



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم مداواة الأسنان

مقارنة فعالية مواد معتمدة على أنزيم Papain مع مواد معتمدة على هيبوكلوريت
الصوديوم في الإزالة الميكانيكية الكيميائية للنخر السني
" دراسة سريرية مضبوطة معشاة "

بحث علمي أُعد لنيل درجة الماجستير في كلية طب الأسنان
(اختصاص مداواة الأسنان)

إعداد

محمد براء السيد

إشراف

الأستاذ المساعد الدكتور حسام مللي

ماجستير 2025م-1446هـ

قرار لجنة الحكم

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Dental Medicine



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان

اللد

قرار لجنة الحكم على بحث الماجستير لطالب/ الدراسات العليا:

محمد براء السيد

استناداً إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم الجمهوري رقم ٢٥٠/ لعام ٢٠٠٦، وقرار مجلس جامعة دمشق رقم ٢٤١١/١٥ ص تاريخ ٢٠٢٢/٠٥/١٠ بشأن إجراءات القيد والمناقشة العلنية ومنح الدرجات العلمية في جامعة دمشق، وقرار مجلس جامعة دمشق رقم ٢٠٨٦/ ص.م تاريخ ٢٠٢٢/ ٥ / ٣٠ بشأن الموافقة على تسجيل بحث الماجستير لطالب/ الدراسات العليا محمد براء السيد، لنيل درجة الماجستير في مداواة الأسنان بعنوان:

مقارنة فعالية مواد معتمدة على أنزيم Papain مع مواد معتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم في الإزالة الميكانيكية الكيميائية للنخر السنّي دراسة سريرية مضبوطة معشاة

وتسمية الأستاذ المساعد الدكتور حسام مللي مشرفاً، واستناداً إلى أحكام المادتين ١٦٣ و ١٦٤ من اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم الجمهوري رقم ٢٥٠/ تاريخ ٢٠٠٦/٧/١٠، وإشارة إلى قرار مجلس الكلية رقم ٣٣٨/ تاريخ ٢٠٢٥/ ٣ / ٢٥ م باقتراح تشكيل لجنة الحكم والمصادق عليه بقرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم ٢٢٩٥/ م.ب.د المتخذ في الجلسة رقم ١٧/ المنعقدة بتاريخ ٢٠٢٥/ ٤ / ٢٨ م، المتضمن تشكيل لجنة الحكم من السادة:

((مشرفاً))
((عضواً))
((عضواً))

أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق
أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان - كلية طب الأسنان - الجامعة السورية الخاصة
مدرس في قسم مداواة الأسنان - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق

الأستاذ المساعد الدكتور حسام مللي
الأستاذ المساعد الدكتور طلال نحلاوي
المدرس الدكتور طاهر الأجا

Faculty of Dental Medicine
Address: Damascus Mezah Highway
Phone: +963112121635
Website: www.damascusuniversity.edu.sy/dent



كلية طب الأسنان - جامعة دمشق
العنوان: دمشق - أوتستراد المزة
هاتف: +٩٦٣١١٢١٢١٦٣٥

Email: dean.dent@damascusuniversity.edu.sy

تصريح

"لا يوجد أي جزء من هذه الرسالة تم أخذه كاملاً من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أية جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي"

اهداء

الى والدي الكريمين، لقد كان وعمكما المتواصل النبراس الذي أضاء لي طريقي.

الى اختي العزيزة ورفيقة ويلي (تيماء)

الى اخي وسندي الدائم في الحياة ورفيقي في كل المواقف (بشر)

الى صهري العزيز الداعم والمحب (صلاح)

شكر وتقدير

أتوجه بالشكر الخالص والثناء الجزيل الى الله سبحانه وتعالى الذي وفقني وأعانني حتى وصلت الى هذه اللحظة، فله الحمد والشكر على كل نعمه وعطاياه.
ولا يفوتني ان اشكر إدارة الكلية متمثلة بالأستاذ خلدون درويش والاستاذ عمر حشمة والاستاذ مهند لفلوف.

وايضا اتقدم بالشكر من كل قلبي لجميع أساتذة قسم مداواة الأسنان واطح بالذكر الأستاذة الدكتور سعاد عبود لما قدمته من نصح وارشاد ووقت ومجهود و الأستاذ الدكتور حسام مللي الذي كان خير ناصح على الصعيدين العلمي والشخصي.

والشكر الجزيل الى اللجنة الموقرة لقبول التحكيم في هذا البحث:
الأستاذ الدكتور طلال نحلاوي والأستاذ الدكتور طاهر الأجا

وشكراً لكل أصدقائي الذين وقفوا جنبي ودعموني، واطح بالذكر: رشاد الغوراني، مرهف حبش، ماوية كركوتلي، محمد الشيخ، سعد الغبرة، فؤاد آغا، ورد الأشهب، ميرنا عيسى، احمد شحادة، وداد المصري، نايا الخلف، عامر حمزاوي، زيد سروجي، معتصم الشتيوي

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الملخص	١
المقدمة	٤
الباب الأول: المراجعة النظرية Literature Review	٧
1-1 بنية العاج السني Dentin	٨
1-2 تشريح العاج السني الطبيعي Normal Dentin Histology	٩
1-3 النخر السني Dental Caries	١٠
1-3-1 دور اللويحة الجرثومية Biofilm في نخور الأسنان	١٠
1-3-2 عوامل الخطورة للنخر السني Risk factors for dental caries	١١
1-3-3 فرضيات تشكل النخر السني Dental caries hypotheses	١٢
1-3-4 أنتشار النخر السني Epidemiology:	١٤
1-3-5 أنظمة تصنيف نخور الأسنان Dental Caries Classification Systems	١٥
1-5-3-1 تصنيف العالم G.V. Black Classification لنخور الأسنان	١٥
1-5-3-2 تصنيف Mount-Hume للآفات النخرية	١٦
1-5-3-3 النظام الدولي لكشف وتقييم نخور الأسنان International Caries (ICDAS) Detection and Assessment System	١٩
1-6-3 الجراثيم المسببة للنخر السني	٢٣
1-7-3 إزالة التمعدن وإعادة التمعدن في الأسنان Demineralization and Remineralization	٢٥
1-8-3 التشريح المرضي لمنطقة النخر العاجي Dentin Histology	٢٦
1-9-3 أنواع العاج السني في الآفة النخرة Dentin types in Carious lesion	٢٨
1-9-3-1 العاج اللين Soft Dentin	٢٨
1-9-3-2 العاج الجلدي Leathery Dentin	٢٩
1-9-3-3 العاج المتصلب Firm Dentin	٢٩
1-9-3-4 العاج القاسي Hard Dentin	٢٩

٣٠	4-1 مبدأ تجريف النخر التقليدي غير الانتقائي Nonselective Caries Excavation principle
٣١	5-1 مبدأ تجريف النخر الانتقائي المحافظ Selective Caries Excavation principle
٣١	1-5-1 إزالة غير انتقائية للعاج الصلب Nonselective Removal to Hard Dentin
٣٢	2-5-1 العلاج الترميمي المحافظ الغير رضي Atraumatic Operative Treatment
٣٢	3-5-1 الإزالة الانتقائية للأنسجة النخرة Selective Removal of Carious Tissue
٣٢	1-3-5-1 الإزالة الانتقائية للعاج القاسي Selective Removal to Firm Dentin
٣٥	2-3-5-1 الإزالة الانتقائية للعاج اللين Selective Removal to Soft Dentin
٣٦	3-3-5-1 الإزالة التدريجية للنخر السني Stepwise Removal
٣٨	6-1 تشخيص النخر السني Dental Caries Diagnosis
٣٩	1-6-1 الفحص السريري والبصري Visual and tactile examination
٤٠	2-6-1 التشخيص الشعاعي للنخر السني Radiographic Examination
٤١	3-6-1 التشخيص المعتمدة على الضوء Light-based Diagnostic
٤٣	4-6-1 التشخيص باستخدام الصباغ الكاشف للنخر Caries Detection Dyes
٤٤	5-6-1 كشف النخر بالذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence(AI)
٤٦	7-1 طرائق تجريف النخر السني Methods of Dental Excavation
٤٦	1-7-1 التجريف بالسنابل الدوارة Tungsten carbide bur
٤٦	2-7-1 التجريف بالمجارف اليدوية Hand Excavators
٤٧	3-7-1 تجريف النخر باستخدام أجهزة الليزر Lasers
٤٨	4-7-1 تجريف النخر باستخدام السحل الهوائي Air-Abrasion
٤٩	5-7-1 التجريف باستخدام سنابل البوليمير SmartBurs
٤٩	6-7-1 تجريف النخر باستخدام السحل فوق الصوتي Ultrasonic -abrasion
٥٠	7-7-1 تجريف النخر باستخدام الطريقة الميكانيكية الكيميائية Chemomechanical Caries Removal

٥٣	1-8 عوامل تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl Chemomechanical Caries Removal Agents
٥٣	1-8-1 مادة GK-101®
٥٣	1-8-2 مادة Caridex (GK-101e)®
٥٤	1-8-3 مادة Carisolv®
٥٧	1-9 مواد تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي الأنزيمية Enzyme-Based Chemomechanical Caries Removal Agents
٥٨	1-9-1 مادة Papacarie™
٦٢	1-9-2 مادة BRIX3000™
٦٤	1-9-3 مادة selectisolv™
٦٦	1-9-4 مادة Carie Care™
٦٨	1-9-5 مادة Biosolv™
٧٠	الباب الثاني: المواد والطرائق Materials and Methods
٧١	2-1 تصميم الدراسة Study Design
٧١	2-2 حجم العينة Study Sample
٧٢	2-3 العشوائية Randomization
٧٢	2-4 معايير التضمين
٧٣	2-5 معايير الاستبعاد
٧٣	2-6 المواد والأدوات والأجهزة المستخدمة في هذا البحث
٧٣	2-6-1 عوامل التجريف الكيميائي الميكانيكي المستخدمة في هذا البحث
٧٤	2-6-2 الأدوات المستخدمة في هذا البحث
٨٠	2-6-3 الأجهزة المستخدمة في البحث
٨٣	2-7 طريقة العمل السريري
٩٤	2-8 التقييم
٩٨	2-9 التحاليل الإحصائية Statistical analysis
٩٩	2-10 الفرضيات الإحصائية Statistical Hypothesis
١٠٠	الباب الثالث: النتائج

١٠١	1-3 وصف العينة Study Sample
١٠٦	2-3 الدراسة الإحصائية التحليلية
١٠٦	1-2-3 دراسة حجم الحفرة النخرة
١٠٨	2-2-3 دراسة مساحة الحفرة النخرة
١١٠	3-2-3 دراسة مدة التجريف
١١٣	4-2-3 دراسة الحاجة لإجراء تخدير موضعي
١١٦	5-2-3 دراسة مقدار الألم بصرياً
١١٩	6-2-3 دراسة تقييم سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام
١٢٢	7-2-3 دراسة درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson
١٢٤	8-2-3 دراسة درجة راحة المريض
١٢٧	9-2-3 دراسة عدد مرات تطبيق المادة
١٣٠	الباب الرابع: المناقشة Discussion
١٣١	1-4 مناقشة فكرة البحث
١٣٢	2-4 مناقشة طرائق الدراسة
١٣٨	3-4 مناقشة نتائج البحث
١٣٨	1-3-4 متغير حجم الحفرة
١٣٩	2-3-4 مناقشة متغير الوقت
١٤٣	3-3-4 مناقشة الفعالية بالنسبة الى متغير النخر المتبقي بعد التجريف
١٤٣	1-3-3-4 مناقشة المجموعة التقليدية الشاهدة ومجموعة التجريف الكيميائي بجيل هيبوكلوريت الصوديوم 2.5%
١٤٦	2-3-3-4 مناقشة الفعالية في مجموعة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie Duo
١٤٧	3-3-3-4 مناقشة فعالية التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام Selecti-Solve
١٤٨	4-3-3-4 مناقشة الفعالية في مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة BRIX3000
١٥٠	4-3-4 مناقشة متغير الألم بمقياس NRS
١٥٣	5-3-4 مناقشة متغير الحاجة للتخدير الموضعي
١٥٦	6-3-4 متغير راحة المريض اثناء المعالجة

١٥٩	4-3-7 مناقشة متغير عدد مرات التطبيق في مجموعات التجريف الميكانيكي الكيميائي
١٦٠	4-3-8 مناقشة متغير سهولة العمل والتطبيق
١٦٢	الباب الخامس: الاستنتاجات Conclusions
١٦٥	الباب السادس: المقترحات و التوصيات
١٦٦	6-1 المقترحات Suggestions
١٦٧	6-2 التوصيات Recommendations
١٦٨	6-3 محدودات البحث Research Limitations
١٦٩	الباب السابع: المراجع References
١٩٣	الملخص باللغة الإنكليزية English Abstract
	الملحقات

فهرس الجداول List of Tables

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
١٦	تصنيف النخور السنوية حسب Black	1-1
١٧	تصنيف Mount-Hume للآفات النخرة حسب الموقع	2-1
١٨	تصنيف Mount-Hume للآفات النخرة حسب الحجم	3-1
١٩	نظام تصنيف ICDAS II	4-1
٢٢	نظام تصنيف ICDAS II حسب الرمز Code	5-1
١٠١	توزيع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض	1-3
١٠٢	يبيّن الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لأعمار المرضى	2-3
١٠٢	يبيّن توزيع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة	3-3
١٠٣	توزيع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة إزالة النخر المتبعة.	4-3
١٠٣	توزيع عينة البحث وفقاً لنوع الرحي المُعالَجة وطريقة إزالة النخر المتبعة.	5-3
١٠٦	يبيّن الدرجات المعتمدة لكل من قوام المادة والنخر المتبقي على مقياس Ericson وراحة المريض في عينة البحث والقيمة الموافقة المعطاة لكل درجة.	6-3
١٠٧	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لحجم الحفرة النخرة (بالملم ٣) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	7-3
١٠٧	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم حجم الحفرة النخرية (بالملم ٣) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	8-3
١٠٨	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمساحة الحفرة النخرة (بالملم ٢) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	9-3
١٠٩	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مساحة الحفرة النخرة (بالملم ٢) بين مجموعات	10-3

	طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	
11-3	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمدة التجريف (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	١١٠
12-3	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	١١١
13-3	نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	١١١
14-3	نتائج الاستقصاء عن الحاجة لإجراء تخدير موضعي في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	١١٣
15-3	نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	١١٤
16-3	نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	١١٥
17-3	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	١١٦
18-3	نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	١١٧
19-3	نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	١١٨
20-3	نتائج الاستقصاء سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	١١٩
21-3	متوسط الرتب سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	١٢٠

١٢٠	نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	22-3
١٢١	نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	23-3
١٢٢	نتائج الاستقصاء عن درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	24-3
١٢٣	متوسط الرتب لدرجة النخر المتبقي على مقياس Ericson في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	25-3
١٢٣	نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	26-3
١٢٤	نتائج الاستقصاء عن درجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	27-3
١٢٥	متوسط الرتب لدرجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	28-3
١٢٦	نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة راحة المريض بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	29-3
١٢٦	نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة راحة المريض بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.	30-3
١٢٧	نتائج الاستقصاء عن عدد مرات تطبيق المادة في المجموعات التجريبية من عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	31-3
١٢٩	متوسط الرتب لعدد مرات تطبيق المادة في المجموعات التجريبية من عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	32-3
١٢٩	نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات عدد مرات تطبيق المادة بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في المجموعات التجريبية من عينة البحث.	33-3

فهرس المخططات List of Charts

رقم الصفحة	عنوان المخطط	رقم المخطط
١٠١	النسبة المئوية لتوزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض.	1-3
١٠٢	النسبة المئوية لتوزع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	2-3
١٠٣	النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة إزالة النخر المتبعة.	3-3
١٠٤	النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لموقع الرحي المُعالَجة وطريقة إزالة النخر المتبعة.	4-3
١٠٤	النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لجهة الرحي المُعالَجة وطريقة إزالة النخر المتبعة.	5-3
١٠٥	النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لموقع الرحي المُعالَجة وجهتها وطريقة إزالة النخر المتبعة.	6-3
١٠٧	المتوسط الحسابي لقيم حجم الحفرة النخرة (بالملم ٣) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	7-3
١٠٩	المتوسط الحسابي لقيم مساحة الحفرة النخرة (بالملم ٢) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	8-3
١١٠	المتوسط الحسابي لقيم مدة التجريف (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	9-3
١١٣	النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن الحاجة لإجراء تخدير موضعي في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	10-3
١١٧	المتوسط الحسابي لمقدار الألم في عينة البحث.	11-3
١٢٤	النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن درجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	12-3
١٢٥	متوسط الرتب لدرجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	13-3
١٢٨	النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن عدد مرات تطبيق المادة في المجموعات التجريبية من عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.	14-3

فهرس الأشكال List of Figures

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
٢٥	التوازن بين ديناميكية إزالة التمعدن وإعادة التمعدن	1-1
٢٨	العاج المؤوف Infected Dentin و العاج المتأثر Affected Dentin	2-1
٣٠	طبقات النخر العاجي سريريا ونسجيا	3-1
٣٤	مقطع عرضي يظهر آفة نخرية عميقة	4-1
٣٤	تقنية المعالجة الانتقائية للنخر السني في الحفر العميقة حتى الوصول الى العاج القاسي Firm	5-1
٣٦	تقنية تجريف النخر حتى الوصول لعاج طري soft	6-1
٤٧	مجرفتي عاج يدوية على شكل ملعقة	7-1
٥٦	النهايات القاطعة الخاصة بالأدوات اليدوية الملحقة بجل Carisolv	8-1
٥٧	الإصدار الأحدث من نظام جل Carisolv	9-1
٥٩	هلام Papacarie Duo	10-1
٦٤	مادة Brix3000 انتاج شركة Brix Medical Science الارجننتين	11-1
٦٥	مادة Selecti Solve من شركة Denta Pharma	12-1
٦٨	مادة Carie Care من شركة Uni-Biotech Pharmaceuticals Private Limited	13-1
٧٦	وسائل التشخيص (مرآة ، ملقط ، مسبر)	1-2
٧٦	وسائل تعقيم السطوح	2-2
٧٦	وسائل مكافحة العدوى	3-2
٧٦	صابون سائل وقطن	4-2
٧٦	محقنة وامبولات تخدير	5-2
٧٦	بخاخ تخدير موضعي	6-2
٧٧	مطاط الحاجز المطاطي	7-2
٧٧	الحاجز المطاطي	8-2

٧٧	معقم سنابل	9-2
٧٧	ماصات لعاب	10-2
٧٧	فراشي تطبيق المادة الرابطة	11-2
٧٧	ريزين عازل اللثة FGM	12-2
٧٨	المسبر اللبي Medesy	13-2
٧٨	مجرفة عاج يدوية بشكل الملعة Medesy	14-2
٧٨	مادة Selecti-Solve	15-2
٧٨	مادة Brix3000	16-2
٧٨	مادة Papacarie Duo	17-2
٧٨	قبضات توربين ومكروتر Being	18-2
٧٩	هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%	19-2
٧٩	اسمنت الزجاج الشاردي من شركة Fuji GC One	20-2
٨٠	الجهاز الماسح الضوئي من شركة Medit إصدار T710	21-2
٨١	عملية مسح قطعة الريزين مع الحامل مثبتة في جهاز المسح	22-2
٨١	الطبعة الرقمية لقطعة الريزين مع الحامل	23-2
٨١	قطعة الريزين بعد إزالة الحامل باستخدام برنامج Exocad	24-2
٨٢	قياس الحجم والمساحة رقمياً لقطعة الريزين بدون الحامل ضمن برنامج Blinder	25-2
٨٢	مثال توضيحي لعملية قياس قطعة الريزين رقمياً	26-2
٨٥	حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الميكانيكية التقليدية باستخدام الطريقة الميكانيكية التقليدية	27-2
٨٧	حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%	28-2
٨٩	حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام Papacarie Duo	29-2
٩١	حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام Brix3000	30-2
٩٣	حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام مادة Selecti-solve	31-2

قائمة الاختصارات List of Abbreviations

WHO	منظمة الصحة العالمية	World Health Organization
CPI	مؤشر النسيج حول السنية المجتمعي	Community Periodontal Index
PSR	تسجيل ومسح النسيج حول السنية	Periodontal Screening and Recording
CMCR	تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي	Chemomechanical Caries Removal
ART	المعالجة الترميمية الغير رضية	Atraumatic restorative treatment
NPRS	مقياس الألم الرقمي	Numerical Pain Rating Scale
EBE	تقنية المستحلب العازل	Encapsulating Buffer Emulsion
Er: YAG	الأربيوم ليزر: عقيق إيتريوم ألومنيوم	Erbium: Yttrium Aluminum Garnet Lasers

الملخص باللغة العربية

الهدف من البحث: تهدف هذه الدراسة الى تقييم فعالية مادة Papacarie Duo، ومادة Brix3000، ومادة Selecti-solve المعتمدة بشكل أساسي على الأنزيمات الحالة للبروتين، وأهمها أنزيم Papain، في تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بالمقارنة مع طرق تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي القديمة المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم، والتجريف الميكانيكي التقليدي، وتقييم تقبل المريض والألم الناتج عن المعالجة، والحاجة للتخدير الموضعي.

مواد وطرائق البحث: تألفت عينة البحث من 75 سن يحوي حفرة نخرة من الصنف الأول حسب تصنيف Black تشمل الثلث المتوسط من العاج، وقُسمَت العينة عشوائياً إلى 5 مجموعات، كل مجموعة تحتوي على 15 سناً، المجموعة الأولى: تجريف كيميائي ميكانيكي باستخدام مادة Papacarie Duo، المجموعة الثانية باستخدام BRIX3000، والمجموعة الثالثة باستخدام Selecti-solve، والمجموعة الرابعة باستخدام هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%، والمجموعة الخامسة الشاهدة باستخدام الطريقة التقليدية، وتمت المعالجة في قسم مداواة الأسنان اللبية والترميمية في جامعة دمشق، واستقصي عن الألم الناتج عن التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مقياس الألم الرقمي Numerical Pain Scale، وعن الحاجة للتخدير الموضعي، والزمن المستغرق لتجريف النخر بالكامل، وتقييم النخر المتبقي في كل مجموعة باستخدام مقياس Ericson.

النتائج: لم تجد الدراسة أي فرق دال إحصائياً في تكرارات درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson بين مجموعات إزالة النخر في عينة البحث مهما كانت طريقة التجريف المتبعة، وأثرت طرق تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بشكل ملحوظ على انقاص درجة الألم لدى افراد العينة بالمقارنة مع تجريف النخر بالطريقة التقليدية والتي حققت أعلى درجات من الألم بين الأفراد على

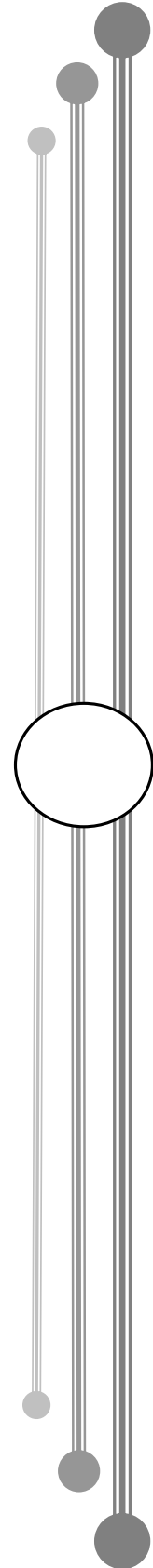
مقياس NRS، وقللت مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بشكل ملحوظ في انقاص الحاجة الى التخدير الموضعي.

الاستنتاجات: من الممكن اعتبار مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بديلاً مقترحاً للطرق الميكانيكية التقليدية في تجريف النخر السني، وخاصةً في الحفر العميقة، والتي قد يؤدي تجريفها بالطرق التقليدية الى انكشاف اللب السني، والحاجة الى إجراءات علاجية إضافية.

الكلمات المفتاحية: النخر السني، أنزيم البابين، Papacarie Duo، Brix3000، Selecti-solve، تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي.

الجزء التمهيدي

Preface Part



المقدمة Introduction:

تحظى الطريقة التقليدية في تجريف النخر بتفضيل كبير من قبل الأطباء لكفاءتها في توفير الوقت وإزالة الآفات النخرة بفعالية وبسرعة، وهي الطريقة الأكثر استخدامًا لإزالة النخر، ولكن عملية تجريف النخر يمكن أن تكون مؤلمة وغير مريحة بسبب عدة عوامل منها: الحساسية السنية، والضغط الميكانيكي المطبق على السن، والوضوء والاهتزازات التي تنتقل إلى العظم، وارتفاع درجة الحرارة (bastia et al., 2024).

إن تطور طب الأسنان المحافظ الذي يتبنى احترام النسيج السنية، والتداخل المحافظ الأصغري غير الجائح عند تجريف النخر السني، مما ينتج عنه إزالة النسيج المؤوفة Infected Dentine فقط، والحفاظ على العاج المتأثر Affected Dentine القادر على إعادة التمدن (Banerjee et al., 2020).

وقد تحول طب الأسنان الحالي من مبدأ "التمديد الوقائي" في التداخل السني للآفة النخرة، إلى ممارسة طب الأسنان الوقائي وتبني نهج أكثر تحفظًا ومحافظة على الأسنان، وقد وجد أن نظام إزالة النخر الميكانيكي الكيميائي سهل وبسيط واقتصادي، فضلاً عن فعاليته أيضًا وتقبله من المرضى (Gupta et al., 2022).

إشكالية البحث Research Problem:

قُدمت مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي المعتمدة على الأنزيمات الحالة للبروتين وأهمها الـ Papain ميزات إضافية على مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم، وأهمها المحافظة على العاج المتأثر Affected Dentine بشكل أكبر، والتخلص من تأثير الكلورين السلبي، وأيضاً تقليل الكلفة وزيادة مدة التخزين.

حيث إن الحفاظ على العاج المتأثر Affected dentine وما يتضمنه من الحفاظ على حيوية الب السني هو الحجر الأساس للمعالجة الترميمية المحافظة الحديثة (Banerjee et al., 2020). من المهم ذكر أنه بسبب قلة الدراسات التي تحدثت عن أهمية قياس حجم الحفرة المحضرة بعد التجريف، ومقارنتها بالزمن المستغرق لتجريف النخر للحصول على فعالية حقيقية للمادة المستخدمة في التجريف الميكانيكي الكيميائي، حيث إن الاختلاف في أحجام الأسنان وتفاوتها بين الصغير والكبير والاختلاف في العرض الدهليزي اللساني للأسنان الدائمة، نبعت أهمية قياس حجم الحفرة بأساليب تقنية حديثة ومتطورة وهو ما اتبعناه في هذا البحث.

تساؤلات البحث Research Question:

هل يوجد اختلاف في الفعالية في تجريف النخر بين الطريقة التقليدية والطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام مختلف عوامل تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي المعتمد على هيبوكلوريت الصوديوم والمعتمد على أنزيم الباباين Papain ؟

هل ساهمت طريقة تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي في إنقاص الألم؟
هل يمكن للطرق الكيميائية الميكانيكية الحديثة في تجريف النخر أن تنقص زمن المعالجة مقارنة مع الطريقة التقليدية وتقلل الحاجة للتخدير الموضعي ؟

الهدف من البحث objective of the Research:

تهدف هذه الدراسة الى تقييم فعالية مادة Papacarie Duo، ومادة Brix3000، ومادة Selecti-solve المعتمدة بشكل أساسي على الأنزيمات الحالة للبروتين وأهمها أنزيم Papain، في تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بالمقارنة مع طرق تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي القديمة المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم، والتجريف الميكانيكي التقليدي، وتقييم تقبل المريض والألم الناتج عن المعالجة، والحاجة للتخدير الموضعي.

أهمية موضوع البحث Important of the Research:

تتبع أهمية البحث الحالي من استخدام مجموعة واسعة من مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي ومقارنتها مع الطريقة التقليدية في تجريف النخر، وايضا اختبار مادة حديثة من منشأ عربي مصري، تعتمد على أنزيم الباباين Papain في تركيبها، وقد تكون بديلاً واعداً واقتصادياً لمواد تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي العالمية.

مسوغات البحث Research Rational:

بسبب قلة الدراسات التي تجمع بين مجموعة واسعة من مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي وخاصة التي تعتمد على الأنزيمات الحالة للبروتين في تجريف النخر، ومقارنتها مع مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم، وبسبب قلة الدراسات التي تحدثت عن أهمية قياس حجم الحفرة المحضرة بالمادة ومقارنته مع الزمن المستغرق للمادة للتجريف للحصول على قيمة حقيقية للزمن المستغرق في تجريف النخر.

الفرضيات العلمية Hypothesis:

إمكانية وجود فرق بين المواد الطريقة التقليدية في تجريف النخر ومواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بالنسبة للحاجة للتخدير الموضعي، والزمن المستغرق لإزالة النخر، والفعالية في إزالة النخر، ومستويات الألم أثناء التجريف، وايضاً مقارنة حجم الحفرة المحضرة بين المجموعات.

محدوديات البحث Research Limitation:

صعوبة تأمين مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي، وحجم العينة الصغير نسبياً، واعتماد التشخيص فقط على الفحص البصري واللمسي والشعاعي، عدم القدرة على استخدام اجهزة مسح داخل فموية.

الباب الأول

المراجعة النظرية

1

١-١ بنية العاج السني Dentin:

1-1-1 التركيب العاجي Composition:

يتكون العاج من قالب عضوي، والذي يشكل حوالي 20% من تركيبه، ويتكون هذا القالب بشكل أساسي من ألياف الكولاجين (الكولاجين من النوع الأول) وبروتينات غير كولاجينية . بينما يشكل القالب غير العضوي 70% من بنية العاج، ويتكون هذا القالب بشكل أساسي من بلورات هيدروكسي أباتيت، والتي توفر القوة والصلابة للنسيج العاجي. ويشكل الماء نسبة 10% من تركيب العاج وهو أمر ضروري للحفاظ على بنيته ووظيفته (Banerjee et al, 2017).

2-1-1 البنية Structure:

يتميز العاج بوجود قنّيات عاجية مجهرية، تحتوي هذه القنّيات على استطالات الخلايا العاجية (امتدادات الخلايا العاجية) وهي أساس الوظيفة الحسية للعاج، ويتألف العاج من عدة أنواع وهي: العاج الأولي والعاج الثانوي والعاج الثالثي الارتكاسي (العاج المرمم)، والتي تختلف في تكوينها وتركيبها واستجابتها للمثيرات (Banerjee et al, 2017).

3-1-1 الوظيفة Function:

يوفر العاج الدعم البنيوي للسن، ويعمل كحاجز وقائي لللب السن، ويسمح بالوظيفة الحسية من خلال القنّيات العاجية، ويساهم في المظهر الجمالي للأسنان (Banerjee et al, 2017).

4-1-1 العاج في الإجراءات السنية Dentin in Dental Procedures:

تركز إزالة العاج الانتقائية في طب الأسنان المحافظ على الحفاظ على العاج السليم، وإزالة العاج المؤوف فقط غير القابل لإعادة التمدن، وتستخدم عوامل ربط العاج في الإجراءات الترميمية لتعزيز قوة الالتصاق بين مادة الترميم والعاج (Banerjee et al., 2017).

5-1-1 صلابة العاج Dentin Hardness:

يمكن أن تختلف صلابة العاج بناءً على نوعه (ناعم soft، جلدي leathery، ثابت firm، صلب hard)، وتشكل عامل مهم في تحديد النهج المتبع في اختيار التقنية العلاجية لإزالة النخر السني وتقنيات الترميم (Banerjee et al, 2017).

2-1 تشريح العاج السني الطبيعي :Normal Dentin Hystology

يمكن تصنيف العاج إلى عدة أنواع بناءً على تكوينه وموقعه واستجابته للمثيرات. وفيما يلي الأنواع الرئيسية للعاج (Banerjee et al, 2017):

١. العاج الأولي Primary Dentin: هو النوع الرئيسي من العاج الذي يتكون أثناء نمو السن، ويتشكل قبل أن يبرز السن في تجويف الفم.
٢. العاج الثانوي Secondary Dentin: يتكون العاج الثانوي بعد بزوغ السن ويستمر إنتاجه طوال عمر السن، ولكن بمعدل أبطأ.

٣. العاج الثالثي (العاج المرمم أو الارتكاسي) Tertiary Dentin (Reparative Dentin): يتم إنتاج العاج الثالثي استجابة للإصابة أو التهيج، مثل النخور أو الصدمات أو الإجراءات الترميمية.
٤. العاج الوشاحي Mantle Dentin: هو الطبقة الأولى من العاج التي تتكون أثناء نمو السن، وتقع أسفل المينا مباشرة.

٥. العاج المحيط باللب Circumpulpal Dentin: يحيط هذا النوع من العاج بحجرة اللب ويتكون بعد العاج الوشاحي.

٦. العاج بين القنوي Intertubular Dentin: هو العاج الموجود بين القنّيات العاجية.

٧. العاج حول القنوي Peritubular Dentin: هو العاج الذي يبطن جدران القنّيات العاجية.

1-3 النخر السني Dental Caries:

يعاني حوالي ملياري شخص بالغ و 520 مليون طفل من نخور الأسنان في الأسنان الدائمة والمؤقتة، ويزداد انتشار نخور الأسنان في معظم البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط، الأمر الذي يؤثر بشكل كبير على الفئات المهمشة والمحرومة (World Health Organization, 2022).

وهو مرض تتوسط آلية حدوثه اللويحة الجرثومية biofilm ويحدث نتيجة الاستهلاك المتكرر للكربوهيدرات القابلة للتخمر، وخاصة السكريات، ويمكن أن يؤدي إلى إتلاف تاج السن والأسطح المكشوفة للجذور. في حين كان يُنظر إليه في السابق على أنه مرض يصيب الأطفال في المقام الأول، إلا أن نخر الأسنان يمكن أن يتشكل في جميع المراحل العمرية (pitts et al., 2017). (Unterbrink et al., 2024)

1-3-1 دور اللويحة الجرثومية Biofilm في نخور بالأسنان:

تؤكد الدراسات أن نخور الأسنان هو مرض تتوسطه اللويحة الجرثومية Biofilm، ويتحرك بسبب النشاط الأيضي للبكتيريا المسببة للحمض التي تعيش داخلها، وتشكل هذه اللويحة مجتمع معقد من الكائنات الحية الدقيقة التي تلتصق بالأسطح السنية داخل الفم، وتساهم بنية اللويحة السنية في تعزيز قدرة هذه الجراثيم على تشكيل النخر السني (Unterbrink et al., 2024).

تبدأ عملية تشكل النخر عندما تقوم الجراثيم المسببة للحمض داخل اللويحة الجرثومية Biofilm بتخمير الكربوهيدرات الغذائية، وخاصة السكريات الحرة مثل الجلوكوز والفركتوز والسكروز والمالتوز، مما ينتج عنه أحماض عضوية، وخاصة حمض اللاكتيك، وتنتشر هذه الأحماض بعد ذلك في ميناء الأسنان أو العاج أو الملاط، مما يؤدي إلى تحلل البلورات المعدنية (هيدروكسي

أباتيت الكربوني (carbonated hydroxyapatite) التي تتكون منها هذه الأنسجة. وتُعرف هذه العملية باسم إزالة التمعدن (Sharma et al., 2024).

و يمكن اعتبار انخساف المعادن من ميناء الأسنان والعاج انعكاسًا للأحداث الديناميكية التي تحدث في اللوحة الجرثومية، ويدلنا ذلك على أن مظاهر العملية النخرة (الآفة) يمكن التحكم بها عن طريق تغيير الغشاء الحيوي (Ng et al., 2024).

تؤكد الدراسات على الطبيعة الديناميكية لنخور الأسنان من خلال تسليط الضوء على التوازن بين العوامل الممرضة وعوامل الوقاية و التي تؤثر على بداية وتطور النخور وايضا العادات الصحية للمريض مثل الاستهلاك المتكرر للكربوهيدرات القابلة للتخمر، وخاصة السكريات الحرة، و نظافة الفم السيئة، التي تعزز إزالة المعادن وترجع كفة الميزان باتجاه تطور النخور السنوية (Desai et al., 2021).

2-3-1 عوامل الخطورة للنخر السني Risk factors for dental

:caries

- التاريخ المرضي Dental History: إن وجود العديد من نخور الأسنان سابقا يعد عامل خطر كبير للإصابة بها في المستقبل، وذكرت بعض المراجعات المنهجية أن تاريخ نخور الأسنان لدى المريض كان أكثر المؤشرات دقة للإصابة بها في المستقبل في جميع الفئات العمرية. مشيرة إلى أن تجربة نخور الأسنان السابقة مرتبطة بتطور نخور الأسنان في المستقبل وشدها (Khan et al., 2022) (Ng et al., 2024).
- التشوهات البنيوية في ميناء الأسنان Enamel defects: ترتبط التشوهات التطورية في ميناء الأسنان بارتفاع خطر الإصابة بنخور الأسنان، وخاصة في مرحلة الطفولة المبكرة.

ويعزى ذلك إلى ضعف جودة أنسجة ميناء الأسنان التي تشكل الحاجز الوقائي الأول ضد النخور (Hamid et al., 2020).

- الصحة الفموية Oral Hygiene: تعتبر عادات الفم والعناية الفموية السيئة أحد الأسباب الرئيسية لخطر نخور الأسنان، والتي تسمح بتراكم اللويحة الجرثومية وانتشار الجراثيم المسببة للنخور (Ng et al., 2024).

- النظام الغذائي Diet: تؤكد الدراسات على الارتباط القوي بين النظام الغذائي وتطور نخور الأسنان، حيث يعتبر النظام الغذائي الغني بالسكر والوجبات الخفيفة المتكررة، والاستهلاك المفرط للمشروبات المحلاة بالسكر من عوامل الخطر الرئيسية (Ng et al., 2024).

التدفق اللعابي المنخفض Reduced Salivary Flow: حيث يلعب اللعاب دورًا وقائيًا أساسيًا في البيئة الفموية، ويمكن أن يؤدي انخفاض تدفق اللعاب إلى زيادة خطر الإصابة بنخور الأسنان، حيث قد يحدث نقص إفراز اللعاب في بعض الحالات المرضية العامة مثل متلازمة جوغرن Sjögren's Syndrome مما يزيد بشكل كبير من خطر الإصابة بنخور الأسنان، وايضا مرضى ارتفاع سكر الدم المزمن من النوع الأول والثاني معرضون لخطر متزايد للإصابة بنخور الأسنان، ويُعتقد أن هذا مرتبط بتغيرات في تكوين اللعاب (Khan et al., 2022).

3-3-1 فرضيات تشكل النخر السني Dental caries hypotheses

١- فرضية اللويحة السنية النوعية Specific Plaque Hypothesis: ركزت الأبحاث الأولية حول نخور الأسنان على تحديد البكتيريا المسؤولة عن النخر، مما أدى إلى وضع فرضية اللويحة النوعية، والتي اقترحت أن النخر يحدث بسبب مجموعة محددة من

البكتيريا داخل اللويحة الجرثومية للأسنان، حيث تأتي العقديات الطافرة والعصيات اللبنية على رأس أنواع هذه الجراثيم، بسبب العثور على هذه الجراثيم باستمرار بنسبة مرتفعة في المواقع التي يوجد فيها النخر، وتعاملت هذا الفرضية مع النخر السني على أنه مرض تسببه عوامل محددة، مثل الكثير من الأمراض المعدية الأخرى (Pitts et al., 2017).

٢- فرضية اللويحة السنية الغير نوعية Nonspecific Plaque Hypothesis: مع تقدم الأبحاث، أصبح من الواضح أن النخر السني يمكن أن يحدث أيضًا في غياب جراثيم العقديات الطافرة (*S. mutans*) والعصيات اللبنية، وأن هذه الجراثيم قد تكون متواجدة على سطوح الأسنان السليمة، وأدى هذا إلى تطوير فرضية اللويحة غير النوعية، والتي تشير إلى أن النخر السني هو نتيجة للنشاط الأيضي الشامل للأغشية الحيوية للأسنان بأكملها، وليس من فعل مسببات إمرضيه محددة، وقد استنتجت هذه الفرضية أن مجموعة واسعة من الجراثيم الموجودة في الأغشية الحيوية يمكن أن تنتج أحماضًا من السكريات، مما يساهم في انخساف المعادن من سطوح الأسنان (Rosier et al., 2014).

٣- فرضية اللويحة السنية البيئية Ecological Plaque Hypothesis: بناءً على فرضية اللويحة غير النوعية، ظهرت فرضية اللويحة البيئية، والتي أصبحت الآن مقبولة على نطاق واسع باعتبارها التفسير الأكثر ترجيحًا للعامل المسبب الجرثومي لنخور الأسنان. تؤكد هذه الفرضية على دور العوامل البيئية في تكوين ونشاط التمثيل الغذائي للويحة الجرثومية biofilm، مما يؤدي في النهاية إلى تطور النخور.

وفقًا لهذه الفرضية فإن النخر هو نتيجة لاختلال التوازن في ميكروبات الفم المتواجدة، بالتزامن مع التغيرات في البيئة الفموية، حيث يؤدي الاستهلاك المتكرر للكربوهيدرات القابلة للتخمر، وخاصة السكريات، إلى خلق بيئة حمضية تعزز نمو البكتيريا المنتجة

للحمض، و تثبيط نمو البكتيريا المفيدة، حيث يؤدي هذا التغيير في التوازن الجرثومي إلى زيادة إنتاج الحمض وزيادة خطر حدوث النخر (Pitts et al., 2017).

٤- فرضية النخر البيئية المعدلة Extended Caries Ecological Hypothesis : في هذه النظرية تم تطوير فرضية اللويحة البيئية بشكل أكبر لتشمل مفهوم التكيف الجرثومي مع البيئات الحمضية، والذي أدى إلى نشوء هذه الفرضية. توضح هذه الفرضية بأن التعرض المتكرر لظروف PH منخفضة يمكن أن يؤدي إلى اختيار وتعزيز الجراثيم التي لا تنتج الحموض فقط، بل و تتحمل الحموضة بدرجة عالية، و يساهم هذا التغيير أيضاً في استمرار البيئة الحمضية في الأغشية الحيوية وتطور النخور، وتؤكد الدراسات أن هذه الفرضيات ليست محصورة في الجراثيم، وأن نخر الأسنان هو مرض ينطوي على تفاعل معقد من العوامل، مثل المضيف واللويحة الجرثومية والبيئة، وقد حولت فرضيات اللويحة البيئية التركيز من استهداف مسببات محددة إلى فهم وإدارة العوامل البيئية التي تعزز الخلل في التوازن (Rosier et al., 2014) (Pitts et al., 2017).

1-3-4 انتشار النخر السنّي Epidemiology:

النخر السنّي هو مرض منتشر بشكل كبير، ويصيب الأشخاص من جميع الأعمار في جميع أنحاء العالم، وهو أكثر أمراض الطفولة شيوعاً على مستوى العالم حيث كان هناك في عام 2017 حوالي 531 مليون طفل مصابين بنخور الأسنان اللبنية، و 2.3 مليار شخص على مستوى العالم مصابين بنخور الأسنان الدائمة (Sharma et al., 2024).

تعد نخور الأسنان الدائمة غير المعالجة الحالة الأكثر انتشاراً بين جميع الحالات الطبية، حيث تؤثر على 35% من سكان العالم، وتحتل نخور الأسنان اللبنية المرتبة العاشرة لأكثر الأمراض انتشاراً، ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية فإن نخور الأسنان هي مشكلة صحية رئيسية في معظم

البلدان الصناعية، حيث يؤثر على (60%-90%) من الأطفال والغالبية العظمى من البالغين (World Health Organization, 2022).

وفقًا لنتائج مراجعة منهجية للباحث Kazeminia وزملائه عام 2020 من خلال مسح الكثير من الدراسات فقد وجد أن انتشار نخور الأسنان لدى الأطفال في معظم البلدان مرتفع للغاية، وإن ذلك يؤدي إلى ظروف مقلقة فيما يتعلق بنخور الأسنان في مرحلة البلوغ، وسيفرض أيضًا تكاليف معالجة باهظة على قطاع الصحة، وأن الافتقار إلى الوعي بصحة الأسنان اللبنية والحفاظ عليها في جميع الأسر ذات الوضع الاجتماعي والاقتصادي المختلف قد تم اعتباره مشكلة خطيرة.

1-3-5 أنظمة تصنيف نخور الأسنان Dental Caries Classification

:Systems

1-3-5-1 تصنيف العالم G.V. Black Classification لنخور الأسنان:

تم تقديمه لأول مرة في عام 1896، وهو نظام تصنيف نخور الأسنان الأكثر تأثيرًا، ومازال يستخدم حتى الآن. يعتمد هذا النظام على الموقع التشريحي للآفة، وقد قسّم الآفات النخرة في البداية إلى 5 فئات، وتمت إضافة فئة سادسة لاحقًا من قبل العالم W.J. Simon عام 1956 (Mount et al., 2006).

يوضح الجدول رقم ١ تصنيف الآفات النخرة تبعًا لموقعها في الحفرة الفموية كالتالي :

التصنيف	المنطقة التشريحية للآفة النخرية
الصنف الأول	الوهاد والميازيب للأسنان الخلفية والوهاد الدهليزية أو اللسانية للأرحاء، والوهاد السانية للقواطع العلوية.
الصنف الثاني	مناطق التلاصق للأسنان الخلفية
الصنف الثالث	مناطق التلاصق للأسنان الأمامية التي لا تشمل الحافة القاطعة
الصنف الرابع	مناطق التلاصق للأسنان الأمامية التي تشمل الحافة القاطعة
الصنف الخامس	الثلاث العنقي للأسنان على السطوح الدهليزية أو الحنكية/اللسانية
الصنف السادس	الآفات النخرية التي تصيب ذرا الحديبات للأرحاء والضواحك

جدول رقم (1-1) يوضح تصنيف Black للنخور السنية

إن إتقان نظام تصنيف بلاك يمكن أن يعزز بشكل كبير من المهارات السريرية لطبيب الأسنان، وإن الفهم للفروق الدقيقة لكل فئة يسمح بتشخيص وعلاج أكثر دقة (Mount et al., 2006).

1-3-2 تصنيف Mount-Hume للآفات النخرة:

بعد أكثر من 100 عام، نشر Mount و Hume نظام تصنيف للآفات النخرة يتبع النهج الحالي الأكثر تحفظاً، ويتضمن هذا التصنيف ظهور الفلورايد ومواد الترميم اللاصقة، والتي أدى استخدامها

إلى تعديل المبادئ القديمة لتصميم الحفر النخرة، حيث صنف النخر بناءً على موقعه وحجمه (Mount et al., 2006).

تم تحديث تصنيف الحجم في عام 2006 ليشمل الحجم 0، في إشارة إلى الآفات غير المجوفة، وتعديل تعريف الحجم 1 (Mount et al., 2006).

يوضح الجدول رقم (2-1) التصنيف حسب الموقع:

الموقع	الوصف
الموقع رقم 1	الوهاد والميازيب والآفات البدئية على الميناء المكتشفة لجميع الأسنان
الموقع رقم 2	السطوح المينائية الملاصقة عنقياً لنقطة التماس بين أي سنين متجاورين
الموقع رقم 3	الثلاث العنقي لتاج السن في محيط أي سن أو التالي للانحسار اللثوي، وايضا السطح الجذري المكتشف

الجدول رقم (2-1) تصنيف Mount-Hume للآفات النخرة حسب الموقع

ويبين الجدول رقم (3-1) تصنيف Mount-Hume للآفات النخرة حسب الحجم كالتالي:

الوصف	الحجم
آفة نخرة بدئية (المرحلة الأولى من إعادة التمعدن) تتضمن آفات البقع البيضاء white spot او الانسحال الأولي early erosion	الحجم 0
تحفر السطح بالحد الأدنى مع التداخل مع العاج، وهو يعبر عن عدم القدرة على العلاج باستخدام اساليب اعادة التمعدن لوحدها.	الحجم 1
خسارة معتدلة في نسيج السن، تحفر واضح في سطح السن، والنسيج السنية الباقية سليمة ومدعومة بالعاج ومن الغير المتوقع أن تقشل تحت الجهود الإطباقية الطبيعية.	الحجم 2
تقدم التحفر بشكل اكبر من المعتدل، حيث توجد في هذه المرحلة حلبة أو حافة قاطعة ضعيفة وتحتاج الى اجراءات ترميمية اضافية.	الحجم 3
آفة نخرة واسعة، انسحال او رض أدى الى خسارة كبيرة في نسيج السن. خسارة حلبة أو حافة قاطعة أو أن نسيج الجذر متداخلة في الآفة في سطحين ملاصقين للآفة أو اكثر	الحجم 4

الجدول رقم (1-3) تصنيف Mount-Hume للآفات النخرة حسب الحجم

International Caries Detection 3-5-3-1 النظام الدولي لكشف وتقييم نخور الأسنان

:(ICDAS) and Assessment System

في عام 2002، اقترح فريق دولي من الباحثين في مجال نخور الأسنان وعلماء الأوبئة وأطباء الأسنان الأخصائيين في ترميم الأسنان، نظامًا جديدًا لتشخيص وتصنيف نخور الأسنان، وهو النظام الدولي للكشف عن نخور الأسنان وتقييمه (ICDAS I). وقد تم تعديل النظام الدولي للكشف

عن النخور في عام 2005 إلى (ICDAS II) (Budisak and Brizuela et al., 2023) تم تطوير نظام ICDAS ليشمل التطورات الحالية حول مسببات نخور الأسنان، واكتشاف الآفات النخرة في مرحلة مبكرة، وقياس درجة إزالة التمعن، ويتميز نظام ICDAS بنظام تسجيل فردي لكشف وتقييم نخور الأسنان الأولية، والنخر المرتبط بالترميمات، والمواد السادة للوهاد والميازيب (Ismail et al., 2007) (Campus et al., 2019)

يحدد نظام ICDAS سمات الآفة النخرة، والتي تتضمن موقع الآفة، سواء كانت تاجية أو جذرية، وحالتها بالنسبة للترميم، وتقييم مرحلة تقدم الآفة على أنها مجوفة أو غير مجوفة، ونشطة أو غير

نشطة (Campus et al., 2019) (Budisak and Brizuela et al., 2023)

يوضح الجدول رقم (1-4) تصنيف ICDAS II حسب الحالة النخرة والدرجة كالتالي:

الوصف	الحالة النخرة	الدرجة Code
عدم وجود دليل على نخور الأسنان، والذي يُعرَّف بأنه عدم وجود تغيير أو تغيير مشكوك فيه في شفافية ميناء الأسنان بعد التجفيف بالهواء لمدة 5 ثوانٍ، يتم تسجيل السطوح التي تعاني من التبقع الفلوري أو انسحال أو التصبغات الخارجية أو الداخلية أو العيوب	السطح السني سليم	0

		التطورية، مثل نقص تصنع الميناء، على أنها سليمة، ويجب تسجيل السطح الذي يحتوي على ميازيب متعددة متصبغة على أنه سليم إذا شوهدت البقع في وهاد وميازيب أخرى، وكانت بسبب حالة متوافقة مع عادات المريض غير المسببة للنخور، مثل شرب الشاي بشكل متكرر.
الدرجة 1	تغير بدئي مرئي في الميناء	لا يوجد دليل على أي تغير في اللون يمكن أن يعزى إلى نشاط نخري في الأسنان عند رؤية السطح رطباً، ولكن بعد التجفيف بالهواء لفترة طويلة، تظهر ظلاله opacity أو تغير في لونه، مثل الآفات البيضاء أو البنية، وهو ما لا يتفق مع المظهر السريري للميناء السليمة أو عندما يكون هناك تغير في اللون بسبب النخر الذي يُرى في الحالة الرطبة أو الجافة، وهو ما لا يتفق مع المظهر السريري للميناء السليمة ويقتصر على حدود منطقة الوهاد والميازيب، ويكون مظهر هذه المناطق لا يتوافق مع مظهر الوهاد والميازيب المتصبغة، كما هو محدد في الدرجة 0 سابقة الذكر.
الدرجة 1	تغير بدئي مرئي في الميناء	لا يوجد دليل على أي تغيير في اللون يمكن أن يعود إلى نشاط نخري للأسنان على السطح الدهليزي أو اللساني عند رؤيته رطباً، ولكن بعد التجفيف بالهواء لفترة طويلة، تظهر ظلاله opacity أو تغير لوني لا يتوافق مع المظهر السريري للميناء السليمة.
الدرجة 2	تغير بصري واضح في	يجب فحص السن وهي رطبة، فعندها تظهر طبقة قاتمة نخرة أو تغير في لون السن إلى البني، وتكون أوسع من الميزاب الطبيعي أو

الوهدة، وهو ما يتعارض مع المظهر السريري للمينا السليمة ويجب أن تظل الآفة مرئية عندما تكون جافة.	ميناء الأسنان	
يُظهر السن وهو رطب قتامة واضحة أو بقعة بيضاء أو تغير لوني بني أوسع من الميزاب الطبيعي أو الوهدة، وبمجرد أن يجف، يحدث فقدان لبنية السن عند مدخل الحفرة أو الشق أو الوهدة أو داخلها، مع وجود دليل مرئي على إزالة المعادن، ويتميز بجدران معتمدة أو بيضاء أو بنية أو بنية داكنة عند مدخل الميزاب أو الوهدة أو داخلها، على الرغم من أن السطح قد يبدو أوسع بشكل كبير وغير طبيعي، إلا أن العاج غير مرئي في الجدران أو عند قاعدة الحفرة. في حالة الشك أو لتأكيد التقييم البصري، يمكن استخدام مسبر WHO برفق عبر سطح السن للتأكد من وجود تجويف محصور في ميناء السن، و يتم ذلك عن طريق تحريك الطرف الكروي للمسبر على طول الحفرة أو الشق المشتبه به.	تخرب موضعي للمينا بسبب النخر، بدون ظهور العاج أو ظل النخر العاجي	الدرجة 3
يمكن رؤية ظل العاج المتغير اللون من خلال سطح المينا السليم، والذي قد يُظهر أو لا يُظهر علامات التخرب الموضعي، والذي يتميز بفقدان استمرارية السطح بدون ظهور العاج مرئياً وغالباً ما يُرى مظهر الظل أسفل المينا بسهولة أكبر عندما يكون السن رطباً وتكون المنطقة القاتمة أو الداكنة هي ظل يظهر باللون الرمادي أو الأزرق أو البني.	ظل داكن موضّع في العاج مع أو بدون تخرب موضعي للمينا	الدرجة 4
إن التجويف في ميناء الأسنان العاتمة أو متغيرة اللون يكشف العاج	تجويف	الدرجة 5

واضح مع انكشاف عاج مرئي.	الموجود تحته، وقد يظهر لون داكن للعاج وهو رطب من خلال الميناء، وبمجرد أن يجفف السن، يظهر بشكل واضح فقدان بنية السن عند مدخل الحفرة أو داخلها أو تجويف الميزاب و يكون العاج مكشوفًا.
الدرجة 6 تجويف واسع مع انكشاف عاج مرئي.	فقدان واضح لبنية السن مع وجود تجويف عميق وواسع، والعاج واضح للعيان على الجدران وفي القاعدة، ويشمل التجويف الواسع ما لا يقل عن نصف سطح السن وغالبًا يصل إلى اللب.

الجدول رقم (1-4) يوضح نظام تصنيف ICDAS II

يتطلب استخدام نظام ICDAS تصنيف كل سطح من السن (الدهليزي، اللساني/الحنكي، الأنسي،
الوحشي، والإطباق) إلى سليم، أو مختوم بالمواد السادة sealed، أو مرمم، أو متوج، أو مفقود، و
تعيين رمز من 0 إلى 9 لكل سطح من سطوح السن، كما هو موضح في الجدول رقم (1-5).

(Ismail et al., 2007) (Melgar et al., 2016) (Campus et al., 2019) (Dikmen)

(et al., 2015) (Budisak and Brizuela et al., 2023)

جدول (1-5) تصنيف ICDAS لحالة الترميمات أو المادة السادة للميازيب أو الأسنان المفقودة :

الوصف	الدرجة Code
السطح غير مرمم، وليس عليه مادة سادة للوهاد	الدرجة 0
السطح يحوي مادة سادة للوهاد والميازيب بشكل جزئي.	الدرجة 1
السطح بشكل كامل مختوم بمادة سادة للوهاد والميازيب.	الدرجة 2

الدرجة 3	يوجد ترميم بنفس لون السن
الدرجة 4	ترميم املغم
الدرجة 5	تاج معدني
الدرجة 6	تاج خزفي أو ذهب أو خزف مع معدن أو قشور خزفية
الدرجة 7	ترميم مفقود او مكسور
الدرجة 8	ترميم مؤقت
الدرجة 9	سن مفقود بسبب نخري او غير نخري أو غير قابل للفحص بسبب فتحة الفم المحدودة

الجدول رقم (1-5) يوضح نظام تصنيف ICDAS II حسب الرمز Code

1-3-6 الجراثيم المسببة للنخر السني:

1-6-3-1 جراثيم العقديات الطافرة Streptococcus mutans: تعتبر هذه الجراثيم واحدة من

مسببات الأمراض الأساسية المرتبطة بنخور الأسنان، وهي منتجة للحمض، أي أنها تنتج أحماضاً من تخمير السكر، مما يؤدي إلى إزالة المعادن من ميناء الأسنان، و تشتهر S. mutans بقدرتها على الالتصاق بأسطح الأسنان وتكوين الأغشية الحيوية، مما يساهم بشكل كبير في تطور النخور (Spatafora et al., 2024).

1-6-3-2 جراثيم العصيات اللبنية Lactobacillus: تعتبر جراثيم منتجة للحمض أيضاً، وغالباً

ما توجد في آفات نخرة أعمق، وتزدهر في البيئات الحمضية، وتساهم في تطور النخر عن طريق خفض درجة الحموضة في تجويف الفم.

3-6-3-1 جراثيم الشعيات Actinomyces: تم ربط بعض أنواعها بالنخور السنية، وخاصة

في سياق قدرتها على البقاء في الظروف الحمضية وتخثير الكربوهيدرات، وغالبًا ما ترتبط بنخور الجذور (Spatafora et al., 2024).

4-6-3-1 جراثيم Bifidobacterium: تعتبر جزء من جراثيم الفم الطبيعية ولكن يمكن أيضًا أن

ترتبط بالنخور السنية، حيث إن دورها في نخور الأسنان أقل تحديدًا مقارنة بجراثيم S.mutans و Lactobacillus، ولكنها قد تساهم في التحولات غير الحيوية في البيئة الجرثومية (Arheiam et al., 2020) (Lin et al., 2019).

5-6-3-1 جراثيم Scardovia: تم التعرف على هذا النوع في الآفات النخرة، ويُعتقد أنه لديه

قدرات مسببة للنخر السني، مثل الجراثيم المسببة للحمض الأخرى، ويمكن أن تساهم في البيئة الحمضية التي تعزز نخور الأسنان (Arheiam et al., 2020) (Lin et al., 2019).

تم الإبلاغ عن وجود أنواع من الجراثيم مثل: Prevotella denticola و Scardoviae

و Wiggisiae و Streptococcus sobrinus و Streptococcus mutans بشكل أكبر لدى

المراهقين المصابين بالنخور السنية، حيث أن هذه الأنواع قادرة على إنتاج الحمض، وتم سابقًا اكتشاف تواجدتها بشكل كبير لدى الأطفال المصابين بالنخور في مرحلة الطفولة المبكرة.

(Dashper et al., 2019; Gussy et al., 2020; Wang et al., 2019)

و تساهم الأنواع الجرثومية المنتجة للحمض S. mutans و S. sobrinus في انخساف المعادن

من ميناء الأسنان، بينما تتمتع أنواع أخرى، على سبيل المثال S. dentisani و S. A12،

بخصائص أرجينية arginolytic تعمل على تحييد neutralize البيئة الحمضية وقد تمنع عملية

انخساف المعادن (Gussy et al., 2020).

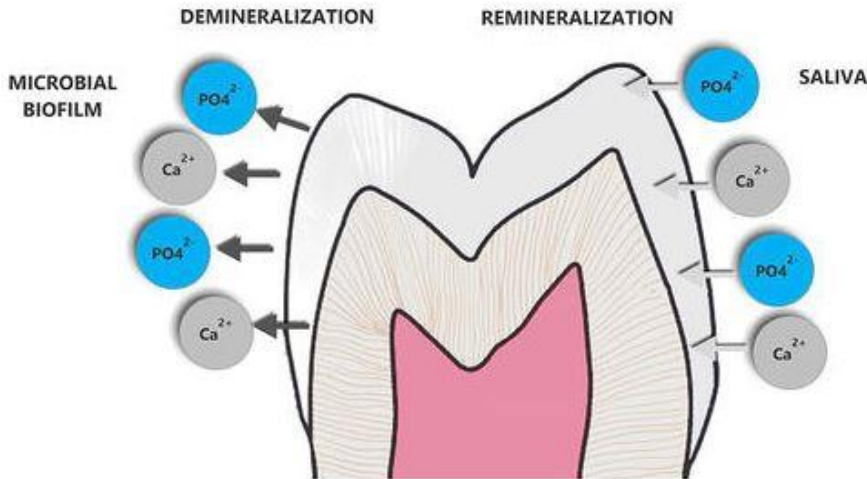
7-3-1 إزالة التمعدن وإعادة التمعدن في الأسنان Demineralization

:and Remineralization

إن تطور نخور الأسنان هو عملية ديناميكية تتضمن مراحل من إزالة التمعدن وإعادة التمعدن للأنسجة الصلبة للأسنان (Anil et al., 2022).

آلية إزالة التمعدن السنية: تعمل الأحماض العضوية التي تنتجها جراثيم اللويحة الجرثومية من عملية التمثيل الغذائي للسكريات، وخاصة حمض اللاكتيك، على خفض درجة الحموضة في سائل اللويحة على سطح السن و تتسبب هذه البيئة الحمضية في تحلل البنية المعدنية للسن، مما يؤدي إلى زيادة المسامية وتليين ميناء الأسنان (Anil et al., 2022).

آلية إعادة التمعدن السنية: وهي آلية الإصلاح الطبيعية، حيث تنتشر أيونات الكالسيوم والفوسفات والفلوريد من اللعاب مرة أخرى إلى السطح المسامي للآفة، مما يعزز ترسب المعادن ويقوي بنية ميناء الأسنان الضعيفة (Anil et al., 2022) (pitts et al., 2017) (Featherstone et al., 2004)



الشكل رقم (1-1) يوضح التوازن بين ديناميكية إزالة التمعدن وإعادة التمعدن (Anil et al., 2022)

1-3-8 تشريح منطقة النخر العاجي Dentin Histology:

شرح الباحث Farooq وجود نوعين من العاج في الآفة النخرة وهما العاج المؤوف Infected الذي يتكون من نسيج غير قابلة للإصلاح ويجب إزالتها لنجاح المعالجة، والعاج المتأثر Affected وهذه الطبقة تكون داكنة ومتصبغة وغالبًا ما تكون حيه Vital، ولا تغزوها الجراثيم إلا بشكل ضئيل، ولديها القدرة على إعادة التمدن (Farooq et al., 2021).

كما أشار الباحث Holmgren الى أن خصائص العاج المؤوف Infected تتجلى بأنه الطبقة الخارجية من النخر ويمثل العاج الطري المتخرب المليء بالجراثيم و لا يحوي معادن بداخله، وايضا هو غير حساس للإزالة والكشط، بينما طبقة العاج المتأثر Affected هي الأكثر عمقاً وتكون حيه وحساسة وقابلة لإعادة التمدن ويوجد بها القليل من الجراثيم (Holmgren et al., 2013).

تقسم منطقة النخر نسيجياً الى خمسة مناطق، وهي من الداخل للخارج، وتمثل الطبقة الثانية والثالثة طبقة العاج المتأثر Affected Dentin، المهمة جداً في المعالجات المحافظة الحديثة وهي الطبقة القادرة على إعادة التمدن، اما بالنسبة للطبقة الرابعة والخامسة تمثل العاج المؤوف Infected Dentin وإزالتها ضرورية للحصول على معالجة فعالة ويمكن الإبقاء على العاج المتأثر لأنه قابل لإعادة التمدن (Farooq et al., 2021):

١- منطقة العاج الطبيعي Normal Dentin Zone: تتواجد استطالات الخلايا المصورة

للعاج في القنيات العاجية بشكل طبيعي، ولا تحوي أي بلورات في لمعتها، ويبدو العاج حول القنيوي سليماً وطبيعياً، ولا يشاهد وجود للجراثيم، ولكن أحيانا يلاحظ الياف تومز ضامرة فيها وهي تعبر عن الطبقة الأعمق في النخر العاجي.

٢- منطقة العاج تحت الشفاف Subtransparent Dentin: يلاحظ في هذه المنطقة

انخساف في الاملاح المعدنية في بنية العاج بين القنيوي، وايضا تتخرب استطالات مصورات العاج بشكل ملحوظ، ولا يلاحظ وجود جراثيم في هذه المنطقة، وهذه المنطقة تتميز بقدرتها على إعادة التمعدن.

٣- منطقة العاج المتصلب أو العاج الشفاف Sclerosis Dentin: وهي من المناطق التي لا

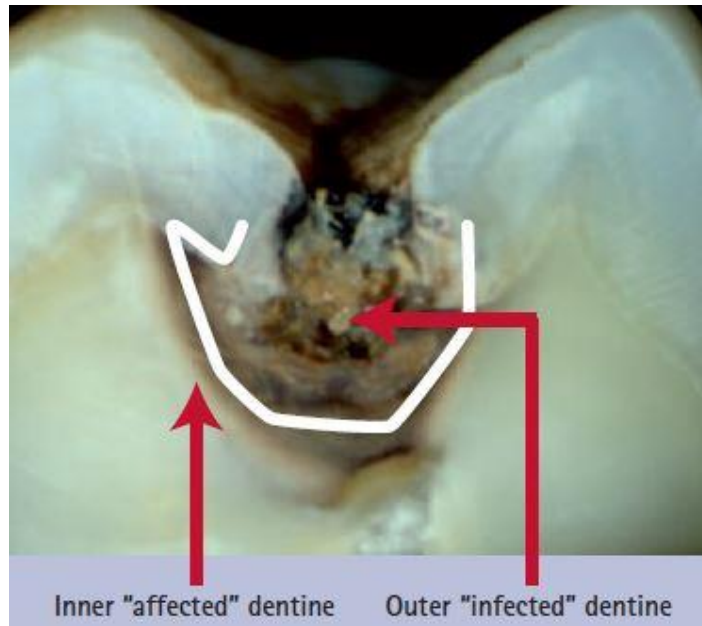
تحتوي الجراثيم، وتشكل ألياف الكولاجين السليمة فيها ركيزة لحدوث إعادة التمعدن، ومن صفاتها المميزة حدوث انخساف املاح بشكل أكبر من طبقة العاج تحت الشفاف، وايضاً يلاحظ وجود بلورات كبيرة الحجم في لمعة القنويات العاجية.

٤- منطقة الغزو الجرثومي Invasion Bacteria وتسمى ايضا بمنطقة العاج المضطرب

Turbid Dentin: حيث يحدث فيها تشوه شديد للقنويات العاجية وتتوسع فيها الأقنية وتحتوي على كميات كبيرة من البكتيريا، ويلاحظ بشكل خاص في هذه الطبقة وجود ألياف كولاجينية مشوهة ومتخربة بشكل غير قابل للإصلاح الذاتي، وإن انخساف الاملاح المعدنية يكون بشكل كبير جداً في هذه الطبقة وغير قابل لإعادة التمعدن.

٥- منطقة العاج المتخرب Decomposed Dentin: تشكل المنطقة الأكثر سطحية من

الآفة النخرة وتتشكل من كتلة متخربة بدون ظهور أي مظهر من مظاهر البنية العاجية الطبيعية، ونلاحظ فقدان للمحتوى المعدني والياف الكولاجين.



شكل رقم (2-1) توضح العاج المؤوف Infected Dentin والعاج المتأثر Affected Dentin

(Holmgren et al., 2013)

9-3-1 أنواع العاج السني في الآفة النخرة Dentin types in Carious lesion

lesion: وذلك حسب تصنيف مجلس التعاون الدولي للخبراء في مجال نخور الأسنان

(ICCC, 2017):

1-9-3-1 العاج اللين Soft Dentin

يتميز العاج اللين بمقاومته المنخفضة للضغط الميكانيكي، فعند استخدام المسبر أو أداة حادة، ينشوه بسهولة، وقد يشعر الطبيب بلزوجة عند تجريفه، وغالبًا ما يكون هذا النوع من العاج رطبًا في المظهر ويرتبط عادةً بالأنسجة المصابة بالنخر الغير قابل للإصلاح.

يوجد العاج اللين عادةً في مناطق الآفات النخرة النشطة، ومن المهم إزالة هذا النوع من العاج أثناء

إجراءات المعالجة لإنشاء سطح نظيف للترميم (Banerjee et al., 2017).

2-9-3-1 العاج الجلدي Leathery Dentin

العاج الجلدي هو نوع من العاج يكون أكثر ثباتًا من العاج اللين، ولا يزال يحتفظ بدرجة معينة من المرونة، ولا يتشوه بشكل كبير عند تطبيق الضغط عليه، ولكن يمكن إزالته بأقل قدر من القوة، وقد يظهر هذا النوع من العاج مقاومة بسيطة عند السبر Tackiness بمسبر حاد. غالبًا ما يُعتبر العاج الجلدي عاجًا متأثرًا بالنخر، ومن المهم تقييم هذا النوع من العاج أثناء تحضير الحفرة، لأنه قد يشير إلى مناطق لا تزال قابلة لإعادة التمدن لكن تحتاج معاملة خاصة بشكل حذر، ويمكن أن يساعد ترك العاج الجلدي سليمًا في الحفاظ على حيوية اللب دون تأثر الترميم النهائي (Banerjee et al., 2017).

1-3-9-3 Firm Dentin: العاج المتصلب

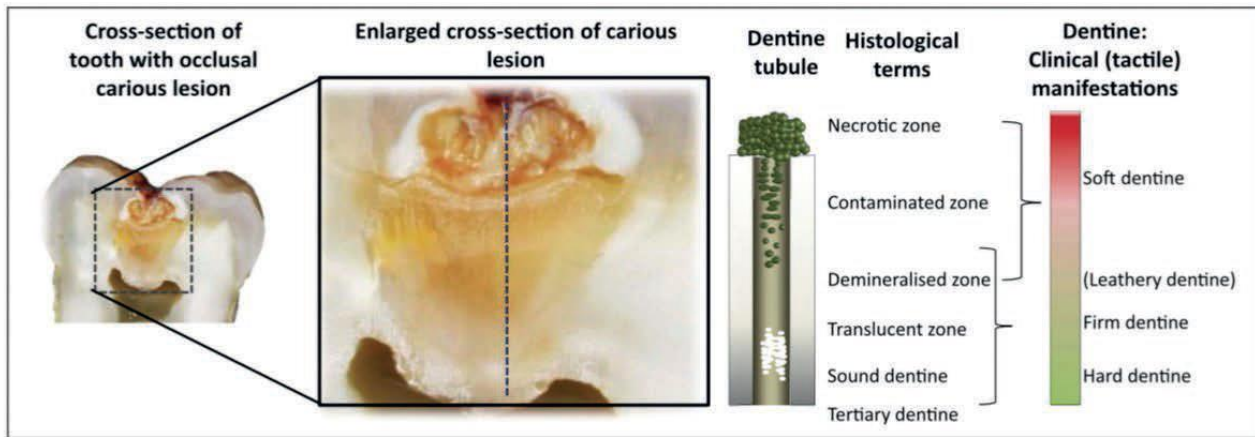
يتميز العاج الصلب بمقاومته للتجريف اليدوي، ويتطلب إزالته باستخدام أدوات يدوية قدرًا معينًا من الضغط، وعند فحصه باستخدام المسبر، يصدر صوتًا خشنًا (صرير عاجي)، مما يشير إلى أنه عاج سليم.

يوجد العاج الصلب عادةً في المناطق الأقل تأثرًا بالنخر، وهو النوع المفضل من العاج للاحتفاظ به أثناء إجراءات الترميم، لأنه يوفر أساسًا متينًا للترميم. ويشير وجود العاج الصلب إلى إمكانية توقف العملية النخرة، ومن الضروري التمييز بينه وبين العاج الأكثر ليونة والأكثر تعرضًا للخطر (Banerjee et al., 2017).

1-3-9-4 Hard Dentin: العاج القاسي

العاج القاسي هو النوع الأكثر تمعدنًا وكثافة من العاج، يتميز بمقاومته العالية للقوى الميكانيكية ولا يتشوه تحت الضغط ولا يمكن إزالته إلا بالسنبال الدوارة أو الشفرات الحادة، و عند فحصه يصدر صوت صرير خشن يدل على سلامته.

يعتبر العلاج القاسي سليماً وعادة ما يُترك أثناء الإجراءات الترميمية، يعمل كحاجز وقائي لللب وهو أمر بالغ الأهمية لسلامة بيئة السن حيث الهدف من طب الأسنان المحافظ الحديث هو الحفاظ على أكبر قدر ممكن من العلاج الصلب مع معالجة الآفات النخرة بشكل فعال (Banerjee et al., 2017).



شكل رقم (1-3) توضح طبقات النخر العاجي سريريا ونسجيا (Banerjee et al., 2017)

4-1 مبدأ تجريف النخر التقليدي غير الانتقائي Nonselective Caries

Excavation principle

يوجد العديد من المدارس وخاصة المدرسة الأمريكية التي تعتبر الإزالة الكاملة للنخر السني هي الخيار المفضل في جميع أنواع النخور، حيث تهدف إلى إزالة جميع أنسجة النخر المتحللة تمامًا لضمان عدم بقاء أي بقايا قد تؤدي إلى استمرار العملية النخرة. ومن مزايا هذه الطريقة أنها تتيح تنظيفاً كاملاً للتجويف السني، مما يقلل من احتمالية تكاثر البكتيريا وبقاء العملية النخرة، كما تساهم في توفير سطح ثابت وصلب للتعويضات السنية مثل الحشوات أو التيجان. كذلك، إزالة النخر بشكل كامل يمكن أن تقلل من مخاطر تكرار النخر في نفس المكان علاوة على ذلك، توفر هذه الطريقة

وضوحًا وسهولة في تقييم حجم التلف السني، مما يساعد الطبيب على اتخاذ قرار علاجي دقيق وشامل. (Tyas et al., 2016; Schwendicke et al., 2016).

عند استخدام السنابل الدوارة لتجريف النخر بالكامل، فإن الحس للمسّي الراجع الذي يمكن الطبيب من التمييز بين العاج المؤوف الأكثر ليونة والعاج المتأثر الأكثر صلابة تكون غير موجودة، وهذا يؤدي غالبًا إلى تحضير جائر للعاج وإزالة غير ضرورية للأنسجة السليمة و التي لديها القدرة على إعادة التمدن (Banerjee et al., 2000) (Celiberti et al., 2006).

يجب التأكيد على أن تبني مبادئ طب الأسنان المحافظ يبدأ من طور المعالجة السنية وليس في مرحلة الترميم فقط، حيث إن تحضير الحفرة المحافظ هو حجر الأساس لجميع معالجات إعادة التمدن اللاحقة واجراءات الترميم المحافظ التي سوف يخضع لها السن (Cláudia Rodrigues Chibinski et al., 2024).

5-1 مبدأ تجريف النخر الانتقائي المحافظ Selective Caries

Excavation principle

تم في المؤتمر الدولي لأطباء الأسنان الاختصاصيين في ترميم الأسنان ICCO عام 2017 تصنيف إزالة النخر التقليدية الى عدة تقنيات، وأوصوا بالتقنيات التي تعزز الحفاظ على النسيج السنية والعاج المتأثر Affected من خلال فهم الآلية التي يحدث فيها النخر السني وإعادة التمدن:

1-5-1 إزالة غير انتقائية للعاج الصلب Nonselective Removal to Hard Dentin

وتعرف ايضاً بالتجريف التقليدي للنخر، وتعرف أيضاً باسم إزالة النخر بالكامل، لأنها غالباً ما تؤدي إلى فقدان غير ضروري لبنية السن السليمة. تتضمن هذه الطريقة إزالة جميع الأنسجة النخرة

حتى يتبقى العاج الصلب فقط، وقد يمكن أن يزيد هذا النهج من خطر انكشاف اللب وقد يؤدي إلى تعريض المريض إلى إجراءات علاجية إضافية في المستقبل (Banerjee et al., 2017).

حيث إن تجريف النخر التقليدي هو إزالة العاج اللين من أجل إزالة الأنسجة النخرة، ويفترض هذا النهج أن كل من اللويحة والكائنات الحية الدقيقة المتواجدة داخل العاج النخر هي التي تدفع عملية النخر، لكن في الواقع، ليس من الممكن القضاء على جميع الكائنات الحية الدقيقة لأن القليل منها سيبقى حتى إذا تمت إزالة العاج اللين بالكامل (Lager et al., 2003).

1-5-2 العلاج الترميمي المحافظ غير الرضي (ART) Atraumatic Restorative

:Treatment

هو تقنية تجمع بين مبادئ طب الأسنان المحافظ واستخدام الأدوات اليدوية بدلاً من الأدوات الدوارة. هذه الطريقة مفيدة بشكل خاص في الأماكن التي يكون فيها الوصول إلى معدات طب الأسنان محدودًا، مثل برامج الصحة المجتمعية أو للمرضى الذين يعانون من قلق علاج الأسنان. تتضمن تنظيف الحفرة النخرة باستخدام أدوات يدوية لإزالة العاج الطري دون الحاجة إلى التخدير أو الحفر بالسنايل، و يتم بعد ذلك ترميم التجويف بمادة مثل أسمنت الزجاج الشاردي GIC أو المعدل بالراتنج (Banerjee et al., 2017).

وقد ظهرت التقنيات المحافظة الأقل اجتياحا للنسج السنية في طب الأسنان الترميمي كنهج مهم للحفاظ على بنية الأسنان الطبيعية، وتحقيق نتائج علاجية مثالية، وتحسين رضا المرضى ويعتبر علاجاً واعداً لطب الأسنان المحافظ (Alyahya et al., 2024).

ويتم في هذا النهج استخدام مادة الزجاج الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC بسبب سهولة المادة للتطبيق، وخواصه الحيوية في تحرير الفلور، والمساهمة في إعادة التمدن، ولا يحدث فيها التقصص التصليبي مما يؤدي إلى ختم حفافي افضل وتسرب حفافي قليل (Kher et al., 2020).

1-5-3 الإزالة الانتقائية للأنسجة النخرة Selective Removal of Carious Tissue:

تركز هذه الطريقة على إزالة العاج النخر فقط مع ترك العاج الحيوي سليماً، ويمكن تصنيفها إلى:

1-5-3-1 الإزالة الانتقائية للعاج القاسي Selective Removal to Firm Dentin:

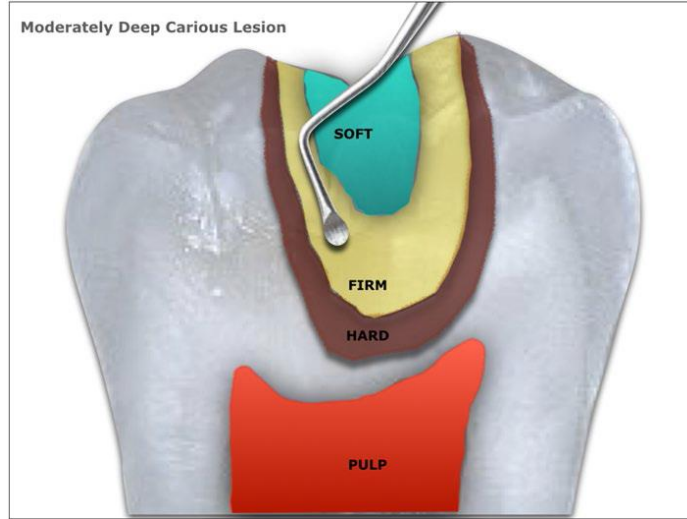
في هذه الطريقة نقوم بالإبقاء على العاج الجلدي leathery Dentin من الناحية القريبة من اللب (حيث يلاحظ في هذا العاج شعور بمقاومة عند السبر بمسبر حاد أو مجرفة عاج) بينما نبقى العاج المحيطي بالحفرة قاسي Hard Dentin، حيث يجب سماع صوت الصرير العاجي من كافه حواف وجدران الحفرة بعد نهاية التجريف.

هذه المعالجة هي المعالجة المفضلة في الأسنان المؤقتة والأسنان الدائمة في الحفر النخرية الضحلة والمتوسطة العمق، التي تكون ممتدة شعاعية الى أقل من الثلث اللبي من العاج، اما في الحفر الأعمق فأن هذه المعالجة قد تعرض اللب الى خطر الضغط الميكانيكي حيث يجب استخدام استراتيجيات مختلفة في هكذا حالات (ICCC, 2017) (Banerjee et al., 2017).

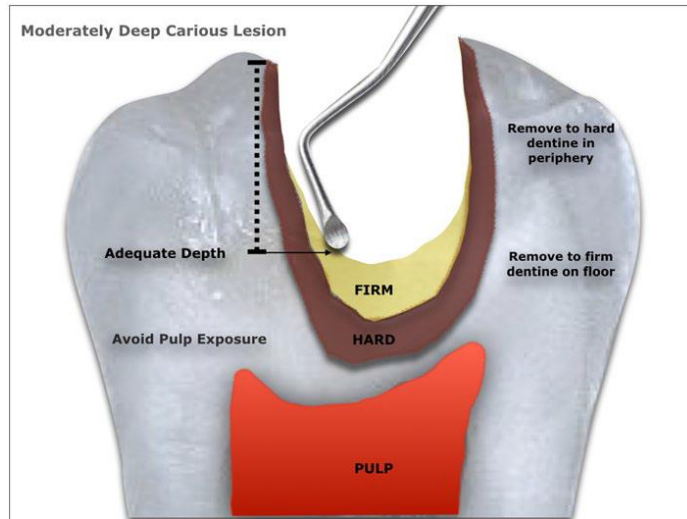
إزالة الأنسجة النخرة بشكل انتقائي إلى العاج الصلب هو إجراء من طب الأسنان المحافظ يهدف إلى معالجة الآفات النخرة متوسطة العمق في الأسنان اللبنة والأسنان الدائمة، وهي مفيدة بشكل خاص عندما لا توجد علامات أو أعراض سريرية للتهاب لب السن غير ردود (Kher et al., 2020).

بعد العزل وفحص السن يتم تجريف الآفة باستخدام مجرفة يدوية بشكل الملقة حيث تتم إزالة الأنسجة النخرة بشكل انتقائي، والهدف هو إزالة الأنسجة اللينة حتى الوصول إلى العاج الصلب بشكل كامل في محيط الآفة، وتتم الإزالة بعناية في قعر الحفرة القريب من اللب حتى الوصول للعاج القاسي Firm ومن الممكن الإبقاء على بعض العاج الجلدي Lethery لتجنب انكشاف

اللب مع ضمان العمق الكافي لترميم السن وختم كامل للحفرة النخرة، العاج القاسي Firm مقاوم للتجريف اليدوي ويتطلب قوة كبيرة لإزالته (Kher et al., 2020).



شكل (1-4) توضح مقطع عرضي يظهر آفة نخرة عميقة (Kher et al., 2020)



شكل (1-5) توضح تقنية المعالجة الانتقائية للنخر السني في الحفر العميقة حتى الوصول الى العاج القاسي

Firm في قعر الحفرة والوصول على العاج الصلب Hard في جميع الحواف لضمان ترميم جيد

(Kher et al., 2020)

يسمح ترميم السن بعد إزالة الأنسجة الانتقائية بإغلاق محكم للآفة، ويحرم هذا الإغلاق التاجي الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الأنسجة النخرة المتبقية من أي مغذيات قادمة من تجويف الفم مما يؤدي إلى تعطيل الآفة النخرة.

الإزالة الانتقائية للعاج الصلب تترك العاج الجلدي Leathery من الناحية اللبّية، حيث يكون هناك شعور بمقاومة المجرفة اليدوية بينما تُترك حواف الحفرة صلبة Hard (خشنة scratchy) بعد الإزالة وهو العلاج المفضل لكلا الأسنان المؤقتة والدائمة الحاوية على نخر لا يتجاوز الثلث اللبّي للعاج (Innes et al., 2016).

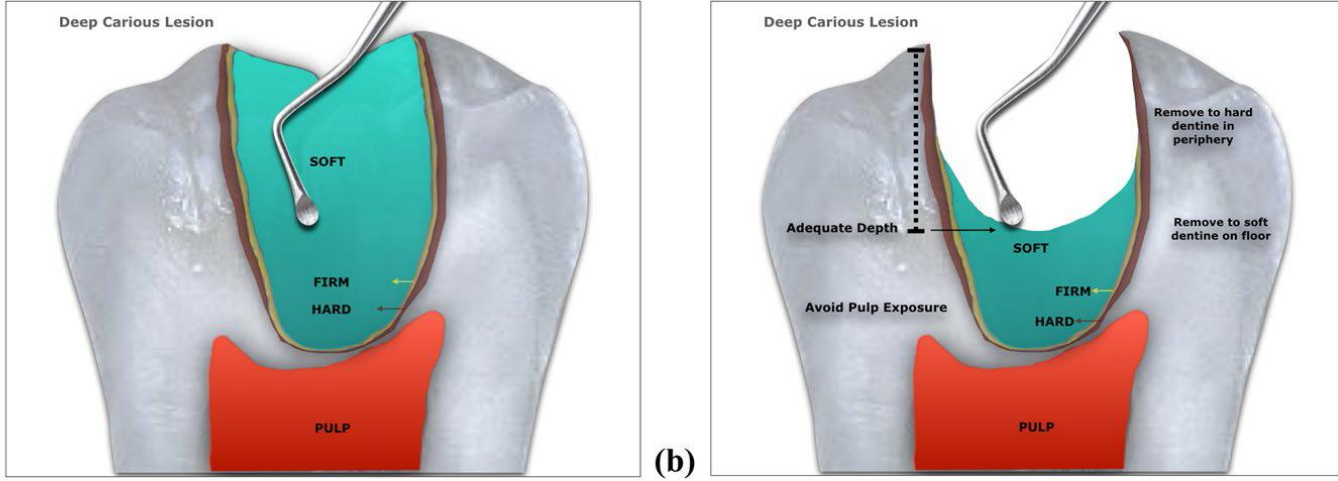
1-3-2 الإزالة الانتقائية للعاج اللين Selective Removal to Soft Dentin

يوصى بهذه الطريقة في النخور العميقة التي تمتد إلى الثلث اللبّي من العاج، حيث يتم ترك طبقة من العاج الطري في قاع الحفرة القريب من اللب لتجنب حدوث الانكشاف اللبّي، وحدوث الضغط الميكانيكي على اللب، مما يعزز صحة اللب، بينما نبقى على العاج المحيط بالحفرة والجدران حتى الوصول إلى العاج الصلب Hard Dentin لكي نحافظ على ختم محيطي عالي ويؤمن ترميم ذات ثبات عالي.

هذه الطريقة تقلل خطر حدوث الانكشاف اللبّي بشكل ملحوظ مقارنة مع الطريقة التقليدية غير الانتقائية في إزالة العاج وأيضاً بالمقارنة مع الطريقة الانتقائية للعاج القاسي Firm Dentin.

أوصى الباحث Kher وزملائه 2020 بإزالة الأنسجة النخرة بشكل انتقائي إلى العاج اللين Soft (أي عدم إزالة كامل العاج اللين) من الأسنان التي تعاني من آفات نخرة عميقة دون أي علامات وأعراض لالتهاب اللب غير الردود، وفي الأسنان اللبّنية والأسنان الدائمة الفتية التي تعاني من آفات نخرة عميقة، والتي من الممكن أن يؤدي تجريفها بشكل كامل إلى انكشاف اللب وتشكيل تحدي بالنسبة للطبيب المعالج وللطفل في ذات الوقت.

يجب أن تتم الموازنة في إزالة العاج اللين في الآفات النخرة العميقة بشكل فعال مع تجنب انكشاف اللب، ومن المهم أن ينهي الطبيب عملية إزالة الأنسجة النخرة بحكمة إلى عمق مناسب في العاج اللين (Kher et al., 2020).



شكل (1-6) يوضح تقنية تجريف النخر حتى الوصول لعاج طري (Kher et al., 2020)

A- مقطع عرضي لآفة نخرة عميقة. B- إزالة الأنسجة إلى عمق مناسب في آفة نخرة عميقة.

يمكن إزالة العاج اللين بسهولة عند الضغط عليه بواسطة مجرفة عاج يدوية، ويتم التوقف عن إزالة الأنسجة النخرة الطرية عندما يزداد خطر انكشاف اللب.

يوصى بالإزالة الانتقائية للعاج اللين في الآفات العميقة المجوفة (أي التي تمتد إلى الثلث أو الربع اللبي من العاج) وتترك الأنسجة اللينة النخرة فوق اللب لتجنب الانكشاف اللبي (Innes et al., 2016).

1-3-5-3 الإزالة التدريجية للنخر السني Stepwise Removal:

تتضمن هذه الطريقة نهجاً من مرحلتين حيث تتم إزالة الأنسجة النخرة Infected Dentin جزئياً أثناء الزيارة الأولى، ويتم التعامل مع العاج النخر المتبقي في جلسة لاحقة (عادةً بعد 6 إلى 12 شهراً)، حيث تركز المرحلة الأولى على إزالة الأنسجة الأكثر إصابة (أكثر طراوة)، مما يسمح

بإعادة تمعدن العاج المتبقي، ويعتبر هذا النهج مفيد بشكل خاص للآفات العميقة، لأنه يسمح بمراقبة حالة السن وتقليل خطر انكشاف اللب (Maltz et al., 2012) (Schwendicke et al., 2013). (Ricketts et al., 2013).

في مراجعة منهجية للباحث Schwendicke وزملائه عام 2013 تحدث فيها عن معدل الفشل السنوي، ونمط الفشل للأسنان التي لم يتم تجريف النخر بشكل كامل فيها (حتى الوصول للعاج الصلب)، حيث يشير معدل الفشل السنوي إلى النسبة المئوية للأسنان المعالجة التي تعاني من الفشل في غضون عام بعد الخضوع لتجريف غير كامل للنخر العميق.

وأفادت نتائج المراجعة المنهجية للدراسات المتضمنة فيها بمتوسط معدل فشل سنوي قدره 3.8% (بمجال من 1.4% إلى 4.4%)، وصنف الفشل إلى نوعين: الفشل اللبي الناتج عن إمرضيه في اللب، والفشل الغير لبي الذي يتضمن مشاكل مثل: كسور الترميم أو السن، والنخر الثانوي، والتسرب المجهري (Schwendicke et al., 2013).

يشير هذا إلى أن نسبة صغيرة نسبياً من الأسنان المعالجة بتجريف غير كامل تقش سنوياً، مما يشير إلى أن هذا النهج قد يكون فعالاً في تدبير النخر العميق في حالات معينة.

وخلصت الدراسة السابقة إلى أن الأسنان المعالجة بالتجريف غير الكامل بخطوة واحدة كانت أقل عرضة للفشل مقارنة بتلك المعالجة بالتجريف بخطوتين، وأظهرت الترميمات ذات السطح الواحد انخفاضاً في خطر الفشل مقارنة بالترميمات متعددة الأسطح (Schwendicke et al., 2013).

في دراسة للباحث Maltz وزملائه 2012 خلص إلى أن نسبة نجاح تجريف النخر الانتقائي الغير الكامل هي 91% بعد متابعة لمدة 3 سنوات، وأن نسبة النجاح في تقنية تجريف النخر التدريجي على مرحلتين كانت 69%، وتشير هذه النتائج إلى أنه ليست هناك حاجة إلى إعادة فتح السن وإجراء تجريف ثاني للإزالة الكاملة للنخر (Maltz et al., 2012).

وفي دراسة مكملّة للدراسة السابقة للباحث Maltz وزملائه 2018 تم فحص بيانات 121 سن من أصل 229 سنًا في المتابعة النهائية، واستُمدت بيانات 108 أسنان من المتابعة السابقة (بعد ١٨ شهرًا أو ثلاث سنوات)، أظهر التحاليل معدلات نجاح بلغت 80% في مجموعة المعالجة بتجريف النخر الجزئي، مقارنة 56% في مجموعة تجريف النخر التدريجي على مرحلتين، مع فروق ذات دلالة إحصائية ($p < 0.001$) كما أظهرت النتائج وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين فشل العلاج ونوع الإجراء العلاجي المستخدم.

في دراسة للباحث Ricketts وزملائه 2013 في مقارنة بين إزالة النخر الكاملة و الجزئية استنتج أن التجريف التدريجي Stepwise والجزئي Incomplete للنخر السني نتج عنهما تقليل حدوث انكشاف اللب في الأسنان اللبنية و الدائمة التي لا تظهر عليها أعراض سريرية، وبالتالي تظهر هذه التقنيات فائدة سريرية متفوقة على الإزالة الكاملة للعلاج النخر في علاج نخور الأسنان. ولم يكن هناك دليل على وجود اختلاف في علامات أو أعراض التهاب اللب بين التجريف التدريجي والإزالة الكاملة للنخر، كما لم يكن هناك فرق دال احصائياً بين الإزالة الجزئية للنخر والإزالة الكاملة للنخر (Ricketts et al., 2013).

1-6 تشخيص النخر السني Dental Caries Diagnosis:

تسلط الدراسات الحديثة الضوء على أهمية البقاء على اطلاع بأحدث تقنيات التشخيص ودمجها في الممارسة السريرية، للكشف عن نخور الأسنان والتعامل معها بشكل أكثر دقة وفعالية (Cheng et al., 2022)

حيث أشار الباحث Leretter وزملائه الى ضرورة استخدام وسائل تشخيصية حديثة للمساعدة في تشخيص نخور الأسنان، واتخاذ القرار الصحيح والمناسب للمريض، ووضع خطة علاجية مثالية (Leretter et al., 2024).

وإن الكشف المبكر عن نخور الأسنان إلى جانب تحسين سلوكيات النظافة والتدخلات الوقائية يمكن أن يوقف الآفات ويقلل من وقت العلاج والتكاليف.

يمكن اكتشاف نخور الأسنان وتقييمها في مراحل مختلفة من التطور، حيث قد تتضمن المراحل الأولية تغييرات طفيفة في مظهر ميناء الأسنان، مثل آفات البقع البيضاء، والتي يمكن رؤيتها سريريًا، أما مع تقدم النخر، قد يكون هناك تجويف في ميناء الأسنان وإصابة العاج، مما يؤدي وفي النهاية إلى إصابة اللب (pitts et al., 2017).

يعتمد اكتشاف النخر في الممارسة اليومية في المقام الأول على الفحص البصري واللمسي، ولكن الفحص السريري أمر موضوعي لأن دقة تشخيص النخر تعتمد على خبرة الأطباء الممارسين، بالإضافة إلى مجموعة من العوامل السريرية (Diniz et al., 2012).

1-6-1 الفحص السريري والبصري Visual and tactile examination:

يعتبر الفحص البصري واللمسي الطريقة التقليدية الأكثر شيوعًا للكشف عن نخور الأسنان، وتتضمن الكشف عن التغيرات المرئية في لون السن باستخدام العين المجردة والتقييم اللمسي باستخدام المسبر لتقييم التغيرات في نسيج الأنسجة الصلبة للسن، وتتميز بالبساطة حيث لا تتطلب معدات خاصة وغير مكلفة (Chan et al., 2023).

يعد عدم وجود حساسية كافية للكشف عن نخور الأسنان من محدوديات الفحص البصري التقليدي، وخاصة في المراحل المبكرة، وإيضاً النخور التي تتواجد في مناطق يصعب فحصها سريريا مثل الأسطح الملاصقة، مما يعني إمكانية عدم اكتشاف بعض الآفات النخرة وتطورها في الفم، حيث إن الفحص السريري هو فحص ذاتي يعتمد بشكل كبير ومباشر على خبرة الطبيب، وإيضاً من محدوديات الفحص البصري إمكانية تفعيل الآفة النخرة، حيث يمكن أن يؤدي استخدام مسبر الأسنان الحاد إلى إتلاف ميناء الأسنان منزوعة المعادن في آفات النخر المبكرة، مما قد يؤدي إلى تقاوم الآفة النخرة (Foros et al., 2021).

توصي الأبحاث الحديثة باستخدام الفحص البصري واللمسي مع أدوات تشخيصية أخرى للكشف الشامل عن نخور الأسنان، حيث يجب مشاركة الفحص البصري مع أجهزة الليزر التآلقي على السطوح الإطباقية، وتصوير شعاعي مجنح في الأسطح الملاصقة للأسنان الدائمة، أما في الأسنان اللبنية يمكن استخدام التآلقي الليزري كمساعد للفحص البصري على جميع الأسطح السنية (Lui et al., 2024).

يجب النظر إلى الفحص البصري واللمسي، على الرغم من كونه جانبًا أساسيًا من تشخيص الأسنان، كنقطة انطلاق في عملية تشخيص شاملة تستخدم أدوات وتقنيات مختلفة لمعالجة المرضى بشكل مثالي (Cheng et al., 2022).

1-6-2 التشخيص الشعاعي للنخر السني Radiographic Examination:

يعد الفحص الشعاعي جانبًا أساسيًا من تشخيص نخور الأسنان، حيث تسمح للأطباء بتصوير الهياكل الداخلية للأسنان والعظام المحيطة بها والتي لا يمكن الوصول إليها من خلال الفحص البصري واللمسي وحده، حيث توفر هذه الصور معلومات قيمة للكشف عن نخور الأسنان وتقييمه ومراقبته، وخاصة في المراحل المبكرة عندما لا تكون الآفات واضحة سريريًا (Chan et al., 2023).

أنواع تقنيات التصوير الشعاعي:

1-2-6-1 التصوير الشعاعي التقليدي Conventional Radiography ويتضمن:

التصوير الشعاعي حول الذروي Intraoral periapical radiography: يوفر معلومات تفصيلية للسن بالكامل، بما في ذلك التاج والجذر والعظام المحيطة مما يساعد في الكشف عن الآفات حول الذروية والنخور الإطباقية وبعض النخور في المناطق الملاصقة.

التصوير الشعاعي المجنح Bitewing radiograph: يستخدم في المقام الأول للكشف عن النخور الملاصقة، ويوفر صوراً لتيجان الأسنان العلوية والسفلية في صورة واحدة، مما يجعله مثاليًا لتقييم مناطق التلاصق حيث يبدأ النخر غالبًا (Kumari et al., 2022)

1-2-2-6 التصوير المقطعي المخروطي (CBCT):

يستخدم التصوير المقطعي المخروطي شعاعًا مخروطيًا من الأشعة السينية لإنشاء صور ثلاثية الأبعاد، ويوفر صوراً تفصيلية للأسنان والأنسجة المحيطة ولكن لا يستخدم بشكل روتيني للكشف عن النخور السنية بسبب جرعة الأشعة العالية مقارنة بالتصوير الشعاعي داخل الفم (Chan et al., 2023).

أظهرت الدراسات أن التصوير المقطعي المخروطي لا يحسن بشكل كبير من دقة الكشف عن النخور مقارنة بتقنيات التصوير الشعاعي التقليدية (Prados-Privado et al., 2020).

1-3-6-3 التشخيص المعتمدة على الضوء Light-based Diagnostic:

تستخدم الضوء أو الليزر للكشف عن التغيرات في الأنسجة الصلبة للأسنان المصابة بالنخور وتقسم الى :

- ١- الإضاءة البصرية لكشف النخر Optic Transillumination: تنقل الإضاءة الرقمية الضوء القريب من الأشعة تحت الحمراء عبر الأسنان لتحديد الأنسجة المصابة بالنخر، والتي تبدو بلون أغمق بسبب المسامية العالية، وهي مفيدة للكشف عن النخور الملاصقة ولكنها لا تستطيع تحديد حجم الآفة أو محتواها المعدني أو نشاطها، وقد تؤدي إلى الإفراط في التشخيص (Chan et al., 2023).

٢- تشخيص النخر باستخدام التألق الليزري Laser-Induced Fluorescence: يعتمد التألق الليزري على مبدأ أن الأنسجة المصابة بالنخر تتألق بشكل مختلف عن الأنسجة السليمة عند تعرضها لأطوال موجية معينة من الضوء، وتعد هذه الطرق مفيدة للكشف عن النخور المبكرة وتقدير عمق الآفة، ولكنها قد تؤدي أيضًا إلى الإفراط في التشخيص بسبب النتائج الإيجابية الكاذبة، ويعتبر DIAGNOdent هو المثال الأشهر على جهاز التألق الليزري (Chan et al., 2023).

تفاصيل حول جهاز DIAGNOdent:

DIAGNOdent هو جهاز تألق ليزري يستخدم للكشف عن نخور الأسنان، تم طرحه في أواخر التسعينيات، ويستخدم ليزر أحمر منخفض الطاقة لا يتفاعل مع نسيج الأسنان المستهدفة أو يتلفها. تم تصميم الجهاز للكشف عن التألق الصادر عن المنتجات الثانوية الجرثومية في أنسجة الأسنان المصابة بالنخور، هذا ما يجعله أكثر ملاءمة للتمييز بين العاج المصاب والعاج المتضرر (Foros et al., 2021).

يُعد جهاز DIAGNOdent أداة قيمة لتعزيز اكتشاف نخور الأسنان، وخاصة في مراحله المبكرة. ومن خلال الجمع بين DIAGNOdent وطرق التشخيص الأخرى، يمكن لأطباء الأسنان الحصول على تشخيص أكثر شمولاً للمريض ولكن من الضروري تفسير النتائج بعناية مع مراعاة محدوديات استخدامه وإمكانية ظهور نتائج إيجابية كاذبة (Yehua et al., 2024).

ذكر الباحث Castilho في دراسته التي قارنت بين ICDAS و DIAGNOdent في تشخيص النخور أن كل منهما كانا طرق قابلة للتكرار reproducible، مع أداء متماثل في الكشف عن الآفات النخرة الإطباقية، ولكن فائدة DIAGNOdent كطريقة مساعدة لتقييم النخور الإطباقية الأولية في الأرحاء الدائمة كان أمر مشكوك فيه (Castilho et al., 2016).

استنتج الباحث Goel وزملائه أن جهاز DIAGNOdent يمتلك حساسية ودقة أعلى مقارنة بالطرق التقليدية الأخرى للكشف عن نخور ميناء الأسنان، بينما بالنسبة للكشف عن النخور العاجية، كانت دقة جهاز DIAGNOdent مماثلة لطرق تشخيص النخور التقليدية الأخرى (Goel et al., 2009).

ذكر الباحث Yazici وزملائه أنه على الرغم من أن DIAGNOdent أظهر حساسية أكبر من الصباغ الكاشف للنخر Dye، إلا أنه بسبب الحساسية المنخفضة للجهاز لتسجيل القيم المنخفضة، من الممكن عدم اكتشاف النخور المتبقية في الأسنان، لذلك قد يكون من المستحسن إعادة النظر في معايير تسجيل النخر المتبقي أثناء تجريف النخر (Yazici et al., 2005).

أشار الباحث Nabhan وزملائه إلى أن التآلق الليزري فعال بشكل مساوي للتشخيص البصري للنخر السني، ولكن هناك ميل إلى المبالغة في تقدير مرحلة الآفة، وخطر أكبر للإفراط في المعالجة في حالات السطوح الإطباقية المتصبغة، إذا تم اتخاذ الخيار العلاجي بناءً على قراءات DIAGNOdent بشكل حصري، ولذلك ينصح بأنه أثناء اتخاذ قرار العلاج يجب على الطبيب استخدام الفحص البصري، أو على الأقل، يجب أن يكون طبيب الأسنان على دراية بمحدوديات نظام التآلق الليزري بالليزر (Nabhan et al., 2024).

وفقاً للباحث Burin وزملائه فإن الفحص البصري وحده يؤدي بشكل ملحوظ إلى نتائج تشخيصية أفضل من التآلق الليزري (Burin et al., 2005).

1-6-4 التشخيص باستخدام الصباغ الكاشف للنخر Caries Detection Dyes:

يستخدم الصباغ الكاشف للنخر في المقام الأول لتحديد العاج النخر داخل التجاويف المحضرة. تعمل هذه الأصباغ عن طريق صبغ المناطق المصابة بلون مختلف، مما يخلق تبايناً بصرياً بين العاج المصاب والعاج السليم، ويساعد هذا التمييز أطباء الأسنان في تحديد المناطق التي تتطلب المزيد من التجريف أثناء المعالجة (Kumari et al., 2022).

تكمن الميزة الأساسية للصبغ الكاشف للنخر في قدرتها للإشارة الى العاج المؤوف، مما يسهل على أطباء الأسنان تحديد المناطق النخرة ويمكن أن تكون هذه المساعدة البصرية مفيدة بشكل خاص في الحفر النخرة المعقدة، حيث قد يكون تحديد عمق إزالة النخر أمرًا صعبًا (Sadasiva et al., 2019).

مساوئ استخدام الصبغ الكاشف للنخر:

صعوبة تمييز العاج المتأثر، والذي يكون منزوع المعادن حيث تؤكد الدراسات أن الصبغ الكاشف قد يصبغ العاج منزوع المعادن حتى لو لم يكن مصابًا، وخاصة عند الملتقى المينائي العاجي والمنطقة المحيطة باللب وذلك يمكن أن يؤدي إلى إزالة غير ضرورية لبنية السن السليمة (Kumari et al., 2022) (Lin et al., 2023).

يستخدم الصبغ الكاشف للنخر بشكل أساسي في الحفر التي تم تحضيرها بالفعل وهي غير مناسبة للكشف عن النخور على أسطح الأسنان السليمة (Ghodasra et al., 2021) وذكر الباحث Alamoudi في دراسته التي قارنت بين فعالية الصبغ الكاشف للنخر وجهاز التألق الليزري DIAGNOdent Pen في تحديد النخر المتبقي أن الصبغ أشار الى عدد أكبر من الأسنان التي تعاني من نخر متبقي مقارنة بجهاز DIAGNOdent Pen، ونظرًا الى أن هذه الحُفَر كانت تعتبر في البداية خالية من النخر بناءً على الفحص البصري واللمسي، فإن معدل الكشف الأعلى باستخدام الصبغ يُعزى إلى ميلها إلى تلوين العاج المتأثر الأقل تمعدنًا (Alamoudi et al., 2022).

1-6-5 كشف النخر بالذكاء الاصطناعي (AI): Artificial Intelligence

تم تقييم أداء نماذج الذكاء الاصطناعي في الكشف عن نخور الأسنان عبر دراسات مختلفة، مع نتائج ملحوظة فيما يتعلق بفعاليتها بناءً على طرق وأساليب التصوير المختلفة.

وقد زاد عدد نماذج الذكاء الاصطناعي المستخدمة في فحص نخور الأسنان من الصور الفموية بشكل متزايد على مدى السنوات القليلة الماضية، وقد شهد مجال طب الأسنان ارتفاعاً ثابتاً في الدراسات المتعلقة بتطبيق نماذج الذكاء الاصطناعي AI، وقد قامت مراجعة منهجية حديثة بتحليل استخدام التعلم العميق (Deep Learning (LN في تشخيص نخور الأسنان من خلال مصادر صور مختلفة، مثل الأشعة السينية والضوء القريب من الأشعة تحت الحمراء (Mohammad-Rahimi et al., 2020).

في مراجعة منهجية للباحث Moharrami وزملائه 2023 قام بتقييم أداء النماذج القائمة على الذكاء الاصطناعي للكشف عن نخور الأسنان في الصور الفوتوغرافية الفموية وذكر أنها تشكل طريقة واعدة في كشف النخور.

- مقاييس الأداء والفعالية والدقة :

وجدت الدراسات أن درجات الدقة في تصنيف النخور السنية باستخدام الذكاء الصناعي AI تراوحت من 68.3% إلى 94.3%، بينما تراوحت فعالية تشخيص النخور السنية من 42.8% إلى 95.4%، وهذا يشير إلى تباين واسع في أداء الذكاء الاصطناعي اعتماداً على الدراسات والمنهجيات المستخدمة (Khan & Al-Habsi et al., 2020)(Moharrami et al., 2023).

- تأثير نوع الكاميرا المستخدمة في التشخيص باستخدام الذكاء الاصطناعي :

الكاميرات الاحترافية: أفادت الدراسات بدرجات دقة تتراوح بين 68.3% و 95.4% للصور الملتقطة بكاميرات احترافية، مما يشير إلى أداء متفوق في الكشف عن النخور السنية.

(Javid et al., 2020 ; Rashid et al., 2022).

كاميرات المسح داخل الفموية: تراوحت درجات الدقة للكاميرات داخل الفم من 78.8% إلى 87.6%، مما يدل على نتائج واعدة ولكنها أقل قليلاً من الكاميرات الاحترافية (Park et al., 2022).

كاميرات الهواتف الذكية: كان أداء كاميرات الهواتف الذكية أقل إثارة للإعجاب، حيث تراوحت درجات الدقة من 42.8% إلى 80%، على الرغم من ذلك، فإن إمكانية الوصول إلى تكنولوجيا الهواتف الذكية وفعاليتها من حيث التكلفة تجعلها أداة قيمة لطب الأسنان الرقمي (Ding et al., 2021 , Thanh et al., 2022).

يبدو أن تطبيق نماذج الذكاء الاصطناعي واعدًا في الكشف عن نخور الأسنان من خلال الصور المرئية (Moharrami et al., 2023).

7-1 طرائق تجريف النخر السني Methods of Dental Excavation:

1-7-1 التجريف بالسنايل الدوارة Tungsten carbide bur:

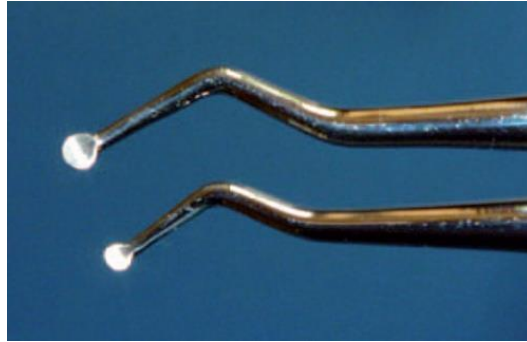
إن استخدام السنايل الماسية التي تعمل باستخدام قبضات عالية السرعة للوصول لمنطقة النخر، واستخدام سنايل التنغستين كارباید ذات السرعة البطيئة لتجريف النخر العاجي هي الطريقة الأكثر شيوعاً في تجريف النخر وتحضير الحفر السنية (Quiroz-Reynoso et al., 2024).

ولكن تجريف النخر بالسنايل الدوارة يؤدي الى تحضير جائر وإزالة كمية كبيرة من النسيج العاجية السليمة، بالإضافة الى تشكيل ضغط كبير وتوليد حرارة عالية من الممكن أن تضر النسيج اللبي، وايضاً الاهتزازات والاصوات العالية من الممكن ان تسبب الالم وعدم راحة للمريض وغالبا ما تتطلب التخدير الموضعي، تسبب هذه الطريقة في التجريف توتر المرضى وخوفهم وخاصة الأطفال (Quiroz-Reynoso et al., 2024).

2-7-1 التجريف بالمجارف اليدوية Hand Excavators:

تم طرح العديد من البدائل للأدوات الدوارة لتجريف النخر لكن ثبت أن أفضل حل يوازن بين فعالية إزالة النخر والكفاءة في الحفاظ على العاج المتأثر هو استخدام المجارف اليدوية، وميزة هذه المجارف انها متوفرة بسهولة، وهي ليست بحاجة كهرباء او مياه من الوحدة السنية (Holmgren et al., 2013).

في دراسة سريرية للباحث Celiberti وزملائه 2006 قارن فيها بين فعالية 4 طرق لتجريف النخر وهي: السنابل الدوارة التقليدية والمجارف اليدوية والتجريف باستخدام ليزر Er:YAG وسنابل البوليمير، استخلص أن المجارف اليدوية تبدو الطريقة الأكثر ملاءمة لتجريف النخر العاجي في الأسنان اللبنية، حيث تجمع بين وقت العمل الجيد وإزالة النخر بشكل فعال ومحافظ.



شكر رقم (7-1) يوضح مجرفتي عاج يدوية على شكل ملعقة، واحدة صغيرة يبلغ عرضها حوالي 1 ملم، والأخرى أكبر قليلاً لتجريف العاج الطري Soft Dentin (Holmgren et al., 2013).

3-7-1 تجريف النخر باستخدام أجهزة الليزر Lasers:

لقد أصبح الليزر أداة مهمة في طب الأسنان، وخاصة لإزالة الأنسجة الصلبة للأسنان وتجريف النخر، وتم تطوير أول ليزر بواسطة Maiman في عام 1960، مما أدى إلى اللجوء إلى إجراء أبحاث حول تطبيقه في قطع الأنسجة الصلبة واللينة في الفم.

تعتمد الفعالية والانتقائية لأجهزة الليزر في الإجراءات السنية على عدة عوامل، منها خصائص الطول الموجي Wavelength وطاقة النبضة Pulse، ومعدل التكرار، والخصائص البصرية

Optical properties للأنسجة التي يتم علاجها (Dixit et al., 2024).

يمكن استخدام الليزر لأغراض مختلفة بما في ذلك قطع وختم الانابيب العاجية، مما قد يقلل من الحساسية العاجية، والقضاء على البكتيريا مثل Streptococcus mutans عند استخدامها مع مادة ذو حساسية ضوئية photosensitizer مناسبة، وقد ثبت أن الليزر يُنتج خُفر حاوية على طبقة لطاخه غير مكتملة، وأنابيب عاجية مفتوحة، والتي قد تكون ذات أهمية سريرية في قدرة المواد اللاصقة على الارتباط مع العاج (Feng et al., 2024).

ويتميز استخدام الليزر في تجريف النخر السني بقدره أشعة الليزر على التقليل من الاهتزاز والضوضاء مقارنة بالسنايل الدوارة التقليدية، مما يزيد راحة المريض وتقبله للمعالجة السنية، ويسمح بإزالة أكثر انتقائية للعاج النخر، مما قد يساعد في الحفاظ على الأنسجة السليمة.

تشمل المعوقات والتحديات لاستخدام الليزر في طب الأسنان المخاوف المتعلقة بالتهيج الحراري لللب واحتمال تلف الأنسجة السليمة المجاورة، وايضا التكلفة العالية وحجم معدات الليزر يمكن أن تحد من استخدامها في الممارسة العامة (Dixit et al., 2024).

1-7-4 تجريف النخر باستخدام السحل الهوائي Air-Abrasion:

أول من تحدث عن السحل الهوائي كان العالم G.V.Black عام 1945 وهي تقنية في طب الأسنان تعتمد على استخدام جزيئات دقيقة، يتم ضخ هذه الجزيئات في تيار مركز ودقيق من خلال الهواء المضغوط لإزالة الأنسجة السنية بشكل فعال، وقد اقترحت هذه الطريقة من اجل القضاء على الانزعاج النفسي والجسدي الذي يعاني منه المريض عند استخدام التجريف بالسنايل الدوارة (Paolinelis et al., 2009).

ويتم استخدام السحل الهوائي في مجموعة متنوعة من الإجراءات في طب الأسنان مثل إزالة النخور السنية وجراحة اللثة، والعلاج التقويمي، وتهيئة الميناء في سياق المعالجة الترميمية، والمعالجة المسبقة للمركبات الراتنجية، وترميمات الأسنان (Mahmood et al., 2024).

أشار الباحث Kuvatbayeva وزملائه الى أن السحل الهوائي Air-Abrasion باستخدام جزيئات أكسيد الألمنيوم طريقة فعالة في إزالة النخر، ولم يجد أي فرق دال احصائياً بين السحل الهوائي والطريقة التقليدية في تجريف النخر، وكان له تفضيل أكبر من المرضى الأطفال وأنقص بشكل فعال الحاجة الى التخدير الموضعي أثناء المعالجة (Kuvatbayeva et al., 2024).

5-7-1 التجريف باستخدام سنابل البوليمير SmartBurs:

هي سنابل من البوليمير صممت لكي تكون بديل عن السنابل الدوارة التقليدية، أصدرت عام 2003 وهي تطوير عن سنابل البوليمير SmartPrep، زعم منتجها أنها تزيل العاج بصورة انتقائية ولا تزيل العاج السليم.

من سيئاتها التكلفة المرتفعة، حيث يجب تبديلها باستمرار وايضا اثبتت العديد من الدراسات عدم فعاليتها في تجريف النخر بصورة جيدة (Senthilkumar & Ramesh, 2020).

أشار الباحثان khoury و Laflouf في دراستهما 2022 الى أن التجريف بسنابل البوليمير تعتبر طريقة آمنة، لكنها ليست بفعالية الطريقة التقليدية أو تجريف النخر باستخدام الطريقة الميكانيكية الكيميائية، وأنها سببت تموت اللب في العديد من الحالات بعد المراقبة لمدة 6 أشهر، ولا يمكن اعتبارها بديل جيد عن تجريف النخر التقليدي (Khouri et al., 2022).

1-7-6 تجريف النخر باستخدام السحل فوق الصوتي Ultrasonic –abrasion:

تعمل الأدوات الصوتية وفوق الصوتية على إزالة النخر عن طريق سحل الأنسجة الصلبة واللينة للأسنان برؤوس مطلية بالماس مع التبريد المائي (Stefano et al., 2018).

يمكن للسحل بالموجات فوق الصوتية إزالة الآفات النخرة والنسج الصلبة غير المدعومة عند استخدامها بتردد عالٍ (20-40 KHz)، وتعتمد على الطاقة الحركية لجزيئات الماء التي تنتقل إلى سطح السن بواسطة رؤوس ماسية قاطعة تهتز بسرعة عالية، بالمشاركة مع جهاز تقليح صوتي (Al-Sagheer et al., 2024).

يتميز بأنه يحتوي على رؤوس مغطاة بالماس تعمل على تعزيز كفاءة القطع ومتوفرة بأشكال مختلفة لتطبيقات مختلفة ويتميز وايضا بخاصية التبريد المائي مع الرؤوس الماسية، والقدرة على التحكم بالضغط المطبق للحصول على قطع فعال (Ntovas et al., 2017).

قارنت دراسة حديثة للباحث Al-Sagheer وزملائه 2024 بين تجريف النخر بالموجات فوق الصوتية باستخدام Sono-abrasion والتقنيات الأخرى المحافظة، بما في ذلك الإزالة الكيميائية الميكانيكية للنخر السني باستخدام (Brix3000) والتجريف بالليزر Er,Cr: YSGG، لإزالة الآفات النخرة العاجية العميقة وأظهر السحل بالموجات فوق الصوتية وقت تجريف مماثل للتجريف بالليزر، ولكنه كان أسرع بشكل ملحوظ من الطريقة الكيميائية الميكانيكية.

وقد أدى استخدام Sono-abrasion إلى قيم صلابة أقل للعاج مقارنة بالتجريف بالسنايل الدوارة، وخاصة في الطبقات العميقة، مما يدعم بشكل أكبر الإزالة الانتقائية للعاج الأكثر ليونة والحفاظ على النسج السنية (Al-Sagheer et al., 2024).

أشار الباحث Elkholy وزملائه إلى أن تقنية الأمواج فوق الصوتية في تجريف النخر السني تتميز بتقليل الاهتزازات والضوضاء، والضغط المطبق والحرارة المتولدة، ولكن له العديد من المحدوديات مثل عدم القدرة على إزالة النسج الطرية وعدم توافر الرؤوس الساحلة الخاصة بالجهاز

(Elkholany et al., 2009).

و تشير الدراسات إلى أن التجريف بالموجات فوق الصوتية هو تقنية واعدة محافظة لإزالة النخر، حيث تقدم مزايا محتملة في الحفاظ على العاج السليم وتوجد حاجة ملحة إلى مزيد من الأبحاث لفهم الآثار السريرية طويلة الأمد وتأثيرها على صحة اللب، وخاصة في الآفات العميقة (Al-Sagheer et al., 2024).

1-7-7 تجريف النخر باستخدام الطريقة الميكانيكية الكيميائية Chemomechanical

:Caries Removal

إزالة النخر الكيميائي الميكانيكي (CMCR) هي تقنية من طب الأسنان المحافظ تستخدم عوامل كيميائية لتليين العاج النخر، والذي يتم إزالته بعد ذلك باستخدام أدوات يدوية، يهدف هذا النهج إلى الحفاظ على أكبر قدر ممكن من بنية الأسنان السليمة، مع القضاء على العاج المصاب Infected بشكل فعال على خلاف من الطرق التقليدية التي تعتمد على الأدوات الدوارة، والتي يمكن أن تسبب الألم والقلق والإزالة الجائرة للنسج السنية (Ferreira et al., 2023).

اعتمدت عوامل CMCR الأولية على هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl)، وكانت تفتقر إلى الانتقائية، حيث كانت تزيل العاج المصاب والمصاب، ولتحسين الانتقائية، تم إدخال الأحماض الأمينية إلى المواد المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم، مما أدى إلى تطوير منتجات مثل Carisolv و Caridex.

ولاحقاً تم تقديم عوامل معتمدة على الإنزيمات، مثل Papacarie و Biosolv، وبعض المنتجات التجارية اعتمدت على المزج بين هيبوكلوريت الصوديوم والأنزيمات للاستفادة من مزايا المادتين، مثل مادة Papacarie التي جمعت بين الباباين والكلورامين والأزرق التولويدين والأملاح لتسهيل تحلل الأنسجة النخرة مع الحفاظ على العاج المتأثر السليم (Maashi et al., 2023).

آلية عمل مواد تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي CMCR هي عبر تكسير روابط الكولاجين في العاج النخر، ويتم ذلك في المواد المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl من خلال الكلورة chlorination، وتكسير الروابط الهيدروجينية للكولاجين المتحلل، وتستخدم العوامل المعتمدة على الإنزيمات مواد أنزيمية بروتينية مثل الباباين Papain لهضم ألياف الكولاجين وتليينها (Janvier et al., 2024).

تقدم تقنية تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي CMCR العديد من المزايا مقارنة بالطرق الدوارة التقليدية، حيث أنها أقل تداخلاً على النسيج السنية وأكثر ومحافظةً على العاج الطبيعي، وتقلل من الحاجة إلى التخدير الموضعي، وفعالة في تقليل البكتيريا المسببة للنخر وترتبط عمومًا بألم أقل وتقبل أفضل من قبل المريض، وخاصة عند الأطفال والمرضى القلقين من المعالجة السنية وذوي الاحتياجات الخاصة (Cardoso et al., 2020).

على الرغم من مزاياها المتعددة، فإن تقنية CMCR لها أيضاً بعض المساوئ حيث أنها تتطلب وقت أطول للعمل مقارنة بالتجريف التقليدي، وخاصةً مع العوامل المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم مثل CarisolV وقد تحتوي بعضها على طعم أو رائحة كريهة، ولها تكلفة أعلى مقارنة بالطرق التقليدية (Janvier et al., 2024).

هناك مجموعة كبيرة من الأبحاث تدعم فعالية CMCR، إلا أنه لا يزال هناك مجال للتطوير من حيث توحيد منهجيات البحث العلمي في التجارب السريرية، وقد أثبتت العديد من الدراسات فعالية CMCR في تقليل عدد البكتيريا وتعزيز أداء الترميم الجيد مقارنة بالطرق التقليدية (Maashi et al., 2023).

وقد أظهرت العديد من المراجعات المنهجية أن عوامل CMCR القائمة على الإنزيمات مثل Papacarie تعمل بسرعة أكبر بشكل ملحوظ من العوامل المعتمدة على NaOCl، ومع ذلك،

هناك حاجة إلى المزيد من الدراسات المنهجية حول تأثيرات العوامل المعتمدة على الباباين على الأسنان الدائمة (DENG et al., 2018) (Hamama et al., 2015).
وأثبتت عدة دراسات وجود أدلة على أن التجريف بالطريقة الكيميائية الميكانيكية تؤدي إلى الحصول على عاج بقيم صلابة مماثلة لتلك النسيج الخاصة بالعاج السليم، وأعلى من تلك الخاصة بالطريقة الميكانيكية التقليدية (Garcia-Contreras et al., 2014).

1-8 عوامل تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي المعتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم

:(CMCR)NaOCl

اعتُبر أول عامل تجريف النخر بالطريقة الكيميائية الميكانيكية عام 1972 هو محلول 5% NaOCl، وكان غير مناسب لإزالة العاج المتأثر والمؤوف بسبب عدم استقراره وافتقاره إلى الانتقائية، ولذلك تم تعديل المنتج بإضافة الأحماض الأمينية للحصول على نتائج أفضل (Hamama et al., 2015).

1-8-1 مادة GK-101:

GK-101 هو عامل إزالة نخر كيميائي ميكانيكي مبكر (CMCR)، تم تقديمه لأول مرة في عام 1972، وهو عبارة عن محلول مكون من N-مونوكلوروغليسين (NMG) وهيبوكلوريت الصوديوم. يعمل GK-101 عن طريق كلورة Chlorination المجموعات الأمينية الحرة والمجموعات الأمينية للروابط الببتيدية في العاج المتحلل مما يؤدي إلى تكوين مركبات N-كلوروبروتين، وتؤدي عملية الكلورة هذه إلى تعطيل الروابط الهيدروجينية وتؤثر على البنية الثانوية و/أو الرباعية للكولاجين في العاج النخر، وهذا يسهل إزالة المادة المتحللة (Hamama et al., 2015).

وُجد أن GK-101 يعمل على تليين الطبقة الخارجية من العاج النخر بمقدار 2 إلى 10 من أرقام صلابة Knoop، ويُعتقد أن هذا التليين يرجع إلى التأثير الانتقائي للمحلول على ألياف الكولاجين

المتحللة في الطبقة الخارجية من العاج النخر، دون التأثير على الألياف السليمة للطبقة الداخلية والعاج الطبيعي الموجود (Maragakis et al., 2001).

1-8-1 مادة Caridex (GK-101e):

GK-101E (Caridex) هو عامل لإزالة النخر كيميائياً (CMCR) تم تطويره كتحسين على GK-101 سابق الذكر.

الفرق الرئيسي بين GK-101 و GK-101E هو استبدال الجلايسين بحمض أمينو بوتيريك، مما ينتج عنه N-monochloroaminobutyrate (NMAB)، وتعتبر مادة NMAB أكثر فعالية في إزالة العاج النخر من N-monochloroglycine الموجود في GK-101 (Maashi et al., 2023).

حقق GK-101E أول براءة اختراع أمريكية لنظام NMAB في عام 1978، وقد حصلت مؤسسة براءات الاختراع الوطنية لطب الأسنان في نيويورك على براءة اختراع ثانية في عام 1984. تمت الموافقة على GK-101E من قبل إدارة الغذاء والدواء (FDA) للاستخدام في الولايات المتحدة وبيعه تحت اسم Caridex (Cardoso et al., 2020). ولم يحقق المنتجين السابقين فعالية جيدة بالمقارنة مع تجريف النخر الميكانيكي التقليدي (Hamama et al., 2015).

3-8-1 مادة Carisolv:

Carisolv هو عامل إزالة نخر كيميائي ميكانيكي (CMCR) تم تطويره بواسطة MediTeam في السويد في عام 1998. يعتبر تطوير لاحق من (CMCR) المعتمدة على NaOCl والذي هدف الى تحسين فعالية المنتجات السابقة مثل GK-101 و GK-101E (Caridex) من خلال معالجة بعض مساوئها، ويأتي Carisolv بشكل هلام Gel وهو مصمم ليكون أكثر سهولة في الاستخدام

وأكثر فعالية في إزالة العاج النخر مع الحفاظ على بنية الأسنان السليمة (Maashi et al., 2023).

آلية العمل Carisolv:

تعتمد فعالية Carisolv على مبدأ مفاده أن العاج المصاب بالنخر يحتوي على كولاجين متحلل جزئيًا، بينما يحتوي العاج المتأثر Affected على ألياف كولاجين سليمة حيث يعمل المحلول الكيميائي في Carisolv على تليين العاج المصاب عن طريق معالجة الكولاجين المتحلل بالكور، مما يؤدي إلى تعطيل بنيته وتسهيل إزالته باستخدام أدوات يدوية غير حادة وبذلك يتم الحفاظ على ألياف الكولاجين السليمة في العاج المصاب، مما يسمح بإعادة التمدن اللاحق (Ferreira et al., 2023).

يتكون Carisolv من محلولين يتم خلطهما قبل الاستخدام:

يحتوي المحلول الأول على:

- ١- كاربوكسي ميثيل سلولوز Carboxymethylcellulose لتحديد اللزوجة والقوام.
- ٢- أحماض أمينية: ليسين lysine، ليوسين leucine، وحمض الجلوتاميك Glutamic acid.
- ٣- كلوريد الصوديوم Sodium chloride.
- ٤- إريثروسين Erythrocin.
- ٥- ماء نقي.
- ٦- هيدروكسيد الصوديوم لضبط الحموضة PH إلى الدرجة 11.

المحلول الثاني: يحتوي على 0.5% هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) (Ferreira et al., 2023).

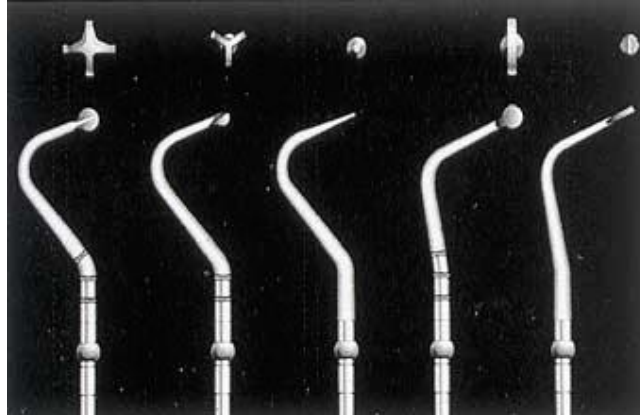
تؤكد الدراسات أن تضمين الأحماض الأمينية، وخاصة اللايسين والليوسين وحمض الجلوتاميك، في Carisolv يخدم غرضين رئيسيين:

تقليل التأثير السلبي لهيبوكلوريت الصوديوم NaOCl على العاج السليم، حيث تساعد الأحماض الأمينية على تحييد neutralizing القدرة المؤكسدة القوية لـ NaOCl، مما يقلل من الضرر الذي يلحق بأنسجة الأسنان السليمة.

وأيضاً تعزيز الإزالة الانتقائية للعاج النخر، حيث يُعتقد أن الأحماض الأمينية المكثورة chlorinated، التي لكل منها شحنة كهربائية مختلفة، تتفاعل مع مكونات مختلفة من العاج النخر، مما يسهل تحلله (Maashi et al., 2023).

قدمت الشركة المصنعة لمادة Carisolv مجموعة من الأدوات ذات أطراف كليلة لزيادة كفاءة إزالة النخر وتوفير أقصى قدر من الحفاظ على أنسجة الأسنان المتبقية المتضررة، ويتميز الطرف غير القاطع بحافة بزاوية ٩٠ درجة تسمح بحركة كشط بسيطة لإزالة النخر (Hamama et al., 2015).

وقد طرح نظام Carisolv جديد يجمع هذا النظام بين استخدام جل Carisolv ونوعين من سنابل التجريف التي تعمل بالسرعة البطيئة مصممة لإزالة العاج النخر، وهما سنبل السيراميك (Cera-bur) والبوليمر (Polymer-bur)، والهدف هو تقليل وقت تجريف النخر وتجنب الإفراط في الحفر (Schwendicke et al., 2014).



شكل رقم (1-8) يوضح النهايات القاطعة الخاصة بالأدوات اليدوية الملحقة بجل Carisolv
(Banerjee et al., 2000)



شكل رقم (1-9) الإصدار الأحدث من نظام جل Carisolv (Rls Global)

9-1 مواد تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي الأنزيمية Enzyme-Based

:Chemomechanical Caries Removal Agents

تستخدم عوامل تجريف النخر الكيميائية الميكانيكية المعتمدة على الإنزيمات محلولاً كيميائياً لتليين
العاج المؤوف، مما يتيح إزالته باستخدام أدوات يدوية وتعتبر بديلاً محافظاً لطرق تجريف النخر
التقليدية مثل السنابل الدوارة (Cardoso et al., 2020).

تعمل مواد تجريف النخر الكيميائي المعتمدة على الإنزيم عبر استهداف العاج النخر بشكل انتقائي، والذي يحتوي على الكولاجين المتحلل جزئيًا حيث يقوم الإنزيم الموجود في المادة بتكسير الروابط في هذا الكولاجين المتحلل، مما يزيد من تليين الأنسجة المصابة وتسمح هذه العملية بإزالة العاج المصاب Infected مع الحفاظ على العاج المتأثر Affected، والذي لا يزال يحتوي على ألياف الكولاجين سليمة ويمكن أن يحصل فيه إعادة التمعن (Janvier et al., 2024).

إن الإنزيم الأساسي المستخدم في معظم مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي القائمة على الإنزيمات المتوفرة تجاريًا هو الباباين Papain الذي يتم استخراجه من مادة اللاتكس الموجودة في أوراق وثمار شجرة البابايا (Carica papaya)، وهو إنزيم بروتيني له خصائص قاتلة للبكتيريا ومضادة للالتهابات (Deng et al., 2018) (Hamama et al., 2015).

آلية عمل أنزيم الباباين Papain عن طريق تكسير الروابط الببتيدية في الكولاجين المتحلل في العاج المصاب، مما يسمح بإزالته بسهولة وتشير بعض الدراسات إلى أن الباباين قد يؤدي أيضًا إلى تحلل البروتيوجليكان في مصفوفة العاج، مما يعني أن تأثيره قد لا يكون محددًا تمامًا للعاج المصاب، كما اقترح أن فعالية الباباين بسبب أن الأنسجة المصابة تقتصر إلى مضاد البروتياز البلازمي α_1 -antitrypsin، والذي يوجد في العاج السليم ويعطل الباباين وتشير الأبحاث إلى أن مواد تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي المعتمدة على الباباين فعالة بشكل كبير في إزالة العاج النخر، وقد أعربت بعض الدراسات عن مخاوفها من أن النشاط البروتيني للباباين قد يؤدي إلى إتلاف العاج السليم، وخاصة مع التعرض لفترات طويلة وهناك حاجة إلى مزيد من الدراسات لتحديد التأثيرات طويلة المدى للباباين على الأسنان الدائمة (Deng et al., 2018).

1-9-1 مادة Papacarie:

Papacarie مادة إزالة نخر كيميائي ميكانيكي (CMCR) يستخدم إنزيم الباباين البروتيني لتفتيت وإزالة العاج المصاب بشكل انتقائي، مع الحفاظ على الأنسجة السليمة حيث يعمل على تكسير

الكولاجين المشوه في العاج المصاب، مما يجعله أكثر ليونة ويسمح بإزالته باستخدام أدوات غير حادة و يشير مصطلح Papacarie في اللغة البرتغالية الى " آكل النخر " وقد أنتج لأول مرة عام 2003 من قبل الطبيب Bussadori، ومتوفرة بعبوة تحوي على هلام بلون أزرق بكمية 3 مل وتركيز باباين 10% Papain (Hamama et al., 2015).

آلية عمل Papacarie: يتم وضع الجل مباشرة على الآفة النخرة ويترك ليعمل لفترة قصيرة، عادةً من 30 إلى 60 ثانية ويستهدف العاج المؤوف، حيث تعتمد فعالية باباكاري على وجود مضاد الترسين ألفا-1، وهو مثبط للبروتيناز البلازمي يوجد في العاج السليم ولكنه غائب في العاج المصاب، وهذا يعني أن إنزيم الباباين نشط فقط في مناطق العاج المصابة، وبمجرد تليين العاج المصاب يمكن إزالته بسهولة باستخدام أدوات غير حادة دون التسبب في ألم أو إزعاج للمريض، ولا يحتاج باباكاري مجارف خاصة، وعادةً ما يتم استخدام الجانب العكسي لمجرفة يدوية حادة لتحقيق أكبر قدر من الحفاظ على الأنسجة السنية السليمة (Bastos et al., 2019).

يحتوي Papacarie بالإضافة إلى الباباين، الكلورامين وأزرق التولويدين وأملاح ومواد حافظة ومادة مكثفة محسنة للقوام ومثبتات وماء منزوع الأيونات (Hamama et al., 2015). يعمل الباباين مثل البيبسين البشري، حيث يكسر الكولاجين المشوه في العاج المصاب لتليينه لإزالته، و يعزز الكلورامين إزالة الأنسجة المشوهة، وهو عبارة عن مزيج من الكلور والأمونيوم، بينما أزرق التولويدين هو صبغة ذات خصائص مضادة للميكروبات تعمل ضد Streptococcus mutans (Maashi et al., 2023).

Papacarie Duo هو إصدار أحدث من Papacarie تم إصداره في عام 2011، يحتوي على نفس المكونات النشطة في Papacarie الأصلي ولكن مع لزوجة أعلى وعمر تخزين أطول ولا يحتاج Papacarie Duo أيضًا إلى التبريد شكل رقم (1-10) .



شكل رقم (10-1) هلام Papacarie Duo (Puri et al., 2020)

تتفق الدراسات على أن Papacarie يرتبط بألم أقل أثناء تجريف العاج النخر بالمقارنة مع إزالة النخر التقليدية، وذلك لأن Papacarie يستهدف العاج المصاب مع ترك الأنسجة السليمة، وقد وجدت العديد من الدراسات أن عددًا أقل من المرضى احتاجوا إلى تخدير موضعي عند العلاج بـ Papacarie مقارنة بالطرق التقليدية.

(Anegundi et al., 2012) (Deng et al., 2018) (Cardoso et al., 2020)
(Matsumoto et al., 2013)

وفي إحدى الدراسات، أفاد 86% من الأطفال الذين عولجوا بـ Papacarie بعدم وجود ألم، مقارنة بنحو 50% فقط من أولئك الذين عولجوا بالطريقة التقليدية (Anegundi et al., 2012). على الرغم من أن عملية Papacarie قد تستغرق وقتًا أطول، إلا أنه الأقل إيلاّمًا والأكثر محافظة تجعلها خيارًا مفضلًا للعديد من المرضى، وخاصة الأطفال الذين قد يكونون أكثر قلقًا بشأن علاج الأسنان (Cardoso et al., 2020).

أشارت بعض الدراسات إلى أن طريقة إزالة النخر الكيميائية الميكانيكية يمكن اعتبارها طريقة فعالة للسيطرة على الألم والحفاظ على بنية الأسنان السليمة أثناء حفر النخر السني (Anegundi et al., 2012).

وقد بحثت دراسة Bastos وزملائه في التأثيرات الخلوية لـ Papacarie Duo على الخلايا البالعة وخلايا لب الأسنان، ووجد الباحثون أن Papacarie Duo كان ساماً للخلايا، وقد انخفضت قابلية الخلايا للبقاء حية عند تركيز 5%، لكن بدون تأثير عند تركيز 0.5%. وقد حفز الجل عند تركيز 0.5% في الخلايا البالعة التعبير عن السيتوكين المضاد للالتهابات IL-10 والإنزيم Ptg2، الذي يشارك في الالتهاب ولكن لم يؤثر على التعبير عن السيتوكين المؤيد للالتهابات TNF أو الإنزيم MMP9، ويشط Papacarie Duo بتركيز 0.5% التعبير عن Runx2 و Ibsp في خلايا لب الأسنان، وهما جينان يشاركان في تكوين العاج، في حين يحفز التعبير عن Spp1، وهو جين آخر يشارك في تكوين العاج وقد فرض المؤلفون بأن Papacarie Duo قد يضعف تكوين العاج المرمم ولكنه ينشط الخلايا البالعة للقيام بأدوارها في الدفاع وحدوث العملية الالتهابية، وقد أوصوا بإجراء المزيد من الدراسات على اللب الحي لتأكيد هذه النتائج (Bastos et al., 2019).

قارنت دراسة سريرية معشاه للباحث Matsumoto وزملائه بين Papacarie Duo وتجريف النخر التقليدي باستخدام السنابل الدوارة في الأسنان اللبنية، حيث تم تضمين عشرين طفلاً تتراوح أعمارهم بين 5 و 8 سنوات، وتم علاج سنين اثنين لكل طفل (تقنية الفم المشطور)، ولم تجد الدراسة أي اختلافات كبيرة بين الطريقتين في الوقت المطلوب للإجراء، أو حدوث الألم، أو حالة الترميم بعد 30 يومًا، وخلص المؤلفون إلى أن كلتا الطريقتين حققتا نتائج مماثلة وإن Papacarie Duo كان أكثر محافظة على النسيج وأقل تداخلا، وقدم مزايا مثل سهولة الاستخدام، وراحة المريض، وأقل ضرراً لأنسجة الأسنان، كما أشاروا إلى الإمكانية لاستخدامه خارج عيادات الأسنان بسبب عدم الحاجة لأدوات عمل معقدة (Matsumoto et al., 2013).

قام الباحث Deng وزملائه بدراسة مرجعية لتقييم تأثيرات Papacarie على الأطفال الذين يعانون من نخور في الأسنان اللبنية وتم تضمين ست دراسات سريرية عشوائية محكمة وأربع دراسات سريرية استطلاعية محكمة ووجدت الدراسة أن استخدام Papacarie قلل بشكل كبير من جراثيم

العاج النخر وأن الأطفال الذين عولجوا بمادة Papacarie شهدوا انخفاضًا أكبر في القلق، وقد وجدت المراجعة أيضًا أن باباكاري استغرق وقتًا أطول بكثير من الطرق التقليدية (Deng et al., 2018).

أشار للباحث Matsumoto وزملائه في دراسة سريرية مضبوطة معشاة قارن فيها بين التجريف باستخدام Papacarie Duo، والطريقة الميكانيكية التقليدية في تجريف النخر، ولم يتم العثور على فروق ذات دلالة إحصائية بين الطريقتين فيما يتعلق بالوقت المطلوب للعمل أو بالنسبة لحدوث الألم، وتوضح نتيجة الدراسة أن الطريقتين تحققان نتائج متشابهة وتتمثل مزايا العلاج المحافظ باستخدام Papacarie Duo، في سهولة استخدامه، وراحة المريض وتقبله للمعالجة، وإحداث ضررًا أقل لأنسجة الأسنان (Matsumoto et al., 2013).

1-9-2 مادة BRIX3000:

هو عامل إزالة نخر كيميائي ميكانيكي (CMCR) تم تصنيعه لأول مرة في الأرجنتين وأصبح متاحًا دوليًا في عام 2016 من قبل الشركة Brix Medical Science، شكل رقم (1-11)، وهو قائم على الباباين، يستخدم العامل الأنزيمي لتكسير الكولاجين في العاج المصاب، مما يجعله أكثر طراوة وأسهل في الإزالة (Maashi et al., 2023).

تعود الفعالية لمادة Brix3000 إلى أنه يحوي على الباباين (30000 وحدة / مغ، 10%) وهو الأعلى بين مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي، ويعود مصدر الباباين لأشجار البابايا الخضراء (Carica Papaya)، ولا يحوي على هيبوكلوريت الصوديوم في تركيبه ولديه خواص سميّة خلوية أقل من Papacarie (Bratu et al., 2022).

يتمتع Brix3000 بخصائص مضادة للبكتيريا، وهو جل متقبل حيويًا ويعمل على تقليل الحاجة إلى التخدير، ويزيل الأنسجة المصابة فقط مما يحافظ على الأنسجة السليمة، ولا يوجد دليل على إنتاج طبقة لطاخة بعد تطبيقه (Gupta et al., 2022).

تأتي مادة Brix3000 في عبوات تحوي 3ml يكون أنزيم الباباين Papain المكون الأساسي فيها ومعه السواغ المؤلف من المواد التالية: (فوسفات ثنائية الصوديوم، والبروبيللين غليكول، وثلاثي إيثانول أمين، والفوسفات أحادي البوتاسيوم وازرق لتوليد مع الماء المقطر) (Eftimoska et al., 2022).

يستخدم Brix3000 تقنية التغليف الحيوي المسماة تقنية المستحلب العازل المغلف (EBE) Encapsulating Buffer Emulsion وتعمل هذه التقنية على تثبيت إنزيمات الباباين، مما يمنح الجل درجة حموضة محايدة neutral pH، ويطلقها فقط عند ملاسته للكولاجين المتحلل، وهذا يزيد من النشاط الأنزيمي للباباين بنسبة 50% إلى 60%، ويظهر Brix3000 خصائص مضادة للبكتيريا ومضادة للفطريات ومطهرة (Felizardo et al., 2018).

طريقة الاستخدام: يتم وضع الجل على الآفة النخرة باستخدام أداة تطبيق مواد لينة أو مجرفة العاج ويترك لمدة 1-2 دقيقة، حيث يشير تكوين فقاعات الأكسجين على سطح العاج وتغير لون الجل من الأخضر الشفاف إلى الغائم، إلى أن تحلل جزيئات الكولاجين قد بدأ ويمكن البدء بإزالة العاج الملين (Felizardo et al., 2018).

تتم إزالة العاج الملين باستخدام مجرفة عاج غير حادة أو بالطرف العكسي لمجرفة عاج حادة، ويمكن إعادة تطبيق الجل عدة مرات حتى لا يتبقى أي أنسجة ملينه ولا توجد حاجة لغسل أو تجفيف الحفرة بين التطبيقات ويتمتع Brix3000 بمدة صلاحية تبلغ 48 شهراً ويمكن تخزينه بدون تبريد (4 درجات مئوية-36 درجة مئوية) (Bratu et al., 2022).

ذكرت العديد من الدراسات مزايا Brix3000 حيث يعتبر أقل تدخلاً، وأكثر محافظة على النسيج السنية، وأقل إيلاًماً بالمقارنة بالطرق التقليدية، ويقلل من القلق والتوتر لدى المرضى وهو سهل الاستخدام وفعال في تجريف النخر بكفاءة، ويتضمن ميزة فريدة وهي تقنية EBE التي ينتج عنها

النشاط المعزز لإنزيم الباباين (Bratu et al., 2022) (Felizardo et al., 2018) (Maashi et al., 2023).

بينما أشارت العديد من الأبحاث الى مساوئ استخدامه مثل زيادة وقت المعالجة حيث يتطلب العمل به وقتاً أطول مقارنة بالطرق التقليدية في تجريف النخر، وايضا قد يكون من الضروري إعادة تطبيق الجل في بعض الحالات، بالإضافة الى الكلفة العالية نسبياً بالنسبة للطرائق التقليدية (Cardoso et al., 2020) (Bratu et al., 2022).



شكل رقم (1-11) يوضح مادة Brix3000 إنتاج شركة Brix Medical Science الأرجنتين

قام الباحث Eftimoska وزملائه بالتحقق في فعالية Brix3000 مقارنة بالطريقة التقليدية لإزالة النخر السني باستخدام الأدوات الدوارة في دراسة شملت 40 مريضاً، أشارت نتائجهم إلى أن Brix3000 أزال النخر بشكل فعال وقلل بشكل كبير من الحاجة إلى التخدير الموضعي، وأشار المرضى الى انزعاج وألم أقل أيضاً، لكن مدة العلاج كانت أطول بشكل ملحوظ مقارنة بالطريقة التقليدية (Eftimoska et al., 2022).

قدم تقرير حالة سريرية للباحث Felizardo وزملائه يصف استخدام جل Brix3000 لإزالة نخور الأسنان بطريقة كيميائية ميكانيكية بدون تخدير موضعي، وأشار الى سهولة تطبيق المادة وفعاليتها في إزالة العاج المؤوف والحفاظ على العاج السليم (Felizardo et al., 2018).

1-9-3 مادة Selectisolve:

هي مادة تجريف نخر كيميائي ميكانيكي تعتمد على أنزيم الباباين Papain بشكل أساسي، وهي من إنتاج جمهورية مصر العربية عام 2021 وموافق عليها من وزارة الصحة المصرية أنتاج شركة Smartec لصالح شركة Denta Pharma لتصنيع الأدوية.

تم تقديم جل Selecti-Solve لأول مرة في مصر كعامل تجريف كيميائي ميكانيكي أقل تكلفة يعتمد على الباباين، ويتكون بشكل أساسي من إنزيم الباباين، المستخرج من أوراق وثمار البابايا الخضراء الناضجة و Carica Papaia، ولكن لم تتم دراسة جل Selecti-Solve على نطاق واسع (Denta Pharma).

يتكون الجل من بكتين الحمضيات Citrus Pectin، بوبيلين غليكول Propylene glycol، ثلاثي إيتانول أمين Triethanolamine، خلاصة ثمار البابايا Papaia fruit extract، توين 80 TW80، أزرق التوليدين Toluidine blue، ماء مقطر، ميثيل بارابين Methylparaben، فيتامين هـ Vitamin E، فوسفات أحادي البوتاسيوم Monopotassium phosphate، فوسفات ثنائي الصوديوم Disodium phosphate (Denta Pharma).

يتميز هذا المنتج العربي المنشأ بثمنه الاقتصادي حيث يأتي في عبوات تحوي 10 مل، شكل (1-12)، مقارنة بالمواد المعتمدة على الأنزيم الأخرى، والتي من أبرز مساوئها غلاء ثمنها وكميتها القليلة، ويتميز أيضا بصلاحية طويلة 48 شهر والتي تأمن زمن تخزين مريح للطبيب، وأيضا من مزاياها عدم حاجتها للتبريد في الثلاجة حيث تحفظ في درجة حرارة 25 مئوية أو أقل حسب تعليمات الشركة المصنعة (Denta Pharma).



شكل (1-12) يوضح مادة Selecti Solve مصرية المنشأ من شركة Denta Pharma

1-9-4 مادة Carie Care:

مادة Carie-Care هي مادة CMCR تعتمد على الإنزيم Papain، وتم طرحها في الهند عام 2010 من شركة Uni-Biotech Pharmaceuticals Private Limited، تتميز بقدرتها على إزالة العاج النخر بشكل انتقائي مع الحفاظ على بنية الأسنان السليمة، و يتميز هذا الجل بتركيبته المعتمدة على الباباين، والتي تعزز فعاليتها الكلورامينات chloramines، وزيت القرنفل clove oil، والصبغة dye (Maashi et al., 2023).

يعتمد Carie-Care، مثل باقي عوامل CMCR المعتمدة على أنزيم الباباين، بشكل أساسي على التأثير البروتيني للأنزيم الذي يستهدف الروابط الببتيدية داخل الكولاجين، وهو البروتين البنيوي المتوفر بكثرة في العاج والذي يسمح بتحلل الكولاجين في الآفات النخرة وإزالة العاج المصاب بشكل انتقائي (Gupta et al., 2024).

تلعب الكلورامينات في Carie-Care دورًا ثانويًا، حيث تعمل على تعزيز تحلل العاج المؤوف من خلال عملية الكلورة chlorination حيث تتضمن هذه العملية كلورة الكولاجين المتضرر، مما يؤدي إلى تحرير الأكسجين، وهي ظاهرة يمكن ملاحظتها بصريًا عندما تتشكل فقاعات الهلام

وتتحول إلى مادة معتمدة وتعمل إضافة زيت القرنفل clove oil على راحة المريض من خلال توفير تأثيرات مسكنة ومخدرة أثناء الإجراء (Maashi et al., 2023).

يقدم Carie-Care العديد من الفوائد لكل من الممارسين والمرضى من خلال الإزالة الانتقائية للعلاج النخر والتي تحافظ على بنية الأسنان الصحية، بما يتماشى مع مبادئ طب الأسنان المحافظ وتقليل الألم والحاجة للتخدير، والتأثير المضاد للميكروبات والمضاد للالتهابات، وسهولة التطبيق، حيث توفر المحقنة الممزوجة مسبقاً للهلام ميزة التطبيق المباشر داخل التجويف ولا يتطلب معدات خاصة وأيضاً مدة صلاحية وعمر تخزيني طويل وهو أقل تكلفة من باقي مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي الأخرى (Gupta et al., 2024).

أجرى Quiroz-Reynoso وزملائه مراجعة منهجية لمقارنة فعالية وكفاءة عوامل CMCR، بما في ذلك Carie-Care، بالأنظمة الدوارة التقليدية لإزالة النخر في الأرحاء الدائمة، ووجدوا أن عوامل CMCR، بما في ذلك Carie-Care، كانت أقل تداخلاً وأكثر محافظة على النسج السنية ولكنها أدت إلى انخفاض صلابة السطح وتطلبت أوقات إزالة أطول (Quiroz-Reynoso et al., 2024).

وقام الباحث Gupta، وزملائه بمقارنة فعالية Papacarie و Carie-Care و BRIX3000 والأدوات اليدوية التقليدية لإزالة النخر في الأسنان اللبنية، مع التركيز على استهلاك الوقت وسهولة التطبيق والإحساس بالألم، وتشير النتائج التي توصلوا إليها إلى أن Carie-Care كان الأقل استهلاكاً للوقت، وأدى إلى ألم أقل، وكان الأسهل في الاستخدام (Gupta et al., 2024). وقد قام Yun وزملائه بتقييم فعالية Carie-Care لعلاج نخور الأسنان عند الأطفال والمراهقين، وخلصت دراستهم إلى أن Carie-Care قلل من الألم، وقلل من الحاجة إلى التخدير، وحسن من تعاون المريض، لكنه استغرق وقتاً أطول من الطرق التقليدية (Yun et al., 2018).

وأكدت العديد من الدراسات على فعالية مادة Carie Care، شكل رقم (1-13)، في تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي وانتقائيته للنسج المصابة والحفاظ على النسج السنية السليمة، مع تقليل الألم وزيادة رضى وراحة المريض للمعالجة السنية (Venkataraghavan et al., 2013) (Cardoso et al., 2020) (Maashi et al., 2023) (Sauza et al., 2021).



شكل رقم (1-13) يوضح مادة Carie Care من شركة Uni-Biotech Pharmaceuticals Private Limited

1-9-5 مادة Biosolv:

المعروف أيضًا باسم SFC-V/SFC-VIII، هو عامل تجريبي لإزالة النخر الكيميائي الميكانيكي (CMCR) يعتمد على الإنزيم، وقد طورته الشركة الألمانية 3M-ESPE AG، تم تطويره لأول مرة في عام 2006، ولكنه غير متوفر تجاريًا، تظل المعلومات حول Biosolv محدودة وتأتي في المقام الأول من ادعاءات الشركة المصنعة (Maashi et al., 2023).

ينكون Biosolv في المقام الأول من البيبسين في حمض الفوسفوريك ومحلول عازل من فوسفات الصوديوم الحيوي، يذيب حمض الفوسفوريك المكونات غير العضوية للعاج المصاب بالنخر بينما يعمل البيبسين، وهو إنزيم بروتيني، على تعطيل ألياف الكولاجين المصطنع في العاج المصاب

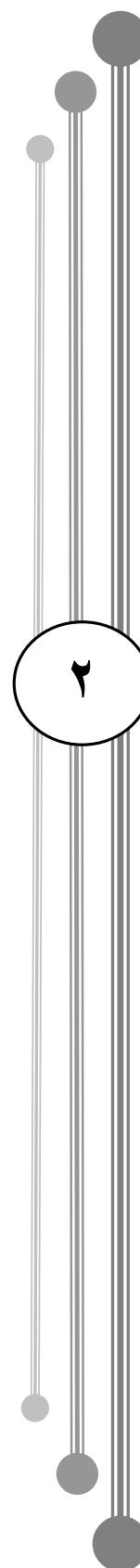
بشكل انتقائي ويمكن بعد ذلك إزالة الكتلة النخرة المليئة بسهولة باستخدام أدوات بلاستيكية مصممة خصيصاً دون التأثير على الأنسجة السليمة (Maashi et al., 2023).

أفاد Banerjee وزملائه أن Biosolv يميل إلى ترك المزيد من العاج المصاب بالنخر مقارنة بـ Carisolv وطرق التجريف اليدوي، وقد عزّوا ذلك إلى العمل الوقائي السريع rapid buffering action للعاج على هلام Biosolv، والذي يتداخل مع الوظيفة الانتقائية للبييسين على ألياف الكولاجين (Banerjee et al., 2013).

أفاد Neves وزملائه أن Biosolv هو هلام CMCR الأكثر عدوانية بسبب حموضته، مما يؤثر على كل من العاج السليم والعاج المصاب بالنخر، واقترحوا أن الشركة المصنعة عزت هذه الوظيفة غير الانتقائية إلى عيب في تحضير عامل التثخين لهلام SFC-V التجريبي، وقد أدى هذا العيب إلى زيادة سيولة الهلام، مما زاد من اختراقه للعاج السليم (Neves et al., 2011).

الباب الثاني المواد والطرائق

Materials and methods



1-2 تصميم الدراسة :

دراسة سريرية مضبوطة معشاه Randomized Clinical Trail تعتمد على مبادئ consort في الدراسات السريرية ، تهدف لتقييم فعالية تجريف النخر بالطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام مادة Selecti-Solve ومادة Papacarie Duo ومادة BRIX3000 بالمقارنة مع تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي باستخدام هلام هيبوكلوريت الصوديوم NaOCL تركيز 2.4% والطريقة الميكانيكية التقليدية في تجريف النخر السني باستخدام سنابل تجريف العاج المستخدمة بالسرعة البطيئة بقبضة ميكروموتور والمجارف اليدوية التقليدية.

2-2 حجم العينة :

أستخدم برنامج Gpower 3.1.9 باعتماد مستوى دلالة $g=0.05$ ومجال ثقة $CL=95\%$ وقوة دراسة 90% ومعامل تأثير (Effect size $f=0.41$) وبالاعتماد على دراسة سابقة مشابهة (AlHumaid et al., 2020) ، تألفت العينة من 75 رضى مصابة بأفة نخرية عاجية صنف أول حسب تصنيف G.V.Black وكانت العينة مقسمة بالتساوي لخمس مجموعات رئيسية حسب طريقة التجريف المتبعة (كيميائي ميكانيكي باستخدام BRIX3000 - كيميائي ميكانيكي باستخدام Papacarie Duo - كيميائي ميكانيكي باستخدام Selecti-Solve - كيميائي ميكانيكي باستخدام هلام هيبوكلوريت الصوديوم - كيميائي ميكانيكي باستخدام هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% - تقليدي)

المجموعة الأولى ($n=15$): تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي باستخدام Papacarie Duo .

المجموعة الثانية ($n=15$): تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي باستخدام مادة BRIX3000 .

المجموعة الثالثة ($n=15$): تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي باستخدام مادة Selecti-Solve.

المجموعة الرابعة (n=15): تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% NaOcl .

المجموعة الخامسة (n=15): تجريف النخر بالطريقة الميكانيكية التقليدية .

حيث تم فحص القابلية للتضمين في 83 رضى من مراجعين قسم مداواة الأسنان الترميمية في جامعة دمشق لتقييم معايير القبول وتم اختيار 75 رضى منها لمعالجتها وفق سياق هذا البحث في الفئة العمرية من (18-40) سنة، وتم الحصول على موافقة موقعة من كل مريض قبل البدء بالعمل مع شرح وافى لتفاصيل البحث له.

3-2 العشوائية Randomization:

أعطيت الحالات ارقاما تبدأ من 1 حتى 75، ووزعت عشوائيا في خمس مجموعات باستخدام الموقع التالي: (<https://www.randomizer.org>)، حيث وزعت لكل مجموعة 15 رضى مصابة بنخر عاجي صنف أول حسب تصنيف Black (Alkhoul et al., 2020) .

4-2 معايير التضمين:

١- آفة نخرة واسعة صنف أول حسب تصنيف Black على رضى دائمة اولى أو ثانية علوية

او سفلية مكتملة النمو ضمن الثلث المتوسط من العاج مثبت بصورة شعاعية حول ذرويه.

٢- وجود اعراض سريرية تشير الى التهاب لب ردود (ألم على البارد، يستمر لثنائي فقط وغير

عفوي) وذلك بفحص الحيوية بالبرودة Endo Ice

٣- عدم وجود تداخل للآفة مع اللب وذلك مثبت بالصورة الشعاعية الرقمية حول الذروية.

٤- صحة فموية جيدة.

٥- مريض متعاون ومتفهم.

٦- عمر المريض لا يقل عن 18 سنة ولا يتجاوز 40 سنة.

2-5 معايير الاستبعاد:

- ١- وجود أي أعراض سريرية تشير إلى التهاب لب غير ردود.
- ٢- نخر عاجي عميق يتجاوز الثلث المتوسط من العاج.
- ٣- حدوث انكشاف لبّي أثناء عملية التجريف.
- ٤- تبين وجود العاج من النوع المتصلب.
- ٥- الأمراض الجهازية والإصابات حول السنية.
- ٦- عدم تعاون المريض.

2-6 المواد والأدوات والأجهزة المستخدمة في هذا البحث:

2-6-1 عوامل التجريف الكيميائي الميكانيكي المستخدمة في هذا البحث :

• مادة Papacarie Duo:

مادة Papacarie Duo انتاج شركة (Various) تصنيع LOT9637F1121 Brazil وهي عبارة عن منتج محسن من papcarie يحوي على أنزيم ال Papain بشكل اساسي بتركيز 6000 U /mg، كلورامين Chloramim وأزرق التوليدين Toluidine blue شكل رقم (2-17).

ان اجتماع المكونات الثلاثة السابقة تعطي المادة خصائص مضادة للجراثيم، وموقفة لنمو الجراثيم ومضادة للالتهاب.

انزيم البابايين هو بروتين حال Endoprotein من عائلة البروتينات الحالة Proteolytic cysteine family التي تعمل فقط على الأنسجة المتضررة، والكلورامين هو مركب يحوي الكلورين والامونيا، لها تأثير مطهر ومضاد للجراثيم، وأزرق التوليدين هو صباغ حساس للضوء يلتصق بالغشاء الجرثومي.

• مادة Brix3000:

انتاج شركة (Brix-Lab S.R.L)، بلد المنشأ Argentina، LOT L48V07/21 وهو يحوي على أنزيم ال papain بشكل اساسي بتركيز 30.000 U / mg أي 10% من المنتج حيث يعتبر تركيز عالي من الأنزيم وهو ما يعكس الفعالة للمنتج وهو مدعم بتقنية EBE (encapsulated Buffer Emulsion) التي تحافظ على ثبات تركيز أنزيم ال Papain العالي في المنتج، شكل رقم (2-16).

• مادة Selecti-solve:

وهي مادة مصنعة حديثا 2021، Smartec لصالح شركة Denta Pharma لتصنيع الأدوية، انتاج الجمهورية العربية المصرية، LOT AE12103، وموافق عليها من وزارة الصحة المصرية، وتحوي أنزيم ال Papain بشكل أساسي، تم تقديم جل Selecti-Solve لأول مرة في مصر كعامل تحريف كيميائي ميكانيكي أقل تكلفة يعتمد على الباباين، ويتكون بشكل أساسي من إنزيم الباباين، المستخرج من latex أوراق وثمار البابايا الخضراء الناضجة و Carica Papaia، شكل رقم (2-15).

• جيل هيبوكلوريت الصوديوم تركيز 2.4%:

تم استخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 2.4% انتاج شركة (Clorox , USA) شكل رقم (2-19).

2-6-2 الأدوات المستخدمة في هذا البحث :

- أدوات التشخيص والفحص (مسبر ، مرآة ، ملقط سني) شكل رقم (2-1).
- أدوات مكافحة العدوى (قفازات نتريل، كامات قماشية، شانات، مطهر سطوح، معقم سنابل، معقم أيدي، فراشي تنظيف، نايلون تغليف، قناع الوجه)، شكل رقم (2-2، 3-2).

- أدوات الحاجز المطاطي The Hygienic Corporation, Akronohio, USA (مقرب، حامل مشبك، مشابك أرحاء، مطاط Latex من شركة Sanctuary ماليزيا، خيوط سنية من شركة Oral B)، شكل رقم (2-8).
- محقنة ماصة دافعة، شكل رقم (2-5).
- أدوات العزل (ماصات لعاب، لفافات قطن، فاتح فم)، شكل رقم (2-10).
- قبضة توربين عالية السرعة صنع (Being Foshan, China) شكل رقم (2-18).
- قبضة مكروموتور بطيئة السرعة من صنع (Being Foshan, China)، شكل رقم (2-18).
- مجارف عاجية ثنائية الأطراف بعدة قياسات (17W, Medesy, Pordenone, Italy)، شكل رقم (2-14).
- اسمنت الزجاج الشاردي (GC Fuji IX GP, GC Corporation, Japan) شكل رقم (2-20).
- فراشي تطبيق مواد لينة دقيقة Disposable Micro applicators، شكل رقم (2-11).
- ريزين عازل لثة Gingival Dam (FGM, Brazil) شكل رقم (2-12).
- فرشاة تنظيف سطوح الأسنان ومسحوق خفان.
- سنابل تجريف نخر تنغستين كارباید كروية صغيرة ومتوسطة الحجم.
- امبولات تخدير ، وتأتي بسعة 1.8 مل (للاستخدام عند الضرورة)، وهلام تخدير موضعي Lidocain 2%-Ultramedica-Syria، شكل رقم (2-5) و (2-6).
- جهاز تصليب ضوئي (Power Led, Foshan Jerry Medical Apparatus Co., Ltd, Guangdong, China)
- ماءات كالسيوم للتبطين كيميائي التصلب (Germany).



الشكل رقم 1-2 أدوات التشخيص



الشكل رقم 2-2 سوائل تعقيم السطوح



الشكل رقم 2-4 صابون سائل وقطن



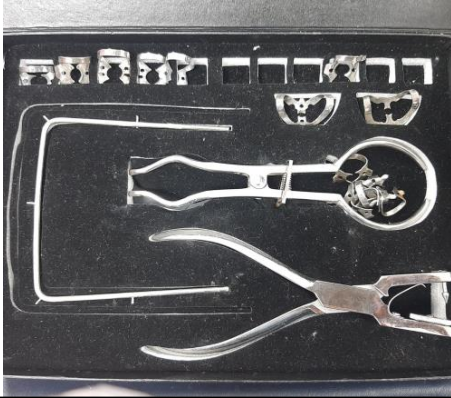
الشكل رقم 2-3 وسائل مكافحة العدوى



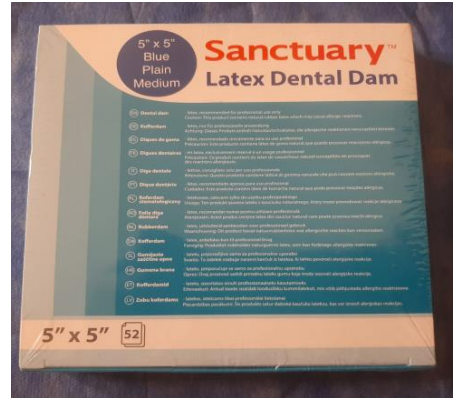
الشكل رقم 2-6 بخاخ مخدر موضعي



الشكل رقم 2-5 محقنة وأمبولات تخدير



الشكل رقم 8-2 الحاجز المطاطي



الشكل رقم 7-2 مطاط الحاجز المطاطي



الشكل رقم 10-2 ماصّات لعاب



الشكل رقم 9-2 معقم سنابل



الشكل رقم 12-2 ريزين عازل اللثة FGM



الشكل رقم 11-2 فراشي تطبيق المادة
الرابطة



الشكل رقم 2-14 مجرفة عاج يدوية بشكل
الملعقة Medesy



الشكل رقم 2-13 المسبر اللبي Medesy



الشكل رقم 2-16 مادة Brix3000



الشكل رقم 2-15 مادة Selecti-Solve



الشكل رقم 2-18 قبضات توربين ومكثور
Being



الشكل رقم 2-17 مادة Papacarie Duo



الشكل رقم 2-20 اسمنت الزجاج الشاردي
من شركة Fuji GC One



الشكل رقم 2-19 هلام هيبوكلوريت
الصوديوم 2.4%

2-6-3 الأجهزة المستخدمة في البحث :

- حساس اشعة رقمي Vatech إصدار EZ Sensor HD:

وذلك لأخذ صور الاشعة حول الذروية قبل البدء بالمعالجة.

- جهاز ماسح ضوئي من شركة Medit إصدار T710:

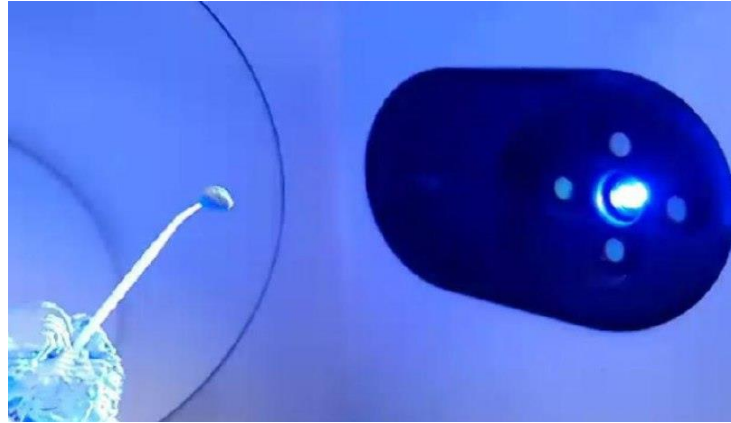
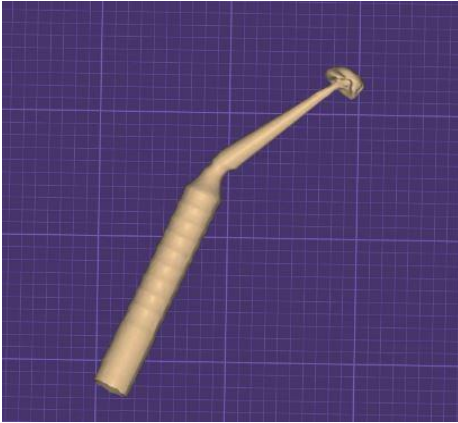
وهو عبارة عن جهاز ماسح الكتروني يحوي 4 كمرات، يستخدم في المختبرات السنية لإنتاج طبعة الكترونية للأمثلة الجبسية، وتم استخدام هذا الجهاز في البحث لحساب حجم الحفرة النخرة التي تم تجريفها بعد إزالة طبقة الميناء بقبضة التوربين.

يعتبر هذا الجهاز من الأجهزة الأحدث عالمياً بدقة خطأ لا تتجاوز 4 ميكرون.

- برامج تقنية للحاسوب تستخدم لحساب حجم الحفرة بعد القياس وهي Exo cad و Blinder.

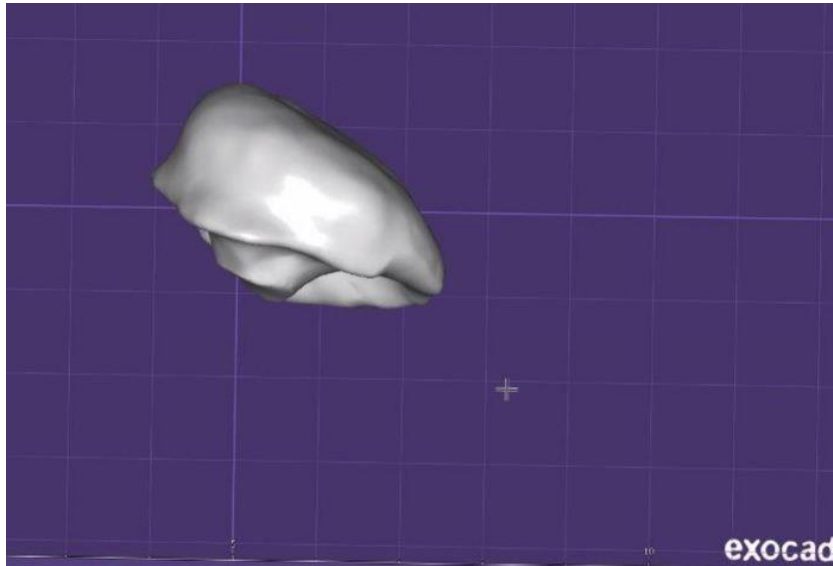


شكل رقم 2-21 يوضح الجهاز الماسح الضوئي من شركة Medit إصدار T710

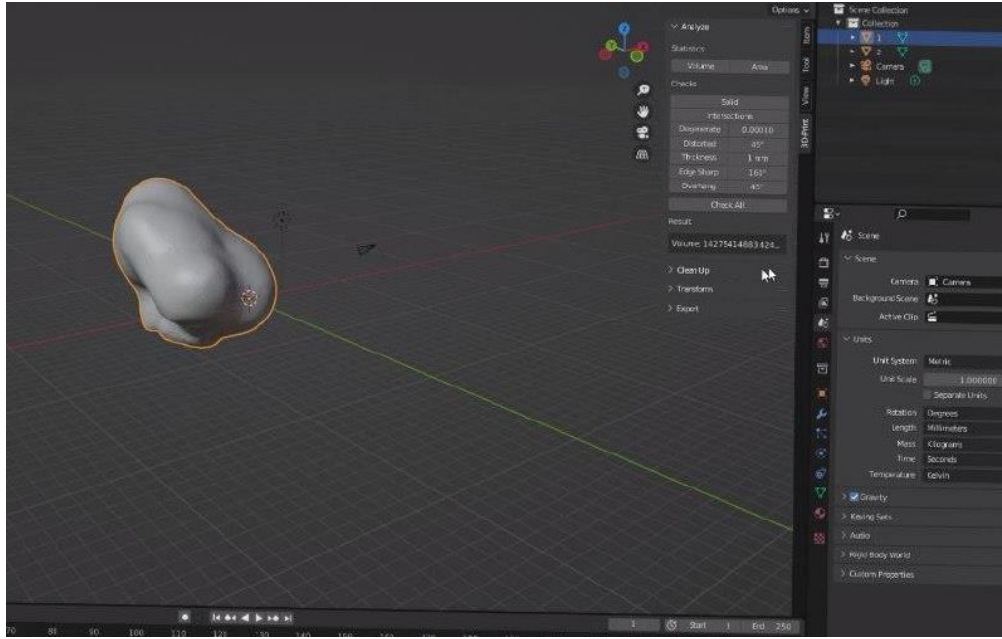


الشكل رقم 23-2 الطبعة الرقمية لقطعة
الريزين مع الحامل

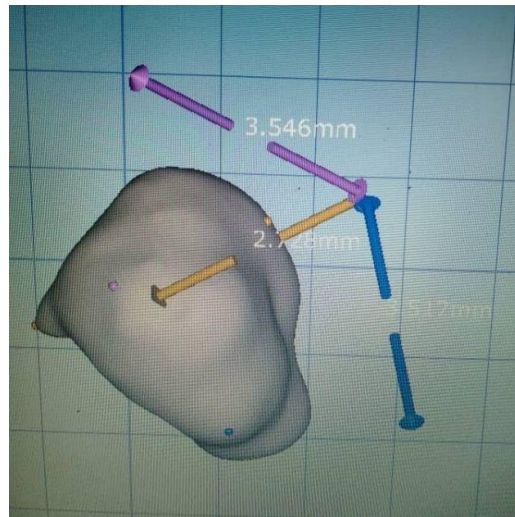
الشكل رقم 22-2 يوضح عملية مسح قطعة الريزين مع الحامل
مثبتة في جهاز المسح



الشكل رقم 24-2 يوضح قطعة الريزين بعد إزالة الحامل
باستخدام برنامج Exocad



الشكل رقم 25-2 يوضح قياس الحجم والمساحة رقمياً لقطعة
الريزين بدون الحامل ضمن برنامج Blender



الشكل رقم 26-2 مثال توضيحي لعملية قياس قطعة الريزين
رقمياً

7-2 طريقة العمل السريري:

- المجموعة الأولى: تجريف النخر بالطريقة التقليدية:

١- تنظيف الأسنان بفرشاة على قبضة بطيئة السرعة مع مسحوق خفان ثم بقطنة مبللة

بالمصل الفيزيولوجي وفحص حيوية السن بالبرودة (Endo Ice) حيث يطبق على

كرية قطنية صغيرة وتوضع على السن.

٢- تطبيق جيل مخدر Lidocain 2% على اللثة من الناحية الدهليزية واللسانية للسن من

اجل تطبيق المشبك.

٣- العزل بالحاجز المطاطي.

٤- تخطيط الحفرة وإزالة الميناء المغطية للحفرة الغير مدعومة بقبضة التوربين عالية السرعة

بسنبلة كروية صغيرة مع استخدام التبريد المائي.

٥- تجريف النخر باستخدام سنابل كروية صغيرة من التنغستين كاريبايد على قبضة مكروتر

بضربات قصيرة ومحافظة من محيط الآفة لمركزها مع التبريد بالمصل الفيزيولوجي

بسيرنج خارجي.

٦- تجريف المناطق العميقة من الآفة النخرة بمجرفة يدوية حادة نوع Mdsey-Italy، وتم

تحديد نقطة نهاية التجريف عندما يظهر العاج المتبقي باللون الأصفر إلى البني عند

الفحص البصري، وعندما يقدم الفحص للمسح وجود إحساس صلب أو جلدي/قابل

للخدش يشير إلى احتمالية وجود صرير أو عاج متأثر Affected قابل لإعادة

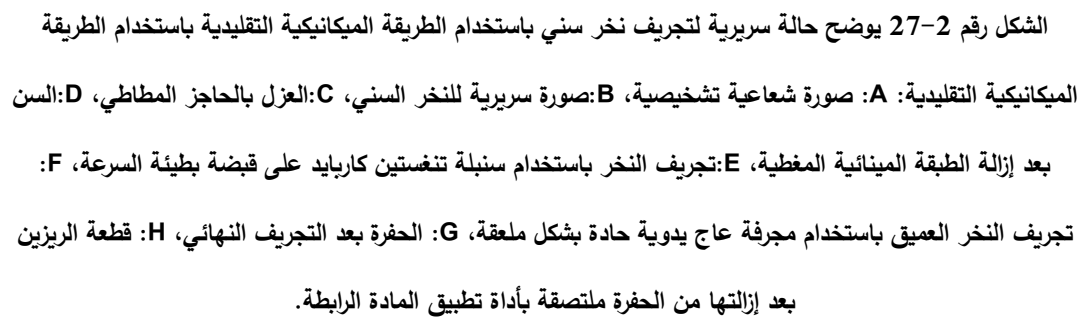
التمعدن.

٧- تنظيف الحفرة بقطنة مبللة بالمصل الفيزيولوجي وفحص الحفرة عيانيا وبمسبر حاد.

٨- عند اتخاذ القرار بانتهاء المعالجة يتم حساب حجم الحفرة المحضرة بالطريقة التالية: يتم إبقاء الحفرة النهائية رطبة بالمصل الفيزيولوجي (بدون تجفيف) ووضع الريزين السيلال الضوئي (عازل اللثة FGM) داخل الحفرة التي قمنا بتجريفها بالسنايل الدوارة والمجارف (بدون ملئ الحفرة كاملة، أي بدون المنطقة التي قمنا بإزالتها من الميناء بقبضة التوربين وذلك لكي نحصل على حجم الحفرة المحضرة العاجية فقط)، ثم نضع فرشاة تطبيق المادة الرابطة الصغيرة داخل الريزين السيلال (بطريقة مشابهة لطريقة أخذ شكل السطح الإطباق للسن في المداواة الترميمية Stamp Technique)، ثم يتم التصليب الضوئي باستخدام جهاز التصليب LED لمدة 3 ثواني بشكل نبضي بفارق ثانية كاملة بين كل نبضة للحصول على قوام متماسك للريزين ثم تزال الفرشاة الدقيقة ومعها الريزين العالق بها من السن، ويكمل التصليب الضوئي خارج السن وذلك منعاً لتعرض السن للحرارة.

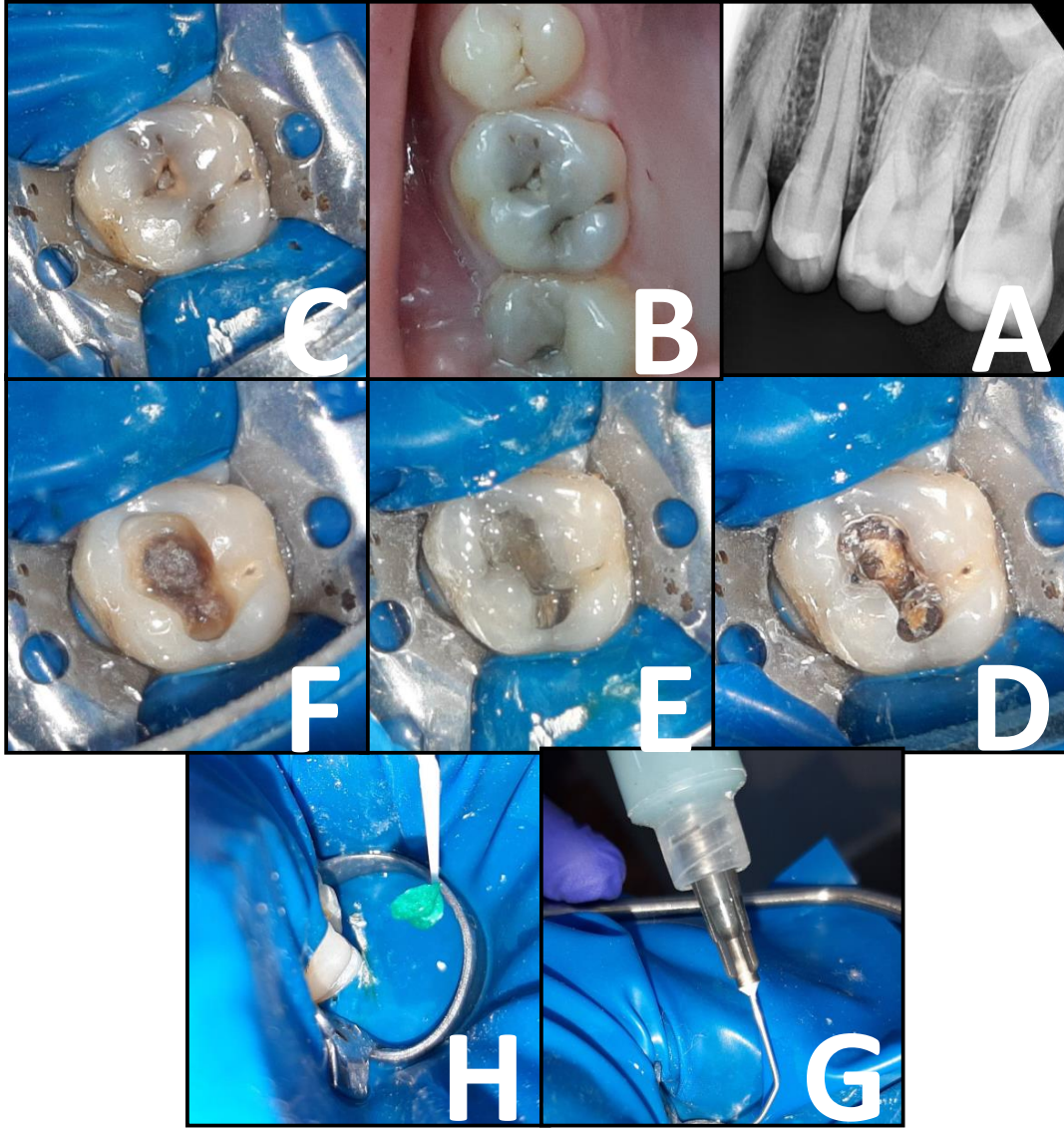
٩- تبطين الحفرة بماءات الكالسيوم كيميائي التصلب في المناطق العميقة من الحفرة.

١٠- ترميم الحفرة باسمنت الزجاج الشاردي نوع Fuji GC Japan.



- المجموعة الثانية: تجريف النخر باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%:
- ١- تنظيف الأسنان بفرشاة على قبضة بطيئة السرعة مع مسح خفان ثم بقطنة مبللة بالمصل الفيزيولوجي وفحص حيوية السن بالبرودة (Endo Ice) حيث يطبق على كرتة قطنية صغيرة وتوضع على السن.
- ٢- تطبيق جيل مخدر Lidocain 2% على اللثة من الناحية الدهليزية واللسانية للسن من أجل تطبيق مشبك الحاجز المطاطي.
- ٣- العزل بالحاجز المطاطي.
- ٤- تخطيط الحفرة وإزالة الميناء المغطية للحفرة الغير مدعومة بقبضة التوربين عالية السرعة بسنبلة كروية صغيرة مع استخدام التبريد المائي.
- ٥- تطبيق جيل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% باستخدام سرنغ وتغمر الحفرة بشكل كامل وتترك لمدة دقيقتين ثم تبدأ عملية التجريف باستخدام الجانب العكسي للمجرفة اليدوية الحادة بضربات دائرية من المحيط للمركز بدون تطبيق قوة، ومن الضروري بقاء الحفرة مليئة بالمادة أثناء التجريف (Yazici et al., 2003) وقد أشارت بعض الدراسات إلى نتائج جيدة عند استخدام الطرف الخلفي من المجرفة اليدوية بشكل الملعة الحادة (Hamama et al., 2015).
- ٦- تنظيف الحفرة بقطنة مبللة بالمصل الفيزيولوجي وفحص الحفرة عياناً وبمسبر حاد.
- ٧- يعاد تطبيق المادة حتى انتهاء عملية التجريف حسب المعيار السريري المذكور سابقاً.
- ٨- يقاس حجم الحفرة بنفس الطريقة المذكورة سابقاً.
- ٩- تبطين الحفرة بماءات الكالسيوم كيميائي التصلب في المناطق العميقة من الحفرة عند الحاجة.

١٠- ترميم الحفرة باسمنت الزجاج الشاردي نوع Fuji GC Japan.



الشكل رقم 2-28 يوضح حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% :A: صورة شعاعية تشخيصية، B: صورة سريرية للنخر السني، C: العزل بالحاجز المطاطي، D: السن بعد إزالة الطبقة المينائية المغطية، E: ملئ الحفرة بهلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%، F: الحفرة النهائية بعد الانتهاء من عملية التجريف، G: هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% داخل المحقنة 5ml للنقل للحفرة، H: قطعة الريزين بعد إزالتها من الحفرة ملتصقة بأداة تطبيق المادة الرابطة.

المجموعة الثالثة: تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie Due:

١- تنظيف الأسنان بفرشاة على قبضة بطيئة السرعة مع مسحوق خفان ثم بقطنة مبللة

بالمصل الفيزيولوجي وفحص حيوية السن بالبرودة (Endo Ice) حيث يطبق على كرتة

قطنية صغيرة وتوضع على السن.

٢- تطبيق جيل مخدر Lidocain 2% على اللثة من الناحية الدهليزية واللسانية للسن من

اجل تطبيق مشبك الحاجز المطاطي.

٣- العزل بالحاجز المطاطي.

٤- تخطيط الحفرة وإزالة الميناء المغطية للحفرة الغير مدعومة بقبضة التوربين عالية السرعة

بسنبلة كروية صغيرة مع استخدام التبريد المائي.

٥- تطبيق هلام المادة باستخدام رؤوس الحقن ذات الاستخدام الواحد المرفقة مع المنتج،

وتغمر الحفرة بشكل كامل وتترك لمدة دقيقة واحدة حسب تعليمات الشركة المصنعة، ثم

تبدأ عملية التجريف باستخدام الجانب العكسي من المجرفة اليدوية الحادة بضربات دائرية

من المحيط للمركز بدون تطبيق قوة ومن الضروري بقاء الحفرة مليئة بالمادة أثناء التجريف

(Yazici et al., 2003).

٦- تنظيف الحفرة بقطنة مبللة بالمصل الفيزيولوجي وفحص الحفرة عياناً وبمسبر حاد.

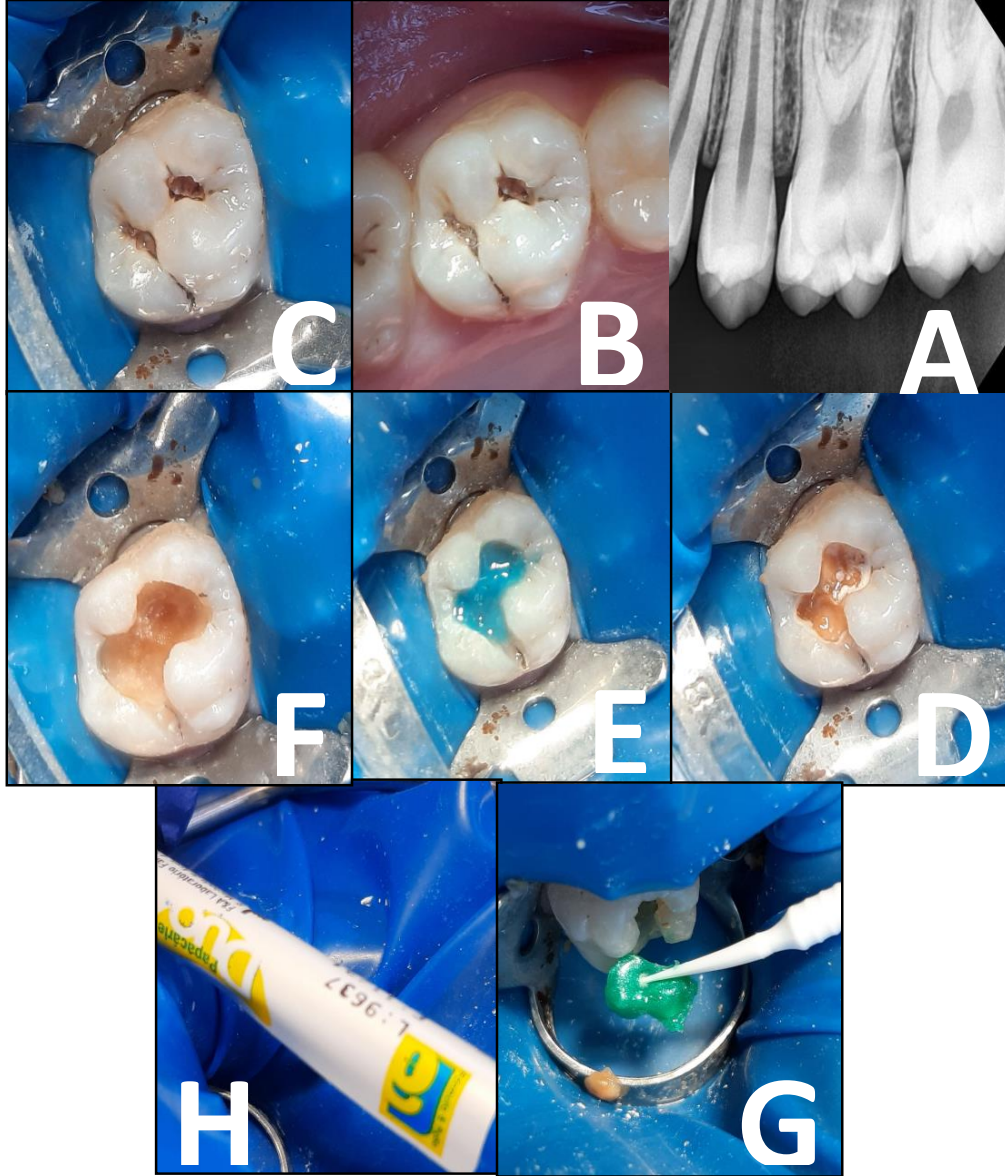
٧- يعاد تطبيق المادة حتى عدم ملاحظة تغير في لون المادة وانتهاء عملية التجريف حسب

المعيار السريري المذكور سابقاً.

٨- يقاس حجم الحفرة بنفس الطريقة المذكورة سابقاً.

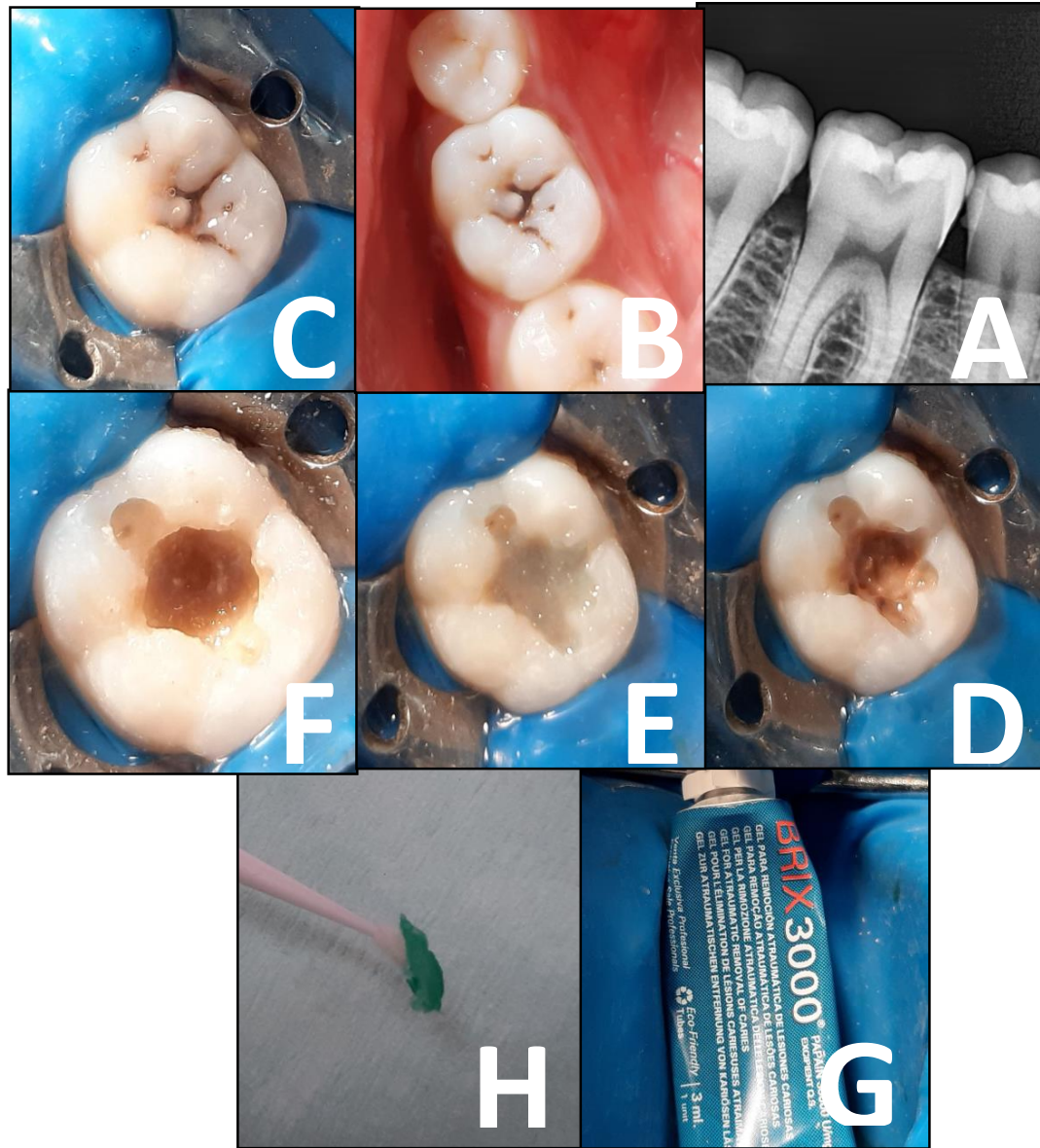
٩- تبطين الحفرة بماءات الكالسيوم كيميائي التصلب في المناطق العميقة من الحفرة.

١٠- ترميم الحفرة بأسمنت الزجاج الشاردي نوع Fuji GC Japan.



الشكل رقم 2-29 يوضح حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام
 Papacarie Duo :A: صورة شعاعية تشخيصية، B: صورة سريرية للنخر السني C: العزل بالحاجز المطاطي،
 D: السن بعد إزالة الطبقة المينائية المغطية، E: ملئ الحفرة بمادة Papacarie Duo، F: الحفرة النهائية
 بعد الانتهاء من عملية التجريف، G: قطعة الريزين بعد إزالتها من الحفرة ملتصقة بأداة تطبيق المادة الرابطة، H:
 مادة Papacarie Duo.

- المجموعة الرابعة: تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Brix3000:
- ١- تنظيف الأسنان بفرشاة على قبضة بطيئة السرعة مع مسحوق خفان ثم بقطنة مبللة بالمصل الفيزيولوجي وفحص حيوية السن بالبرودة (Endo Ice) حيث يطبق على كرتة قطنية صغيرة وتوضع على السن.
- ٢- تطبيق جيل مخدر Lidocain 2% على اللثة من الناحية الدهليزية واللسانية للسن من أجل تطبيق مشبك الحاجز المطاطي.
- ٣- العزل بالحاجز المطاطي.
- ٤- تخطيط الحفرة وإزالة الميناء المغطية للحفرة الغير مدعومة بقبضة التوربين عالية السرعة بسنبلة كروية صغيرة مع استخدام التبريد المائي.
- ٥- تطبيق هلام المادة بفرشاة تطبيق مواد لينة دقيقة (فرشاة تطبيق المادة الرابطة) وتغمر الحفرة بشكل كامل وتترك لمدة دقيقتين حسب تعليمات الشركة المصنعة، ثم تبدأ عملية التجريف باستخدام الجانب العكسي لمجرفة حادة بضربات دائرية من المحيط للمركز بدون تطبيق قوة، ومن الضروري بقاء الحفرة مليئة بالمادة أثناء التجريف (Yazici et al., 2003).
- ٦- تنظيف الحفرة بقطنة مبللة بالمصل الفيزيولوجي وفحص الحفرة عياناً وبمسير حاد.
- ٧- يعاد تطبيق المادة حتى عدم ملاحظة تغير في لون المادة وانتهاء عملية التجريف حسب المعيار السريري المذكور سابقاً.
- ٨- يقاس حجم الحفرة بنفس الطريقة المذكورة سابقاً.
- ٩- تبطين الحفرة بماءات الكالسيوم كيميائي التصلب في المناطق العميقة من الحفرة.
- ١٠- ترميم الحفرة بأسمنت الزجاج الشاردي نوع Fuji GC Japan.



الشكل رقم 2-30 يوضح حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام

Brix3000: A: صورة شعاعية تشخيصية، B: صورة سريرية للنخر السني C: العزل بالحاجز المطاطي، D: السن بعد

إزالة الطبقة المينائية المغطية، E: ملئ الحفرة بمادة Brix3000، F: الحفرة النهائية بعد الانتهاء من عملية

التجريف، G: مادة Brix3000، H: قطعة الريزين بعد إزالتها من الحفرة ملتصقة بأداة تطبيق المادة الرابطة.

• المجموعة الخامسة: تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Selecti-solve:

١- تنظيف الأسنان بفرشاة على قبضة بطيئة السرعة مع مسحوق خفان ثم بقطنة مبللة

بالمصل الفيزيولوجي وفحص حيوية السن بالبرودة (Endo Ice) حيث يطبق على كرتة

قطنية صغيرة وتوضع على السن.

٢- تطبيق جيل مخدر Lidocain 2% على اللثة من الناحية الدهليزية واللسانية للسن من

اجل تطبيق مشبك الحاجز المطاطي.

٣- العزل بالحاجز المطاطي.

٤- تخطيط الحفرة وإزالة الميناء المغطية للحفرة الغير مدعومة بقبضة التوربين عالية السرعة

بسنبله كروية صغيرة مع استخدام التبريد المائي.

٥- تطبيق المادة بفرشاة تطبيق مواد لينة دقيقة (فرشاة تطبيق المادة الرابطة) وتغمر الحفرة

بشكل كامل وتترك لمدة دقيقتين حسب تعليمات الشركة المصنعة، ثم تبدأ عملية التجريف

باستخدام مجرفة يدوية بضربات دائرية من المحيط للمركز بدون تطبيق قوة ومن الضروري

بقاء الحفرة مليئة بالمادة أثناء التجريف (Yazici et al., 2003).

٦- تنظيف الحفرة بقطنة مبللة بالمصل الفيزيولوجي وفحص الحفرة عياناً وبمسبر حاد.

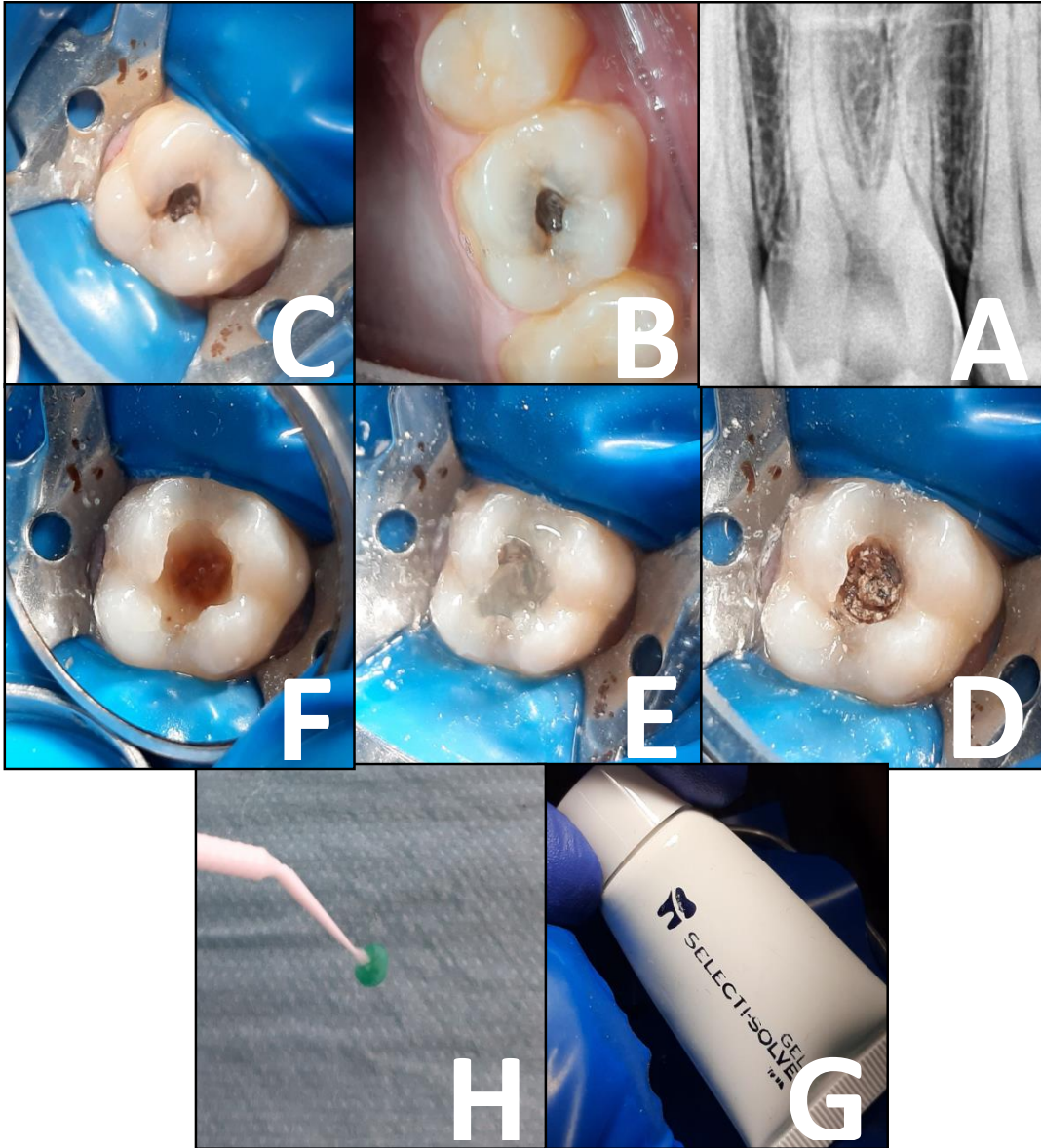
٧- يعاد تطبيق المادة حتى عدم ملاحظة تغير في لون المادة وانتهاء عملية التجريف حسب

المعيار السريري المذكور سابقاً.

٨- يقاس حجم الحفرة بنفس الطريقة المذكورة سابقاً.

٩- تبطين الحفرة بماءات الكالسيوم كيميائي التصلب في المناطق العميقة من الحفرة.

١٠- ترميم الحفرة بأسمنت الزجاج الشاردي نوع Fuji GC Japan.



الشكل رقم 2-31 يوضح حالة سريرية لتجريف نخر سني باستخدام الطريقة الكيميائية الميكانيكية باستخدام مادة Selecti-solve: A: صورة شعاعية تشخيصية، B: صورة سريرية للنخر السني C: العزل بالحاجز المطاطي، D: السن بعد إزالة الطبقة المينائية المغطية، E: ملئ الحفرة بمادة Selecti-Solve، F: الحفرة النهائية بعد الانتهاء من عملية التجريف، G: مادة Selecti-Solve، H: قطعة الريزين بعد إزالتها من الحفرة ملتصقة بأداة تطبيق المادة الرابطة.

2-8 التقييم :**• 2-8-1 تقييم وقت العمل:**

أُجري حساب وقت العمل وذلك باستخدام ساعة توقف، حيث في مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي تم بدء الحساب مع أول تطبيق للمادة داخل الحفرة النخرة وحتى التأكد من خلو الحفرة من النخر بالفحص العياني والسبر، اما في مجموعة التجريف التقليدي بالسنايل الدوارة، تم بدء حساب الوقت من لحظة تماس السنبل مع السن (سنبله) تجريف النخر بالقبضة البطيئة السرعة وليس التوربين) وحتى الانتهاء من التجريف بشكل كامل بالمجارف اليدوية والحصول على عاج قاسي.

تم تضمين وقت الفحص والسبر وتنظيف الحفرة من الوقت الكامل ولم يحذف بسبب كونه جزء اساسي من العلاج للتأكد من خلو الحفرة من النخر والوصول لعاج قاسي مقاوم وعدم وجود أي احساس لصاق للمسبر الحاد Sticky feeling اثناء السبر، وتم اعتماد الطريقة ذاتها في جميع المجموعات ويبد باحث واحد، وذلك لكي لا يحتسب كوقت ضائع في العينة.

في حال الحاجة للتخدير الموضعي فإن الوقت اللازم للتخدير يحذف من الوقت الكامل ويتم استكمال الحساب عند استئناف العمل بعد التخدير (Alkhouli et al., 2020) (Inamdar et al., 2020) (AlHumaid et al., 2020)

• 2-8-2 تقييم الحاجة للتخدير الموضعي:

تم إخبار المرضى بأنه يحق له طلب التخدير في أي وقت من المعالجة وتم تسجيل الحالات التي استعملنا فيها التخدير الموضعي خلال المعالجة كالتالي:

١- المريض بحاجة للتخدير الموضعي.

٢- المريض ليس بحاجة للتخدير الموضعي.

• 2-8-3 تقييم الألم:

استخدم في هذا البحث المقياس التقييمي الرقمي NRS (Numerical Rating Scale) لتقييم درجة الألم التي شعر بها المريض خلال تجريف النخر بعد شرح المقياس له، حيث يدل الرقم (0) على عدم وجود ألم أثناء العلاج وتندرج شدة الألم حتى الرقم (5) الذي يشير إلى ألم متوسط وحتى الرقم (10) الذي يشير إلى ألم شديد جداً غير محتمل، وتم تسجيل القيمة المختارة من المريض في استمارته (Haefeli et al., 2006).

• 2-8-4 تقييم النخر المتبقي بعد المعالجة :

تقييم النخر المتبقي بعد انتهاء عملية التجريف باستخدام مقياس Ericson وذلك من قبل فاحصين مختلفين من طلاب الدراسات العليا في قسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق (أحمد ش ، رشاد غ) ، بدون معرفة المادة المطبقة أو الطريقة المتبعة ويكون الفحص عيانياً ويتبع بالسبر بمسبر حاد لتحري الصرير العاجي وقساوة العاج وتم تسجيل البيانات على الشكل التالي:

0: إزالة كاملة للنخر

1: نخر بقاعدة الحفرة

2: نخر بقاعدة الحفرة و/ أو جدار.

3: نخر بقاعدة الحفرة و/ أو جدارين.

4: نخر بقاعدة الحفرة و/ أو أكثر من جدارين.

5: نخر موجود في قاعدة الحفرة وجدارين وحواف الحفرة.

(Kumar et al., 2016) (Hegde et al., 2020) (Ericson et al., 1999)

(Sadasiva et al., 2019)

• 2-8-5 تقييم درجة راحة المريض:

تم تقييم درجة راحة المريض بعد انتهاء المعالجة بالطلب من المريض ان يختار فئة من الدرجات التالية، والتي تعبر عن مدى شعوره بالراحة اثناء المعالجة وتسجل في استمارته كالتالي: (سيء - وسط - جيد - ممتاز)

• 2-8-6 تقييم عدد مرات التطبيق للوصول الى إزالة كاملة للنخر:

تم حساب عدد مرات تطبيق كل مادة حتى الوصول الى حفرة خالية من النخر وتسجيلها في استمارة المريض (Souza et al., 2022).

• 2-8-7 تقييم سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للإستخدام:

إن متغير سهولة استخدام وتطبيق المواد هو متغير ذاتي، حيث إن التقييم يستند الى الصعوبات التي لاحظها الباحث أثناء العمل في المجموعات الخمسة والطرائق المختلفة لتجريف النخر.

حيث يتم تسجيل سهولة التعامل مع المادة في كل حفرة وتسجيلها في استمارة المريض كالتالي: (ممتاز - جيد - وسط - ضعيف - سيئ)

• 2-8-8 تقييم حجم الحفرة بعد التجريف:

يهدف قياس حجم ومساحة الحفرة بعد التحضير هو الحصول على اكبر دقة في النتائج من خلال مقارنة الزمن المستغرق لتجريف الحفرة من النخر السني بطريقة معينة مع حجم التجويف المجرف، والذي بدوره يدلنا الى الفعالية الحقيقية لطريقة التجريف المتبعة.

يتم القياس عبر إبقاء الحفرة النهائية رطبة بالمصل الفيزيولوجي (بدون تجفيف) ووضع الريزين السيل الضوئي (عازل اللثة FGM) داخل الحفرة التي قمنا بتجريفها بالسنا بل الدوارة والمجارف، (بدون ملئ الحفرة كاملة، أي بدون المنطقة التي قمنا بإزالتها من الميناء بقبضة التوربين وذلك لكي نحصل على حجم الحفرة المحضرة العاجية فقط)، ثم نضع فرشاة تطبيق

المادة الرابطة الصغيرة داخل الريزين السيل (بطريقة مشابهة لطريقة أخذ شكل السطح الإطباق للسن في المداواة الترميمية Stamp Technique)، ثم يتم التصليب الضوئي باستخدام جهاز التصليب LED لمدة 3 ثواني بشكل نبضي بفارق ثانية كاملة بين كل نبضة، للحصول على قوام متماسك للريزين ثم تزال الفرشاة الدقيقة ومها الريزين العالق بها من السن ويكمل التصليب الضوئي خارج السن وذلك منعاً لتعرض السن للحرارة.

ومن ثم حساب حجم قطعة الريزين المأخوذة من السن باستخدام جهاز ماسح ضوئي من شركة Medit اصدار T710 وأخذ صورة رقمية لقطعة الريزين بصيغة ملف Stl، بعد ذلك يتم استخدام برنامج Exo Cade لحساب حجم ومساحة قطعة الريزين والتي تعكس مساحة وحجم الحفرة المحضرة.

أشارت دراسة سابقة الى أن الاختلاف في وقت المعالجة بين مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي قد يعزى الى الاختلاف في أحجام الحفر المحضرة (Chourio et al., 2006). وأيضاً جاءت أهمية حساب حجم الحفرة للتخلص من السليبيات التي تحد من القياس الدقيق للحفرة عند استخدام الطبقات السيليكونية، حيث أشار الباحث Katiyar وزملائه الى تغير في الأبعاد وتشوه في الطبقات وخاصة في المناطق الصغيرة والتي تحوي مناطق تثبيت بداخلها، وأيضاً السليبيات المرتبطة بصب الطبقات والتشوهات في الأمثلة المصبوبة الجبسية (Katiyar et al., 2021).

2-9 التحاليل الإحصائية Statistical analysis:

رمزت البيانات وأدخلت تباعاً إلى الحاسوب عن طريق برنامج Microsoft Exel 2016

ثم أجري التحليل الإحصائي عبر برنامج SPSS الإصدار 26 واعتمد مجال الثقة 95%

ومستوى دلالة 0.05 واستخدمت الاختبارات الإحصائية التالية:

- اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم حجم الحفرة النخرة (بالملم^٣)، ودراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق)، ودلالة الفروق في متوسط قيم مساحة الحفرة النخرة (بالملم^٢) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة.
- المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni للمقارنة الثنائية بين كل زوج من المجموعات الخمس المدروس، لمعرفة أي من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة تختلف عن الأخرى جوهرياً في مدة التجريف (بالدقائق).
- تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار الألم بصرياً ودلالة الفروق في درجات تكرارات درجة سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام، وتكرارات درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson، ودرجة راحة المريض، وعدد مرات تطبيق المادة.
- تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الخمس المدروسة، لمعرفة أي المجموعات تختلف جوهرياً عن الأخريات في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير.
- تم إجراء اختبار Mann-Whitney U للمقارنة الثنائية بين كل زوج من المجموعات الخمس المدروس لمعرفة أي من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة تختلف عن الأخرى

جوهرياً في مقدار الألم، وتكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام وفي درجة راحة المريض.

10-2 الفرضيات الإحصائية Statistical Hypothesis:

الفرضية الأولى:

H_0 فرضية العدم: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعات تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي والطريقة التقليدية في تجريف النخر من حيث درجة الألم، والزمن المستغرق لإزالة النخر، والحاجة للتخدير الموضعي، والفعالية في إزالة النخر، وعدد مرات التطبيق، وراحة وتقبل المريض وسهولة التعامل مع المادة.

H_1 الفرضية البديلة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعات تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي والطريقة التقليدية في تجريف النخر من حيث درجة الألم، والزمن المستغرق لإزالة النخر، والحاجة للتخدير الموضعي، والفعالية في إزالة النخر، وعدد مرات التطبيق، وراحة وتقبل المريض، وسهولة التعامل مع المادة.

الفرضية الثانية:

H_0 فرضية العدم: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أحجام ومساحات الحفر المحضرة بين مجموعات تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي والطريقة التقليدية في تجريف النخر.

H_1 الفرضية البديلة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين أحجام ومساحات الحفر المحضرة بين مجموعات تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي والطريقة التقليدية في تجريف النخر.

الباب الثالث
النتائج
Results



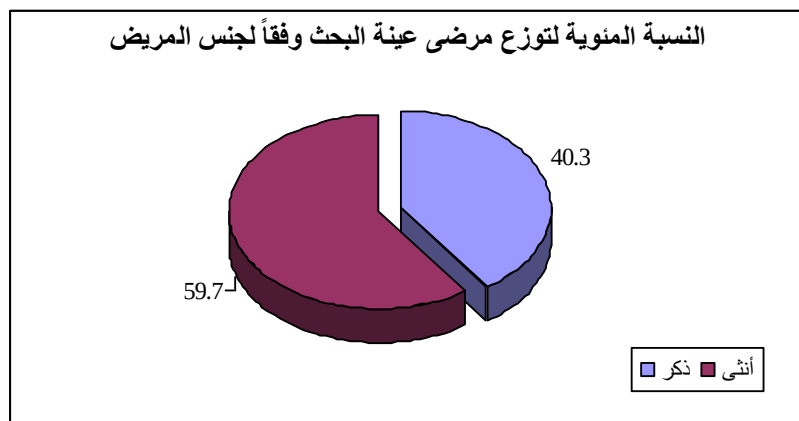
1-3 وصف العينة:

تألفت عينة البحث من ٧٥ رضى أولى أو ثانية علوية أو سفلية لدى ٦٧ مريضاً ومريضةً تراوحت أعمارهم بين ١٩ و ٣٩ عاماً، وكانت الأرحاء في عينة البحث مقسمةً إلى خمس مجموعات رئيسية متساوية وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية)، وكان توزع المرضى والأرحاء المدروسة في عينة البحث كما يلي:

١- توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض:

جدول رقم 1-3 يبين توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض.

جنس المريض	عدد المرضى	النسبة المئوية
ذكر	27	40.3
أنثى	40	59.7
المجموع	67	100



مخطط رقم (1-3) يمثل النسبة المئوية لتوزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض.

٢- المتوسط الحسابي لأعمار المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض:

جدول رقم 2-3 يبين الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لأعمار المرضى

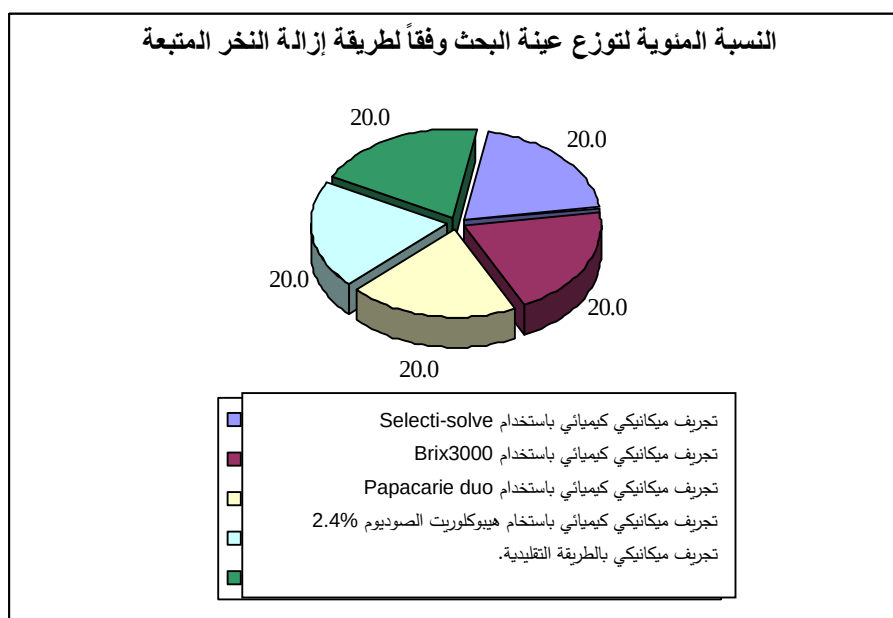
(بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض.

المتغير المدروس = عمر المريض (بالسنوات)					
جنس المريض	عدد المرضى	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
ذكر	27	21	39	29.4	5.2
أنثى	40	19	37	26.4	4.6
مرضى عينة البحث كاملة	67	19	39	27.6	5.0

٣- توزيع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم 3-3 يبين توزيع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأرحاء	النسبة المئوية
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	20.0
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	20.0
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	20.0
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	15	20.0
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	20.0
المجموع	75	100

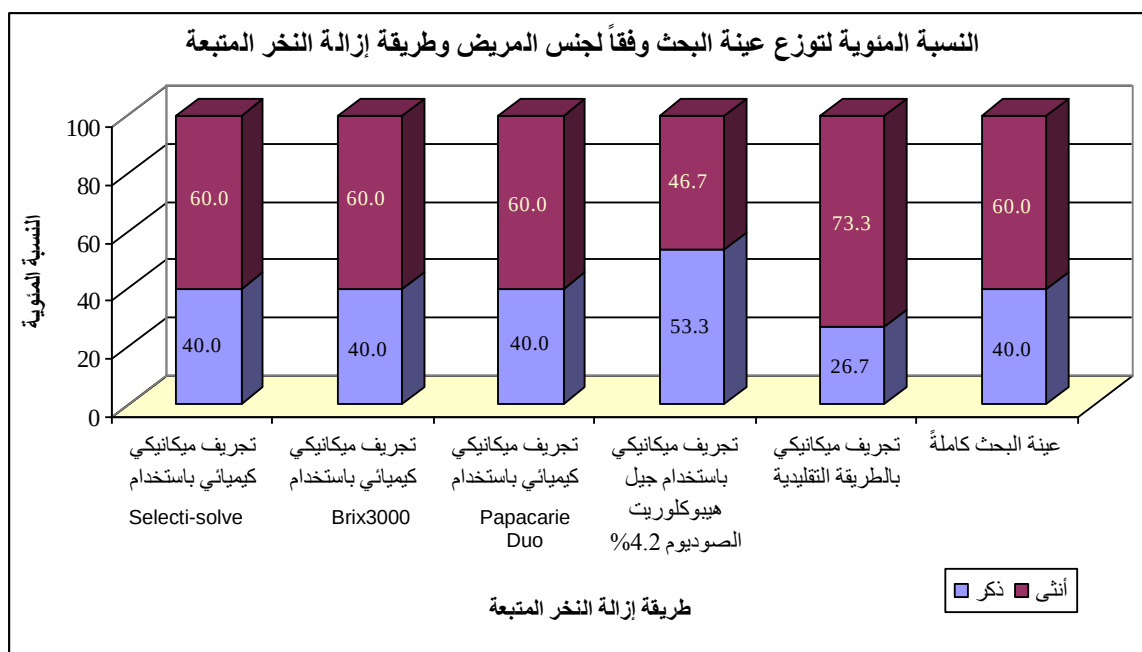


مخطط رقم (2-3) يمثل النسبة المئوية لتوزيع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

٤- توزع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم 3-4 يبين توزع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة إزالة النخر المتبعة.

طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأرحاء			النسبة المئوية	
	المجموع	أنثى	ذكر	المجموع	أنثى
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	9	6	100	60.0
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	9	6	100	60.0
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	9	6	100	60.0
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	8	7	1	100	46.7
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	11	4	100	73.3
عينة البحث كاملة	75	45	30	100	60.0



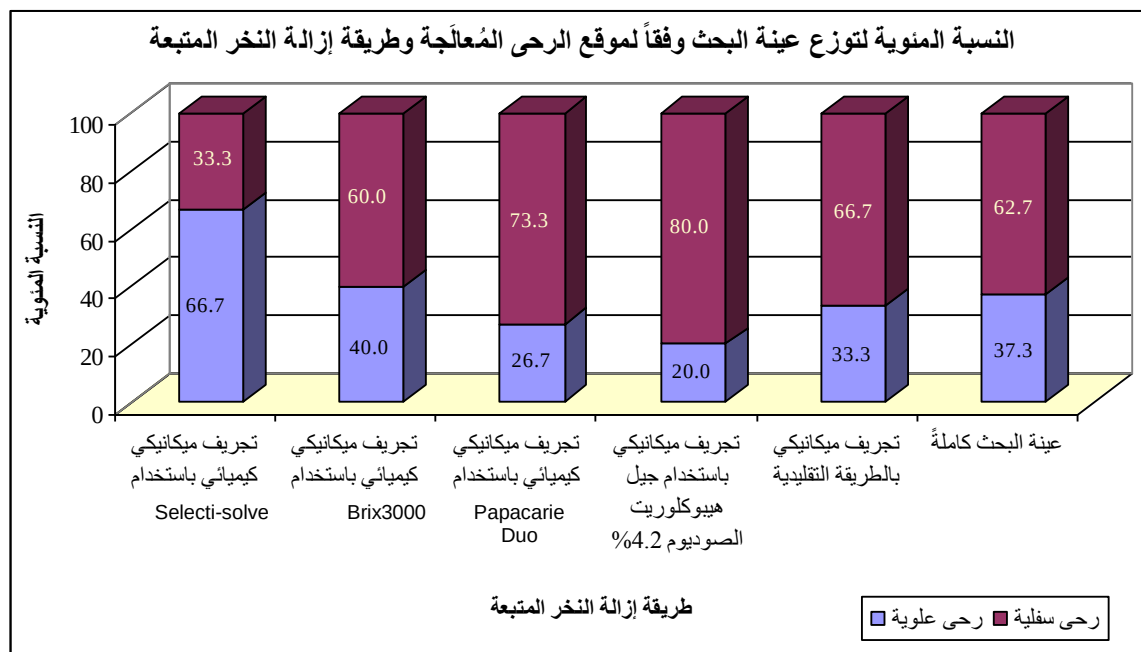
مخطط رقم (3-3) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة إزالة النخر المتبعة.

٥- توزع عينة البحث وفقاً لنوع الرحي المعالجة وطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم 3-5 يبين توزع عينة البحث وفقاً لنوع الرحي المعالجة وطريقة إزالة النخر المتبعة.

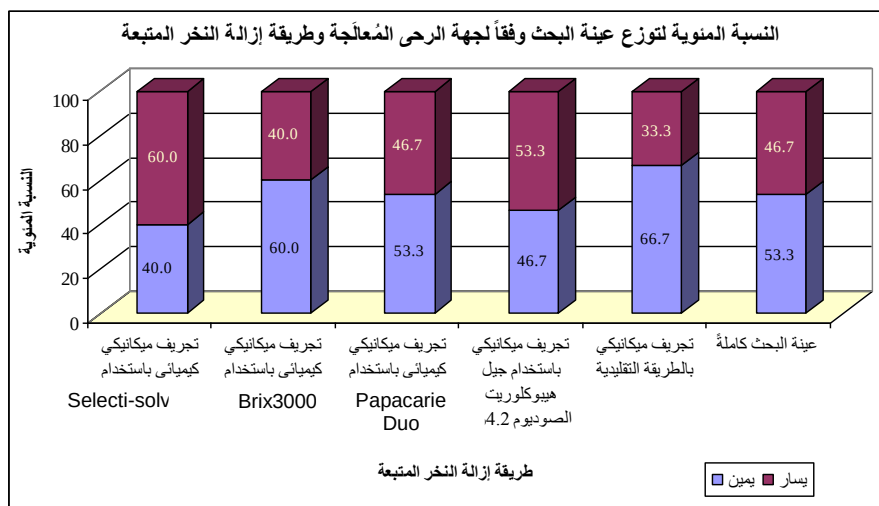
طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأرحاء			النسبة المئوية	
	رحي أولى	رحي ثانية	المجموع	رحي أولى	رحي ثانية
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	7	8	15	46.7	53.3
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	9	6	15	60.0	40.0
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	8	7	15	53.3	46.7
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	8	7	15	53.3	46.7
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	7	8	15	46.7	53.3
عينة البحث كاملة	39	36	75	52.0	48.0

٦- توزيع عينة البحث وفقاً لموقع الرحي المعالجة وطريقة إزالة النخر المتبعة:



مخطط رقم (4-3) يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لموقع الرحي المعالجة وطريقة إزالة النخر المتبعة.

٧- توزيع عينة البحث وفقاً لجهة الرحي المعالجة وطريقة إزالة النخر المتبعة:

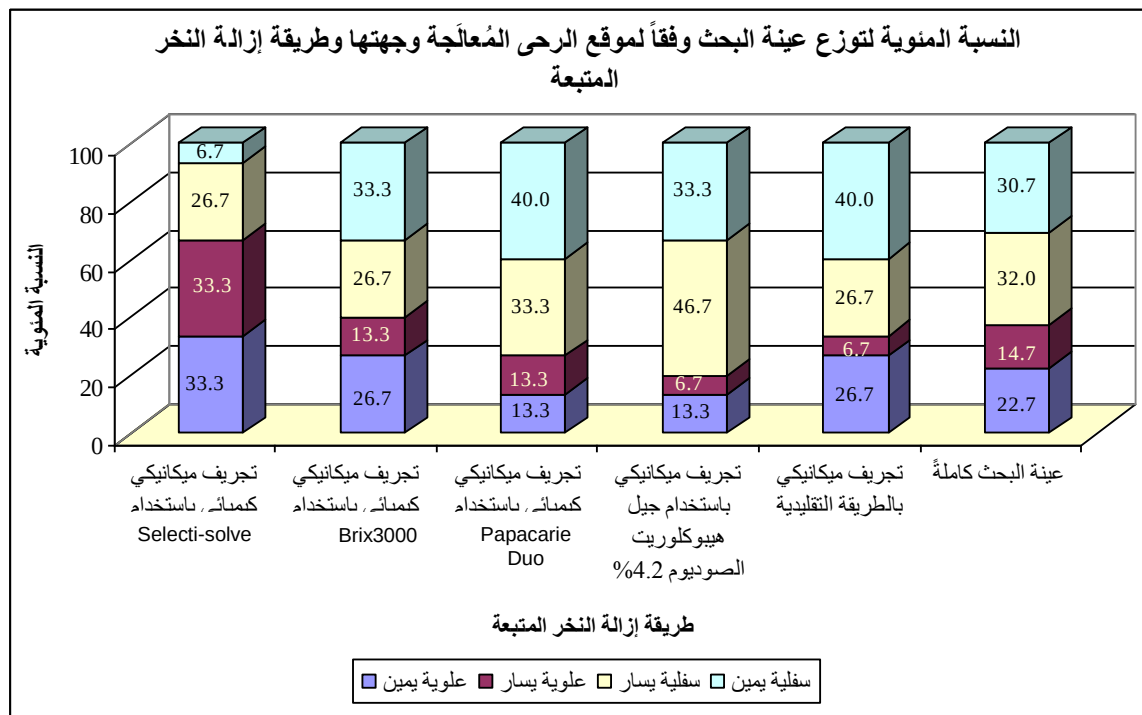


مخطط رقم (5-3) يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لجهة الرحي المعالجة وطريقة إزالة النخر المتبعة.

٨- توزيع عينة البحث وفقاً لموقع الرحي المعالجة وجهتها وطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم (١) يبين توزيع عينة البحث وفقاً لموقع الرحي المعالجة وجهتها وطريقة إزالة النخر المتبعة.

النسبة المئوية					عدد الأرحاء					طريقة إزالة النخر المتبعة
المجموع	علوية يمين	علوية يسار	سفلية يمين	سفلية يسار	المجموع	علوية يمين	علوية يسار	سفلية يمين	سفلية يسار	
100	33.3	33.3	26.7	6.7	15	5	5	4	1	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
100	26.7	13.3	26.7	33.3	15	4	2	4	5	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
100	13.3	13.3	33.3	40.0	15	2	2	5	6	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
100	13.3	6.7	46.7	33.3	15	1	1	7	5	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم 4.2%
100	26.7	6.7	26.7	40.0	15	4	1	6	4	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية
100	22.7	14.7	32.0	30.7	75	17	11	24	23	عينة البحث كاملة



مخطط رقم (3-6) يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لموقع الرحي المعالجة وجهتها وطريقة إزالة النخر المتبعة.

2-3 الدراسة الإحصائية التحليلية:

تم قياس وحساب كل من حجم الحفرة النخرة (بالملم^٣) ومساحة الحفرة النخرة (بالملم^٢) ومدة التجريف (بالدقائق) ، ومقدار الألم بصرياً، وتم الاستقصاء عن كل من سهولة تطبيق المادة، والحاجة لإجراء تخدير موضعي، ودرجة النخر المتبقي على مقياس Ericson، ودرجة راحة المريض لكل رحي من الأرحاء المدروسة في عينة البحث، وقد تم إعطاء كل درجة من درجات سهولة تطبيق المادة، والنخر المتبقي على مقياس Ericson، وراحة المريض قيمة متزايدة تصاعدياً وفقاً لشدة المتغير المدروس كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول رقم 3-6 يبين الدرجات المعتمدة لكل من قوام المادة والنخر المتبقي على مقياس Ericson وراحة المريض في عينة البحث والقيمة الموافقة المعطاة لكل درجة.

درجة قوام المادة	درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson	درجة راحة المريض	القيمة الموافقة المعطاة
-	إزالة كاملة للنخر	-	٠
سيء	نخر بقاعدة الحفرة	ضعيف	1
ضعيف	نخر بقاعدة الحفرة و/أو جدار واحد	وسط	2
وسط	نخر بقاعدة الحفرة و/أو جدارين اثنين	جيد	3
جيد	نخر بقاعدة الحفرة و/أو أكثر من جدارين اثنين	ممتاز	٤
ممتاز	نخر بقاعدة الحفرة وجدارين اثنين وحواف الحفرة	-	٥

كما تم الاستقصاء عن عدد مرات تطبيق المادة لكل رحي من الأرحاء المدروسة في كل من المجموعات التجريبية من عينة البحث، ثم تمت دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة في قيم كل من المتغيرات المقاسة والمحسوبة في عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

1-2-3 دراسة حجم الحفرة النخرية:

➤ دراسة التكافؤ بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في قيم حجم الحفرة النخرية في عينة البحث:

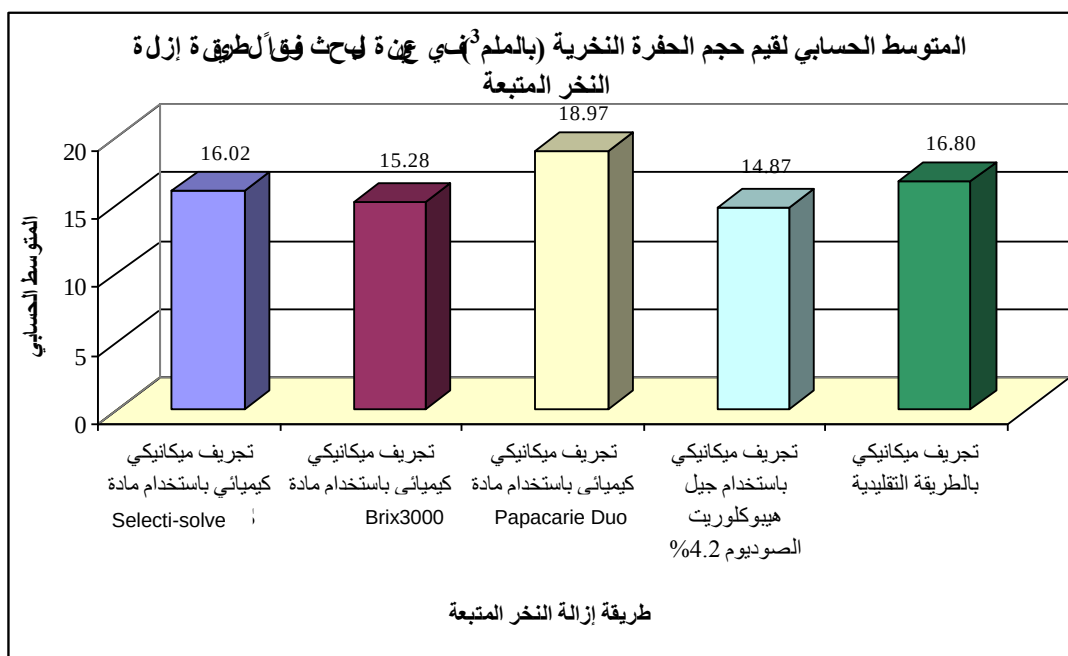
تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم حجم الحفرة النخرة (بالملم^٣) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف

ميكانيكى باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ ٪، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول رقم (7-3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لحجم الحفرة النخرية (بالملم ٣) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = حجم الحفرة النخرية (بالملم ٣)					
طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأبحاث	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	16.02	5.22	1.35	10.59
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	15.28	7.20	1.86	5.64
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	18.97	9.76	2.52	11.09
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ ٪	15	14.87	4.76	1.23	7.42
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	16.80	6.16	1.59	9.61



مخطط رقم (7-3) يمثل المتوسط الحسابي لقيم حجم الحفرة النخرية (بالملم ٣) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

يبين جدول رقم (8-3) نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم حجم الحفرة النخرية (بالملم ٣) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = حجم الحفرة النخرية (بالملم ٣)		
قيمة f المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
0.838	0.506	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول (3-8) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق دالة إحصائية في متوسط قيم حجم الحفرة النخرة (بالملم ٣) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%)، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث

2-2-3 دراسة مساحة الحفرة النخرة:

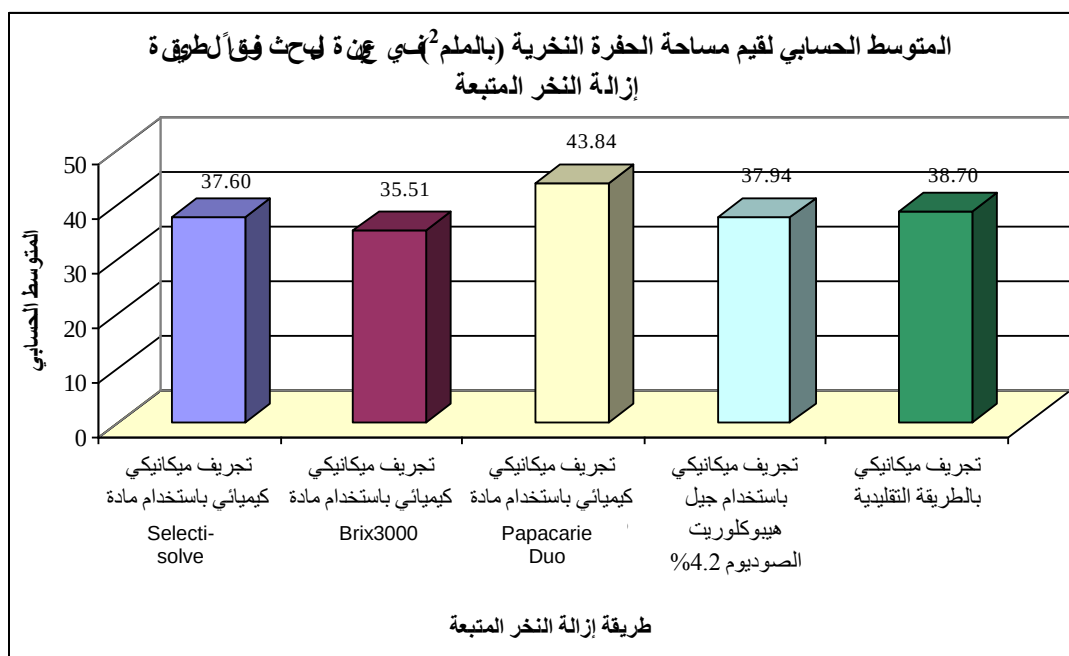
➤ دراسة التكافؤ بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في قيم مساحة الحفرة النخرية في عينة البحث:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مساحة الحفرة النخرة (بالملم ٢) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%)، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول رقم (3-9) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمساحة الحفرة النخرة (بالملم ٢) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = مساحة الحفرة النخرة (بالملم ٢)						
الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد الأبحاث	طريقة إزالة النخر المتبعة
51.82	27.47	1.89	7.31	37.60	15	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
61.53	17.62	3.10	12.00	35.51	15	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
99.21	28.74	5.10	19.75	43.84	15	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
55.25	23.24	2.59	10.03	37.94	15	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%
64.08	24.89	2.47	9.55	38.70	15	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية



مخطط رقم (8-3) يمثل المتوسط الحسابي لقيم مساحة الحفرة النخرة (بالملم²) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول رقم (10-3) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مساحة الحفرة النخرة (بالملم²) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = مساحة الحفرة النخرة (بالملم ²)		
قيمة f المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
0.922	0.456	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول (10-3) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق دالة إحصائية في متوسط قيم مساحة الحفرة النخرية (بالملم²) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث.

3-2-3 دراسة مدة التجريف:

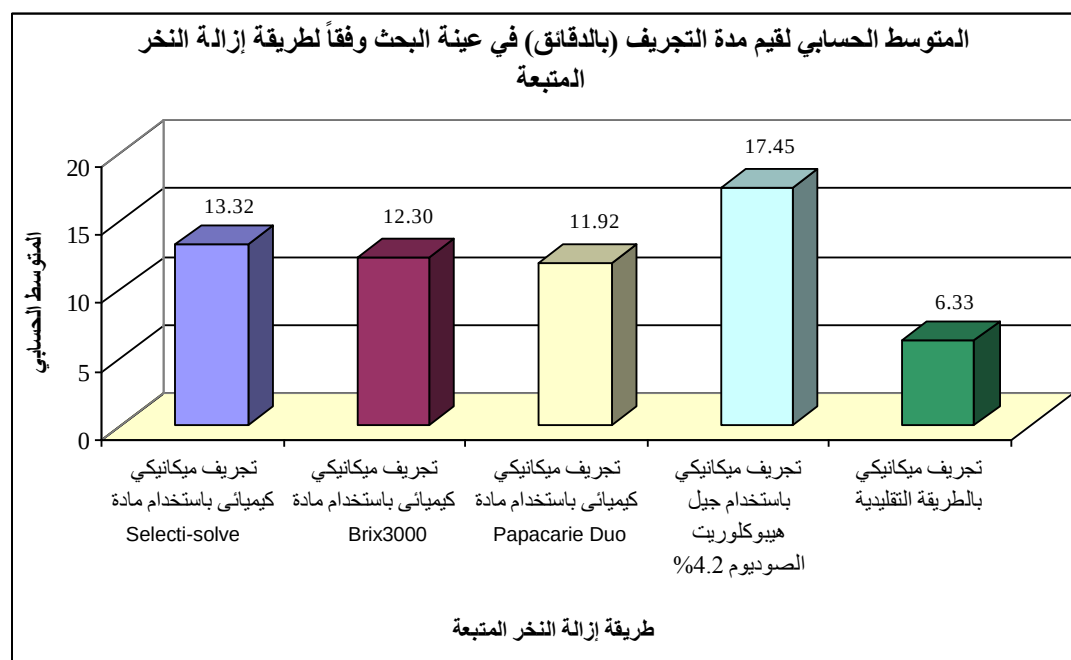
« دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة في قيم مدة التجريف في عينة البحث:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول رقم (11-3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمدة التجريف (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = مدة التجريف (بالدقائق)					
طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأبحاث	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	13.32	3.19	0.82	7.27
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	12.30	2.93	0.76	6.40
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	11.92	4.05	1.04	5.92
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	15	17.45	4.42	1.14	9.65
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	6.33	1.69	0.44	3



مخطط رقم (9-3) يمثل المتوسط الحسابي لقيم مدة التجريف (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول رقم (12-3) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = مدة التجريف (بالدقائق)		
قيمة f المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
20.653	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول (12-3) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق دالة إحصائية في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث، و لمعرفة أي من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة تختلف عن الأخرى جوهرياً في مدة التجريف (بالدقائق) تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni للمقارنة الثنائية بين كل زوج من المجموعات الخمس المدروس كما يلي:

نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول رقم (13-3) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = مدة التجريف (بالدقائق)				
طريقة إزالة النخر المتبعة (I)	طريقة إزالة النخر المتبعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	1.01	1.24	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	1.40	1.24	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	-4.14	1.24	توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	6.98	1.24	توجد فروق دالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	0.39	1.24	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	-5.15	1.24	توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	5.97	1.24	توجد فروق دالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	-5.54	1.24	توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	5.58	1.24	توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	11.12	1.24	توجد فروق دالة

يبين الجدول (13-3) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية وكل من مجموعات

طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) على حدة، وكذلك عند المقارنة في مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤% وكل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الثلاث الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO) على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مدة التجريف (بالدقائق) في مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية كانت أصغر منها في كل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) على حدة، وكذلك نستنتج أن قيم مدة التجريف (بالدقائق) في مجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤% كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الثلاث الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO) على حدة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط قيم مدة التجريف (بالدقائق) بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المعنية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO) في عينة البحث.

4-2-3 دراسة الحاجة لإجراء تخدير موضعي:

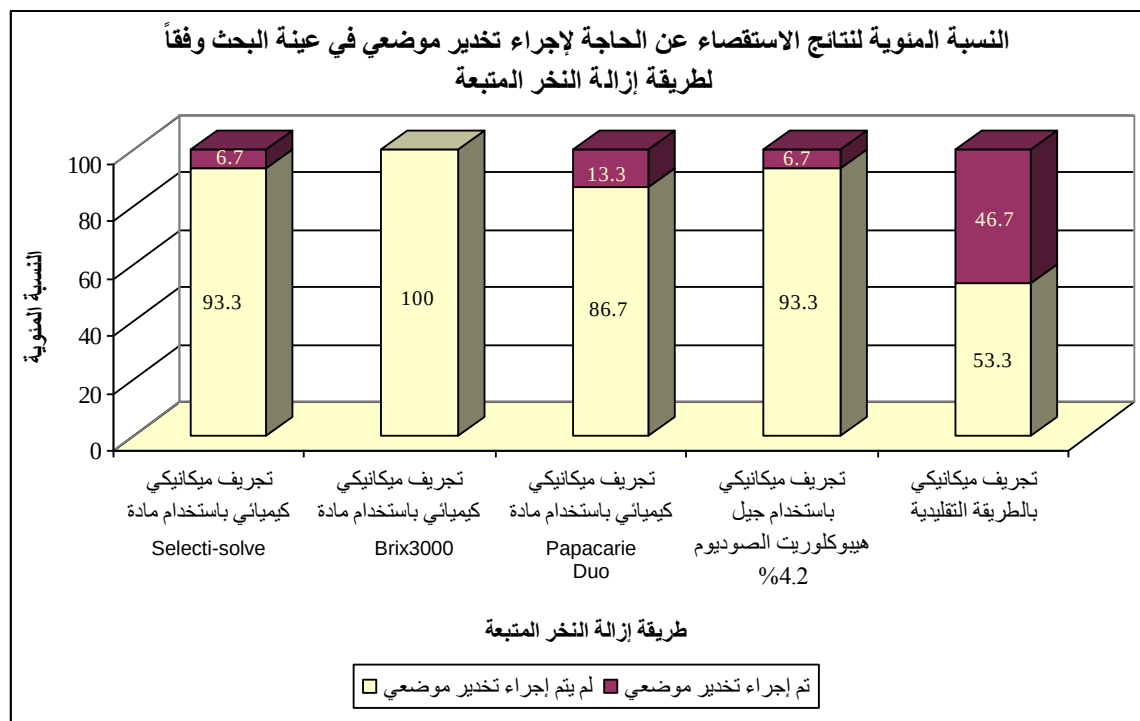
نتائج الاستقصاء عن الحاجة لإجراء تخدير موضعي في عينة البحث وفقاً لطريقة

إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم (14-3) يبين نتائج الاستقصاء عن الحاجة لإجراء تخدير موضعي في عينة البحث وفقاً

لطريقة إزالة النخر المتبعة.

النسبة المئوية			عدد الأرحاء			طريقة إزالة النخر المتبعة
المجموع	تم إجراء تخدير موضعي	لم يتم إجراء تخدير موضعي	المجموع	تم إجراء تخدير موضعي	لم يتم إجراء تخدير موضعي	
100	6.7	93.3	15	1	14	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
100	0	100	15	0	15	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
100	13.3	86.7	15	2	13	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
100	6.7	93.3	15	1	14	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%
100	46.7	53.3	15	7	8	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية



مخطط رقم (10-3) يمثل النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن الحاجة لإجراء تخدير موضعي في عينة

البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

- دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي: تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث:
- نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (15-3) يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغيران المدروسان = الحاجة لإجراء تخدير موضعي × طريقة إزالة النخر المتبعة				
عدد الأبحاث	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
75	16.406	4	0.003	توجد فروق دالة

يبين الجدول (15-3) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث، ولمعرفة أي المجموعات تختلف جوهرياً عن الأخريات في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الخمس المدروسة كما يلي:

جدول رقم (3-16) يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغيران المدروسان = الحاجة لإجراء تخدير موضعي × طريقة إزالة النخر المتبعة					
طريقة إزالة النخر المتبعة (أ)	طريقة إزالة النخر المتبعة (ب)	عدد الأرحاء	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	30	1.034	1	0.309
	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	30	0.370	1	0.543
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	30	0	1	1.000
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	30	6.136	1	0.013
	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	30	2.143	1	0.143
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	30	1.034	1	0.309
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	30	9.130	1	0.003
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	30	0.370	1	0.543
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	30	3.968	1	0.046
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	30	6.136	1	0.013

يبين الجدول (3-16) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية وكل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %) على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥ % توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات الحاجة لإجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبدراسة جدول التكرارات والنسب المئوية الموافق (الجدول رقم ١٨) يُلاحظ أن نسبة الحاجة لإجراء تخدير موضعي في مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %) على حدة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥ % لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات الحاجة إلى إجراء تخدير موضعي بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المعنية

(تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) في عينة البحث. DUO،

5-2-3 دراسة مقدار الألم:

◀ دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة في قيم مقدار الألم في عينة البحث:

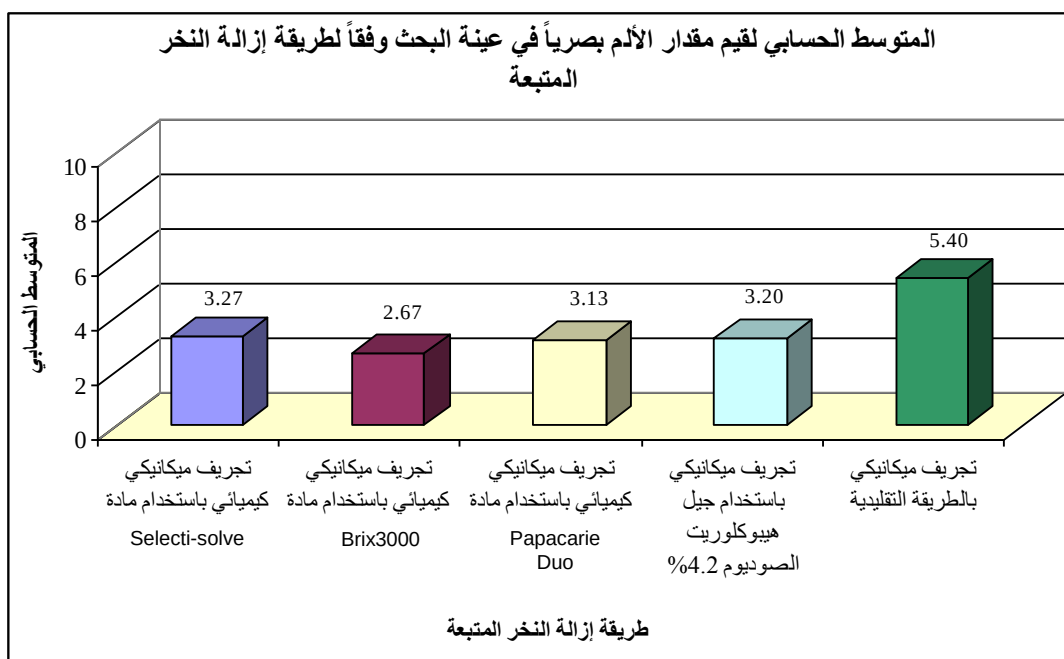
تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار الألم بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%)، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول رقم (3-17) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد

الأعلى لمقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً						
طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأرحاء	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	3.27	1.75	0.45	1	8
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	2.67	1.11	0.29	1	4
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	3.13	1.81	0.47	0	6
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	15	3.20	1.21	0.31	1	5
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	5.40	1.72	0.45	2	8



مخطط رقم (3-11) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الألم في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

- نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

جدول رقم (3-18) يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار الألم بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً			
قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
18.674	4	0.001	توجد فروق دالة

يبين الجدول (3-18) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في قيم مقدار الألم بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم 4.2%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث، ولمعرفة أي من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة تختلف عن الأخرى جوهرياً في مقدار الألم بصرياً تم إجراء اختبار Mann-Whitney U للمقارنة الثنائية بين كل زوج من المجموعات الخمس المدروس كما يلي:

- نتائج اختبار Mann-Whitney U:

جدول رقم (3-19) يبين نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم

مقدار الألم بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار الألم بصريا				
طريقة إزالة النخر المتبعة (I)	طريقة إزالة النخر المتبعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	0.60	92.5	0.393
	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	0.13	110.5	0.932
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	0.07	106.5	0.797
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	-2.13	42.0	0.003
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	-0.47	91.0	0.358
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	-0.53	84.5	0.227
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	-2.73	23.0	0.000
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	-0.07	111.5	0.966
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	-2.27	41.5	0.003
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	-2.20	35.5	0.001

يبين الجدول (3-19) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في مقدار الألم بين مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية وكل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مقدار الألم في مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) على حدة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار الألم بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المعنية (تجريف ميكانيكي كيميائي

باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000،
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام
جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤% في عينة البحث.

6-2-3 دراسة تقييم سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام:

◀ نتائج الاستقصاء عن سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام في عينة البحث
وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم (20-3) يبين نتائج الاستقصاء سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام في عينة
البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

النسبة المئوية						عدد الأرحاء						طريقة إزالة النخر المتبعة
الجموع	متن	ن	وسط	ضعيف	سوء	الجموع	متن	ن	وسط	ضعيف	سوء	
100	46.7	53.3	0	0	0	15	7	8	0	0	0	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
100	26.7	66.7	6.7	0	0	15	4	10	1	0	0	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
100	100	0	0	0	0	15	15	0	0	0	0	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
100	6.7	66.7	26.7	0	0	15	1	10	4	0	0	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%
100	100	0	0	0	0	15	15	0	0	0	0	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية

◀ دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة بالنسبة لسهولة التعامل مع المادة وراحة

الطبيب للاستخدام:

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في درجات تكرار سهولة التعامل
مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف
ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام
مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف
ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية)
في عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات الرتب:

جدول رقم (3-21) يبين متوسط الرتب سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام		
طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأرحاء	متوسط الرتب
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	35.83
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	27.73
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	54.50
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	15	17.43
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	54.50

- نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

جدول رقم (3-22) يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام			
قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
44.068	4	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول (3-22) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%)، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث، ولمعرفة أي من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة تختلف عن الأخرى جوهرياً في تكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام تم إجراء اختبار Mann-Whitney U للمقارنة الثنائية بين كل زوج من المجموعات الخمس المدروس كما يلي:

- نتائج اختبار Mann-Whitney U:

جدول رقم (23-3) يبين نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام				
طريقة إزالة النخر المتبعة (أ)	طريقة إزالة النخر المتبعة (ب)	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	86.0	0.200	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	52.5	0.001	<u>توجد فروق دالة</u>
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	51.5	0.004	<u>توجد فروق دالة</u>
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	52.5	0.001	<u>توجد فروق دالة</u>
	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	30.0	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	75.0	0.062	لا توجد فروق دالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	30.0	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	7.5	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	112.5	1.000	لا توجد فروق دالة
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	7.5	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>

يبين الجدول (23-3) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في درجة سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين كل من مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO ومجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية وكل من مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve ومجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة BRIX3000 ومجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ % على حدة، وكذلك عند المقارنة في درجة قوام المادة بين مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO ومجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥ % توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة قوام المادة في كل من مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO ومجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية كانت أعلى منها في كل من مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve ومجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة BRIX3000 ومجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل

هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤% على حدة، وكذلك نستنتج أن درجة سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام في مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO كانت أعلى منها في مجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤% في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائية في تكرارات درجة سهولة التعامل مع المادة وراحة الطبيب للاستخدام بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المعنية في عينة البحث.

7-2-3 دراسة درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson:

نتائج الاستقصاء عن درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم (24-3) يبين نتائج الاستقصاء عن درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

النسبة المئوية							عدد الأرحاء							طريقة إزالة النخر المتبعة
المجموع	نخر بقاعدة الحفرة وجدارين اثنين وحواف الحفرة	نخر بقاعدة الحفرة و/أو أكثر من جدارين اثنين	نخر بقاعدة الحفرة و/أو جدارين اثنين	نخر بقاعدة الحفرة واحد	نخر بقاعدة الحفرة	إزالة كاملة للنخر	المجموع	نخر بقاعدة الحفرة وجدارين اثنين وحواف الحفرة	نخر بقاعدة الحفرة و/أو أكثر من جدارين اثنين	نخر بقاعدة الحفرة و/أو جدارين اثنين	نخر بقاعدة الحفرة واحد	نخر بقاعدة الحفرة	إزالة كاملة للنخر	
100	0	0	0	6.7	26.7	66.7	15	0	0	0	1	4	10	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
100	0	0	0	6.7	20.0	73.3	15	0	0	0	1	3	11	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
100	0	0	0	0	33.3	66.7	15	0	0	0	0	5	10	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
100	0	0	0	6.7	26.7	66.7	15	0	0	0	1	4	10	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%
100	0	0	0	0	26.7	73.3	15	0	0	0	0	4	11	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية

- دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة في درجة النخر المتبقي على مقياس

:Ericson

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام

جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات الرتب:

جدول رقم (3-25) يبين متوسط الرتب لدرجة النخر المتبقي على مقياس Ericson في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson		
طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأرحاء	متوسط الرتب
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	39.27
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	36.87
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	38.50
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	15	39.27
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	36.10

- نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

جدول رقم (3-26) يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson			
قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
0.407	4	0.982	لا توجد فروق دالة

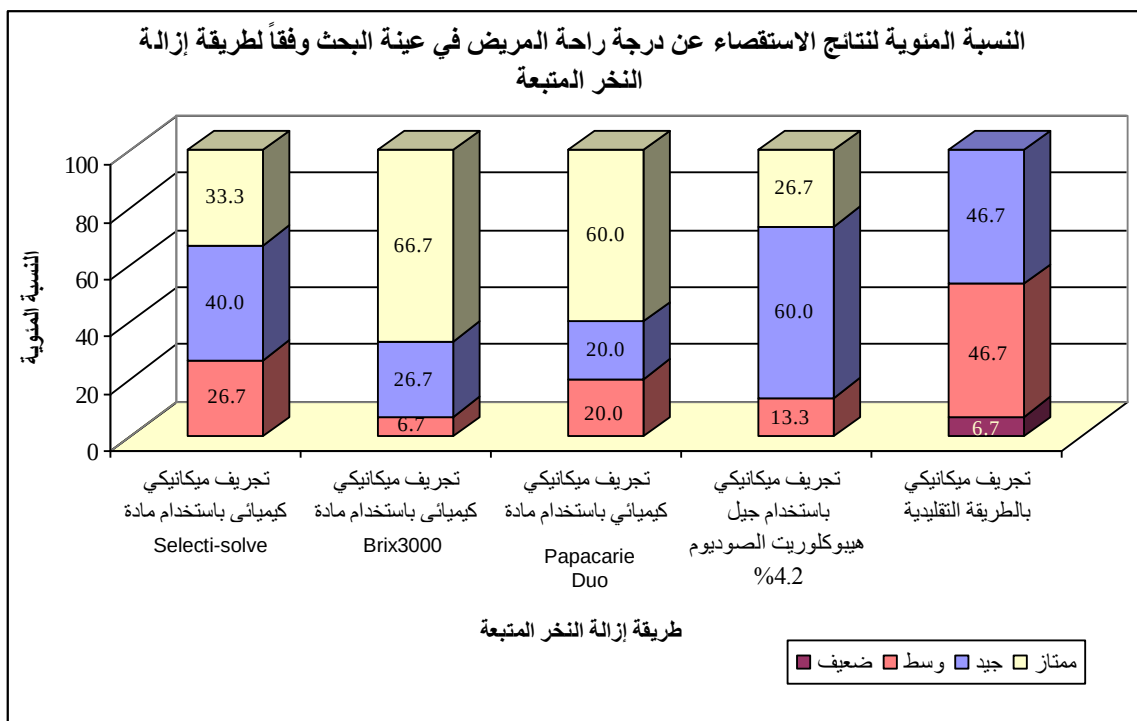
يبين الجدول (3-26) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث.

8-2-3 دراسة درجة راحة المريض:

نتائج الاستقصاء عن درجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم (3-27) يبين نتائج الاستقصاء عن درجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

النسبة المئوية					عدد الأرحاء					طريقة إزالة النخر المتبعة
المجموع	ممتاز	جيد	وسط	ضعيف	المجموع	ممتاز	جيد	وسط	ضعيف	
100	33.3	40.0	26.7	0	15	5	6	4	0	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
100	66.7	26.7	6.7	0	15	10	4	1	0	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
100	60.0	20.0	20.0	0	15	9	3	3	0	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
100	26.7	60.0	13.3	0	15	4	9	2	0	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٤, ٢%
100	0	46.7	46.7	6.7	15	0	7	7	1	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية



مخطط رقم (3-12) يمثل النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن درجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

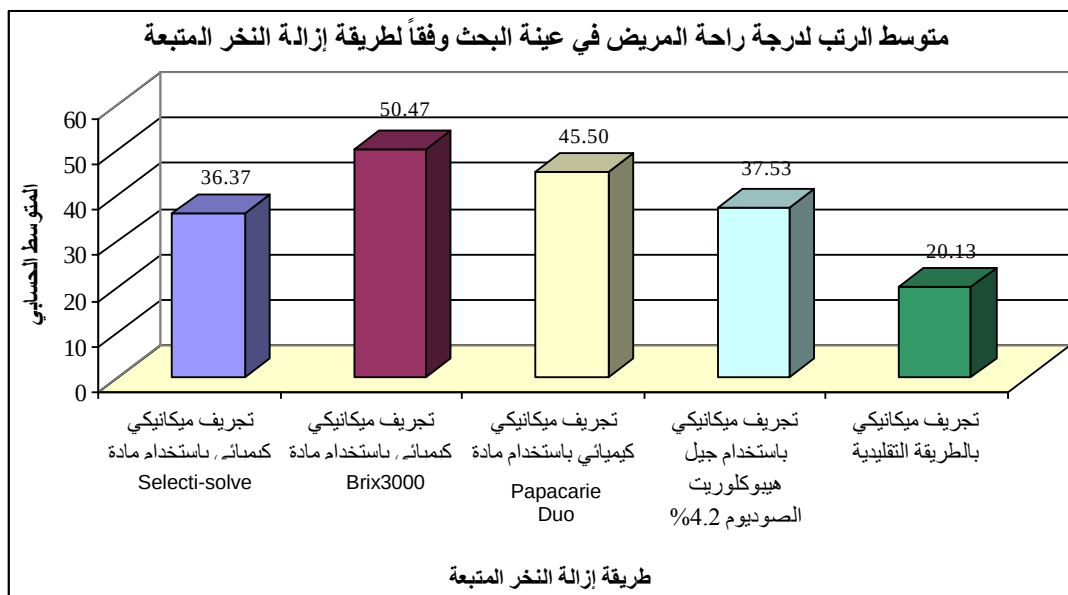
دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة في درجة راحة المريض:

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة راحة المريض بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات الرتب:

جدول رقم (3-28) يبين متوسط الرتب لدرجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = درجة راحة المريض		
طريقة إزالة النخر المتبعة	عدد الأراء	متوسط الرتب
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	15	36.37
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	15	50.47
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	15	45.50
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %	15	37.53
تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	15	20.13



مخطط رقم (3-13) يمثل متوسط الرتب لدرجة راحة المريض في عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

- نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

جدول رقم (3-29) يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة راحة المريض بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = درجة راحة المريض			
قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
19.184	4	0.001	توجد فروق دالة

يبين الجدول (3-29) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات درجة راحة المريض بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في عينة البحث، ولمعرفة أي من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة تختلف عن الأخرى جوهرياً في درجة راحة المريض تم إجراء اختبار Mann-Whitney U للمقارنة الثنائية بين كل زوج من المجموعات الخمس المدروس كما يلي:

- نتائج اختبار Mann-Whitney U:

جدول رقم (3-30) يبين نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة راحة المريض بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس = درجة راحة المريض				
طريقة إزالة النخر المتبعة (أ)	طريقة إزالة النخر المتبعة (ب)	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	70.0	0.054	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	85.5	0.227	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	108.0	0.839	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	63.0	0.027	توجد فروق دالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	100.5	0.561	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	68.0	0.041	توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	24.5	0.000	توجد فروق دالة
تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	85.5	0.225	لا توجد فروق دالة
	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	42.0	0.002	توجد فروق دالة
تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%	تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية	52.5	0.006	توجد فروق دالة

يبين الجدول (3-30) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في درجة راحة المريض بين مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية وكل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve،

Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) على حدة، وكذلك عند المقارنة في درجة راحة المريض بين مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة BRIX3000 ومجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%)، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات درجة راحة المريض بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة راحة المريض في مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية كانت أقل منها في كل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) على حدة، وكذلك نستنتج أن درجة راحة المريض في مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة BRIX3000 كانت أعلى منها في مجموعة التجريف الميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%) في عينة البحث. أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات درجة راحة المريض بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة المعنية في عينة البحث.

9-2-3 دراسة عدد مرات تطبيق المادة:

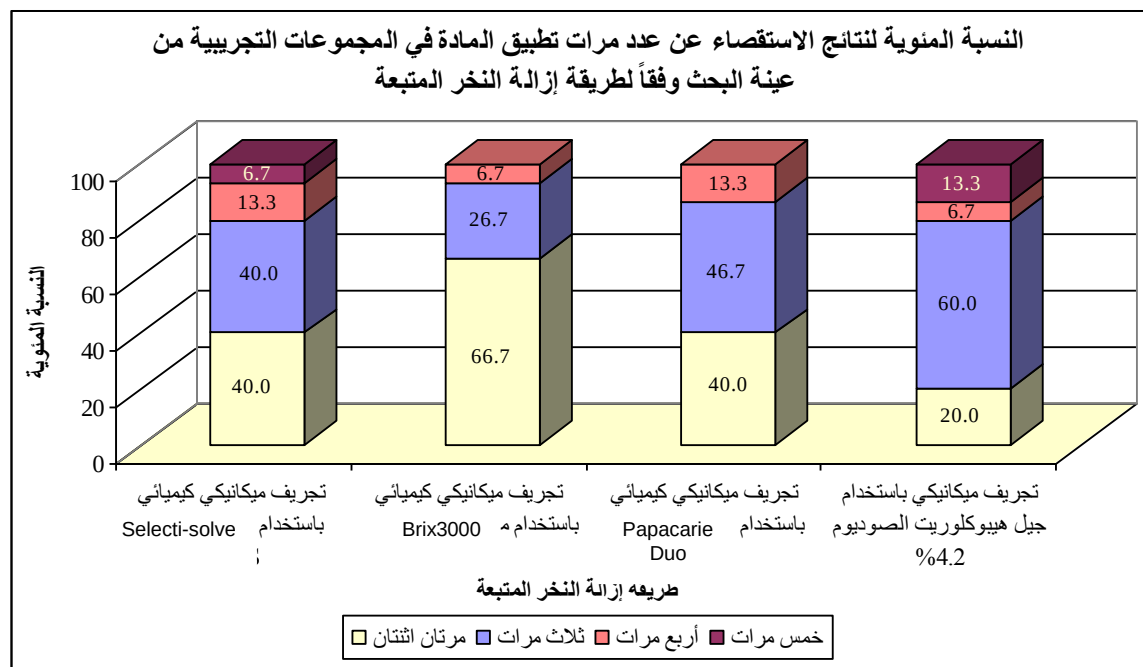
نتائج الاستقصاء عن عدد مرات تطبيق المادة في المجموعات التجريبية من عينة

البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة:

جدول رقم (31-3) يبين نتائج الاستقصاء عن عدد مرات تطبيق المادة في المجموعات التجريبية من

عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

النسبة المئوية					عدد الأرخاء					طريقة إزالة النخر المتبعة
المجموع	فحس ر	ر ر	ر ر	ر ر	المجموع	فحس ر	ر ر	ر ر	ر ر	
100	6.7	13.3	40.0	40.0	15	1	2	6	6	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
100	0	6.7	26.7	66.7	15	0	1	4	10	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
100	0	13.3	46.7	40.0	15	0	2	7	6	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
100	13.3	6.7	60.0	20.0	15	2	1	9	3	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%



مخطط رقم (3-14) يمثل النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن عدد مرات تطبيق المادة في المجموعات التجريبية من عينة البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

- دراسة تأثير طريقة إزالة النخر المتبعة في عدد مرات تطبيق المادة:

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات عدد مرات تطبيق المادة بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤ %، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية) في المجموعات التجريبية من عينة البحث كما يلي:

- إحصاءات الرتب:

جدول رقم (32-3) يبين متوسط الرتب لعدد مرات تطبيق المادة في المجموعات التجريبية من عينة

البحث وفقاً لطريقة إزالة النخر المتبعة.

المتغير المدروس = عدد مرات تطبيق المادة		
متوسط الرتب	عدد الأجزاء	طريقة إزالة النخر المتبعة
31.80	15	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve
22.57	15	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000
30.43	15	تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO
37.20	15	تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%

- نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

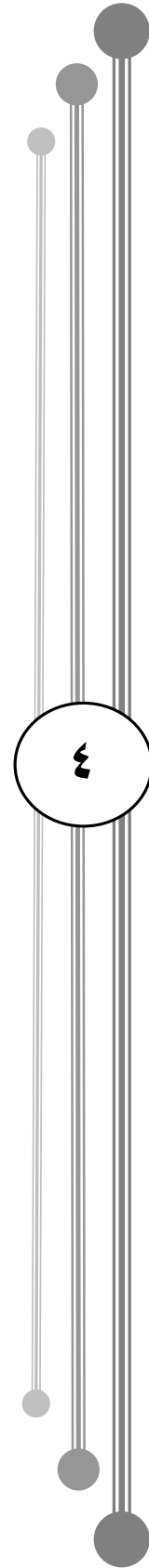
جدول رقم (33-3) يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات عدد مرات

تطبيق المادة بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في المجموعات التجريبية من عينة البحث.

المتغير المدروس = عدد مرات تطبيق المادة			
قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
6.371	3	0.095	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول (33-3) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات عدد مرات تطبيق المادة بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة (تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة BRIX3000، تجريف ميكانيكي كيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO، تجريف ميكانيكي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم ٢,٤%)، تجريف ميكانيكي بالطريقة التقليدية في المجموعات التجريبية من عينة البحث.

الباب الرابع
المناقشة
Discussion



4-1 مناقشة فكرة البحث :

يهدف طب الأسنان المحافظ (MID) الى الحفاظ على النسيج السنية وضمان راحة المريض، وتقبله للمعالجة، وتقادي سلبيات المعالجة التقليدية والألم الناتج عنها، وقد تحول طب الأسنان الحالي من مبدأ "التمديد الوقائي" في التداخل السني للآفة النخرة، إلى ممارسة طب الأسنان الوقائي وتبني نهج أكثر تحفظاً ومحافظاً على الأسنان، وقد وجد أن نظام إزالة النخر الميكانيكي الكيميائي سهل وبسيط واقتصادي، فضلاً عن فعاليته أيضاً وتقبله من المرضى.

وقد أظهرت الادوات الدوارة في تجريف النخر أكبر حجم من إزالة النسيج، ويعزى ذلك على الأرجح إلى ميلها إلى تحضير الحفر بشكل مفرط بسبب انخفاض الحساسية للمسية، مما ينتج عنه إزالة كبيرة للأنسجة السليمة (bastia et al., 2024).

يجب أن ترضي تقنية إزالة النخر المثالية كل من الممارس والمريض، وتأمين الراحة وسهولة الاستخدام في البيئة السريرية، ويجب أن تتمتع بالقدرة على التمييز بين العاج المصاب والعاج المؤوف وإزالة الأنسجة المؤوفة فقط، ويجب أن تكون غير مؤلمة وخالية من الاصوات الصاخبة، وتتطلب ضغطاً ضئيلاً فقط لإزالة العاج النخر بشكل مثالي، ولا تولد اهتزازاً أو حرارة خلال فترة العمل، ويجب أن تكون قليلة التكلفة (Banerjee et al., 2000).

إن خوف المرضى عند حاجتهم للمعالجة السنية غالباً ما ينتج عنه عدم حصولهم على رعاية سنية اختيارية ومنظمة وعالية الجودة، حيث يرتبط السلوك السلبي للمرضى بالتجارب المؤلمة المبكرة والمواقف السلبية في أسرة المريض (bastia et al., 2024).

يمكن تفسير ميلان طريقة تجريف النخر باستخدام السنابل الدوارة إلى الإفراط في تحضير الحفر بسبب عدم حساسية الممارس للإجراء المتبع، وعدم وجود ردود الفعل للمسية عند استخدام هذه الطريقة، وقد يؤدي ذلك إلى إزالة الأنسجة بسرعة كبيرة مع انخفاض التحكم في العملية برمتها،

حيث لا يكون واضحاً دائماً للطبيب متى يتم الوصول إلى النقطة النهائية السريرية الفعلية للمعالجة، لذلك تستمر عملية التجريف في العاج السليم مما يؤدي إلى الإفراط في التحضير (Banerjee et al., 2000).

تعتبر إزالة النخر الكيميائي الميكانيكي (CMCR) تقنية محافظة تزيل نسج العاج المصاب بشكل فعال باستخدام عوامل كيميائية مختلفة، وقد هدفت هذه الدراسة إلى تقييم فعالية جل Papacarie Duo، و Brix 3000، وجل Selecti-Solve، وجل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4٪، والطريقة الميكانيكية التقليدية في إزالة النخر، وكذلك لتقييم الألم والحاجة للتخدير الموضعي، وراحة وتقبل المريض للمعالجة.

تعتبر تقنية تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي أفضل من طريقة تجريف النخر الآلي بالطرائق الدوارة من حيث الحفاظ على العاج وبالتالي فإن فرص تقليل انكشاف اللب اللب سوف تكون أفضل باستخدامها (Boob et al., 2014).

2-4 مناقشة طرائق الدراسة:

في هذه الدراسة، تم اختيار طريقة تجريف النخر بالطريقة التقليدية الميكانيكية بطريقة محافظة حتى الوصول إلى العاج الصلب كمجموعة شاهدة حيث تعتمد كل من طرق تجريف النخر بتقنية (ART) والطرق الميكانيكية الكيميائية على نهج تحضير محافظ يهدف إلى إزالة أقل قدر من أنسجة الأسنان، وقد أثبتت تقنيات العلاج بالتداخل الأصغري غير الرضي فعاليتها في إزالة آفات النخرة (Gupta et al., 2022).

أشار الباحث Bastia وزملائه إلى أن الطريقة التقليدية في تجريف النخر تحظى بتفضيل كبير من قبل الأطباء لكفاءتها في توفير الوقت وإزالة الآفات النخرة بفعالية وبسرعة وهي الطريقة الأكثر استخداماً لإزالة النخر، ولكن عملية تجريف النخر يمكن أن تكون مؤلمة وغير مريحة بسبب عدة

عوامل منها حساسية اللب السني، والضغط الميكانيكي داخل السن، والضوضاء والاهتزازات التي تنتقل إلى العظم، وارتفاع درجات الحرارة أثناء تجريف العاج (bastia et al., 2024).

أشار الباحث Schirks وزملائه 2003 عند مقارنة تجريف النخر بالمجارف اليدوية مع تجريف النخر بالسنايل الدوارة أن الأطفال الذين عولجوا بأدوات يدوية شعروا براحة واسترخاء أكبر بكثير من أولئك الذين عولجوا بأدوات تجريف النخر الدوارة.

لم يتم استخدام الصباغ الكاشف للنخر في هذه الدراسة للتشخيص بعد تجريف النخر وإنما الاعتماد الكامل على الفحص والسرير السريري لتحري العاج القاسي السليم، حيث أشار الباحث Osiewicz الى أن الصباغ الكاشف للنخر يمكن أن يصبغ المنظومة العضوية للعاج ذو التمعدن الأقل ويتضمن ذلك كل من العاج الطبيعي المحيط باللب والعاج السليم الموجود في منطقة الملتقى المينائي العاجي (Osiewicz et al., 2022).

ولا يُنصح عادةً باستخدام الصباغ الكاشف للنخر لعلاج الآفات التي تخترق الثلث الأوسط من العاج أو ما بعده، وذلك لأن هناك احتمالية أكبر للتسبب في انكشاف غير ضروري لللب أثناء تجريف النخر من الحفرة ويمكن الوقاية منه (bastia et al., 2024).

إن تقييم القوة المطلوبة للمسبر الحاد لترك علامة على أنسجة الأسنان النخرة هو حاليًا الطريقة الأكثر عملية للطبيب لتقييم درجة "طراوة" أو "صلابة" وسلامة النسيج داخل الحفرة المحضرة حسب تعليمات مجلس التعاون الدولي للخبراء في مجال نخور الأسنان (ICCC) عام 2017 (Banerjee et al., 2020)،

وتؤكد الدراسات أن الصباغ الكاشف للنخر يواجه صعوبة في التمييز بين العاج المؤوف والعاج المتأثر منزوع المعادن، وقد يصبغ العاج المتأثر منزوع المعادن حتى لو لم يكن مصابًا، وخاصة عند الملتقى المينائي العاجي، والمنطقة المحيطة باللب، مما يؤدي إلى إزالة غير ضرورية لبنية السن السليمة (Lin et al., 2023) (Kumari et al., 2022) (Alamoudi et al., 2022).

وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن الصباغ الكاشف للنخر يفشل في التمييز بشكل فعال بين الأنسجة المصابة والسليمة (Banerjee et al., 2003) حيث يزعم McComb وزملائه 2000 أن الصباغ الكاشف للنخر يفتقر إلى الانتقائية للعلاج المصاب، ويقترح استخدام طرق تقييم سريرية أخرى مثل الفحص السريري البصري واللمسي.

يتمتع الصباغ الكاشف للنخر بتفضيل للمواد التي تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية، وينصح المصنعون بتكرار التطبيق حتى الوصول إلى مرحلة لا يحدث فيها تغير في لون العاج. ونتيجة لذلك، يؤدي الاستخدام المفرط و غير الحكيم لهذه المادة إلى تحضير جائر للنسج، مما يزيد الإزالة غير الضرورية للعاج فوق سطح اللب، ويؤدي إلى إزالة مفرطة من الملتقى المينائي العاجي (Frencken et al., 2020).

في الدراسة الحالية، تم استخدام مقياس Ericson للمقارنة بين المجموعات فيما يتعلق بالنخر المتبقي بعد عملية التجريف، وهو اختبار موثوق وفعال وسهل التطبيق ومنتق من الممارسين (Ericson et al., 1999).

وتم تقييم فعالية إزالة النخر باستخدام طريقة الحس اللمسي وفقاً لدراسة Sadasiva حيث اقترح أن الطريقة اللمسية في كشف النخر مماثلة لفعالية التألق الليزري laser fluorescence والصباغ Dye في الكشف عن النخر المتبقي (Sadasiva et al., 2019).

تم إجراء التقييم الإجمالي لإزالة النخر بناءً على عدة معايير وذلك بسبر الحفرة العاجية بمسبر حاد، ويجب ان يمر بسلاسة فوق العاج دون مواجهة أي مقاومة او اندخال بالسطح العاجي Sticky feeling او ما يعرف بالمقاومة عند السحب Tug back، ووجود سطح صلب بني اللون، وغياب أي بقع على السطح (Lozano-Chourio et al., 2006).

اعتمد الباحث Gupta وزملائه 2013 في دراستهم المعايير البصرية واللمسية لتقييم فعالية هلام Papacarie في إزالة العاج النخر وقد أشار الباحث Kidd وزملائه عام 1996 في دراسته أنه حصل على نتائج مُرضية عندما تم استخدام هذه الطريقة لتقييم خلو الحفرة المحضرة من النخر. واعتمد الباحث Nadanovsky وزملائه 2001 والباحث Kidd وزملائه 1993 على الطريقة اللمسية والبصرية وأشاروا الى أنها طريقة معتمدة ومقبولة لتحري وجود النخر في الحفر السنّية.

كانت مدة التطبيق دقيقة واحدة في مجموعة هلام Papacarie DUO ودقيقتين في مجموعتي هلام BRIX3000 وجل Selecti-Solve وذلك وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة. بالإضافة إلى ذلك، تم تطبيق هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% لمدة دقيقتين وذلك اعتماداً على ما قام به الباحث الخولي وزملائه في دراستهم (Alkhouli et al., 2020).

تم تحديد الزمن المستغرق لتجريف النخر في كل حالة باستخدام ساعة توقف رقمية في مجموعة عوامل CMCR، وبدأ حساب وقت العلاج عند تطبيق المادة لأول مرة حتى تم التأكد من أن التجويف خالٍ من النخر تماماً.

أما في مجموعة الطريقة الميكانيكية اليدوية التقليدية بدأ حساب وقت العلاج عند أول ملاسة لسنبلة التنغستين كاريبايد الكروية للحفرة النخرة، وثم بالمجارف اليدوية الحادة بشكل الملعقة بحركات دورانية من المحيط باتجاه المركز، وحتى خلو الحفرة من النخر بشكل كامل.

تم استخدام مقياس NRS لتقييم شدة الألم أثناء تجريف النخر نظراً لبساطته وحساسيته للتغيرات الصغيرة في الألم (Haefeli et al., 2006)، وكان ما يقرب من ثلثي المشاركين (66%) من الإناث، وكان متوسط العمر 27.66 عاماً (الاعمار تتراوح ضمن مجال 18-40 عاماً) .

في الدراسة الحالية، تم قياس حجم ومساحة الحفرة المحضرة وذلك عبر إدخال فرشاة دقيقة (فرشاة تطبيق البوند) في التجويف المحضر، ثم تم ملؤه براتنج سيال (عازل اللثة المستخدم في التبييض داخل العيادة)، وبعد ذلك يطبق عليها التصليب الضوئي لمدة 3 ثواني بشكل نبضي، وذلك منعاً

لارتفاع درجة الحرارة داخل الحفرة، تم بعد ذلك تزال من الحفرة و يتابع تصليب قطعة الريزين خارج الفم.

بعد ذلك، تم مسح قطعة الراتنج باستخدام ماسح ضوئي ثلاثي الأبعاد Medit T710 لإجراء القياس الحجمي للتجويف بعد الحفر وهو جهاز ماسح دقيق جداً لا تتجاوز دقة الخطأ فيه الـ 4 ميكرون، ثم تم قياس ابعاد الحفرة عبر برنامج Exocad وBlinder، حيث أن هذه التقنية مبتكرة وخاصة بهذا البحث، وفعالة من حيث الوقت وتوفر تحليلاً دقيقاً لأبعاد التجويف، حيث إنها تلغي الوقت الضائع اللازم لعمل الطبقات السيلكونية وتصنيع القوالب لأخذ الطبقات للحفر الخالية من النخر المستخدمة في الدراسات السابقة (bastia et al., 2024).

حيث بين الباحث Katiyar وزملائه 2021 أن الطبقات السيلكونية تعاني من تغير في الأبعاد وخاصة في المناطق الصغيرة و المناطق التي تحوي أماكن تثبيت ولذلك اعتمدوا على مطاط الطبع الإضافي لكي يتم التقليل من تأثير تقلص الطبقات وأخذ قياسات دقيقة لكن ذلك لم يكن بالشكل المناسب كما أشار الباحث Sharma وزملائه 2023 الى أن حجم الحفرة الحقيقي يكون أكبر من حجم المدخل الاطباقي لها (Katiyar et al., 2021) (Sharma et al., 2023).

قام الباحث Romalee وزملائه باستخدام طريقة مشابه حيث استخدم التحليل ثلاثي الأبعاد لتقييم جودة الحفر المحضرة من قبل الطلاب، ثم تم مسح جميع الحفر باستخدام ماسح ضوئي داخل الفم، ثم تم وضعها فوق التجاويف القياسية التي أعدها المُقيّم باستخدام برنامج التحليل ثلاثي الأبعاد (Romalee et al., 2024).

تم في هذه الدراسة، تسجيل الحاجة للتخدير الموضعي في كل طريقة من طرائق تجريف النخر التقليدي والميكانيكي الكيميائي، حيث تم اعلام المريض أنه في حال الألم الشديد يمكن أن يطلب التخدير الموضعي في أي وقت من المعالجة ويسجل ذلك في استمارته.

تم في هذه الدراسة، تقييم سهولة تطبيق المادة وهو متغير موضوعي يخضع لتقييم الباحث بشكل عام، وتم إعطاء القيم لكل حالة في المجموعات حسب التصنيف التالي (سيئ - ضعيف - متوسط - جيد - ممتاز) .

تم في هذه الدراسة، تسجيل عدد مرات تطبيق المادة للمقارنة بين مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي وتسجيلها في استمارة المريض.

تم في هذه الدراسة، تسجيل مدى راحة المريض وتقبله للمعالجة، حيث تم سؤال المريض بعد المعالجة عن تقييمه الشخصي للتجربة التي خاضها وطلب منه الاختيار بين الفئات التالية (ضعيف - متوسط - جيد - ممتاز) .

تم الترميم النهائي للحفرة بمادة GIC حيث أشار الباحث van Amerongen وزملائه 2004 الى أنه تقنية التحضير المحافظ غير الراض (ART) لها سلبية نظرًا لاستخدام الأدوات اليدوية فقط مما يؤدي الى بقاء بعض النخر في الحفرة والذي يؤدي بدوره الى نخر لاحق ولذلك نصح باستخدام مادة ال GIC لأن لها مزايا ارتباط بالسن وايضا تحرر شوارد الفلور الذي يقي من النخر اللاحق وله تأثير تثبيطي للعضويات الممرضة في النخر السني.

3-4 مناقشة نتائج البحث :

1-3-4 متغير حجم الحفرة :

الهدف من قياس حجم الحفرة بعد التحضير هو الحصول على اكبر دقة في النتائج، من خلال مقارنة الزمن المستغرق لتجريف الحفرة من النخر السني بطريقة معينة مع حجم التجويف المُجَرَف، والذي بدوره يدلنا الى الفعالية الحقيقية لطريقة التجريف المتبعة.

تبعاً لتفاوت أحجام الأسنان بين الكبير والصغير والعرض المتغير للأسنان الدهليزي اللساني، اعتمدنا في هذه الدراسة على قياس حجم الحفرة المحضرة بعد تجريف النخر بشكل دقيق ومقارنتها مع الزمن وذلك لتحري الفروقات بين حجوم الحفر للعينة المدروسة.

كان متوسط حجم الحُفَر بعد التجريف هو الأعلى في مجموعة هلام (18.97 ± 9.76) Papacarie DUO، تليها المجموعة الميكانيكية التقليدية (16.80 ± 6.16) ، ومجموعة هلام Selecti-Solve (16.02 ± 5.22) ، ومجموعة BRIX3000 (15.28 ± 7.20) ، وكان الأدنى (14.87 ± 5.22) في مجموعة هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% ، بدون فرق ذي دلالة إحصائية بين المجموعات ($p = 0.506$) .

في هذه الدراسة، لم يكن هناك فرق دال احصائياً في القياسات الحجمية للتجويف بعد انتهاء تجريف النخر بين المجموعات، مما يشير إلى أن حجم الحُفَر المحضرة في المجموعات متقارب جداً، وأن عينة الدراسة متجانسة، مما يدل على أن الوقت المسجل يدل على فعالية حقيقية للطريقة المستخدمة.

أشار Banerjee الى أن العامل الرئيسي الذي يجب التحكم فيه هو حجم الحفرة التي سيتم العمل عليها، حيث إن النتائج المقارنة بين التقنيات المختلفة والزمن الذي نحصل عليه من قياس فترة

المعالجة وعدد مرات التطبيق، يكون بلا معنى، إذا تمت إزالة النخر من حفر غير متساوية الاحجام (Banerjee et al., 2000).

في حين ذكر Chourio وآخرون 2006 الى أن الاختلاف في وقت المعالجة بين مجموعات تجريف النخر قد يكون مرتبطاً باختلافات في نوع وحجم الحفر ونوع الأسنان المعالجة ونوع العاج وعمر المريض.

4-3-2 مناقشة متغير الوقت:

كان متوسط وقت إزالة النخر هو الأعلى (17.45 ± 4.42) في مجموعة جل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%، تليها مجموعة مادة Selecti-Solve (13.32 ± 3.19)، ثم مجموعة مادة BRIX3000 (12.30 ± 2.93)، ثم مجموعة مادة Papacarie DUO (11.92 ± 4.05)، وكان أدنى متوسط وقت للمعالجة (6.33 ± 1.69) في مجموعة الطريقة الميكانيكية التقليدية. مع وجود فرق كبير إحصائياً بين المجموعة الميكانيكية التقليدية والمجموعات الأخرى ($p < 0.05$)، ومجموعة هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% والمجموعات الأخرى ($p < 0.05$). أظهرت النتائج سرعة عمل متقاربة بالنسبة لمادة Papacarie Duo ومادة BRIX3000 ومادة Selecti-solve بدون وجون فرق دال احصائياً بين مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيمائي المعتمد على أنزيم الـ Papaine في تجريف النخر.

وقد تعزى هذه النتيجة الى أن وجود مادة الكلورامين Chloramin في مادة تجريف النخر الميكانيكي الكيمائي يحافظ على المكونات العضوية وغير العضوية للعاج المتبقي والذي يكون أقل صلابة من العاج السليم بالمقارنة مع مادة Brix3000 المعتمدة على أنزيم الباباين بشكل كامل، والتي تعتبر بديل جيد في تجريف النخر بالطريقة التقليدية التي ينتج عنها عاج أشد صلابة وأعلى تمعدن، ويحوي مواد عضوية أقل، ويكون تركيب هذا العاج قريب من تركيب العاج السليم (Al-Badri et al., 2024).

وقد ذكر الباحث Kakaboura وزملاؤه 2003 أن سبب وقت العمل الطويل عند استخدام عوامل تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي هو الحاجة الى اعادة تطبيقها المتعدد للحصول على فعالية مثالية.

تتفق نتيجة الدراسة الحالية مع دراسة Gupta وزملائه حيث قارن في دراسته بين مادتي BRIX3000 ومادة Papacarie، واستخلص أن مادة BRIX3000 كانت لها زمن عم أطول من Papacarie في تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بدون فارق دال احصائياً (Gupta et al., 2024).

وتتفق نتيجة الدراسة الحالية مع دراسات Kitsahawong وزملائه 2015 و Singh وزملائه 2011 والتي خلصت إلى أن الطريقة الميكانيكية التقليدية تتطلب وقتاً أقل مقارنة بتقنية إزالة النخر الكيميائية الميكانيكية بغض النظر عن العوامل الكيميائية المستخدمة .

توافقت نتيجة الدراسة الحالية مع دراسة Santos حيث أشار الى أن تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادتي Papacarie Duo ومادة BRIX3000 كان ذو وقت عمل أطول من التجريف التقليدي، وعلى الرغم من هذه النتيجة، فإن الوقت المطلوب لبروتوكولات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي لن يؤثر سلبيًا على النشاط السريري فيما يتعلق بتطبيقها (Santos et al., 2020).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Inamdar حيث أشار الى ان مادة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي BRIX3000 كان له متوسط وقت تجريف نخر يعادل 13.66 دقيقة (Inamdar et al., 2020).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث De Souza وزملائه 2022 حيث أشار الى أن تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي استغرق وقت أطول من تجريف النخر بالمجارف اليدوية المحافظ ART (De Souza et al., 2021).

توافقت دراستنا الحالية مع نتائج دراسة المراجعة النظرية للباحث Hamama وزملائه 2015 حيث وضحت أن Papacarie كان له زمن عمل أقل من مواد تجريف النخر المعتمد على هيبوكلوريت الصوديوم Carisolv وقام باستبعاد التجارب السريرية التي استخدمت Caridex والإصدار القديم من Carisolv (0.25% NaOCL) بسبب الاستخدام السريري المحدود لهذه العوامل الكيميائية الميكانيكية لإزالة النخر بالإضافة إلى عدم توفرها في سوق طب الأسنان وبسبب وقت العمل الطويل المسجل بهما في الدراسات السريرية (Hamama et al., 2015).

توافقت دراستنا الحالية مع دراسة Kochhar وزملائه 2011 حيث تم تسجيل الحد الأدنى من الوقت لإزالة النخر بواسطة مجموعة الطريقة التقليدية ويعزى ذلك لفعالية وسرعة الطريقة التقليدية في تجريف النخر.

أشارت نتائج الباحث Garg وزملاؤه 2015 إلى أن الوقت المستغرق لإزالة النخر كان أطول في مجموعة مادة Carie care (مادة معتمدة على أنزيم الباباين) مقارنة بمجموعة Airotor ومجموعة التجريف التقليدي بالمجارف اليدوية.

توافقت دراستنا مع دراسة Ferrari وزملائه 2005 حيث أشار إلى أن تجريف النخر بالطريقة الميكانيكية الكيميائية باستخدام Papacarie تستغرق وقتاً أطول عند المقارنة بالطريقة التقليدية. توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Goomer وزملاؤه 2013 التي وجدت أن تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي استغرق وقتاً أطول بكثير لإزالة النخر مقارنة بالأدوات اليدوية بالأسنان اللبنية التي يتم علاجها.

توافقت نتائج دراستنا مع دراسة Ericson وزملائه 1999 التي وجدت أن متوسط وقت إزالة النخر كان 10.40 دقيقة باستخدام تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي Carisolv، و 4.42 دقيقة باستخدام الأدوات الدوارة، وهذه النتائج متقاربة مع النتائج الموجود في الدراسة الحالية.

توافقت الدراسة مع دراسة Verma وزملائه 2007 التي وجدت أن الوقت المستغرق في تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي كان الأعلى بالمقارنة مع مجموعة التجريف التقليدي ومجموعة التجريف باستخدام Airotor (Verma et al., 2007).

توافقنا مع دراسة Banerjee وزملائه 2000 التي وجدت أن تجريف النخر بالسنابل الدوارة كان أسرع طريقة من بين كل الطرق التي تم اختبارها وأن طريقة التجريف الميكانيكي الكيميائي كانت الأبطأ وفسر هذه النتيجة بأن طريقة التجريف الكيميائي الميكانيكي هي في الأساس شكلاً من أشكال الكشط اليدوي الخفيف بمساعدة الهلام بدلاً من التجريف الفعلي للحفرة (Banerjee et al., 2000).

أشار كل من Watson و Kidd و Banerjee عام 2000 إلى أن إزالة النخر الكيميائي الميكانيكي تستغرق وقتاً أطول من التحضير التقليدي حيث قاموا بتقييم 5 طرق بديلة (الحفر اليدوي التقليدي، السنابل الدوارة بسرعة بطيئة، السحل الهوائي، التجريف بالموجات فوق الصوتية، Carisolv) لتجريف العاج النخر ووجدوا أن طريقة Airotor كانت أسرع طريقة وطريقة CMCR كانت الأبطأ من بين الطرق الخمس.

اختلفت نتيجة الدراسة الحالية مع دراسة Matsumoto وزملائه 2013 حيث استخلصوا أن الطريقة التقليدية تتطلب نفس المقدار من الوقت الذي يتطلبه هلام Papacarie DUO ويعزى ذلك الى الاختلاف في طريقة العمل وحجم العينة.

3-3-4 مناقشة متغير النخر المتبقي بعد التجريف:

بين التحليل الاحصائي أنه لا توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات درجة النخر المتبقي على مقياس Ericson بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة في عينة البحث مهما كانت الطريقة المتبعة لتجريف النخر مما يدل على فعالية متماثلة بين مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي والطريقة التقليدية في تجريف النخر.

وقد أظهرت 6.70% فقط من الحالات من مجموعات جل Selecti-solve و BRIX3000 وجل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% نخرا في قاعدة الحفرة و/أو أحد الجدران دون وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين المجموعات ($p = 0.982$) في حين أن الحصول على حفرة خالية من النخر السني تماماً في مجموعات Selecti-solve و جيل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% وجل Papacarie Duo كانت بنسبة 67.7% وقد أظهرت غالبية الحالات (73.30%) في مجموعات BRIX3000 والطريقة الميكانيكية التقليدية إزالة كاملة للنخر.

1-3-3-4 مناقشة المجموعة التقليدية الشاهدة ومجموعة التجريف الكيميائي بجيل

هيبوكلوريت الصوديوم 2.5%:

توافقت نتائج الدراسة مع البحث الذي أجراه Alkhoulie وزملاؤه 2020 على الأسنان المؤقتة، من حيث أن جل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% هو مادة قادرة على تجريف النخر بشكل كيميائي ميكانيكي للقضاء على الآفات النخرية.

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Gupta حيث ذكر في دراسته أنه أظهرت 32% من الأسنان في مجموعة التجريف التقليدي بالمجارف اليدوية إزالة غير كاملة للنخر (Gupta et al., 2022).

واختلفنا مع نتائج دراسة الباحث Garg وزملائه 2015 إلى أن الفعالية في تجريف النخر كانت الأعلى مع جهاز airotor يليه مادة carie care (مادة معتمدة على أنزيم البابايين) والفعالية الأقل في حالة التجريف اليدوي بالمجارف.

وقد لوحظ في دراسة Goomer وزملائه 2013 أن النخر المتبقي كان أقل مع جهاز Airotor، وبالتالي لوحظت أفضل فعالية لإزالة النخر، يليه مادة Carisolv (مادة تجريف كيميائي معتمدة على هيبوكلوريت الصوديوم) وأقل فعالية لتجريف النخر كانت باستخدام الأدوات اليدوية الدوارة.

وقد لوحظت نتائج مماثلة في الدراسة التي أجراها Kochhar وزملائه 2011 والباحث Pandit وزملائه 2007، حيث أن فعالية إزالة النخر كانت أعلى باستخدام جهاز Airotor، تليها فعالية مماثلة تقريباً باستخدام طريقة التجريف الميكانيكي الكيميائي (Carisolv) وأقل فعالية باستخدام الأدوات اليدوية.

بالمقابل اشار الباحث Banerjee وزملائه 2003 الى أن الطريقة الميكانيكية الكيميائية بالتشارك مع الادوات اليدوية التقليدية هو الحل الأكثر انتقائية للنخر السني والمحافظة على النسيج العاجية السليمة وأشار الى أن تجريف النخر بسنابل التنغستين الدوارة كان له الانتقائية الاقل للنسيج العاجية ويعتمد التجريف بها على خبرة الطبيب فقط حيث إنها تولد احساس لمسي قليل ويميل التحضير ليكون جائراً للنسيج العاجية .

أشار الباحث Lager وزملائه 2003 الى أنه عند تجريف آفة نخرة، تتم إزالة الجزء الأكبر من الكائنات الحية الدقيقة مع معظم العاج الميت، وهذا لا يجعل الحفرة المحضرة خالية من البكتيريا، ولا يزال الأساس المنطقي وراء إزالة العاج النخر غير مؤكد، ويستند إلى معايير سريرية غير مباشرة إلى حد ما.

في دراسة الباحث Banerjee وزملائه 2000 تم استخلاص ان تجريف النخر بالطريقة اليدوية يميل الى أن يكون محافظا في تحضير الحفر مثل مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي (Carisolv)، اما بالنسبة لسنابل التنغستين كاريبايد التي تعمل على قبضات بالسرعة المنخفضة كانت تميل الى أن تكون جائرة بالنسبة للعاج وتقوم بإزالة زائدة للنسيج العاجية السليمة (Banerjee et al., 2000).

وقد ذكر الباحث Kidd وزملائه 1996 أنه من غير الممكن إزالة العاج المتجرثم بالكامل، وأشار الى أنه ليس من الضروري عند تجريف النخر إزالة العاج المتلون من الملتقى المينائي العاجي

بشكل كامل ويمكن الإبقاء على العاج المتصلب المتلون في الملتقى المينائي العاجي تبعاً إلى أن وجود الجراثيم فيه ليس ذو دلائل سريرية (Kidd et al., 1996).

وذكر الباحث van Amerongen والباحث Weerheijm أنه خلال تقنية (ART) من الممكن أن يتواجد بعض النخر المتبقي نظراً لاستخدام الأدوات اليدوية فقط وأيضاً بسبب التعب الذي يصيب اليد والمعصم أثناء التجريف من الممكن الشك ببقاء بعض النخر في المناطق صعبة التحضير (van Amerongen et al., 2004) (Weerheijm et al., 1998).

أظهرت العديد من الدراسات أن عدداً منخفضاً من الكائنات الحية الدقيقة غالباً ما يبقى في العاج الصلب السليم سريرياً على الرغم من الانخفاض الكبير في عدد البكتيريا، ومع ذلك، يعتبر هذا المستوى المنخفض من البكتيريا مقبولاً سريرياً من قبل العديد من المؤلفين (Kidd et al., 1993).

أشار الباحث Smales عام 1999 إلى أن المناطق المتصبغة بشكل كبير عند استخدام كاشف النخر الصباغي كانت مرتبطة بمناطق يصعب الوصول إليها، مثل تلك التي تتشكل أسفل الحدبات، حيث لا يمكن إزالة الميناء التي تقوم بصنع نتوء فوق الحفرة المحضرة.

2-3-3-4 مناقشة الفعالية في مجموعة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة

Papacarie Duo:

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Angrish وزملائه حيث أشار إلى أن هلام Papacarie يتمتع بفعالية مشابهة للطريقة الميكانيكية التقليدية في إزالة النخر السني (Angrish et al., 2024).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحثة AlHumaid التي وجدت أنه لا يوجد فرق دال احصائيا في الفعالية بين هلام Papacarie وتجريف النخر التقليدي حيث أن الطريقتين أظهرتا فعالية متشابهة في إزالة النخر (AlHumaid et al., 2020).

توافقت دراستنا مع دراسة Santos وزملائه 2020 حيث أشار الى أنه لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين المجموعات بعد تجريف النسخ النخرة وذلك باستخدام مادتي تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي Papacarie Duo ومادة Brix3000 والطريق التقليدية، ويوصى بأي من الخيارات الثلاثة في إزالة النخر السني (Santos et al., 2020).

توافقنا مع دراسة الباحث Bottega التي وجدت أنه يمكن استخدام Papacarie في تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي للرعاية الصحية العامة، حيث إنها تحقق خفض كبير في تكلفة إجراءات ترميم الأسنان ولها نفس الفعالية التي لوحظت في طريقة إزالة النخر التقليدية (Bottega et al., 2018).

توافقت دراستنا مع دراسة Kumar وزملائه 2016 حيث اشار الى أن Papacarie ذو فعالية في تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي تعادل فعالية الطرائق التقليدية في تجريف النخر (Kumar et al., 2016).

توافقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة الباحث Boob حيث اشار الى أن المادة المعتمدة على البايين (Papacarie Duo) كانت بنفس فعالية المواد المعتمد على هيبوكلوريت الصوديوم (Carisol)، وكلاهما كان فعالاً في إزالة الأنسجة النخرة (Boob et al., 2014).

توافقنا مع دراسة Jawa وزملائه 2010 التي وجدت نتائج مماثلة عند مقارنة Papacarie مع الطريقة التقليدية.

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Abdelnur وزملائه 2008 حيث وصف ثلاث تقنيات بديلة لإزالة النخر السني (العلاج المحافظ الغير رضي ART، و Carisolv، و Papacarie) وخلص إلى أن هذه الطرق الثلاث تعد بدائل جيدة للطريقة التقليدية.

توافقت هذه الدراسة مع دراسة الباحث Kochhar وزملائه، التي وجدت ان مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي (Papacarie و Carisolv) والطريقة التقليدية كانت فعالة في إزالة النخر، وأشار الى عدم وجود اختلاف دال احصائيا بين المجموعات في الفعالية (Kochhar et al., 2011).

أوصى الباحث Jawa وزملائه 2010 و Kochhar وزملائه 2011 و Kotb وزملائه 2009 باستخدام Papacarie كونه فعالا في إزالة النخر السني وكونه مريح وسهل الأداء وأقل إزعاجا للمريض ويعتبر بديلاً جيداً للطرق التقليدية المؤلمة.

3-3-3-4 مناقشة فعالية التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام Selecti-

:Solve

حصلنا في هذه الدراسة على نتائج فعالية جيدة لمادة selecti-solve العربية المنشأ (جمهورية مصر العربية) والتي تعتبر بديل جيد واعد واقتصادي لمواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي الأخرى المعتمده على أنزيم الباباين Papaine، حيث كان متوسط زمن العمل في هذه المادة 13.32 دقيقة، وهو قريب جدا من متوسط عمل مادة BRIX3000 والبالغ 12.30 دقيقة، ومادة Papacarie Duo البالغ 11.92 بدون فروق داله احصائياً.

وقد حصلنا على حفر خالية من النخر بشكل كامل في غالب الحالات ولم يكن هناك فرق دال احصائيا في النخر المتبقي بين هذه المادة وبين باقي مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي والمجموعة التقليدية أيضا.

لا يوجد دراسات سريرية سابقة لمقارنة نتائج دراستنا بها بالنسبة لمادة Selecti-Solve حيث هي مادة جديدة طرحت في الأسواق وموافق عليها من وزارة الصحة المصرية.

وقد درس الباحث Ghonim وزملاؤه تأثير تجريف النخر المحافظ بعدة طريق على قوة الالتصاق الدقيقة للمواد اللاصقة العالمية و استخدم مادة Selecti-Solve في عينة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي في دراسته (Ghonim et al., 2023).

4-3-3-4 مناقشة الفعالية في مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي

باستخدام مادة Brix3000:

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث López-García وزملائه عام 2024 حيث أن نتائجهم تشير إلى أن Brix3000 سيكون المادة الأكثر ملاءمة لإزالة النخر الكيميائي، مع وجود Papacárie Duo و NATURAL CARE أيضًا كخيارات جيدة، وتنشط استخدام Cariesolut المعتمد على هيبوكلوريت الصوديوم بسبب توافقه الخلوي المنخفض مع الخلايا الجذعية لللب الأسنان.

توافقت دراستنا أيضاً مع الباحث bastia وزملائه حيث أشار الى أن التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Brix3000 كانت ذات فعالية اكبر في الحفاظ على النسيج السنية والذي بدوره يزيد فرصة الحفاظ على اللب السني (bastia et al., 2024) .

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Kandil وزملائه 2024 حيث أشار الى أن Brix3000 هو بديل فعال لإزالة النخر في الأسنان بدون ألم وراحة كبيرة للمريض ومع فعالية كبيرة مضادة للجراثيم (Kandil et al., 2024).

توافقت دراستنا مع نتائج الباحث Gupta وزملاؤه 2022 حيث أشار الى أن 50% من الحالات في مجموعة Brix3000 أظهرت إزالة كاملة للنخر بينما أظهرت نسبة قليلة من الحالات بقاء النخر في قاعدة الحفرة، وذلك لأن الصباغ الكاشف للنخر امتص بالحد الأعلى من العاج في

القاعدة مقارنة بالجدار، بينما أظهرت 32% من الأسنان مجموعة التجريف التقليدي بالمجارف اليدوية إزالة غير كاملة للنخر (Gupta et al., 2022).

توافقنا مع دراسة الباحث Oommen وزملائه 2021 حيث أشار في دراسته أنه لا يوجد فرق سريري دال احصائيا في فعالية تجريف النخر باستخدام مادة BRIX3000 وبين الأدوات التقليدية الدوارة، وأن مادة BRIX3000 تشكل بديلاً جيداً للأدوات التقليدية في تجريف النخر (Oommen et al., 2021).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Santos وزملائه التي وجدت أن Brix3000 هو خياراً جيداً لإزالة النخر العاجي بطريقة كيميائية ميكانيكية، نظراً لسرعة إزالته للنخر وسميته الخلوية المنخفضة مقارنةً بخيارات العلاج الأخرى (Santos et al., 2020).

يمكن أن تعزى فعالية مادة BRIX3000 الى أنها تقوم بحل اليف الكولاجين بكفاءة أكبر حيث يتمتع بنشاط إنزيمي مرتفع مقارنة بعوامل CMCR الأخرى (Inamdar et al., 2020).

و ذكر الباحث Alkhoul و زملائه 2020 أنه في مادة Brix3000 ارتفع تركيز الباباين إلى 3000 وحدة/مجم في كل 10%، مما يزيد من فعاليته وقدرته الحالة الانتقائية لالياف الكولاجين.

وتشير هذه النتائج الى أن فعالية مادة BRIX3000 نتيجة آلية العمل الفريدة حيث أن الفعل التحللي للبروتين يؤدي إلى تنظيف كيميائي يليه تحلل وإزالة غلاف الفيبرين المتكون من عملية النخر يتبعه هضم للخلايا المتحللة وتحطيم جزيئات الكولاجين وتليين العاج (Gupta et al., 2022).

4-3-4 مناقشة متغير الألم بمقياس NRS:

عند المقارنة في مقدار الألم بين مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية وكل من مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة الأربع الباقية كانت قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة

($p < 0.05$)، حيث أظهرت مجموعة تجريف النخر الميكانيكية التقليدية أعلى متوسط درجات (5.40 ± 1.72) من قيم NRS مع وجود فرق دال إحصائياً مقارنة بالمجموعات الأخرى، تليها مجموعة هلام Selecti-Solve (3.27 ± 1.75)، ومجموعة هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% (3.20 ± 1.21)، ثم مجموعة هلام Papacarie DUO (3.13 ± 1.81)، ثم مجموعة مادة BRIX3000 سجلت متوسط الدرجات (2.67 ± 1.11).

أثرت طرق تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بشكل ملحوظ على انقاص درجة الألم لدى افراد العينة بالمقارنة مع تجريف النخر بالطريقة التقليدية والتي حققت أعلى درجات من الألم بين الأفراد على مقياس NRS.

حيث عند مستوى الثقة ٩٥%، توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار الألم بين مجموعة التجريف اليدوي التقليدي وباقي مجموعات الدراسة، ونستنتج أن قيم مقدار الألم في مجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية كانت أكبر منها في كل من مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي الأربعة الباقية.

لا توجد فروق دالة إحصائياً في قيم مقدار الألم بين مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي الأربعة في الدراسة الحالية.

اتفقت دراستنا مع دراسة Kandil وزملائه التي وجدت أنه هناك فرق كبير جداً بين مجموعة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام Brix3000 والمجموعة الثانية التقليدية فيما يتعلق بالألم، حيث أظهرت المجموعة الأولى نتيجة أفضل بشكل ملحوظ في تقليل الإحساس بالألم أثناء إجراء إزالة النخر (Kandil et al., 2024).

توافقت دراستنا الحالية مع دراسته الباحث Gupta وزملائه التي وجدت أن تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام Papacarie و BRIX3000 كان له دلالة إحصائية كبيرة في انقاص الألم بالمقارنة مع تجريف النخر بالمجارف اليدوية التقليدية (Gupta et al., 2024).

واتفقنا مع دراسة الباحث Aydemir وزملائه التي وجدت أن مادة Papacarie Duo كان لها أثر مباشر في انقاص الألم بالمقارنة مع الطريقة التقليدية (Aydemir et al., 2023).

وتوافقت دراستنا أيضا مع دراسة Mohantly وزملائه حيث فسر النتيجة التي حصل عليها بأن عوامل تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي CMCR تزيل العاج المصاب فقط وتحافظ على العاج سليماً، وهو ما يُعتبر إجراءً غير مؤلم (Mohanty et al., 2023).

أظهرت المجموعة الميكانيكية التقليدية أعلى متوسط درجات للألم مقارنة بمجموعات عوامل التجريف الكيميائي المضمنة في الدراسة الحالية و التفسير المحتمل لهذا الاكتشاف هو أن استخدام مجرفة غير حادة بشكل ملعقة لإزالة النخر بعد تطبيق عوامل تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي يقلل من الضغط والألم الناجم عن الأدوات الحادة التقليدية (Ghanem et al., 2023).

تشير نتيجة الدراسة الحالية إلى أن متوسط درجة الألم المقاسة كان الأقل في مجموعة جل BRIX3000 بدون فرق دالٍ احصائياً بين مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي، ويفرق دال احصائياً مع مجموعة تجريف النخر اليدوي التقليدي، وهو ما يتفق مع نتائج دراسة Alkhoul وزملائه 2020، واقترح أن مادة BRIX3000 تقلل الألم بشكل ملحوظ مقارنة بطريقة استخدام الأدوات الدوارة التقليدية.

انتفقنا مع دراسة كل من الباحث Bastia وزملائه وايضا Gupta وزملائه حيث أشاروا الى أن جل BRIX3000 كان متفوقاً على الطرق الدوارة في السيطرة على الألم أثناء الحفر حيث ان مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي كان لها التقبل الأكبر من المرضى من حيث وجود الألم اثناء المعالجة (bastia et al., 2024) (Gupta et al., 2022).

فسر الباحث Gupta هذه النتيجة بأن جل BRIX3000 يمنع الإزالة المؤلمة للنخر ويحمي العاج لأن فعاليته تقتصر فقط على العاج مخسوف المعادن والألياف المكشوفة، بالإضافة إلى ان تقنية BRIX3000 تحوي على تأثير مخدر خفيف أثناء تجريف النخر (Gupta et al., 2022).

أستخلص الباحث Katiyar وزملاؤه 2021 الى أن تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي كان أقل تداخلاً وانتقائياً أكثر ودقيقاً في تجريف النخر وايضا يقلل من الحاجة للحفر بالأدوات الدوارة بالقرب من اللب مما يجعل المعالجة أقل ايلاما للمريض (Katiyar et al., 2021).

انتقنا مع دراسات الباحث Goyal وزملاؤه 2015 و Kochhar وزملاؤه 2011 حيث أشاروا الى أن الألم يزداد بشكل ملحوظ أثناء تجريف النخر باستخدام أدوات دوارة مقارنةً بهلام Papacarie Duo .

اشار الباحث Rajakumar وزملائه 2013 الى ان السبب في الاختلاف في درجات الألم بين التجريف الميكانيكي الكيميائي والأدوات اليدوية لأن العاج السليم في التجريف الكيميائي لا يُزال ويبقى سليماً وقد أظهر أن قطع العاج النخر أو إزالته لا يثير عموماً سوى القليل من الإحساس أو لا يثير أي إحساس على الإطلاق، ولكن قطع العاج السليم غالباً ما يؤدي إلى بعض مستويات من الألم، وإن الكشط غير المريح للنخر باستخدام المجارف اليدوية والاهتزاز يجعل العلاج أكثر رضى للنسج.

وقد اشار الباحث Menon وزملاؤه 2021 الى أن أنزيم الباباين يمتلك خصائص مضادة للالتهاب وتعمل فقط على الخلايا المصابة الميتة، مما يؤدي إلى انخفاض استجابة الألم.

اختلفت نتائج دراستنا الحالية مع دراسة الباحث Matsumoto وزملائه 2013 التي وجدت أن الألم الذي تم الشعور به أثناء تجريف النخر باستخدام هلام Papacarie DUO كان مماثلاً للألم المسجل عند استخدام الأدوات الدوارة وقد يعزى السبب الى الاختلاف في العينة المدروسة.

4-3-5 مناقشة متغير الحاجة للتخدير الموضعي:

أثرت طرق تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بشكل ملحوظ في انقاص الحاجة الى التخدير

الموضعي بالمقارنة مع الطريقة التقليدية في تجريف النخر.

حيث كانت نسبة الحاجة للتخدير الموضعي 6.7% في مجموعتي تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام Selecti-Solve وجيل هيبوكلوريت الصوديوم 2.5%، ونسبة الحاجة للتخدير في مجموعة Papacarie Duo كانت 13.3%، ولم يحتج أي مريض في مجموعة BRIX3000 الى التخدير الموضعي، بينما كانت نسبة الحاجة للتخدير الموضعي في المجموعة التقليدية 46.7%.

توافقنا مع دراسة الباحث Bastia حيث ذكر أنه لم يبلغ أي من المرضى في مجموعة BRIX3000 عن ألم أو تلقي أي شكل من أشكال التخدير وقد عبر المرضى في مجموعة التجريف التقليدي عن تفضيلهم للتخدير الموضعي أثناء عملية التحضير (bastia et al., 2024).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Gupta وزملائه الذي أشار الى أن مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي لم تكن بحاجة الى تخدير موضعي، وهي طريقة مريحة وغير مؤلمة ولا تولد حرارة أو ضغط على اللب السني (Gupta et al., 2024).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Aydemir حيث أشار الى أن التخدير الموضعي في عينة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي كانت أقل من التجريف بالطريقة التقليدية (Aydemir et al., 2023).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Moimaz وزملاؤه 2019 حيث أشار الى أنه تم استخدام التخدير في 14% من الحالات في مجموعة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي .

وايضا توافقنا مع دراسة الباحث Matsumoto وزملائه 2013 ومع الباحث Bussadori وزملائه 2008 حيث لم يحتاج أي من المرضى إلى التخدير أو أبلغوا عن عدم الراحة أثناء تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بمادة Papacarie Duo، وقد عُزي هذا إلى استخدام مجرفة غير حادة، ودرجة PH المحايدة للمادة المستخدمة.

وتوافقنا مع الباحث Katiyar وزملائه الذي استخلص في دراسته التي قارنت بين الفعالية السريرية لتقنية التجريف الميكانيكي الكيميائي بالمقارنة مع الطريقة التقليدية أنها تقلل الحاجة الى التخدير ويعزز راحة المريض وتقبله للمعالجة (Katiyar et al., 2021).

اتفقنا مع الباحث Santos وزملائه 2020 الى أن المرضى الذين خضعوا لعملية تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام Papacarie Duo ومادة Brix3000 لم يكن هناك أي حاجة للتخدير الموضعي، وكانت المعالجة أقل حساسية وانزعاج من الطريقة التقليدية (Santos et al., 2020).

وذكر Bussadorie وزملائه 2008 أن هلام الباباين يمكن أن يخفف من قلق المريض عن طريق إزالة النخر بشكل فعال دون الحاجة إلى التخدير (Bussadori et al., 2008).

انتفقنا مع الباحث kirzioglu وزملائه 2007 الذين استخلصوا في دراستهم ان مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي كانت فعالة جدا في إزالة النخر بدون الحاجة الى التخدير الموضعي، وذلك بالتوافق ايضا مع دراسة الباحث Nadanovsky وزملائه 2001 ، وقد أبلغ Braum وزملائه عن ملاحظة تأثير مخدر خفيف ناتج عن تطبيق الجل بالتجريف الميكانيكي الكيميائي .

توافقنا مع دراسة الباحث Motta وزملائه في دراستهم التي قارنت بين التجريف بالطريقة التقليدية والتجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام Papacarie، بأنه لم يحتج أي مريض الى التخدير الموضعي في عينة التجريف الميكانيكي الكيميائي وأن هلام Papacarie كان له أثر كبير في انقاص الحاجة الى التخدير الموضعي (Motta et al., 2013).

وأشار الباحث Bussadori وزملائه 2005 أيضًا أن هلام الباباين أثبت فعاليته في إزالة النخر بدون الحاجة إلى التخدير واستخدام السنابل الدوارة، فضلاً عن خفض القلق عند المريض والحفاظ على الأنسجة السليمة، وذكر أن الباباين يتفاعل مع الكولاجين المكشوف عن طريق إذابة معادن العاج من خلال البكتيريا، مما يجعل العاج المصاب أكثر ليونة، ويسمح بإزالته بأدوات غير قاطعة دون تخدير موضعي (Bussadori et al., 2005).

وذكر الباحث Banerjee وزملائه 2000 أن سبب الألم الخفيف الذي تم الشعور به في المجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي (Carisov) و (Papacarie) كان بسبب الوقت المطول المستغرق لإزالة النخر (Banerjee et al., 2000).

4-3-6 متغير راحة المريض أثناء المعالجة:

ضمن حدود دراستنا أسهمت طرق تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بشكل كبير في زيادة راحة المريض وتقليله للمعالجة بالمقارنة مع الطريقة التقليدية اليدوية في إزاله النخر السني.

حيث كان هناك فرق دال احصائيا بين مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي وبين الطريقة التقليدية وبين مجموعة التجريف الكيميائي الميكانيكي باستخدام Brix3000 وهيبوكلوريت الصوديوم 2.4%.

ضمن حدود دراستنا أظهرت مادتي BRIX3000 ومادة Papacarie Duo تقبلا كبيرا بين المرضى، ودرجة راحة عالية أثناء تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي.

توافقنا مع نتائج الباحث Bastia وزملائه 2024 الذي ذكر أنه في مجموعة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي عبر المرضى عن راحة اكبر في المعالجة من المجموعة التقليدية.

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Kandil وزملائه التي وجدت أن تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام Brix3000 كان له أثر ملحوظ في راحة المريض وتقبله للمعالجة بالمقارنة مع مجموعة تجريف النخر التقليدي (Kandil et al., 2024).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Aydemir حيث أشار الى أن مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بشكل عام ومادة Papacarie Duo كان لها أثر مباشر على زيادة راحة المريض وتقبله للمعالجة بشكل ملحوظ (Aydemir et al., 2023).

توافقت دراستنا مع دراسة الباحث Ismail وزملائه التي استخلصت الى أن معظم المرضى أشاروا الى ارتياح كامل وانزعاج قليل أثناء تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي بمادة BRIX3000 (Ismail et al., 2019).

انتفقنا مع دراسة الباحث Bottega وزملائه 2018 التي وجدت أن الطرق الكيميائية الميكانيكية تعمل بكفاءة وتحظى بقبول كبير من المرضى، وعلى الرغم من أن إزالة النخر تستغرق وقتاً أطول، إلا أنه يمكن اعتبار الطرق الكيميائية الميكانيكية بديلاً جيداً خاصة عند المرضى الأطفال.

انتفقنا مع دراسة الباحث Chowdhry وزملائه حيث ذكر أن قبول المرضى أثناء إزالة النخر كان أعلى باستخدام طريقة Papacarie، تليها طريقة Carisolv، والأقل باستخدام طريقة Airotor (Chowdhry et al., 2015).

انتفقنا مع دراسة الباحث Goyal وزملائه التي وجدت أن 80% من الأطفال فضلوا طريقة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie حيث كان لنقص الألم والخوف عامل إيجابي في تفضيل الأطفال لهذه الطريقة (Goyal et al., 2015).

أشار الباحث Gupta وزملائه في دراستهم 2013 الى أن جميع المرضى في دراستهم كانوا مرتاحين لطريقة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie في تجريف النخر، ولم يشكي أي من المرضى من الألم أو الانزعاج أثناء عملية التجريف.

وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج الباحث Abdul Khalek وزملائه 2017 والباحث Ericson وزملائه 1999 والتي خلصت إلى أن طريقة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي أكثر قبولاً وراحة للمرضى.

أثبت Kavvadia أن قطع أو إزالة العاج النخر لا يثير عمومًا أي إحساس أو يثير القليل منه، في حين أن قطع العاج السليم غالبًا ما يؤدي إلى مستوى معين من الألم والحساسية (Kavvadia et al., 2004).

وقد بين الباحث Kochhar وزملائه أن الألم وعدم الراحة ينتجان عند تحضير الحفرة بسبب الحساسية اللبية والضغط المطبق على السن (التحفيز الميكانيكي) وانتقال الضجيج والاهتزاز إلى العظم، والنسج المحيطة بالسن، والضوضاء العالية، وأخيرًا بسبب ارتفاع درجات الحرارة بشكل ملحوظ على سطح القطع العاجي (التحفيز الحراري) (Kochhar et al., 2011).

وذكر الباحث Bottega وزملائه أن معدل ضربات القلب قد يكون من أكثر العلامات التي تعبر عن القلق أثناء علاج الأسنان بسبب التوتر والذي يحفز الجهاز العصبي الودي وبالتالي يفرز الأدرينالين ويزيد من معدل ضربات القلب و يمكن ملاحظة أنه لم تكن هناك تغييرات كبيرة في معدل ضربات القلب في عينة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام Papacarie (Bottega et al., 2018).

وأشار الباحث Kotb أن مادة إزالة النخر الكيميائي الميكانيكي Papacarie كانت أكثر راحة من الطريقة التقليدية لأنها تقلل من الحاجة إلى التخدير الموضعي واستخدام السنبال الدوارة (kotb et al., 2009).

وأشار الباحث Ansari وزملائه إلى أن أكثر من 90% من المرضى في دراسته فضل العلاج بطريقة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي (Ansari et al., 2003).

اختلفنا مع دراسة Souza وزملاؤه 2022 التي أظهرت تقييمات القبول أن (46.2%) من المرضى أحبوا العلاج بمادة Brix3000، و (53.8%) أحبوا العلاج بتجريف النخر الميكانيكي اليدوي ART، ولم يتم العثور على أي فرق إحصائي فيما يتعلق بالقبول والراحة بين المجموعتين وقد يعزى ذلك الفرق الى الاختلاف بين عينه البحث حيث تكونت في دراسته من اطفال باعمار بين 3-9 سنوات.

4-3-7 مناقشة متغير عدد مرات التطبيق في مجموعات التجريف الميكانيكي

الكيميائي:

في دراستنا الحالية عند مستوى الثقة ٩٥% لم نجد فروق دالة إحصائية في تكرارات عدد مرات تطبيق المادة بين مجموعات طريقة إزالة النخر المتبعة.

حيث تراوح عدد تكرارات تطبيق المادة في مجموعتي Brix3000 و Papacarie Duo بين (2-4 تطبيقات) في كل حالة، أما بالنسبة لمجموعتي هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% ومادة Selecti-solve تراوح عدد مرات تطبيق المادة بين (2-5 تطبيقات).

أنتقنا مع دراسته الباحث kirzioglu وزملائه 2006 التي وجدت أن متوسط عدد مرات تطبيق هلام تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي Carisolv كان 3 مرات لكل حفرة.

توافقنا مع دراسة الباحث Souza وزملائه 2022 التي وجدت أنه تقريبا نصف عدد مجموعة تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة BRIX3000 تتطلب إعادة تطبيق المادة مرة أخرى أثناء العمل (Souza et al., 2022).

اختلفنا مع دراسة الباحث Goyal وزملائه التي وجدت أن معظم حالات المعالجة بتجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام Papacarie لم يتم إعادة تطبيق المادة بها، فقط 6 حالات تم إعادة التطبيق فيها للمادة، ويمكن أن يعزى هذا الاختلاف الى التباين في بنية الأسنان اللبنية

والدائمة، وايضا اختيار الباحث في دراسته نخور مكشوفة اطباقية بالمشاركة مع النخور التي تشمل السطوح العنقية للاسنان (Goyal et al., 2015).

4-3-8 مناقشة متغير سهولة العمل والتطبيق:

إن متغير سهولة استخدام وتطبيق المواد هو متغير ذاتي، يعتمد بشكل كبير على تقييم الباحث، واستندَ التقييم إلى الصعوبات التي لاحظها الباحث أثناء الإجراء المتبع بكل مادة من مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي.

أن درجة سهولة العمل والتطبيق في كل من مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Papacarie DUO ومجموعة التجريف الميكانيكي بالطريقة التقليدية كانت أعلى منها في كل من مجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Selecti-Solve، ومجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة BRIX3000، ومجموعة التجريف الميكانيكي الكيميائي باستخدام جيل هيبوكلوريت الصوديوم الكيميائي 2.4% على حدة.

أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في درجة سهولة العمل والتطبيق بين مجموعات تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي باستخدام مادة Brix3000، ومادة Selecti-Solve، وهلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%.

تمتعت مادة BRIX3000 ومادة Selecti-Solve بقوام هلام سميك نسبياً مما يجعل العمل به وتطبيقه داخل الحفرة السنية ليس سهلاً.

أما بالنسبة لهلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% كان ذو خواص انسيابية أكثر مما صعب تطبيقه والعمل به وتراوحت درجات سهولة العمل والتطبيق بين الجيد للمتوسط.

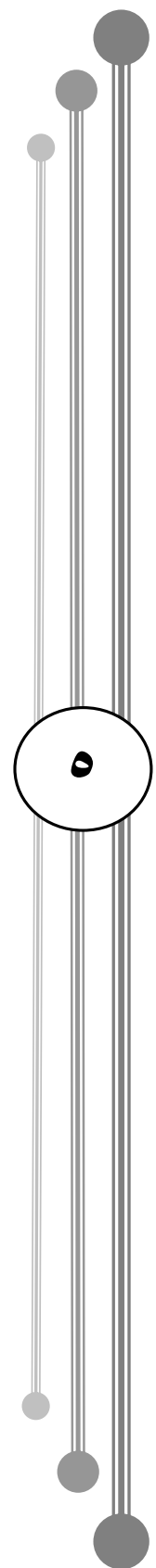
امتاز جيل Papacarie Duo بقوام عمل وكثافته ممتازة ومن السهل جدا تطبيق المادة داخل الحفرة السنية علاوة على أن وجوده في سرنغ ذو رأس حقن قابل للإستبدال يسهل عمليه تطبيقه في الحفرة بدون هدر للمادة .

توافقنا مع دراسة الباحث Gupta وزملائه، الذي اختبر سهولة تطبيق ثلاث مركبات CMCR، حيث أشار الى أنه على الرغم من أن جميع العوامل الثلاثة كانت فعالة بشكل متساوٍ تقريبًا، فقد وجد أن وجد أن Carie-Care هي أفضل مادة من حيث سهولة التطبيق حيث حققت أكثر تكرارات للدرجة 1 (ممتاز) ، مماثلة لمادة Papacarie في حين قدم BRIX3000 نتائج أقل ملاءمة، وفسر ذلك بأن مادة Brix3000 تضمنت مستحلب دارئ في تركيبها، مما يجعل الهلام سميكا للغاية بالإضافة إلى صعوبة تطبيقه والعمل داخل الحفرة المحضر (Gupta et al., 2024).

المادة الخامسة

الاستنتاجات

Conclusion



ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي :

- ١- الطريقة الكيميائية الميكانيكية في تجريف النخر باستخدام مادة Papacarie Duo ومادة BRIX3000 ومادة Selecti-Solve فعالة في إزالة النخر السني ومن الممكن أن تعتبر بديل للطرائق التقليدية القديمة في تجريف النخر السني.
- ٢- أظهر هلام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% فعالية في تجريف النخر بالطريقة الميكانيكية الكيميائية لكن استغرق وقت طويل جداً للتجريف بالمقارنة مع الطرق الميكانيكية الكيميائية الأخرى.
- ٣- ساهمت طريقة تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي بمختلف المواد المستخدمة في إنقاص الألم لدى المرضى بشكل كبير ودال إحصائياً، وايضا قللت الحاجة الى التخدير الموضعي بشكل ملحوظ.
- ٤- حققت الطريقة التقليدية في إزالة النخر السرعة الأقل في التجريف وحقق جيل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% الوقت الأعلى في تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي.
- ٥- في مقارنة بين مواد تجريف النخر الكيميائي الميكانيكي المعتمدة على أنزيم الـ Papain، حققت مادة Papacarie Duo أقل زمن لتجريف النخر، تليها مادة BRIX3000، واخيرا مادة Selecti-solve بدون فرق دال احصائيا بين المجموعات.
- ٦- حققت مادة Papacarie Duo السهولة الأكبر في التطبيق والاستخدام وذو القوام الأفضل للعمل بين مواد تجريف النخر الكيميائي المضمنة في الدراسة.
- ٧- أظهرت الدراسة أن مادة BRIX3000 كان لها تقبل أكبر من المرضى بفارق دال احصائيا، بالمقارنة مع مجموعة تجريف النخر التقليدي والكيميائي الميكانيكي باستخدام

جل هيبوكلوريت الصوديوم 2.4%، وحقت مادة Selecti-solve تقبلاً أكبر بكثير من

الطريقة التقليدية في تجريف النخر بفرق دال احصائياً ايضاً.

٨- لا توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات عدد مرات تطبيق المادة بين مجموعات طريقة

إزالة النخر الكيميائية الميكانيكية المتبعة.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

أولاً: المقترحات

- ١- إجراء أبحاث سريرية لتقييم فعالية مادة Selecti-solve في إزالة النخر في الأسنان المؤقتة عند الأطفال، بما يدعم أهدافنا البحثية.
- ٢- إجراء أبحاث نسيجية حول تأثير استخدام مادة Selecti-solve على اللب السني.
- ٣- إجراء دراسات جرثومية لتحري قدرة مادة Selecti-solve على إنقاص العضويات الدقيقة ضمن الحفرة النخرية بعد إزالة النخر، ومقارنتها مع مواد تجريف النخر الميكانيكي الكيميائي الحديثة.

ثانياً: التوصيات

يبقى من الواجب التوصية بالآتي:

- ١- ضمن حدود دراستنا يمكن أن نوصي باستخدام Papacarie Duo و BRIX3000 و Selecti-solve في إزالة النخور عند المرضى كبديل مقترح للمعالجة التقليدية بالسنابل الدوارة التي تعمل بشكل غير انتقائي للعاج السليم القادر على إعادة التمدن.
- ٢- اعتماد المشاركة بين التجريف الكيميائي الميكانيكي بالمواد المعتمدة على أنزيم الباباين Papain والطريقة التقليدية، إذ يمكن أن يزيد ذلك من فعالية إزالة النخر و الاستفادة من مزايا الطريقتين.
- ٣- ضمن حدود هذه الدراسة لا نوصي باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم 2.4% على الرغم من فعاليته في تجريف النخر إلا أنه استغرق وقتها طويلاً نسبياً.

ثالثاً : محدودات البحث

- ١- صعوبة تأمين مواد التجريف الكيميائي الميكانيكي من مكان المنشأ مما استهلك الكثير من الوقت.
- ٢- حجم العينة الصغير نسبياً.
- ٣- اعتماد التشخيص فقط على الفحص البصري واللمسي ومن الممكن تضمين وسائل تشخيص أخرى حديثة.

الباب السابع

المراجع

Reference

٧

المراجع

A

- Abdelnur, J. P., Cerqueira, D. F., Castro, G. F., Maia, L. C., & de Souza, I. P. (2008). Strategies for addressing restorative challenges in HIV-infected children. **Journal of Dentistry for Children**, 75(1), 69–73.
- Abdul Khalek, A. M., Elkateb, M. A., Abdel Aziz, W. E., & El Tantawi, M. (2017). Effect of Papacarie and alternative restorative treatment on pain reaction during caries removal among children: A randomized controlled clinical trial. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 41, 219–224.
- Ahuja, G., & Saini, R. (2021). A clinical study comparing the effectiveness of chemomechanical caries removal agents in terms of patient comfort and caries removal in primary teeth. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 44(3), 143–148.
- Akbari, M., & Ahrari, F. (2012). Comparative evaluation of the DIAGNOdent laser and caries detector dye in detection of residual caries in prepared cavities. **Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal**, 17(9), e193–e197.
- Alamoudi, A., Alamoudi, R., Gazzaz, Y., & Alqahtani, A. M. (2022). Role of salivary biomarkers in diagnosis and detection of dental caries: A systematic review. **Diagnostics**, 12(12), 3080.p 3-4
- Al-Badri, H., Al-Tae, L. A., Banerjee, A., et al. (2024). An in-vitro evaluation of residual dentin retained after using novel enzymatic-based chemomechanical caries removal agents. **Scientific Reports**, 14, 19223. 2-6
- Alessa, N. A., Alhakami, K., Masha, F. M., & Maganur, P. C. (2024). Evaluation of Papacarie®, Carie-Care™, BRIX3000™ and conventional hand instrumentation for caries removal in primary teeth: A randomized control study. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 48(3), 131–138.
- Alfaya, T., Matsumoto, S. F., Motta, L., Guedes, C., Fernandes, K. P., & Bussadori, S. (2013). Assessment of chemomechanical removal of carious lesions using Papacarie duo ™: Randomized longitudinal clinical trial. **Indian Journal of Dental Research**, 24(4), 488–494.

- AlHumaid, J. (2020). Efficacy and Efficiency of Papacarie versus Conventional Method in Caries Removal in Primary Teeth: An SEM Study. **Saudi Journal of Medical and Medical Sciences**, 8(1), 41–45.
- Alkhoul, M. M., Al Nesser, S. F., Bshara, N. G., AlMidani, A. N., & Comisi, J. C. (2020). Comparing the efficacies of two chemo-mechanical caries removal agents (2.25% sodium hypochlorite gel and Brix 3000) in caries removal and patient cooperation: A randomized controlled clinical trial. **Journal of Dentistry**, 93, 103280.p2-5
- Al-Sagheer, R. M., Addie, A. J., & Al-Tae, L. A. (2024). An in vitro assessment of the residual dentin after using three minimally invasive caries removal techniques. **Scientific Reports**, 14(1), 17-18
- Alyahya, Y. (2024). A narrative review of minimally invasive techniques in restorative dentistry. **The Saudi Dental Journal**, 36(2), 228-233.
- Al-Zahrani, M. S., & Al-Mashhadani, N. S. (2020). Effect of Papacarie® on patient anxiety and clinical outcomes in pediatric patients with caries. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 44(5), 192–197.
- Anderson, M. H., & Charbeneau, G. T. (1985). A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 53, 643–646.
- Anegundi, R., Patil, S., Tegginmani, V., & Shetty, S. (2012). A comparative microbiological study to assess caries excavation by conventional rotary method and a chemo-mechanical method. **Contemporary Clinical Dentistry**, 3(4), 388–394.
- Anil, A., Ibraheem, W. I., Meshni, A. A., Preethanath, R., & Anil, S. (2022). Demineralization and remineralization dynamics and dental caries. In **Dental Caries: The Selection of Restoration Methods and Restorative Materials**. IntechOpen.3(5), 51-54
- Angrish, P., Kamboj, A., Mitra, M., Kaul, R., Chengappa, D. M., & Sharma, A. (2024). An in-vitro study on the efficacy of a papain gel to conventional methods of carious dentine removal. **Medical Research and Its Applications**, 11, 81–94.
- Ansari, G., Beeley, J. A., & Fung, D. E. (2003). Chemomechanical caries removal in primary teeth in a group of anxious children. **Journal of Oral Rehabilitation**, 30(8), 773–779.
- Arheiam, A. A., Harris, R. V., & Baker, S. R. (2020). Changes in dental caries and sugar intake before and during the conflict in Libya: A natural experiment. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 48, 201–207.

- Aydemir, M., & Bağlar, S. (2023). A prospective-randomized study: The impact of four different caries removal methods on pain and clinical evaluations. **Journal of Dentistry Indonesia**, 30(1). 23-25

B

- Bælum, V., & Fejerskov, O. (2003). Caries diagnosis: 'A mental resting place on the way to intervention?' In O. Fejerskov, & E. Kidd (Eds.), **Dental Caries - The Disease and its Clinical Management** (pp. 101-110).
- Banerjee, A. (2000). Dentin excavation: A review of current techniques. **British Dental Journal**, 188(9), 479–482.
- Banerjee, A., Kidd, E. A., & Watson, T. F. (2000). Dentine caries excavation: A review of current clinical techniques. **British Dental Journal**, 188(9), 476–482.
- Banerjee, A., Kidd, E. A., & Watson, T. F. (2000). In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. **Caries Research**, 34(2), 144–150.
- Banerjee, A., Kidd, E. A., & Watson, T. F. (2015). Pickard's Guide to Minimally Invasive Operative Dentistry. 10th edition. Oxford University Press. chapter2, p22-24
- Banerjee, A., Watson, T. F., & Kidd, E. A. M. (2003). In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentin excavation. **Caries Research**, 34, 144–150.
- Bastos, L. A., Silva, F. L., Thomé, J. P., Arnez, M. F., Faccioli, L. H., & Paula-Silva, F. W. (2019). Effects of papain-based gel used for caries removal on macrophages and dental pulp cells. **Brazilian Dental Journal**, 30(5), 484-490.
- Bastia, R., Govind, S., Assiry, A. A., Alessa, N. A., Kader, M. A., Adil, A. H., & Karobari, M. I. (2024). Volumetric analysis after caries excavation with caries detecting dyes and chemomechanical caries removal agents using 3D scanner-a randomised clinical trial. **BMC Oral Health**, 24(1), 21-25
- Bhandari, S., & Choudhury, K. (2017). Clinical outcomes of Papacarie® versus conventional hand instrumentation for caries removal in children. **Pediatric Dentistry Journal**, 34(4), 183–189.
- Bhaumik, D., Manikandan, D., & Foxman, B. (2021). Cariogenic and oral health taxa in the oral cavity among children and adults: A scoping review. **Archives of Oral Biology**, 129, Article 105204. 33-35

- Boob, A. R., Manjula, M., Reddy, E. R., Srilaxmi, N., & Rani, T. (2014). Evaluation of the efficiency and effectiveness of three minimally invasive methods of caries removal: An in vitro study. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 7, 11–18.
- Bottega, F., Bussadori, S. K., Battisti, I. D., Vieira, E. P., Pompeo, T. S., & Winkelmann, E. R. (2018). Costs and benefits of Papacarie in pediatric dentistry: A randomized clinical trial. **Scientific Reports**, 8(1).44-48
- Bratu, D. C., Nikolajevic-Stoican, N., Popa, G., Pop, S. I., Dragoș, B., & Luca, M. (2022). A bibliometric analysis (2010–2020) of the dental scientific literature on chemo-mechanical methods of caries removal using Carisolv and BRIX3000. **Medicina**, 58(6), 788.33-41
- Budisak, P., & Brizuela, M. (2023). **Dental caries classification systems**. StatPearls Publishing LLC. 72-77.
- Burin, C., Loguercio, A. D., Grande, R. H., et al. (2005). Occlusal caries detection: A comparison of laser fluorescence and conventional methods. **Pediatr Dent**, 27(4), 307-312.
- Bussadori, S. K., Castro, L. C., Galvão, A. C. (2005). Papain gel: A new chemomechanical caries removal agent. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 30(2), 115–119.
- Bussadori, S. K., Guedes, C., Hermida, B. M., & Ram, D. (2008). Chemo-mechanical removal of caries in an adolescent patient using a papain gel: Case report. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 32, 177–180.

C

- Campus, G., Cocco, F., Ottolenghi, L., & Cagetti, M. G. (2019). Comparison of ICDAS, CAST, Nyvad's criteria, and WHO-DMFT for caries detection in a sample of Italian schoolchildren. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 16(21).5-7
- Cardoso, M., Coelho, A., Lima, R., Amaro, I., Paula, A., Marto, C. M., Sousa, J., Spagnuolo, G., Marques Ferreira, M., & Carrilho, E. (2020). Efficacy and patient's acceptance of alternative methods for caries removal—A systematic review. **Journal of Clinical Medicine**, 9(11), 3407.3-4
- Castilho, L. S., Cotta, F. V., Bueno, A. C., Moreira, A. N., Ferreira, E. F., & Magalhães, C. S. (2016). Validation of DIAGNOdent laser fluorescence and the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) in diagnosis of occlusal caries in permanent teeth: An in vivo study. **European Journal of Oral Sciences**, 124(2), 188–194.
- Celiberti, P., Francescut, P., & Lussi, A. (2006). Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. **Caries Research**, 40, 117–123.

- Chan, E. K., Wah, Y. Y., Lam, W. Y., Chu, C., & Yu, O. Y. (2023). Use of digital diagnostic aids for initial caries detection: A review. **Dentistry Journal**, 11(10), 232-235
- Chawla, H., & Kaur, R. (2021). A randomized controlled trial comparing the clinical efficacy of Papacarie® and traditional caries removal methods in primary molars. **European Journal of Paediatric Dentistry**, 22(2), 94–101.
- Cheng, L., Zhang, L., Yue, L., Ling, J., Fan, M., Yang, D., Huang, Z., Niu, Y., Liu, J., Zhao, J., Li, Y., Guo, B., Chen, Z., & Zhou, X. (2022). Expert consensus on dental caries management. **International Journal of Oral Science**, 14(1).2-4
- Chibinski, C. R. (Ed.). (2024). **Dental caries perspectives: A collection of thoughtful essays**. IntechOpen. Chapter 2-5(p22-30)
- Chourio, M. A. L., Zambrano, O., González, H., & Quero, M. (2006). Clinical randomized controlled trial of chemomechanical caries removal (Carisolv™). **International Journal of Paediatric Dentistry**, 16(3), 161–167.
- Chowdhry, S., Garg, A., & Chowdhry, P. (2015). Recent vs conventional methods of caries removal: A comparative in vivo study in pediatric patients. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 8(1), 6–11.
- Cianetti, S., Abraha, I., Pagano, S., Lupatelli, E., & Lombardo, G. (2018). Sonic and ultrasonic oscillating devices for the management of pain and dental fear in children or adolescents that require caries removal: A systematic review. **BMJ Open**, 8, e020840.2-5

D

- Dashper, S. G., Nastri, A., & Abbott, P. V. (2019). Odontogenic bacterial infections. In C. Farah, R. Balasubramaniam, & M. McCullough (Eds.), **Contemporary Oral Medicine**. (3)23-28
- De Souza, T. F., Martins, M. L., Tavares-Silva, C. M., Fonseca-Gonçalves, A., & Maia, L. C. (2021). Treatment time, pain experience, and acceptability of the technique for caries removal in primary teeth using the ART approach with or without Brix3000™ papain gel: A preliminary randomized controlled clinical trial. **European Archives of Paediatric Dentistry**, 23(5), 777–785.
- Deng, Y., Feng, G., Hu, B., Kuang, Y., & Song, J. (2018). Effects of Papacarie on children with dental caries in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Paediatric Dentistry**, 28(4), 361–372.
- Desai, H., Stewart, C., & Finer, Y. (2021). Minimally invasive therapies for the management of dental caries—A literature review. **Dentistry Journal**, 9(12), 147.22-30

- Dhruv, M., & Agarwal, M. (2018). Evaluation of the time efficiency of Papacarie® in primary molars: A randomized clinical trial. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 42(6), 327–333.
- Dikmen, B. (2015). ICDAS II criteria (International caries detection and assessment system). **Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry**, 49(3), 63–72.
- Ding, B., Zhang, Z., Liang, Y., Wang, W., Hao, S., Meng, Z., ... & Lv, Y. (2021). Detection of dental caries in oral photographs taken by mobile phones based on the YOLOv3 algorithm. **Annals of Translational Medicine**, 9(21).7-10
- Diniz, M. B., Boldieri, T., Rodrigues, J. A., Santos-Pinto, L., Lussi, A., & Cordeiro, R. C. (2012). The performance of conventional and fluorescence-based methods for occlusal caries detection: An in vivo study with histologic validation. **The Journal of the American Dental Association**, 143(4), 339-350.
- Divya, G. (2015). Evaluation of the efficacy of caries removal using polymer bur, stainless steel bur, Carisolv, Papacarie – An in vitro comparative study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, 12705–6202. 7-9
- Dixit, S., Gupta, P., Rajput, R., Dhingra, A., Singh, A., & Grover, S. (2024). Laser-A New Vision In Conservative Dentistry And Endodontics. **Journal of Advanced Zoology**, 45(2).3-5

E

- Eftimoska, M., Petroska, A., Terzievski, B., Rendzova, V., & Apostolska, S. (2022). Comparative study of caries removal using BRIX 3000 and classic mechanical method. **Stomatoloski Glasnik Srbije**, 69(2), 57-65.
- Ericson, D., Zimmerman, M., Raber, H., Götrick, B., Bornstein, R., & Thorell, J. (1999). Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for Chemo–Mechanical removal of caries. **Caries Research**, 33(3), 171–177.

F

- Farooq, I., Ali, S., Khurram, S. A., & Anderson, P. (2021). "Dentin". **An Illustrated Guide to Oral Histology**, 2, 35–53.
- Feng, Z., Yuan, R., Cheng, L., Fan, H., Si, M., & Hao, Z. (2024). Effect of Er:YAG laser irradiation on preventing enamel caries: A systematic review and meta-analysis. **International Dental Journal**, 74(4), 679–687.

- Featherstone, J. D. B. (2004). The continuum of dental caries—Evidence for a dynamic disease process. **Journal of Dental Research**, 83(1_suppl), 39–42.
- Felizardo, K. R., Barradas, N. P., Guedes, G. F., Ferreira, F. D., & Lopes, M. B. (2018). Use of BRIX-3000 enzymatic gel in mechanical-chemical removal of caries: Clinical case report. **Journal of Health Sciences**, 20(2), 87.88
- Ferrari, J. C. L., Motisuki, C., Bortoletto, C. C., & Santos-Pinto, L. (2005). Efficiency of Papacarie® in the chemo-mechanical carious dentine removal. **Revista Brasileira de Odontologia**, 62(3 and 4), 209–211.
- Ferreira, L. D., Diniz, I. M., Peixoto, R. T., Gomes, N. A., Caneschi, C. D., Spineli, L. M., & Martins, C. C. (2023). Efficacy of antiseptics and chemomechanical methods for dentin caries lesions: A systematic review with GRADE approach. **Frontiers in Oral Health**, 4.(21-26)
- Foros, P., Oikonomou, E., Koletsi, D., & Rahiotis, C. (2021). Detection methods for early caries diagnosis: A systematic review and meta-analysis. **Caries Research**, 55(4), 247-259.
- Frencken, J. E., Innes, N. P., & Schwendicke, F. (2016). Managing Carious Lesions: Why Do We Need Consensus on Terminology and Clinical Recommendations on Carious Tissue Removal? **Advances in Dental Research**, 28(2), 46–48.
- Frencken, J. E., Peters, M. C., Manton, D. J., Leal, S. C., Gordan, V. V., & Eden, E. (2020). Minimal intervention dentistry for managing dental caries – A review. **International Dental Journal**, 62(5), 223–243.

G

- Garcia-Contreras, R., Scougall-Vilchis, R. J., Contreras-Bulnes, R., Sakagami, H., Morales-Luckie, R. A., & Nakajima, H. (2015). Mechanical, antibacterial and bond strength properties of nano-titanium-enriched glass ionomer cement. **Journal of Applied Oral Science**, 23, 321-328.
- Garg, S., & Mahajan, M. (2022). A systematic review of alternative caries removal methods in pediatric dentistry: Papacarie® versus Carisolv®. **European Archives of Paediatric Dentistry**, 23(1), 3–9.
- Garg, Y., Bhaskar, D. J., Suvarna, M., et al. (2015). Atraumatic restorative treatment in dentistry. **International Journal of Oral Health and Medical Research**, 2(2), 126–129.
- Ghanem, A. Y., Talaat, D. M., Essawy, M. M., & Bakry, N. (2023). The effectiveness of Carie-Care chemomechanical caries removal technique in primary teeth: Randomized controlled clinical trial. **BMC Oral Health**, 23, 882.12-15

- Ghodasra, R., & Brizuela, M. (2021). Dental caries diagnostic testing. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, 1(3),3-7
- Ghonim, A. Y., El-Haliem, H. A., Elnawawy, M. S., & Ali, A. I. (2023). Effect of different caries removal methods on microtensile bond strength of universal adhesive-affected dentin interface. **Mansoura Journal of Dentistry**, 10(4), 9.-10
- Goel, A., Chawla, H. S., Gauba, K., & Goyal, A. (2009). Comparison of validity of DIAGNOdent with conventional methods for detection of occlusal caries in primary molars using the histological gold standard: An in vivo study. **Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry**, 27(4), 227–234.
- González-Gil, D., Flores-Fraile, J., Vera-Rodríguez, V., Martín-Vacas, A., & López-Marcos, J. (2024). Comparative meta-analysis of minimally invasive and conventional approaches for caries removal in permanent dentition. **Medicina**, 60(3), 402.22-32
- Goomer, P., Jain, R. L., Kaur, H., & Sood, R. (2013). Comparison of the efficacy of chemomechanical caries removal with conventional methods: A clinical study. **Journal of International Oral Health**, 5(3), 42–47.
- Goyal, P. A., Kumari, R., Kannan, V. P., & Madhu, S. (2015). Efficacy and tolerance of papain gel with conventional drilling method: A clinico-microbiological study. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 39(2), 109–112.
- Gupta, N., Chowdhary, N., Reddy, V. R., Nk, K., Peddi, R., & Kumar, M. (2022). Evaluation of Caries Removal Efficacy Using BRIX 3000 and Atraumatic Restorative Treatment in Primary Molars: A Clinical Comparative Study. **Journal of Contemporary Dental Practice**, 23, 419–424.
- Gupta, N., Marwah, N., Nigam, A., Vishwanathaiah, S., Alessa, N., Almeslet, A., Alhakami, K., Dawood, T., Masha, F. M., & Maganur, P. C. (2024). Evaluation of Papacarie®, Carie-Care™, BRIX3000™ and conventional hand instrumentation for caries removal in primary teeth: A randomized control study. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 48(3), 131–138.
- Gupta, S., Singh, C., Ramakrishna, Y., Chaudhry, K., & Munshi, A. (2013). Clinical and Microbiological evaluation of the carious dentin before and after application of Papacarie gel. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 38(2), 133-138.
- Gussy, M., Mnatzaganian, G., Dashper, S., Carpenter, L., Calache, H., Mitchell, H., ... & Christian, B. (2020). Identifying predictors of early childhood caries among Australian children using sequential modelling: Findings from the VicGen birth cohort study. **Journal of Dentistry**, 93, 103276. 15-16.

H

- Haefeli, M., & Elfering, A. (2006). Pain assessment. **European Spine Journal**, 15(S17–S24).
- Hamama, H., Yiu, C., & Burrow, M. (2014). Current update of chemomechanical caries removal methods. **Australian Dental Journal**, 59(4), 12-14
- Hamama, H., Yiu, C., Burrow, M., & King, N. (2015). Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials on chemomechanical caries removal. **Operative Dentistry**, 40(4), E167-E178.
- Heffner, L. J., & Thompson, S. K. (2021). The neurophysiology of hearing and speech perception. **Journal of Clinical Neuroscience**, 42, 27-36.
- Holmgren, C. J., Roux, D., & Doméjean, S. (2004). Minimal intervention dentistry: Part 5. Atraumatic restorative treatment in practice. **Dental Update**, 31, 290-294.
- Holmgren, C. J., Roux, D., & Doméjean, S. (2013). Minimal intervention dentistry: Part 5. Atraumatic restorative treatment (ART)—a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. **British Dental Journal**, 214(1), 11-18.
- Honkala, E., & Honkala, S. (2007). Recent advances in methods of detecting caries in primary teeth. **Dental Materials**, 23(8), 1065-1073.

I

- Inamdar, M. S., Chole, D. G., Bakle, S. S., Gandhi, N. P., Hatte, N. R., & Rao, M. P. (2020). Comparative evaluation of BRIX3000, CARIE CARE, and SMART BURS in caries excavation: An in vivo study. **Journal of Conservative Dentistry**, 23, 163–168.
- Innes, N. P. T., Evans, D. J. P., & Stirrups, D. R. (2007). The efficacy of atraumatic restorative treatment (ART) in the management of dental caries: A systematic review. **Journal of Dentistry**, 35(11), 897-908.
- Innes, N. P., Frencken, J. E., Bjørndal, L., Maltz, M., Manton, D. J., Ricketts, D., Van Landuyt, K., Banerjee, A., Campus, G., Doméjean, S., Fontana, M., Leal, S., Lo, E., Machiulskiene, V., Schulte, A., Splieth, C., Zandoná, A., & Schwendicke, F. (2016). Managing carious lesions: Consensus recommendations on terminology. **Advances in Dental Research**, 28(2), 49–57.
- Ismail, A. I., Tellez, M., & Pitts, N. (2019). Caries management: Past, present and future. **Journal of Dental Research**, 98(5), 538–548.

- Ismail, A. I., Sohn, W., Tellez, M., Amaya, A., Sen, A., Hasson, H., & Pitts, N. B. (2007). The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): An integrated system for measuring dental caries. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 35(3), 170–178.

J

- Jackson, R. D. (2005). Clinical Management of Tooth Decay: A Survey of Dental Practices. **Journal of Clinical Dentistry**, 16(4), 131-137.
- Janvier, A., Mazière, M., Rodrigues, C. F., Lobo, A. P., & Rompante, P. (2024). Antimicrobial efficacy of chemomechanical carie removal agents—A systematic integrative review. **Biomedicines**, 12(8), 1735.
- Javid, A., Rashid, U., & Khattak, A. S. (2020, November). Marking early lesions in labial colored dental images using a transfer learning approach. In **2020 IEEE 23rd International Multitopic Conference (INMIC)** (pp. 1-5).
- Jawa, D., Singh, S., Somani, R., Jaidka, S., Sirkar, K., & Jaidka, R. (2010). Comparative evaluation of the efficacy of chemomechanical caries removal agent (Papacarie®) and conventional method of caries removal: An in vitro study. **Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry**, 28(2), 73–77.

K

- Kakehashi, S., Katsuya, H., & Shibata, T. (2004). The role of bacteria in dental caries: The invasion hypothesis. **Medical Hypotheses**, 62(4), 467-471.
- Kaki, S. S., Abul-Kheir, W. M., & Bin-Shuwaish, M. (2019). A clinical evaluation of two caries removal methods: Papacarie™ versus Carisolv™. **Saudi Journal of Medicine and Medical Sciences**, 7(2), 104–109.
- Kandil, S. A., Abu Hamila, N. A., Ezzat, M. M., & Metwally, N. M. (2024). Evaluation of caries removal using papain versus conventional bur in primary teeth. **Tanta Dental Journal**, 20(2), 130–136.
- Katiyar, A., Gupta, S., Gupta, K., Sharma, K., Tripathi, B., & Sharma, N. (2021). Comparative evaluation of chemo-mechanical and rotary-mechanical methods in removal of caries with respect to time consumption and pain perception in pediatric dental patients. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 14(1), 115-119.

- Kapoor, K., & Grover, S. (2012). Evaluation of different methods for caries removal in children – A clinical study. **International Journal of Paediatric Dentistry**, 22(4), 292–299.
- Kattadiyil, M. T., & Patel, K. (2011). Chemomechanical caries removal: An update. **Journal of Conservative Dentistry**, 14(3), 286-290.
- Kaur, G., & Mehta, A. (2023). Comparison of Papacarie® and Carisolv® for caries removal in children: A 6-month follow-up study. **Journal of Pediatric Dentistry**, 40(2), 112–118
- Kavitha, M., Laddha, R. S., & Mittal, R. (2022). Comparison of efficacy of caries removal using Papacarie and Carisolv: A clinical study. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 46(1), 45–50.
- Kazeminia, M., Abdi, A., Shohaimi, S., Jalali, R., Vaisi-Raygani, A., Salari, N., & Mohammadi, M. (2020). Dental caries in primary and permanent teeth in children worldwide, 1995 to 2019: A systematic review and meta-analysis. **Head & Face Medicine**, 16(1), 22.
- Khoury, N., Laflouf, M., Kurdi, S., & Alkhouli, M. (2022). Efficacy of Smart Burs and CARISOLV in caries removal in comparison to conventional method: A randomized controlled clinical trial. **ResearchGate**, 45(04).
- Khan, S., Javed, F., Ebadi, M., & Schroth, R. (2022). Prevalence and risk factors for ECC among preschool children from India along with the need of its own CRA tool—A systematic review. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, 12, 295–308.
- Kher, M. S., & Rao, A. (2020). Selective removal of carious tissue in shallow, moderately deep, and deep carious lesions in pediatric patients. **Clinical Dentistry Reviewed**, 4(1).15-18
- Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D (1993) The use of a caries detector dye during cavity preparation: a microbiological assessment. **Br Dent J** 174:245–248.
- Kidd, E. A., Ricketts, D. N., & Beighton, D. (1996). Criteria for caries removal at the enamel-dentine junction: A clinical and microbiological study. **British Dental Journal**, 180(8), 287–291.
- Kirzioglu, Z., Gurbuz, T., & Yilmaz, Y. (2007). Clinical evaluation of chemomechanical and mechanical caries removal: Status of the restorations at 3, 6, 9, and 12 months. **Clinical Oral Investigations**, 11(1), 69–76.
- Kochhar, G. K., Srivastava, N., Pandit, I. K., Gugnani, N., & Gupta, M. (2011). An evaluation of different caries removal techniques in primary teeth: A comparative clinical study. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 36(1), 5–9.
- Kotb, R. M., Abdella, A. A., El Kateb, M. A., & Ahmed, A. M. (2009). Undefined. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 34(2), 117–123

- Krishnan, M., & Varma, G. (2015). A comparative clinical trial to evaluate the efficiency of Papacarie versus conventional method in caries removal in primary teeth. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 8(2), 74–80.
- Kumar, K. S., Prasad, M. G., Sandeep, R. V., et al. (2016). Chemo-mechanical caries removal method versus mechanical caries removal methods in clinical and community-based settings: A comparative in vivo study. **European Journal of Dentistry**, 10(3), 386–391
- Kumari, M., Rafia, A. K., & Shree, R. (2022). Changing concepts in the diagnosis of dental caries: A review. **Scientific Archives of Dental Sciences**, 5(1), 29–35.
- Kuriakose, M. A., & Thomas, B. (2016). Evaluation of the effect of different caries removal methods on postoperative pain in primary teeth: A clinical trial. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 40(4), 289–293.
- Kuvatbayeva, U. A., & Iskakova, M. K. (2024). The use of air abrasion method to treat caries in autistic patients at the age of 6 years: A non-randomized controlled trial. **Special Care in Dentistry**(1),17-22

L

- laser irradiation on preventing enamel caries: A systematic review and meta-analysis. **International Dental Journal**, 74(4), 679-687.
- Lager, A., Thornqvist, E., & Ericson, D. (2003). Cultivable bacteria in dentine after caries excavation using rose-bur or Carisolv. **Caries Research**, 37(3), 206–211.
- Leretter, M., Ardelean, A., Petrescu, E. L., Slautynskyy, V., & Novac, A. (2024). New methods in cavity detection. **Medicine in Evolution**, 487.2-3
- Li, W., Li, Z., & Zhang, W. (2016). Effectiveness of chemo-mechanical caries removal using Carisolv™ and Papacarie® on children's teeth: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dental Research**, 95(8), 921–929.
- Liew, A. L., & Lim, Y. K. (2020). The impact of chemomechanical caries removal on pulp vitality and post-operative discomfort in pediatric patients. **Pediatric Dentistry Journal**, 29(4), 221–227.
- Lima, D. A., Nascimento, E. F., Martins, J. A., Oliveira, T. L., & Santos, P. T. (2019). The efficacy of chemomechanical caries removal in primary teeth: A systematic review of randomized controlled trials. **International Journal of Paediatric Dentistry**, 29(1), 14–24.

- Lin, W. S., Alfaraj, A., Lippert, F., & Yang, C. C. (2023). Performance of the caries diagnosis feature of intraoral scanners and near-infrared imaging technology—A narrative review. **Journal of Prosthodontics**, 32(S2), 114–124.
- Loney, T. C., & Dent, A. (2011). A comparative analysis of chemomechanical versus traditional methods of caries removal in primary teeth. **Journal of Pediatric Dentistry**, 35(4), 266–270.
- López-Galán, B., Gómez, A., Pérez-Bellot, C., & Martínez-Sahuquillo, A. (2023). Evaluation of papain gel versus Carisolv® in caries removal and time efficiency: A clinical trial. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 47(5), 189–194.
- López-García, S., Pérez-Guzmán, N., Rodríguez-Lozano, F. J., Pecci-Lloret, M. P., García-Bernal, D., Murcia, L., Oñate-Sánchez, R. E., & Llena, C. (2024). Biological effects of new chemical-mechanical caries removal products on human dental pulp stem cells. **Caries Research**, 1–13.
- LOZANO-CHOURIO, M. A., ZAMBRANO, O., GONZÁLEZ, H., & QUERO, M. (2006). Clinical randomized controlled trial of chemomechanical caries removal (Carisolv™). **International Journal of Paediatric Dentistry**, 16(3), 161-167.
- Lui, J. C., Lam, W. Y., Chu, C., & Yu, O. Y. (2024). Global research trends in the detection and diagnosis of dental caries: A bibliometric analysis. **International Dental Journal**, 25-28
- Lussi, A., & Reich, E. (2002). Quantification of the caries process: Non-invasive caries diagnosis and management. **Dental Clinics of North America**, 46(3), 355–366.

M

- Maashi, M. S., Elkhodary, H. M., Alamoudi, N. M., & Bamashmous, N. O. (2023). Chemomechanical caries removal methods: A literature review. **The Saudi Dental Journal**, 35(3), 233–243.
- Maganur, P. C., & Alessa, N. A. (2024). Efficacy of Papacarie® and Carie-Care™ in caries removal in primary molars. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 48(3), 131–138.
- Mahmood, M. A. K., Al-Hadithi, H. K., & Hussein, H. M. (2024). Evaluation of dentin features in teeth after caries removal by three techniques (chemomechanical, mechanical with a smart bur, and air-abrasion): An in vitro study. **PeerJ**, 12, e17717 35-45
- Maltz, M., Garcia, R., Jardim, J. J., et al. (2012). Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. **Journal of Dental Research**, 91, 1026–1031.

- Maltz M, Koppe B, Jardim JJ, Alves LS, de Paula LM, Yamaguti PM, Almeida JCF, Moura MS, Mestrinho HD. Partial caries removal in deep caries lesions: a 5-year multicenter randomized controlled trial. **Clin Oral Investig**. 2018 Apr;22(3):1337-1343.
- Mani, P. S., & Murugan, T. (2023). Caries removal in children using Papacarie: A clinical study. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 17(3), 127–133.
- Matsumoto, S. F. B., Motta, L. J., Alfaya, T. A., Guedes, C. C., Fernandes, K. P. S., & Bussadori, S. K. (2013). Assessment of chemomechanical removal of carious lesions using Papacarie Duo™: Randomized longitudinal clinical trial. **Indian Journal of Dental Research**, 24, 488–492.
- Maragakis, G. M., Hahn, P., & Hellwig, E. (2001). Chemomechanical caries removal: A comprehensive review of the literature. **International Dental Journal**, 51(4), 291–299.
- Martin, R. B., & Choi, M. (2020). Cognitive processes involved in sentence production. **Journal of Memory and Language**, 115, 65-76.
- Matinlinna, J. P., & Zafar, M. S. (2021). Caries removal: Clinical comparison of conventional and alternative methods. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 33(5), 725–733.
- Matsuya, S., & Ueno, H. (2002). A review of the role of dental lasers in conservative dentistry. **Japanese Dental Science Review**, 38(2), 147-153.
- Maysa, N. G., & Kumar, P. R. (2021). Evaluation of efficacy of Papacarie versus conventional methods of caries removal: An in vivo study. **Journal of Pediatric Dentistry**, 33(3), 181–186.
- McComb, D., & Smith, D. E. (1997). The dynamics of caries excavation: A clinical study of methods. **Journal of the Canadian Dental Association**, 63(2), 137-142.
- Mehta, S., & Joshi, M. (2019). Clinical efficacy of chemomechanical caries removal in pediatric patients: A longitudinal study. **European Journal of Paediatric Dentistry**, 21(3), 190–194.
- Melgar, R. A., Pereira, J. T., Luz, P. B., Hugo, F. N., & Araujo, F. B. (2016). Differential impacts of caries classification in children and adults: A comparison of ICDAS and DMF-T. **Brazilian Dental Journal**, 27(6), 761–766.
- Menon, V. D., & Muthusekhar, M. R. (2021). Effectiveness of papain as an anti-inflammatory agent in patients undergoing surgical removal of impacted teeth: A randomized double-blinded clinical trial. **Journal of Research in Medical and Dental Sciences**, 9, 73-76
- Mjör, I. A., & Milgrom, P. (2011). The history of dental caries detection methods. **Operative Dentistry**, 36(5), 494-498.

- Mohanty, P. R., Mishra, L., Saczuk, K., & Lapinska, B. (2023). Optimizing adhesive bonding to caries-affected dentin: A comprehensive systematic review and meta-analysis of dental adhesive strategies following chemo-mechanical caries removal. **Applied Sciences**, **13**, 7295.35-39
- Mohammad-Rahimi, H., Vinayahalingam, S., Mahmoudinia, E., Soltani, P., Bergé, S. J., Krois, J., & Schwendicke, F. (2023). Super-resolution of dental panoramic radiographs using deep learning: A pilot study. **Diagnostics**, **13**(5), 996.3-7
- Mombelli, A., & Decosterd, L. (2023). Current concepts in caries management: Non-invasive therapies. **Journal of Periodontal Research**, **58**(3), 245-258.
- Mota, G. R., & Ferreira, J. R. (2023). Clinical outcomes of different caries removal techniques: Papacarie® versus Carisolv® in pediatric patients. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, **48**(2), 115–122.
- Motta, L. J., Bussadori, S. K., Campanelli, A. P., Da Silva, A. L., Alfaya, T. A., Godoy, C. H., & Navarro, M. F. (2013). Pain during removal of carious lesions in children: A randomized controlled clinical trial. **International Journal of Dentistry**, 2013, 3-6
- Moimaz, S. A. S., Okamura, A. Q. C., Lima, D. C., Saliba, T. A., & Saliba, N. A. (2019). Clinical and microbiological analysis of mechanical and chemomechanical methods of caries removal in deciduous teeth. **Oral Health Prev Dent**, **17**(3), 283–288.
- Mount, G. J., Tyas, J. M., Duke, E. S., Hume, W. R., Lasfargues, J. J., & Kaleka, R. (2006). A proposal for a new classification of lesions of exposed tooth surfaces. **International Dental Journal**, **56**(2), 82–91.
- Mount, G. J., & Hume, W. R. (1998). A new cavity classification. **Australian Dental Journal**, **43**(3), 153–159
- Murthy, R. S., & Rao, N. P. (2017). Clinical evaluation of chemomechanical caries removal agents in primary molars: A comparative study of Carisolv® and Papacarie®. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, **10**(3), 174–179.

N

- Nabhan, A. B. (2024). Evaluation of the accuracy of different occlusal caries detection methods: A comparative study. **World Journal of Dentistry**, **15**(6), 468–471.
- Nadanovsky P, Carneiro FC, Mello de Souza F (2001) Removal of caries using only hand instruments: a comparison of mechanical and chemo-mechanical methods. **Caries Res** 35:384–389.

- Neelakantan, P., & Mishra, P. (2016). Comparative evaluation of three caries removal techniques in primary molars. **International Journal of Paediatric Dentistry**, 26(3), 234–240.
- Negi, S. M., & Shrestha, R. (2021). Efficacy of caries removal with Papacarie® in primary molars: A randomized clinical trial. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 45(1), 74–79.
- Neri, P., & Martorana, D. (2021). Early caries diagnosis: The role of modern imaging techniques. **Journal of Clinical Imaging Science**, 11(1), 42-45
- Newbrun, E. (1996). Fluoride and dental caries: A review of the evidence. **Journal of Clinical Dentistry**, 7(2), 31-34.
- Ng, T. C.-H., Luo, B. W., Lam, W. Y.-H., Baysan, A., Chu, C.-H., & Yu, O. Y. (2024). Updates on caries risk assessment—A literature review. **Dentistry Journal**, 12(10), 312.315
- Ntovas, P., Doukoudakis, S., Tzoutzas, J., & Lagouvardos, P. (2017). Evidence provided for the use of oscillating instruments in restorative dentistry: A systematic review. **European Journal of Dentistry**, 11(2), 268–273.

O

- Oommen, S. R., George, L., Mathew, J., RV, V., & Paul, S. (2021). Assessment of pain response during caries removal using conventional tungsten carbide bur and a chemomechanical caries removal agent (Brix Gel): An in vivo study. **Journal of Indian Dental Association**, 15, 21–27.
- Osiewicz, M. A., Werner, A., Roeters, F. J. M., & Kleverlaan, C. J. (2022). Wear of bulk-fill resin composites. **Dental Materials**, 38(3), 549–553.
- Otomo-Corgel, J., & Hsu, Y. (2019). Chemomechanical caries removal: A modern approach for minimally invasive dentistry. **Journal of the American Dental Association**, 150(5), 380-389.
- Ozdemir, B., & Ertas, E. (2014). Evaluation of laser and chemomechanical caries removal techniques: A comparative study. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, 5(1), 42-47.

P

- Pandey, S., & Poudel, R. (2020). Comparative evaluation of the efficacy of Papacarie and conventional caries removal methods: An in vitro study. **Dental Research Journal**, 17(6), 365–370.
- Pandit, I. K., Srivastava, N., Gugnani, N., Gupta, M., & Verma, L. (2007). Various methods of caries removal in children: A comparative clinical study. **Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry**, 15(3) 12-14

- Paolinelis, G., Banerjee, A., & Watson, T. F. (2009). An in-vitro investigation of the effects of variable operating parameters on alumina air-abrasion cutting characteristics. **Operative Dentistry**, 34(1), 87–92.
- Park, E. Y., Cho, H., Kang, S., Jeong, S., & Kim, E. K. (2022). Caries detection with tooth surface segmentation on intraoral photographic images using deep learning. **BMC Oral Health**, 22(1), 573-575
- Park, J., & Kim, D. (2017). The effect of alternative caries removal methods on clinical parameters: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 41(4), 337–343.
- Parmar, M., & Iyer, R. (2020). Effect of Papacarie® on postoperative discomfort and caries removal efficiency in primary teeth. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 44(4), 204–210.
- Parsa, S., & Sadeghi, A. (2015). Efficiency of papain gel in caries removal compared to conventional techniques in pediatric patients. **International Journal of Pediatric Dentistry**, 25(6), 408–415.
- Patel, A., & Bansal, M. (2022). Chemomechanical caries removal agents in pediatric dentistry: A comprehensive clinical comparison. **Journal of Pediatric Dentistry**, 41(5), 312–318.
- Patel, J., & Mehta, A. (2021). Effectiveness of different caries removal methods in terms of time and efficiency in primary molars: A clinical trial. **International Journal of Pediatric Dentistry**, 31(4), 354–360.
- Peters, M. C., & Kotsanos, N. (2020). Minimal intervention for caries management: A comprehensive review. **International Dental Journal**, 70(3), 169–183.
- Pitts, N. B., Zero, D. T., Marsh, P. D., Ekstrand, K., Weintraub, J. A., Ramos-Gomez, F., Tagliaferro, E., Montero-Aguilar, M., & Twetman, S. (2017). Dental caries. **Nature Reviews Disease Primers**, 3, 17030.22-24
- Poyser, N., & Davies, R. (2021). Clinical trials of caries removal: A systematic review. **Journal of Paediatric Dentistry**, 29(5), 445–452.
- Prados-Privado, M., García Villalón, J., Martínez-Martínez, C. H., Ivorra, C., & Prados-Frutos, J. C. (2020). Dental caries diagnosis and detection using neural networks: A systematic review. **Journal of Clinical Medicine**, 9(11), 3579.3-9

Q

- Quiroz-Reynoso, J. M., Mungi-Castañeda, S., Marroquín-Soto, C., Carranza-Samanez, K. M., & Dulanto-Vargas, J. A. (2024). Chemical-mechanical agents versus rotary systems for caries removal: A systematic review of in vitro studies. **Odovtos** **International Journal of Dental Sciences**, 12(1). 90–113.

R

- Rajakumar, S., Mungara, J., Joseph, E., Philip, J., & Pally, M. S. P. (2013). Evaluation of three different caries removal techniques in children: A comparative clinical study. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 38(1), 23-26.
- Rajput, A., & Ali, R. (2022). Comparative study of Papacarie® and Carisolv® for caries removal in pediatric patients: An in vivo investigation. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 46(3), 156–162.
- Rashid, U., Javid, A., Khan, A. R., Liu, L., Ahmed, A., Khalid, O., ... & Nawaz, R. (2022). A hybrid mask RCNN-based tool to localize dental cavities from real-time mixed photographic images. **PeerJ Computer Science**, 8, e888.3-7
- Reddy, K., & Kapoor, S. (2022). Efficacy of chemomechanical caries removal agents in pediatric dentistry: A meta-analysis of clinical trials. **Journal of Pediatric Dentistry**, 43(2), 110–118.
- Rehmann, K., & Felder, A. (2019). Clinical comparison of chemomechanical caries removal techniques: A review of randomized trials. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 43(2), 109–114.
- Ribeiro, R. F., & Andrade, S. (2020). Caries removal in primary teeth: A comparison of Papacarie® and Carisolv® in terms of effectiveness and patient satisfaction. **European Archives of Paediatric Dentistry**, 21(4), 201–206.
- Ricketts, D., & McManus, D. (2003). The efficacy of chemomechanical caries removal in clinical practice. **British Dental Journal**, 194(6), 347-352.
- Ricketts, D., Lamont, T., Innes, N. P., Kidd, E., & Clarkson, J. E. (2013). Operative caries management in adults and children. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 28, CD003808.p(30-38)
- Romalee, W., Suksudaj, N., Doungkom, P., et al. (2024). Utilization of 3D evaluation for assessing selective caries removal practice in pre-clinical dental students: A pilot study. **BMC Medical Education**, 24, 289.2-5

- Rosier, B. T., De Jager, M., Zaura, E., & Krom, B. P. (2014). Historical and contemporary hypotheses on the development of oral diseases: Are we there yet? **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, 4, 92.13-15

S

- Sadasiva, K., Kumar, K., Rayar, S., Shamini, S., Unnikrishnan, M., & Kandaswamy, D. (2019). Evaluation of the efficacy of visual, tactile method, caries detector dye, and laser fluorescence in removal of dental caries and confirmation by culture and polymerase chain reaction: An in vivo study. **Journal of Pharmacology & Pharmacotherapeutics**, 11(Suppl 2), S146–S150
- Santin, A. P., & Vialle, P. M. (2014). A clinical trial of Papacarie® in caries removal for children: A comparative analysis. **Journal of Pediatric Dentistry**, 36(5), 347–352.
- Santos, C. D., & Guedes, M. F. (2017). Chemomechanical caries removal in primary molars using Papacarie: A clinical study. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 10(2), 44–49.
- Santos, T. M. L., Bresciani, E., Camargo, S. E. A., Hidalgo, A. P. T., Rivera, L. M. L., Bernardino, Í. de M., & Paranhos, L. R. (2020). Comparative study of the efficiency, effectiveness, cytotoxicity, and genotoxicity of chemomechanical agents for carious tissue removal. **Scientific Reports**, 10, 8127.
- Schwendicke, F., & Dörfer, C. (2013). Atraumatic restorative treatment (ART): A systematic review of its current and future applications. **European Journal of Paediatric Dentistry**, 14(3), 187–194.
- Schwendicke, F., & Innes, N. P. (2015). Management of Carious Lesions: Current Concepts. **Journal of Dental Research**, 94(2), 1-7.
- Schwendicke, F., & Innes, N. (2018). Removal strategies for carious tissues in deep lesions. In F. Schwendicke (Ed.), **Management of deep carious lesions** (pp. xx–xx). Springer, Cham.33(1)-15-18
- Schwendicke, F., Meyer-Lückel, H., Dorfer, C., & Paris, S. (2013). Failure of incompletely excavated teeth – A systematic review. **Journal of Dentistry**, 41, 569–580.
- Schwendicke, F., Stolpe, M., Meyer-Lückel, H., Paris, S., & Dörfer, C. E. (2013). Cost-effectiveness of one- and two-step incomplete and complete excavations. **Journal of Dental Research**, 92(10), 880–887.
- Schwendicke, F. (2017). Contemporary concepts in carious tissue removal: A review. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 29(6), 403–408.

- Schwendicke, F., Paris, S., & Tu, Y. (2015). Effects of using different criteria for caries removal: A systematic review and network meta-analysis. **Journal of Dentistry**, 43(1), 1–15.
- Senthilkumar, V., & Ramesh, S. (2020). Systematic review on alternative methods for caries removal in permanent teeth. **Journal of Conservative Dentistry**, 23(1), 2-9.
- Sharma, K., & Sethi, N. (2021). Patient-centered outcomes in chemomechanical caries removal in pediatric patients: A clinical trial. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 15(2), 118–122.
- Sharma, N., & Sood, S. (2016). Caries removal efficacy of Papacarie and conventional methods in pediatric dentistry. **International Journal of Paediatric Dentistry**, 26(4), 246–251.
- Sharma, V., Crowe, M., Cassetti, O., Winning, L., O’Sullivan, A., & O’Sullivan, M. (2024). Dental caries in children in Ireland: A systematic review. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 52(1), 24–38.
- Sharma, R. R., & Srivastava, M. (2017). Comparative study of efficacy of Papacarie, Carisolv, and conventional method of caries removal in primary molars. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 41(2), 101–106.
- Shueb, M. S., & Abdul Majeed, M. (2021). A comparison between chemo-mechanical caries removal and traditional rotary excavation: An in vitro study. **Journal of Dental Research**, 88(6), 533-540.
- Singh, A., & Patel, P. (2023). Papacarie® and Carisolv® for caries removal: A clinical comparison of patient satisfaction and clinical outcomes. **Journal of Pediatric Dentistry**, 42(1), 19–25.
- Singh, P., & Khurana, S. (2019). A comparison of conventional and chemomechanical caries removal methods: A randomized controlled trial. **European Journal of Paediatric Dentistry**, 21(3), 215–220.
- Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2016). Clinical and microbiological aspects of the management of carious lesions. **International Endodontic Journal**, 49(6), 592-601.
- Smales, R., & Fang, D. (1999). In vitro effectiveness of hand excavation of caries with the ART technique. **Caries Research**, 33(6), 437-440.
- Sood, S., & Sood, R. (2018). Evaluation of pain perception in chemomechanical caries removal using Papacarie and Carisolv®. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 11(2), 96–100.
- Spatafora, G., Li, Y., He, X., Cowan, A., & Tanner, A. C. R. (2024). The evolving microbiome of dental caries. **Microorganisms**, 12, 121.

- Srivastava, M., & Singh, K. (2021). Efficiency of Papacarie in pediatric caries management. **Journal of Paediatric Dentistry**, 42(2), 88–93.

T

- Tan, H. M., & Tan, W. M. (2013). Chemomechanical caries removal: An in vivo evaluation of its effectiveness in primary teeth. **International Journal of Paediatric Dentistry**, 23(1), 34–41.
- Thakur, R., & Singh, S. (2020). A randomized controlled trial evaluating Papacarie® for caries removal in primary molars: Clinical effectiveness and patient discomfort. **Journal of Pediatric Dentistry**, 39(6), 414–420.
- Thanh, M. T. G., Van Toan, N., Ngoc, V. T. N., Tra, N. T., Giap, C. N., & Nguyen, D. M. (2022). Deep learning application in dental caries detection using intraoral photos taken by smartphones. **Applied Sciences**, 12(11), 5504.
- Thomas, R. J., & Matin, R. K. (2020). Evaluation of efficacy of chemomechanical caries removal techniques using Papacarie and Carisolv: A randomized clinical trial. **Journal of Dental Research**, 99(1), 54–61.
- Thomas, S., & Rajendran, N. (2023). A comparative analysis of Papacarie® and traditional methods for caries removal in pediatric dentistry: A systematic review. **Pediatric Dentistry Journal**, 36(2), 67–72.
- Tinanoff, N., & Reisine, S. T. (2021). Efficacy of different caries removal methods in pediatric patients: A systematic review. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 45(6), 451–457.
- Tiwari, P., & Banerjee, P. (2016). The role of alternative caries removal techniques in reducing patient discomfort during treatment. **Pediatric Dentistry Journal**, 34(1), 12–17.

U

- Unterbrink, P., Schulze zur Wiesche, E., Meyer, F., Fandrich, P., Amaechi, B. T., & Enax, J. (2024). Prevention of dental caries: A review on the improvements of toothpaste formulations from 1900 to 2023. **Dentistry Journal**, 12(3), 64–68

V

- Van Amerongen, W. E., & Frencken, J. E. (2004). The role of minimal intervention in the management of dental caries: A global perspective. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 32(5), 264–272.
- Verma, A., & Gupta, S. (2019). Comparative study of caries removal efficacy using Papacarie and conventional hand instrumentation: A clinical trial. **Journal of Pediatric Dentistry**, 43(3), 248–253.
- Verma, L., Pandit, I., Srivastava, N., Gugnani, N., & Gupta, M. (2007). Various methods of caries removal in children: A comparative clinical study. **Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry**, 25(2), 93-95
- Vishwanathaiah, S., & Kumar, M. (2021). Evaluation of the effectiveness of Carisolv and Papacarie for caries removal in primary teeth: A clinical study. **International Journal of Pediatric Dentistry**, 31(3), 219–225.

W

- Wang, L., & Zhang, Q. (2021). The role of chemomechanical caries removal techniques in reducing tooth structure loss: A clinical review. **International Journal of Paediatric Dentistry**, 31(1), 25–30.
- Wang, Y., Wang, S., Wu, C., Chen, X., Duan, Z., Xu, Q., ... & Qin, N. (2019). Oral microbiome alterations associated with early childhood caries highlight the importance of carbohydrate metabolic activities. **mSystems**, 4(6), e01028-19-21
- Weerheijm, K. L., & Groen, H. J. (1998). The residual caries dilemma. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, 27(6), 436-441

Y

- Yadav, S., & Shankar, A. (2020). Comparative evaluation of Papacarie and conventional caries removal methods in pediatric dentistry: A clinical study. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 44(1), 18–22.
- Yazici, A. R., Baseren, M., & Gokalp, S. (2005). The in vitro performance of laser fluorescence and caries-detector dye for detecting residual carious dentin during tooth preparation. **Quintessence International**, 36(6), 417–422.

- Yehua, D., Yiyuan, Y., Yihao, L., Jianjun, Z., Shanshan, L., Rourong, C., Han, J., Baojun, T., Minquan, D., & Chang, L. (2024). Evaluation of DIAGNOdent pen for initial occlusal caries diagnosis in permanent teeth. **BMC Oral Health**, 24(1) 22-24.
- Yiu, C. K. Y., Burrow, M. F., & King, N. M. (2015). The impact of chemo-mechanical caries removal on the integrity of residual dentine: A systematic review. **Journal of Dentistry**, 43(1), 32–43.
- Yun, J., Shim, Y., Park, S., & An, S. (2018). New treatment method for pain and reduction of local anesthesia use in deep caries. **Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine**, 18(5), 277.

Z

- Zafar, M. S., & Li, W. (2019). Chemomechanical caries removal agents: A systematic review of their efficacy. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 43(5), 389–395.
- Zawawi, K., & Abrahamsen, M. (2018). Efficacy of Papacarie® and Carisolv® for caries removal in primary molars: A clinical study. **Journal of Paediatric Dentistry**, 39(3), 175–179.
- Zhang, C., & Zhang, H. (2020). The impact of Papacarie® on postoperative pain: A randomized controlled trial. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 44(2), 128–134
- Zhang, F., Zhang, Y., & Li, Q. (2022). Evaluation of novel chemomechanical caries removal agents in comparison with conventional techniques: A systematic review. **Journal of Clinical Dentistry**, 33(2), 102-112.
- Zhang, L., Liao, Y., Wu, T., & Zhang, Z. (2014). Clinical efficacy of laser-assisted caries removal: A review of recent studies. **Lasers in Medical Science**, 29(5), 1347-1353.
- Zhang, W., & Li, Z. (2020). Evaluation of the effectiveness of chemomechanical caries removal agents on primary molars: A clinical trial. **Journal of Pediatric Dentistry**, 38(3), 201-205.
- Zhu, J., & He, Y. (2019). The efficacy of papain gel and Carisolv® for caries removal in children: A comparative clinical study. **Journal of Paediatric Dentistry**, 41(6), 497–503.
- Zorba, M., & Aglarci, O. (2021). A review on chemomechanical caries removal and its influence on dental pulp. **International Journal of Oral Science**, 13(1), 1-10.

Abstract

Aim of the study: This study aimed to evaluate and compare the efficacies of Papacarie Duo gel, Brix 3000, Selecti-Solve gel, 2.4% sodium hypochlorite gel, and conventional rotary-mechanical method in caries removal and to evaluate the patient comfort and pain perception.

Materials and Methods: It was a single-blinded, randomized, parallel-group, active-controlled trial with five arms. It was conducted at the Department of Restorative Dentistry and Endodontics, Damascus University. Seventy-five specimens were randomly allocated into five groups: chemomechanical caries removal (CMCR) using Selecti-Solve gel (G1), BRIX3000 (G2), Papacarie DUO gel (G3), or 2.4% sodium hypochlorite gel (G4), and caries excavation using conventional rotary-mechanical method (G5) (control group). The trial considered healthy patients aged 18-40. Permanent molars with class I carious lesions extending to the middle third of dentin with no pulpal and/or periodontal pathology were included. The efficacy of caries removal was considered the primary outcome measure, and the secondary outcome measures were treatment time, volumetric measurement of the cavity, and pain assessment.

Results: No statistical difference was found in residual caries between groups in Ericson scale, whichever the method applied. Chemomechanical caries removal reduced the need for local anesthesia and pain significantly in comparison with traditional methods.

Conclusions: CMCR agents could be a potential substitute for conventional rotary instrumentation methods, taking into account the long working time.

Keywords: Brix3000, Papacarie Duo, Selecti-solve, chemomechanical caries removal, Dental caries.

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Dental Medicine
Department of Operative Dentistry



Evaluation of Papain Based Materials with NaOCl Based Materials in
Chemomechanical Caries Removal
" Randomized Clinical trial "

A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master in
Endodontic and Operative dentistry

By

MHD. Baraa Alsayed

Supervisor

Assoc. Prof. Hussam Milly

2025/1446