

دراسة مخبرية مقارنة لتقييم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بعد تجريف النخر بالسناابل الدوارة والتقنية الكيميائية الميكانيكية والليزر السني.

أ.د. عاطف عبدالله⁽²⁾

إياد أحمد⁽¹⁾

(الإيداع: 9 تموز 2023، القبول: 2 آب 2023)

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى تحري كفاءة التقنيات المختلفة لتجريف النخور(السناابل الدوارة التقليدية-السناابل الذكية Smart Burs II- التقنية الكيميائية الميكانيكية- الليزر السني) وتأثيرها على القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي في أرض الحفرة السنية. تضمنت الدراسة إجراء تجريف نخر ل (40) رحي بشرية مقلوعة عليها نخور إطباقية، حيث تم تقسيم عينة الأرحاء بشكل عشوائي وبالتساوي إلى أربع مجموعات. في المجموعة الاولى أزيل النخر العاجي وفقاً للتقنية التقليدية، وفي المجموعة الثانية أزيل النخر العاجي باستخدام سناابل (Smart Burs II)، أما المجموعة الثالثة والرابعة تم تجريف النخر وفقاً للتقنية الكيميائية الميكانيكية و ليزر (ER:YAG) على التوالي. بعد الانتهاء من تجريف النخر السني خضعت أرض الحفرة النخرية للعينات لاختبار القساوة السطحية المجهرية وحساب رقم (Vickers) باستخدام جهاز (Galileo durometria) كانت القساوة السطحية للعاج المتبقي في أرض الحفرة النخرية بعد تجريف النخر باستخدام الليزر السني (ER:YAG) هي الأعلى مقارنة بباقي تقنيات تجريف النخر، ومع ذلك لم تكن هنالك فروق ذات دلالة احصائية بين مجموعتي التجريف باستخدام الليزر والتقنية التقليدية، في حين كان هنالك فروق جوهرية بين مجموعتي تجريف النخر باستخدام الليزر السني والتقنية التقليدية و مجموعتي تجريف النخر باستخدام السناابل الذكية والتقنية الكيميائية الميكانيكية . أظهرت هذه التجربة المختبرية كفاءة الليزر السني في سياق عملية تجريف النخر السني وكذلك التقنية التقليدية في تجريف النخور.

الكلمات المفتاحية: النخر السني، السناابل الدوارة، التقنية الكيميائية الميكانيكية، الليزر السني، القساوة السطحية المجهرية.

(1) طالب دراسات عليا (دكتوراه)- اختصاص مداواة الأسنان- كلية طب الأسنان- جامعة حماة

(2) أستاذ في قسم مداواة الأسنان- كلية طب الأسنان- جامعة حماة

A Comparative Laboratory Study to Evaluate the Micro Hardness of Residual Dentin after Caries Removal by Rotary Burs, Chemomechanical Technique and Dental Laser.

Dr. Eyad Ahmad*

Dr. Atef Abdullah**

(Received: 9 July 2023, Accepted: 2 August 2023)

Abstract:

: This research aims to investigate the efficiency of different techniques for caries removal (conventional stainless steel Burs– Smart Burs II – Chemomechanical Technique – dental laser) and their effect on the micro hardness of Residual Dentin.

The study included a caries removal of (40) human molars with occlusal caries. The sample was divided randomly into four equal groups: In the first group, the caries was removed by conventional method, in the second group the caries was removed by Smart Burs II, While the third and fourth groups the caries was removed by Chemomechanical Technique and ER:YAG Laser respectively. After completing the removal of dental caries, the samples was subjected to the surface microhardness test and the Vickers number was calculated using the (Galileo durometria) device.

The micro hardness of residual dentinal surface after caries removal by ER:YAG laser was the highest compared to the rest of the caries removal techniques, however, there were no statistically significant differences between the two groups of caries removal by using laser and the conventional technique, while there were Significance differences between the two groups of caries removal using dental laser and conventional technique and the other two groups.

This laboratory experiment showed the efficiency of the dental laser in the context of the process of dental caries removal, as well as the conventional technique

Key Words: Dental caries, Rotary Burs, Chemomechanical Technique, Laser, Micro hardness

* Postgraduate Student (Doctorate Degree) – Department of Endodontic and Operative Dentistry – Faculty of Dentistry – University of Hama.

** Professor – Department of Endodontics & Operative Dentistry– Faculty of Dentistry – University of Hama

المقدمة Introduction :

يعتبر النخر السني من أكثر الأمراض المزمنة شيوعاً في جميع أنحاء العالم، وهو ثاني أكثر الأسباب لفقدان الأسنان بعد التهاب النسيج الداعم السنية. (Abinaya R . 2020)

إن النخر السني كمرض يتطور نتيجة تفاعلٍ معقدٍ بين ثلاثة عوامل أساسية وهي الكائنات الحية الدقيقة (اللويحة السنية) والركيزة (السكريات القابلة للتخمر في النظام الغذائي)، وقابلية المضيف (الأسنان واللحاج)، فالعضويات الدقيقة المسببة للنخر السني تخمر السكريات الغذائية وتحولها إلى أحماض تقوم بخسف المعادن من الأنسجة الصلبة للأسنان (الميناء والعاج والملاط). يؤثر تواتر تناول الوجبات الغذائية وقوام الطعام المتناول ونمط السكريات المأخوذة ومدة التعرض على خطر تشكل النخر السني وتقدمه. وفي نفس الوقت هنالك عوامل مختلفة قد تعدل أو تحد من تأثير النظام الغذائي منها إجراءات التنظيف الفموي واستخدام الفلورايد والعوامل المضادة للجراثيم والعلاجات الوقائية الاحترافية المنجزة في العيادة السنية مثل تطبيق المواد السادة للوهاد والميازيب. (Andrysiak–Karminińska.2022)

يختلف نمط انتشار النخر السني تبعاً لاختلاف العمر والجنس ويعتمد على العرق والموقع الجغرافي والحالة الاجتماعية والاقتصادية والعادات الغذائية، وعادات التنظيف الفموي وأنواع العضويات الدقيقة المنتشرة داخل الحفرة الفموية. (Yoshiaki (Nomura.2020

في عام (2019) تم تقييم إصابة حوالي (3.58) مليار شخص بمرض النخر السني الذي يسبب ألماً يتراوح بين الخفيف إلى الشديد ويتفاقم عند مضغ أي مادة غذائية، وقد يسبب اضطراباً نفسياً واجتماعياً وصعوبة في التواصل مع أفراد المجتمع الآخرين بسبب الأسنان المفقودة او المشوهة، وله أثر كبير على أنشطة الحياة اليومية، و إن لم يتم علاجه في مراحله المبكرة فقد يسبب ألماً شديداً لا يُطاق وتورمات في الوجه وصعوبة في المضغ والبلع وتحديداً في فتحة الفم، وقد تصل آثاره الخطيرة جداً إلى صعوبة في التنفس وقد يؤدي في بعض الحالات إلى الموت. (Abu Kiros . 2022)

يتكون النخر السني عادة من طبقتين أساسيتين ومتتاليتين ومختلفتين عن بعضهما في السمات السريرية والكيميائية والمجهريّة ويظل التمييز بين هاتين الطبقتين تحدياً كبيراً، تُظهر الطبقة الخارجية من النخر (العاج المصاب) تشوهاً في البنية المجهريّة للأقنية العاجية، وتخرّباً غير ردود لألياف الكولاجين في العاج ، واستعماراً وغزواً جرثومياً كبيراً ضمن الأقنية العاجية. (Asal (MA.2021

إنّ الطبقة الخارجية للنخر ذات محتوى معدني منخفض و تظهر سريرياً بلون بني داكن أو رمادي وهي رطبة للغاية ويمكن إزالتها بسهولة باستخدام المجارف اليدوية أو الأدوات الدوارة، هذه الطبقة لا يُمكن إصلاحها أبداً، وقد يتم الحفاظ عليها في الآفات النخرية العميقة جداً والتي يكون فيها خطر حدوث الانكشاف اللبي كبيراً. (wareth.2023)

تظهر الطبقة الداخلية (العاج المتأثر) زوالاً جزئياً للتمعدن بين الأنابيب العاجية وترسباً للبلورات المعدنية في لمعة الأنابيب العاجية وتخرّباً أقل في شبكة ألياف الكولاجين وعدم وجود غزو جرثومي ، وتكون هذه الطبقة أكثر مقاومة للتحلل البروتيني. (Asal MA.2021)

يمتلك العاج المتأثر لوناً بنياً شاحباً، وهو أكثر صلابة من العاج المصاب وأقل قساوة من العاج السليم وهو مقاوم للتجريف اليدوي ولا يكن إزالته إلا بعد تطبيق ضغط كبير وذلك بسبب احتوائه على نسبة كبيرة من المعادن والكولاجين، ويمكن أن يخضع العاج المتأثر إلى التكلس وإعادة التمعدن من جديد الأمر الذي يؤدي إلى الترسيب المستمر للمعادن داخل الأقنية العاجية مما قد يؤدي إلى حدوث طمس لهذه الأقنية وحدوث تصلب العاج. (wareth.2023)

في البدايات الأولى لطب الأسنان الحديث كان النخر يُزال بشكل كامل على أساس مفهوم التمديد الوقائي وفقاً لمنهج العالم بلاك (G.V.Black)، وبعد فترة من الزمن ونظراً للتطور الحاصل في طب الأسنان اتجه طب الأسنان نحو النهج المحافظ (الحد الأدنى من التداخل الجراحي على النسج السنية)، ويعتمد هذا النهج في إدارة وتدبير النخور السنية على اكتشاف وتشخيص واعتراض الآفة النخرية ومعالجتها وهي في مراحلها المبكرة وفي حدودها الدنيا من حيث الانتشار. (R. 2020). (Abinaya)

جلبت التطورات المعرفية في علم الأمراض النخرية وكذلك المواد المتطورة التي رفدت طب الأسنان في العقود القليلة الماضية مناهج جديدة تهدف إلى الحفاظ على النسج السنية من خلال اعتماد الممارسات التي تحافظ على الحفرة السنية صغيراً ما أمكن وترميمها بالمواد المرممة الراتنجية اللصاقة. (Asal MA.2021)

يهدف معظم الأطباء حالياً إلى إزالة الطبقة المصابة فقط قبل البدء بإجراءات الترميم وذلك تجنباً للإزالة غير الضرورية للنسج السنية، فالعاج المصاب لا يمكن اصلاحه ولا يمكن الاعتماد عليه كركيزة ارتباط موثوقة للمادة الرابطة لإنتاج ختم موثوق به. (Senthilkumar.2020)

يمكن تفسير ذلك بانخفاض المحتوى المعدني والتغيرات غير القابلة للعكس في الغالب العضوي للعاج، وبأية حال فإن طبقة العاج المتأثر يكون قوة ارتباطها مع المواد المرممة الراتنجية أقل فيما إذا قورنت بالارتباط مع العاج السليم، ولا يمكن الاحتفاظ بهذه الطبقة إلا إذا كانت خالية من العضويات الدقيقة أو تحتوي على عدد ضئيل جداً من الجراثيم (Baraba.2018)

إن استخدام السنابل الدوارة هو الأسلوب الشائع لإزالة النسج السنية النخرة وهي طريقة لها تاريخ طويل ولا يزال معظم الأطباء يستخدمونها كونها سهلة الاستخدام وسريعة وذات تكلفة اقتصادية مقبولة، ولكنها تعطي إزالة غير انتقائية للعاج السني النخر وكذلك للبنى السنية، وقد تسبب ضرراً للمركب اللبي العاجي، ففي حال كانت الحفرة عميقة قد تسبب الإزالة المفرطة تخریباً لا رجعة فيه في الخلايا المولدة للعاج أو موتها، وعلى المدى الطويل قد تؤدي إلى ضرر للسلامة الميكانيكية للنسج السنية الأمر الذي يجعلها عرضة للكسور السنية والصدوع الكارثية. (Lim.2016)

إن الألم وعدم الارتياح أثناء استخدام الطريقة التقليدية والحاجة للتخدير المرافقة للعمل تشكل المصدر الأكبر للقلق للأطفال واليافعين على حد سواء. (Goyal .2022)

إن التقنية التقليدية والخوف والانزعاج المرتبط بها كان أحد العوائق الرئيسية التي تحول دون طلب المرضى للرعاية السنية الدورية والمنتظمة، وبالتالي كان ذلك دافعاً لتطوير طرق جديدة في علاج النخر السني تحافظ قدر الإمكان على النسج السنية وتقلل من المخاطر الناتجة عن الاستهلاك المفرط للنسج السنية وتقلل من الخوف والقلق و مستويات الانزعاج لدى المريض. (Montedori. 2016)

من التقنيات الحديثة التي تؤمن الحد الأدنى من التداخل الجراحي على النسج السنية الليزر السني والمواد السنية الذكية والتقنيات الترميمية غير الرضية وتقنيات الإزالة الكيميائية الميكانيكية للنخر. (Abinaya R.2020)

اكتسبت تقنية إزالة النخر الكيميائية الميكانيكية في السنوات الأخيرة قبولاً متزايداً لدى الممارسين العلميين والأطباء في العيادات السنية وذلك بسبب الإجراءات البسيطة وغير المؤلمة وتغلبها على العديد من عيوب إزالة النخر وفق الطريقة التقليدية التي تعتمد على الأدوات الدوارة، وهي تقنية محافظة وتقلل من إنتاج الرذاذ الملوث بالعضويات الدقيقة الناتج عن تحضير الحفر السنية والذي يشكل تهديداً خطيراً لطواقم العمل في العيادة السنية خاصة خلال فترة جائحة (كورونا Covid-19). يوجد حالياً العديد من منتجات التقنية الكيميائية الميكانيكية لتجريف النخر السني في الأسواق وتستخدم بشكل رئيس في مجال طب الأسنان الترميمي وطب أسنان الأطفال، تقوم هذه المنتجات بتليين العاج النخر منزوع التمعدن بشكل انتقائي وتحافظ على النسج السنية السليمة ولا تسبب هذه المنتجات أي رد فعل على مستوى اللب السني. يمكن أن تؤثر خصائص الأنسجة السنية

المتبقية بعد تطبيق التقنية الكيميائية الميكانيكية على قوة التصاق المواد المرممة الراتنجية مع النسج السنية حيث لاحظ (MarKovic) وجود العديد من الاختلافات الشكلية في أرض الحفرة تحت المجهر الالكتروني الماسح حيث كانت السطوح العاجية المعالجة باستخدام التقنية الكيميائية الميكانيكية خشنة وغير منتظمة مع وجود طبقة لطاخة قليلة وكذلك مظهر مميز للأفنية العاجية . (Bratu.2022)

هنالك طريقة أخرى محافظة لإزالة النخر طفيفة التوغل وهي (Polymer Bur)، وهي عبارة عن أداة دوارة فريدة مصنوعة من مادة بلاستيكية خاصة والتي بحسب الشركة المصنعة لها فإنها تزيل العاج المصاب فقط بشكل انتقائي دون المساس بالعاج السليم. (Asal MA.2021)

تم اطلاق أول سنبله (Polymer Bur) عام (2003) من قبل شركة (SS White) تحت الاسم التجاري (Smart Prep) وكانت مصنوعة من مادة بولي ايتريكيتون (PEKK) الطبية، وفي وقت لاحق تم اطلاق الجيل الثاني من هذه السنابل من قبل نفس الشركة تحت مسمى (Smart Bur) وتعتمد على نفس مبدأ العمل ولكن مع شفرات معززة، و اصدرت شركة (SS Withe) الجيل الثالث من هذه السنابل عام (2010) من قبل تحت مسمى (Smart Burs II) والتي تتمتع بحواف قاطعة مماثلة للأجيال السابقة ولكنها تتمتع بصلابة أعلى. وفي عام (2011) طرحت شركة (Komet) سنبله باسم (Poly Bur) والتي تعتبر تطويراً حديثاً تستخدم لإزالة العاج النخر والطري القريب من اللب في كل من الأسنان الدائمة والمؤقتة، بالرغم من أن هذه السنابل مخصصة للاستعمال بشكل خاص بالقرب من اللب لمنع تعرض اللب للانكشاف إلا أن استعمالها لا يزال يتطلب وجود السنابل المعدنية والماسية من أجل الوصول للآفة وإنهاء حواف التحضير، كما أنها لا تستخدم في حالة النخر المتواجد على طول الملتقى المينائي العاجي، وكذلك العاج ذو اللون الداكن (تفاعل ميلارد)، والعاج الصلب القابل لإعادة التمدن. (Lohmann. 2019)

أصبح الليزر يستخدم على نطاق واسع في مجال الطب بشكل عام وطب الأسنان بشكل خاص بسبب آثاره المفيدة مثل: خصائص التخثر (نزيف أقل)، وكذلك ألم ووذمة أقل بعد العمل الجراحي، كما يسمح الليزر أيضاً بالشفاء الجيد والسريع للنسيج المستهدف، ومستوى منخفض جداً من الانزعاج أثناء وبعد التدخل والاختفاء السريع للأعراض (Gabrić D.2015) عام (1997) تمت الموافقة من قبل إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية (ADA) على ليزر (ER:YAG) من أجل علاج أنسجة الأسنان الصلبة و علاج أمراض الغم المختلفة لدى البشر مع مزايا كونه آمناً ومريحاً وأكثر محافظة وأقل تداخلاً تجاه النسج السنية، كما أنه خال من الاهتزازات عالية التردد مقارنة باستخدام القبضة التقليدية عالية السرعة والسنابل الدوارة الأمر الذي يؤدي إلى علاج أكثر رضى للمرضى (Wenyan. 2022).

أظهرت الدراسات أن لليزر Er: YAG العديد من التطبيقات في طب الأسنان، مثل طب أسنان الأطفال، المعالجات اللبية، تقويم الأسنان، في طب الأسنان الوقائي، طب الأسنان الترميمي وله الكثير من التطبيقات في مجال الجراحات الفموية وكذلك في مجال إدارة المرضى ذوي الاحتياجات الخاصة (Geovana Lima.2021).

تمتص جزيئات الماء المحتواة في النسج السنية طاقة ليزر (ER:YAG) وتتوافق طول موجة ليزر (ER:YAG) (2940) نانومتر مع ذروة امتصاص الماء من قبل بلورات الهيدروكسي أباتيت، وبعد ارتفاع درجة الحرارة وحدوث تبخر الماء تحدث انفجارات مجهرية دقيقة للنسج الصلبة وبالتالي تحدث الحفرة السنية. (Kuhn.2022)

تحتوي الأنسجة النخرة على كمية كبيرة من الماء مقارنة بأنسجة الأسنان السليمة، وبالتالي فإن الامتصاص العالي لطاقة ليزر (ER:YAG) يوفر إزالة انتقائية ومحافظة للنخر دون امتداد التحضير إلى بنية الأسنان السليمة، كما أن ليزر (ER:YAG) له خصائص مضادة للجراثيم والعضويات الدقيقة من خلال التأثير الحراري الضوئي أثناء تشييع الليزر والذي يقتل الجراثيم المتبقية في الحفرة السنية أثناء تجريف النخر. (Baraba.2018)

يمكن أن يتأثر طول عمر و كذلك جودة الترميمات السنية بعدة عوامل منها نوع السن وموقع الإصابة ، والتقنيات والمواد المستخدمة في إنجاز العلاج بالإضافة إلى عوامل تتعلق بكل من الطبيب والمريض.(Sarmadi. 2018).

يمكن أن تكون اختبارات القساوة السطحية المجهرية بمثابة علامات سريرية موضوعية يمكنها التنبؤ والتفريق بين العاج المصاب والعاج المتأثر والعاج السليم، فالقساوة السطحية للعاج المصاب أقل بكثير من القساوة السطحية للعاج السليم غير المصاب بالنخر، كما أنّ هذه الاختبارات يمكن أن تساعد الاطباء على اختيار تقنية تجريف النخر الأكثر محافظة وأقل استهلاكاً للنسج السنية.(Mohan. 2021)

بالرغم من وجود العديد من طرق إزالة النخر والتي منها طرق محافظة وطفيفة التوغل إلا أنّ الدراسات كان لها نتائج متناقضة فيما يتعلق بالقساوة السطحية للعاج المتبقي.(Cunjal.2022)

الهدف من البحث Aim of the study:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة أربع طرق مختلفة في تجريف النخر العاجي: (التقنية التقليدية التي توظف سنابل ستانلس ستيل الكروية المركبة على قبضات معوجة منخفضة السرعة _ تقنية السنابل الذكية Smart Burs II والتي تتركب على قبضات معوجة منخفضة السرعة _ التقنية الكيميائية الميكانيكية _ الليزر السني (ER:YAG) وذلك عن طريق تقييم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي في أرض الحفرة النخرية بعد تجريف النخر العاجي باستخدام اختبار (Vickres).

المواد والطرق Materials and Methods:

تألفت عينة البحث من (40) رحي ثالثة بشرية مقلوعة حديثاً عليها نخور إطباقية لا تمتد إلى السطوح الملاصقة الأنسية والوحشية، ومن حيث عمق الآفة النخرية لا يتجاوز النخر الثلث المتوسط للعاج ويمكن التأكد من ذلك سريرياً او من خلال التصوير الشعاعي الرقمي. قسمت بشكل عشوائي إلى أربع مجموعات (10) أرحاء لكل مجموعة. خضعت كل الأرحاء إلى قطع طولي يمر من مركز الآفة النخرية باستخدام السنابل الماسية والأقراص الفاصلة وجرى تنعيم حواف القطع باستخدام أقراص التنعيم الزجاجية ورؤوس التنعيم المطاطية. تم إجراء فتح وتخطيط الحفرة النخرية وإزالة النخر المينائي والوصول إلى الآفة باستخدام السنابل الماسية الشاقة (CD58-Mani,Japan) المركبة على قبضات ذات التدوير الهوائي عالية السرعة.



الشكل رقم (1): عينة البحث المجموعة وهي أرحاء ثالثة بشرية مقلوعة.

تم تجريف النخر العاجي في الحفر السنية وفق ما يلي :

-المجموعة الأولى: تجريف النخر وفق الطريقة التقليدية: أزيل النخر العاجي باستخدام سنابل ستانلس ستيل الكروية من شركة (SS White) المركبة على قبضة معوجة منخفضة السرعة، بحركات دائرية تبدأ من منتصف الآفة النخرية وحتى المحيط، مع مراعاة التبريد المائي والهوائي.

-المجموعة الثانية: تجريف النخر باستخدام السنابل الذكية: أزيل النخر العاجي باستخدام سنابل (Smart Burs II-SS white Burs,USA) بحركات دائرية تبدأ من منتصف الآفة النخرية وحتى المحيط، ويجب مراعاة تطبيق الضغط التلامسي أثناء التطبيق والعمل ضمن نطاق تدوير للسنبلة الموصى به من قبل الشركة المصنعة (5000-8000) دورة/دقيقة.

- المجموعة الثالثة: أزيل النخر العاجي وفقاً للطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام منتج (CarieMove,Egypt). يطبق هلام (CarieMove) على كامل الحفرة لمدة (30) ثانية ومن ثم يكشط العاج النخر بلطف بواسطة مجارف عاجية يدوية ملعقية الشكل، تكرر العملية حتى يصبح الهلام رائقاً، حينها يزال الهلام المتبقي باستخدام الماء، ويسلط تيار غزير من الماء من أجل إزالة وغسل بقايا الهلام بشكل تام.

-المجموعة الرابعة: جُرف النخر العاجي باستخدام ليزر (ER:YAG-Kavo K Laser III,Germany). بعد اتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة أثناء العمل بالليزر، ومن خلال البرنامج رقم (17) لتحضير العاج وبطاقة نبضة (250) ميلي جول وتواتر نبضة (4) هرتز وبإعدادات التبريد الهوائي المائي المرافقة للبرنامج، باستخدام قبضة التركيز الموجه (2060) التي توضع على بعد (10) مم من البؤرة النخرية لتعطي مساحة تركيز بؤري (1) مم، يستمر تركيز الطاقة على البؤرة لمدة (10) ثواني حتى زوال البؤرة نتيجة الانفجارات المجهرية ليُصار بعدها للانتقال إلى البؤرة المجاورة وهكذا حتى الانتهاء من إزالة كامل التجريف.



الشكل رقم (2): تجريف النخر السني بالطريقة التقليدية (سنابل ستانلس ستيل من شركة SS White)



الشكل رقم (3) تجريف النخر السني باستخدام سنابل (Smart Burs II).



الشكل رقم (4): تجريف النخر بالطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام مركب (CarieMove).



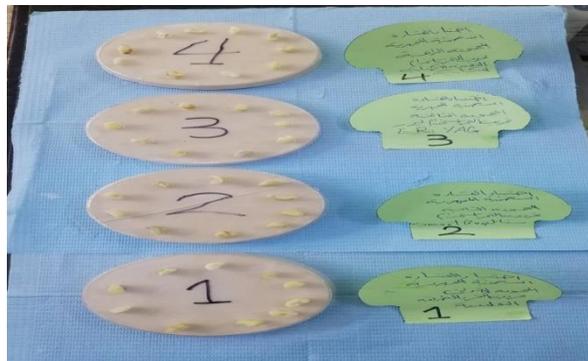
الشكل رقم (5): تجريف النخر السني باستخدام ليزر (ER:YAG) والضوابط المتبعة اثناء العمل بالليزر.

فُيَم انتهاء تجريف النخر لكل العينات عن طريق الاحساس للمسي من خلال مسير سني ذو رأس حاد يمرر على كل أنحاء الحفرة النخرية وتحري وجود الصرير العاجي والملمس القاسي للعاج السليم. لم يتم توحيد العمق في جميع الحفر المحضرة ، وذلك لأنّ هذا الإجراء قد يزيل ويطمس تأثير تقنيات تجريف النخر المختلفة المدرجة ضمن البحث على السطح العاجي في أرض الحفرة النخرية، وحصول تشوش وتشويه للنتائج التي يجب الحصول عليها، إذ أنّ توحيد عمق الحفر يجب أن يكون باستخدام السنابل الماسية. حُفظت العينات بعدها في الماء المقطر بدرجة حرارة (4) مئوية.

أزيلت كل النسيج المحيطة بأرض الحفرة النخرية من خلال إجراء قطع النسيج الزائدة تاجياً وجذرياً باستخدام السنابل الماسية وحصلنا في النهاية على سطح مستوي يحتوي فقط على قاعدة الحفرة وقسم قليل من النسيج السنية المحيطة، وخضع القسم المتبقي من السن للتثبيت بشكل مستوي على سطح أملس.



الشكل رقم (6): إزالة النسيج الزائدة من الأرحاء تاجياً وجذرياً بالنسبة لأرض الحفرة النخرية باستخدام السنابل الماسية.



الشكل رقم (7): تثبيت ما تبقى من نسيج الأرحاء بعد التشذيب على سطح مستوي.

جرى اختبار القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بعد تجريف النخر على العينات من خلال جهاز (Galileo durometria)، تم اختيار حمولة (50) غرام لكل العينات، و زمن تطبيق الحمل كان (15) ثانية لكل العينات. وتم الوصول إلى رقم (Vickers) للقساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بعد تجريف النخر لكل العينات المدروسة ووضعت النتائج في جداول.



الشكل رقم(8) استخدام جهاز (Galileo durometria) لقياس القساوة السطحية المجهرية للعينات.

الدراسة الإحصائية:

لتحليل نتائج البحث استخدمت الدراسة الإحصائية برنامج (SPSS Inc., Chicago ,USA) الاصدار (25). حيث تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لكل متغير ضمن كل مجموعة من مجموعات الدراسة. تم في البداية استخدام اختبار (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق لمتوسط قيم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بين المجموعات الأربعة المدروسة تم اعتماد مستوى الثقة (95%) وبالتالي مستوى $p \leq 0.05$ في تحديد وجود اختلافات دالة إحصائياً، فإذا كانت القيمة تساوي أو أقل من (0.05) نقرر وجود فروق دالة إحصائياً وإذا كانت أكبر من (0.05) نقرر عدم وجود فروق دالة إحصائياً.

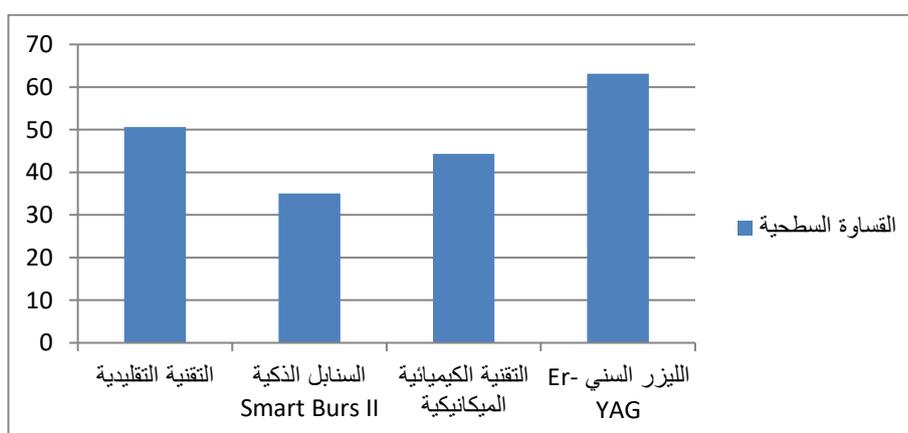
النتائج:

دراسة القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بعد تجريف النخر:

متوسطات قيم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي تبعاً لطريقة تجريف النخر:

الجدول رقم (1): يبين متوسطات قيم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بين المجموعات الأربعة المدروسة

الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	طريقة تجريف النخر	المتغير
5.1	50.59	التقنية التقليدية	القساوة السطحية
4.7	35.02	السنايل الذكية Smart Burs II	
6.3	44.34	التقنية الكيميائية الميكانيكية	
7.6	63.10	الليزر السني Er-YAG	



مخطط (1) يوضح متوسطات قيم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بين المجموعات الأربعة المدروسة

دراسة الفروق الإحصائية بين متوسطات قيم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي للمجموعات المدروسة:
الجدول رقم (2): يبين نتائج اختبار ANOVA لدراسة دلالة الفروق لمتوسط قيم القساوة السطحية المجهرية للعاج
المتبقي بين المجموعات الأربعة المدروسة

المتغير	طريقة تجريف النخر	المتوسط الحسابي	قيمة الدلالة	مستوى دلالة الفروق
القساوة السطحية	التقنية التقليدية	50.59	0.021	توجد فروقات دالة إحصائياً
	السنابل الذكية Smart Burs II	35.02		
	التقنية الكيميائية الميكانيكية	44.34		
	الليزر السني Er-YAG	63.10		

بالنسبة لدراسة متغير القساوة السطحية للعاج المتبقي وعند المقارنة ما بين المجموعات الأربعة معاً باستخدام اختبار (ANOVA) في البرنامج الإحصائي SPSS 25 كانت قيمة مستوى الدلالة $P < 0.05$ أي أنه عند درجة الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية بين اثنتين على الأقل من المجموعات الأربعة المدروسة في عينة البحث، ولمعرفة أي المجموعات تختلف عن الأخريات جوهرياً تم إجراء اختبار (Bonferroni) لدراسة دلالة الفروق الثنائية بين كل زوج من المجموعات الأربعة المدروسة.

الجدول رقم(3): يبين نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية لمتوسط قيم القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي بين المجموعات الأربعة المدروسة

المتغير	المجموعة (I)	المجموعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
القساوة السطحية	التقنية التقليدية	السنابل الذكية Smart Burs II	15.57	0.028	توجد فروقات دالة إحصائياً
		التقنية الكيميائية الميكانيكية	6.25	0.043	توجد فروقات دالة إحصائياً
	السنابل الذكية Smart Burs II	الليزر السني Er-YAG	-12.51	0.239	لا توجد فروقات دالة إحصائياً
		التقنية الكيميائية الميكانيكية	-9.32	0.086	لا توجد فروقات دالة إحصائياً
	التقنية الكيميائية الميكانيكية	الليزر السني Er-YAG	-28.08	0.023	توجد فروقات دالة إحصائياً
		الليزر السني Er-YAG	-18.76	0.148	توجد فروقات دالة إحصائياً

المناقشة Discussion:

يؤيد المفهوم الحالي لطب الأسنان إزالة النخر بشكل انتقائي، الأمر الذي يؤمن الحفاظ على أكبر قدر ممكن من العاج السليم أو المتأثر، ومع ذلك لا يتحقق ذلك الهدف بسهولة في الحياة السريرية. أدى ذلك إلى البحث عن طرق أكثر تحفظاً في إزالة النسخ السنية ، وأكثر راحة للمريض وأقل إيلاًماً له وأقل اهتزازاً وتسبباً للتغيرات الحرارية أثناء العمل Camila (Ferraz.2014). تلعب الخصائص المورفولوجية للسطح العاجي دوراً مهماً في استقرار وثبات الترميم وطول عمر الترميم السريري (Arbabzadeh.2013). تمثل القساوة السطحية المجهرية للعاج مقدار القالب المعدني المتكلس في المليمتر المربع من العاج، وكلما ازدادت قيمة القساوة السطحية كان ذلك إشارة إلى أنّ العاج أكثر مقاومة للانحلال الحمضي في سياق العملية النخرية (Arbabzadeh.2013). يستخدم تحليل القساوة السطحية المجهرية كطريقة لتقييم فقدان وإعادة دمج المعادن في النسخ السنية في سياق العملية النخرية حيث هناك علاقة خطية بين الانخفاض في قيمة القساوة السطحية وفقدان المعادن من النسخ السنية (Mollica .2012).

استخدمت الدراسة الحالية تجريف الآفات النخرية الطبيعية الموجودة على أرحاء بشرية مقلوعة حديثاً، وتم العمل على توحيد المتغيرات بين العينات ما أمكن وحصرها بتقنية تجريف النخر العاجي (سنابل ستانلس ستيل، سنابل ذكية، التقنية الكيميائية الميكانيكية، الليزر السني). في هذه الدراسة ، تم إجراء إزالة الأنسجة النخرة حتى يتم الحصول على عاج سليم ، تم تقييمه من خلال الاختبار الذي تم إجراؤه باستخدام المسبر السني كما تم في الكثير من الدراسات السابقة. قيست القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي في أرض الحفرة النخرية باستخدام طريقة (Vickers). إنّ مقياس (Vickers) يعتبر اختباراً بسيطاً وسريعاً وموثوقاً عند تقييم القساوة السطحية المجهرية للنسخ السنية. (2021). (Ishyani).

أظهرت الدراسة الحالية أنّ القساوة السطحية المجهرية للعاج في الحفر التي خضع النخر العاجي فيها للتجريف باستخدام ليزر (ER:YAG) وبضوابط عمل ليزري (طاقة النبضة الليزرية 250 ميلي جول، وتواتر النبض الليزري 4 هرتز) كانت أعلى من القساوة السطحية للعاج في أرض الحفرة النخرية في باقي تقنيات تجريف النخر الأخرى. أظهرت الدراسة التحليلية الإحصائية عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعة تجريف النخر بالليزر ومجموعة تجريف النخر باستخدام السنابل التقليدية الدوارة (ستانلس ستيل)، في حين وجدت فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعة الليزر السني ومجموعتي تجريف النخر باستخدام السنابل الذكية (Smart Burs II) والتقنية الكيميائية الميكانيكية. ولم تظهر الدراسة الحالية فروق جوهرية في القساوة السطحية المجهرية بين مجموعتي تجريف النخر باستخدام السنابل الذكية (Smart Burs II) والتقنية الكيميائية الميكانيكية.

إنّ السطح العاجي الذي تعرض لإشعاع ليزر (ER:YAG) يصبح خشناً وأكثر قساوة وصلابة ويصبح لديه الكثير من عدم الانتظامات، كما تزال طبقة اللطاخة بالكامل وتفتح الأفتية العاجية، ونتيجة المحتوى المرتفع للماء في العاج يصبح سطح العاج بعد التعرض لإشعاع الليزر يحتوي على عاج قنيوي أكثر، كما أنّ المنطقة بين العاج حول وداخل القنيوي تصبح أكثر بروزاً ووضوحاً.

اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة (Arbabzadeh et al.2013) ويمكن أن يعزى الاختلاف إلى كون الحفر السنية في دراسة (Arbabzadeh) منجزة على السطوح الدهليزية والحنكية في حين كانت الحفر في الدراسة الحالية منجزة على السطوح الإطباقية، وكما اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة (Souza-Gabriel 2009)، ويمكن أن يعزى الاختلاف إلى أنّ دراسة (Souza-Gabriel) استخدمت ضوابط مختلفة للإشعاع الليزري مثل طاقات متعددة للنبضة

(350,300,250,200) ميلي جول و تواترات (5,4,3,2,1) هرتز، في حين كانت ضوابط الشعاع الليزري المستخدم في الدراسة الحالية ثابتة وهي طاقة نبضة (250) ميلي جول، وتواتر نبضة (4) هرتز.

تظهر الدراسات أن القساوة السطحية للعاج تزداد من الطبقات الخارجية إلى الطبقات الداخلية (Mollica al.2012)، ومن المحتمل أن سنابل ستانلس ستيل التقليدية أثناء تجريف النخر وكونها غير انتقائية أزلت كامل النخر العاجي وقسماً من العاج السليم بشكل عرضي الأمر الذي جعل قعر الحفرة النخرية في منطقة عاج سليم فكانت قيم القساوة السطحية المجهرية أعلى مقارنة مع كل من مجموعتي تجريف النخر باستخدام السنابل الذكية (Smart Burs II) والتقنية الكيميائية الميكانيكية. تتميز السنابل الذكية (Smart Burs II) أنها أقل قساوة من العاج السليم، وأكثر قساوة من العاج النخر المصاب، الأمر الذي يجعلها فعالة في إزالة العاج النخر فقط، وبشكل غير إرادي تترك العاج المتأثر دون إزالة الأمر الذي يجعلها انتقائية في تجريف النخر. هذا العاج المتبقي يكون ناعماً وأقل قساوة من العاج السليم، ولكنه متسق (Somani.2019).

تم الحصول على نتائج مماثلة في دراسة (Pranjali Gunjal.2022) ودراسة (Camila Ferraz.2014)، حيث فسرت قيم القساوة السطحية المجهرية المتدنية للعاج المتبقي بعد تجريف النخر باستخدام السنابل الذكية مقارنة بالسنابل الدوارة التقليدية هو وجود بقايا للعاج النخر وأنه لم تتم إزالته بشكل كامل من قبل السنابل الذكية.

توافقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات (Kitsahawong.2015)، ودراسة (Hamama.2013)، ودراسة (2017). (Shehab Anwar)، حيث كانت القساوة السطحية للعاج المتبقي في أرض الحفرة النخرية التي خضعت لتجريف النخر وفقاً للتقنية الكيميائية الميكانيكية أقل مقارنة مع الحفر السنوية التي جُرف فيها باستخدام السنابل التقليدية، ويمكن تفسير ذلك بأن الإزالة السريعة للنسج النخرة في التقنية الكيميائية الميكانيكية تقلل من الحساسية أثناء عملية إزالة النخر وكذلك تقلل من التحكم بعملية التجريف حيث لا يتمكن الطبيب من تحديد النقطة السريرية النهائية الحقيقية لانتهاء التجريف للنسج السنوية النخرة. في دراسة (Katirci.2016) والتي هدفت إلى تقييم القساوة السطحية المجهرية والتغيرات الكيميائية للعاج المتبقي في أرض الحفرة السنوية بعد إزالة النخر باستخدام الليزر السنوي والتقنية الكيميائية الميكانيكية والسنابل الدوارة التقليدية، واستنتجت هذه الدراسة أن القساوة السطحية للعاج المتبقي بعد تجريف النخر بالتقنية الكيميائية الميكانيكية كانت أقل مقارنة عند تجريف النخر بالليزر والسنابل التقليدية وهذا ما يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية وتم تفسير ذلك بأن التقنية الكيميائية الميكانيكية تترك المزيد من العاج المتأثر منزوع التمعن في أرضية الحفرة السنوية.

اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسة (Ishyani Mohan.2021) حيث كان متوسط القساوة السطحية المجهرية للعينات عند إزالة النخر بالتقنية الكيميائية الميكانيكية أعلى عند المقارنة مع العينات التي تم تجريف النخر العاجي باستخدام السنابل الذكية، يمكن تفسير هذا الاختلاف في النتائج إلى أن مركب التقنية الكيميائية المستخدم في دراسة (Ishyani Mohan) كان (Carisolve)، في حين كان المركب في الدراسة الحالية هو (CariMove)، كما أن السنابل الذكية المستخدمة في دراسة (Ishyani Mohan) هي (Smart Prep)، في حين كانت السنابل الذكية المستخدمة في الدراسة الحالية هي (Smart Burs II).

الاستنتاجات Conclusions:

أظهر الليزر السنوي (ER:YAG) والتقنية التقليدية كفاءة في سياق عملية تجريف النخر السنوي حيث كانت معدلات القساوة السطحية المجهرية للعاج المتبقي في أرض الحفرة النخرية بعد إزالة العاج النخر أعلى مقارنة بتقنيتي تجريف النخر (السنابل الذكية Smart Burs II، التقنية الكيميائية الميكانيكية).

:Recommendations التوصيات

استخدام التقنية التقليدية التي توظف سنابل (ستانلس ستيل الدوارة المركبة على القبضات المعوجة بطيئة السرعة)، وكذلك تقنية الليزر السني (ER:TAG) من أجل إزالة وتجريف النخر السني العاجي.

:Suggestions المقترحات

- إجراء دراسات تستخدم ضوابط مختلفة للإشعاع الليزري (طاقات نبضات _تواتر النبضة) بهدف تقييم النتائج والوصول إلى الضوابط المثالية أثناء تجريف النخر السني والتي تضمن الكفاءة الأعلى وكذلك السطح المثالي بعد انتهاء تجريف النخر.
- إجراء دراسات مقارنة لتقييم عناصر أخرى للتقنية الكيميائية الميكانيكية مثل (Carisolv, Brix3000...) وتجري كفاءتها وفعاليتها وأثرها على تجريف النخور السنية.

:References المراجع

1. Abinaya R, Nagar P, Urs Pallavi, et al. Comparing the Efficacy of Three Minimally Invasive Techniques on Demineralized Dentin in Primary Teeth and Evaluating Its Residual Dentin and Microhardness Levels: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2020;13(6):585–589.
2. – Andrysiak–Karmińska K, Hoffmann–Przybylska A, Przybylski P, Witkowska Z, Walicka E, Borysewicz–Lewicka M, Gregorczyk–Maga I, Rahnema M, Gerreth K, Opydo–Szymaczek J. Factors Affecting Dental Caries Experience in 12–Year–Olds, Based on Data from Two Polish Provinces. *Nutrients*. 2022 May 6;14(9):1948. doi: 10.3390/nu14091948. PMID: 35565915; PMCID: PMC9104912
3. Nomura Y, Otsuka R, Wint WY, Okada A, Hasegawa R, Hanada N. Tooth–Level Analysis of Dental Caries in Primary Dentition in Myanmar Children. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Oct 19;17(20):7613. doi: 10.3390/ijerph17207613. PMID: 33086651; PMCID: PMC7589262.
4. Kiros A, Saravanan M, Niguse S, Gebregziabher D, Kahsay G, Dhandapani R, Paramasivam R, Araya T, Asmelash T. Bacterial Profile, Antimicrobial Susceptibility Pattern, and Associated Factors among Dental Caries–Suspected Patients Attending the Ayder Comprehensive Specialized Hospital and Private Dental Clinic in Mekelle, Northern Ethiopia. *Biomed Res Int*. 2022 Oct 17;2022:3463472. doi: 10.1155/2022/3463472. PMID: 36299705; PMCID: PMC9592214.
5. Asal MA, Abdellatif AM, Hammouda HE. Clinical and Microbiological Assessment of Carisolv and Polymer Bur for Selective Caries Removal in Primary Molars. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021 May–Jun;14(3):357–363. doi: 10.5005/jp-journals–10005–1956. PMID: 34720507; PMCID: PMC8543989.

6. Warreth A. Dental Caries and Its Management. *Int J Dent.* 2023 Jan 3;2023:9365845. doi: 10.1155/2023/9365845. PMID: 36.
7. Senthilkumar V, Ramesh S. Systematic review on alternative methods for caries removal in permanent teeth. *J Conserv Dent.* 2020 Jan–Feb;23(1):2–9. doi: 10.4103/JCD.JCD_263_19. Epub 2020 Oct 10. PMID: 33223633; PMCID: PMC.
8. Baraba A, Kqiku L, Gabrić D, Verzak Ž, Hanscho K, Miletić I. Efficacy of removal of cariogenic bacteria and carious dentin by ablation using different modes of Er:YAG lasers. *Braz J Med Biol Res.* 2018 Jan 11;51(3):e6872. doi: 10.1590/1414-431X20176872. PMID: 29340524; PMCID: PMC5769758.
9. Lim, Z., Duncan, H., Moorthy, A. et al. Minimally invasive selective caries removal: a clinical guide. *Br Dent J* 234, 233–240 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41415-023-5515-4>.
10. Goyal A, Srivastava M, Khanduja R, et al. Comparative Evaluation of Efficiency, Efficacy, and Patient Perception of Caries Excavation Burs in Pediatric Patients: A Randomized Clinical Trial. *J South Asian Assoc Pediatr Dent* 2022;5(1):11–16.
11. Montedori A, Abraha I, Orso M, D'Errico PG, Pagano S, Lombardo G. Lasers for caries removal in deciduous and permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Sep 26;9(9):CD010229. doi: 10.1002/14651858.CD010229.pub2. PMID: 27666123; PMCID: PMC6457657.
12. Bratu DC, Nikolajevic–Stoican N, Popa G, Pop SI, Dragoş B, Luca MM. A Bibliometric Analysis (2010–2020) of the Dental Scientific Literature on Chemo–Mechanical Methods of Caries Removal Using Carisolv and BRIX3000. *Medicina (Kaunas).* 2022 Jun 11;58(6):788. doi: 10.3390/medicina58060788. PMID: 35744051; PMCID: PMC9231379.
13. Lohmann J, Schäfer E, Dammaschke T. Histological determination of cariously altered collagen after dentin caries excavation with the polymer bur PolyBur P1 in comparison to a conventional bud bur. *Head Face Med.* 2019 Jul 15;15(1):19. doi: 10.1186/s13005-019-0205-9. PMID: 31307514; PMCID: PMC6628479.
14. Gabrić, D., Baraba, A., Batinjan, G., Blašković, M., Vučićević Boras, V., Filipović Zore, I., Gjorgjevska, E. (2015). Advanced Applications of the Er:YAG Laser in Oral and Maxillofacial Surgery. *InTech.* doi: 10.5772/59273
15. Wenyan H, Pujue Z, Yuhang H, Zhenni L, Yuejun W, Wenbin W, Ziling L, Pathak JL, Sujuan Z. The impact of Er:YAG laser combined with fluoride treatment on the supragingival plaque microbiome in children with multiple caries: a dynamic study.

- BMC Oral Health. 2022 Nov 24;22(1):537. doi: 10.1186/s12903-022-02537-z. PMID: 36424564; PMCID: PMC9685943.
16. Lima, G. B. B. ., Queiroga, I. S. de M. ., Alves-Silva, E. G. ., Melo, E. L. de ., Gerbi, M. E. M. de M. ., Bispo, M. E. A. ., Sá, R. A. G. de . and Menezes, M. R. A. de . (2021) “The use of Er:YAG laser in Dentistry: integrative review”, Research, Society and Development, 10(3), p. e9310313063. doi: 10.33448/rsd-v10i3.13063
17. Kuhn K, Schmid CU, Luthardt RG, Rudolph H, Diebolder R. Er:YAG laser-induced damage to a dental composite in simulated clinical scenarios for inadvertent irradiation: an in vitro study. Lasers Med Sci. 2022 Mar;37(2):1017–1030. doi: 10.1007/s10103-021-03348-4. Epub 2021 Jul 11. PMID: 34247315; PMCID: PMC8918135.
18. Sarmadi R, Andersson EV, Lingström P, Gabre P. A Randomized Controlled Trial Comparing Er:YAG Laser and Rotary Bur in the Excavation of Caries – Patients' Experiences and the Quality of Composite Restoration. Open Dent J. 2018 May 31;12:443–454. doi: 10.2174/1874210601812010443. PMID: 29988202; PMCID: PMC5997848.
19. Mohan I, Saju ME, Julia A, Raghu R, Shetty A Souparnika DP. Effect of caries excavation by Carisolv and SmartPrep burs on dentin hardness — An in vitro study. J Restor Dent Endod 2021;1:53–8.
20. Gunjal, Pranjali et al. “Comparative evaluation of microhardness of residual dentin in primary molars following caries removal with chemomechanical agent (BRIX 3000) and polymer burs (ss white).” International journal of health sciences (2022): n. pag.
21. Camila Ferraz I; Patrícia Lima Thé I; Juliano Sartori Mendonça II; Carlos Augusto Fernandes II; Lidiany Karla Azevedo Rodrigues II; Monica Yamauti. Effectiveness of different removal methods of artificially demineralized dentin. Arq Odontol. vol.50 no.2 Belo Horizonte Abr./Jun. 2014.
22. Arbabzadeh F, Birang E, Nazem R, Abbasian M, Koosha F, Birang R. A Comparative Study on Micro Hardness and Structural Changes of Dentin Floor Cavity Prepared by Er: YAG Laser Irradiation and Mechanical Bur. J Dent (Shiraz). 2013 Jun;14(2):73–7. PMID: 24724123; PMCID: PMC3977546.
23. Mollica FB, Rocha Gomes Torres C, Gonçalves SE, Mancini MN. Dentine microhardness after different methods for detection and removal of carious dentine tissue. J Appl Oral Sci. 2012 Jul–Aug;20(4):449–54. doi: 10.1590/s1678-77572012000400010. PMID: 23032207; PMCID: PMC3881824.

24. Souza–Gabriel AE, Chinelatti MA, Pecora JD, Palma–Dibb RG, Corona SA. Dentin microhardness and subsurface morphology after Er:YAG laser cavity preparation using different parameters. *J Dent Child (Chic)* 2009;76:58–66.
25. Somani R, Chaudhary R, Jaidka S, Singh DJ. Comparative Microbiological Evaluation after Caries Removal by Various Burs. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019 Nov–Dec;12(6):524–527. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1678. PMID: 32440068; PMCID: PMC7229379.
26. Kitsahawong K, Seminario AL, Pungchanchaikul P, Rattanacharoenthum A, Pitiphat W. Chemomechanical versus drilling methods for caries removal: an in vitro study. *Braz Oral Res [online].* 2015;29(1):1–8. DOI: 10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0127.
27. Hamama HH, Yiu CK, Burrow MF, King NM. Chemical. morphological and microhardness changes of dentine after chemomechanical caries removal. *Aust Dent J*2013;58(3):283–92. doi:10.1111/adj.12093.
28. Anwar AS, Kumar RK, Prasad Rao VA, Reddy NV, Reshma VJ. Evaluation of Microhardness of Residual Dentine in Primary Molars Following Caries Removal with Conventional and Chemomechanical Techniques: An In vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2017 Nov;9(Suppl 1):S166–S172. doi: 10.4103/jpbs.JPBS_148_17. PMID: 29284958; PMCID: PMC5731007.
29. Katirci, G., Ermis, R.B. Microindentation hardness and calcium/phosphorus ratio of dentin following excavation of dental caries lesions with different techniques. *SpringerPlus* 5, 1641 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3289-8>

Journal of Hama University

Editorial Board and Advisory Board of Hama University Journal

Managing Director: Prof. Dr. Abdul Razzaq Salem

Chairman of the Editorial Board: Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom

Secretary of the Editorial Board (Director of the Journal): Wafaa AlFeel

Members of the Editorial Board:

- **Prof. Dr. Hassan Al Halabiah**
- **Prof. Dr. Muhammad Zuher Al Ahmad**
- **Asst. Prof. Rawad Khabbaz**
- **Dr. Nasser Al Kassem**
- **Dr. Othman Nakkar**
- **Dr.Samer Tomeh.**
- **Dr.Mahmoud Alfattama.**
- **Dr. Abdel Hamid Al Molki**
- **Dr. Noura Hakmi**

Advisory Body:

- **Prof. Dr. Hazza Moufleh**
- **Prof. Dr. Muhammad Fadel**
- **Prof. Dr. Rabab Al Sabbagh**
- **Prof. Dr. Abdul Fattah mohammad**
- **Asst. Prof. Dr. Muhammad Ayman Sabbagh**
- **Asst. Prof. Dr. Jamil Hazzouri**
- **Dr. Mauri Gadanfar**
- **Dr. Beshr Sultan**
- **Dr. Mohammad Merza**

Language Supervision:

- **Prof. Dr. Waleed Al Sarakibi**
- **Asst. Prof. Dr. Maha Al Saloom**