواء المختلفة المستخدمة في المعالجات اللبية على الخواص الميكانيكية للعاج الجذري، ويمكن تفسير ذلك بقدرة هذه المحاليل على حلّ المركب العضوي وبقاء المركب المعدني سليم على حاله، والعكس بالعكس أي لمحاليل إرواء أخرى قدرة على حلّ المركب المعدني وبقاء المركب العضوي على حاله(Marending *et al.,* 2007).

عند دراسة تأثير المحاليل المدروسة على مجموعات الدراسة، بلغ المتوسط الحسابي لقساوة العاج القنوي عند تطبيق الشاهد(الضابط) السلبي _الماء المقطر ٦٢.٦٠كغ/مم²، في حين سجل كلٌ من مجموعة ال 17% EDTA متوسطاً حسابياً

بعد الغسل للقساوة العاجية وقدره ٥٤.٩٢ كغ/مم² بالمقارنة ب٦٥.٣٤ كغ/مم² قبل الغسل، حيث يُلاحظ تناقصٌ في القساوة بالمقارنة بين بعد وقبل الغسل في نفس المجموعة ومع الشاهد السلبي. أما حمض الليمون ٤٠٪ وحمض الليمون ١٠٪ فقد كان المتوسطان الحسابيان بعد الغسل ٥١.٣١ كغ/مم² و٤٩.٣٧كغ/مم² على التوالي، وقبل الغسل ٦٢.٩٥ كغ/مم² و٥٦.٤٧ كغ/مم² حيث يُلاحظ تناقصٌ في القساوة بالمقارنة بين قبل وبعد الغسل بنفس المجموعات ومع الشاهد السلبي.

وجد بأن الفروق في تأثير هذه المواد في قساوة العاج تحمل معناً جوهرياً حيث كانت جميعاً أصغر من مستوى الدلالة (٠.٠٥)، كما أن هذه النتائج لا تعطي أي أفضليةً لأي سائل عن الأخر من حيث التأثير على القساوة المجهرية للعاج القنوي في المعالجات اللبية.

فُسرت النتائج السابقة بامتلاك جميع سوائل الارواء الخالبة المدروسة في هذا البحث خاصية الاختلاب لشوارد الكالسيوم وبالتالي تأثيرة على تراكيز بقية العناصر المعدنية ، ومن المعلوم ان هذه العناصر المعدنية تزود النسيج العاجي بالخصائص الميكانيكية والفيزيائية (Nogueira *et al.,* 2018)، وهذا يؤكد العلاقة الخطية حيث أن كل انخفاض بتراكيز الكالسيوم والفوسفور يترافق مع انخفاض بقيم القساوة المجهرية (قطيفاني، ٢٠١٩).

اتفقت هذه الدراسة مع دراسة Antonio التي تبين من خلالها أن تطبيق سوائل الإرواء الخالبة (EDTA – حمض الليمون) أنقصت من قيمة القساوة المجهرية في الطبقات السطحية لعاج القناة الجذرية حيث كان EDTA وحمض الليمون ١٠٪ على أعلى مستوى بالتأثير بالقساوة بشكل عام، مما تسبب في انخفاض في القساوة المجهرية للعاج دون وجود فرق دال إحصائياً بينهما (p> .05). ومع ذلك، كلاهما اختلفا عن المحاليل الأخرى المدروسة بشكل كبير (Cruz-(p<.001) Filho *et al.,* 2011).

واتفقت مع Ballal الذي اثبت التأثير السلبي لسائل ال EDTA 17% على انقاص القساوة المجهرية للعاج القنوي وعدم وجود فروق دالة احصائياً بين المجموعات المدروسة المتضمنة EDTA 17% (Ballal *et al.,* 2010) .

كما اتفقت مع Scelza وزملائه حيث لم يجد فروقًا بين حمض الليمون ١٠٪ و17 EDTA٪ (Scelza *et al.,*2003).

تختلف نتائج هذا البحث مع Unnikrishnan حيث أدى نظام الارواء بعد استخدام ٢.٥٪ NaOCl أثناء التحضير متبوعًا بتطبيق محلول ١٧٪ EDTA لمدة دقيقة واحدة إلى إزالة طبقة اللطاخة بكفاءة وانخفاض أقل في قساوة العاج مقارنة بـ ١٧٪ EGTA و ١٠٪ حمض الليمون ١٠٪ و MTAD ويعزى ذلك بسبب اختلاف تركيز NaOCL حيث استخدمنا في دراستنا تركيز ٥.٢٥٪ بينما ٢.٥٪ في دراسة Unnikrishnan كذلك اختلفنا في زمن تطبيق المادة الخالبة ومن جهة اخرى قد يعزى الى طريقة الاحصاء حيث في دراستنا تم مقارنة مقدار التغير لمتوسطات المجموعات بينما في دراسة Unnikrishnan قد قارن بين متوسطات المجموعات بعد الغسل ،لأنه عند المقارنة بين المتوسطات في دراستنا اتفقنا بالنتائج مع Unnikrishnan(Unnikrishnan *et al.,* 2019) .

اتفقت نتائج هذا البحث مع دراسة Pimenta التي أفادت أن كلاً من الكيتوزان ،EDTA، حمض الليمون ١٠٪ قلل من القساوة المجهرية للعاج القنوي مع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المحاليل(Pimenta *et al.,* 2012) .

واختلفت نتائج هذه الدراسة مع الدراسات المنشورة سابقًا والتي قلل فيها حمض الليمون ١٠٪ من قساوة العاج وزادت خشونة السطح بشكل ملحوظ أكثر من EDTA حيث يعزى سبب الاختلاف عن دراستنا هو زمن غسل العاج دقيقة ونصف بينما ٥ دقائق في دراستنا وكذلك تصميم الدراسة الاحصائية حيث في دراستنا تمت المقارنة بين مقادير التغير لمتوسطات القساوة لكل مجموعة قبل وبعد الغسل بينما في دراسة Eldeniz تمت المقارنة بين متوسطات كل مجموعة بعد الغسل فيما بينها ومع المجموعة الشاهدة(Eldeniz *et al.,* 2005).

انخفاض قدرة EDTA مقارنة بحمض الليمون في خلب الكالسيوم يمكن تفسيرها بأن خصائص EDTA اقل قوة بسبب درجة الحموضة المحايدة(Hülsmann *et al.,* 2003).

أظهرت دراسة ل Baldasso أن الـ QMiX و١٧٪ EDTA مخفضتان لقساوة العاج بشكل أكبر مقارنةً بـ١٠٪ حمض الليمون وقد يعود ذلك الاختلاف عن دراستنا بسبب اختلاف اختبار قياس القساوة المجهرية من حيث النوع فلقد استخدم الباحث قياس نوب بقوة ١٥ غرام وبزمن ٢٠ ثانية فاختلف عن هذ البحث بنوع الاختبار والقوة والمدة(Baldasso *et al.,* 2017).

يعزى عدم وجود فروق دالة احصائياً بالتأثير على القساوة المجهرية بين تراكيز حمض الليمون ١٠٪ و ٤٠٪ المدروسة في هذا البحث ،هو ما اثبتته الدراسات السابقة التي تحدثت حول العامل المؤثر في استخدام حمض الليمون في سياق المعالجة اللبية ألا وهو الرقم الهيدروجيني للحمض الـ (PH)، بينت الدراسات وجود فروق ذات دلاله احصائية بين ٥٪ حمض الليمون عند درجة حموضة PH 1.9 ونفس المحلول مع درجة حموضة PH٦، (Haznedaroğlu, 2003) فبقيت طبقة اللطاخة على العاج وفي الانابيب العاجية عند الغسل بالمحلول ذو درجة حموضة PH=6 ، على عكس حمض الليمون ٥٪ ذو درجة حموضة PH=1.9 ، حيث تمت إزالة طبقة اللطاخة من جدران القناة الجذرية العاج حول القنوي ، حيث كان التخلص من طبقة اللطاخة بمحلول حمض الليمون مع تركيزات أعلى بدرجة حموضة (PH ٦) غير كافية ، مما يشير إلى أن الرقم الهيدروجيني (PH) للمحلول كان العامل الحاسم في التخلص من طبقة اللطاخة بدلاً من التركيز(Hennequin *et al.,* 1994).

يتعلق عمل كل محلول بتكوينه ودرجة الحموضة حيث ذكرت دراسة أن استخدام تركيز منخفض (٥٪) من حمض الليمون عند درجة حموضة PH عالية مماثل لتكوين BioAKT كافي لإزالة طبقة اللطاخة بكفاءه مماثلة لتراكيز عالية (Haznedaroğlu, 2003).

يتفق كل ما سبق من حيث درجات الحموضة التي أجري قياسها في هذا البحث حيث كانت درجات الحموضة متقاربة جداً لحمض الليمون ١٠٪ PH=1.83 وحمض الليمون ٤٠٪ PH=1.8 حيث ابدت كل المحاليل السابقة أثر قلل من القساوة المجهرية للعاج الجذري دون وجود فروق ذات دلالة احصائية فيما بينها.

وعلى صعيد آخر حمض الليمون ذو وزن جزيئي منخفض يمكن أن يخترق الأنابيب العاجية بسهولة وبشكل أعمق من EDTA ذو الوزن الجزيئي المرتفع، ومن جهة اخرى، الجزيئات الأكبر مثل EDTA ترتبط بعدد أقل من شوارد الكالسيوم في العاج(Jaiswal *et al.,* 2018).

أظهرت الدراسات تناسباً طردياً بين اندخال المحاليل في الانابيب العاجية مع انخفاض اللزوجة والتوتر السطحي (Bukiet *et al.,* 2013)، لزوجة سائل حمض الليمون أقل من محلول EDTA بغض النظر عن وجود أوعدم وجود المنظفات ترتبط لزوجة المحلول بوزنه الجزيئي، مما يؤثر على تدفق المحلول واختراقه في الأنابيب العاجية. (Heling & Chandler, 1998) (Rohm *et al.,*2011).

أفادت دراسة بوغيو وزملائه بقدرة محاليل الارواء المختلفة على خلب الكالسيوم من العاج القنوي في أوقات تعرض مختلفة، مع مراعاة وجود خلب أعلى من الكالسيوم الكالسيوم أكثر من PH (7.4) على العكس من ذلك، لا يوجد فرق دال احصائياً بين (Ca^{++}) في العينات المعرضة لمحاليل أساسها حمض الليمون أكثر من EDTA. يكون الخلب الأعلى الذي تم الإبلاغ عنه في تلك الدراسة مرتبطًا بـ انخفاض درجة الحموضة في محاليل حمض الليمون (pH <2)، وبالتالي زيادة إزالة المواد غير العضوية مثل Ca^{++} من بلورات هيدروكسي الأباتيت، إضافة المنظفات لا تؤثر على خصائص خلب الكالسيوم للـ EDTA و حمض الليمون لأن القيم من تركيز Ca^{++} الذي تم خلبها في المحلولين لم يختلف اختلافًا كبيرًا(Poggio *et al.,* 2015).

رغم تغيَر القوة والزمن المستخدم في القياس بين هذه الدراسة والدراسات الأخرى، فاتفقت بمجموعها مع Chuenarrom ورفاقه والذي قد لاحظ بأن درجة القساوة تتعلق بالقوة المطبقة في القياس أكثر من زمن التطبيق، مع عدم وجود فروق كبيرة مابين القوى المختلفة المستخدمة، فيرتفع رقم القساوة العاجي بزيادة القوة بشكلٍ غير جوهري (Chuenarrom *et al.,* 2009).

أظهرت سوزا وسيلفا أن تركيز ١٪ من سائل حمض الليمون عند درجة الحموضة (PH 1) يخلب الكالسيوم أكثر من ١٪ من سائل حمض الليمون عند درجة حموضة (PH 7.4). على العكس من ذلك، لا يوجد فرق دال احصائياً بين حمض الليمون ١٪ ذو (PH 7.4) والسائل الملحي الاقل فعالية على خلب الكالسيوم من العاج القنوي (Sousa & Silva, 2005).

مما سبق نجد ان الرقم الهيدروجيني(PH) لسائل حمض الليمون أكثر عامل مهم في خلب الكالسيوم من التركيز (Sterrett *et al.,* 1991).

قيد الانتظار مزيد من الدراسات السريرية ودراسات السلامة، ودراسات أخرى على هذه السوائل الخالبة مع ما يجب استخدام من المنظفات والمواد المحسنة لتأكيد فعالية وسلامة هذه العوامل في المعالجات اللبية السريرية اليومية.

الاستنتاجات:

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي: تناقصت القساوة المجهرية لجميع العينات بعد غسلها بالسوائل الخالبة المدروسة كما تبين أنه لا يوجد فرق دال احصائي ما بين المواد الخالبة المدروسة بالتأثير على القساوة المجهرية.

يوصى بالقيام بمزيد من الابحاث حول تأثير حمض الليمون كمادة خالبة بأكثر من زمن غسل وبالتنشيط بوسائل تنشيط مختلفة.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. Ari, H., Erdemir, A., & Belli, S. (2004). **Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin**. **Journal of endodontics**, *30*(11), 792-795.
2. Bakr, D. K., Saleem, S. S., & Amin, B. K. (2016). **Effect of sodium hypochlorite, chlorhexidin and EDTA on dentin microhardness**. **Zanco Journal of Medical Sciences (Zanco J Med Sci)**, *20*(1), 1175_1179-1175_1179.
3. Baldasso, F. E. R., Roleto, L., Silva, V. D. d., Morgental, R. D., & Kopper, P. (2017). **Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin**. **Brazilian oral research**, *31*.
4. Ballal, N. V., Mala, K., & Bhat. (2010). **Evaluation of the effect of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on the microhardness and surface roughness of human root canal dentin**. **Journal of endodontics**, *36*(8), 1385-1388.
5. Bukiet, F., Soler, T., Guivarch, M., Camps, J., Tassery, H., Cuisinier, F., & Candoni. (2013). **Factors affecting the viscosity of sodium hypochlorite and their effect on irrigant flow**. **International Endodontic Journal**, *46*(10), 954-961.
6. Chuenarrom, C., Benjakul, P., & Daosodsai, P. J. M. R. (2009). **Effect of indentation load and time on knoop and vickers microhardness tests for enamel and dentin**. *12*, 473-476.
7. Cruz-Filho, A. M., Sousa-Neto, M. D., Savioli, R. N., Silva, R. G., Vansan, L. P., & Pécora, J. D. J. J. o. e. (2011). **Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin**. *37*(3), 358-362.
8. De-Deus, G., Paciornik, S., & Mauricio, M. (2006). **Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine**. **J International endodontic journal**, *39*(5), 401-407.
9. Demirel, A., Yüksel, B. N., Ziya, M., Gümüş, H., Doğan, S., & Sari, Ş. (2019). **The effect of different irrigation protocols on smear layer removal in root canals of primary teeth: a SEM study**. **Acta Odontologica Scandinavica**, *77*(5), 380-385.
10. Dhawan, R., Gupta, A., Dhillon, J. S., Dhawan, S., Sharma, T., & Batra, D. (2019). **Effect of different irrigating solutions with surfactants on the microhardness and smear layer removal of root canal dentin: An in vitro study**. **Journal of conservative dentistry: JCD**, *22*(5), 454.
11. Eid, D., Medioni, E., De-Deus, G., Khalil, I., Naaman, A., & Zogheib. (2021). **Impact of Warm Vertical Compaction on the Sealing Ability of Calcium Silicate-Based Sealers: A Confocal Microscopic Evaluation**. **Materials**, *14*(2), 372.
12. Eldeniz, A. U., Erdemir, A., & Belli. (2005). **Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin**. **Journal of endodontics**, *31*(2), 107-110.
13. Garcia, A. J., Kuga, M. C., Palma-Dibb, R. G., Só, M. V., Matsumoto, M. A., Faria, G., & Keine, K. (2013). **Effect of sodium hypochlorite under several formulations on root canal dentin microhardness**. **Journal of investigative and clinical dentistry**, *4*(4), 229-232.
14. Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). **Irrigation in endodontics**. **Dental Clinics**, *54*(2), 291-312.
15. Haznedaroğlu, F. (2003). **Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal**. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, *96*(3), 340-344.
16. Heling, I., & Chandler. (1998). **Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules**. **International Endodontic Journal**, *31*(1), 8-14.
17. Hennequin, M., Pajot, J., & Avignant, D. (1994). **Effects of different pH values of citric acid solutions on the calcium and phosphorus contents of human root dentin**. **Journal of endodontics**, *20*(11), 551-554.
18. Hülsmann, M., Heckendorff, M., & Lennon, A. J. I. e. j. (2003). **Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use**. *36*(12), 810-830.

19. Jaiswal, S., Patil, V., Kumar, K. S., Ratnakar, P., Rairam, S., & Tripathi, S. (2018). **Comparative analysis of smear layer removal by conventional endodontic irrigants with a newly experimented irrigant-fumaric acid: A scanning electron microscopic study**. **Journal of conservative dentistry: JCD**, *21*(4), 419.
20. Kantovitz, K. R., Pascon, F. M., Alonso, R., Nobre-Dos-Santos, M., & Rontani, R. (2008). **Marginal adaptation of pit and fissure sealants after thermal and chemical stress. A SEM study**. **American journal of dentistry**, *21*(6), 377-382.
21. Keine, K. C., Kuga, M. C., Coaguila-Llerena, H., Palma-Dibb, R. G., & Faria, G. (2020). **Peracetic acid as a single endodontic irrigant: effects on microhardness, roughness and erosion of root canal dentin**. **Microscopy Research and Technique**, *83*(4), 375-380.
22. Khallaf, M. E., Kataia, E. M., Aly, Y., Omar, N., & Mohamed, M. A. (2020). **Cleanliness efficacy and effect on dentin microhardness of a novel plant extract irrigant**. **Bulletin of the National Research Centre**, *44*(1), 1-9.
23. Machado, R., Garcia, L. d. F. R., da Silva Neto, U. X., Cruz Filho, A. d. M. d., Silva, R. G., Vansan, L. P. J. M. r., & technique. (2018). **Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration**. *81*(3), 275-282.
24. Marending, M., Luder, H., Brunner, T., Knecht, S., Stark, W. J., & Zehnder, M. (2007). **Effect of sodium hypochlorite on human root dentine–mechanical, chemical and structural evaluation**. **International Endodontic Journal**, *40*(10), 786-793.
25. Mohammadi, Z. (2008). **Sodium hypochlorite in endodontics: an update review**. **International dental journal**, *58*(6), 329-341.
26. Naeem, M. M., Abdallah, A. M., Kamar, A. A., & Leheta, N. A. (2021). **Effect of phytic acid (IP6) versus ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) on dentin microhardness (in vitro study)**. **Alexandria Dental Journal**, *46*(2), 99-105.
27. Naseri, M., Eftekhar, L., Gholami, F., Atai, M., & Dianat, O. (2019). **The effect of calcium hydroxide and nano–calcium hydroxide on microhardness and superficial chemical structure of root canal dentin: an ex vivo study**. **Journal of endodontics**, *45*(9), 1148-1154.
28. Nogueira, B. M. L., da Costa Pereira, T. I., Pedrinha, V. F., & de Almeida Rodrigues, P. (2018). **Effects of different irrigation solutions and protocols on mineral content and ultrastructure of root canal dentine**. **Iranian endodontic journal**, *13*(2), 209.
29. Oliveira, L. D., Carvalho, C. A. T., Nunes, W., Valera, M. C., Camargo, C. H. R., & Jorge, A. O. C. (2007). **Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin**. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, *104*(4), e125-e128.
30. Peters, O. A., Schönenberger, K., & Laib, A. (2001). **Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography**. **International Endodontic Journal**, *34*(3), 221-230.
31. Pimenta, J. A., Zaparolli, D., Pécora, J. D., & Cruz-Filho, A. M. (2012). **Chitosan: effect of a new chelating agent on the microhardness of root dentin**. **Brazilian dental journal**, *23*(3), 212-217.
32. Poggio, C., Dagna, A., Vinci, A., Beltrami, R., Cucca, L., & Giardino, L. (2015). **Decalcifying capability of irrigating solutions on root canal dentin mineral content**. **Contemporary Clinical Dentistry**, *6*(2), 201.
33. Pucci, C. R., Gu, L.-S., Zeng, C., Gou, Y.-P., Tay, F. R., & Niu, L.-N. (2017). **Susceptibility of contemporary single-bottle self-etch dentine adhesives to intrinsic water permeation**. **Journal of Dentistry**, *66*, 52-61.
34. Sabins, R. A., Johnson, J. D., & Hellstein, J. W. (2003). **A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals**. **Journal of endodontics**, *29*(10), 674-678.
35. Scelza, M. F., Teixeira, A. M., & Scelza, P. (2003). **Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin**. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, *95*(2), 234-236. doi:10.1067/moe.2003.89

36. Sousa, S. M. G., & Silva, T. L. (2005). **Demineralization effect of EDTA, EGTA, CDTA and citric acid on root dentin: a comparative study**. **Brazilian oral research***, 19*, 188-192.
37. Sterrett, J. D., Delaney, B., Rizkalla, A., & Hawkins, C. H. (1991). **Optimal citric acid concentration for dentinal demineralization**. **Quintessence International***, 22*(5).
38. Tonini, R., Giovarruscio, M., Gorni, F., Ionescu, A., Brambilla, E., Mikhailovna, I. M., . . . Sauro, S. (2020). **In vitro evaluation of antibacterial properties and smear layer removal/sealer penetration of a novel silver-citrate root canal irrigant**. **Materials***, 13*(1), 194.
39. Torabinejad, M., Shabahang, S., Aprecio, R. M., & Kettering, J. D. (2003). **The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation**. **Journal of endodontics***, 29*(6), 400-403.
40. Unnikrishnan, M., Mathai, V., Sadasiva, K., Santakumari, R. S. M., Girish, S., Shailajakumari, A. K. J. J. o. p., & sciences, b. (2019). **The evaluation of dentin microhardness after use of 17% EDTA, 17% EGTA, 10% citric acid, MTAD used as chelating agents combined with 2.5% sodium hypochlorite after rotary instrumentation: An in vitro SEM study**. *11*(Suppl 2), S156.
41. Yamaguchi, M., Yoshida, K., Suzuki, R., & Nakamura, H. (1996). **Root canal irrigation with citric acid solution**. **Journal of endodontics***, 22*(1), 27-29.
42. Yilmaz, S., Dumani, A., & Yoldas, O. (2016). **The effect of antibiotic pastes on microhardness of dentin**. **Dental Traumatology***, 32*(1), 27-31.
43. Zehnder, M. (2006). **Root canal irrigants**. **Journal of endodontics***, 32*(5), 389-398.

٤٤. عبده، أنس. (٢٠١٢) "تقييم عدة طرائق مُستخدمة لتحسين الإرواء وتنظيف القناة الجذرية بهيبوكلوريد .الصوديوم (دراسة مخبرية) مطبوعات جامعة دمشق

٤٥.قطيفاني، مرغانا. (٢٠١٥)"أثر سوائل الإرواء المختلفة على الربط العاجي للجذور المعالجة لبياً (دراسة مخبرية)مطبوعات جامعة دمشق