



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم مداواة الأسنان

تأثير حجم التحضير الذروي وتنشيط سائل الإرواء على الشفاء وإنقاص

التعداد الجرثومي والألم التالي للمعالجة في الأسنان الممتوتة

-دراسة سريرية مضبوطة معشاة-

بحث علمي أعد لنيل درجة الدكتوراه في علوم طب الأسنان -اختصاص مداواة الأسنان

إعداد الباحثة: مايا عيسى سعد

إشراف: الأستاذة الدكتورة كيندا ليوس

أستاذة في قسم مداواة الأسنان - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق

صورة قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم /٣٢٥٠/ المتخذ

بالجلسة رقم /٢٣/ تاريخ ٢٨/٧/٢٠٢٥

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم /٥٢٥/ تاريخ

٢٠٢٥/٧/١

وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم /٢٥٠/ لعام ٢٠٠٦ .

قرار مجلس جامعة دمشق رقم /٤٦٦/ص.م تاريخ ٢٠٢٠/٢/٦ بشأن الموافقة على تسجيل أطروحة الطالب

قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم /٢٩٤/ص.م تاريخ ١٠/١/٢٠٢٤ بشأن الموافقة على تمديد أطروحة الطالبة

لمدة سنة خامسة اعتباراً من ٢٠٢٤/٢/٦ لغاية ٢٠٢٥/٢/٥

قرار مجلس جامعة دمشق رقم /١٢٨٢/ص.م تاريخ ٢٠٢١/٤/٧ بشأن الموافقة على تعديل عنوان أطروحة الطالبة

تستفيد الطالبة من المرسوم رقم /٢٢٥/ تاريخ ٢٩/٨/٢٠٢٣ وتمنح سنة إضافية اعتباراً من ٢٠٢٥/٢/٦ لغاية

٢٠٢٦/٢/٥

وبنتيجة المذاكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأليف لجنة الحكم على أطروحة الدكتوراه في قسم مداواة الأسنان التي أعدها الطالبة مايا عيسى سعد

بعنوان : ((تأثير حجم التحضير الذروي وتنشيط سائل الإرواء على الشفاء وإنقاص التعداد الجرثومي والألم التالي

للمعالجة في الأسنان المتهمة -دراسة سريرية مضبوطة معشاة)) بكلية طب الأسنان من السادة الأساتذة :

د. محمد سالم ركاب	الأستاذ في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
الجامعة الدولية الخاصة	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً
د. محمد أسامة الجبان	الأستاذ في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص : مداواة الأسنان	عضواً
د. كيندا ليوس	الأستاذ في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً مشرفاً
د. حسان عاشور	الأستاذ في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً
د. سمر السلامة	المدرس في قسم العلوم الأساسية	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: أحياء دقيقة ودمويات ومناعيات	عضواً

وذلك وفق ما هو وارد في قرار مجلس الكلية آنف الذكر،،،

ملاحظة: يرجى إرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب نائب رئيس

الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

تصريح

" لا يوجد أيُّ جزءٍ من هذه الرسالة أخذ كاملاً
من عملٍ آخر أو أنجز للحصول على شهادةٍ
أخرى في هذه الجامعة أو في أيّة جامعةٍ أخرى أو
أيِّ معهدٍ تعليميٍّ "

الإهداء Dedication

إلى من احضنني منذ أن خطوت الخطوة الأولى وأمدني بالمحبة والسامح والعزة والإباء

وطني سوريا

إلى قدوتي ومثلي الأعلى وقوتي . . . إلى الرمز الذي يشرفني أن أنسب إليه

أبي العزيز

إلى الحزن الدافئ والملجأ الحنون . . . من أنارت لي ظلمات الليالي

أمي الغالية

إلى القلب الحنون الذي لا ينضب من العطاء، الصدر الرحب الذي دعمني بكل ما استطاع

زوجي العزيز نسيم

إلى فلذة كبدي وروحي التي تنبض بالحياة عصفورتي الجميلة ونجمتي اللامعة في فضاءي الواسع، من استمد الثاؤل والأمل بالنظر لعيونها البريئة

ابنتي الحبيبة مارينا

إلى من أعيش بدفء وجودهم وأستمد الثاؤل من بسمته وجوهرهم . . . إلى السند الكبير

أخوتي مجد ومرح وماهر

إلى من مددتي ضحكها بالثاؤل والأمل

ابنة أختي أنايلا

إلى من تذوقت حلاوة العيش بينهم أيام الدراسة، من يسكنون أعماقي ويزرعون في روحي السعادة

أصدقائي

إلى كل من ساندني أهدي هذا العمل

مايا سعد

كلمة شكر Acknoledgment

بتوفيق من الله أنهيت هذا البحث وأتوجه بالشكر الكبير لأساتذتي الأفاضل الذين كرّسوا وقتهم وجهدهم في سبيل الارتقاء بالعلم والعمل.

وأخص بالذكر أستاذتي الكريمة الأستاذة الدكتورة كيندا ليوس أستاذة مداواة الأسنان في جامعة دمشق، منها تعلمت أن للنجاح قيمة ومعنى وكيف يكون التفاني والإخلاص في العمل، فقد كانت لي القدوة الأجل، ولم تبخل بوقت أو جهد أو مد يد المساعدة حتى الوصول إلى ضفة الأمان، أفاضت عليّ من خبرتها العلمية بعباء غير محدود فكانت مرشداً وموجهاً، شكراً لصبرك وتواضعك ومحبتك، ولك مني كل الاحترام والمحبة والتقدير.

وأقدم بجزيل الشكر والمحبة للأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب عميد كلية طب الأسنان في الجامعة الدولية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا، وأستاذي في الماجستير والأب الذي أتشرف وأعتر به، لتفضله بالمشاركة في تحكيم هذا البحث وإغنائه بخبرته الواسعة، فله مني أسمى آيات الشكر والتقدير والاحترام. ومن دواعي فخري أن أشكر الأستاذ الدكتور محمد أسامة الجبان رئيس جامعة دمشق سابقاً، وأستاذ في قسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق، من نهلنا من علمه وأخلاقه طوال فترة الدراسة، لتفضله بالمشاركة في تحكيم هذا البحث وإغنائه بخبراته الكبيرة وعلمه الواسع، فله مني أسمى آيات الشكر ولتقدير والاحترام.

وأقدم بجزيل الشكر والامتنان للأستاذ الدكتور حسان عاشور رئيس قسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق، وأستاذ في قسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق، على تكمّله وقبوله تحكيم هذا البحث وإضافة قيمة علمية غنية إليه، فله مني أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير.

كما أقدم بوافر الشكر والامتنان للأستاذة الدكتورة سمر السلامة رئيسة قسم علوم الحياة بتفضلها بقبول تحكيم البحث وإضافة القيمة العلمية إليه، وصبرها ومساعدتها لي في إنجاز مراحل البحث، فلها مني جزيل الشكر والتقدير.

والشكر الكبير لإدارة كلية طب الأسنان ممثلةً بالأستاذ الدكتور خلدون درويش عميد الكلية لمكانته العلمية الرفيعة وخلقه الكريم وتواضعه الذي قلّ نظيره، والأستاذ الدكتور عمر حشمة الوكيل الإداري لما يبذله من مجهود في إدارة الكلية، والأستاذ الدكتور مُهند لفلوف الوكيل العلمي والصورة المشرقة التي تميز كليتنا دوماً بالعلم الغزير والأخلاق الرفيعة.

كما أشكر السادة الأساتذة أعضاء الهيئة التدريسية والتعليمية في قسم مداواة الأسنان لما منحوه لي من علمهم الواسع وخبرتهم الكبيرة، وطلابه الذين أعتز بصداقتهم فرداً فرداً، وجميع أعضاء الهيئة التدريسية في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق لما يبذلوه من جهد كبير في سبيل تطوير البحث العلمي وتنميته.

وكل الشكر لأسرة المعهد التقاني الطبي - كلية الطب البشري - جامعة دمشق الذي منحني فرصة إنجاز الجزء الجرثومي من هذا البحث وأخص بالذكر السيد موفق المنجد والآنسة رودا على مساعدتهم لي.

وأتوجه بالشكر لكل من دعمني معنوياً وعلمياً وأخص بالشكر الدكتورة ريمي برازي، والدكتور مجد سعد وجميع موظفي كلية طب الأسنان في جامعة دمشق وكل من قدم المساعدة في إنجاز هذا البحث وفاتني ذكر اسمه.

كما أشكر جامعة دمشق هذا الصرح العلمي العظيم، أعرق جامعات العالم وأقدم الجامعات العربية، والذي يعتبر تطويرها واجباً مقدساً على كل عامل وطالب وأستاذ، كونها عز سوريا العلمي

قائمة المحتويات

List Of
Components

فهرس المحتويات

١	المخلص باللغة العربية.....
٣	التمهيد.....
٤	المقدمة Introduction.....
٧	إشكالية البحث Research Problem.....
٧	تساؤلات البحث Research Questions.....
٨	مُسَلِّمات البحث Research Postulates.....
٨	الهدف من البحث Aim Of The Study.....
٩	أهمية موضوع البحث Research Importance.....
٩	مبررات البحث Research Rational Research justifications.....
١٠	مصطلحات البحث Research Terms.....
١٠	محدوديات البحث Research Limitations.....
١١	الباب الأول: المراجعة النظرية.....
١٢	١-١ الفصل الأول: الآفات حول الذروية Periapical Lesions.....
١٢	١-١-١ الوسائط الالتهابية في الآفات حول الذروية.....
١٣	١-١-٢ المخرشات المسببة للالتهابات حول الذروية.....
	١-١-٣ تصنيف الآفات حول الذروية ذات المنشأ اللبي Classification of Periapical Lesions.....
١٤	١-٢ الفصل الثاني: الأحياء الدقيقة في الأمراض حول الذروية.....
١٦	١-٢-١ الأغشية الحيوية (Biofilms) كحصن للجراثيم (اللوحة الجرثومية):.....
١٧	١-٢-٢ عوامل الفوعة الجرثومية (Bacterial Virulence Factors):.....
١٧	١-٢-٣ طرق إنتان القناة الجذرية.....
١٨	١-٢-٤ أنواع الانتانات اللبية Types of Endodontic Infections.....

٢١.....:Ecology of the endodontic microbiota بيئة العينة الجرثومية اللبية ٥-٢-١

٢٢.....:Patterns of Microbial Colonization نماذج الاستعمار الجرثومي ٦-٢-١

٢٤.....:الفصل الثالث: المواصفات التشريحية للمنظومة القنوية الجذرية ٣-١

٢٤.....:Components of the root canal system مكونات المنظومة القنوية الجذرية ١-٣-١

٢٥.....:Anatomy of the root apex area تشريح المنطقة الذروية للجذر ٢-٣-١

٣١.....:الفصل الرابع: تحديد الطول العامل ٤-١

The importance of determining the أهمية تحديد الطول العامل ١-٤-١

٣١.....:working length ٣١

٣٢.....:Definition of working length تعريف الطول العامل ٢-٤-١

٣٣.....:Methods of working length determination طرائق تحديد الطول العامل ٣-٤-١

Determine the apical تحديد مكان الحد الذروي للمعالجة القنوية الجذرية ٤-٤-١

٣٨.....:terminus for root canal treatment ٣٨

Apical terminus according to the النهاية الذروية وفقاً لحالة اللب المرضية ٥-٤-١

٤١.....:pathological condition of the pulp ٤١

٤٤.....:Definition of Foraminal enlargement تعريف توسيع الثقب الذروي ٦-٤-١

٤٧ Root Canal System Disinfection الفصل الخامس: تطهير المنظومة القنوية الجذرية ٥-١

٤٧.....:Importance of irrigation أهمية الإرواء ١-٥-١

٤٨.....:Inert Irrigants سوائل الإرواء الخاملة ٢-٥-١

٤٨.....:Active Irrigants سوائل الإرواء الفعالة ٣-٥-١

٥٤.....:الفصل السادس: طرائق تنشيط سائل الإرواء ٦-١

٥٤.....:Conventional Needle Irrigation الإرواء بالإبرة التقليدية ١-٦-١

٥٦.....:(MDA) Manual Dynamic Activation التنشيط اليدوي الديناميكي ٢-٦-١

٥٦.....:Thermal Technique الطريقة الحرارية ٣-٦-١

٥٦.....	٤-٦-١ الإرواء الصوتي (SI) Sonic Irrigation (SI):
٥٧.....	٥-٦-١ الإرواء فوق الصوتي Ultrasonic irrigation:
٥٧.....	٦-٦-١ التنشيط بمبرد XP-Endo Finisher agitation (XPF):
٦٢.....	٧-١ الفصل السابع: الألم التالي للمعالجة Post-Operative Pain
٦٢.....	١-٧-١ تعريف الألم اللبي:
٦٢.....	٢-٧-١ العوامل ما قبل المعالجة التي تؤثر على حدوث الألم:
٦٣.....	٣-٧-١ العوامل أثناء المعالجة التي تؤثر على حدوث الألم:
٦٦.....	٤-٧-١ العوامل ما بعد المعالجة التي تؤثر على حدوث الألم:
٦٧.....	٨-١ الفصل الثامن: شفاء الآفات حول الذروية Healing of periapical lesions
٦٧.....	١-٨-١ مقدمة عن شفاء الآفات حول الذروية
٦٧.....	٢-٨-١ التجدد النسيجي والإصلاح النسيجي:
٦٧.....	٣-٨-١ العوامل التي تؤثر على الشفاء:
٦٩.....	٤-٨-١ نهج الشفاء:
٧٠.....	٥-٨-١ مدى الشفاء:
٧١.....	٦-٨-١ عملية الشفاء
٧٣.....	٧-٨-١ معايير تقييم نتيجة المعالجة القنوية الجذرية:
٧٣.....	٨-٨-١ فترة المراقبة بعد المعالجة ومعدل المراجعات
٧٥.....	٩-١ الفصل التاسع: أبحاث ذات صلة
٧٨.....	الباب الثاني: منهج البحث وأدواته Materials and Methods
٧٩.....	١-٢ تصميم الدراسة Study Design:
٧٩.....	٢-٢ الموافقة الأخلاقية Ethical approval:
٧٩.....	٣-٢ مكان إجراء البحث Study Setting:
٧٩.....	٤-٢ عينة الدراسة Study Sample:

٧٩.....	١-٤-٢ حساب حجم العينة Sample Size Calculation
٨٠.....	٢-٤-٢ التوزيع العشوائي Randomization
٨٠.....	٣-٤-٢ التعمية Blinding
٨١.....	٤-٤-٢ وصف العينة Sample characteristics
٨٢.....	٥-٤-٢ معايير اختيار أفراد العينة Selection Criteria of the Sample
٨٤.....	٥-٢ فرضيات الدراسة Study hypothesis
	٦-٢ المواد والأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث Materials, Tools, Devices used in
٨٦.....	this study
٨٦.....	١-٦-٢ أدوات ومواد العمل السريري
٩١.....	٢-٦-٢ المواد المستخدمة في الدراسة الجرثومية
٩٧.....	٧-٢ طرائق الدراسة Study Methods
٩٧.....	١-٧-٢ الجزء السريري من البحث
١٠٥.....	٢-٧-٢ مرحلة الزرع الجرثومي: (قبل وبعد الإجراء السريري)
١١٤.....	٣-٧-٢ الألم التالي للمعالجة
١١٥.....	٤-٧-٢ مرحلة المتابعة
١١٨.....	٨-٢ التحليل الإحصائي والاختبارات الإحصائية المستخدمة
١١٩.....	النتائج والتحليل الإحصائي Results and Statistical Analysis
١٢٠.....	١-٣ وصف العينة Description of study sample
١٢٤.....	٢-٣ الدراسة الإحصائية التحليلية
١٢٧.....	١-٢-٣ دراسة اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية
١٤٤.....	٢-٢-٣ دراسة مقدار الألم بصرياً في عينة البحث
١٥١.....	٣-٢-٣ دراسة درجة الشفاء في عينة البحث
١٥٨.....	الباب الرابع: المناقشة Discussion

١٥٩	١-٤ مناقشة فكرة البحث وهدفه:
١٦١	٢-٤ مناقشة بروتوكول العمل المتبع في هذا البحث:
١٧٢	٣-٤ مناقشة نتائج الدراسة وتفسيرها:
١٧٢	١-٣-٤ مناقشة نتائج الدراسة الجرثومية:
١٧٨	٢-٣-٤ مناقشة نتائج الألم التالي للمعالجة:
١٨٤	٣-٣-٤ مناقشة نتائج شفاء الآفات حول الذروية:
١٨٧	٤-٤ محدوديات الدراسة Study Limitation:
١٨٨	الباب الخامس: الاستنتاجات Conclusions:
١٩٠	الباب السادس: المقترحات والتوصيات:
١٩١	١-٦ التوصيات:
١٩٢	٢-٦ المقترحات:
١٩٣	الباب السابع: المراجع References:

فهرس الجداول

١١٤	جدول (1): معيار الألم التالي للمعالجة:
١١٥	جدول (2): يوضح معيار الشفاء
١٢٠	جدول (3): يبين توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض
١٢١	جدول (4): يبين توزع عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة
١٢٦	جدول (5): يبين الدرجات المعتمدة لكل من الألم والشفاء في عينة الدراسة السريرية والقيمة الموافقة المُعطاة لكل درجة

جدول (6): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة..... ١٢٧

جدول (7): يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة..... ١٢٩

جدول (8): يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة، وذلك بعد التحضير وفقاً لطبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية..... ١٣٠

جدول (9): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة وطبيعة الجراثيم المدروسة..... ١٣٢

جدول (10): يبين نتائج اختبار T ستودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل المعالجة، بعد التحضير، بعد الإرواء) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة وطبيعة الجراثيم المدروسة..... ١٣٤

جدول (11): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة..... ١٣٦

جدول (12): يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة..... ١٣٧

جدول (13): يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة، وذلك بعد التحضير وفقاً لطبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية في عينة البحث..... ١٣٨

جدول (14): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لنسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة..... ١٤٢

جدول (15): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة..... ١٤٥

جدول (16): يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة الأربع المدروسة في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة..... ١٤٦

جدول (17): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة..... ١٤٧

جدول (18): يبين نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ثماني ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام، بعد أسبوع واحد) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة..... ١٤٨

جدول (19): يبين نتائج مراقبة درجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة..... ١٥٢

جدول (20): يبين متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة..... ١٥٣

جدول (21): يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة الأربع المدروسة في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة..... ١٥٥

جدول (22): يبين متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة..... ١٥٦

جدول (23): يبين نتائج اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة..... ١٥٦

جدول (24): يبين نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة..... ١٥٧

فهرس المخططات

- مخطط (1): يبين توزع مجموعات الدراسة ٨٢
- مخطط (2): يمثل النسبة المئوية لتوزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ١٢٠
- مخطط (3): يمثل المتوسط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ١٢١
- مخطط (4): يمثل النسبة المئوية لتوزع المرضى في عينة البحث وفقاً لعدد الأسنان المعالجة لدى المريض و
جنس المريض ١٢١
- مخطط (5): يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة ١٢٢
- مخطط (6): يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة المعالجة المتبعة ١٢٢
- مخطط (7): يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع السن المُعالج وطريقة المعالجة المتبعة ١٢٣
- مخطط (8): يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لموقع السن المُعالج وطريقة المعالجة المتبعة ١٢٣
- مخطط (9): يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لجهة السن المُعالج وطريقة المعالجة المتبعة ١٢٣
- مخطط (10): يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لموقع السن المُعالج وجهته وطريقة المعالجة المتبعة ١٢٤
- مخطط (11): يمثل المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة ١٢٨
- مخطط (12): يمثل المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية الهوائية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة ١٣٣
- مخطط (13): يمثل المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية اللاهوائية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة ١٣٤
- مخطط (14): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة ١٣٧
- مخطط (15): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة ١٤٣
- مخطط (16): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة ١٤٦
- مخطط (17): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة ١٤٨

مخطط (18): يمثل النسبة المئوية لنتائج مراقبة درجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة

والفترة الزمنية المدروسة. ١٥٣

مخطط (19): يمثل متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية

المدروسة. ١٥٥

مخطط (20): يمثل متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة

المعالجة المتبعة. ١٥٦

فهرس الأشكال

- الشكل (1): المكونات التشريحية الأساسية للمنظومة القنوية الجذرية ٢٥
- الشكل (2): تشريح المنطقة الذروية ٢٦
- الشكل (3): تصنيف Dummer لأشكال التضيق الذروي ٢٧
- الشكل (4): تباين موضع CDJ على طرفي الجذر ٢٨
- الشكل (5): مورفولوجيا ذروة الجذر تبين القمع الذروي الصغير والقمع الذروي الكبير ٢٩
- الشكل (6): تغيرات ذروة السن مع التقدم في السن، والعلاقة بين ذروة الجذر والثقبية الذروية ٣٠
- الشكل (7): الحدود الذروية للتحضير القنوي ٣٥
- الشكل (8): الأبعاد في الثلث الذروي للجذر ٣٩
- الشكل (9): التداخل بين محاليل الإرواء ٥٣
- الشكل (10): مبرد XP-Endo Finisher ٥٨
- الشكل (11): يظهر مبرد ال XP-Endo Finisher في كلا الطورين عند تغير درجة الحرارة التي يتعرض لها ٥٩
- الشكل (12): يبين التوزيع العشوائي لعينة الدراسة باستخدام موقع (www.randomizer.org) ٨٠
- الشكل (13): أدوات الفحص داخل الفموي ٨٩
- الشكل (14): أدوات الحاجز المطاطي ٨٩
- الشكل (15): أدوات التخدير الموضعي ٨٩
- الشكل (16): قبضة التوربين ٨٩
- الشكل (17): k.file 10#, 15# ٨٩
- الشكل (18): جهاز تحديد الذروة الالكتروني ٨٩
- الشكل (19): مبرد ProTaper Next ٨٩
- الشكل (20): جهاز التحضير الآلي ٩٠

- الشكل (21): معجون حشو الأتنية الجذرية..... ٩٠
- الشكل (22): محلول السالين..... ٩٠
- الشكل (23): محلول EDTA 17%..... ٩٠
- الشكل (24): محلول CHX 2%..... ٩٠
- الشكل (25): رؤوس الإرواء..... ٩٠
- الشكل (26): U File ٩٠
- الشكل (27): XP-Endo Finisher files ٩٠
- الشكل (28): جهاز الأمواج فوق الصوتية..... ٩١
- الشكل (29): حوامل أفلام الأشعة..... ٩١
- الشكل (30): أطباق بتري..... ٩٦
- الشكل (31): وسط الغراء المدمى..... ٩٦
- الشكل (32): وسط الشيوغليكولات..... ٩٦
- الشكل (33): أنابيب إيبندورف..... ٩٦
- الشكل (34): جهاز الدوامة..... ٩٦
- الشكل (35): حجرة العمل الخاصة..... ٩٦
- الشكل (36): ماصة ميكروبييت..... ٩٧
- الشكل (37): الغانة..... ٩٧
- الشكل (38): الحاضنة..... ٩٧
- الشكل (39): الموصدة..... ٩٧
- الشكل (40): المعقمة ٩٧
- الشكل (41): أخذ العينة الجرثومية الأولى..... ٩٩
- الشكل (42): يوضح العينات الجرثومية الثلاث قبل نقلها إلى المختبر..... ١٠٤

- الشكل (43): مرق الشيوغليكولات..... ١٠٥
- الشكل (44): سلسلة التمديدات العشرية للمعلق الجرثومي..... ١٠٧
- الشكل (45): يبين سلسلة التمديدات العشرية التي تمت للعينات الجرثومية..... ١٠٧
- الشكل (46): يبين التمديدات العشرية للمعلق الجرثومي حتى تصبح قابلة للعد..... ١٠٧
- الشكل (47): يوضح طريقة الفرش في طبق بتري..... ١٠٩
- الشكل (48): عد المستعمرات الجرثومية باستخدام برنامج APD Colony App Lite ١١١
- الشكل (49): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة ٠.٠ وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية..... ١١١
- الشكل (50): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة ٠.٠ وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية..... ١١٢
- الشكل (51): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة ٠.٠ وتفعيل الإرواء بال XP-Endo Finisher..... ١١٢
- الشكل (52): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة ٠.٠ وتفعيل الإرواء بال XP-Endo Finisher..... ١١٢
- الشكل (53): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى - ١ ملم من القراءة ٠.٠ وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية..... ١١٣
- الشكل (54): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى - ١ ملم من القراءة ٠.٠ وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية..... ١١٣
- الشكل (55): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى - ١ ملم من القراءة ٠.٠ وتفعيل ال XP-Endo Finisher..... ١١٣
- الشكل (56): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى - ١ ملم من القراءة ٠.٠ وتفعيل ال XP-Endo Finisher..... ١١٤
- الشكل (57): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى ٠.٠ والتفعيل بالأمواج فوق الصوتية (قبل وبعد الحشو القنوي وفي فترات المتابعة الشعاعية)..... ١١٦

الشكل (58): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى ٠.٠ والتفعيل بال XP-Endo Finisher (قبل وبعد الحشو القنوي وفي فترات المتابعة الشعاعية) ١١٦

الشكل (59): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى ناقص ١ ملم من القراءة ٠.٠ والتفعيل بالأمواج فوق الصوتية (قبل وبعد الحشو القنوي وفي فترات المتابعة الشعاعية) ١١٧

الشكل (60): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى ناقص ١ ملم من القراءة ٠.٠ والتفعيل بال XP-Endo Finisher (قبل وبعد الحشو القنوي وفي فترات المتابعة الشعاعية) ١١٧

قائمة الاختصارات

AF	الثقبة الذروية	Apical Foramen
AC	التضييق الذروي	Apical Constriction
CDJ	الملتقى الملاطي العاجي	Cementodentinal Junction
PUI	الإرواء فوق الصوتي السلبي	Passive ultrasonic Irrigation
CUI	التفعيل بالأمواف فوق الصوتية المستمر	Continuous Ultrasonic Irrigation
IUI	التفعيل بالأمواف فوق الصوتية المتقطع	Intermittent Ultrasonic Irrigation
XPF		XP-Endo Finisher
EAL	جهاز تحديد الذروة الالكتروني	Electronic Apex Locator devices
FP		نفوذية الثقبة الذروية
FE	توسيع الثقبة الذروية	Foraminal Enlargement
WL		الطول العامل
SI		التفعيل الصوتي
MDA	التفعيل الديناميكي اليدوي	Manual Dynamic Activation
CHX		الكلورهيكسيدين
NaOCl	هيبوكلوريت الصوديوم	Sodium hypochlorite

الملخص باللغة العربية

خلفية البحث وهدفه: إنّ إزالة الكائنات الحية الدقيقة من الثقبّة الذرويّة ميكانيكياً وبطرق تنشيط الإرواء قد يكون أكثر ملائمة لإنقاص الحمل الجرثومي ونجاح المعالجة اللبية، ومع ذلك فقد يزيد من الألم التالي للمعالجة، لذلك كان الهدف من هذا البحث تقييم تأثير توسيع الثقبّة الذرويّة وتفعيل الإرواء بالأموّاج فوق الصوتية و XP-Endo Finisher على إنقاص الحمل الجرثومي، والألم التالي للمعالجة، وشفاء الآفات حول الذرويّة، وذلك في الأسنان وحيدة القناة والتمتوتة والمترافقة مع التهاب نسج حول ذرويّة لاعرضي.

مواد البحث وطرائقه: تألّفت عيّنة الدّراسة السريّة الجرثوميّة من 60 سنّاً بشريّة دائمة (سفلي أو علوي) وحيدة الجذر ووحيدة القناة وامتوتة ومترافقة مع آفة حول ذرويّة متوسطة الحجم، خضع جميع المرضى لمعالجة قنوية جذريّة بزيارة واحدة باستخدام إجراءات عزل وتحضير موحّدة، وقسمت عينة الدراسة عشوائياً إلى أربع مجموعات متساوية وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة:

١- التحضير حتى قراءة 0.0، وتفعيل بالأموّاج فوق الصوتية.

٢- التحضير حتى قراءة 0.0، وتفعيل XP-Endo Finisher.

٣- التحضير حتى قراءة ناقص 1 ملم، وتفعيل بالأموّاج فوق الصوتية.

٤- التحضير حتى قراءة ناقص 1 ملم، وتفعيل XP-Endo Finisher.

ثم تمّ عد المستعمرات الجرثوميّة المتشكلة بطريقة العد الجرثومي المباشر للعينات المأخوذة (قبل التحضير، وبعد التحضير وبعد تفعيل الإرواء)، وتم قياس قيم الألم التالي للمعالجة بمقياس ال VAS وذلك بعد (8 - 24 - 48 - 72 ساعة وبعد أسبوع) من المعالجة، كما تمّت مراقبة شفاء الآفات حول الذرويّة بعد (3 أشهر و6 أشهر و12 شهراً)، ثم عولجت النتائج بواسطة برنامج SPSS 13.00 لدراسة دلالة الفروق في متوسطات القيم عند مستوى الثقة 95%، وقيمة مستوى دلالة $(P \leq 0,05)$.

النتائج: أظهرت نتائج البحث عند مستوى دلالة $(P \leq 0,05)$ نقصاً واضحاً في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد الجراثيم الهوائية واللاهوائية بعد التحضير للطول 0.0 على جهاز تحديد الذروة الالكتروني، بينما لم يكن هناك

فرقاً بين طريقتي التفعيل، كما لم يكن هناك فروقاً بمقدار الألم بصرياً بين المجموعات الأربع المدروسة في جميع الفترات الزمنية، وأبدت كل المجموعات نجاحاً في المعالجة القنوية الذروية دون وجود فروقاً دالة إحصائية. كما بيّنت عموماً تناقصاً تدريجياً في التعداد الجرثومي بين مراحل أخذ العينة، وتناقصاً تدريجياً بتزايد الفترة الزمنية في مقدار الألم التالي للمعالجة بعد اليوم الأول، وكما تناقصت أحجام الآفات حول الذروية بشكل تدريجي حتى السنة.

الاستنتاجات: أظهر توسيع النقبة الذروية القدرة والفعالية في إنقاص التعداد الجرثومي للجراثيم الهوائية واللاهوائية في الأسنان المتموتة والمترافقة مع التهاب نسج حول ذروية لاعرضي، وذلك دون أن يتسبب في زيادة الألم التالي للمعالجة، ودون أن يؤثر على نسبة شفاء الآفات حول الذروية، كما أبدى كلّ من التفعيل بالأموح فوق الصوتية والXP-Endo Finisher القدرة ذاتها على إنقاص التعداد الجرثومي والألم التالي للمعالجة وشفاء الآفات

حول

الذروية.

الكلمات المفتاحية: توسيع النقبة الذروية، تفعيل بالأموح فوق الصوتية، تفعيل بمبرد XP-Endo Finisher، المستعمرات الجرثومية المتشكلة، الألم التالي للمعالجة، شفاء الآفات الذروية.

التمهيد

المقدمة Introduction:

يعتبر السبب الرئيسي لظهور أو استمرار المرض حول الذروي هو الجراثيم ومنتجاتها الموجودة ضمن المنظومة القنوية الجذرية، وأول مظهر للمرض هو تآكل الصفيحة القاسية واتساع المسافة الرباطية عند الذروة كما قد تحدث تغيرات في النموذج العظمي حول الذروي (Suyambukesan, Perumal, Somasundaram, Pandian, & Manigandan, 2013) لذلك يعتبر هدف الممارس الرئيسي هو خفض التعداد الجرثومي داخل الأوعية الجذرية تحت المستوى الكافي لحصول المرض حول الذروي (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010a). حيث يعد التحضير الكيميائي والميكانيكي باستخدام سوائل الإرواء المضادة للجراثيم وأدوات المعالجة اللبية المناسبة من العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى نجاح المعالجة اللبية (Martinho et al., 2010).

لقد ذكر (Schilder, 1974) أنّ الثقة الذروية يجب أن تبقى صغيرة قدر الإمكان أثناء التحضير الميكانيكي الكيميائي وظلت هذه الفرضية بلا منازع منذ ذلك الوقت لكن تواجد الكائنات الحية الدقيقة في منطقة الثقة الذروية قد أدى إلى ظهور مدرسة فكرية مختلفة تنص على أنه يجب أيضاً توسيع الثقة الذروية في بعض الحالات لضمان إزالة الكائنات الحية الدقيقة من المنطقة (R. A. Souza, 2006)، وضمان بيئة مواتية للشفاء حول الذروة (Noiri, Ehara, Kawahara, Takemura, & Ebisu, 2002)، حيث أنّ الجراثيم يمكن أن تشكل غشاء حيوي بخروجها من القناة الجذرية للمنطقة حول الذروية عن طريق الثقة الذروية ومن ثم تلتصق بالملاط الموجود حول ذروة الجذر (J. Wang, Jiang, Chen, Zhu, & Liang, 2012).

وإنّ تشريح القناة الجذرية المعقّد يجعل عملية التنضير الكامل عملية معقدة، فإنّه حتى عندما يتم تحضير القناة بشكل جيد واستخدام أحدث الأنظمة يبقى 30-50% من سطح القناة مغطى باللويحة الجرثومية بسبب وجود الشذوذات التشريحية مثل البرزخ، والتشعبات، والأوعية الجانبية (J. E. Chen, Nurbakhsh, Layton, Bussmann, & Kishen, 2014) ولذلك يلعب الإرواء دوراً هاماً في تنضير الأوعية الجذرية ويعد الطريقة الوحيدة لتطهير المناطق التي يصعب الوصول إليها (M Haapasalo, Shen, Wang, & Gao, 2014).

ولكن نظراً لكون الإرواء وحده غير فعال في إزالة كافة المواد والبقايا من جدران الأفنية الجذرية (Mancini, 2009 Armellin, Casaglia, Cerroni, & Cianconi, 2009) لذلك لابد من استخدام وسائل تفعيل لسائل الإرواء لزيادة فعاليته في التنظيف وتقليل الحمل الجرثومي، فقد تم تطوير العديد من الأجهزة والطرق لتحقيق هذا الهدف ومنها الأجهزة الصوتية وفوق الصوتية والليزر (Guerisoli, Marchesan, Walmsley, Lumley, & Pecora, 2002) وحديثاً مبارد XP-Endo Finisher.

إلا أن هناك بعض المخاوف حيث يعتبر أحد الأسباب الرئيسية للألم بعد المعالجة اللبية هو المواد والبرادة والسوائل التي تخرج إلى النسيج حول الذروية (Abbara et al., 2023)، وقد ذكر أنّ وسائل تفعيل الإرواء لها تأثير على اندفاع البرادة وسوائل الإرواء إلى الذروة مما قد يهيج الأنسجة المحيطة بالجذر ويسبب الألم التالي للمعالجة (Gondim Jr, Setzer, Dos Carmo, & Kim, 2010). ومع ذلك، فإنّ الكميات المقاسة من البرادة والسوائل التي تمت دراستها مخبرياً لم يتم تأكيد حدوثها سريرياً أو أنها ذات أهمية لتحفيز الألم أو إتلاف الأنسجة (A. A. Azim, Aksel, Margaret Jefferson, & Huang, 2018).

وعلى الرغم من الميزة البيولوجية المقترحة، فقد اقترح البعض أن توسيع الثقب الذروي هو إجراء مؤلم بسبب التهيج الميكانيكي المباشر للأنسجة المحيطة بالذروة و/أو إخراج البرادة أثناء تحضير تلك المنطقة (Jose F Siqueira Jr, 2003)، وقد تضاربت نتائج الدراسات السابقة حول تسببه للألم التالي للمعالجة فهو مازال أمراً مثيراً للجدل.

ونظراً لعدم توافر دراسات سريرية حول تأثير توسيع الثقب الذروي على تحسين الشفاء وعلى تخفيض التعداد الجرثومي، وعدم وجود دراسات سريرية حول قدرة وسائل تفعيل الإرواء على تخفيض التعداد الجرثومي عند توسيع الذروة، واختلاف نتائج الدراسات حول تسبب هذه التحضيرات للألم التالي للمعالجة، لذلك تم إجراء هذا

البحث لتحري الطريقة الأمثل لتحقيق أفضل النتائج السريرية وبالتالي رفع نسب نجاح المعالجات اللبية العفنة المنجزة في جلسة واحدة للأسنان المتموتة والمترافقة مع التهاب نسيج حول ذروية لاعرضي.

إشكالية البحث :Research Problem:

يعتبر السبب الرئيسي لظهور أو استمرار المرض حول الذروي هو الإنتان الموجود ضمن القناة، لذلك يعتبر هدف الممارس الرئيسي هو خفض التعداد الجرثومي داخل الأقنية الجذرية تحت المستوى الكافي لحصول المرض حول الذروي، كما أن بعض المعالجات تزيد من شدة الألم التالي للمعالجة والذي يعتبر أحد أهم المشاكل التي يعاني منها المرضى والممارسون بعد المعالجات اللبية بشكل عام والمعالجات العفنة بشكل خاص، حيث تمتد الجراثيم إلى المنطقة خارج ذروية في هذه الحالات، وإزالتها ميكانيكياً عن طريق توسيع الثقبية الذروية قد يزيد من الألم وقد يؤثر على الشفاء، وعلى الرغم من جميع وسائل التحضير فإنه يبقى مناطق غير ممسوسة في أدوات التحضير لذلك دعت الحاجة إلى إيجاد الطريقة الأمثل في التطهير وتفعيل سائل الإرواء، فإنه من المهم معرفة كيفية طريقة المعالجة الأمثل والمترافقة مع أقل تسبب للألم والانزعاج التالي للمعالجة أو منعه، والتي تنقص بشكل أكبر الحمل الجرثومي ضمن المنظومة القنوية وبالتالي من الممكن أن تسرع من عملية شفاء الآفات الذروية.

تساؤلات البحث :Research Questions:

يطرح هذا البحث مجموعة من التساؤلات:

١. هل ستضاهي فعالية توسيع الثقبية الذروية فعالية عدم التوسيع وذلك عند إجراء تفعيل الإرواء إما بالأمواج فوق الصوتية PUI أو بمبرد XP-Endo Finisher في تقليل عدد الجراثيم الموجودة ضمن القناة الجذرية؟
٢. هل سيكون لتوسيع الثقبية الذروية وتفعيل سائل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية أو بمبرد XP-Endo Finisher تأثيراً على الألم التالي للمعالجة اللبية للأقنية الجذرية العفنة؟
٣. هل سيؤثر توسيع الثقبية الذروية وتفعيل سائل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية PUI أو بمبرد XP-Endo Finisher على شفاء الآفات حول الذروية في الأقنية الجذرية العفنة؟

مُسَلِّمَاتُ الْبَحْثِ :Research Postulates:

إنه من المؤكد أنّ وسائل تفعيل الإرواء (الأمواج فوق الصوتيّة ومبرد XP-Endo Finisher) هي تقنيات معتمدة لتطهير الأفنية الجذريّة بشكل فعال وأنها مُعتمدة في معظم الأبحاث السريريّة، وإن تنظيف النقبة الذرويّة ميكانيكياً قد تم اعتمادها في الأبحاث التي تتضمن الأسنان الممتوتة والمترافقة مع آفات حول ذرويّة، لذلك تم اعتمادها في عينات الدراسة.

الهدف من البحث :Aim Of The Study:

يهدف هذا البحث بشكل رئيسي إلى:

- ١- مقارنة القدرة على إنقاص التعداد الجرثومي عند تحضير النقبة الذرويّة (طول يصل حتى قراءة 0.0)، أو عدم تحضير النقبة الذرويّة (طول يصل حتى ناقص 1 ملم عن قراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني وذلك بعد تنشيط الإرواء بكل من Ultrasonic و XP-Endo Finisher على حدى.
- ٢- مقارنة شفاء الآفات الذرويّة عند تحضير النقبة الذرويّة (طول يصل حتى قراءة 0.0)، أو عدم تحضير النقبة الذرويّة (طول يصل حتى ناقص 1 ملم عن قراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني وذلك بعد تنشيط الإرواء بكل من Ultrasonic و XP-Endo Finisher على حدى.
- ٣- مقارنة بين الألم التالي للمعالجة عند تحضير النقبة الذرويّة (طول يصل حتى قراءة 0.0)، أو عدم تحضير النقبة الذرويّة (طول يصل حتى ناقص 1 ملم عن قراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني وذلك بعد تنشيط الإرواء بكل من Ultrasonic و XP-Endo Finisher على حدى.

أهمية موضوع البحث Research Importance:

يكتسب هذا البحث أهميته من خلال:

عدم وجود دراسات سريرية لتقييم شفاء الآفات حول الذروية عندما يتم توسيع النقبة الذروية، وإنما اقتصرت الدراسات على الحيوانات نسيجياً، وعدم وجود دراسات جرثومية كافية بالإضافة إلى تضارب نتائج الدراسات التي تم فيها توسيع النقبة الذروية على تسببها بالألم التالي للمعالجة، وقلة الدراسات السريرية التي قارنت بين فعالية وسيلتي تفعيل الإرواء XP-Endo Finisher والأمواج فوق الصوتية في قدرتهما على إنقاص التعداد الجرثومي إنما اقتصرت أغلب الدراسات على تقييم تأثيرها على الجراثيم المعوية البرازية مخبرياً، كما تُعد الأبحاث التي درست تأثير طريقة تفعيل الإرواء على شفاء الآفات حول الذروية قليلة، كما قد يساعد في معرفة الطريقة الأمثل التي تسبب أقل ألماً ممكناً للمريض أو عدم التسبب بالألم، بالإضافة إلى تخفيض الجراثيم وبالتالي زيادة نسبة نجاح المعالجة وشفاء الآفات حول الذروية.

مبررات البحث Research Rational Research justifications:

درست الأبحاث تأثير توسيع النقبة الذروية على شفاء الآفات حول الذروية نسيجياً فقط، كما أنه لا يوجد دراسات سريرية حول قدرة توسيع النقبة الذروية على إنقاص التعداد الجرثومي، إنما اقتصرت الدراسات على الألم التالي للمعالجة فقط ومع ذلك كانت النتائج متضاربة ومختلفة بين الدراسات.

ولا توجد دراسة قارنت بين توسيع النقبة الذروية مع استخدام وسائل تفعيل إرواء مختلفة، لذلك فإن هذه الدراسة بجزئها السريري والجرثومي قد تساعد في إسقاط النتائج النسيجية على العمل السريري، وقد تساعد في إيجاد المعالجة الأمثل بأفضل تطهير ممكن وأفضل شفاء وأقل ألم، وهذا ما يعود بالفائدة على المرضى والأطباء الممارسين.

مصطلحات البحث :Research Terms:

- توسيع النقبة الذرويّة: التوسيع الميكانيكي المقصود للنقبة الذرويّة وتنظيفها باستخدام مبرد ذو قياس أكبر من التضيق الذروي عندما يتم تحديد الطول العامل عند النقبة الذرويّة، أو اعتماد طول عامل يتجاوز النقبة الذرويّة.
- تفعيل الإرواء بالتقنيّة فوق الصوتيّة: تعريض المبرد لاهتزازات عند ترددات الأمواج فوق الصوتيّة من 25 إلى 35 كيلو هرتز.
- تفعيل الإرواء بمبرد ال XP-Endo Finisher: مبرد يدخل ضمن القناة ويفعله الدوراني 800 دورة/دقيقة ومحاكاته لتشريح القناة الجذريّة يقوم بتفعيل الإرواء.
- المقياس البصري التناظري: يعتبر مقياساً موثقاً لقياس الألم التالي للمعالجة على خط مستقيم أفقي (0-10 سم)
- الزرع الجرثومي: زراعة الجراثيم ضمن أوساط خاصة تسمى الأوساط الزرعيّة، وهي عبارة عن أوساط تحتوي المواد المغذية الضرورية لنمو الجراثيم واستمرارها على قيد الحياة.
- طريقة العدّ الجرثومي المباشر Colonies Forming Unites CFU: عدّ المستعمرات الجرثوميّة الموجودة في الأطباق لجميع العينات المأخوذة من القناة الجذريّة.

محدوديّات البحث :Research Limitations:

- تكمن محدودية هذا البحث بالحصول على العينة بحيث تشمل جميع معايير التضمين.
- وصعوبة الحصول على قناة جافة لكي يتم إنهاء المعالجة اللبية في جلسة واحدة.
- وصعوبة امتثال جميع مرضى الدراسة للمراجعات الدورية لمراقبة الألم وشفاء الآفات شعاعياً.

الباب الأول:
المراجعة النظرية
Literature
Review

١ - الباب الأول: المراجعة النظرية Literature Review

١-١ الفصل الأول: الآفات حول الذروية Periapical Lesions

الأمراض حول الذروية هي مجموعة من الحالات الالتهابية التي تُصيب الأنسجة المحيطة بذروة السن، وهذه الأمراض تنشأ في الغالب نتيجة إصابة اللب السني بالعدوى الجرثومية أو التمرّ، وعندما يتموت اللب تنتقل الجراثيم ومنتجاتها الثانوية الضارة ونواتج تحلل اللب والنسج المتموتة من داخل السن إلى المنطقة حول الذروية، مما يُحفّز استجابة التهابية معقدة ومدمرة ويحدث الامتصاص العظمي حول الذروي.

١-١-١ الوسائط الالتهابية في الآفات حول الذروية:

الالتهاب حول الذروي هو عملية بيولوجية معقدة تتضمن تفاعلاً دقيقاً بين الكائنات الدقيقة الموجودة داخل القناة الجذرية المصابة والأنسجة الدفاعية للمضيف بمجرد وصول الجراثيم ومنتجاتها إلى الأنسجة حول الذروية، تُسارع الخلايا المناعية في الجسم بالاستجابة بشكل فوري وقوي في محاولة للقضاء على المسبب المرضي. وهذه الخلايا البالعات الكبيرة (Macrophages)، والعدلات (Neutrophils)، والخلايا اللمفاوية (Lymphocytes)، تفرز مجموعة واسعة من الوسائط الكيميائية الحيوية التي تُنسّق الاستجابة الالتهابية.

من أبرز الوسائط الالتهابية الرئيسية المشاركة في هذه العملية:

- السيتوكينات (Cytokines): تلعب دوراً في تنظيم الاستجابة المناعية والالتهابية. من أهم السيتوكينات في هذا السياق عامل نخر الورم ألفا (TNF- α) والإنترلوكينات (Interleukins)، مثل IL-1 و IL-6 و IL-8، ودوراً حاسماً في تحفيز عملية امتصاص العظم المحيط بالذروة حيث تنشّط الخلايا الكاسرة للعظم (Stashenko, 1990).

- البروستاجلاندينات (Prostaglandins) والليكوترينات (Leukotrienes): تُنشّق هذه المركبات الدهنية النشطة بيولوجياً من حمض الأرشيدونيك، وتُعد جزءاً لا يتجزأ من مسار الالتهاب. تساهم البروستاجلاندينات

بشكل كبير في توسع الأوعية الدموية (Vasodilation)، مما يزيد من تدفق الدم إلى المنطقة المصابة ويسبب الاحمرار والتورم، كما تزيد من نفاذية الأوعية، وتلعب دوراً رئيسياً في إنتاج الألم. أما الليكوترينات، فتُسهم في جذب الخلايا الالتهابية إلى الموقع وزيادة نفاذية الأوعية الدموية.

- الكيمايوكينات (Chemokines): وهي عوامل جاذبة كيميائية انتقائية للخلايا تجذب الخلايا الوحيدة والخلايا العدلات إلى موقع العدوى، حيث تبدأ هذه الخلايا في الدفاع عن الجسم.
- الببتيدات العصبية (Neuropeptides): تُطلق من الألياف العصبية الحسية في المنطقة الملتهبة، وتُسهم في توسع الأوعية الدموية، وزيادة نفاذية الأوعية، بالإضافة إلى تعديل وظيفة الخلايا المناعية (Garlet et al., 2012).

١-٢-١ المخثرات المسببة للالتهابات حول الذروية:

١- الجراثيم ومنتجاتها: السبب الرئيسي والأكثر شيوعاً للالتهاب حول الذروي هو غزو الجراثيم وتكاثرها داخل المنظومة القنوية الجذرية بعد تموت اللب. تُعد الجراثيم اللاهوائية هي الكائنات الدقيقة المهيمنة في هذه العدوى وهي لا تكفي بالتكاثر، بل تُنتج مجموعة واسعة من العوامل المسببة للأمراض، مثل السموم الداخلية والإنزيمات المحللة والأحماض الدهنية قصيرة السلسلة والمستضدات الجرثومية. تتسرب هذه المنتجات الجرثومية من الذروة إلى الأنسجة المحيطة، حيث تعمل كمحفزات قوية جداً للاستجابة الالتهابية وتساهم بشكل مباشر في تدمير الأنسجة المحيطة (José F Siqueira Jr, 2001).

منتجات تموت النسيج اللبي: عندما يتموت اللب السني، لا تكفي الجراثيم بإحداث الضرر، بل تتحلل خلايا اللب وبروتيناته وتتسرب إلى المنطقة حول الذروية، حيث تعمل كمحفزات تساهم في بدء واستدامة الاستجابة الالتهابية (M Torabinejad, Walton, & Fouad, 2016).

٢- المخثرات الكيميائية: في بعض الحالات، يمكن أن تساهم المواد الكيميائية المستخدمة في إجراءات المعالجة القنوية الجذرية مثل هيبوكلوريت الصوديوم وبعض مواد الحشو في تهيج الأنسجة حول الذروية.

٣- **المخرشات الفيزيائية:** يمكن أن تؤدي الأذيات الرضية للأسنان والحرارة الزائدة أثناء التحضير إلى تهيج اللب وتموته اللاحق، مما يُفضي إلى التهاب حول ذروي (P. R. Nair, 2004).

٣-١-١ تصنيف الآفات حول الذروية ذات المنشأ اللبي Classification of Periapical Lesions:

١- التهاب حول الذروي الحاد (Acute Apical Periodontitis):

- **الخصائص السريرية:** يتميز بألم حاد ومفاجئ، يزداد بشكل ملحوظ عند العض أو القرع، يكون السن حساساً جداً للمس، وقد يشعر المريض بأن السن "مرتفع" قليلاً عن الأسنان الأخرى. اللب في هذه الحالة يكون غالباً ملتهباً بشكل غير ردود (Irreversible Pulpitis) أو قد بدأ في التمثوت الجزئي.
- **الخصائص الشعاعية:** في المراحل المبكرة جداً، لا تظهر أي تغيرات شعاعية واضحة وقد تظهر فقط توسعاً طفيفاً في المسافة الرباطية حول السنية، مما يشير إلى وجود التهاب (M Torabinejad et al., 2016).

٢- الخراج الذروي الحاد (Acute Apical Abscess):

- **الخصائص السريرية:** يتميز بألم شديد جداً ونابض، وتورم موضعي أو منتشر في الأنسجة الرخوة المحيطة وقد يصاحبه أعراض جهازية مثل ارتفاع درجة الحرارة، والتوعك العام، وتورم العقد اللمفاوية في الرقبة. يُلاحظ تجمع القيح حول الذروة.
- **الخصائص الشعاعية:** قد لا تظهر تغيرات شعاعية واضحة في بدايته. مع مرور الوقت وتطور الخراج، يمكن رؤية منطقة شافة غير واضحة المعالم وغير محددة جيداً حول الذروة، مما يشير إلى تدمير العظم وتجمع القيح.

٣- التهاب حول الذروي المزمن (Chronic Apical Periodontitis):

- **الخصائص السريرية:** غالباً ما يكون هذا النوع غير مترافق مع أعراض (Asymptomatic)، أو يسبب ألماً خفيفاً ومنقطعاً عند المضغ. قد يلاحظ المريض حساسية طفيفة عند الضغط على السن. اللب يكون غالباً متموتاً تماماً. هذا النوع هو الأكثر شيوعاً بين الآفات حول الذروية المزمنة.

- **الخصائص الشعاعية:** السمة الإشعاعية المميزة هي وجود منطقة شافة واضحة ومحددة جيداً حول ذروة الجذر، والتي تُشير إلى فقدان مزمن للعظم واستبداله بنسيج حبيبي التهابي. تُظهر هذه المنطقة عادة حافة خارجية واضحة، مما يميزها عن الخراجات الحادة. يمكن أن يكون هذا الالتهاب كامناً لسنوات طويلة دون أن يسبب أي إزعاج كبير للمريض، مما يجعل التشخيص الشعاعي بالغ الأهمية.

٤ - الخراج الذروي المزمن (Chronic Apical Abscess) خراج مع ناسور (Abscess with Fistula) :

- **الخصائص السريرية:** يتميز هذا النوع بوجود ناسور (Fistula) يسمح بتصريف القيح بشكل مستمر أو متقطع. غالباً ما يكون هذا النوع غير مؤلم نسبياً لأنّ التصريف المستمر للقيح يخفف الضغط المتجمع. قد يلاحظ المريض طعماً سيئاً في الفم.

- **الخصائص الشعاعية:** تتراوح بين عدم وجود تغيرات إلى توسع في المسافة الرباطية أو حتى آفة شافة شعاعياً واضحة، وسريراً وجود ناسور.

٥ - التهاب العظم التكثفي حول الذروة (Condensing Osteitis / Sclerosing Osteitis) :

- **الخصائص السريرية:** يتميز بزيادة في كثافة العظم حول الذروة. غالباً ما يكون السن المصاب غير مصحوب بأعراض، وقد يتم اكتشافه مصادفةً، يُعتقد أنه يمثل استجابة دفاعية مزمنة من العظم لتهيج منخفض الشدة ولكن مستمر من اللب المصاب.

- **الخصائص الشعاعية:** يظهر شعاعياً كم منطقة شعاعية ظليلة (Radiopacity) ومحددة جيداً حول ذروة الجذر، والتي تُشير إلى ترسب عظمي زائد. تبدو المنطقة أكثر كثافةً وبياضاً من العظم المحيط (Orstavik, 2020).

١-٢ الفصل الثاني: الأحياء الدقيقة في الأمراض حول الذروية:

Microbiology in periapical diseases

تُعد الكائنات الحية الدقيقة وبشكل خاص الجراثيم اللاهوائية المجبرة (Strict Anaerobes) المحرك الأساسي لتطور الأمراض حول الذروية واستمراريتها. تُوجد هذه الكائنات بشكل رئيسي منفردة وفي تجمعات معقدة تعرف بالأغشية الحيوية (Biofilms) داخل المنظومة القنوية الجذرية، مما يمنحها حماية فائقة من دفاعات المضيف ومن التدخلات العلاجية.

١-٢-١ الأغشية الحيوية (Biofilms) كحصن للجراثيم (اللوحة الجرثومية):

النموذج السائد هو أنّ الجراثيم في الأقنية الجذرية المصابة تُوجد ضمن أغشية حيوية معقدة تُوفر:

-الحماية المادية: تُنتج الجراثيم مصفوفة بوليمرية خارج خلوية، وهي شبكة لزجة من عديدات السكاريد خارج الخلوية والبروتينات والدهون والأحماض النووية خارج الخلوية تُشكّل حاجزاً فيزيائياً يُعيق اختراق الخلايا المناعية للمضيف (مثل البالعات والعدلات)، والمضادات الحيوية، والمطهرات الكيميائية، كما تُقلل من سرعة انتشار هذه الجزيئات.

-التدرجات البيئية الدقيقة: تُوجد ضمن الغشاء مناطق مختلفة ذات تدرجات في تركيز الأوكسجين، والمغذيات، ودرجة الحموضة. هذا يُتيح لمجموعة متنوعة من الأنواع الجرثومية بالازدهار في مواقعها المفضلة، مما يزيد من التنوع البيولوجي وقابلية البقاء الإجمالية للمجمّع الجرثومي. على سبيل المثال، قد تكون الأجزاء الخارجية من الغشاء الحيوي أكثر هوائية، بينما تكون النواة الداخلية لاهوائية بشكل كبير.

-الاستشعار بالنصاب (Quorum Sensing - QS): تُعد هذه الآلية الجزيئية بمثابة نظام اتصال بين الجراثيم. عندما يصل عدد الجراثيم إلى نصاب معين، تُطلق جزيئات إشارة (autoinducers) تتراكم في البيئة. عندما يصل تركيز هذه الجزيئات إلى عتبة محددة، فإنها تُحفز استجابة جماعية في التعبير الجيني لجميع الجراثيم في الغشاء الحيوي. هذا التنسيق يسمح لها بالتصرف كوحدة متعددة الخلايا، مما يُعزز من إنتاج عوامل الفوعة، وتكوين الغشاء الحيوي، والمقاومة للمضادات الحيوية (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022).

١-٢-٢ عوامل الفوعة الجرثومية (Bacterial Virulence Factors):

لا يتعلق الأمر بوجود الجراثيم فحسب، بل بكيفية إحداثها للضرر:

١- الإنزيمات الحالة للأنسجة.

٢- البروتينات مثل الجيبينازات والتي تُحلل الكولاجين، والإيلاستين، والغلوبيولينات المناعية، وعوامل الجهاز التكميلي. هذا يُضعف النسيج الضام ويُعطّل دفاعات المضيف.

٣- الكولاجينازات والهيالورونيدازات تُفكّك مكونات المصفوفة خارج الخلوية، مما يُسهّل انتشار الجراثيم عبر الأنسجة (Shen, Stojicic, Qian, Olsen, & Haapasalo, 2010).

٤- السموم الداخلية والخارجية (Endotoxins and Exotoxins):

- السموم الداخلية (LPS): تُعد جزءاً أساسياً من الجدار الخلوي للجراثيم سالبة الغرام مثل *Porphyromonas* و *Prevotella*. تُعد LPS محفّزات قويّة للاستجابة الالتهابية للمضيف، وتُطلق السيتوكينات المحفزة للالتهاب وامتصاص العظم حول الذروي.

- السموم الخارجية (Exotoxins): تُفرزها بعض الجراثيم وتُسبب تلفاً مباشراً للخلايا المضيفة أو تُعطّل وظائفها.

٥- عوامل الالتصاق (Adhesion Factors): تُنتج الجراثيم مثل *Enterococcus faecalis* و *Porphyromonas gingivalis* بروتينات سطحية (مثل *Fimbriae* و *Lectins*) وعديدات سكاريد خارج خلوية تُمكنها من الالتصاق بالخلايا المضيفة، ومصفوفة العاج، ومواد الحشو، مما يُعد خطوة أساسية في تكوين الأغشية الحيوية (Rôças, Ricucci, & Siqueira Jr, 2022).

١-٢-٣ طرق إنتان القناة الجذرية:

١- النخور: هي الطريقة الأكثر شيوعاً، حيث تكون البيئة أكثر لاهوائية، وتُهيمن أنواع جرثومية تُحلل البروتينات، ثم تخترق القنيات العاجية لتصبح ممرات للجراثيم ومنتجاتها (مثل السموم) للوصول إلى النسيج اللبي (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022).

٢- الرضوض: يُمكن أن ينكشف اللب مباشرة أو يتشكل شقوق مجهرية غير مرئية مما يعرضه للغزو الجرثومي، وقد يحدث خلع كلي أو جزئي يمكن أن يمزق الإمداد الدموي اللبي مما يسبب تموتاً في اللب، فيُصبح بيئة خصبة للجراثيم (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010a).

٣- الأمراض اللثوية: يُمكن للجراثيم أن تنتقل من الجيوب اللثوية العميقة إلى اللب عبر الأقنية الجانبية والإضافية والقنيات العاجية المكشوفة والآفات اللثوية-اللبية المشتركة (P. R. Nair, 2004).

٤- الإجراءات السنّية: التلوث أثناء المعالجة وفشل الترميم التاجي بعد معالجة القناة الجذرية حيث يُعد التسرب التاجي أحد الأسباب الرئيسية للعدوى الثانوية (Estrela, Silva, Alencar, Leles, & Decurcio, 2008).

١-٢-٤ أنواع الانتانات اللبية Types of Endodontic Infections:

١ - الإنتانات داخل الجذرية: والتي تصنف بدورها إلى أولي وثانوي ومستمر (M Torabinejad et al., 2016).

- العدوى داخل الجذرية الأولية (Primary Intraradicular Infection):

تتميز بأعلى تنوع جرثومي، حيث تُسيطر عليها مجموعة واسعة من الجراثيم اللاهوائية المجبرة (strict anaerobes) السلبية الغرام: الجراثيم المغزلية (Fusobacterium)، العصيات المصطبغة بالأسود مثل البورفيروموناز (Porphyromonas)، الجراثيم اللولبية (Treponema)، والبريفوتيل (Prevotella)، (B. P. 2012, Gomes, Endo, & Martinho)، وأيضاً عدة جراثيم إيجابية الغرام مثل الجراثيم العقدية (Streptococcus)، والجراثيم الشعية (Actinomyces) بالإضافة إلى البروبيونية (Propionibacterium) هذا التنوع يُعكس البيئة اللاهوائية المُتشكلة نتيجة تموت اللب (Chu, Tsang, Chow, & Samaranayake, 2005)، وقد يتواجد بعض الكائنات الدقيقة غير الجرثومية مثل الفطريات التي تتواجد بشكل أوسع في الإنتانات اللبية الأولية، والعتائق (Archaea)، والفيروسات.

تكوين الأغشية الحيوية المبكر: تُشكل هذه الجراثيم أغشية حيوية متعددة الأنواع تلتصق بقوة بجدران القناة الجذرية، بما في ذلك القنيات العاجية والجذر. تُسهم هذه الأغشية في حماية الجراثيم وتُشكل تحدياً في التنظيف.

التأثير على الأنسجة حول الذروية: تُنتج هذه المجتمعات الجرثومية كميات كبيرة من السموم (مثل LPS) والإنزيمات المحللة للأنسجة، مما يُحفز استجابة التهابية قوية في الرباط حول السني والعظم المحيط، مُؤدياً إلى تكون الخراجات الذروية الحادة والمزمنة أو الأورام الحبيبية (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022).

- العدوى داخل الجذرية الثانوية (Secondary Intraradicular Infection):

تحدث هذه العدوى في قناة جذرية مُعالجة مسبقاً. تُعد البيئة بعد المعالجة بيئة انتقائية للغاية، مما يُفضل بقاء الأنواع الأكثر مقاومة، وهي تحدث عندما تدخل كائنات حية دقيقة أثناء المعالجة أو بين الجلسات أو حتى بعد حشو القناة الجذرية.

هيمنة المكورات المعوية البرازية *Enterococcus faecalis*: هو الفاعل الرئيسي في العدوى الثانوية، وهي جراثيم لاهوائية مخيرة إيجابية الغرام توجد بشكل متكرر في الأقنية الجذرية المعالجة بنسبة تتراوح بين 30-90% من الحالات، تميل الأقنية الجذرية المعالجة لإيواء المكورات المعوية البرازية أكثر بـ 9 مرات من حالات الإنتانات الأولية (J. M. Williams, Trope, Caplan, & Shugars, 2006)، وذلك بسبب قدراته الفائقة:

- مقاومة هيدروكسيد الكالسيوم: يمكنه تحمل درجات الحموضة العالية التي تُنتجها هيدروكسيد الكالسيوم.
- الالتصاق بالعاج وتكوين الأغشية الحيوية.
- استخدام مصادر المغذيات المحدودة: يمكنه البقاء على قيد الحياة في بيئة فقيرة بالمغذيات، باستخدام بروتينات المضيف المتحللة أو بلازما الدم.
- يمكنه غزو واختراق القننات العاجية بعمق والتكاثر فيها، مما يجعله محمياً من المطهرات (J. Siqueira Jr & Rôças, 2009).

- الإنتانات داخل الجذرية المعقدة (Persistent Intraradicular Infection):

هي نوع من العدوى الثانوية حيث تظل الكائنات الحية الدقيقة داخل المنظومة القنوية الجذرية على الرغم من المعالجة الأولية الكافية والمُنفذة بشكل صحيح.

- المخابئ الجرثومية: تنجو الجراثيم في مناطق يصعب الوصول إليها وتنظيفها، مثل الأقنية الجانبية والإضافية، والبرزخ، والانحناءات الشديدة، أو داخل القنوات العاجية.
- الخلايا المثابة: تُعد مجموعات صغيرة من الجراثيم داخل الأغشية الحيوية تدخل في حالة أيسية خاملة. هذه الخلايا ليست مقاومة جينياً، ولكن خمولها يجعلها مقاومة للمضادات الحيوية التي تستهدف العمليات الأيسية النشطة. عند إزالة الضغط الدوائي، يُمكن لهذه الخلايا "الاستيقاظ" وإعادة استعمار القناة.
- الأغشية الحيوية الخارج الذروة (Extraradicular Biofilms): في بعض الحالات، خاصة في الخراجات المزمنة، يمكن أن تُشكل الجراثيم أغشية حيوية على السطح الخارجي للذروة الجذرية، مما يجعلها لا تتأثر بالمعالجة داخل القناة وتتطلب غالباً تدخلاً جراحياً لإزالتها (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010a).

٢ - الإنتانات خارج الجذرية (Extraradicular Infection):

تحدث هذه العدوى خارج المنظومة القنوية الجذرية، وعادة ما تكون امتداداً للعدوى داخل القناة، حيث تنتقل المنتجات الجرثومية أو الجراثيم نفسها إلى الأنسجة حول الذروية إما عبر الالتصاق بسطح الجذر الذروي الخارجي على شكل لويحة جرثومية أو عبر تشكيل مستعمرات متماسكة ضمن جسم الآفة الالتهابية، وتتواجد العدوى الخارجية في:

- الآفة حول الذروية الالتهابية: تُسبب التهاباً مزمنياً يؤدي إلى ارتشاف العظم وتكوين أورام حبيبية أو أكياس.
- الخراجات الذروية: تجمعات قيحية تُسبب ألماً وتورماً شديداً.
- الأكياس الحقيقية: تُشكل تجويفاً مُبطناً بالظهارة ويحتوي على الكائنات الدقيقة و/أو منتجاتها. تُشكل تحدياً خاصاً لأنها قد لا تُشفى بالمعالجة غير الجراحية للقناة الجذرية، وقد تتطلب استئصالاً جراحياً (Noiri et al., 2002).

- دور الجهاز المناعي للمضيف: تلعب استجابة الجهاز المناعي دوراً حاسماً في تحديد مسار العدوى الخارجية، حيث يُمكن للاستجابة المفرطة أو غير الفعالة أن تُساهم في استمرار الآفة أو تفاقمها (P. Nair, 2006).

لقد تمت مناقشة العضويات الدقيقة خارج الجذرية كأحد أسباب الآفات حول الذروية المعقدة على الرغم من وجود معالجة قنوية جذرية جيدة (Tronstad & Sunde, 2003).

١-٢-٥ بيئة العينة الجرثومية اللبية Ecology of the endodontic microbiota:

تؤمن القناة الجذرية ذات اللب المتموت مكاناً للمستعمرات الجرثومية وتؤمن للجراثيم الرطوبة والحرارة والغذاء والبيئة اللاهوائية، وتوفر حماية كبيرة من مقاومة المضيف بسبب نقص الدوران الشعري الفعال للنسيج المتموت (Paster, Olsen, Aas, & Dewhirst, 2006).

١- الظروف البيئية الدقيقة التي تشكل المستعمرات الجرثومية:

- ضغط الأوكسجين الجزئي (Partial Oxygen Pressure - PO₂) وإمكانية الأكسدة والاختزال (Redox Potential - Eh): في اللب الحي السليم، تكون الظروف هوائية أو شبه هوائية. مع تموت اللب، يُستهلك الأوكسجين بسرعة بواسطة الجراثيم الهوائية الاختيارية والأنسجة المتموتة، مما يُقلل بشكل كبير من PO₂ ويُخفض إمكانية الأكسدة والاختزال. هذه البيئة اللاهوائية الشديدة تُناسب نمو الجراثيم اللاهوائية المجبرة.
- توافر المغذيات: تُعد القناة الجذرية المصابة وسطاً مغذياً للجراثيم. تُوفر الأنسجة اللبية المتموتة، والبروتينات البلازمية المتسربة من الأوعية الدموية حول الذروية، ومنتجات تحلل العاج، مصادر غنية بالبروتينات، والبيبتيدات، والأحماض الأمينية، والكربوهيدرات، والدهون، والحديد الناتج من تحلل الهيموغلوبين هو عنصر أساسي لنمو الجراثيم.
- درجة الحموضة (pH): تُشير دراسات متعددة إلى أن درجة الحموضة في الأقفنية الجذرية المصابة قد تكون حامضية قليلاً (pH 5-6.5) بسبب إنتاج الجراثيم للأحماض العضوية. ومع ذلك، يُمكن أن تُصبح قلوية بعد تطبيق هيدروكسيد الكالسيوم أو في وجود بعض الجراثيم المنتجة للأمونيا، وتُظهر الجراثيم المسببة للأمراض قدرة عالية على التكيف مع هذه التقلبات.

- عوامل نمو المضيف والجراثيم: تُقرز الخلايا المضيفة (مثل الخلايا الالتهابية) والفلورا الجرثومية نفسها عوامل نمو وسيتوكينات تؤثر على نمو الكائنات الدقيقة وتفاعلاتها، وقد تُنتج بعض الجراثيم الفيتامينات أو العوامل المساعدة التي تُفيد الأنواع الأخرى.
- التفاعلات الجرثومية المعقدة: تعمل الأنواع الجرثومية معاً بتآزر لتعزيز نمو بعضها البعض وإحداث المرض. فقد تُنتج بعض الجراثيم الإنزيمات التي تُوفر المغذيات لجراثيم أخرى، أو تستهلك الأوكسجين لتوفير بيئة لاهوائية للأنواع الحساسة للأوكسجين (B. P. F. d. A. Gomes & Herrera, 2018).
- تأثير العوامل العلاجية السابقة: في الألفية الجذرية التي خضعت لمعالجة سابقة، قد تكون بقايا سوائل الإرواء (مثل هيبوكلوريت الصوديوم، EDTA) والضمادات داخل القناة (مثل هيدروكسيد الكالسيوم) موجودة. هذه المواد تُغير بشكل جذري البيئة الكيميائية وتُمارس ضغطاً انتقائياً على الكائنات الحية الدقيقة، مما يُفسر هيمنة الأنواع المقاومة مثل *E. faecalis* و *Candida albicans* في العدوى الثانوية.

٢- أخذ العينات الجرثومية:

- الزرع الجرثومي (Culture): تُوفر معلومات حول قابلية البقاء والحساسية للمضادات الحيوية، ولكنها تُغفل العديد من الأنواع غير القابلة للزراعة.
- التقنيات الجزيئية (Molecular Techniques): مثل تسلسل الحمض النووي 16S rRNA، والـ PCR (Polymerase Chain Reaction)، والـ qPCR (quantitative PCR)، والـ metagenomics، والـ metatranscriptomics، تُمكن من تحديد جميع الكائنات الحية الدقيقة الموجودة (جراثيم، فطريات، عتائق، فيروسات) دون الحاجة إلى زراعتها. تُقدم هذه التقنيات نظرة شاملة على التنوع الجرثومي والوفرة النسبية للأنواع المختلفة، وتُساهم في اكتشاف الأنواع غير المعروفة سابقاً (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022).

١-٢-٦ نماذج الاستعمار الجرثومي: Patterns of Microbial Colonization

تُقدم نماذج الاستعمار الجرثومي إطاراً نظرياً لفهم المراحل المتتالية التي تمر بها العدوى اللبية، من الغزو الأولي إلى تشكيل أغشية حيوية ناضجة ومقاومة. هذه النماذج هي عملية ديناميكية ومتداخلة، حيث تستطيع الجراثيم

داخل القناة الجذرية أن توجد كخلايا عالقة وعائمة (غير مرتبطة) معلقة في الطور السائل في القناة الجذرية الرئيسية والتي يمكن إزالتها بسهولة بالأدوات والمواد بالمعالجة اللبية التقليدية، أو تنتج اللواصق على سطحها وترتبط بمستقبلات محددة على السطح (مثل بروتينات المصفوفة خارج الخلية للعاج)، دور الأنواع الرائدة الأنواع الأولى التي تستعمر القناة غالباً ما تكون من الجراثيم اللاهوائية المخيرة حيث تُساعد في تعديل البيئة داخل القناة (باستهلاك الأوكسجين وخفض إمكانية الأكسدة والاختزال)، مما يُمهد الطريق لنمو الأنواع اللاهوائية المجبرة الأكثر حساسية للأوكسجين (Costerton, Stewart, & Greenberg, 1999).

بعد الالتصاق الأولي، تبدأ الجراثيم في التكاثر على السطح وتكوين طبقات متعددة، وثم إنتاج المصفوفة البوليمرية خارج الخلية، لتشكيل الغشاء الحيوي (Prasanna Neelakantan et al., 2017)، ومن الممكن أن تصل الخلايا الجرثومية إلى عمق 300 ميكرومتر ضمن القنيات العاجية تقريباً في بعض الأسنان (P. Nair, 2006).

عندما تُصبح الظروف البيئية داخل الغشاء الحيوي غير مواتية (مثل نقص المغذيات) تُطلق الجراثيم آليات للانفصال عن الغشاء الحيوي.

تُصبح الخلايا الجرثومية المنفصلة مرة أخرى في حالة عائمة، وتكون أكثر حساسية للمضادات الحيوية. ومع ذلك، فإن هذه الخلايا لها القدرة على الانتشار إلى مواقع جديدة داخل المنظومة القنوية الجذرية (مثل الأفنية الجانبية غير المعالجة، القنيات العاجية)، أو خارج القناة إلى الأنسجة حول الذروية (Bjarnsholt, 2013).

تُشكل مصفوفة البوليميرات خارج الخلية EPS حاجزاً فيزيائياً يُقلل من اختراق المضادات الحيوية والمطهرات إلى الخلايا الجرثومية العميقة داخل الغشاء الحيوي. قد تُرتبط بعض المضادات الحيوية بالـ EPS وتُصبح غير فعالة.

• يُمكن للجراثيم داخل الأغشية الحيوية أن تُظهر مقاومة جينية للمضادات الحيوية (على سبيل المثال، عبر طفرات في الجينات المستهدفة أو إنتاج إنزيمات تُعطّل المضاد الحيوي) (Hall & Mah, 2017).

١-٣ الفصل الثالث: الموصفات التشريحية للمنظومة القنوية الجذرية

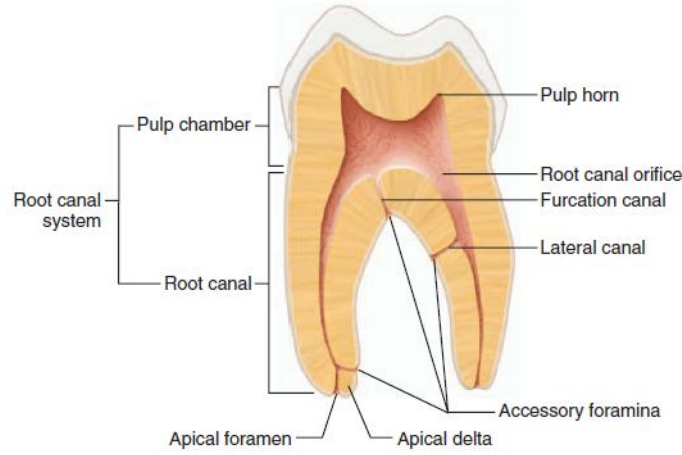
Anatomical specifications of the root canal system

١-٣-١ مكونات المنظومة القنوية الجذرية Components of the root canal system:

يجب أن يكون لدى الطبيب معرفة كاملة للتشريح الداخلي للمنظومة القنوية الجذرية قبل البدء بالمعالجة اللبية والتي تعد شرطاً أساسياً لنجاح المعالجة اللبية إلى جانب التشخيص وخطة المعالجة، وذلك لفهم مبادئ ومشاكل التنظيف والتشكيل، وتحديد الحدود الذروية للتحضير (الطول العامل) وعرض التحضير القنوي، وتصحيح الأخطاء الإجرائية (Berman & Hargreaves, 2020b).

تقسم المنظومة القنوية الجذرية إلى قسمين رئيسيين كما هو موضح في الشكل (1):

- ١- الحجرة اللبية: توجد ضمن التاج التشريحي للسن وتشمل القرون اللبية وفوهات الاقنية وأقنية المفترق.
- ٢- القناة اللبية: توجد ضمن الجذر التشريحي للسن وتشمل:
 - الأقنية الجانبية Lateral canals: وهي أقنية إضافية تتفرع إلى السطح الجانبي للجذر وقد تكون مرئية في الأشعة السينية (Markose, 2020).
 - الأقنية الإضافية (الثانوية) Accessory canals: أقنية دقيقة تمتد أفقياً أو عمودياً أو جانبياً من اللب إلى النسج حول الجذرية، في 74% من الحالات توجد في الثلث الذروي، وفي 11% في الثلث المتوسط، وفي 15% في الثلث التاجي من الجذر (Vertucci, 1984)، وتشكل ممرات لمرور المواد المهيجة لا سيما من اللب إلى النسج الداعمة حول الجذر.
 - الدلتا الذروية Apical delta: هي منطقة مثلثية الشكل من الجذر محاطة بالقناة الرئيسية والأقنية الإضافية والأنسجة المحيطة بالجذر (Markose, 2020).
 - الثقب الذروي Apical foramen.



الشكل (1): المكونات التشريحية الأساسية للمنظومة القنوية الجذرية

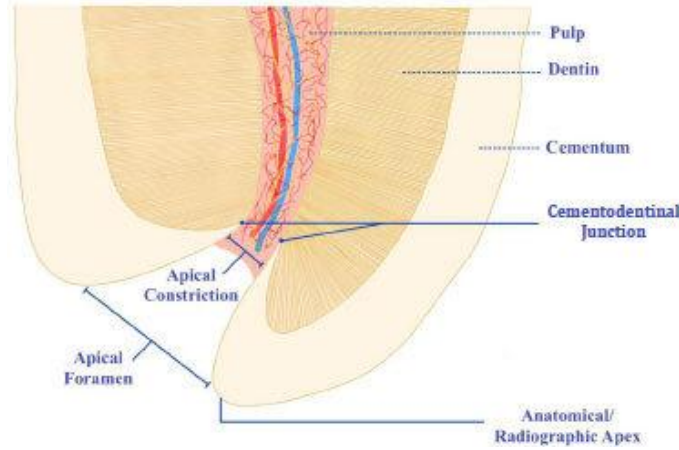
(Berman & Hargreaves, 2020b)

تتعدد أشكال المنظومة القنوية اللبية وتختلف باختلاف أشكال الأسنان، ولا يبقى هذا الاختلاف ثابتاً بل تتعدل تفاصيله مع التقدم بالعمر، وتتفاوت شدته حسب طبيعة القوى الوظيفية التي خضع لها السن والإصابات المرضية التي تعرض لها أثناء أدائه الوظيفي (Berman & Hargreaves, 2020b) من خلال إنتاج العاج الثانوي والثالثي والملاط.

١-٣-٢ تشريح المنطقة الذروية للجذر Anatomy of the root apex area:

تعدُّ منطقة الثلث الذروي من أكثر المناطق حساسية لإجراءات التحضير والحشو، وهي المسؤولة بالدرجة الأولى عن نجاح المعالجة أو فشلها، إذ تعدُّ المنطقة الأكثر تعقيداً ضمن القناة الجذرية بسبب احتوائها على عدد كبير من الأقنية الثانوية، والتي يزداد عددها في الثلث الذروي وفي الأسنان الخلفية، فضلاً عن وجود الرذب (Cul de Sac)، والبرزخ (Isthmus)، والجنيحات (Fins) (Berman & Hargreaves, 2020b).

يشتمل تشريح الثلث الذروي على معالم تشريحية ونسجية رئيسية حيث تُمثل حدود الامتداد للأدوات اللبية في مرحلة التحضير والحشو القنوي، وهي: الذروة التشريحية والذروة الشعاعية، والتضيّق الذروي (AC)، والملتقى الملاطي العاجي (CDJ)، والنقبة الذروية (AF) (Peters, 2004) كما في الشكل (2).



الشكل (2): تشريح المنطقة الذروية

(Shirazi, Al-Jadaa, & Saleh, 2023).

أولاً: الذروة التشريحية **Anatomical Apex**: هي البنية التشريحية الأكثر ذروية، وهي النقطة التي تدخل فيها الحزمة العصبية الوعائية ذروة الجذر، ويُطلق على نهاية الجذر التي يتم تحديدها مورفولوجياً (Sivakumar, Thangavel, & Sekar, 2021).

ثانياً: الذروة الشعاعية **Radiographic Apex**: وهي النهاية الذروية للجذر السني والتي يتم تحديدها شعاعياً (Berman & Hargreaves, 2020b).

ثالثاً: التضيق الذروي (Apical Constriction) AC:

يعتبر التضيق الذروي أصغر جزء في القناة (القطر الذروي الصغير) Minor apical diameter، ويعتمد عليه كنقطة مرجعية آمنة لانتهاء التحضير والحشو القنوي، ويبعد عن الثقبية الذروية عموماً 0.5-1.5 ملم وفق الدراسات (Markose, 2020) (Berman & Hargreaves, 2020b).

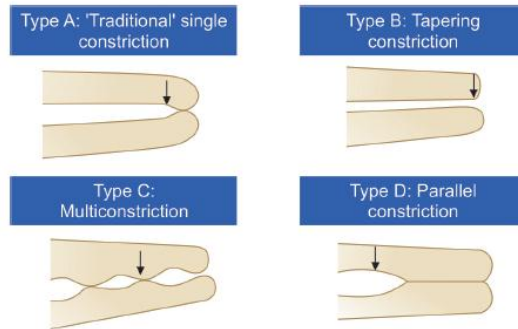
يقع التضيق الذروي في الغالب ضمن العاج الجذري، أو عند مستوى CDJ، ويشكل أقل عند الملاط (Alothmani, Chandler, & Friedlander, 2013)، وبيّنت دراسة (Hassanien, Hashem, &)

(Chalfin, 2008) التي أجريت على خمسين ضاحكاً سفلياً تبين بأن AC يوجد دائماً تاجياً بالنسبة ل CDJ، ويُعتبر تحديد التضيق الذروي سريراً أمراً صعباً.

كما أن مقطعه العرضي بالمستوى الدهليزي اللساني يكون أعرض من المستوى الأنسي الوحشي ب 0.5 ملم (Alothmani et al., 2013)، له عدة أشكال بيضوي أو بيضوي طويل أو مستدير وغالباً ما يكون غير منتظم (Baugh & Wallace, 2005) والشكل الأكثر شيوعاً له هو الشكل البيضوي (S Arora & Tewari, 2009).

صنّف (Dummer, McGINN, & Rees, 1984) التضيق الذروي إلى أربعة أنواع تظهر في الشكل (3):

- النوع A- التضيق الذروي الوحيد (التقليدي).
- النوع B- التضيق الذروي المستدق مع أضيق جزء بالقرب من الذروة الفعلية (مدبب).
- النوع C- التضيق الذروي المتعدد: تضيق يتبعه تضيق آخر.
- النوع D- التضيق الذروي الطويل المتوازي (Shirazi et al., 2023) (Markose, 2020).



الشكل (3): تصنيف Dummer لأشكال التضيق الذروي

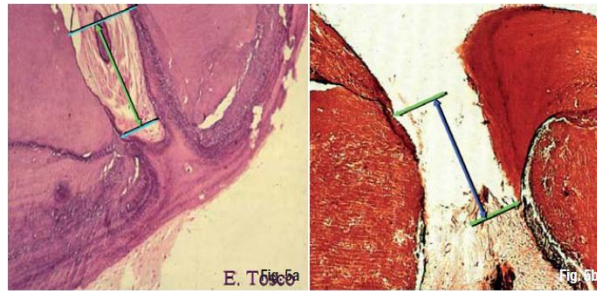
(Nisha & Amit, 2019).

رابعاً: الملتقى الملاطي العاجي (Cementodentinal Junction CDJ):

وهو مصطلح نسيجي لا يمكن تحديده سريراً أو شعاعياً، وهو منطقة التقاء العاج بالملاط في القناة حيث تنتهي عندها المنظومة القنوية وتبدأ النسيج حول السنية الذروية، ويختلف موقعه من جذر إلى آخر وفي نفس الجذر من

جهة إلى أخرى ومع التقدم في العمر نتيجة لترسب الملاط (Markose, 2020). وخلافاً لما هو سائد فإن هذه المنطقة لا تتوافق بالضرورة مع التضيق الذروي AC، وغالباً ما تقع بالاتجاه التاجي من الثقب الذروي وعلى بعد 1 ملم منها (Markose, 2020) (Sethi, Shefally, & Raji, 2021) (Gutmann & Fan, 2020)، وفي دراسات أخرى بمقدار 0.3 ملم على الأقل بينما كانت المسافة القصوى المبلغ عنها بينه وبين ذروة الجذر 2.5 ملم (Sivakumar et al., 2021) (Alothmani et al., 2013)، وقد يتراوح مكانها تاجياً من 0.5 إلى 3 ملم من الذروة التشريحية (Nisha & Amit, 2019).

تم توثيق تباين موقع CDJ، حيث كشف الفحص النسيجي عدم تطابق جانبي CDJ كما في الشكل (4)، وأن كلا المستويين من CDJ يتطابقان في 5% فقط من الأسنان (Alothmani et al., 2013)، حيث يمكن أن يكون موقع CDJ على أحد الجدران أعلى ب 3 ملم من موقعة على الجدار المقابل (Gordon & Chandler, 2004).



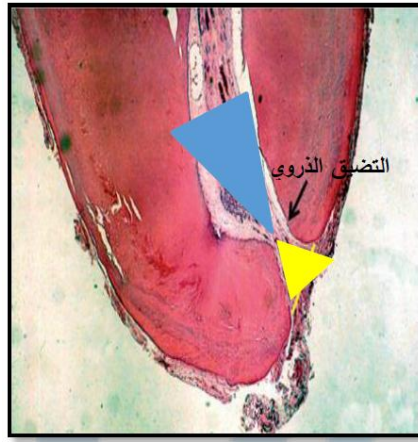
الشكل (4): تباين موضع CDJ على طرفي الجذر

(Ivanovic & Beljic-Ivanovic, 2009).

خامساً: الثقب الذروي AF (Apical Foramen):

هي الفتحة الرئيسية للقناة الجذرية على سطح الجذر باتجاه النسيج حول السنية أو القطر الكبير للقناة Major Apical Diameter، والتي تدخل من خلالها الأوعية الدموية والأعصاب إلى التجويف اللبي (Markose, 2020)، وهي الحافة المدورة التي تشبه القمع أو فوهة البركان حيث تكون المسافة بين القطرين الذرويين الصغير والكبير تكون على شكل زهرة الصباح، وهي محيط قاعدة القمع الملاطي الذروي للجذر Cemental canal

(Ponce & Fernández, 2003)، وكان الشكل الأكثر شيوعاً لها هو المستدير (Manva, Alroomy, 2021) (Sheereen, Hans, & Mallineni, 2021)، إذ يمكن تقسيم المنطقة الذروية للقناة الجذرية إلى مخروطين متقابلين بالرأس (مثل الساعة الرملية)، أحدهما كبير تتضمن جدرانه عاج القناة الجذرية الأساسية وقاعدته باتجاه فوهة القناة التاجية، والمخروط الآخر صغير جدرانه هي الملاط المغطي للثقبية الذروية وقاعدته باتجاه ذروة السن، وبالتالي يلتقي هذين المخروطين بالرأس عند نقطة التضييق الذروي كما في الشكل (5) (Mahmoud, 2020) (Torabinejad, Fouad, & Shabahang, 2020) (Berman & Hargreaves, 2020b).



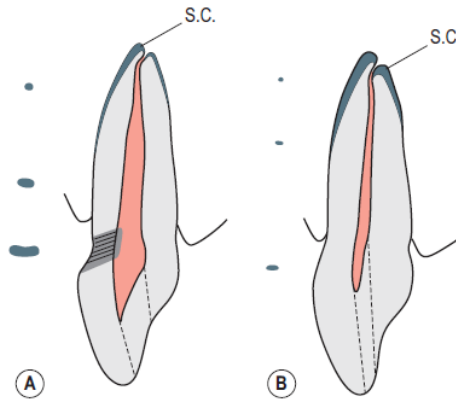
الشكل (5): مورفولوجيا ذروة الجذر تبين القمع الذروي الصغير والقمع الذروي الكبير

(Berman & Hargreaves, 2020b).

لا تتوضع الثقبية الذروية عادة في نهاية الذروة التشريحية، وإنما تقع على بعد يتراوح من 0.5 حتى 3 ملم وفق (Markose, 2020)، أو من 0.2 إلى 3.8 ملم وفق (Ivanovic & Beljic-Ivanovic, 2009)، وعلى بعد 0.5-1 ملم من المركز (Markose, 2020)، فهي تنحرف عنه الذروة التشريحية في 68-80% من الأسنان (Sivakumar et al., 2021)، وتتطابق معها في 17-46% من الحالات فقط (M.-K. Wu, Wesselink, 2000) (& Walton, 2000).

أشارت دراسة Kuttler إلى أنه في مجموعة الأعمار الأصغر 18-25 عام: تتوافق الثقبية الذروية مع موقع الذروة التشريحية في 32% فقط، ومتوسط بعد الثقبية الذروية عن الذروة التشريحية هو 0.495 ملم. بينما في

مجموعة الأعمار الأكبر من 55 عام: تتوافق الثقبية الذروية مع موقع الذروة التشريحية في 20% فقط، ومتوسط بعد الثقبية الذروية عن الذروة التشريحية هو 0.607 ملم، وذلك بسبب الترسيب المستمر للملاط الذروي بكمية غير متساوية في جميع الاتجاهات حول الحزمة الوعائية العصبية فهي تصبح أكثر بعداً لدى المرضى الأكبر سناً (Kuttler, 1955)، كما يظهر في الشكل (6).



الشكل (6): تغيرات ذروة السن مع التقدم في السن، والعلاقة بين ذروة الجذر والثقبية الذروية

A- العمر الصغير، B- العمر الكبير (San Chong, 2016).

١-٤ الفصل الرابع: تحديد الطول العامل

Working Length Determination

إنَّ تحديد الطول العامل الدقيق والمحافظة عليه في جميع مراحل المعالجة اللبّية هو أحد أهم خطوات المعالجة اللبّية لما له من أهمية في التحضير البيوميكانيكي المناسب والتطهير والحشو وذلك من أجل إغلاق كل المنافذ التي تسمح بتسرّب السوائل حول الذرويّة ولمنع المزيد من العدوى والالتهاب في الأنسجة المحيطة بالذروة ومنع الغزو الجرثومي، ولتجنب أي ضرر للنسج المحيطة الذروة (Sivakumar et al., 2021)، وإنَّ أنجاز هذه المعالجة يتطلب الوصول والتعامل الدقيق مع النقبة الذرويّة والملتقى الملاطي العاجي والتضييق الذروي لتجنب التعدي على النسج حول الذرويّة (Nisha & Amit, 2019).

١-٤-١ أهمية تحديد الطول العامل The importance of determining the working length

:length

• يحدد الطول العامل مدى العمق الذي تصله الأدوات ضمن القناة، كما يؤثر على درجة الألم التي سيشعر بها المريض بسبب الإفراط في استخدام الأدوات أو نقصها، وأيضاً على تحديد نجاح المعالجة (Monisha et al., 2024).

قد يكون تحقيق العمق الأمثل للأدوات أكثر أهمية أثناء معالجة الأقفية المصابة بالإنّتان أكثر من معالجة التهاب اللب الحي (Chugal, Clive, & Spångberg, 2003) وقد يؤدي الفشل في تحديده إلى أن يكون:

- الطول العامل أكبر من اللازم Over-instrumentation والذي يؤدي إلى:
 - الحشو الزائد مما قد يؤدي إلى تهيج ميكانيكي وكيميائي مؤقت للنسج المحيطة بالذروة.
 - الألم التالي للمعالجة، والانزعاج نتيجةً للاستجابة الالتهابية الحادة الناتجة عن الأذى الميكانيكي.
 - إطالة وقت الشفاء وانخفاض معدل النجاح بسبب عدم اكتمال تجديد النسج حول الذروة (J. Siqueira Jr & Barnett, 2004) (Gluskin, 2007).

• **الطول العامل أقل من اللازم Under-instrumentation والذي يؤدي إلى:**

- انزعاجاً مستمراً بسبب عدم اكتمال التنظيف مما يشكل بؤرة كامنة لاندلاع الالتهاب حول الذروي مستقبلاً.
 - نقص في الحشو القنوي يليه تسرب من الذروة إلى الفراغ غير المملوء
 - استمرار وجود الجراثيم القابلة للحياة ويساهم في حدوث الآفة حول الذروية وبالتالي انخفاض معدل النجاح
- (Monisha et al., 2024)

١-٤-٢ تعريف الطول العامل Definition of working length:

هو طول القناة الجذرية التي تحتوي على النسيج اللبي الذي ينبغي إزالته، وهو المسافة بين النقطة المرجعية التاجية إلى النقطة المرجعية الذروية التي يجب أن تنتهي عندها عملية تحضير القناة وحشوها (Sethi et al., 2021) (Endodontists, 2020).

النقطة المرجعية التاجية Coronal reference point: هي الموقع التاجي الذي يتم إجراء القياسات منه، يتم اختيار نقطة مرجعية مستقرة ثابتة بين المواعيد وسهلة التصور أثناء التحضير، وعادة ما تكون أعلى نقطة على الحد القاطع للأسنان الأمامية ورؤوس الحدبات للأسنان الخلفية.

النقطة المرجعية الذروية Apical reference point: هي الحدود الذروية التي تصل إليها نهاية رأس الأدوات اللبية أثناء التحضير والتطهير والحشو (Sivakumar et al., 2021)، حيث يُعد تحديد الحد الذروي الصحيح أمراً بالغ الأهمية لتجنب الإفراط في استخدام الأدوات أو نقص استخدامها، ولإزالة الجراثيم والأنسجة المتموتة مع المحافظة على صحة المنطقة المحيطة بالذروة (Simon, Machtou, Adams, Tomson, & Lumley, 2009)، وقد ربطت العديد من الدراسات بين الأخطاء في تحديد المنطقة الذروية وضعف نتائج المعالجة، مثل استمرار الألم، وأمراض المنطقة المحيطة بالذروة، وحتى فشل المعالجة (Assiri et al., 2024).

يوجد آراءً سريريةً مختلفة حول المسافة بين نقطة نهاية تحضير القناة الجذرية والنسج حول الذروية، حيث تحدد عند CDJ أو AF أو AC أو الذروة الشعاعية (Alothmani et al., 2013)، وتختلف العلاقة المكانية لهذه

المعالم باختلاف نوع السن، وعمر المريض، وتكيف السن مع النشاط الوظيفي، والتغيرات المرضية وبالتالي، يُعد تحديد النقطة المرجعية الذروية أمراً صعباً للغاية (Rangappa, Arul, Somasundaram, & Natanasabapathy, 2024)، وأفادت الدراسات أنه يجب أن تقع في المنطقة التشريحية بين التضييق الذروي والثقبية الذروية (Y. J. Kim & Chandler, 2013) (Tsesis et al., 2015)، واقترح آخرون أنه يجب أيضاً مراعاة تشخيص حالة اللب قبل المعالجة أثناء تحديد الطول العامل (José F Siqueira Jr, 2005).

١-٤-٣ طرائق تحديد الطول العامل Methods of working length determination:

يتم تحديد الطول العامل بطرائق مختلفة تتفاوت من حيث الدقة والموثوقية وسهولة التطبيق منها: حس اللمس الإصبعي للطبيب، التصوير الشعاعي المباشر، والطريقة الحسابية المعتمدة على المعطيات الشعاعية (الطريقة غير المباشرة)، والتحديد الإلكتروني بأجهزة تحديد الذروة الإلكتروني (EALs)، وحس الألم عند المريض، والقمع الورقي التجريبي وفي بعض الأحيان تستعمل طريقتين للحصول على دقة أعلى (Tittle et al., 2023).

أولاً: طريقة حس اللمس Tactile Sensation method:

من خلال الإحساس بالزيادة في المقاومة مع اقتراب المبرد بمقدار 2-3 ملم من الذروة، بشرط أن يكون الجزء التاجي من القناة موسع مسبقاً، ثم تزداد المقاومة بشكل ملحوظ عند الوصول إلى منطقة التضييق الذروي، وتعتمد هذه الطريقة بشكل كبير على خبرة الطبيب وكفاءته، وبالتالي، تُعتبر تقنية مساعدة وليست تقنية رئيسية (Assiri et al., 2024)، وغير دقيقة في حالات الأفنية الضيقة والمنحنية والأفنية التي لا يوجد فيها تضيق ذروي (Sethi et al., 2021).

ثانياً: طريقة حساسية الرباط حول السني Apical periodontal sensitivity method:

تعتمد هذه الطريقة على رد فعل المريض تجاه ملاسة رأس المبرد للرباط حول السني في المنطقة الذروية وتعتبر طريقة غير موثوقة وغير دقيقة، ولا يمكن تطبيقها عند إجراء التخدير الموضعي وهي ذاتية نظراً لعتبة الألم

الفردية لكل مريض أو لأسباب موضوعية مثل وجود بقايا نسج اللب الحيوية داخل الجزء الذروي والتي يمكن أن تسبب ألماً مما يؤدي إلى أخطاء في القياس (John Ide Ingle & Bakland, 2002).

ثالثاً: طريقة القمع الورقي Paper point method:

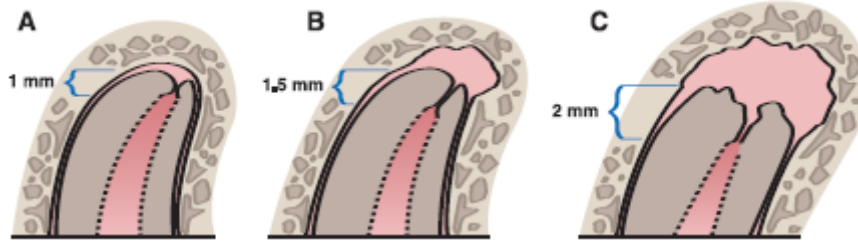
وهي طريقة تكميلية ولا يمكن اعتمادها وحدها، يمكن استخدامها في الأقتنية ذات الذروة المفتوحة أو بعد التحضير للتأكد من الطول العامل قبل الحشو (Marek, Łagocka, Kot, Woźniak, & Lipski, 2020).

رابعاً: الطريقة الشعاعية Radiographic method:

يبقى التحديد السريري الدقيق لموقع التضيق الذروي والثقبية الذروية صعباً، لذلك يمكن اعتماد الذروة الشعاعية كنقطة مرجعية أكثر موثوقية وثباتاً، فهي تُعد من أكثر الطرق شيوعاً لتحديد الطول العامل، تعتمد على التصوير الشعاعي للأداة الموضوعة في القناة (Gandhi, Gandhi, Shah, & Shah, 2023)، وقياس الطول الشعاعي للقناة الجذرية حتى الذروة الشعاعية ومن ثم إنقاص 1-0.5 ملم من هذا الطول للحصول على الطول العامل (Assiri et al., 2024)، وإذا كان رأس الأداة ضمن 1 ملم من الموقع المثالي فيمكن قبول الصورة الشعاعية كتمثيل دقيق لطول القناة الجذرية، إذا كانت هناك حاجة إلى تعديلات بمقدار 2 ملم أو أكثر، فيجب إعادة تأكيد الطول العامل بصورة شعاعية إضافية (Rangappa et al., 2024).

وإن وجود أي تغيرات في المنطقة الذروية من امتصاص في الجذر أو العظم أو كليهما نتيجة وجود آفة ذروية حول السن سيؤثر في التعيين الشعاعي الدقيق للثقبية الذروية (البنّي & ركاب، ٢٠٠٤)، في هذا السياق اقترح (Weine, Smulson, & Herschman, 1996) أن تتموضع الحدود الذروية للتحضير القنوي على مسافة من الذروة التشريحية للجذر كما في الشكل (7):

- 1 ملم: عندما لا يكون هناك امتصاص عظمي أو ذروي جذري في الصورة الشعاعية.
- 1.5 ملم: عندما يكون هناك امتصاص عظمي حول الجذر فقط.
- 2 ملم: عندما يكون هناك امتصاص عظمي وذروي معاً.



الشكل (7): الحدود الذروية للتخضير القنوي

(John I Ingle, 2005).

أشارت الدراسات أنّ الصور الشعاعية وحدها تحدد الطول العامل بشكل تقريبي وليس بشكل دقيق (Elshinawy, 2017)، ويمكن ان تؤدي إلى تجاوز في الطول العامل في 50% من الحالات، حيث لا يمكن اعتبار مسافة 0.5-1 ملم بأنها موقع التضييق الذروي (Martos, Lubian, Silveira, de Castro, & Luque, 2010) بسبب أنّ الثقب الذروي لاتتوافق في موقعها مع الذروة التشريحية وقد تخرج إلى جانب الجذر أو في اتجاه الدهليزي أو اللساني، كما يزداد بعدها عنها مع ازدياد العمر وتراكم الملاط الذروي، ويختلف بعدها عن الذروة الحقيقية والشعاعية من سن إلى آخر، كما يختلف أيضاً موقع التضييق الذروي من سن لآخر (Sethi et al., 2021) (Bolbolian, Golchin, & Faegh, 2018) (Benoist et al., 2018).

ويتطور التكنولوجيا تم تطوير التصوير الشعاعي الرقمي حيث استُبدل فلم الأشعة وسوائل التحميض بحساس رقمي يلتقط الصورة ويظهرها مباشرة على شاشة الحاسوب، مما أدى إلى الحصول على صورة بجودة أعلى وبسرعة أكبر مع تخفيض التعرض الشعاعي (Elshinawy, 2017).

خامساً: أجهزة تحديد الذروة الإلكترونية Electronic Apex Locator devices EAL:

تعد الطريقة الأحدث والأفضل لتحديد الطول العامل (Javed, Ahmed, Shahnawaz, & Zaman, 2018)، وهي قادرة على تحديد النقطة التي تخرج عندها الأداة من القناة الجذرية وتدخل إلى النسيج حول الذروة بدقة عالية (Ebrahim, Wadachi, & Suda, 2007)، حيث تستخدم لتحديد موقع التضييق الذروي أو الثقب الذروي، وليس الذروة الشعاعية (Nisha & Amit, 2019).

وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن أجهزة تحديد الذروة الإلكترونية أكثر موثوقية ودقة مقارنةً بالطريقة الشعاعية التقليدية (أحمد م، ٢٠٠٦)، وخاصة للأسنان ذات التشريح المعقد لقناة الجذر والانتقابات والامتصاص الداخلي والخارجي، ومع ذلك، قد تتأثر بمحاليل الإرواء الموصلة الموجودة في القناة، أو بوجود ترميمات معدنية، أو بوجود أدوات في القناة الثانية، وقد يؤدي ضعف معايرة الجهاز وتعطله إلى أخطاء في القياس، كما يمكن أن تتداخل بعضها كهرومغناطيسياً مع أجهزة تنظيم ضربات القلب (Assiri et al., 2024).

تستخدم جسم الإنسان لإكمال الدارة الكهربائية حيث يتصل أحد مسريي الجهاز بالأداة اللببية، والمسرى الآخر بالغشاء المخاطي لفم المريض (Sethi et al., 2021)، وهي تعتمد على المقاومة الكهربائية، والمعاوقة، والسعة الكهربائية حيث تسمح ملامسة رأس الأداة اللببية للنسج حول الذروية بتشكيل دائرة كاملة ومرور التيار، حيث تملك المقاومة الكهربائية بين الرباط حول السني والغشاء المخاطي الفموي قيمة ثابتة 6.5 كيلو أوم (Rangappa et al., 2024) (Tittle et al., 2023).

أجيال أجهزة تحديد الذروة الإلكترونية:

الجيل الأول: يعتمد على المقاومة الكهربائية وهو غير دقيق بوجود الرطوبة (قيح - نسج لببية - دم - ضمادات) ويسبب ألم لأن شدة التيار مرتفعة (Gandhi et al., 2023).

الجيل الثاني: يعتمد على المعاوقة الكهربائية (وهي المقاومة والسعة بتوليد تيار كهربائي متناوب وحيد التردد) يقيس المعاوقة بين المخاطية والميزاب اللثوي، وهي ذاتها بين المخاطية والرباط حول السني (نقي المبرد حتى نحصل على نفس القيمة المقاسة)، إذ لا بد من معايرة الجهاز قبل كل استخدام وأيضاً تتأثر بالرطوبة (Sethi et al., 2021).

الجيل الثالث: يعتمد على قياس الفرق بين معاوقتين كهربائيتين لترددتين مختلفين (تردد مرتفع 8 كيلو هرتز وتردد منخفض 0.4 كيلو هرتز أو 400 هرتز) (تيارين متناوبين)، وهو فعال بوجود الرطوبة، وكمثال عليه جهاز

Root ZX (التغير في السعة الكهربائية بالقرب من التضييق الذروي) (Khadse, Sheno, Kokane,) (Khode, & Sonarkar, 2017). وقد أثبتت دراسة (عقيل، ٢٠١٠) أنه يمكن الوثوق بنتائج قياسه مهما كانت حالة القناة (رطبة أو جافة)، أو حالة السن (حية أو عفنة مع آفة ذروية)، وبلغت دقته في مجال -0.5 , $+0.5$ ملم عن الطول الفعلي للقناة 98.5% في الأسنان الحية، و 95.03% في الأسنان العفنة وفق (عفوف & صفوح، ٢٠٠٦)، و 97.5% وفق (Guise, Goodell, & Imamura, 2010)، وأصبح الجهاز المعياري في الأبحاث.

على الرغم من أن أجهزة تحديد الذروة تعمل بنفس المبدأ، إلا أن الشركات المصنعة تختلف بالمنطقة التي تحددها أجهزتها. ففي حين تؤكد معظم الأدلة أنها تكتشف التضييق الذروي، تشير شركة Morita (Dentaport ZX®) إلى أن جهازها يكتشف النقبة الذروية وليس التضييق، كما تعتبر الوصول إلى القراءة 0.5 على الشاشة بأنه موقع التضييق الذروي (Simon et al., 2009) حيث تُعتبر هذه ميزة كبيرة لأنه في حالة الامتصاص الذروي المرتبط بعملية التهابية، قد يخفي التضييق الذروي للقناة، لكن النقبة الذروية تبقى موجودة، وتعتبر القيمة الأكثر موثوقية مهما كان الجهاز هي القراءة 0.0 ، حيث تظهر البيانات أثناء تقدم الأداة نحو الذروة على شاشة العرض؛ ولكنها لا تمثل قياسات بالمليمتر بل هي فقط تحدد منطقة ذروة السن (التضييق الذروي أو النقبة الذروية).

الجيل الرابع: ترددتين منفصلتين أو عدة ترددات ويقوم بقياس المعاوقة لكل تردد بشكل منفصل وغير مترامن (بعكس الجيل الثالث حيث يقوم بقياسهم معاً ويستخدم مرشح)، ويحتاج بيئة جافة نسبياً.

الجيل الخامس: قياس قيم المقاومة والسعة الكهربائية بشكل منفصل وليس قياس المقاومة، تحتاج إلى ترطيب للأقنية الجافة.

الجيل السادس: الأجهزة المتلائمة مع رطوبة أو جفاف الأقنية.

خلصت الدراسات إلى أن استخدام تقنيات التصوير الشعاعي وأجهزة تحديد الذروة الإلكترونية معاً يُعطي أفضل النتائج (Monisha et al., 2024)، تم تحقيق معدلات نجاح تتراوح بين 92% و 94% تقريباً (Assiri et al., 2024)، حيث لا يمكن الاستغناء عن التصوير الشعاعي الذي يعد أساسياً بالتشخيص لتحديد تشريح القناة

الجزرية وعدد الجذور وانحنائها، ووجود أو عدم وجود آفة، ولتكون بمثابة دليل أولي للطول العامل، ومن أجل حفظ سجلات المرضى.

١-٤-٤ تحديد مكان الحد الذروي للمعالجة القنوية الجزرية Determine the apical terminus :for root canal treatment

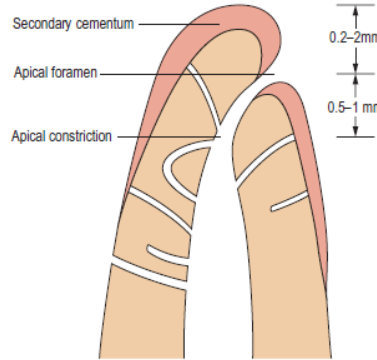
أولاً- الحد الذروي هو الملتقى الملاطي العاجي:

وهو الموضع المثالي (Sivakumar et al., 2021)، إذ يفصل بين النسيج اللببي والبنى حول السنية، ونظرياً يمنع حشو المنظومة القنوية الجزرية عند هذه النقطة من حدوث تسرب الجراثيم إلى النسيج المحيطة بالذروة، ويمنع دخول سوائل النسيج إلى تجويف القناة (Alothmani et al., 2013)، وهو علامة نسيجية لا يمكن تحديدها سريرياً، ويختلف مظهرها من سن إلى آخر ومن جذر إلى آخر في نفس السن ومن جدار إلى آخر في نفس القناة (Hassanien et al., 2008) (Ponce & Fernández, 2003)، كما أنها في بعض الأسنان تقع داخل القناة الجزرية (Saad & Al-Yahya, 2003)، وهذه النتائج تمنع اعتمادها كنقطة نهاية لإجراءات معالجة القناة الجزرية.

ثانياً- الحد الذروي هو التضيق الذروي:

يُعتبر التضيق الذروي AC الحد الذروي الأمثل، النقطة التي تقع بين الملتقى الملاطي العاجي والثقبية الذروية (Sivakumar et al., 2021) (Aggarwal, Bogra, Gupta, Jindal, & Jain, 2018)، حيث يمثل AC أصغر بُعد ذروي ممكن وأصغر قطر للتروية الدموية، لذلك سيؤدي التحضير عند هذه النقطة إلى أقل قدر من تضرر الأنسجة (Ricucci & Langeland, 1998)، وكما يعمل كمقعد ذروي يساعد على تحسين الختم الذروي (Aggarwal et al., 2018). توصي إرشادات الجودة للجمعية الأوروبية لمداواة الأسنان اللبية (2006) بأن يكون تحديد الطول العامل أقرب ما يمكن إلى التضيق الذروي (Endodontology, 2006)، أو على مسافة 0.5 ملم من الثقبية الذروية لأنها تعتبر الأقرب إلى التضيق الذروي (Kuttler, 1955)، وأوصى آخرون

بنطاق يتراوح بين 0.5-1 ملم (John I Ingle, 2005)، ويمكن عادةً تحديد هذا الموضع بدقة باستخدام محدد الذروة الإلكتروني (Wrbas, Ziegler, Altenburger, & Schirrmeister, 2007)، ويبين الشكل (8) موضع النقبة الذروية وبعدها 0.2-2 ملم عن الذروة التشريحية، وبعد التضيق الذروي عن النقبة الذروية 0.5-1 ملم.



الشكل (8): الأبعاد في الثلث الذروي للجذر

(San Chong, 2016).

إنَّ اعتماد AC كنقطة مرجعية ذروية له عدة قيود، حيث أنَّ حصر الأدوات ضمن هذه النقطة يعتبر معقداً بسبب اختلاف شكلها وموقعها (Meder-Cowherd et al., 2011)، كما أنَّ وصول الأدوات فقط لهذه النقطة قد يبقى على النسيج الملوثة الموجودة ذروباً منه (Sethi et al., 2021)، بالإضافة إلى أنه لم يمكن تحديد AC نسيجياً في العديد من الأسنان (Stöber et al., 2011)، فإنَّ العمليات الالتهابية المترافقة مع تموت اللب قد تؤدي إلى امتصاص الجذر، وبالتالي فقدان التضيق الذروي (Simon et al., 2009)، وفي بعض الحالات يكون مفقوداً أو غير واضحاً (Baugh & Wallace, 2005).

سريرياً، قد يؤدي ضبط الطول العامل على بُعد 1 ملم من ذروة التصوير الشعاعي إلى وضع المبرد عند نقطة AC في 22% و 35% و 11% من الأسنان الأمامية والضواحك والأرجاء، على التوالي (Vieyra, Acosta, & Mondaca, 2010)، لذا يجب توفر المعرفة التشريحية الجيدة، والتفسير الدقيق للصورة الشعاعية، مصحوبة بإحساس اللمس، وبمساعدة النزف على رأس القمع الورقي لتحديد موقع AC، وأيضاً باستخدام جهاز تحديد

الذروة الالكترونية وهناك حاجة إلى مزيد من الدراسات لتوضيح مدى ملائمة التضييق الذروي كنقطة نهاية للتنظيف والتشكيل.

يفترض بعض الباحثين أن النسج حول الذروية تبدأ منها، وأنّ تجاوز أي أداة أو مادة حشو لهذه النقطة تكون فرطاً في استخدام الأدوات/الحشو، أمّا بالنسبة لباحثين آخرين، فيكون الانتقال إلى النسج حول الذروية هو عند مستوى الثقبة الذروية، وأنّ آخر بضعة ملليمترات أو أعشار الملليمترات المغطاة بالملاط جزء من القناة يجب تطهيره وحشوه، ويرى هؤلاء أنّ فرط استخدام الأدوات والحشو يبدأ بعد الذروة التشريحية، كما يُعدّ بروز مادة الحشو الأساسية ووجودها خارج القناة عاملاً مهيّجاً، ويُعتبر من قبل البعض مساهماً رئيسياً في فشل المعالجة، بينما يُمثل بالنسبة للآخرين مؤشراً على نفوذية القناة حتى الثقبة الذروية، وحتى الآن لا يُمكن إثبات أفضلية أحد النهجين على الآخر بوضوحٍ في الأدبيات (Alothmani et al., 2013).

ثالثاً- الحد الذروي هو الثقبة الذروية AF:

نظراً لأن التضييق الذروي لا يكون موجوداً دائماً، فقد تكون الثقبة الذروية AF معلماً أكثر فائدة (Aggarwal et al., 2018)، لكن يجب أن لا يمتد إلى ما هو أبعد من الثقبة الذروية.

تتراوح المسافة بين AC (إن وُجد) و AF من 0.5-1 ملم للأسنان من مختلف الأعمار وبالتالي عند تحديد موقع AF، يمكن تقدير موضع AC (إن وُجد)؛ في الواقع، من الصعب تحديد موقع AC أو AF سريرياً، وعلى الرغم من أن المسافة الأقصر من الذروة الشعاعية بمقدار 0.5-1 ملم تُستخدم عادةً كنقطة نهاية، إلّا أنّ هذا مجرد تقدير، وهي محاولة لتنظيف وتطهير المنطقة القريبة من AF ولكن دون أن تتجاوزها (M.-K. Wu et al., 2000).

يُعطى تحديد الثقبة الذروية كنقطة مرجعية اتساقاً أكبر من تحديد التضييق الذروي أو الذروة الشعاعية، ويُعدّ استخدام الثقبة الرئيسية أكثر قابلية للتكرار (Ivanovic & Beljic-Ivanovic, 2009)، ومع ذلك، فإن تحديد الموقع الدقيق لـ AF ممكن نسيجياً فقط، غالباً ما تفشل الصور الشعاعية حول الذروة في تحديد موضع AF

المنحرفة نحو الدهليزي أو اللساني، وقد أُفيد أنه يمكن تحديد موضع AF بدقة عن طريق أجهزة تحديد الذروة الإلكترونية (Ding, Gutmann, Fan, Lu, & Chen, 2010).

وقد تم اقتراح تحديد الطول العامل أقصر ب 1 ملم من الذروة الشعاعية، مما يضمن قربه من النقبة الذروية، ومع ذلك، فإن ترسب الملاط المستمر يغير موضع AF، وفي الوقت نفسه فإن الاعتماد على مستوى أقل من الذروة الشعاعية خلال عملية التطهير وحشو الجذر لا يضمن بالضرورة معالجة القناة بأكملها ولا يمنع الإفراط في استخدام الأدوات بشكل مطلق (José F Siqueira Jr, 2005) (Alothmani et al., 2013).

رابعاً- الحد الذروي هو الذروة الشعاعية:

أوصى (Schilder, 1974) بتمديد التحضير وحشو الجذور إلى مستوى الذروة الشعاعية، على الأرجح لتشمل جميع التفرعات الذروية في إجراءات التطهير وحشو الجذور. ومع ذلك كان تحضير الأقفية الجانبية وحشوها بالكامل مستحيلاً عملياً (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010b)، وبما أن AF لا تقع عادةً عند ذروة التصوير الشعاعي، فقد أثبتت الدراسات أنه عندما تم إدخال الأداة إلى مستوى ذروة التصوير الشعاعي كان هناك تجاوز للنقبة الذروية في 50% من الأسنان (Degerness & Bowles, 2010).

١-٤-٥ النهاية الذروية وفقاً لحالة اللب المرضية Apical terminus according to the pathological condition of the pulp

تعد الحالة المرضية والميكروبيولوجية لللب السني والنسج المحيطة بالذروة عاملاً بالغ الأهمية في اتخاذ القرار بشأن مكان تحديد النهاية الذروية، ومكان انتهاء تحضير القناة ليس بالضرورة أن يكون نفسه لكل من الحالات الحية والحالات العفنة، وإذا كانت النهاية أقصر أو أطول من الطول اللازم فإن نتيجة المعالجة تتأثر سلباً.

• الحد الذروي في حالات التهاب اللب الحي (التهاب اللب غير الردود) Termination point with a

:vital pulp

في حالة اللب الحي أو التهاب اللب غير الردود، لا يبدو أن نتائج المعالجة اللبية تتأثر بشكل كبير بالحد الذروي لإجراءات المعالجة القنوية الجذرية، حيث لا تتواجد الكائنات الدقيقة في الجزء الذروي من القناة، وعادةً ما تقتصر الجراثيم (إن وجدت) على الحجرة اللبية، أما الاستئصال الذروي فهو يهدف إلى إزالة النسيج غير المصابة وتشكيل القناة فقط (José F Siqueira Jr, Rôças, & Ricucci, 2018)، وذلك بشرط منع دخول الجراثيم إلى القناة الجذرية، وتجنب الإفراط في استخدام الأدوات لأنه قد يؤدي إلى الألم التالي للمعالجة (M. Versiani, 2023)، (Martins, & Ordinola-Zapata, 2023)،

ويبدو أن النقطة الأنسب لإنهاء الاستئصال الذروي وتشكيل نقطة توقف ذروية تكون على بُعد 2-3 ملم من الذروة الشعاعية، بدلاً من 0-2 ملم منها (M.-K. Wu et al., 2000) (Berman & Hargreaves, 2020b)، وهذا يترك جذع لب ذروي apical pulp stump، مما يمنع خروج مواد الحشو المهيبة إلى الأنسجة المحيطة بالجذر، لكن تشير الأدلة إلى أن الحفاظ على جذع اللب ليس ضرورياً لسلامة الذروة (José F Siqueira Jr, 2005). أو يكون على بعد 1-2 ملم من الذروة الشعاعية (José F Siqueira Jr et al., 2018).

• الحد الذروي في حالات اللب المتموت Termination point for infected canals:

تموت اللب والتهاب النسيج حول الذروية هي حالات تؤثر على الأنسجة المحيطة بالذروة والمنظومة القنوية الجذرية بأكملها، فقد تم فيها العثور على الجراثيم المقاومة والأغشية الحيوية الجرثومية في الثلث الذروي في ما يصل إلى 80% من الحالات (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010a)، وقد تكون الأغشية الحيوية الجرثومية موجودة بنسبة عالية ليس فقط داخل الجزء الذروي من المنظومة القنوية الجذرية ولكن أيضاً خارج التصيق الذروي (Eyüboğlu, Olcay, Erkan, & Özcan, 2020) وبالقرب من أو عند الثقب الذروية ومنطقة الجزء الملاطي من القناة والفراغ بين الثقبين الصغير والكبير (Sacomani, Cintra, de Jesus Soares, & Frozoni, 2021) (J. Wang et al., 2012) (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022)، وكشفت التحليلات الجرثومية الحيوية التي أجريت من خلال الطرق الجزيئية تواجد الجراثيم في الدلتا

الذروية والأقنية الجانبية والإضافية والثانوية والقننات العاجية (de Carvalho MARION et al., 2019)، ويمكن أن تمتد هذه الأغشية الحيوية إلى السطح الذروي خارج الجذر عبر الثقبة الذروية وتلتصق بالملاط فوق ذروة الجذر (Saini, Sangwan, & Sangwan, 2016) (Mohammadi, Shalavi, & Yazdizadeh, 2012)، أو حتى قد تكون داخل الآفة الذروية نفسها (Subramanian & Mickel, 2009).

وبما أنّ الكائنات الحية الدقيقة ومنتجاتها الثانوية هي العوامل المسببة الرئيسية في بدء وتطور التهاب اللب والآفات حول الذروية، فإنّ التركيز الأساسي لمعالجة القناة الجذرية هو إزالة الأنسجة العضوية والقضاء على الجراثيم وركائزها وتقليل الحمل الجرثومي في المنظومة القنوية الجذرية وخاصة في الجزء الذروي المعقد تشريحياً إلى أقل من العتبة التي لها إمكانات مسببة للمرض (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022) وذلك من أجل تحقيق النجاح على المدى الطويل (Yaylali et al., 2018)، لأنّ لديها القدرة للبقاء على قيد الحياة إذا لم يتم القضاء عليها وذلك بسبب الإمداد المستمر بالتغذية من المنطقة المحيطة بالذروة (Saini et al., 2016)، فعلى الرغم من معدل النجاح المرتفع للمعالجة اللبية التقليدية يمكن أن تحدث حالات فشل بسبب استمرار الأغشية الحيوية الجرثومية الضارة داخل المنظومة القنوية الجذرية (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022).

إنّ أهم ما في التحضير البيوميكانيكي هو العرض الذروي والحد الذروي للتنظيف والتشكيل، وتوصّلت الدراسات إلى أنّه حتى الأقطار الكبيرة لا يمكنها تحقيق تحضير ذروي كامل للأقنية الجذرية (Yadav, Shah, Naseem, 2014) Roy, & Sood, 2014) (ElAyouti, Dima, Judenhofer, Löst, & Pichler, 2011)، أيضاً أثناء الإرواء، يجب تجنب دفع المحلول إلى ما بعد التضييق الذروي، حيث توجد الجدران الملاطية المصابة، علاوة على ذلك، تتخفض فعالية محلول الإرواء بشكل كبير بسبب وجود البرادة الذروية (Estrela et al., 2014).

إنّ وجود الكائنات الحية الدقيقة في الجزء الملاطي من القناة cemental canal قد يشير إلى الحاجة إلى التنظيف ميكانيكياً حتى الثقبة الذروية أو حتى مابعداً لأنّه من غير المرجح أن يتم القضاء عليها من التفاعلات الكيميائية لمحاليل الإرواء فقط وخاصّة الأغشية الحيوية الجرثومية حيث يمكن للسوائل والضمادات أن تقتل الكائنات الحية الدقيقة العائمة بسهولة ولكن بشكل أقل فعالية في الأغشية الحيوية ربما بسبب بنيتها التي توفر

حماية للجراثيم المقيمة (Noiri et al., 2002)، ولذلك، يجب زيادة التنظيف الميكانيكي من أجل الحصول على تحضير ميكانيكي كيميائي كافٍ (Saini et al., 2016)، والتطهير الأفضل وتقليل الحمل الجرثومي عند أقصى امتداد لقناة الجذر (J. M. Silva, Brandão, Silva, & Zaia, 2016)، وبالتالي ضمان بيئة مواتية لشفاء النسيج حول الذروية وتحسين نجاح المعالجة اللبية (CARDOSO TARALLO, DE SOUZA MATOS, 2018). (Bresciani, Paranhos, & Ribeiro Camargo, 2018).

كما أن الثلث الذروي قد يحوي عدداً كبيراً من الكائنات الدقيقة التي من شأنها أن تُبقي على الالتهاب حول الجذر. لذلك، يُفضّل استخدام الأدوات على مستوى عميق بما يكفي لإزالة هذه الكائنات الدقيقة أو على الأقل تقليلها بشكل كبير، حيث أثبتت الدراسات أن 70% من الجذور التي لم تستجب للمعالجة كانت لها تشعبات ذروية كبيرة وبالتالي وجود علاقة وثيقة بين التعقيد التشريحي للذروة واستمرار المرض حول الجذر (José F Siqueira Jr & Rôças, 2022) (Khan et al., 2021)، وبالتالي أهمية توسيع وتنظيف الذروة.

١-٤-٦ تعريف توسيع الثقبية الذروية :Definition of Foraminal enlargement

يشير إلى التوسيع الميكانيكي المقصود للثقبية الذروية وتنظيفها باستخدام مبرد ذو قياس أكبر من التضيق الذروي عندما يتم تحديد الطول العامل عند الثقبية الذروية، أو اعتماد طول عامل يتجاوز الثقبية الذروية (R. Machado, Vigarani, et al., 2021) (A. M. S. Santos, de Freitas Portela, Coelho, 2021) (Fontana, & De Martin, 2018) (Yaylali, 2018) (Abada, Hashem, Abu-Seida, & Nagy, 2022) (Teke, & Tunca, 2017)، وهو يعني تحضير جدران الثلث الذروي من القناة والثقبية الذروية (M. A. Souza et al., 2021) (Campos et al., 2024)، وهو ضروري من وجهة نظر ميكروبيولوجية لأنه يهدف إلى إزالة الأنسجة المتموتة وتقليل الحمل الجرثومي في التشعبات الذروية عن طريق إزالة الملاط والعاج الملوثين (المصابين بالإنتان) من هذه المنطقة (L. A. Fernandes, de Sousa Santos, Westphalen, da Silva 2023) (Saini et al., 2016) (Neto, & Carneiro, 2023) (Brandão et al., 2019) وتحسين فعالية الإرواء بالسماح بتدفق أكبر واختراق أكثر للمحالييل في المنطقة الذروية (M. A. Souza et al., 2021)، والوصول

إلى الأغشية الحيويّة الجرثوميّة الموجودة في الجزء الذروي من القناة الجذريّة والتشعّبات الذرويّة وإزالتها (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010a)، وتفكيك الأغشية الحيويّة الملتصقة بالجزء الخارجي من الجذر (المنطقة خارج الجذر)، كما يزيل الملاط المتوضع حديثاً والنسيج الضام الذي نما حديثاً والذي قد يخلق النقبة الذرويّة أو الأفتية الإضافيّة داخل القناة (Yadav et al., 2014)، مما قد يؤدي إلى نتائج ناجحة للمعالجة اللبية بسبب انخفاض رد الفعل الالتهابي بعد انخفاض الحمل الجرثومي المنتشر في الأنسجة الذرويّة (Fatima, Kumar, 2021) (Andrabi, Mishra, & Tewari, 2020) (Vieira et al., 2020) ومما قد يسهّل شفاء الآفات حول الذرويّة المزمّنة حيث أظهرت دراسات على الحيوانات أنّه أدى إلى تكوين بنى عظمية جديدة (de Souza Filho, 1987) (Benatti, & de Almeida, 2010) (Borlina et al., 2010).

يتم إجراء توسيع النقبة الذرويّة بشكل خاص في الأسنان ذات اللب المتموت حيث تمتد العدوى إلى ماهو أبعد من حدود التضيق الذروي (CARDOSO TARALLO et al., 2018)، حيث قد يؤدي التحضير دون الوصول إلى النقبة الذرويّة إلى ترك البقايا اللبيّة، والأنسجة المصابة، والجراثيم وخاصة Enterococcus faecalis، والأغشية الحيويّة (José F Siqueira Jr et al., 2020)، والتي قد تبقى على قيد الحياة حتى في غياب العناصر الغذائية والعودة إلى النشاط عندما تكون الظروف أفضل (Sedgley, Lennan, & Appelbe, 2005)، وأيضاً تبقى مناطق غير محضّرة والتي يمكن أن تؤدي إلى فشل المعالجة اللبية، حيث ارتبطت حالات استمرار الأعراض بوجود واستمرار العدوى خارج الجذر (D. Ricucci, Siqueira Jr, Lopes, Vieira, & Rôças, 2015).

وهو يختلف عن الforaminal patency (FP) الذي هدفه هو تمرير مبرد صغير بشكل سلبي عبر النقبة الذرويّة من أجل تجنب انسداد القناة، بينما توسيع النقبة الذرويّة foraminal enlargement (FE) هدفه تنظيف المنطقة الأكثر ذرويّة بالسن apical-most region (Campos et al., 2024) وتشكيل النطاق الكامل للقناة (de Freitas Portela et al., 2021)، واستهداف الجراثيم في المناطق التي تتصل فيها النسيج اللبيّة واللثويّة مع بعضها البعض (Yeng, 2023).

ومن الجدير بالذكر أن الثقبَة الذروية في كثير من الأحيان يكون لها شكل بيضاوي لذلك، قد يتم تنظيفه بشكل أفضل بتوسيع الثقبَة الذروية المتعمد الكبير (Aminoshariae & Kulild, 2015).

ولكن مع الأخذ بعين الاعتبار أنه يجب أن تتوقف المواد الحاشية عند الملتقى الملاطي العاجي أو التضيق الذروي، وإلا فإن الحشو الزائد قد يسبب استجابات التهابية في الأنسجة المحيطة بالذروة (Schaeffer, White, & Walton, 2005)، حيث أنّ الدراسات التي بيّنت نتائج أسوأ عند تحديد الطول العامل عند الثقبَة الذروية لم تميز بين تأثير الحدود الذروية لتحضير القناة الجذرية أو الحشو، وبالتالي فإن خروج مواد الحشو من المرجح أن يكون سبباً في انخفاض الشفاء (P. Nair, 2006).

وعلى الرغم من الفوائد المحتملة لعملية توسيع الثقبَة الذروية في سياق المعالجة اللبية إلا أن هناك بعض المخاوف من التأثيرات غير المرغوبة، حيث يعتبر عاملاً ميكانيكياً قد يؤدي إلى الألم التالي للمعالجة (A. M. S. Santos et al., 2018) (S. Santos et al., 2018) (E. A. B. Silva, Guimaraes, Kuchler, Antunes, & Antunes, 2017) بسبب التهيج الميكانيكي المباشر للأنسجة المحيطة بالذروية، وأنّ توسيع التضيق الذروي قد يؤدي إلى إخراج كمية أكبر من البرادة وكمية أكبر من السوائل و/أو المادة الحاشية مقارنة بالكمية التي سيتم خروجها إذا تم استخدام الأدوات على مسافة تصل إلى 1 ملم من الثقبَة الذروية (R. Machado, Vigarani, et al., 2021) (Guivarc'h et al., 2017)، ومن ناحية أخرى، تشير الدراسات إلى أنه قد يؤدي إلى إزالة غير ضرورية للعاج أو ضعف في جدران القناة مما يؤدي إلى نقل أو تشوه الذروة (A. M. S. Santos et al., 2018)، أو شقوق وكسور في الجذور (M Prado, De Lima, De Lima, Gusman, & Simão, 2016) (Jamleh et al., 2021)، ولكن أظهرت دراسات أخرى أنه لا يؤثر على تكوين الصدوع أو الكسور (De-Deus, Belladonna, 2016) (Silva, Souza, & Versiani, 2016)، لذا فإنّ التحضير الدقيق عند توسيع الثقبَة الذروية ضروري لتجنب التأثيرات غير المرغوبة (Albuquerque et al., 2020).

١-٥ الفصل الخامس: تطهير المنظومة القنوية الجذرية Root Canal System

Disinfection

إنَّ التحضير بالأدوات الميكانيكية وحدها دون استخدام سوائل الإرواء المطهرة، يقلل بشكل كبير من الجراثيم الموجودة في القناة الجذرية، سواء عن طريق العمل الميكانيكي أو عن طريق التعرض للأكسجين، حيث أنَّ العديد من الجراثيم اللاهوائية لديها قدرة منخفضة على تحمّل الأكسجين لكنّه يعتبر إجراء غير كافٍ بسبب وجود التعقيدات التشريحية والتي تشمل الأفنية الجانبية والملحقات، والبرزخ، والدلتا الذروية، والقنيتات العاجية والتي تجعل تنظيف القناة الجذرية أمراً معقّداً، مما يؤدي إلى وجود مناطق كبيرة غير محضّرة مع بقاء الأغشية الحيوية الجرثومية في القناة الجذرية (P Neelakantan, Herrera, Pecorari, & Gomes, 2019)، وهذا يؤكد على أهمية إرواء القناة الجذرية لإزالة البرادة والجراثيم والمنتجات السامة والركائز اللازمة لنمو الجراثيم من الأسطح غير المحضّرة والتي لا يمكن الوصول إليها بأدوات التحضير (Berman & Hargreaves, 2020a).

وعلى الرغم من اقتراح العديد من المواد إلا أنّه لا يوجد سائل إرواء واحد يتمتع بكل الخصائص المثالية المرغوبة (Rath, Yiu, Matinlinna, Kishen, & Neelakantan, 2020). فإنّ استخدام محلولاً واحداً لا يعد أمراً كافياً في تحقيق أهداف الإرواء، بل يعتمد على استخدام مزيج من المحاليل بتسلسل محدد في سياق المعالجة من أجل المساهمة في نجاح المعالجة اللبية إلى أقصى حد (M Haapasalo et al., 2014).

١-٥-١ أهمية الإرواء Importance of irrigation:

ميكانيكياً وكيميائياً: يعتمد على توليد قوة القص وتدفق السائل داخل المنظومة القنوية الجذرية والتفاعل مع جدران القناة والوصول للمناطق التي لا يمكن للأدوات الميكانيكية أن تصل إليها كالبرزخ والأفنية الجانبية (R. Wang et al., 2015)، ويعمل على إخراج البرادة تاجياً، وإزالة النسيج المتموتة، وحل طبقة اللطاخة، بالإضافة إلى ترليق الأدوات والتقليل من احتكاكها مع جدران العاج وتبريد الأدوات والأسنان خاصة أثناء استخدام الأمواج فوق الصوتية (M Haapasalo et al., 2014).

بيولوجياً: فعاليته تجاه العضويات الدقيقة والمستعمرات الجرثومية والغشاء الحيوي الجرثومي، وتعطيل الظيفانات الداخلية والسموم الجرثومية (Basrani & Haapasalo, 2012).

بناءً على هذه الأهداف، يمكن تصنيف محاليل الإرواء إلى محاليل غير نشطة (خاملة) وأخرى نشطة.

١-٥-٢ سوائل الإرواء الخاملة Inert Irrigants:

وهي محاليل تستخدم من أجل الغسل فقط حيث فائدتها تكون من خلال عملها الفيزيائي بالتدفق والتدفق العكسي (S.-W. Kim & Shin, 2017)، والذي يجعل لها دوراً في إزالة الجراثيم والسموم الداخلية من أقنية الجذر المصابة (Marinho, To, Darveau, & Gomes, 2018)، مثل الماء المقطر، والمحلل الملحي.

• الماء المقطر Distilled water:

هو ليس مطهراً لبيئاً وهو الوسيلة الأكثر ملاءمة لإزالة آثار مادة الإرواء الكيميائية المستخدمة سابقاً لتجنب أي تفاعل بين المواد (Maíra Prado et al., 2013).

• المحلول الملحي المتوازن Saline:

هو محلول كلور الصوديوم (NaCl) 0.9% في الماء، بدأ استخدامه طبياً عام 1831، ويستخدم بشكل روتيني في المعالجة اللبية (Mele et al., 2018)، ويتمتع بتوافقه الحيوي الكبير فهو لايسبب الأذى حتى عند تسريته إلى النسيج حول الجذرية (Dube & Jain, 2018).

١-٥-٣ سوائل الإرواء الفعالة Active Irrigants:

قدّمت العوامل الكيميائية خصائص مختلفة مثل عمل المحلات للنسج (هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl)؛ القاتل للجراثيم bactericidal (كلورهيكسيدين غلوكونات CHX، NaOCl)، المثبط لنمو الجراثيم bacteriostatic (MTAD)؛ والسوائل الخالبة (QMIX - Citric Acid - MTAD - EDTA).

• هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite (NaOCl):

يعتبر الأكثر استخداماً في الإرواء أثناء المعالجة اللبية، ويرجع ذلك إلى قدرته على حل النسيج العضوية في القناة الجذرية (النسج المتموتة، والنسج اللبية الحية، والمركبات العاجية العضوية، والأغشية الخلوية)

(Zollinger, Attin, Mohn, & Zehnder, 2019)، كما ينقص من عدد الجراثيم في الأفتنية الجذرية بشكل ملحوظ (M Haapasalo et al., 2014) وله القدرة على تعطيل السموم الداخلية وهو عامل مؤكسد قوي (Moreno et al., 2018). ويؤثر على مجموعة واسعة من الكائنات الدقيقة بما في ذلك الفيروسات والفطريات، بينما يقتل الأكسجين الجراثيم اللاهوائية (S.-W. Kim & Shin, 2017).

إلا أن له العديد من العيوب فإن سمّيته عالية، وقد يسبب تهيج للأنسجة المحيطة بالذروة، خاصة في التراكيز العالية إذا خرج من الثقب الذرويّة (Castelo-Baz et al., 2021)، وليس له القدرة على إزالة الجزء غير العضوي من طبقة اللطاخة (S.-W. Kim & Shin, 2017)، ويقلل الترابط مع العاج (B. P. Gomes et al., 2013)، ويسبب انخفاضاً في الخواص الميكانيكية للعاج.

آلية عمل هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl:

حمض الهيبوكلوروس HClO ، وهو مادة موجودة في محلول هيبوكلوريت الصوديوم، يعمل كمذيب عند ملامسته للأنسجة العضوية، مُطلقاً الكلور الذي عند اتحاده مع المجموعة الأمينية البروتينية (NH) يُشكل الكلورامينات، والتي تعتبر مؤكسد قوي له تأثير مضاد للجراثيم يتداخل مع استقلاب الخلية الجرثومية بالكامل، إذ يثبط الإنزيمات الجرثومية، مما يؤدي إلى أكسدة غير رجعية لمجموعات SH (مجموعة السلفاهيدريل) من الإنزيمات الجرثومية الأساسية (Gambarini, Gerosa, De Luca, Garala, & Testarelli, 2008)، وبالتالي يُمارس تأثيراً مبيداً للجراثيم واسع النطاق.

يملك هيبوكلوريت الصوديوم قلوية عالية ($\text{PH} > 11$) وهذا ما يفسر الفعالية العالية المضادة للجراثيم يؤثر ارتفاع درجة الحموضة على سلامة الغشاء الخلوي مسبباً تثبيطاً أنزيمياً غير ردود، وتعديله في الاستقلاب الخلوي البيولوجي وتحلل الفوسفوليبيدات الملاحظ في أكسدة الدهون (Estrela et al., 2002).

العوامل المؤثرة على فعالية هيبوكلوريت الصوديوم Factors affect sodium hypochlorite activity:

- ١- **تأثير التركيز:** أظهرت دراسة (A. L. R. Fernandes et al., 2021) المخبرية فرقاً إحصائياً في تقليل الحمل الجرثومي، باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مقارنةً بتركيز 2.5%، إلا أن التراكيز العالية تؤثر على جوانب متعددة، مثل تآكل العاج عن طريق إزالة المكونات العضوية، الصلابة ومعامل المرونة، وتأثيره المضاد للجراثيم، وتحلل الأنسجة، والألم بعد المعالجة (N. Verma, Sangwan, Tewari, & Duhan, 2019)، ويمكن أن يؤدي إلى كسر الأسنان المعالجة لبياً (Rath et al., 2020).
- ٢- **تأثير الحجم المستخدم:** تبين أن استخدام كميات أكبر (2 و 5 مل) بين كل تغيير للمبرد، بدلاً من كميات أصغر (0.5 و 1 مل)، يُحسن من فعالية المحلول ويُمارس تأثيراً ميكانيكياً في القضاء على الجراثيم (Morago et al., 2016) (Moreno et al., 2018).
- ٣- **تأثير زمن التعرض:** يلعب زمن الإرواء دوراً هاماً في فعاليته المضادة للجراثيم (Gazzaneo et al., 2019)، إذ أظهرت بعض الدراسات أنه يقتل العضويات الدقيقة خلال ثوانٍ حتى بتركيز منخفضة (B. Gomes et al., 2003).
- ٤- **تجديد المحلول:** إن تركيز عنصر الكلور في هيبوكلوريت الصوديوم يتناقص بمرور الوقت، والتعرض للضوء، وعند ملامسة الهواء والمعادن والأيونات المعدنية وكذلك المواد العضوية فإن التجديد المستمر للسائل أمر ضروري (Markus Haapasalo, Shen, Qian, & Gao, 2010)، من أجل زيادة فعاليته المضادة للجراثيم.
- ٥- **درجة حرارة المحلول:** تزداد فعاليته المضادة للجراثيم وسرعته عند رفع درجة الحرارة ولكن يجب عدم رفعها أكثر من بعض الدرجات فوق درجة حرارة الجسم لأنه قد يكون له آثار سلبية على خلايا الرباط حول السني (Sum, Neo, & Kishen, 2005).
- ٦- **التخزين وأثر الضوء:** إن زيادة مدة تخزين هيبوكلوريت الصوديوم وتعرضه للضوء قد ينقص من تركيز الكلورين الحر (Pişkin & Türkün, 1995).

• سائل الإرواء الكلورهيكسيدين (CHX):

هو محلول مطهر ذو رقم PH (5.5-7) من زمرة البيغوانيدات، له شكل هلام أو شكل سائل، تراكيزه الأكثر استخداماً هي 0.12% كغسول فموي و2% بشكله السائل والجل كمحلول إرواء في المعالجة اللبية (Goncalves, Rodrigues, Junior, Soares, & Vettore, 2016)، يمتلك فعالية مضادة للجراثيم جيدة وطويلة الأمد وأفضل من ماءات الكالسيوم وخاصة من حيث التأثير على المكورات المعوية البرازية، حيث يمكن استخدامه في جميع مراحل المعالجة اللبية، بما في ذلك في تطهير ساحة العمل (Lima, Fava, & Siqueira, 2001)، ولكنه أقل فعالية مضادة للجراثيم من 2.5% NaOCl وأقل حلاً للمواد العضوية (B. P. Gomes, 2013). (et al., 2013).

آلية عمل ال Chlorhexidine: يصنّف ضمن المركّبات التي تؤثر في الجدار الخلوي الجرثومي، إذ يؤدي إلى حدوث تأثيرات مختلفة باختلاف التركيز ونوع الجراثيم:

- التراكيز المنخفضة: يكون مثبطاً جرثومياً Bacteriostatic.

- التراكيز المرتفعة: يكون قاتلاً جرثومياً Bactericidal (Basrani, 2005).

يرتبط ال Chlorhexidine موجب الشحنة كهربائياً مع جدار الخلية الجرثومية سلبياً الشحنة، فتتشكّل رابطة قوية مع مركّبات الفوسفات الموجودة في جدار الخلية الجرثومية ممّا يؤثر على نفوذيتها، ويؤدي إلى خروج المواد ذات الوزن الجزيئي المنخفض، مثل شوارد البوتاسيوم والفوسفور من داخل الخلية إلى خارجها بدون إحداث تخرب كامل ضمن الخلية، وحتى هذه المرحلة يعمل كموقف جرثومي ويكون تأثيره ردود، وإنّ زيادة تركيز ال Chlorhexidine يوقف خروج المواد ذات الوزن الجزيئي المنخفض، ويحدث تخنّر وترسّب للسيتوبلازما ناجم عن تكوّن معقدات الفوسفات، وهذه المرحلة غير ردودة تنتهي بموت الخلية الجرثومية (Hiremath, 2016). (Agarwal, Patni, & Chauhan, 2016).

وهو متقبل حيويًا وله سمية منخفضة موضعياً وجهازياً، ومضاد جرثومي وفطري واسع الطيف، قد تستمر ديمومته حتى 12 أسبوعاً (Zaneva-Hristova, 2020)، إلا أن له سلبات منها أن تأثيره أقل من هيبوكلوريت الصوديوم في الأغشية الحيوية الجرثومية، وقدرته ضعيفة إلى معدومة في حلّ النسيج العضوية واللاعضوية، وقد يُلَوّن الأسنان (Goncalves et al., 2016).

• حمض إيثيلين ديامين تترا استيك (Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA):

وهو من أشهر المواد الخالبة وأكثرها شيوعاً (Dutner et al., 2012; Willershausen et al., 2015)، وهو حمض أمينو بولي كربوكسيليك، يستخدم بتركيز 17% كمادة خالبة من خلال قدرته على الخلب وإزالة المكونات غير العضوية من طبقة اللطاخة (Zhang et al., 2010)، ويتفاعل مع أيونات الكالسيوم في العاج مُشكلاً خالبات الكالسيوم القابلة للذوبان (Spencer et al., 2011)، وعند اتحاد كل الشوارد المتوفرة يتوقف الفعل الحال للمحلول، وأشارت الأبحاث إلى أن هذا المركب يزيل الكالسيوم من العاج بين القنيوي إلى عمق يتراوح بين (20-30) ميكرون خلال 5 دقائق (De-Deus, Paciornik, & Mauricio, 2006)، ومع ذلك، يقتصر تأثيره على 50 ميكرون حتى بعد مرور أكثر من 24 ساعة من استخدامه، وإنّ الغسل المستمر بـ 5 مل من EDTA كسائل إرواء نهائي لمدة 3 دقائق يزيل طبقة اللطاخة من جدران القناة الجذرية بشكل فعال، ولكن ثبت أن دقيقة واحدة فعالة أيضاً (Kandaswamy & Venkateshbabu, 2010).

استخدامه مع هيبوكلوريت الصوديوم:

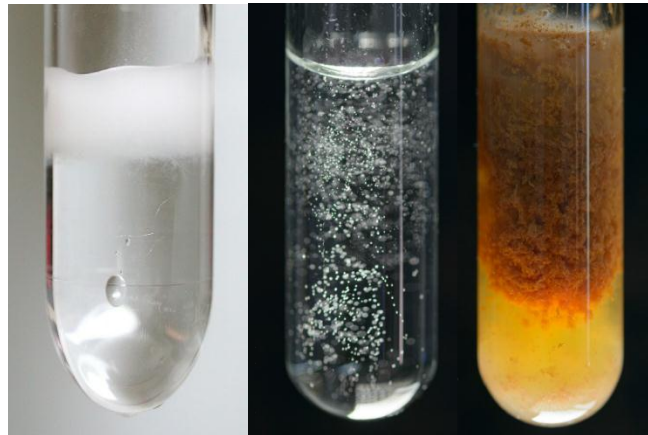
إنّ استخدام EDTA بالتناوب مع هيبوكلوريت الصوديوم يسبب إزالة كاملة لطبقة اللطاخة في الثلثين التاجي والمتوسط من القناة الجذرية، وبفعالية أقل في الثلث الذروي (O'Connell, Morgan, Beeler, & Baumgartner, 2000)، بينما أوصت الدراسات الحديثة باستخدام الـ EDTA فقط في الإرواء النهائي (Mahitha, Priyadarsini, & Babu, 2023) (M. M. B. Borges, Barros, Queiroz, Andrade, & Duarte, 2023)، وذلك لأن التناوب بينهما يزيد من قدرة EDTA على تخريب ألياف الكولاجين الموجودة

في العاج ما يقلل من قساوة العاج ومقاومته للكسر (Fayek & Abouelenien, 2023)، ويخفض من درجة حموضة هيبوكلوريت الصوديوم.

له القدرة على فصل الأغشية الحيويّة الجرثوميّة وله تأثير ضعيف مضاد للجراثيم (Boutsioukis & Arias- Moliz, 2022)، حيث أنّه عند التعرض الطويل لل EDTA يقوم باستخراج بروتين الخلية الجرثوميّة عن طريق التفاعل مع الشوارد المعدنية في الغشاء الخلوي، مما يمكن أن يؤدي إلى موت الخلية الجرثوميّة (Maira Prado et al., 2015). كما يمكن أن يمتلك EDTA نشاطاً مضاداً للفطور.

التداخل بين محاليل الإرواء:

يُشكّل التفاعل بين EDTA و CHX راسباً أبيضاً حليبيّاً، ويُشكّل التفاعل بين CHX و NaOCl باراً-كلوروانيلين (PCA)، وهو راسب برتقالي-بني سام للخلايا. يمكن أن يتسبب في تغيير لون السن، وانسداد القنوات العاجية، ويؤثر سلباً على ختم الحشو القنوي (B. P. Gomes et al., 2013)، كما في الشكل (9)، لذلك من الضروري قبل استخدام EDTA أو أي مادة كيميائية أخرى إزالة أي أثر ل CHX من خلال الإرواء بالماء المقطر (Maíra Prado et al., 2013).



الشكل (9): التداخل بين محاليل الإرواء من اليمين إلى اليسار:

تكوّن كتلة برتقالية-بنية نتيجة التفاعل بين 5% NaOCl + 2% CHX، تكوّن فقاعات بعد ثوانٍ قليلة من خلط 5% NaOCl

+ 17% EDTA، تكوّن راسب أبيض حليبي بعد خلط 2% CHX + 17% EDTA (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022)

١-٦ الفصل السادس: طرائق تنشيط سائل الإرواء

Irrigants Activation Techniques

تنشيط سائل الإرواء هو عملية استخدام طاقة ميكانيكية أو فيزيائية أو شكل آخر من أشكال الطاقة لتحريك وتحسين تدفق سائل الإرواء إلى التعقيدات التشريحية في المنظومة القنوية الجذرية (Susila & Minu, 2019). وأظهرت المراجعة المنهجية (Virdee, Seymour, Farnell, Bhamra, & Bhakta, 2018) أنه أياً كان نوع تقنية تنشيط الإرواء (الجهاز)، فإن التنشيط يُحسن دائماً من إزالة البرادة وطبقة اللطاخة (Pladisai, 2016) (Ampornaramveth, & Chivatxaranukul, 2016)، وزيادة قدرة NaOCl على حل الأنسجة العضوية، لذلك، فهو خطوة أساسية أثناء التحضير الكيميائي الميكانيكي للمنظومة القنوية الجذرية (Yilmaz, Yalcin, & Helvacioğlu-Yigit, 2020).

١-٦-١ الإرواء بالإبرة التقليدية :Conventional Needle Irrigation

وهو الإرواء باستخدام المحقنة والإبرة، ويعتبر الأكثر استخداماً لتوصيل سائل الإرواء داخل الأقنية الجذرية (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022)، تُستخدم المحاقن البلاستيكية بأحجام مختلفة (1-20 مل) يُنصح باستخدام المحاقن بسعة 1-5 مل لتحقيق أقصى قدر من السلامة والتحكم، وتعتمد فعالية الإرواء بالمحقنة والإبرة على:

أولاً- عمق اندخال الإبرة:

التماس المباشر للمحلل مع جدران القناة الجذرية حيث يجب أن يصل رأس الإبرة إلى ما قبل 1 ملم من الطول العامل (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022)، حيث يحدث تجديد وتبادل لسائل الإرواء فقط حوالي 1-1.5 ملم ذروباً من رأس الإبرة (Raducka et al., 2023).

ثانياً- شكل الإبرة:

- قطر إبرة الإرواء: إنَّ استخدام الإبر ذات القياس الكبير يسمح بتدفق كمية أكبر وأسرع من السائل إلّا أن استخدامه لا يسمح بتنظيف المناطق الذرويّة الضيقة (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022).
- طول الإبرة وصلابة جسمها ونوع واتجاه شطب إبرة الإرواء حيث يفيد في إحداث تأثير اضطرابات على الجدران العاجية، وبالتالي تؤثر على فعالية التنظيف (Berman & Hargreaves, 2020a).
- موضع فتحة الإبرة (نهاية مغلقة وفتحة جانبية أو نهاية مفتوحة)، وتستخدم الإبر مغلقة النهاية من أجل تعزيز الفعالية وتقليل مخاطر السلامة (Generali et al., 2017).

ثالثاً- حجم القناة الجذريّة:

- قطر القناة الجذريّة وانحنائها واستدقاقها وقطر الذروة، حيث لا يمكن لسائل الإرواء الوصول إلى الطول المثالي في الأفتنية المحصورة بحجم ذروي أقل من 25#، بغض النظر عن نوع الإبرة وحجمها (Boutsioukis & Nova, 2021).

رابعاً- الضغط المطبق أثناء الإرواء ولزوجة السائل المستخدم ومعدل تدفقه في القناة الجذريّة:

- حيث يؤثر معدل التدفق على إجهاد القص، وهو المسؤول عن تأثير التنظيف الميكانيكي، حيث ثبت مخبرياً أنّ معدل التدفق المرتفع نسبياً والتنظيف الميكانيكي الناتج عنه أكثر أهمية من تركيز هيبوكلوريت الصوديوم فيما يتعلق بإزالة الأغشية الحيويّة أثناء الإرواء بالمحقنة (T. Pereira et al., 2021).

- وقد تفشل طريقة الإرواء بالإبرة في توصيل وتوزيع سائل الإرواء بشكل فعال داخل المنظومة القنوية الجذريّة المعقدة، خاصة في الثلث الذروي بسبب التعقيدات التشريحيّة مثل الدلتا الذرويّة والتضيّقات والانحناءات والأفتنية الجانبية (Plotino et al., 2019). وذلك بسبب تأثير قفل البخار (vapor lock)، والذي يحدث بسبب تجمع

فقاعات الهواء أو الغازات في الجزء الذروي من القناة الجذرية، مما يمنع وصول مادة الإرواء إلى تلك المناطق ويخفض من مستوى التطهير في الثلث الذروي وضمن القنيات العاجية (Raducka et al., 2023).

١-٦-٢ التنشيط اليدوي الديناميكي (MDA) Manual Dynamic Activation:

يتم التنشيط باستخدام قمع كوتابيركا وإدخاله إلى ما قبل الطول العامل ب 1 ملم، بحركات تاجية ذروية قصيرة إلى داخل القناة الجذرية المملوءة بسائل الإرواء، حيث تولّد بذلك تأثيراً هيدروديناميكياً وضغطاً متزايداً مما يُعطّل تأثير قفل البخار ويُعزز حركية السائل وتأثيره الإيجابي على جزء أكبر من القناة الجذرية (Raducka et al., 2023).

١-٦-٣ الطريقة الحرارية Thermal Technique:

إنّ تسخين هيبوكلوريت الصوديوم يحسّن من قدرته على حل الأنسجة اللبّية المتموتة وإزالة الجزء العضوي من القناة ومن فعاليته المضادة للجراثيم المعوية البرازية، ويعدّ التسخين لدرجة 50-60 درجة مئوية هي الحرارة الأمثل (Sirtes, Walimo, Schaetzle, & Zehnder, 2005)، ولكن من جهة أخرى فإنّ التسخين يزيد من سمية السائل وتخريشه للأنسجة (Mohammadi, 2008)، ويتمّ التسخين خارج القناة أو داخلها باستخدام حاملات حرارية مثل (system B)، وهي الأكثر فعالية (Jaiswal, Gupta, Nikhil, Bhadoria, & Raj, 2021).

١-٦-٤ الإرواء الصوتي (SI) Sonic Irrigation:

تستخدم أجهزة التنشيط الصوتي (مثل جهاز EndoActivator الأكثر شيوعاً) رؤوس بلاستيكية مرنة وآمنة (لا تكشف النسيج العاجية)، ويهتز الرأس بتردد منخفض (1-10 كيلو هرتز) لمدة 30-60 ثانية محدثاً ظاهرة هيدروديناميكية قوية داخل القناة الجذرية فهو يحسن الاختراق الجانبي وتدفق سوائل الإرواء إلى المواقع التي

يتعذر الوصول إليها في الأفنية الجذرية، مما يجعل التنظيف أكثر فعالية (B. P. Gomes, Aveiro, & Kishen, 2023).

١-٦-٥ الإرواء فوق الصوتي Ultrasonic irrigation:

تُستخدم المبراد في تنشيط سائل الإرواء عن طريق تحويل الطاقة الكهربائية إلى أمواج فوق صوتية (Van der Sluis, Wu, & Wesselink, 2005) بتردد معين عن طريق التمعيط (تحويل الطاقة الكهرومغناطيسية إلى طاقة ميكانيكية تخلق حركات إهليلجية وتولد الحرارة) أو تأثير الكهرباء الإجهادية (تتبدل عند تطبيق شحنة كهربائية وتتحول إلى تذبذب ميكانيكي دون إنتاج حرارة) (Mozo, Llena, & Forner, 2011)، وذلك بشكل اهتزازات عرضية تشكّل نمطاً خاصاً من العقد على طول المبرد (M. K. Wu, Sluis, & Wesselink, 2003)، بتذبذبات فوق صوتية قد تصل إلى (25-30 كيلوهرتز). بتكرار أعلى وسعة أقل من طاقة الإرواء الصوتي كما تفوّقت عليها في تنظيف الأفنية الجذرية (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022).

كما تزيل الأمواج فوق الصوتية بقايا النسيج اللبي والجراثيم بشكل أفضل من الإرواء التقليدي (Joy et al., 2015)، وتزيد من تماس هيبوكلوريت الصوديوم مع النسيج اللبي مما يزيد من فعاليته في الحلّ الكيميائي للنسج، وتزيد من معدل الشفاء في المعالجات اللبية (Van der Sluis et al., 2005)، كما أنّه خياراً جيداً في المعالجات التي تتم في زيارات متعددة حيث يتيح إمكانية إزالة ضمادات الكالسيوم من جدران الأفنية الجذرية بكفاءة أكبر مقارنةً بالمحقنة اليدوية، وبسبب الخصائص التشريحية للقناة الجذرية يكون التنشيط بالأمواج فوق الصوتية أقل فعالية في المنطقة الذروية منه في المنطقة الناجية (Kato et al., 2016).

١-٦-٦ التنشيط بمبرد XP-Endo Finisher agitation (XPF):

طرحت شركة (FKG Dentaire, La Chaux-des-Fonds, Switzerland) في عام 2015 مبرد XP-Endo Finisher (XPF) الموضح في الشكل (10) كأداة تكميلية تُستخدم بعد التنظيف والتشكيل باستخدام أي نظام آخر ليكون بمثابة خطوة نهائية لتحسين تنظيف القناة الجذرية مع المحافظة على العاج. وهو أداة دوارة ذات استدقاق واحد على كامل الطول مصنوعة من النيكل والتيتانيوم (NiTi) بحجم ذروة #25، بهدف زيادة فعالية

تنظيف الأفنية الجذرية وإزالة طبقة اللطاخة (Kfir, Blau-Venezia, Goldberger, Abramovitz, & Wigler, 2018).



الشكل (10): مبرد XP-Endo Finisher

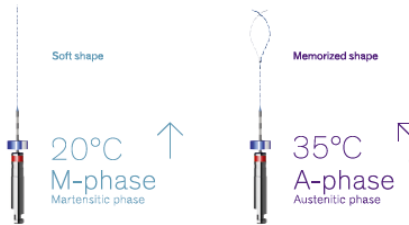
تمت معالجة سبيكة NiTi الموجودة في هذه الأداة بطريقة ميكانيكية حرارية (تسخين السبيكة أثناء عملية التصنيع) وتسمى (MaxWire) Martensite-Austenite-Electropolish-Flex، وهي أول سبيكة NiTi تجمع بين تأثير ذاكرة الشكل والمرونة الفائقة للاستخدام في الممارسة السريرية (Zupanc, Vahdat-Pajouh, & Schäfer, 2018).

توصي الشركة المصنعة باستخدامه فقط بعد تحضير الحد الأدنى من حجم ISO 25. ثم يشغل لمدة دقيقة واحدة بسرعة 800 دورة في الدقيقة (R. Machado, da Silva, et al., 2021)، وعزم دوران 1 نيوتن/سم في حركات بطيئة لأعلى ولأسفل. ويمكن استخدامه إما بشكل مستمر أو متقطع (ثلاث دورات من الإرواء يلي كلاً منها دورة تنشيط بمبرد XPF).

يُخزّن المبرد داخل أنبوب بلاستيكي (للحفاظ على شكله المستقيم أو استعادته، ولتحديد الطول العامل)، ويُرش برذاذ بارد للحفاظ على استقامته لتسهيل إدخاله في القناة حيث أنه يأخذ شكلاً مستقيماً نسبياً في درجة حرارة الغرفة وفقاً للطور M (Martensitic phase M-phase) (الحالة المارتنيسيتية) (Donnermeyer, Wyrsh, Bürklein, & Schäfer, 2019)، بينما عند إدخاله في القناة وتعريضه لدرجة حرارة الجسم (تساوي أو تزيد عن 35 درجة مئوية) تتغير السبيكة المعالجة من الطور المارتنيسيتي إلى الطور الأوستنيتي (الطور A) (Austenitic Phase A-phase) (Uzunoglu-Özyürek, Küçükaya Eren, & Karahan, 2021) كما في الشكل (11)، بسبب ذاكرته الجزيئية ويصبح شكل المبرد أكثر تجعداً، وهذا التغيير يعطي المبرد شكل

الملقعة في آخر 10 ملم من طوله وقطر 1.5 ملم (Vaz-Garcia et al., 2018)، والتي تشكل الحركة الدورانية اللامركزية (Uzunoglu-Özyürek et al., 2021).

مما يسمح للمبرد بالوصول إلى مناطق قد لا تصل إليها الأدوات الأخرى وتنظيفها ويساهم في إزالة طبقة اللطاخة والبرادة والضمامات والأغشية الحيوية ومواد الحشو من المنظومة القنوية الجذرية (Uzunoglu-Özyürek et al., 2021)، دون إتلاف العاج أو تغيير شكل القناة الأصلي، والتكيف مع أشكال الأقنية الجذرية المختلفة.



الشكل (11): يظهر مبرد ال *XP-Endo Finisher* في كلا الطورين عند تغير درجة الحرارة التي يتعرض لها

(Trope & Debelian, 2015).

أ- دوره في تحسين فعالية التنظيف:

أثبتت الدراسات أن مبرد *XP-Endo Finisher* يحسن من كفاءة التنظيف والتطهير حيث أنه يعمل على إزالة بقايا الأنسجة الصلبة المتراكمة وطبقات اللطاخة بفعالية من المنظومة القنوية الجذرية (Alkahtany, 2024). (Alfadhel, AlOmair, & Durayhim, 2024).

وجدت بعض الدراسات أنه يحسن من فعالية الإرواء مقارنة بـ *EndoVac* و *EndoActivator* والإرواء بالأمواج فوق الصوتية السلبية (*PUI*) والإرواء بالإبرة التقليدية (Karade et al., 2021) (W. O. Silva et al., 2023). بينما وجدت دراسات أخرى أنه بنفس فعالية الإرواء بالإبرة و *PUI* و *EndoActivator* و *Endovac* في قدرته على إزالة بقايا الأنسجة الصلبة (É. C. Pereira et al., 2021). وعلى العكس أظهرت نتائج المجهر الإلكتروني الماسح (*SEM*) أن فعاليته كانت أدنى من *PUI* في إزالة طبقة اللطاخة (Espinoza et al., 2021).

كما وجد (Pacheco-Yanes et al., 2020) أنَّ مبرد XPF يملك أكبر قدرة على توزيع سائل الإرواء وتسهيل اختراقه للتشعبات والبرازخ والأقنية الجانبية في الأقنية الجذرية بالمقارنة مع التقنية فوق الصوتية، وقد تباينت نتائج الأبحاث حيث لم تجد دراسة (Azimian, Bakhtiar, Azimi, & Esnaashari, 2019) زيادة في فعالية بروتوكول الإرواء التقليدي (EDTA+NaOCl) في إزالة طبقة اللطاخة عند استخدام هذا المبرد، أما دراسة (Zand, Mokhtari, Reyhani, Nahavandizadeh, & Azimi, 2017) فقد وجدت أن استخدام XPF قد أزال طبقة اللطاخة بفعالية أكبر من بروتوكول الإرواء التقليدي.

أظهرت دراسة (Carvalho et al., 2019) أنَّ استخدام مبرد XP-Endo Finisher في الإرواء والتحصير القنوي يزيد من فعالية التنظيف في كل من مجموعتي التحضير باستخدام نظامي (XP-endo shaper and Reciproque blue) وباستعمال سائل الإرواء هيبوكلوريت الصوديوم بتركيزين (0.9%-2.5%)، وقد وُجد أن XP-Endo Finisher متفوق على الإرواء بالمحقنة التقليدية في إزالة طبقة اللطاخة والبرادة العاجية والأغشية الحيوية الجرثومية في القناة الجذرية (F. d. M. Silva et al., 2025).

ب- دوره في تقليل الجراثيم:

يعزز استخدامه من تأثير سائل الإرواء المضاد للجراثيم، حيث يمتد تأثيره لمسافة 50 ميكرومتراً داخل القنيات العاجية (A. A. Azim et al., 2016)، وقد وجدت دراسة سابقة أنَّ الاستخدام الإضافي لـ XPF يُقلل الجراثيم بشكل أفضل من Endoactivator و Endoclean و PUI (Timponi Goes Cruz et al., 2024)، ويحسن من إزالة الأغشية الحيوية بشكل ملحوظ (Teves et al., 2022)، ومن ناحية أخرى، أفادت دراسة أخرى أن قدرته على التطهير كانت مماثلة أو حتى أقل من قدرة PUI (Alfirdous, Alquiria, Jacinto, &) (Martinho, 2022).

ت- قدرته على إزالة الضمادات داخل الأقنية:

عزز استخدام XPF من إزالة ضمادات ماءات الكالسيوم من القناة الجذرية (A. S. d. Santos et al., 2022). ووجد أنها تتفوق على PUI في الثلث الذروي بعد 3 دقائق من التنشيط (Hamdan, Michetti, Pinchon,)

(Diemer, & Georgelin-Gurgel, 2017)، بينما أفادت دراسة (Zhou, Liu, & Guo, 2021) تحسّن إزالة الضماد بواسطة PUI مقارنةً بـ XPF (Er Karaoğlu & Aydın, 2024).

ث- إجراءات إعادة المعالجة:

على الرغم من أنّ هذا المبرد لم يكن مصمماً لإعادة المعالجة، إلّا أن الدراسات كشفت إمكانية تعزيزه لإزالة مواد الحشو (Almohareb et al., 2024)، ومع ذلك، يجب استخدام XPF بحذر أثناء إجراءات إعادة المعالجة لأنه قد يتكسر دون أي علامات تشوه، حيث أنّ معظم الكسور التي تحدث (81%) في XPF ناتجة عن التعب الدوري (Atmeh, Al Omari, AlQifari, & Jamleh, 2024).

ج- خروج سائل الإرواء لخارج الذروة والألم التالي للمعالجة والتصدعات:

ارتبط استخدام XPF بزيادة احتمالية تجاوز سائل الإرواء للثقبية الذروية مقارنةً بالإرواء بالإبرة التقليدية وأنظمة التنشيط الأخرى، خاصةً في الذرى غير المكتملة (Atmeh et al., 2024). ومع ذلك، إذا استُخدم بشكل مناسب، فلن يُسبب ألماً تالياً للمعالجة اللبّية (de Jesus Oliveira, de Figueiredo, Correa, & Faria-e-Silva, 2023)، بينما بينت دراسة أخرى أن تنشيط الإرواء باستخدام XPF يُسبب ألماً أكبر من التنشيط بالليزر و PUI ومع ذلك، يختفي هذا الألم تماماً بعد أسبوعين (Abbara et al., 2023)، وكانت مستويات الألم أعلى في حالات توسيع الثقبية الذروية (L. A. Fernandes et al., 2023)، علاوة على ذلك لم يُسبب XPF أي تصدعات في الأقمية المحضرة مسبقاً (Hariprasad et al., 2021).

يتوسع جسم المبرد إلى 6 ملم عندما تتعرض ذروته للضغط، بينما تستقيم نهاية المبرد 6 ملم عندما يتعرض جسم المبرد للانضغاط. كما يتمتع المبرد بمرونة عالية مما يجعله يتكيف ويدخل ضمن شذوذات الأقمية ويسبب زيادة حركية سائل الإرواء واضطراباتٍ ضمنه مما يساعد على زيادة فعالية التنظيف وتفكيك الغشاء الحيوي للجراثيم ضمن الأقمية الجذرية (Trope & Debelian, 2015).

١-٧ الفصل السابع: الألم التالي للمعالجة Post-Operative Pain

١-٧-١ تعريف الألم اللبي:

هو أي درجة من الألم سواء أكانت أثناء معالجة القناة الجذرية أو بعد حشو القناة، والذي قد يتأثر أيضاً بعوامل ما قبل المعالجة، ويُعتبر مصدر قلق لكل من المرضى والأطباء (Bhardwaj et al., 2023). وقد وُجد أن ما بين 34.6% و 63.8% من المرضى الذين خضعوا لمعالجة لبية عانوا من ألم تالي للمعالجة (Di Spirito et al., 2022).

١-٧-٢ العوامل ما قبل المعالجة التي تؤثر على حدوث الألم:

١- **عمر المريض:** وُجد أن معدل حدوث الألم مرتفع لدى المرضى الأكبر سناً الذين تتراوح أعمارهم بين 41 و 65 عاماً. قد يُعزى ذلك إلى انخفاض تحمل الألم، وضعف تدفق الدم والتغيرات في المناعة الخلوية والخلوية التي تحدث بشكل طبيعي بسبب التقدم في السن (A Arias, De la Macorra, Hidalgo, & Azabal, 2013). بينما أفادت دراسات أخرى أن العمر لم يكن له تأثير كبير على ألم ما بعد المعالجة (ElMubarak, 2010). (Abu-bakr, & Ibrahim, 2010).

٢- **تأثير الجنس:** أبلغت النساء عن متوسط شدة ألم أعلى من الرجال، يمكن تفسير ذلك بالاختلافات البيولوجية والفيزيولوجية في كيفية استجابة كل جنس للألم (Shresha, Shrestha, & Kayastha, 2018).

٣- **الأمراض الجهازية:** فقد تبين أن الاحتداد حدث لدى مرضى السكري أعلى منه لدى المرضى غير المصابين بالسكري (Kaur, Awasthi, & Mahajan, 2020)، وأن انخفاض ضغط الدم يرتبط بارتفاع متوسط الألم في اليوم الأول بعد المعالجة اللبية (Applebaum, Nackley, Bair, Maixner, & Khan, 2015).

٤- **الخوف والقلق:** يميل المرضى الذين يعانون من رهاب الأسنان إلى أن يكونوا صعبى التعامل، نظراً لانخفاض قدرتهم على تحمل الألم النفسي والفيزيولوجي، وتبين أن الألم قبل المعالجة يلعب دوراً مهماً بعد سبعة أيام من المعالجة (Bamini, Sherwood, Arias, Subramani, & Bhargavi, 2020).

٥- **القوس الفكّية:** أفادت الدراسات بعدم وجود علاقة بين موقع السن وشدة الانزعاج بعد المعالجة (Gotler, 2012 Bar-Gil, & Ashkenazi, 2012)، بينما بينت دراسات أخرى بأن الألم التالي للمعالجة في أسنان الفك السفلي كان أعلى بكثير (Ali et al., 2012).

٦- **حالة اللب وحالة النسيج المحيطة بالذروة:** أظهرت الأسنان المعالجة المصابة بالتهاب اللب غير الردود ارتفاعاً ملحوظاً في معدل حدوث وشدة الألم مقارنةً بالأسنان المعالجة المصابة بتموت اللب (M. Nair, 2017 Rahul, Devadathan, & Mathew, 2017)، بينما وجدت بعض الدراسات عدم وجود فروق (Rossi- Fedele & Ng, 2023).

٧- **الأسنان العرضية قبل المعالجة:** أظهرت الدراسات وجود علاقة قوية بين وجود ألم ما قبل وما بعد المعالجة (Sundaramurthy et al., 2023).

٨- **كسر السن أو كسر الجذر:** يجب تقييم الكسر بدقة، لأنه سبب شائع للألم الذي لا يُعالج أو يُشخص خطأً (Olivieri et al., 2020).

١-٧-٣ العوامل أثناء المعالجة التي تؤثر على حدوث الألم:

أولاً: العوامل غير الجرثومية:

١- **الحاجز المطاطي:** يُقلل استخدام الحاجز المطاطي من خطر التلوث الميكروبيولوجي الثانوي ومن اختلاطات الابتلاع (Glickman & Pettiette, 2006).

٢- **المعالجة اللبية في زيارة واحدة مقابل زيارات متعددة:** لم يكن هناك فرق واضح بين الزيارات الواحدة والمتعددة للمعالجة اللبية من حيث النجاح أو الألم التالي للمعالجة (Su, Wang, & Ye, 2011). قد يعاني المرضى الذين يخضعون لزيارة واحدة من تكرار أعلى قليلاً للتورم ويشيرون إلى استخدام مسكنات أكثر (Figini, Lodi, Gorni, & Gagliani, 2008).

٣- **التحضير:** يُشكّل وجود أنسجة لبية مُصابة و متموتة داخل المنظومة القنوية الجذرية مُهيجاً مستمراً للأنسجة المحيطة بالذروة، وبالتالي يتطلب تنظيفاً شاملاً للقناة الجذرية.

• **الطول العامل:** يُعزز الإفراط في استخدام الأدوات توسع الثقبة الذروية، وتُدفع البقايا المصابة ومواد حشو القناة الجذرية إلى الأنسجة المحيطة بالذروة، ويتم تحفيز الأنسجة ميكانيكياً، مما قد يسمح بزيادة تدفق الإفرازات والدم إلى القناة الجذرية. سيؤدي هذا إلى تعزيز إمداد الجراثيم المتبقية في القناة الجذرية بالعناصر الغذائية (E. J. N. L. Silva, Menaged, Ajuz, Monteiro, & de Souza Coutinho-Filho, 2013)، كما يتضاءل نجاح المعالجة اللبية إذا كانت الطول قصير جداً نظراً للإبقاء على الجراثيم وبقايا اللب في الجزء الذروي من القناة.

• **تسليك القناة:** يُوصى بالحفاظ على السالكية مع جعل المبرد يتجاوز الطول العامل المُقاس بمقدار 0.5 ملم (Mohammadi, Jafarzadeh, Shalavi, & Kinoshita, 2017)، وذلك لتجنب تراكم البرادة وبالتالي تكوّن انسداد في المنطقة الذروية أثناء المعالجة. ولتحسين إجراء الإرواء بتمكين محلول الإرواء من الوصول إلى الثلث الذروي، وتبين أنه لم يُؤدِّ الحفاظ على السالكية إلى تفاقم الألم أو زيادة استخدام مسكنات الألم (Shubham, Nepal, Mishra, & Dutta, 2021).

• **تقنية Crown Down:** أثبتت فعاليتها في الوقاية من الألم، نظراً لتحكم أفضل في المبرد أثناء معالجة منطقة الذروة من خلال تحضير فوهة القناة مسبقاً، وبالتالي تقليل خروج البرادة من الذروة (Á. H. Borges et al., 2016).

• **المبارد الدوارة مقابل المبارد اليدوية:** يقل معدل حدوث الألم وشدته بشكل ملحوظ بعد التحضير باستخدام الأدوات الدوارة (Wei, Lin, & Peng, 2003) مقارنةً بالأنظمة الترددية والمبارد اليدوية.

• **التحضير الذروي:** يُحدد التحضير الذروي للقناة الجذرية خطر نقل الذروة التشريحية أو توسيعها (التحضير المفرط)، مما يؤدي إلى زيادة معدل حدوث الألم بعد المعالجة وإطالة أمده (Sun et al., 2018).

• **القنوات المفقودة/الفراغات غير المعالجة:** كان معدل انتشار القنوات المفقودة والفراغات غير المعالجة بين الأسنان المعالجة لبياً مع الألم التلقائي 18%-31.57%. تؤدي الجراثيم المقيمة في هذه القنوات إلى استمرار الأعراض (Alnowailaty & Alghamdi, 2022).

٤-الإرواء: يمكن أن يُسبب تسرّب هيبوكلوريت الصوديوم تفاعلاً في الأنسجة، يتميز بألم حاد وشديد فوري وقد يتطور لعدوى ثانوية، والتهاب النسيج الخلوي (Hülsmann & Hahn, 2000).

٥-الضمادات: يُخفف استخدامهما من الألم بين المواعيد في الأسنان المتموتة المصابة بالتهاب حول ذروي (Abouelenien, Ibrahim, Shaker, & Ahmed, 2018).

٦-الورم الحبيبي السليلوزي: يمكن لجزيئات القطن الطبي المعقم والأقماع الورقية اللبية أن تضغط أو تنزلق في الأنسجة المحيطة بالذروة، مما يؤدي إلى رد فعل مؤلم للجسم الغريب عند الذروة يسمح بتكوين غشاء حيوي حوله وبالتالي يستمر الالتهاب حول الذروة، بل ويتفاقم بعد المعالجة اللبية، مما يؤدي إلى فشل المعالجة (P. Nair, 2006).

٧-الحشو: قد يعاني المريض من ألم حاد موضعي بعد المعالجة مع الإفراط في الحشو (Nitzan, Stabholz, 1983 & Azaz)، حتى على الرغم من غياب الألم سريرياً سابقاً. أدى تراكم الخلايا البلعمية حول الكوتا بيركا المندفعة إلى إضعاف النسيج حول الذروة (P. Nair, 2006). كما لوحظ أيضاً أن الحد الأقصى لعدد الأسنان التي فشلت فيها المعالجة اللبية (47.7%) كانت تنتهي مادة الحشو أقصر ب 3 ملم من الذروة الشعاعية (Rao et al., 2023).

ثانياً: العوامل الجرثومية:

أظهرت جميع أسنان المرضى الذين أُبلغ عن معاناتهم من ألم حاد شديد وجود جراثيم *Fusobacterium nucleatum* (de Paz Villanueva, 2002). توجد المكورات المعوية البرازية في التهابات اللب التي تسبب ألماً عند العض (24% إلى 77%) (Barbosa-Ribeiro et al., 2021).

١-اختلال توازن الجراثيم في قناة الجذر: يجب إكمال التحضير الكيميائي الميكانيكي في موعد واحد في حالات المعالجات اللبية متعددة الزيارات. قد يضطرب التوازن التآزري بين الجراثيم بسبب التحضير غير المكتمل، إذ يمكنه إزالة بعض الأنواع الجرثومية وترك أخرى، والتي قد تنمو بشكل مفرط لاحقاً. وبالتالي تتفاقم الاستجابة

الالتهابية بسبب الجينات الخبيثة للسلاسل الممرضة المتبقية، وقد تشتد إصابة الأنسجة المحيطة بالذروة، مما قد يؤدي إلى تفاقم الآفة (Jose F Siqueira Jr, 2003)،

٢- **زيادة الإجهاد التأكسدي:** تتميز الالتهابات الأولية بوفرة الجراثيم اللاهوائية. ومع ذلك، قد يُعزز تسلل الأكسجين إلى القناة الجذرية أثناء المعالجة النمو المفرط للجراثيم الاختيارية التي قاومت التدخل الكيميائي الميكانيكي، وجميع الجراثيم المعزولة من الأسنان التي تُعاني من ألم حاد أثناء المعالجة اللبية كانت هوائية واختيارية (P. Nair, 2006). وقد أُشير إلى أنّ التغيرات في الإجهاد التأكسدي في الأنسجة هي السبب وراء تفاقم التهاب النسيج الخلوي أثناء المعالجة اللبية (Fouad, Zerella, Barry, & Spångberg, 2005).

٣- **اندفاع الجراثيم إلى المنطقة المحيطة بالذروة:** هناك توازن دقيق بين دفاعات المضيف في الأنسجة المحيطة بالذروة والكائنات الدقيقة في القناة الجذرية المصابة في الآفات المزمنة حول الذروة بدون أعراض (Jose F Siqueira Jr, 2003). في الأدبيات العلمية، تُعرف هذه الظاهرة باسم "متلازمة التكيف المحلي" (Seltzer & Naidorf, 2004). حيث تغلب الكائنات الدقيقة اللاهوائية. تُوصف منطقة الذروة بأنها "خطيرة" (Dahlén, 2017) بسبب بنيتها المعقدة (الأقنية الإضافية، دلتا الذروية) وكثافة الجراثيم العالية. يؤدي تمدد الكائنات الحية الدقيقة إلى المنطقة المحيطة بالذروة إلى استجابتها استجابة التهابية حادة، حيث يُفعل الجسم التهاباً حاداً لاستعادة التوازن. السبب الأكثر شيوعاً لنوبات الاحتداد هو الضرر الجرثومي للأنسجة المحيطة بالذروة (Jose F Siqueira Jr, 2003).

١-٧-٤: العوامل ما بعد المعالجة التي تؤثر على حدوث الألم:

تخفيض الإطباق: تُعدّ زيادة مستويات الوسائط الالتهابية التي تُحفّز مستقبلات الألم حول الجذر سبباً لشكوى المريض من حساسية العض والمضغ. ويُخفّف تخفيض الإطباق من التحفيز الميكانيكي المستمر لمستقبلات الألم (Nguyen □ Nhon, Nagendrababu, Pulikkotil, & Rossi □ Fedele, 2020).

٨-١ الفصل الثامن: شفاء الآفات حول الذروية Healing of periapical lesions

١-٨-١ مقدمة عن شفاء الآفات حول الذروية

الهدف الأساسي من معالجة الآفات حول الذروية تخفيف الأعراض وتحقيق الشفاء الكامل واستعادة الوظيفة الطبيعية للسن والنسج الداعمة له. تتأثر عملية الشفاء بتفاعل معقد بين الاستجابة المناعية للمضيف، وجودة المعالجة المقدمة، وعوامل أخرى تتعلق بالسن والمريض. يعتمد نجاح المعالجة اللبية بشكل كبير على قدرة الجسم على إصلاح أو تجديد الأنسجة التالفة بعد إزالة المسبب الرئيسي للالتهاب.

١-٨-٢ التجدد النسيجي والإصلاح النسيجي:

يُعد فهم الفرق بين التجدد النسيجي (Regeneration) والإصلاح النسيجي (Repair) أمراً بالغ الأهمية عند الحديث عن شفاء الآفات حول الذروية. الهدف الأمثل للمعالجة هو التجدد النسيجي والذي يشير إلى الاستعادة الكاملة للتركيب والوظيفة الأصليين للأنسجة التالفة، بما في ذلك تكوين الملاط، والرباط اللثوي، والعظم السنخي. هذا يعني أن الأنسجة الجديدة تتطابق تماماً مع الأنسجة الأصلية قبل الإصابة. على النقيض من ذلك، فإن الإصلاح النسيجي هو عملية استبدال الأنسجة التالفة بأنسجة ليفية غير متخصصة أو ندبة، مما يؤدي إلى استعادة جزئية للوظيفة وقد لا يكون التركيب التشريحي مطابقاً تماماً للأصل.

في سياق الآفات حول الذروية، قد يؤدي الإصلاح النسيجي إلى تليف المنطقة حول الذروية بدلاً من إعادة تكوين العظم بالكامل. بينما يُسعى دائماً إلى التجدد، قد يكون الإصلاح النسيجي هو النتيجة النهائية المقبولة إذا أدى إلى استقرار الحالة، والقضاء على العدوى، ومنع تفاقمها، خاصة في الحالات التي لا يمكن فيها تحقيق التجدد الكامل بسبب حجم الآفة أو عوامل أخرى (Berman & Hargreaves, 2020a) (M Torabinejad et al., 2016).

١-٨-٣ العوامل التي تؤثر على الشفاء:

١ - العوامل المتعلقة بالمريض:

-**الحالة الصحية الجهازية:** الأمراض الجهازية مثل السكري غير المضبوط، وأمراض المناعة الذاتية، أو المعالجة الكيميائية/الإشعاعية، يمكن أن تضعف الاستجابة المناعية للجسم وتؤثر سلباً على قدرة الأنسجة على الشفاء.

-**الحالة المناعية:** يلعب الجهاز المناعي دوراً حاسماً في مكافحة العدوى وتنظيف الأنسجة التالفة. ضعف المناعة يمكن أن يؤخر أو يمنع الشفاء.

-**العمر:** يميل المرضى الأصغر سناً إلى تحقيق شفاء أفضل وأسرع نظراً لقدرة أنسجتهم على التجدد بشكل أكبر.

-**العادات السيئة:** التدخين على وجه الخصوص يعتبر عامل خطر مهم، حيث يؤثر سلباً على تدفق الدم إلى الأنسجة، ويضعف الاستجابة المناعية، ويعيق عملية الشفاء.

-**الوراثة:** قد تلعب بعض الاستعدادات الوراثية دوراً في مدى استجابة الفرد للالتهاب وقدرته على الشفاء (M Torabinejad et al., 2016).

٢ - العوامل المتعلقة بالسن:

-**حجم الآفة حول الذروية وشكلها:** تميل الآفات الأصغر حجماً والمحدودة إلى الشفاء بشكل أفضل من الآفات الكبيرة والمنتشرة، حيث تتطلب الآفات الكبيرة إعادة بناء عظمي أوسع.

-**مدة الآفة:** الآفات المزمنة التي استمرت لفترة طويلة قد تكون أكثر صعوبة في الشفاء التام بسبب التغيرات النسيجية الدائمة التي تحدث فيها.

-**وجود أعراض ما قبل المعالجة:** الأسنان التي تعاني من أعراض حادة قبل المعالجة (مثل الألم الشديد أو التورم) قد تشير إلى عدوى أكثر نشاطاً، ولكن في حال السيطرة عليها بشكل فعال، يمكن أن تشفى بشكل جيد.

-**حالة الجذر:** وجود كسور الجذر الطولية، الامتصاص الداخلي أو الخارجي غير القابل للإصلاح، أو التكلسات الشديدة في القناة الجذرية يمكن أن تعيق التنظيف الفعال وتؤثر سلباً على الشفاء.

-التشريح المعقد للقناة الجذرية: الأفنية الجانبية، والتفرعات والأفنية الثانوية، والأفنية الإضافية يمكن أن تكون ملاجئ للجراثيم وتجعل إزالتها صعبة، مما يؤثر على الشفاء.

٣-العوامل العلاجية:

-الإزالة الكاملة للجراثيم والسموم: هذا هو العامل الأكثر حسماً حيث أن البقايا الجرثومية داخل المنظومة القنوية الجذرية يمكن أن تسبب فشل الشفاء أو إعادة العدوى.

-جودة التنظيف والتشكيل والتطهير: استخدام تقنيات فعالة للتنظيف الميكانيكي والكيميائي لتقليل الحمل الجرثومي.

-جودة الحشو القوي الجذري: يجب أن يكون الحشو القوي كثيفاً ومتجانساً ومحكماً لمنع إعادة تسرب السوائل والجراثيم إلى الأفنية. مواد الحشو الحديثة مثل المواد القائمة على BioCeramic أظهرت توافقاً حيوياً جيداً وقدرة على تعزيز الشفاء.

-الختم التاجي المحكم: يُعد منع إعادة تلوث الأفنية الجذرية من التجويف الفموي أمراً بالغ الأهمية.

-الخبرة السريرية للطبيب: المهارة والمعرفة والخبرة لدى طبيب الأسنان تؤثر بشكل مباشر على جودة المعالجة وبالتالي على نتائج الشفاء.

-الأدوات والتقنيات المستخدمة: استخدام المجهر الجراحي والأشعة المقطعية المخروطية (CBCT) والليزر، والأمواج فوق الصوتية يمكن أن يحسّن من جودة المعالجة ويزيد من فرص الشفاء (Ørstavik, 2019) (Alsinai et al., 2022) (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010a).

١-٨-٤ نهج الشفاء:

يهدف نهج الشفاء للآفات حول الذروية بشكل أساسي إلى القضاء على العدوى الجرثومية داخل المنظومة القنوية الجذرية، وهي السبب الرئيسي لهذه الآفات. ينطوي ذلك على عدة خطوات رئيسية ومقاربات علاجية مختلفة:

١. **التشخيص الدقيق:** حيث يبدأ أي نهج علاجي فعال بالتشخيص السليم. يتضمن ذلك الفحص السريري الدقيق والتقييم الشعاعي الذي يوفر رؤية أوضح للآفة والأنسجة المحيطة بها.
٢. **المعالجة اللبية غير الجراحية:** هذا هو الخط الأول للدفاع، يركز على إزالة الكائنات الحية الدقيقة ومنتجاتها الثانوية من المنظومة القنوية الجذرية. يتضمن:
٣. **المعالجة اللبية الجراحية:** يتم اللجوء إليها عندما تفشل المعالجة التقليدية أو تكون هناك موانع لإجرائها مثل وجود كسر عمودي في الجذر لا يمكن إصلاحه غير جراحياً، أو وجود جسم غريب لا يمكن إزالته من القناة،
٤. **إعادة التوعية (Revascularization) أو التجدد اللبي (Regenerative Endodontics)** هذه المقاربات تعتبر ثورية في طب الأسنان اللبي، وتستخدم بشكل خاص في الأسنان الدائمة غير المكتملة النمو التي تعاني من تموت لبني وآفات حول ذروية (Fouad, 2025) (Mazzi-Chaves et al., 2021) (Ruparel, Austah, & Diogenes, 2018).

١-٨-٥ مدى الشفاء:

يعتمد على التفاعل بين العوامل المذكورة سابقاً، بالإضافة إلى استجابة المريض الفردية للمعالجة. يمكن أن تُصنف نتائج الشفاء إلى عدة فئات:

١. **الشفاء الكامل (Complete Healing):** تُعتبر هذه النتيجة هي الهدف الأمثل للمعالجة. تتميز ب:
 - غياب تام للأعراض السريرية: لا يوجد ألم، لا حساسية للقرع، ولا تورم.
 - عودة الأنسجة حول الذروية إلى طبيعتها الشعاعية: تختفي الآفة تماماً على الصور الشعاعية، وتعود المسافة الرباطية إلى سماكتها الطبيعية 0.5-1.0 ملم، مع استعادة الصفيحة القاسية (Lamina Dura) حول الجذر.
 - قد يستغرق هذا النوع من الشفاء ما يصل إلى 4 سنوات أو أكثر للآفات الكبيرة.
٢. **الشفاء الجزئي (Partial Healing):** تحدث هذه النتيجة عندما يتقلص حجم الآفة بشكل ملحوظ ولكن لا يختفي تماماً على الصور الشعاعية، مع وجود تحسن سريري كبير:

- غياب الأعراض السريرية: لا يوجد ألم أو تورم.
- انخفاض حجم الآفة شعاعياً: يتقلص حجم الآفة حول الذروية بشكل ملحوظ مقارنة بصور ما قبل المعالجة، ولكن قد يظل هناك بعض التغيرات الشعاعية الطفيفة. غالباً ما تعتبر هذه النتيجة ناجحة إذا كان السن وظيفياً وخالياً من الأعراض.

٣. **عدم الشفاء (No Healing / Failure):** تشير هذه النتيجة إلى فشل المعالجة وتتطلب عادةً إعادة التدخل،

تتمثل في:

- استمرار الأعراض السريرية: استمرار الألم، التورم، أو وجود ناسور.
- عدم وجود تغيير في حجم الآفة أو زيادة حجمها شعاعياً: لا يتقلص حجم الآفة على الأشعة السينية، أو قد يزداد حجمها، مما يشير إلى استمرار العدوى أو الالتهاب.
- تطور الآفة (Progression): زيادة واضحة في حجم الآفة على الصور الشعاعية بعد المعالجة.

يعتمد معدل النجاح الكلي للمعالجة اللبية بشكل كبير على جودة المعالجة الأولية والعوامل المذكورة. تظهر الدراسات معدلات نجاح عالية تتجاوز 85-95% في حالات المعالجة الأولية للأسنان التي لا تعاني من آفة حول ذروية، وتنخفض قليلاً إلى 80-90% في الحالات التي توجد فيها آفة قبل المعالجة. في حالات إعادة المعالجة، تكون معدلات النجاح عادةً أقل، تتراوح بين 60-80% (Ng, Mann, Rahbaran, Lewsey, & Gulabivala, 2008) (P. R. Nair, 2004).

١-٨-٦ عملية الشفاء

تتضمن عملية الشفاء البيولوجية للآفة حول الذروية سلسلة معقدة ومتناسقة من الأحداث الخلوية والجزيئية، والتي تبدأ فوراً بعد إزالة العامل المسبب للالتهاب، أي الجراثيم ومنتجاتها الثانوية من المنظومة القنوية الجذرية.

١. **المرحلة الالتهابية الحادة:** بعد إزالة الجراثيم، تبدأ الاستجابة الالتهابية الحادة. تهاجر الخلايا المناعية الأولية

مثل العدلات (Neutrophils) والبلاعم (Macrophages) إلى موقع الآفة. تقوم هذه الخلايا بابتلاع

الجراثيم، وإزالة الأنسجة الميتة والحطام الخلوي، وإفراز السيتوكينات (Cytokines) وعوامل النمو التي تنظم عملية الشفاء، يتم تخفيف الألم والتورم في هذه المرحلة مع زوال العدوى.

٢. **المرحلة الالتهابية المزمنة والانحسار:** مع انحسار الالتهاب الحاد، تتولى الخلايا المناعية المزمنة مثل الخلايا اللمفاوية (Lymphocytes) وخلايا البلازمية (Plasma Cells) عملية التنظيف المستمرة. تستمر البلاعم في إزالة الحطام، وتنتج عوامل النمو التي تحفز تكوين الأوعية الدموية والخلايا الليفية. في هذه المرحلة، تبدأ الأنسجة الحبيبية في التكون.

٣. **تكوين النسيج الحبيبي:** يتكون نسيج حبيبي غني بالأوعية الدموية الجديدة، والخلايا الليفية، والخلايا الالتهابية في موقع الآفة. يعمل هذا النسيج كقالب حيوي يدعم نمو الأنسجة الجديدة ويستعيد إمداد الدم إلى المنطقة، الخلايا الليفية تبدأ في إفراز الكولاجين، الذي يشكل أساس المصفوفة خارج الخلية.

٤. **تكوين العظم الجديد:** مع انحسار الالتهاب وتوفير بيئة خالية من الجراثيم، تبدأ الخلايا بانية العظم في الانجذاب إلى المنطقة والتمايز. تقوم هذه الخلايا بإفراز مصفوفة عظمية جديدة (Osteoid)، والتي تتكلس تدريجياً لتشكل عظاماً حقيقياً يحل محل العظم الذي دمره الالتهاب.

٥. **تكوين الملاط والرباط اللثوي:** يمكن للخلايا الجذعية في الرباط اللثوي أن تتمايز إلى خلايا بانية الملاط (Cementoblasts) وخلايا ليفية في الرباط اللثوي. تقوم الخلايا بانية الملاط بتكوين ملاط جديد على سطح الجذر، بينما تقوم الخلايا الليفية بتكوين ألياف الكولاجين التي تشكل الرباط اللثوي الجديد، وهذا يؤدي إلى إعادة الالتصاق بين الجذر والعظم السنخي، وهي علامة على التجدد الكامل للأنسجة الداعمة.

تُعد هذه العملية معقدة وتتطلب بيئة خالية من العدوى لتحدث بشكل فعال. يمكن أن تستغرق عملية الشفاء الشعاعي

عدة أشهر إلى سنوات لتكتمل بشكل كامل (Stashenko, Teles, & d'Souza, 1998) (M Torabinejad)

(S. Kim & Kratchman, 2006) (et al., 2016).

١-٨-٧ معايير تقييم نتيجة المعالجة القنوية الجذرية:

يتم تقييم نتيجة المعالجة القنوية الجذرية بناءً على معايير سريرية وشعاعية صارمة لضمان الشفاء الفعال وطويل الأمد. التقييم الدقيق ضروري لتحديد ما إذا كان المعالجة ناجحة أو إذا كانت هناك حاجة إلى إعادة تدخل.

١. **المعايير السريرية:** هذه المعايير تركز على الأعراض التي يبلغ عنها المريض والعلامات التي يلاحظها الطبيب أثناء الفحص، وتتمثل بغياب الأعراض والتورم والناصور والقيح والخراج والنزيف، كما أن وظيفة السن طبيعية دون أن يتسبب في أي إزعاج أو ألم وثابتاً في مكانه.

٢. **المعايير الشعاعية:**

- الاختفاء التام أو الانخفاض الكبير في حجم الآفة حول الذروية أو الشفاء الجزئي انخفاض ملحوظ في حجم الآفة دون اختفائها الكامل.
- استمرارية الصفيحة القاسية ظهور خط أبيض كثيف شعاعياً يحيط بالجذر يشير إلى عظم سليم حول الذروة.
- عدم وجود امتصاص جذري خارجي أو داخلي جديد بعد المعالجة.
- جودة الحشو القنوي والترميم التاجي.

يجب الأخذ في الاعتبار أن التقييم الشعاعي للشفاء غالباً ما يتأخر عن الشفاء السريري، حيث قد تستغرق إعادة تمعدن العظم وإعادة بناء الأنسجة وقتاً أطول لتظهر على الصور الشعاعية (Endodontology, 2006) (Friedman & Mor, 2004).

١-٨-٨ فترة المراقبة بعد المعالجة ومعدل المراجعات

تُعد فترة المراقبة بعد المعالجة القنوية الجذرية أمراً مهماً لتقييم نجاح المعالجة وضمان الشفاء طويل الأمد. الشفاء البيولوجي، خاصة في الأنسجة العظمية يستغرق وقتاً وقد لا تظهر التغيرات الشعاعية الإيجابية إلا بعد عدة أشهر.

• معدلات النجاح:

• للمعالجة اللبية الأولية: عندما يتم إجراء المعالجة بشكل صحيح على سن يعاني من تموت لبّي والتهاب حول ذروي، تتراوح معدلات النجاح الشفاء الكامل أو الجزئي مع عدم وجود أعراض بين 85% إلى 95% هذه المعدلات تكون أعلى في الأسنان التي لم يكن لديها آفة حول ذروية مرئية قبل المعالجة، وتتنخفض قليلاً في الأسنان التي كانت تعاني من آفة كبيرة.

• إعادة المعالجة اللبية: في الحالات التي تفشل فيها المعالجة اللبية الأولية وتتطلب إعادة معالجة، تكون معدلات النجاح أقل قليلاً، تتراوح عادة بين 70% إلى 85% يعزى هذا الانخفاض إلى التحديات الإضافية مثل إزالة مواد الحشو القديمة، أو التشريح المتغير للقناة، أو وجود جراثيم مقاومة.

يُعد الالتزام بالبروتوكولات السريرية المعيارية، بما في ذلك استخدام الأدوات المناسبة، ومحاليل التطهير الفعالة، والختم التاجي المحكم، عوامل حاسمة في تحقيق هذه المعدلات العالية من النجاح.

إن المتابعة المنتظمة ليست فقط لتقييم النجاح، بل أيضاً لتحديد أي مشاكل محتملة في وقت مبكر، مما يسمح بالتدخل في الوقت المناسب قبل تفاقم الحالة (Sjögren, Hägglund, Sundqvist, & Wing, 1990) (Salehrabi & Rotstein,) (Alghofaily, Tordik, Romberg, Martinho, & Fouad, 2018) (2004).

١-٩ الفصل التاسع: أبحاث ذات صلة

• دراسة Yadav وزملاؤه

أجرى Yadav وزملاؤه (Yadav et al., 2014) دراسة حول تأثير تنظيف الذروة وتوسيع الثقبة الذروية على التفرعات الذروية والحمل الجرثومي في دراسة مخبرية، حيث هدفت الدراسة إلى تقييم إنقاص الجراثيم في التلث الذروي المطعم بالمكورات المعوية البرازية، وقد قسّمت العينة إلى (مجموعة شاهدة دون تحضير، ومجموعة تحضير تقليدي، ومجموعة تحضير مع توسيع للثقبة الذروية)، ثم تم تقطيع الأسنان عند كل 0.5 ملم من ذروة الجذر إلى 3 ملم ودراستها تحت المجهر لتحديد وجود البرادة أو التشعبات الذروية، وقد لوحظ بالنتيجة وجود البرادة بشكل أقل والتفرعات الذروية بشكل أقل في مجموعة توسيع الثقبة الذروية، وكشفت الدراسة الميكروبيولوجية وجود عدد أقل من وحدات تشكيل المستعمرات.

• دراسة Sacomani وزملاؤه

أجرى Sacomani وزملاؤه (Sacomani et al., 2021) دراسة حول تقييم تأثير استخدام الأنظمة الترددية أحادية المبرد بأطوال عمل مختلفة على إنقاص الجراثيم العوالية والأغشية الحيوية الجرثومية في الأقنية البيضوية الملوثة بالجراثيم، في دراسة مخبرية على أسنان مقلوعة مطعمة بالمكورات المعوية البرازية التي شكّلت أغشية حيوية ملتصقة بجدران القناة الجذرية، وقسّمت العينة إلى ثلاث مجموعات وفقاً للطول العامل بالإضافة إلى المجموعة الشاهدة كالتالي (N=15) (مجموعة تحضير حتى بعد الثقبة الذروية ب 1 ملم، ومجموعة تحضير حتى الثقبة الذروية، ومجموعة أقل ب 1 ملم من الثقبة الذروية)، وتم جمع العينات الجرثومية عند البدء وبعد التحضير بالأدوات الترددية، وأجري تقدير لكمية الجراثيم باستخدام عد وحدات المستعمرات المتشكلة لكل ميليلتر (CFU/mL)، وأظهرت النتائج أن التحضير حتى مابعد الثقبة الذروية قد أبدى أفضل تطهير من الجراثيم، حيث خلّصت النتيجة أن استخدام الأدوات الترددية بالقرب أو أبعد من الثقبة الذروية يحسّن من عملية التطهير في الأقنية الجذرية البيضوية.

• دراسة Ballal وزملاؤه

أجرى Ballal وزملاؤه (N. V. Ballal, Gandhi, Shenoy, & Dummer, 2020) دراسة حول تقييم أنظمة تنشيط الإرواء المختلفة للقضاء على الجراثيم من المنظومة القنوية الجذرية في تجربة سريرية عشوائية مُحكمة أحادية التعمية حيث كان الهدف منها تقييم تأثير تنشيط الإرواء باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) باستخدام التنشيط بالأمواج فوق الصوتية السليبي، ومبارد F، ومبارد XP-endo Finisher، أو الإرواء بالإبرة فقط، على تقليل الجراثيم داخل القناة الجذرية في الأسنان الخاضعة لمعالجة لبية، حيث قسّمت عينة ثمانون مريضاً إلى أربع أقسام متساوية عشوائياً، وأُخذت العينات الجرثومية S1 قبل المعالجة و S2 بعد التحضير و S3 بعد التطهير بالوسائل المختلفة، وتم عد وحدات المستعمرات الجرثومية المتشكلة CFU بين المجموعات التجريبية، وكانت النتيجة بشكل عام انخفاض عدد الوحدات الجرثومية المتشكلة من S1 إلى S2 ومن S2 إلى S3، وكان استخدام الأمواج فوق الصوتية ومبرد XP-Endo finisher مترافقاً بشكل أكبر مع انخفاض التعداد الجرثومي مقارنة بمبارد F والطريقة التقليدية بالإبرة، ولكن دون وجود فروقاً بينهما حيث كان إنقاص التعداد الجرثومي متكافئاً في كل من الطريقتين.

• دراسة Machado وزملاؤه

أظهر Machado وزملاؤه (R. Machado et al., 2024) في دراسة سريرية لتقييم الألم التالي للمعالجة التي تمت في جلسة واحدة للأسنان الممتوتة والمترافقة مع التهاب نسج حول ذروية لاعرضي مع شفافية شعاعية حول ذروية أو بدون شفافية شعاعية حول ذروية وفي الأسنان الأمامية والخلفية، وذلك بعد استخدام حركات أدوات مختلفة (دورانية، وترددية)، وبعد تحديد حدود ذروية مختلفة للتحضير (بعد 0.5 ملم من القراءة 0.0، و ناقص 0.5 ملم من القراءة 0.0)، وتم قياس الألم بمقياس التقييم اللفظي VRS وذلك بعد 24,48,72 ساعة، وقد لوحظ انخفاض في الألم أكثر بعد استخدام المبارد بالحركة الدورانية Profile 04، بالإضافة للتحضير حتى التصيق الذروي، إلا أن هذه النتيجة كانت ذات دلالة إحصائية فقط بعد مرور 24 ساعة.

• دراسة Tarallo وزملاؤه

قيمت دراسة Tarallo وزملاؤه (CARDOSO TARALLO et al., 2018) تأثير الطول العامل على الألم التالي للمعالجة التي تمت في جلسة أو في جلستين وذلك على 48 مريضاً لأسنان مصابة بالتهاب نسج حول ذروية لاعرضي حيث قسّمت إلى أربع مجموعات متساوية عشوائياً (زيارة واحدة وطول عامل حتى القراءة 0.0، وزيارة واحدة وطول عامل حتى مابعد الثقبية الذروية ب1ملم، وزيارتين وطول عامل حتى القراءة 0.0، وزيارتين وطول عامل حتى مابعد الثقبية الذروية ب1ملم)، وتم استخدام المقياس التناظري البصري لتقييم الألم وذلك بعد 3 ساعات حتى 7 أيام، حيث تبين عدم وجود فروق إحصائية بين المجموعات الأربع في جميع الفترات الزمنية، وكانت قيم قوة العضة أعلى بكثير بعد أسبوع من المعالجة مما يشير إلى انخفاض كبير في الألم الميكانيكي في جميع المجموعات.

• دراسة Ahmed وزملاؤه

أظهرت دراسة Ahmed وزملاؤه (Ahmed, Hashem, Roshdy, & Abdelwahed, 2023) تأثير تقنيات تفعيل الإرواء على الألم التالي للمعالجة بعد إجراء المعالجة اللبية في زيارة واحدة للأسنان المترافقة مع التهاب اللب غير الردود والعرضي، وهدفت دراستهم لتقييم درجة الألم ومعدل تناول المسكنات في الأرحاء السفلية وذلك بعد 6, 12, 24, 48, 72 ساعة من استخدام وسائل التفعيل، فقد تألفت العينة من 78 مريضاً وقسمت إلى ثلاث مجموعات وفقاً لطريقة التفعيل (Ultra X، XP-Endo Finisher) والأمواج فوق الصوتية، والإبرة ذات الفتحة الجانبية)، مع استخدام هيبوكلوريت الصوديوم 2.5% في الإرواء، وتبين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين جميع المجموعات فيما يتعلق بنسبة تكرار وشدة الألم في الفترات الزمنية المختلفة، ولم يلاحظ أيضاً فرق في تنازل المسكنات في جميع المجموعات، وبالتالي خلصت الدراسة إلى أن إضافة XP-Endo Finisher أو الأمواج فوق الصوتية إلى بروتوكول الإرواء النهائي لم يكن له أي أثر على الألم التالي للمعالجة أو على تناول المسكنات.

الباب الثاني:
منهج البحث وأدواته
Materials and
Methods

٢-الباب الثاني: منهج البحث وأدواته Materials and Methods

٢-١ تصميم الدراسة Study Design:

أُجريت دراسة سريريةً جرثوميةً مُعشاةً (Randomized Clinical Trial – RCT) أحادية التعمية وذات أربع أذرع متوازية بنسبة تخصيص ١:١:١:١ على 60 سناً متموّناً وحيد الجذر ووحيد القناة ذو آفة حول ذروية متوسطة الحجم، تعتمد على متابعة العينات المدروسة سريرياً حتى أسبوع من المعالجة، وسريرياً وشعاعياً بعد 3 أشهر و6 أشهر وسنة من المعالجة وذلك على البالغين الأصحاء المُراجعين لقسم مداواة الأسنان، في كلية طب الأسنان، في جامعة دمشق، الهدف منها دراسة تأثير حدود التحضير الذروي وتنشيط سائل الإرواء على إنقاص التعداد الجرثومي والألم التالي للمعالجة في الأسنان المتموتة وعلى نهج شفاء الآفات حول الذروية لهذه الأسنان.

٢-٢ الموافقة الأخلاقية Ethical approval:

تم الحصول على الموافقة الأخلاقية من مجلس البحث العلمي والدراسات العليا بالرقم DN-210224-184.

٢-٣ مكان إجراء البحث Study Setting:

أُجريت المعالجة السريرية في عيادات مداواة الأسنان في قسم مداواة الأسنان في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق، كما أُجري البحث الجرثومي على المسحات الجرثومية المأخوذة من عينات الدراسة في مخبر المعهد التقاني الطبي في كلية الطب البشري في جامعة دمشق.

٢-٤ عينة الدراسة Study Sample:

٢-٤-١ حساب حجم العينة Sample Size Calculation:

تمّ حساب حجم العينة في هذه الدراسة باستعمال برنامج (G-Power version:3.1.9.7، Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, Germany)، وذلك بالاعتماد على إحدى الدراسات السابقة (Sacomani et al., 2021)، فكان حجم العينة الذي تمّ الحصول عليه هو 15 في كل من المجموعات الأربعة. وبذلك كانت العينة الإجمالية مكونة من 60 مفردة.

٢-٤-٢ التوزيع العشوائي Randomization:

تم إنشاء توزع عشوائي للعينة باستخدام الكمبيوتر وموقع (www.randomizer.org). إذ تم تقسيم العينة (N=60) إلى أربع مجموعات متساوية (n=15) وفقاً لطريقة تفعيل الإرواء المتبعة (Ultrasonic أو XP-Endo Finisher) وحدود التحضير المتبعة باعتبار الطول العامل عند قراءة (0.0 أو ناقص 1 ملم عن قراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني في كل مجموعة وذلك كما في الشكل (12)، ثم تم ترقيم ظروف معتمة غير شفافة مختومة تحتوي على المعالجة لكل مريض وفقاً للقائمة التي تم انشاؤها حيث تم ترقيم المرضى حسب تسلسل الدخول ضمن العينة، وتم فتح المظاريف في جلسة المعالجة. وفي حال وجود أكثر من سن عند المريض ذاته تم تأجيل المعالجة الثانية على الأقل مدة 10 أيام، بشرط أن يكون الألم قد زال تماماً في حال حدوثه (CARDOSO TARALLO et al., 2018).

Set #1

6, 2, 13, 15, 60, 38, 48, 44, 41, 37, 39, 7, 53, 11, 54

Set #2

31, 43, 34, 49, 1, 3, 33, 23, 25, 55, 58, 52, 56, 29, 46

Set #3

21, 35, 9, 12, 19, 14, 28, 20, 27, 42, 18, 45, 59, 5, 10

Set #4

24, 26, 30, 16, 36, 40, 22, 47, 57, 51, 32, 4, 8, 17, 50

الشكل (12): يبين التوزيع العشوائي لعينة الدراسة باستخدام موقع

(www.randomizer.org)

٢-٤-٣ التعمية Blinding:

كانت هذه الدراسة أحادية التعمية، حيث أنه لا يمكن تعمية الطبيب المعالج باعتباره هو نفسه من قام بالمعالجات لجميع المرضى ضمن الدراسة، كما أنه لا يمكن تعمية المريض في هذه الدراسة، بسبب الفرق العياني الواضح بين تقنيات تفعيل الإرواء المستخدمة، ومع ذلك فإن اللجنة المسؤولة عن تقييم المتغيرات الشعاعية والسريرية لم تكن على علم بطريقة تفعيل الإرواء المستخدمة أو الحدود الذروية للتحضير المتبعة.

٢-٤-٤ وصف العينة Sample characteristics:

تألفت عينة الدراسة من 60 سناً متموتة وبحاجة إلى معالجة لبيّة ووحيدة الجذر ووحيدة القناة ضمن القوسين الفكيتين العلوية والسفلية، لدى 53 مريضاً ومريضة تراوحت أعمارهم بين 20-45 عاماً من مراجعي قسم مداواة الأسنان، في كليّة طب الأسنان، في جامعة دمشق، وذلك بعد إجراء الفحص السريري والشعاعي الأولي وشرح خطوات العمل كاملةً وأخذ الموافقة الخطية للدخول في الدراسة، وقد أنجزت المعالجة في جلسة واحدة.

وقد قُسمت العينة بصورة عشوائية إلى أربع مجموعات متساوية ($n=15$) وفقاً لطريقة تفعيل الإرواء وحدود التحضير الذرويّة المتبعة في المعالجة اللبيّة كما في المخطط (1):

- المجموعة الأولى: تم تفعيل الإرواء النهائي ب Ultrasonic والتحضير على الطول العامل عند قراءة 0.0 على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

- المجموعة الثانية: تم تفعيل الإرواء النهائي ب XP-Endo Finisher والتحضير على الطول العامل عند قراءة 0.0 على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

- المجموعة الثالثة: تم تفعيل الإرواء النهائي ب Ultrasonic والتحضير ناقص ١ ملم عن قراءة 0.0 على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

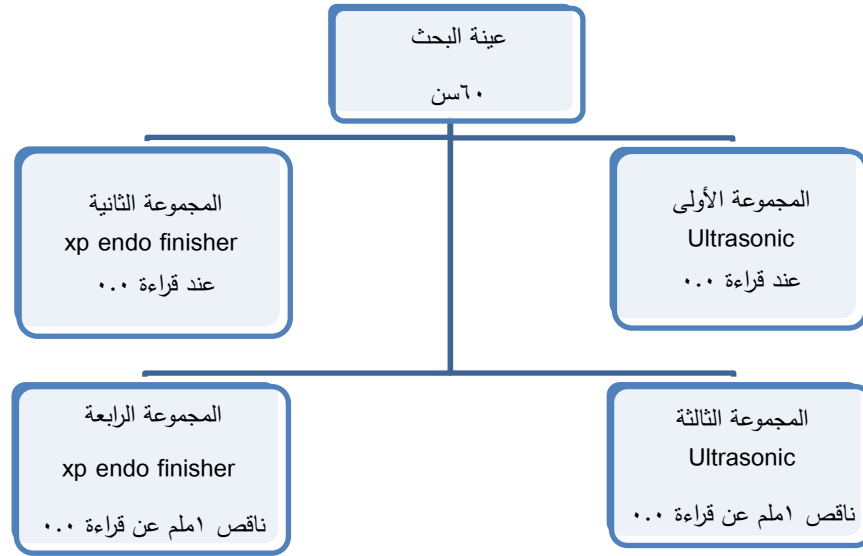
- المجموعة الرابعة: تم تفعيل الإرواء النهائي ب XP-Endo Finisher والتحضير ناقص ١ ملم عن قراءة 0.0 على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

وقسمت كل مجموعة رئيسية عند إجراء الزرع الجرثومي إلى مجموعتين فرعيتين وفقاً لوسط الزرع المدروس:

- مجموعة دراسة وسط الزرع الجرثومي الهوائي.

- مجموعة دراسة وسط الزرع الجرثومي اللاهوائي.

وذلك لثلاث عينات جرثومية لكل قناة جذرية: العينة الجرثومية الأولى بعد فتح الحجرة اللبية مباشرة وقبل البدء بعملية تحضير الأقنية، والعينة الجرثومية الثانية بعد التحضير الميكانيكي الكيميائي، والعينة الجرثومية الثالثة بعد تفعيل الإرواء.



مخطط (1): يبين توزيع مجموعات الدراسة

٢-٤-٥ معايير اختيار أفراد العينة Selection Criteria of the Sample:

• معايير التضمن Inclusion Criteria:

- المرضى الأصحاء من الجنسين غير المصابين بأمراض جهازية عامة والذين تتراوح أعمارهم بين 20-45 سنة.
- المرضى الذين لم يتناولوا أي دواء في الأيام العشرة الماضية (على سبيل المثال، مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية، أو المسكنات من أي نوع).
- الأسنان الدائمة مكتملة الذروة ووحيدة الجذر ووحيدة القناة وغير معالجة سابقاً.
- الأسنان القابلة للعزل بالحاجز المطاطي والقابلة للترميم الدائم.

- عند السبر اللثوي عمق الميزاب طبيعي 3 ملم على الأكثر.
- الأسنان متموتة اللب والمصابة بالتهاب نسج حول ذروية غير عرضي والمصحوبة بأفات حول ذروية تظهر على الأشعة متوسطة الحجم بقطر من (3-5 ملم) حيث تم قياس أبعاد الآفة بالمليمتر وذلك بقياس أكبر بعد للآفة بالاتجاهين الطولي والعرضي على الصورة الذروية.
- اختبارات الحرارة والبرودة تبدي استجابة سلبية.
- ذات أقنية مستقيمة أو ذات انحناء بسيط (CARDOSO TARALLO et al., 2018) (de Freitas) (Portela et al., 2021) (Guimarães et al., 2021).

• معايير الاستبعاد :Exclusion Criteria

- المرضى الذين يعانون من أمراض جهازية أو صعوبات إدراكية، والمدخنين، والنساء الحوامل والمرضعات.
- المرضى الذين يخضعون لمعالجة بأجهزة تقويمية أو من يعاني من سوء إطباق شديد أو ضرر.
- عدم تعاون المريض أو رفضه المشاركة بالدراسة.
- تناول أي نوع من الأدوية قبل المعالجة بعشرة أيام (مثل مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية والمسكنات والكورتيكوستيروئيدات).
- المرضى الذين يستخدمون منظم ضربات القلب.
- الأسنان غير السليمة من ناحية الفحص السريري (غير مكتملة النمو أو ذروتها مفتوحة، المعالجة لبياً سابقاً، وجود كسور أو تصدعات في السن، وجود امتصاص جذري داخلي أو خارجي).
- الأسنان غير قابلة للترميم أو العزل بالحاجز المطاطي.
- إيجابية الفحوص الحيوية.
- وجود وذمة أو قيح أو ألم شديد أو ناسور عند المريض.
- أسنان مصابة بدرجة متقدمة من التهاب النسج الداعمة.
- عدم القدرة على الوصول للطول العامل (وجود عوائق مثل التكلسات أو الانحناء الشديد).

- الأسنان التي لم نستطع الحصول فيها على قناة جافة قبل الحشو أو الأسنان التي لا يمكن إكمال المعالجة فيها بجلسة واحدة.

- استبعاد الأقينية التي حجم الذروة التشريحية فيها أقل من #10 أو أكبر من #20 (Iparraguirre)
L. A. Fernandes et al.,) (de Oliveira Escócio et al., 2023) (Nuñovero et al., 2024
(2023)

تم فحص 143 سناً لمرضى مراجعين لقسم مداواة الأسنان في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق خلال فترة الدراسة ومصحوبين بآفات حول ذروية، وبعد مراجعة التاريخ الطبي والسني للمرضى واستوفى منهم 60 سناً معايير التضمين وتم استبعاد الآخرون ضمن هذه الدراسة.

٢-٥ فرضيات الدراسة Study hypothesis:

الفرضية الأولى (A):

فرضية العدم (HA0): لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار إنقاص التعداد الجرثومي بعد استخدام أي نظام من أنظمة تنشيط الإرواء المستخدمة في الدراسة الحالية.

الفرضية البديلة (HA1): يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار إنقاص التعداد الجرثومي بعد استخدام أي نظام من أنظمة تنشيط الإرواء المستخدمة في الدراسة الحالية.

الفرضية الثانية (B):

فرضية العدم (HB0): لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار إنقاص التعداد الجرثومي بعد تحضير القناة على الطول العامل عند (قراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الإلكتروني.

الفرضية البديلة (HB1): يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار إنقاص التعداد الجرثومي بعد تحضير القناة على الطول العامل عند (قراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الإلكتروني.

الفرضية الثالثة (C):

فرضية العدم (H_{C0}): لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بقيم الألم التالي للمعالجة باستخدام أي نظام من أنظمة تنشيط الإبراء المستخدمة في الدراسة الحالية.

الفرضية البديلة (H_{C1}): يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بقيم الألم التالي للمعالجة باستخدام أنظمة تنشيط الإبراء المختلفة المستخدمة في الدراسة الحالية.

الفرضية الرابعة (D):

فرضية العدم (H_{D0}): لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بقيم الألم التالي للمعالجة عند تحضير القناة على الطول العامل عند (قراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

الفرضية البديلة (H_{D1}): يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بقيم الألم التالي للمعالجة عند تحضير القناة على الطول العامل عند (قراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

الفرضية الخامسة (E):

فرضية العدم (H_{E0}): لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار الشفاء التالي للمعالجة باستخدام أي نظام من أنظمة تنشيط الإبراء المستخدمة في الدراسة الحالية.

الفرضية البديلة (H_{E1}): يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار الشفاء التالي للمعالجة باستخدام أنظمة تنشيط الإبراء المختلفة المستخدمة في الدراسة الحالية.

الفرضية السادسة (F):

فرضية العدم (H_{F0}): لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار الشفاء التالي للمعالجة عند تحضير القناة على الطول العامل عند (قراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

الفرضية البديلة (HF1): يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار الشفاء التالي للمعالجة عند تحضير القناة على الطول العامل عند (قراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0) على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

٢-٦ المواد والأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث Materials, Tools, Devices used in this study

٢-٦-١ أدوات ومواد العمل السريري:

- أدوات الفحص داخل الفموي: (مرآة- مسبر - ملقط) الموضحة في الشكل (13).
- أدوات مكافحة العدوى: (قفازات طبية- كمادات- مطهر سطوح - شانات - ماصات لعاب) بالإضافة للقطن والشاش المعقم من أجل تطهير السن وساحة العمل.
- أدوات الحاجز المطاطي: (AEMCO, Pakistan) (قوس وجهي- مطاط- مثقب- حامل مشبك- مشابك- عازل لثة) الموضحة في الشكل (14).
- أدوات التخدير الموضعي: (محقنة- رؤوس إبر- أمبولات تخدير ليدوكائين 2% مع أدرينالين 1:80000) الموضحة في الشكل (15).
- قبضة توربين من نوع NSK صنع اليابان وقبضة ميكرونتور ومجارف عاج يدوية الموضحة في الشكل (16).
- سنابل تنغستين كارباید وسنابل ماسية شاقة توربينية وسنابل Endo-Z.
- مبادر مصنوعة من الفولاذ اللاصدئ من نوع k.files قياس 8# و 10# و 15# و 20# بطول 25 ملم و 31 ملم من إنتاج شركة (MANI, INK, Japan) الموضحة في الشكل (17).
- مسطرة لبيّة لتحديد طول الأفنية (DiaDent, korea).
- جهاز تحديد الذروة الالكتروني (DentaPort ZX, J.Morita.Crop, Japan) الموضح في الشكل (18).

-مبارد التحضير الآلي لنظام X1- X2- X3 ProTaper Next (DENTSPLY, Tulsa Dental, DENTSPLY Maillefer, TN,USA) الموضحة في الشكل (19).

- جهاز التحضير الآلي Endo Root Plus (Endo Root Plus, Woodpecker, china) الموضح في الشكل الموضح في الشكل (20).

- EDTA gel 17% (MetaBiomed co, Ltd, Korea).

- مبارد مصنوعة من الفولاذ اللاصدي من نوع H.files قياس #10 و #25 بطول 25 ملم من إنتاج شركة (Mani, INK, Japan).

- أقماع ورقية وأقماع كوتابيركا.

- معجون حشو الألفية الجذرية CeraSeal (MetaBiomed, South Korea) الموضح في الشكل (21).

-مدك صغير لقطع أقماع الكوتابيركا.

-هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 5.25% (ShahbaMed,Syria).

-محلول السالين العقيم (مصل فيزيولوجي) كلوريد الصوديوم 0.9% (مياميد للصناعات الدوائية- سورية) الموضح في الشكل (22).

-سائل الإرواء 17% EDTA (MetaBiomed co, Ltd, Korea) الموضح في الشكل (23).

-محلول كلورهيكسيدين 2% (Chlorhexidine CHX) (Maquira dental, Brazil) الموضح في الشكل (24).

- محاقن بلاستيك نبوذة عقيمة (كورية الصنع) لإرواء الألفية الجذرية سعتها 5 مل.

- رؤوس إرواء لبي ذات استعمال مرة واحدة بنهاية مسدودة وفتحة جانبية بقطر 30Gauge وطول 25 ملم الموضحة في الشكل (25).

- رؤوس تفعيل فوق صوتية U-file قياس 25# (Woodpecker, Guilin, China) الموضحة في الشكل (26).

- ميرد ال XP-Endo Finisher file (FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) الموضح في الشكل (27).

- جهاز الأمواج فوق الصوتية: من نوع LED, Woodpecker, U6 (Woodpecker, Guilin, China)، ويعمل هذا الجهاز بأربعة أشكال للطاقة: (1-3) طاقة منخفضة للمعالجات حول السنية، و(4-6) طاقة متوسطة للمعالجات اللبئية، و(7-10) طاقة مرتفعة لتقليح الأسنان، و(11-12) طاقة مرتفعة جداً. حيث تنتج طاقة الأمواج فوق الصوتية اهتزازات بتواتر (3 - 28+) كيلوهرتز/ثانية، ويتم توليد الأمواج فوق الصوتية بواسطة الكهرياء الضغطية (الإجهادية) piezoelectric، موضح في الشكل (28).

- أدوات ترميم الأسنان الكوزمبوزيت ضوئي التصلب وحمض الفوسفور 37% والبوند المادة الرابطة ضوئية التصلب والفراشي الخاصة بها.

- جهاز التصليب الضوئي.

- حوامل أفلام الأشعة لتصوير الحالات قبل وبعد المعالجة والمراقبة بأبعاد ثابتة موضحة في الشكل (29).

- جهاز التصوير الشعاعي وحساس أشعة رقمي.

- جهاز كمبيوتر يتوافق مع الحساس الرقمي المستخدم.



الشكل (14): أدوات الحاجز المطاطي



الشكل (13): أدوات الفحص داخل الفموي



الشكل (17): k.file 10#, 15#



الشكل (16): قبضة التوربين



الشكل (15): أدوات التخدير الموضعي



الشكل (19): مبادر ProTaper Next



الشكل (18): جهاز تحديد الذروة الالكتروني



الشكل (21): معجون حشو الأقتنية الجذرية

الشكل (20): جهاز التحضير الآلي



الشكل (24): محلول 2% CHX

الشكل (23): محلول 17% EDTA

الشكل (22): محلول السالين



الشكل (27): XP-Endo Finisher files

الشكل (26): U File

الشكل (25): رؤوس الإبراء



الشكل (29): حوامل أفلام الأشعة



الشكل (28): جهاز الأمواج فوق الصوتية

٢-٦-٢ المواد المستخدمة في الدراسة الجرثومية:

- أطباق بتري (Petri Dishes):

وهي علب مستديرة لدنة جاهزة ومعقمة مسبقاً، ذات غطاء غير محكم، وتكون بعمق قليل وقعر مسطح، تستخدم هذه الأطباق لصب الوسط الزرع (الغراء Agar) الذي ستنمو عليه المستعمرات الجرثومية وتتوافر بأقطار مختلفة حسب الطلب (60-90-150 ملم)، وتستخدم لمرة واحدة وتتلف بالحرق بالنار (Shama, 2019)، وقد استخدم في هذا البحث أطباقاً ذات قطر 60 ملم الجاهزة للاستعمال ضمن كيس بلاستيكي الموضحة في الشكل (30).

- الوسط الزرع الجرثومي Culture media:

الوسط الزرع هو وسط ملائم للجراثيم يمكنها من النمو والتكاثر والاستمرار بالحياة ويؤمن متطلباتها الكيميائية والحيوية والفيزيائية كافة. فوسط الزرع مغذٍ للجرثوم باحتوائه على الماء والفحم والأزوت والفوسفور والكبريت والكالسيوم والمغنسيوم... على شكل حموض أمينية أو بروتينات ومواد سكرية وفيتامينات وعوامل النمو (مثل الخضاب).

وهو كذلك يتمتع بشروط فيزيائية ملائمة: بدرجة PH ودرجة الأكسدة والإرجاع والضغط الحلولي ودرجة الملوحة، كما يحضن في درجة حرارة مناسبة هوائياً أو لاهوائياً. وشرط استخدامه للزرع الجرثومي بالإضافة لما سبق أن يكون عقيماً وأن يوضع في أوعية معقمة أيضاً: كأطباق بتري الزجاجية أو اللدائنية أو الأنابيب المفلوذة أو الزجاجات ذات الغطاء.

إن أبسط أوساط الزرع الجرثومية هو مرق اللحم العادي (المرق المطبوخ) أو ما يُسمى حالياً (المرق المغذي) (Nutrient Broth) بعد تعقيمه وترشيحه (لإزالة العوالق منه) غير أن اختلاف تراكيز مكوناته حداً ببعض للقيام بتجفيف المرق تحت التبريد لنزع الماء والإبقاء على الكتلة الجافة منه وهذا ما يُسمى بالتجفيد (التجفيد بالتبريد Lyophilisation) وبالتالي نحصل على خلاصة من المسحوق (بودرة) سهلة الحفظ والنقل والوزن والتعامل، ويكفي إضافة مايلزمها من الماء المقطر لاستعادة خواص وسط مرق اللحم الأصلي.

إنّ وسط مرق اللحم العادي هو أساس الأوساط الأخرى وأبسطها على الإطلاق، وعند إجراء الزرع على المرق المغذي فإن حدوث النمو الجرثومي يظهر على شكل عكر في الوسط عادة لا يميز فيه نوع الجرثوم النامي.

إذا أُضيف للمرق مادة الغراء Agar (وهي مادة هلامية أصلاً تُستخرج من بعض الأشنيات البحرية) بتركيز معين، نحصل على وسط هلامي غير سيال، يُنمي الجرثوم المزروع عليه على شكل تجمعات جرثومية متميزة نسميها المستعمرات colonies ذات صفات خاصة، تميز الجرثوم عن غيره من الجراثيم الأخرى، والوسط الذي تم الحصول عليه هو الغراء المغذي Nutrient Agar ويقال أنه وسط صلب تمييزاً له عن السائل السابق.

وإذا أُضيف الدم المعقم قبل تخثر الغراء المغذي، نحصل على وسط صلب آخر وهو الغراء المُدمى Blood Agar والذي يمتاز عن الأول بأنه يُقدم إمكانية نمو أفضل وأغنى للجراثيم.

إنّ وسط الزرع الجرثومي المستخدم في البحث هو الغراء المُدمى Blood Agar من شركة candalab, Madrid Spain الموضح في الشكل (31).

- المرق المغذي ومرق الثيوغليكولات Thioglycolate broth: (Nutrient broth)

(مكثّر - وسط زرع بدئي) (الوسط الناقل للعينات الجرثوميّة Transport Media): الموضح في الشكل (32).

تعتبر الأوساط الناقلة ذات أهمية كبيرة في سياق عملية الزرع الجرثومي، فهي تؤمن عملية نقل العينات الجرثوميّة من العيادة إلى المختبر الخاص بالزرع الجرثومي، وتحافظ على حياة الجراثيم الهوائية واللاهوائية خلال فترة النقل والتي يجب ألا تتجاوز الساعتين وهي عنصر وقائي لتحديد نواتج الاستقلاب للعضويات الدقيقة وامتصاصها (Manzur, González, Pozos, Silva-Herzog, & Friedman, 2007)، وكما تضمن عدم نمو جراثيم جديدة أو تشكيل مستعمرات جرثوميّة جديدة غير موجودة في العينة المدروسة الأمر الذي يقود إلى نتائج خاطئة، وبالتالي فهي تحافظ على التعداد الحقيقي للمستعمرات الجرثوميّة الهوائية واللاهوائية الموجودة في العينة دون زيادة أو نقصان ريثما يتم زرع العينات الجرثوميّة.

المرق المغذي هو وسط مجهز من مرق اللحم المغذي، ومادة الثيوغليكولات المضافة له تنشط التغيرات التأكسدية للوسط بحيث تحقق شروطاً لاهوائية في عمق الأنبوب (حتى لو أنتج جرثوم ما الأكسجين فهي تستهلكه لتحفظ بالشروط اللاهوائية في القعر) في حين تكون درجة الأكسدة شديدة بالقرب من السطح، وبالتالي فالجراثيم المحبة للهواء أو الهوائية المجبرة تنمو قرب سطح مرق الثيوغليكولات، أما الجراثيم اللاهوائية المجبرة فهي تنمو في قعر الوسط، والمحبة للهواء القليل تنمو تحت سطح المرق، والهوائية واللاهوائية المخيرة تنمو على كامل المرق.

- أنابيب إيبندورف Eppendorfs:

هي أنابيب صغيرة معقمة مخروطية الشكل نصف شفافة ذات غطاء ذاتي محكم سعتها 1.5 مل موضحة في الشكل (33)، استُخدمت لوضع الوسط الناقل (الثيوغليكولات) لاستقبال عينات الزرع الجرثومي.

- جهاز الدوامة Vortex:

هو جهاز كهربائي يعمل على مبدأ الاهتزاز، يوجد على سطحه العلوي قطعة مطاطية مقعرة تنقل هذه الاهتزازات من أجل إحداث تجانس لمحتويات العينة الحاوية على الوسط الناقل المراد دراستها، الجهاز المستخدم في البحث هو جهاز Touch Fairy Vortexer (MIX-28) من شركة (Miulab, china) الموضح في الشكل (34).

- أنابيب زجاجية قابلة للتعقيم، والحاملة لحمل أنابيب الاختبار.

- غرفة العزل (حجرة العمل الخاصة):

وهي حجرة معدنية ذات واجهة زجاجية قابلة للفتح والإغلاق تحتوي على لمبة UV للتعقيم أو تحتوي على وحدة منتجة للبخر المعقم لجو الحجرة قبل كل استعمال، وعادة يتم إجراء معظم مراحل الزرع الجرثومي ضمنها وذلك لضمان وسط (جو عمل) عقيم، موضحة في الشكل (35).

- ماصة ميكروبيبت **Micropipette**: (الماصة الدقيقة) 100 ميكرون من شركة Diamond, USA، مع رؤوس صفراء نبوذة موضحة في الشكل (36).

- الغانة **Inoculation loop**:

حلقة التلقيح أو عروة البلاتين **Platinum Loop** وهي سلك معدني من خليطة النيكل والكروم، سريع الاحمرار عند تعقيمه باللهب وسريع التبرد، منها ماهو قابل للتبديل على حامله ومنها ماهو ثابت، لها عدة أشكال منها المستقيم والمجرفة والعروة المغلقة وهي الأشهر، يكون قطر الحلقة الصغيرة حوالي 5 ملم، وتستخدم الغانة لأخذ عينات الزرع السائلة أو لفرش هذه الأخيذة على أوساط الزرع الصلبة وموضحة في الشكل (37).

- الملهب **Flamm**:

يكفي أي مصدر صغير ومحدود للهب كمصباح البنزين ويمكن استخدامه لتلبيب الغانة حتى احمرارها قبل وبعد لمس أية عينة جرثومية للزرع وفوهات أنابيب الزرع الزجاجية ورؤوس الملاقط وسطح الآجار قبل تخثره وبعد صبه في أطباق بتري.

- الحاضنة **Incubator**:

وهي صندوق معدني معزول له باب واسع، تستخدم لحضن عينات الزرع الجرثومي فهي تؤمن درجة حرارة ملائمة لنمو الجراثيم، لأنها تحتوي على وشائع كهربائية موصولة على مؤقتات زمنية ومقياس لدرجة الحرارة

المطلوبة من إنتاج شركة Heraeus في المعهد التقاني الطبي في كلية الطب البشري بجامعة دمشق الشكل (38)، ومجال تدريجاته ما بين 10-70 درجة مئوية حيث تُضبط على درجة حرارة 37 درجة مئوية لمدة 24 ساعة.

- الجرة ذات الشمعة candle jar:

وهي طريقة بسيطة وسهلة التطبيق حيث يتم وضع أطباق الزرع ضمن جرة زجاجية ذات فوهة واسعة مع غطاء محكم الإغلاق، يتم إشعال شمعة صغيرة وتثبيتها في قعر الجرة ومن ثم يتم إغلاق الجرة بإحكام لمنع تسرب الهواء ويمكن استعمال اللاصق الطبي لضمان ذلك، ثم تترك حتى ينطفئ لهب الشمعة عندها يصبح جو الجرة معزز ب 3-5% من غاز CO₂ الذي يتجمع أسفل الجرة لثقله وبعدها يتم وضع الجرة في الحاضنة بدرجة الحرارة والزمن المطلوبين.

الشمعة candle:

هي الطريقة الأرخص والأسهل لتزويد الجرات الهوائية (منقوصة الأوكسجين) بجو معزز بثاني أكسيد الكربون، ومن الضروري أن تكون الشمعة غير منتجة للدخان الذي قد يكون مبيد للجراثيم أو يتعارض مع نموها.

إن نسبة 3-5% من ثاني أكسيد الكربون مناسبة لنمو الأنواع التالية من الجراثيم: الهوائية المجرية، أليفة الهواء القليل، أليفة الكربون، اللاهوائية المخيرة.

- الموصدة Autoclave:

جهاز يستخدم للتعقيم بالحرارة الرطبة (بخار الماء تحت الضغط) حيث أن الحرارة الرطبة تقضي على الجراثيم والفيروسات والأبواغ وتعتبر من أفضل طرق التعقيم، وهي قدر معدني في أسفله حامل معدني ويُضاف الماء حتى السوية العليا للحامل، توضع على الحامل كافة المواد المراد تعقيمها والتي لا تتخرب بالحرارة أو الرطوبة (الأدوات الزجاجية وأوساط الزرع) كما يستخدم لإتلاف الأطباق بعد الزرع، ولهذا القدر غطاء محكم يُثبت عليه

بعده لوالب وله ميزان للضغط وميزان حرارة مع صمام أو صمامي أمان يسمحان بخروج البخار القسري عندما يصل الضغط داخل القدر إلى درجة عالية، من شركة Varioklav, Germany الموضحة في الشكل (39)، دورة التعقيم المتبعة عادة هي التعرض لحرارة 121 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة.

- المعقمة Sterilizer (الفرن الجاف):

وهي صندوق معدني معزول جيداً وله باب واسع يشبه الحاضنة إلا أن مجال تدريجاته بين 20-250 درجة مئوية ويستخدم للتعقيم بالحرارة الجافة ويستمد طاقته من مأخذ كهربائي، يستخدم لتعقيم الأدوات المعدنية التي تتحمل درجات عالية من الحرارة والتي قد تتخرب بوجود الرطوبة، دورة التعقيم المتبعة عادة 160 درجة مئوية لمدة ساعتين، من شركة Memmert موضحة في الشكل (40).

- ميزان إلكتروني: يستخدم لوزن أوساط الزرع والمرق المغذي.



الشكل (32): وسط الثيوغليكولات



الشكل (31): وسط الغراء الدموي



الشكل (30): أطباق بيري



الشكل (35): حجرة العمل الخاصة



الشكل (34): جهاز الدوامة



الشكل (33): أنابيب إيندورف



الشكل (37): الغانة



الشكل (36): ماصة ميكروبييت



الشكل (40): المعقمة



الشكل (39): الموصدة



الشكل (38): الحاضنة

٧-٢ طرائق الدراسة Study Methods:

١-٧-٢ الجزء السريري من البحث:

• الفحص السريري والتشخيص وقبول العينة:

تمّ فحص المريض وأخذ القصة المرضية بشكل كامل للتأكد من عدم إصابته بأي أمراض جهازية وعدم تناوله للصادات الحيويّة أو للمسكنات أو لمضادات الالتهاب لمدة عشر أيام قبل البدء بالمعالجة والتأكد من تعاون المريض والتزامه بالقدوم لفترات المتابعة، ثمّ تمّ فحص الأسنان بشكل دقيق والتأكد من أن الأسنان المشمولة في عينة الدراسة وحيدة الجذر ووحيدة القناة غير معالجة سابقاً، متموّتة غير عرضية ومصحوبة بأفة حول ذرويّة متوسطة الحجم (3-5 ملم) عن طريق إجراء صورة شعاعيّة ذرويّة تشخيصية بواسطة جهاز تصوير شعاعي رقمي وباستخدام حوامل خاصة للأفلام وقياس أبعاد الآفة الأولى بالمليمتر على الصورة المحوسبة ثنائية الأبعاد

حيث يتم قياس أكبر بعد للآفة بالاتجاهين الطولي والعرضي على الصورة (Alhadi, Jaber, Agha, & Saeed, 2019) للتأكد من مطابقة السن لمعايير الإدخال الخاصة بهذه الدراسة ثم تم ملء استمارة خاصة بالمريض لوضع كافة المعلومات المتعلقة بالحالة، ولقد صُممت الاستمارة الخاصة بالبحث الموضحة في الملحق.

• مرحلة تحضير حفرة الدخول وأخذ العينة الجرثومية الأولى:

- بعد قبول المريض في عينة البحث طُلب منه إجراء مضمضة فموية باستخدام أحد أنواع المضمضة الفموية الحاوية على الكلورهيكسيدين 0.12% وذلك قبل إجراء تقليح وتنظيف السن (Reddy et al., 2012).

- تم إجراء التخدير الموضعي موضعياً للسن المراد معالجته من أجل تطبيق مشبك الحاجز المطاطي دون ألم ثم تطبيق الحاجز المطاطي Rubber Dam والعازل اللثوي لعزل السن بشكل كامل عن الوسط الفموي، وتنظيف ساحة العمل وسطح السن بالماء الأوكسجيني 3% ومن ثم تطهير المنطقة بواسطة قطن مغمسة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة دقيقة واحدة لتقليل خطر التلوث أثناء أخذ المسحات من القناة (Siddique, Nivedhitha, Ranjan, Jacob, & Solete, 2020).

- ومن ثم جُزف كامل النخر باستخدام السنايل الماسية على قبضة التوربين ذات السرعة العالية وسنابل التنغستين كارباید الكروية على قبضة الميكروتور ذات السرعة البطيئة، ثم فُتحت الحجرة اللبية (Access Cavity) بواسطة السنايل الماسية العقيمة على قبضة التوربين مع الإزاد المائي الغزير وفق الأصول المتبعة ثم endo-z، وأعيد تطهير السن والحاجز المطاطي المجاور مرة أخرى باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% بكرة قطنية لمدة دقيقة مع مراعاة عدم وصول المطهر إلى الحجرة اللبية، تحييد فعالية هيبوكلوريت الصوديوم باستخدام ثيوسلفات الصوديوم 5% لمدة دقيقة (Jacobs et al., 2017).

- وبعدها تم ملئ الحجرة اللبية بـ 5 مل من السيروم الملحي بواسطة محقنة بلاستيكية ذات سعة 5 مل، وإدخال مبرد عقيم مناسب (Mani, INK, Japan) k.file (10#, 15#, 20#) إلى ما قبل الطول العامل التقريبي على صورة الأشعة التشخيصية بـ 2 ملم (لمنع دفع البقايا اللبية والجراثيم لخارج المنطقة الذروية) وتحريكه دخولاً

وخروجاً ضمن القناة وذلك من أجل إدخال السائل إلى داخل القناة وإشباعها به وتليين محتويات القناة الجذرية، ثم استخدم مبرد هيدستروم عقيم H.file (قياس #15 أو #20) إلى نفس الطول بأربع حركات برد محيطي للعاج القنوي لمدة 10 ثواني على الجهات الأربعة الأنسية والوحشية والدهليزية واللسانية من أجل فصل وإزالة وتفكيك خلايا اللويحة الجرثومية الملتصقة بجدران القناة الجذرية والبرادة العاجية إلى تجويف القناة (Sacomani et al., 2021). ثم نُقلت البرادة العاجية العالقة على المبرد إلى أنبوب الإيبندورف المعقم ذو الغطاء المحكم والذي يحتوي على 1 مل من مرق الثيوغليكولات الوسط الناقل للعينة الجرثومية (Latham, Fong, Jewett, 2016). (Johnson, & Paranjpe, 2016).

- ثم أُدخل باستخدام ملقط معقم قمع ورقي مناسب (قياس #15 أو #20) إلى أبعد مايمكن الوصول إليه ضمن القناة الجذرية (الطول العامل التقريبي) لمدة دقيقة واحدة (Anderson et al., 2012) لارتشاف السائل الموجود فيها وما يعلق به من عضويّات مجهريّة (الجراثيم العوالق والجراثيم المنفصلة عن اللويحة الجرثومية الملتصقة بجدران القناة) (Sandini et al., 2021) (M. E. d. L. Machado et al., 2013)، وُضع ضمن الأنبوب السابق، وكُريت العملية ذاتها بواسطة قمعين ورقيين إضافيين لإمتصاص أكبر قدر ممكن من الرُشاحة والمحتويات القنوية (الحصول على واقع جرثومي حقيقي للقناة) وتُغلق فوهة الأنبوب بإحكام، وسُميت هذه العينة عيّنة السائل القنوي الأولى أو عيّنة لحظة الصفر (البداء) Canal Fluid Sample N0 (CFS 0) قبل التحضير (N. Ballal et al., 2019) (B. P. Gomes et al., 2012)، وكتب بعد ذلك على الأنبوب رقم المريض ومرحلة أخذ العينة، وبذلك يكون أخذ العينة الأولية قد انتهى بعد فتح السن مباشرة، كما في الشكل (41).



الشكل (41): أخذ العينة الجرثومية الأولى

• مرحلة تحضير الأقنية الجذرية وأخذ العينة الجرثومية الثانية:

- ثم تم تحضير الأفنية بطريقة crown down، حيث استُخدم المبرد X1 (17/0.04) لإجراء تحضير لفوهة القناة ولتحضير الثلثين التاجي والمتوسط من القناة للتخلص من أكبر كمية من الجراثيم ضمن القناة قبل الوصول إلى الطول العامل (سقيرق & ليوس، ٢٠١٥)، وبعدها حُدّد الطول العامل باستخدام مبرد K.File بحجم مناسب وجهاز تحديد الذروة الالكتروني (DentaPort ZX, J.Morita.Crop, Japan) وتم التأكد منه بإجراء صورة شعاعية ذروية، ثم قُسمت العينة عشوائياً بالقيام بسحب ظرف من الظروف المغلفة إلى قسمين رئيسيين (n=30) وذلك وفقاً للطول العامل المعتمد أثناء إجراءات المعالجة اللبية (الحدود الذروية):

القسم الأول: يشمل المجموعة الأولى والثانية: تم اعتماد الطول العامل حتى قراءة 0.0 على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

القسم الثاني: يشمل المجموعة الثالثة والرابعة: تم اعتماد الطول العامل ناقص 1 ملم عن قراءة 0.0 على جهاز تحديد الذروة الالكتروني.

- ثم تم تحضير الأفنية يدوياً باستخدام مبرد K.file (Mani, INK, Japan) إلى كامل الطول العامل وتحديد قياس المبرد الذي يحتك مع جدران القناة (MAF)، ثم حُضِرَت الأفنية آلياً باستخدام نظام التحضير الدوراني الآلي ProTaper Next لشركة Dentsply maillefer (Dentsply, Tulsa Dental, DENTSPLY) (Maillefer, TN, USA) (بسرعة 300 rpm دورة/دقيقة وعزم دوران 2Ncm نيوتن/سم) وفقاً لتوصيات الشركة المصنّعة (Elsaka, Hussein, Hashem, & Soliman, 2022) (Kirchhoff, Fariniuk, & Mello,) (2015)، حيث تم استخدام مبرد X1 (17/0.04) مجدداً بحركة تفريش نحو الخارج (brushing motion) مع تطبيق ضغط ذروي خفيف حتى الشعور بمقاومة داخل القناة عندها تم سحب المبرد وتنظيفه والتأكد من نفوذية القناة بواسطة مبرد يدوي k.file 10# وتم تكرار العملية حتى الوصول إلى كامل الطول العامل المحدد، وبعدها تم تكرار الطريقة ذاتها باستخدام مبرد X2 (25/0.06) والذي تم استخدامه أيضاً حتى الوصول إلى كامل الطول العامل، ثم تجربة مبرد K.file 25# فعندما كان حراً ضمن القناة تم استخدام مبرد X3 (30/0.07) وذلك بنفس الطريقة السابقة حتى كامل الطول العامل المتبع (Ashraf, Hussein, Hashem, & Soliman, 2022).

حيث اعتمد بداية على 2 مل من سائل هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة 30 ثانية في عملية الغسل والإرواء بين كل مبرد وآخر وبعد كل 3 حركات إدخال وإخراج وبعد الانتهاء من التحضير (Lu, Chen, Qiao, & Wu, 2015)، وذلك باستخدام رؤوس الإرواء الخاصة مسدودة النهاية وذات الفتحة الجانبية بقياس 30 gauge بإدخالها إلى ما قبل الطول العامل ب 2 مل من EDTA 17%، واستخدم جل EDTA 17% (MetaBiomed co, Ltd, Korea) كمزلق للمبارد. ثم الإرواء النهائي ب 2 مل هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ل 30 ثانية، ثم ساليين ثم 2 مل EDTA 17% ل 30 ثانية ثم ساليين ثم 2 مل هيبوكلوريت الصوديوم ل 30 ثانية (Alves et al., 2016) ليكون مجمل حجم محلول الإرواء المستخدم موحّد 30 مل لكل عينة (Emara, Gawdat, & El-Far, 2021).

- وبعد الانتهاء من عملية التحضير القنوي عُدل الوسط بواسطة 4 مل من محلول Sodium Thiosulfate بتركيز 5% لمدة دقيقة (Hegde, Bashetty, & Gulati, 2012)، ثم الإرواء ب 5 مل من محلول الساليين وترك ضمن القناة لمدة 15 ثانية لأخذ العينة الجرثوميّة الثانية من القناة الجذريّة (تعبّر عن الواقع الجرثومي للقناة بعد إنجاز عملية التحضير الميكانيكي الكيميائي) وذلك بنفس الطريقة سابقة الذكر باستخدام مبرد H.File معقم ذو قياس مناسب لقياس مبرد التحضير النهائي ويصل لكامل الطول العامل وذلك لإجراء البرد المحيطي على أربع جهات ضمن القناة من أجل نقل البرادة العاجية العالقة عليه وفق عدة حركات اهتزازية متتالية في فوهة أنبوب الإيندورف الذي يحوي 1 مل من مرق الثيوغليكولات الوسط الناقل للجراثيم، وثلاث أقماع ورقية مناسبة ذات قياس موافق لقياس مبرد التحضير النهائي ترتشف السائل الموجود ضمن القناة، وتُسمّى هذه العينة بعينة السائل القنوي الثانية بعد إجراء التحضير القنوي، ويرمز لهذه العينة بـ (CFS 1) Canal Fluid Sample N1، وكُتِبَ على الأنبوب رقم المريض ومرحلة أخذ العينة.

- ثم تم تجربة القمع الرئيسي الموافق لقياس الذروة وحيث يصل إلى ما قبل الثقبة الذرويّة ب 1 مل في جميع المجموعات (Brandão et al., 2019) (Iparraguirre Nuñovero et al., 2024) والتأكد منه بإجراء صورة شعاعيّة ذرويّة.

• **مرحلة تفعيل الإرواء:**

—قُسمت العينة بعد ذلك عشوائياً إلى مجموعتين فرعيتين في كل مجموعة رئيسية (n=15) كما ورد في الظرف الذي تم سحبه، وذلك وفقاً لطريقة تفعيل الإرواء المتبعة كالتالي:

• المجموعة الأولى والثالثة: مجموعة الإرواء المنشط بجهاز الأمواج فوق الصوتية PUI

• المجموعة الثانية والرابعة: مجموعة الأقفية ذات الإرواء المنشط بمبرد XP-Endo Finisher

وأتبع البروتوكول التالي في التفعيل (Alves et al., 2016) (Keskin, Sariyilmaz, & Sariyilmaz, 2017) (Matoso et al., 2022) (Liapis, De Bruyne, De Moor, & Meire, 2021):

6ml- من هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% تفعل تفعيل متقطع لمدة دقيقة مع تجديد سائل الإرواء

(3 دورات كل منها 2مل خلال 20 ثانية غسل ثم 20 ثانية تفعيل)

5ml- مصل فيزيولوجي (سيروم ملحي)

6ml- من 17% EDTA تفعل تفعيل متقطع لمدة دقيقة مع تجديد سائل الإرواء

(3 دورات كل منها 2مل خلال 20 ثانية غسل ثم 20 ثانية تفعيل)

5ml- مصل فيزيولوجي (سيروم ملحي)

6ml- NaOCl مرة ثانية لمدة دقيقة لاختراق المزيد من السائل في الأنابيب العاجية المفتوحة التي تم

تطهيرها من طبقة اللطاخة.

5ml- مصل فيزيولوجي (سيروم ملحي)

• **مجموعة الإرواء المنشط بجهاز الأمواج فوق الصوتية PUI:**

حيث استخدم الرأس فوق الصوتي U-File قياس (25/0.02 21mm) على قبضة الجهاز فوق الصوتي

(Woodpecker, Guilin, China)، بحيث يدخل الرأس ضمن القناة المغمورة بسائل الإرواء إلى ما قبل الطول

العامل ب2مل، باستخدام تقنية التدفق المتقطع intermittent flush technique (3دورات × 20 ثانية من

التفعيل بالأمواج فوق الصوتية) بحركات إدخال وإخراج دون تماس مع جدران القناة الجذرية (B. P. Gomes et al., 2023)، وبقوة تفعيل متوسطة (30 kHz) حيث تم ضبط الجهاز على إعدادات المعالجة الليبية (E) وفق المستوى 5 من القوة، مع تجديد سائل الإرواء في كل دورة لإزالة نواتج التنشيط وتكرار التنشيط (Liapis et al., 2021).

• مجموعة الأقفية ذات الإرواء المنشط بمبرد XP-Endo Finisher:

حيث استُخدم مبرد ال XP-Endo Finisher قياس (25#/0.02 21mm)، على جهاز التحضير الآلي (Endo Root Plus, Woodpecker, china)، بحيث يدخل ضمن القناة المغمورة بسائل الإرواء إلى ما قبل الطول العامل بـ 2 ملم ويجب أن يدخل إلى القناة وهو مستقيم (يوضع المبرد ضمن الأنبوب البلاستيكي المدرج لضبط الطول بالمحددة المطاطية، ثم يضبط على وضع الدوران ويزال من الأنبوب عن طريق تطبيق حركة جانبية لضمان بقاءه مستقيم ثم إيقاف الدوران) (Ashraf et al., 2022) حيث أنه يجب أن يدخل القناة وهو مستقيم وتم تشغيله بعد دخوله وفقاً لإرشادات الشركة المصنعة بسرعة 800 دورة في الدقيقة وعزم دوران قدره 1 نيوتن/سم (SA, 2021)، بحركات بطيئة ذروية تاجية لمدة دقيقة (7-8 ملم) (Elnaghy, Mandorah, & Elsaka, 2017)، ثم تمريره على محيط جدار القناة بالكامل للتأكد من ملاسته لمناطق أكبر من جدار الجذر وإزالة البرادة وحطام الأنسجة الليبية المتموتة (Nangia, Nawal, & Talwar, 2020) ثم إزالته وهو في وضع الدوران (L. A. Fernandes et al., 2023).

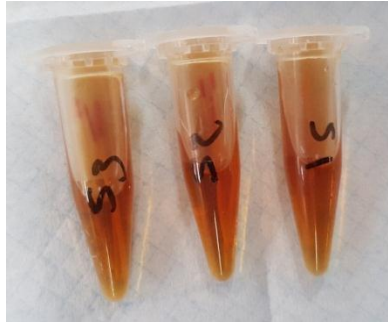
–عُدل الوسط بواسطة 4 مل من محلول Sodium Thiosulfate بتركيز 5% لمدة دقيقة ثم الإرواء بـ 5 مل من محلول السالين وترك ضمن القناة لمدة 15 ثانية لأخذ العينة الجرثومية النهائية.

• مرحلة أخذ العينة الجرثومية الثالثة (النهائية) بعد التطهير:

أُخذت العينة الجرثومية الثالثة النهائية (تعبّر عن الواقع الجرثومي للقناة بعد تطبيق بروتوكول الإرواء النهائي وتفعيل الإرواء) وذلك بنفس الطريقة السابقة باستخدام مبرد H.File معقم للبرد المحيطي وثلاث أقماع ورقية

عقيمة متوافقة مع قياس التحضير النهائي (#25،#30) وعلى كامل الطول العامل، ونُقلت إلى أنبوب الإيبندورف الذي يحوي 1مل من مرق الثيوغليكولات الوسط الناقل للجراثيم. وتُسمَّى هذه العينة بعينة السائل القنوي الثالثة بعد إجراء التطهير القنوي، ويُرمَز لهذه العينة بـ (CFS2) Canal Fluid Sample N2، وكُتِب على الأنبوب رقم المريض ومرحلة أخذ العينة.

-وتمَّ نقل جميع العينات الموضحة في الشكل (42) إلى المختبر خلال مدة لا تزيد عن ساعة واحدة، وكانت طريقة جمع العينات الجرثومية مماثلة لتلك التي وصفها (Kharsa, Laflouf, Albouni, & Alzoubi, 2023)، ومن ثم غُسلت الأُقنية باستخدام 2 مل من محلول الإرواء الكلورهيكسيدين 2% (Maquira dental, Brazil) لمدة دقيقة واحدة



الشكل (42): يوضح العينات الجرثومية الثلاث قبل نقلها إلى المختبر.

• مرحلة الحشو واستكمال المعالجة:

-جُففت الأُقنية باستخدام الأقماع الورقية وتم الحشو باستخدام أقماع الكوتابيركا والمادة الحاشية البيوسيراميك CeraSeal (MetaBiomed, South Korea) بتقنية القمع المفرد Single cone (de Freitas Portela et al., 2021)، والتحقق من جودة الحشو القنوي بإجراء صورة شعاعية ذروية، وقطعت الأقماع عند فوهة القناة الجذرية وتم تسجيل وقت الانتهاء من الحشو (Liapis et al., 2021)، ثم تم وضع درجة من الاسمنت الزجاجي الشاردي ومن ثم ترميم السن بالكومبوزيت، إذ تم التخريش بحمض الفوسفور 37% ثم الغسل والتجفيف وتطبيق المادة الرابطة من الجيل الخامس وتصلبها لمدة 20 ثانية، ومن ثم تطبيق الكومبوزيت على دفعات

وتصلب كل دفعة لمدة 20 ثانية. وبعدها إجراء الإنهاء والتلميع وفحص الإطباق لضمان عدم وجود أي نقاط ذات جهود إطباقية عالية.

٢-٧-٢ مرحلة الزرع الجرثومي: (قبل وبعد الإجراء السريري):

تمت الدراسة الجرثومية في مخبر المعهد التقني الطبي في كلية الطب البشري في جامعة دمشق، تم تحضير كافة الأدوات والأجهزة اللازمة وتم العمل في غرفة العزل الجرثومي.

تم إجراء الزرع الجرثومي في وسط حضن هوائي ووسط حضن لاهوائي لكل قناة جذرية وذلك بثلاث عينات (بعد فتح السن مباشرة، وبعد التحضير، وبعد الانتهاء من تنشيط الإرواء) وعد المستعمرات الجرثومية النامية وذلك وفق الآتي:

أ- تحضير وسط الزرع الجرثومي: وتمت هذه المرحلة قبل المرحلة السريرية:

أولاً- الثيوغليكولات: (الوسط الناقل للعينات الجرثومية)

وُضع 13 غراماً من مسحوق الثيوغليكولات في حوالة وأضيف إليه كمية من الماء المقطر الدافئ تدريجياً مع التحريك المستمر حتى الوصول إلى مرحلة التجانس الكامل والحصول على حجم نهائي (1000مل)، ثم سُدت فوهة الحوالة بالقطن وعُقمت في الصاد الموحد (بدرجة حرارة 121 درجة مئوية ولمدة 20 دقيقة)، وُثم نُقلت بالماصات متعددة الأحجام إلى أنبوب زجاجي معقم محكم الإغلاق وحُفظ في البراد لحين الاستخدام كما في الشكل (43).



الشكل (43): مرق الثيوغليكولات

ثانياً- الآجار المدمى Blood Agar:

-يعد وسطاً غنياً للزراع الجرثومي وهو منمّي عام حيث ينمي كافة الجراثيم الشائعة، ويُظهر صفة حل كريات الدم الحمراء عند الجرثوم النامي والتي تتشكل 5% من تركيبه. يمكن من خلالها عزل الجراثيم عن بعضها لتكوين مستعمرات نقية منفردة single pure colonies وبالتالي يسهل التعامل معها وتشخيصها بسهولة والمستعمرة الواحدة تمثل النمو الناتج من انقسام خلية جرثومية واحدة.

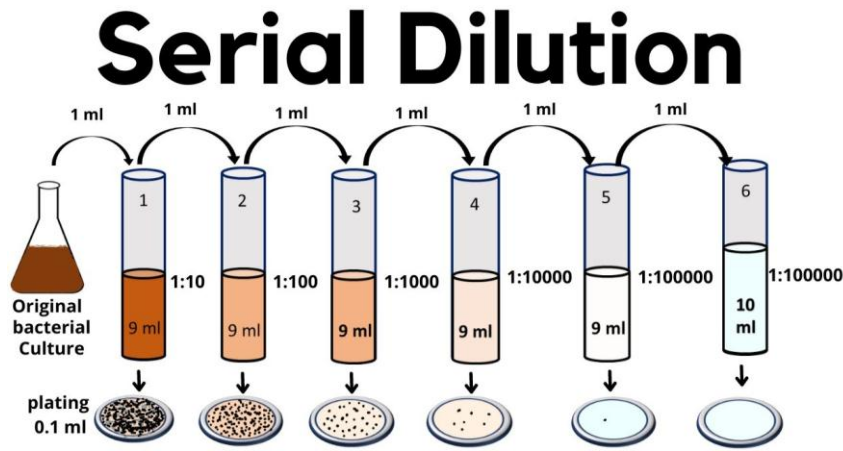
-تُوزن الكمية اللازمة من مسحوق وسط الزرع الآجار المدمى (40 غراماً من المسحوق لكل 1 ليتر من الماء المقطر)، ويُوضع المسحوق في حوجلة إرلنماير ويُضاف تدريجياً الماء المقطر الدافئ مع التحريك المستمر والتسخين على نار هادئة حتى الوصول إلى مرحلة تجانس كامل الوسط (غياب كتل المسحوق)، ثم سُدت فوهة الحوجلة بإحكام وعُقمت في الصاد الموحد (بدرجة حرارة 121 درجة مئوية ولمدة 20 دقيقة)، وبعدها تم الانتظار حتى تنخفض حرارة الوسط المذاب إلى الدرجة 50-45 درجة مئوية (وهي أعلى درجة يمكن أن يحتملها ظهر اليد)، ثم أُضيف الدم العقيم بنسبة 5-7% إلى الوسط مع التحريك اللطيف، (حيث أنّ إضافة الدم لغراء حرارته أقل من 40 درجة مئوية يتم الحصول على غراء ذو خثرات تسبب سطح غير مستو ولا متجانس للوسط، أما أعلى من 50-55 درجة مئوية ينتج الغراء المنحل بالدم أو المطبوخ - الشوكولاتي) ومن ثم صُبَّت الأوساط في أطباق بتري العقيمة في جو خال من تيار هوائي على طاولة نظيفة مطهرة ومحاطة بلهب مشتعل، بثخن قدره 4-5 ملم ولُهبَّت سطح المستنبتات مباشرة وقبل التجمد لتحاكي التلوث الخارجي ولتحاكي بقاء فقاعات هوائية على سطح الوسط وذلك بإمرار مصباح بنسن Bunsen Burner بسرعة على سطوح الغراءات في أطباق بتري، ثم أُغلقت الأطباق ووضعت على سطح مستوٍ أفقي لحين تجمدها، وقُلِبَت على أعطيتها وحُفظت مقلوبة في البراد حتى الاستخدام ولمدة لا تزيد عن شهر.

ب- معاملة العينات: وتمت هذه المرحلة بعد المرحلة السريرية:

١- **مجانسة الوسط:** تمّت مجانسة الوسط الناقل للعينة الجرثومية مع الأقماح الورقية والبرادة الموجودة ضمنه وذلك بوضع أنبوب الإيبندورف على جهاز الدوّامة Vortex لمدة دقيقة والذي ينجم عن تشغيله حركة

اهتزازية دورانية في القطعة المطاطية العلوية المقعرة السطح، ليتم نقل الجراثيم المحمولة على الأقماع إلى الوسط الناقل والحصول على معلق جرثومي متجانس.

٢- إجراء التمديد: حُضرت الأنابيب الخاصة بالتمديد الحاوية على المحلول الملحي المتوازن: تم وضع 9 مل من المحلول الملحي المتوازن ضمن ثلاث أنابيب اختبار زجاجية معقمة بالصاد الموصد، ووُضعت على الحاملة الخاصة. وأُجريت سلسلة التمديدات العشرية للمعلق الجرثومي dilutions بالطريقة التالية الموضحة في الشكلين (44) و(45).

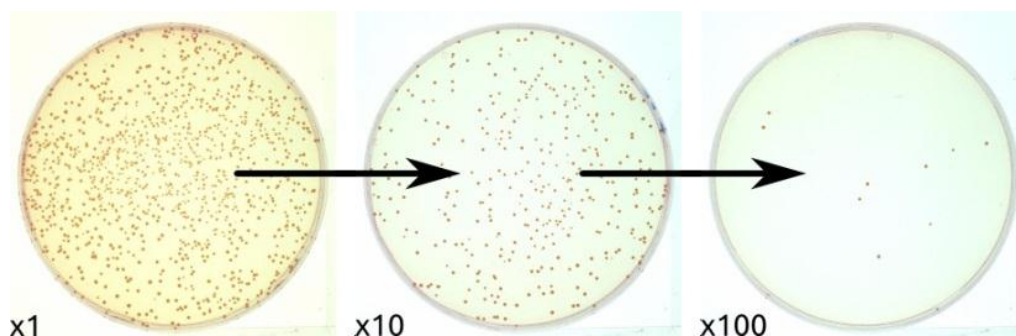


الشكل (44): سلسلة التمديدات العشرية للمعلق الجرثومي.



الشكل (45): يبين سلسلة التمديدات العشرية التي تمت للعينات الجرثومية

كان الهدف من التمديدات الوصول إلى تمديد مناسب نستطيع من خلاله عد الجراثيم كما في الشكل (46) (تقليل التعداد الجرثومي بما يسمح بالحصول على مستعمرات مفردة بعد الزرع قابلة للعد).



الشكل (46): يبين التمديدات العشرية للمعلق الجرثومي حتى تصبح قابلة للعد.

ثم أُخذت عينة 100 ميكرون من أنبوب الإيبندورف الذي يحوي مرق الثيوغليكولات والأقماع الورقية بواسطة الماصة الدقيقة Micropipette وذلك بعد رجّه وفُرشت على طبق بتري الذي يحوي على وسط الزرع الآجار الدموي باستخدام الغانة وبذلك نكون قد قمنا بزرع التمديد الصفري.

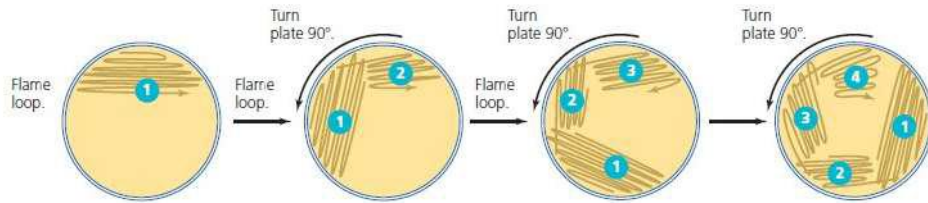
-**التمديد الأول:** أخذ 1 مل من أنبوب الإيبندورف بواسطة ماصة وأضيف إلى الأنبوب الأول الزجاجي المعقم الذي يحتوي على 9 مل المحلول الملحي المتوازن، ليصبح عامل التمديد $10/1$ ، (تغيير الحجم من 1 مل إلى 10 مل) وبالتالي تركيز المعلق ينخفض بعامل 10 مل. ثم رُجَّ الأنبوب لمدة دقيقة من أجل تجانس المعلق وأُخذت عينة بمقدار 100 ميكرون بواسطة الماصة الدقيقة وفُرشت على طبق بتري الذي يحوي على وسط الزرع الآجار الدموي وبذلك يكون قد تم الزرع بالتمديد الأول.

-**التمديد الثاني:** وبعدها أخذ 1 مل من هذا الأنبوب ($10/1$) (التمديد الأول) وأضيف إلى الأنبوب الثاني الحاوي على 9 مل من المحلول الملحي المتوازن ليصبح عامل التمديد $100/1$ ، ينخفض تركيز المعلق بعامل 100 مل ثم رجَّ الأنبوب لمدة دقيقة من أجل تجانس المعلق وأُخذت عينة بمقدار 100 ميكرون بواسطة الماصة الدقيقة وفُرشت على طبق بتري الذي يحوي على وسط الزرع الآجار الدموي وبذلك يكون قد تم الزرع بالتمديد الثاني (Valverde et al., 2017) (Emara et al., 2021).

- زرع ثلاث أطباق بيتري للحضن الهوائي وثلاث أطباق للزرع اللاهوائي لكل عينة CFS0 و CFS1 و CFS2، وذلك بالتمديد الصفري والأول والثاني، وكُتب على كل طبق اسم العينة ورقم التمديد، مع العلم أن التمديد المناسب للعد هو الذي يكون عدد المستعمرات 300 مستعمرة أو أقل.

٣- طريقة الزرع في الطبق:

توضع النقطة الجرثومية 100 ميكرون من المحلول المراد زرعه (الصفري أو الممدد) الذي يحتوي على الجراثيم على سطح الآجار بواسطة الماصة الدقيقة Micropipette في عدة أماكن على الطبق ومن ثم تفرش بلطف (دون أن يتم خدش سطح الآجار) على كامل الوسط بشكل متجانس باستخدام الغانة وذلك بعد تعقيم العروة بعد كل استخدام بالملهب وتركها لعدة ثوان حتى تبرد مع تجنب لمس أطراف طبق البتري بالغانة لتجنب التلوث كما في الشكل (47)، حيث أن الخلايا المتكدسة مع بعضها في بداية الفرش قد تؤدي إلى تكوين مستعمرات متصلة مع بعضها ومن الصعب عدّها ولكن مع استمرار الفرش يؤدي ذلك إلى تكوين مستعمرات منفردة تظهر بعد حضانة الطبق ونمو الجراثيم ثم يترك الوسط لمدة 5 دقائق لكي يتم امتصاص العالق.



الشكل (47): يوضح طريقة الفرش في طبق بتري.

٤- مرحلة الحضن:

تم الحصول على أطباق جاهزة للإنبات الجرثومي الهوائي وأطباق جاهزة للإنبات الجرثومي اللاهوائي لكل عينة، وتم وضع الأطباق في الحاضنة وفق الشروط الخاصة بكل مجموعة زرع جرثومي (هوائي/ لاهوائي).

بالنسبة للزرع الهوائي: وضعت أطباق بتري المزروعة في الحاضنة بدرجة حرارة 37 درجة مئوية لمدة 24 ساعة لتحري النمو الجرثومي وتشكل المستعمرات ضمنها وذلك بوضعية مقلوبة أي الغطاء إلى الأسفل، لأن وضع

الطبق بصورة اعتيادية (أي الغطاء الى الأعلى) وبوجود التراكيز العالية من الماء في الوسط الزراعي الصلب سوف يؤدي إلى تبخر الماء وتكدهه على السطح العلوي للطبق، ولذلك فإن أي تحريك للطبق سيؤدي إلى تساقط قطرات بخار الماء المتكاثف على سطح الآجار وتخریب المستعمرات الجرثومية.

بالنسبة للزرع اللاهوائي: وُضعت كل مجموعة من الأطباق فوق بعضها البعض بالترتيب في جرة الزرع اللاهوائي وُضع في قعر الجرة شمعة صغيرة مشتعلة وأُغلقت الجرة بإحكام ووضع لاصق طبي لمنع تسرب الهواء إلى أن تنطفئ الشمعة مولدةً بذلك الوسط منقوص الأوكسجين، ثم وُضعت جرة الزرع اللاهوائي الحاوية على الأطباق في الحاضنة مباشرة وبدرجة حرارة 37 درجة مئوية لمدة 24 ساعة.

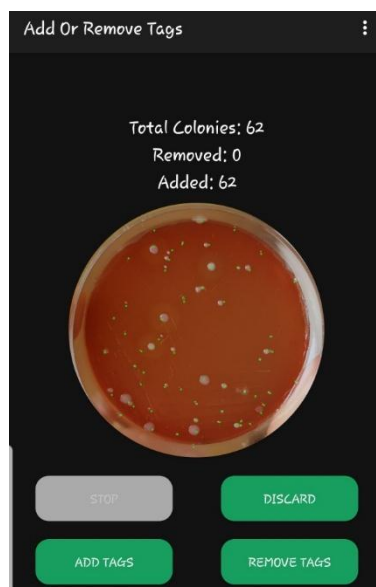
٥- مرحلة عد المستعمرات الجرثومية:

أُخرجت الأطباق من الحاضنة لإجراء عملية عد المستعمرات الجرثومية باستخدام مكبرة ذات تكبير بسيط وبمساعدة برنامج APD Colony App Lite حيث تم أخذ صورة لكل طبق بترى ضمن وسط مضاء بشكل جيد وإدخالها إلى البرنامج الذي يضع علامة على كل مستعمرة تمّ عدها لتجنب الخطأ في العد وبذلك يتم الحصول على عدد المستعمرات الجرثومية الحية النامية المتشكلة في 100 ميكرون Colonies Forming CFU Units لتسمى CFU0، CFU1، CFU2 على الترتيب لكل سن كما في الشكل (48)، وليصبح العدد ضمن كمية (1مل) ضوعف العدد عشر مرات، وكما أنه يعبر عن العدد الجرثومي في الأنبوب الممدد الموافق والذي يضاعف بعامل التمديد ليتم الحصول على عدد الجراثيم ضمن العينة السن الواحد في المرحلة المدروسة، وذلك بتطبيق المعادلة التالية:

عدد الجراثيم في العينة (CFU/ml) = العدد المستعمرات الجرثومية في الطبق $\times 10 \times$ مقلوب عامل التمديد.

حوّل عدد هذه الوحدات الجرثومية إلى أرقام لوغاريتم لتسهيل التحليل الاحصائي، وتم حساب الفرق بين كل من CFU0 و CFU1 و CFU2 لمعرفة مقدار النقص في التعداد الجرثومي، ومن ثم استنتاج نسبة فعالية التحضير وتفعيل الإرواء في إنقاص الجراثيم ضمن الأفنية الجذرية للعينة.

ومثال على ذلك إذا كان عدد المستعمرات الجرثومية في الطبق 30 وتم اعتماد التمديد 10^{-1} وزرع في الطبق 100 ميكرون، فحساب عدد المستعمرات في 1 مل من العينة $CFU/ml = 30 \times 10 \times 10 = 3000$ العدد الكلي للجراثيم في العينة.



الشكل (48): عد المستعمرات الجرثومية باستخدام برنامج APD Colony App Lite

تبين الأشكال (49-50-51-52-53-54-55-56) بعض الأطباق المزروعة بالمستعمرات الجرثومية المتشكلة من العينات المأخوذة من القناة الجذرية، حيث تبين بالترتيب من اليمين إلى اليسار (قبل التحضير، بعد التحضير، بعد تفعيل الإرواء) كما يلي:



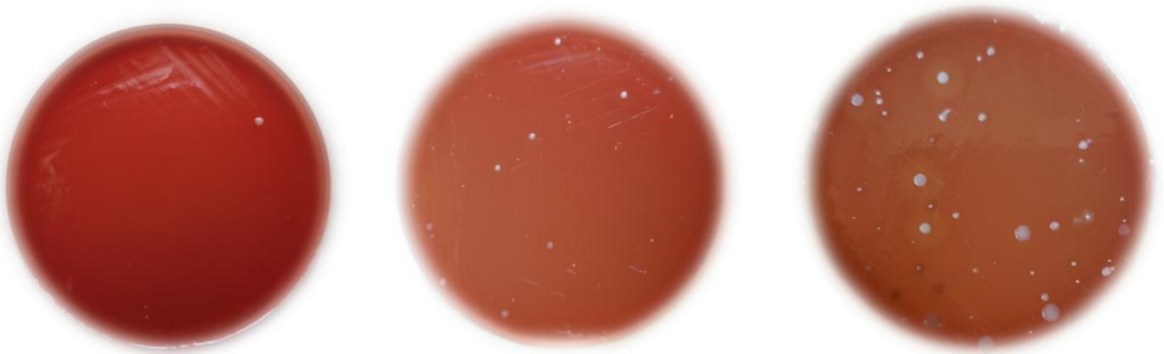
الشكل (49): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة 0.0 وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية.



الشكل (50): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة 0.0 وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية.



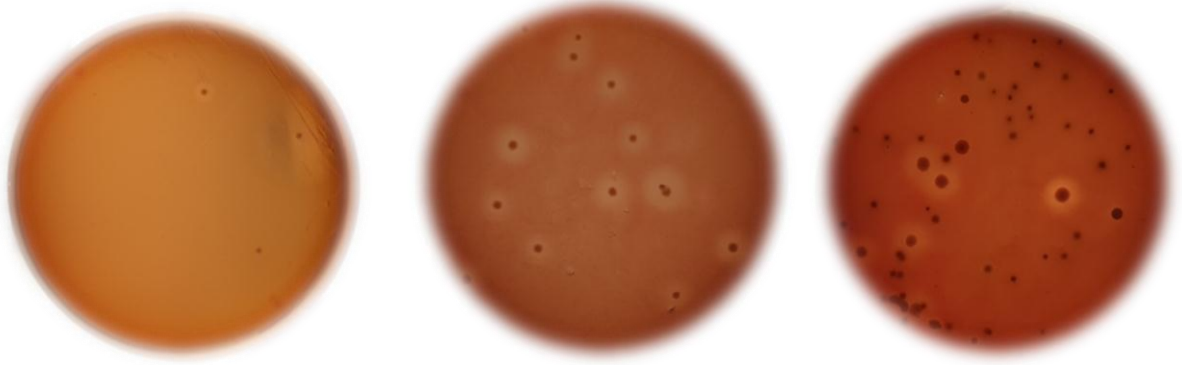
الشكل (51): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة 0.0 وتفعيل الإرواء بال XP-Endo Finisher.



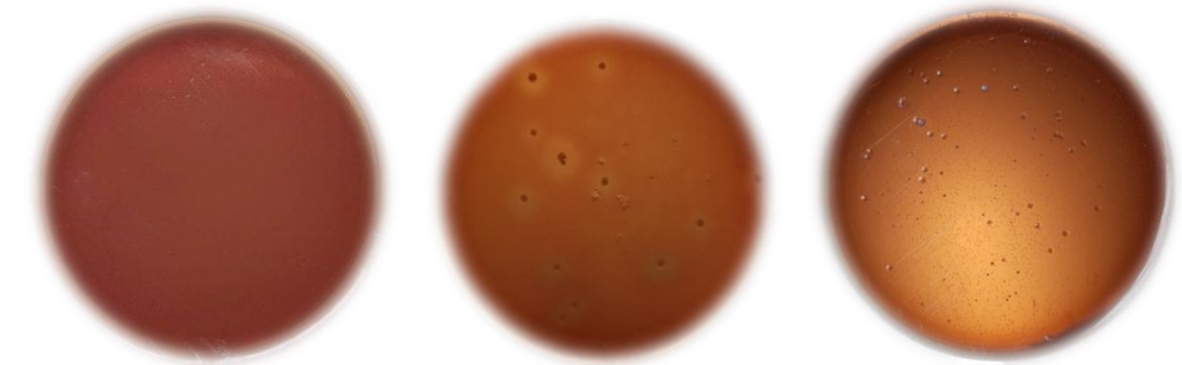
الشكل (52): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى قراءة 0.0 وتفعيل الإرواء بال XP-Endo Finisher.



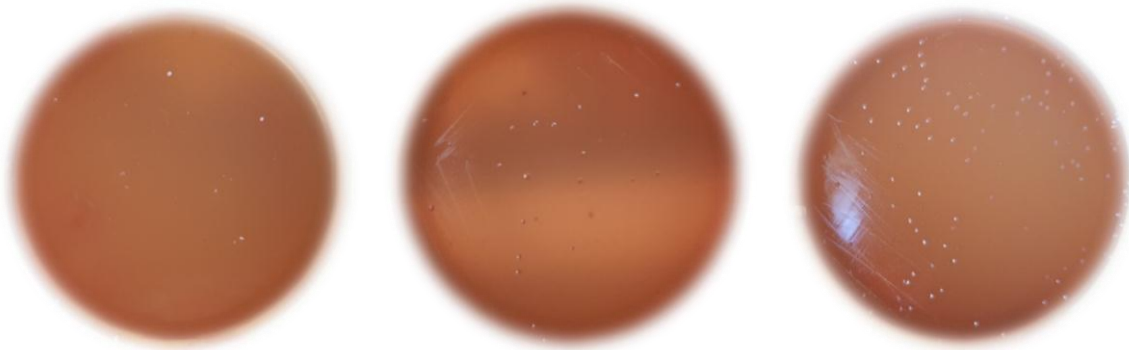
الشكل (53): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى - 1 ملم من القراءة 0.0 وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية.



الشكل (54): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى - 1 ملم من القراءة 0.0 وتفعيل الإرواء بالأمواج فوق الصوتية.



الشكل (55): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى - 1 ملم من القراءة 0.0 وتفعيل ال-XP Endo Finisher.



الشكل (56): الأطباق المزروعة من العينات المأخوذة من مجموعة التحضير حتى -1 ملم من القراءة 0.0 وتفعيل ال-XP
Endo Finisher

٢-٧-٣ الألم التالي للمعالجة:

تم تسجيل الألم بوساطة المقياس البصري التناظري (VAS) والذي يعتبر مقياساً موثقاً، إذ تم شرح المقياس للمريض بطرق واضحة لتسهيل الفهم والتعبير عن شدة الألم من أجل أن يختار المرضى مستويات الألم التي يشعرون بها بعد الاتصال بهم عن طريق المكالمات الهاتفية في كل نقطة زمنية، وذلك بالإشارة على خط مستقيم أفقي بطول 10 سم بين نقطتين تتراوح من 0-10 سم أي من عدم وجود ألم إلى وجود ألم غير متحمل أي أقصى ألم ممكن كما هو موضح في الجدول (1) (Tahira et al., 2025) (Usta, Arias, Avcı, & Silva, 2025)، وذلك بعد (8 - 24 - 48 - 72 ساعة وبعد أسبوع) من المعالجة.

جدول (1): معيار الألم التالي للمعالجة

0: لا يوجد ألم	شعور بأن السن المعالج طبيعي
1-3: ألم خفيف	يوجد ألم ولكنه غير مزعج ولا يحتاج إلى مسكنات
4-7: ألم متوسط	ألم مزعج ولكن يمكن تحمله، وإذا استخدم مسكنات فهي فعالة في تخفيفه
8-10: ألم شديد	ألم مزعج ولا يمكن تحمله، والمسكنات غير فعالة في تخفيفه

(de Freitas Portela et al., 2021) (CARDOSO TARALLO et al., 2018) (Junior et al.,)

(2016).

تم وصف الايبوبروفين 400 ملغ مثل (Ashraf et al., 2022) عند الشعور بألم شديد فقط، وطلب تسجيل شدة الألم القريبة من درجة الألم الذي تم معاناته قبل تناول المسكنات وطلب أيضاً عدم العودة إلى أخذ الدواء إلا عند

عودة الألم (Ehrmann, Messer, & Adams, 2003)، وتم إبلاغهم أيضاً أنه يمكنهم الاتصال بالطبيب في حالة احتياجهم إلى رعاية إضافية لمعالجة أي حالة طارئة متعلقة بالأسنان (Junior et al., 2016).

٢-٧-٤ مرحلة المتابعة:

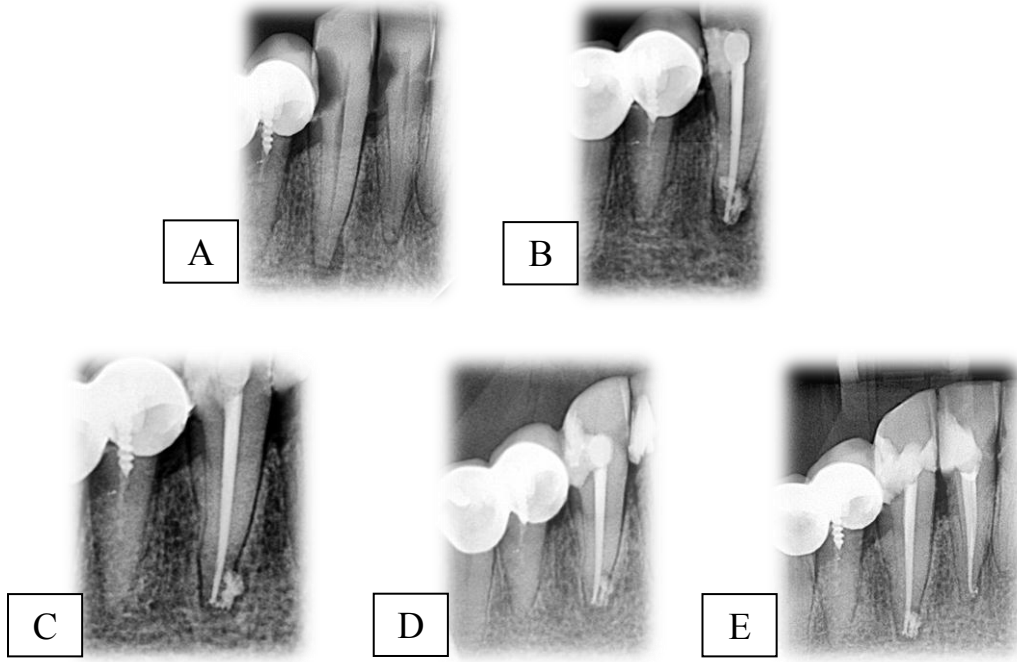
تم إجراء مراقبة المعالجة سريريًا وشعاعيًا بعد (3 أشهر و 6 أشهر و 12 شهراً)، حيث تمت مراقبة الشفاء وتراجع الآفة حول الذروية بأخذ الصور الشعاعية الذروية باستخدام حامل الأفلام داخل الفموي، وإجراء الفحص السريري (نواسير، حركة، انتباج).

تم تقييم نتيجة المعالجة من قبل باحثين مدربين في جامعة دمشق ليسو على دراية بطريقة المعالجة وفي حال اختلافاً في تحديد إحدى التقييمات تمت الاستعانة بباحث ثالث مدرب لتدوين نتيجة واحدة لكل تقييم.

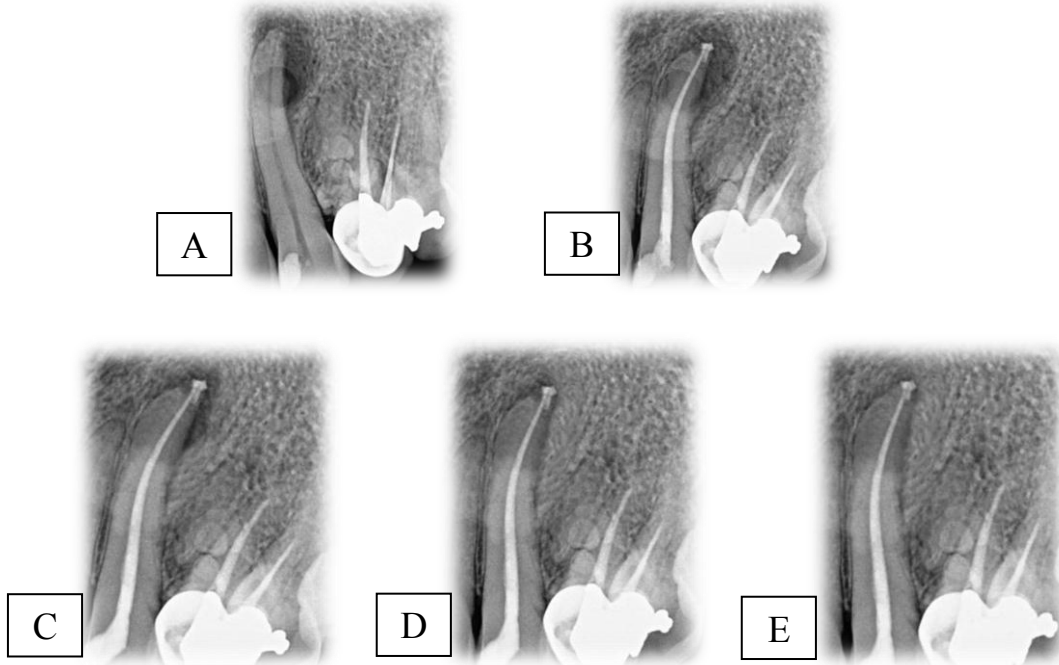
ولقد اعتمد في تقييم الشفاء على المعيار المتبع في بحث الأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب حول (دور المعاجين الحاشية للأقنية الجذرية في شفاء الآفات الذروية) (ركاب، ١٩٨٦) والمستند إلى معايير النجاح السريري في مؤشرات ضبط الجودة المنشورة من قبل جمعية طب الأسنان الأمريكية، إذ وُزعت نتائج الحالات المراقبة على أربع فئات وفق ما يلي الجدول (2).

جدول (2): يوضح معيار الشفاء

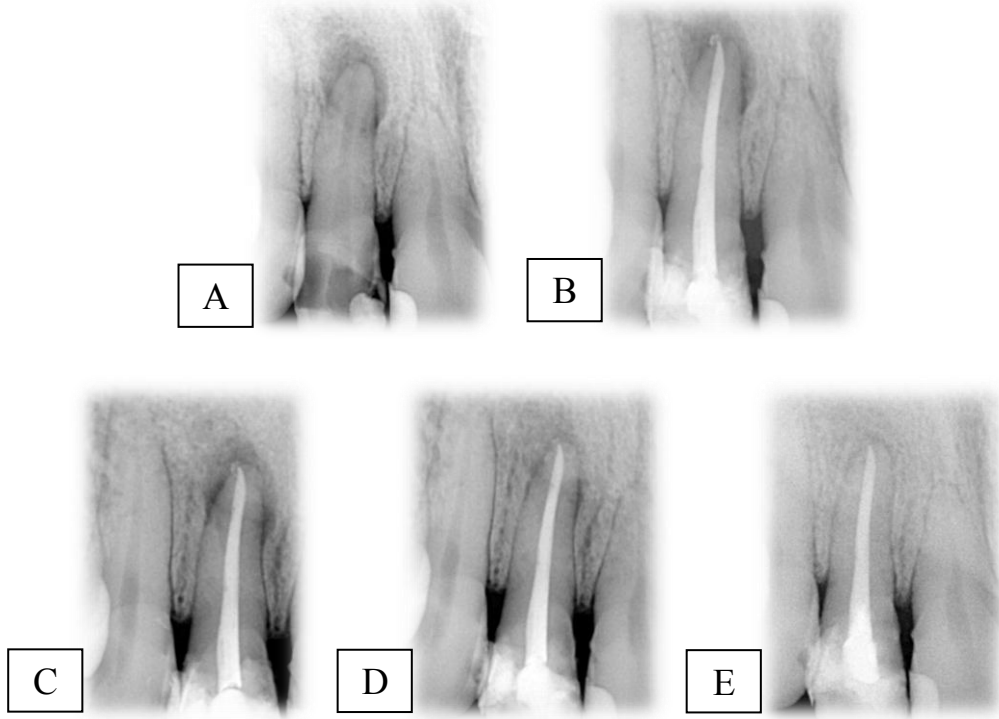
شعاعياً	سريرياً	
اختفاء الآفة نهائياً محيط وعرض الرباط حول السني طبيعي والعظم المحيط طبيعي	السن سليمة دون أية أعراض أو علامات	نجاح Success
نقصان حجم الآفة دون الاختفاء التام	السن سليمة دون أية أعراض أو علامات	تطوّر نحو الشفاء Healing
الآفة الموجودة لم يتبدل حجمها	السن سليمة دون أية أعراض أو علامات	شك Doubt
-الآفة الموجودة لم يتبدل حجمها مع أعراض -أو زيادة حجم الآفة بعد المعالجة	وجود أعراض أو علامات سريرية مزعجة للمريض	فشل Failure



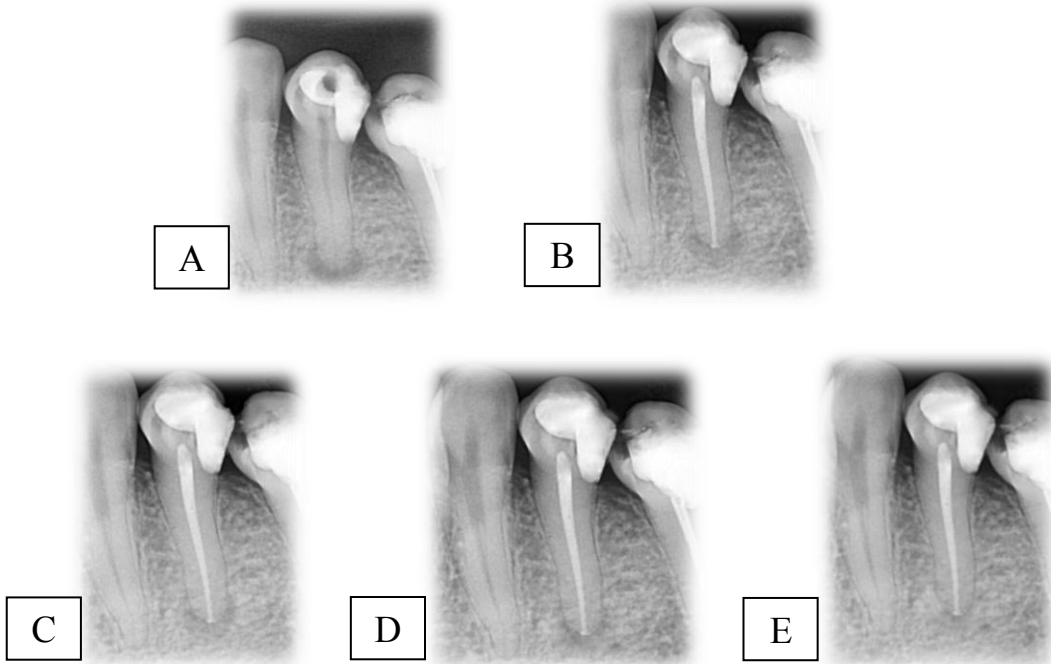
الشكل (57): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى 0.0 والتفعيل بالأمواج فوق الصوتية (A) قبل المعالجة، B بعد الحشو القنوي، C بعد 3 أشهر، D بعد 6 أشهر، E بعد سنة).



الشكل (58): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى 0.0 والتفعيل بال XP-Endo Finisher (A) قبل المعالجة، B بعد الحشو القنوي، C بعد 3 أشهر، D بعد 6 أشهر، E بعد سنة).



الشكل (59): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى ناقص 1 ملم من القراءة 0.0 والتفعيل بالأمواج فوق الصوتية (A) قبل المعالجة، (B) بعد الحشو القوي، (C) بعد 3 أشهر، (D) بعد 6 أشهر، (E) بعد سنة).



الشكل (60): حالة سريرية من مجموعة التحضير حتى ناقص 1 ملم من القراءة 0.0 والتفعيل بال XP-Endo Finisher (A) قبل المعالجة، (B) بعد الحشو القوي، (C) بعد 3 أشهر، (D) بعد 6 أشهر، (E) بعد سنة).

٢-٨ التحليل الإحصائي والاختبارات الإحصائية المستخدمة:

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج ال SPSS الإصدار 13.0

- أشار اختبار Kolmogorov-Smirnov أن قيم مقدار الألم بصرياً لا تتبع التوزيع الطبيعي، لذلك تم استخدام اختبارات لابارامترية Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في (قيم مقدار الألم بصرياً، وتكرارات درجة الشفاء) بين مجموعات الدراسة خلال فترات المتابعة.

- كما تم استخدام اختبار Wilcoxon لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة.

- وتم استخدام اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة.

- إنَّ قيم تعداد المستعمرات الجرثومية تتبع التوزيع الطبيعي ولذلك تم استخدام اختبارات بارامترية في دراسة تعداد المستعمرات الجرثومية، تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المجموعات المدروسة، وتم استخدام Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المجموعات المدروسة، ثم T ستيودنت لدراسة دلالة الفروق الثنائية بين مراحل أخذ العينات الثلاث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

الباب الثالث:

النتائج والتحليل

الإحصائية
Results
and Statistical
Analysis

٣-الباب الثالث: النتائج والتحليل الإحصائية

Results and Statistical Analysis

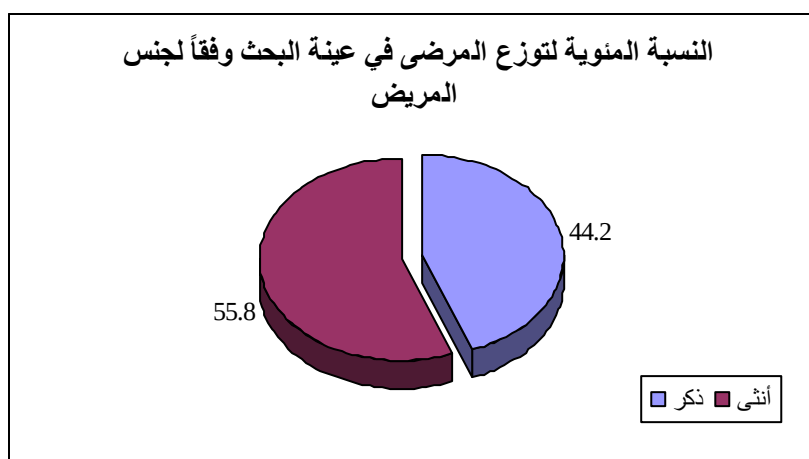
٣-١ وصف العينة :Description of study sample

تألفت عينة البحث من 60 سناً وحيد القناة ووحيد الجذر لدى 52 مريضاً ومريضة تراوحت أعمارهم بين 20 و45 عاماً، وكانت الأسنان في عينة البحث مقسمة إلى أربع مجموعات متساوية وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة (التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher). وقد كان توزع الأسنان والمرضى في عينة البحث كما يلي:

١- توزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض:

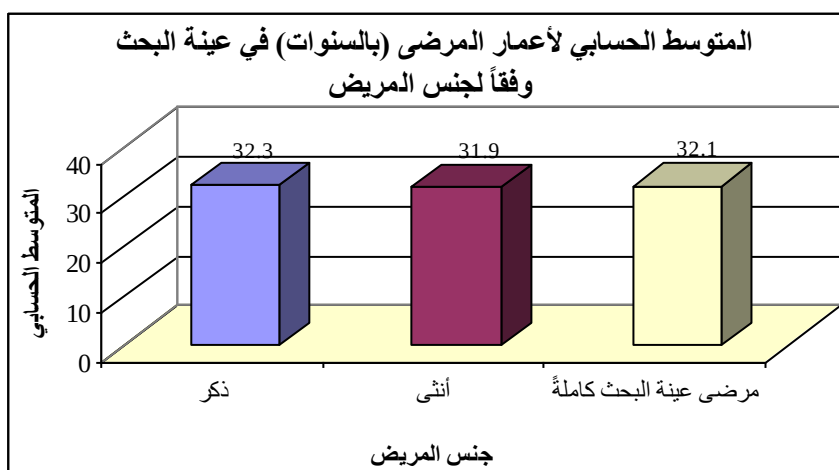
جدول (3): يبين توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض

جنس المريض	عدد المرضى	النسبة المئوية
ذكر	23	44.2
أنثى	29	55.8
المجموع	52	100



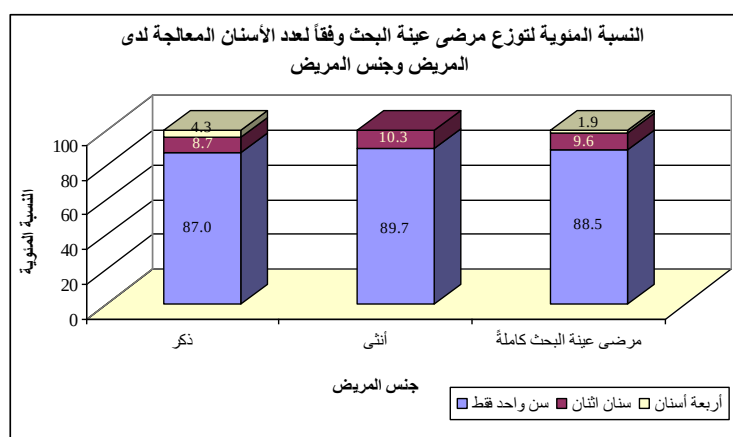
مخطط (2): يمثل النسبة المئوية لتوزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض

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



مخطط (3): يمثل المتوسط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض

٣- توزيع المرضى في عينة البحث وفقاً لعدد الأسنان المعالجة لدى المريض وبنسبته:

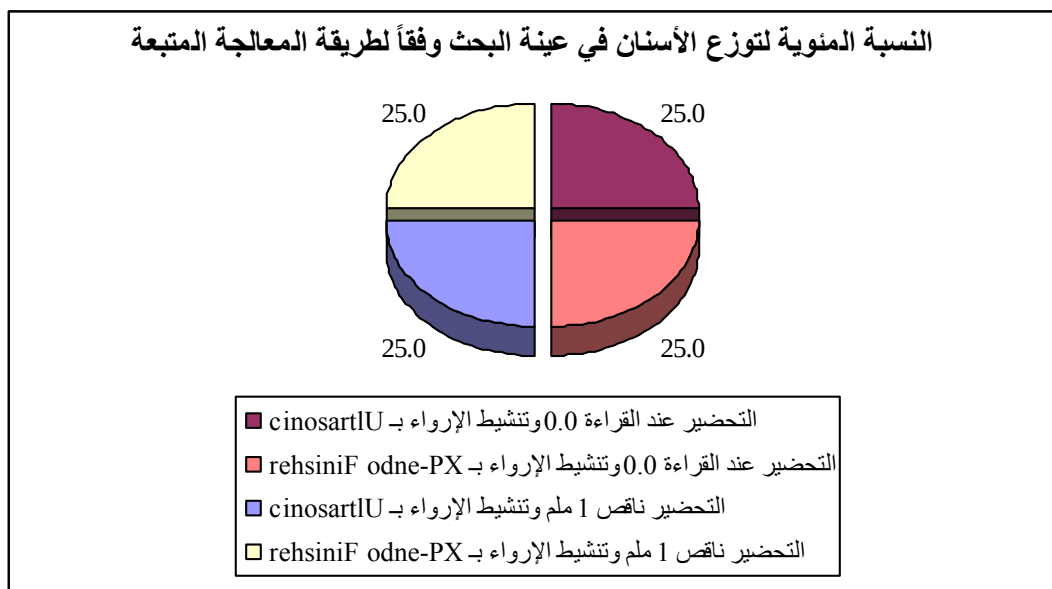


مخطط (4): يمثل النسبة المئوية لتوزيع المرضى في عينة البحث وفقاً لعدد الأسنان المعالجة لدى المريض وبنسبته

٤- توزيع عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة:

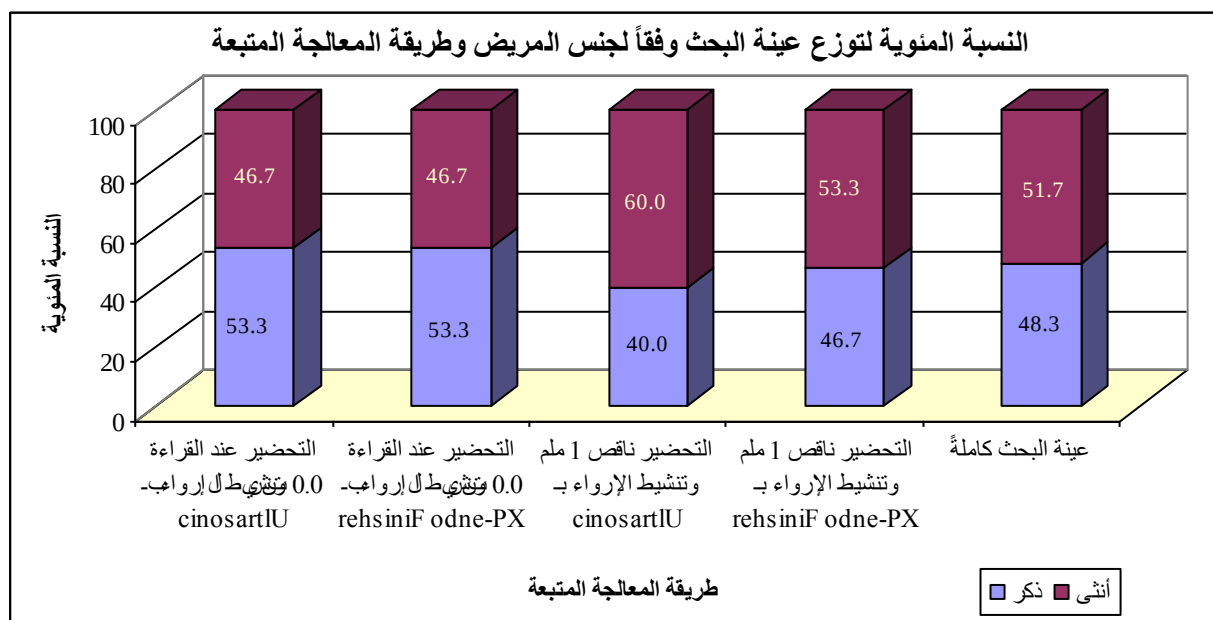
جدول (4): يبين توزيع عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة

طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	النسبة المئوية
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	25.0
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	25.0
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	25.0
التحضير ناقص ١ ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	25.0
المجموع	60	100



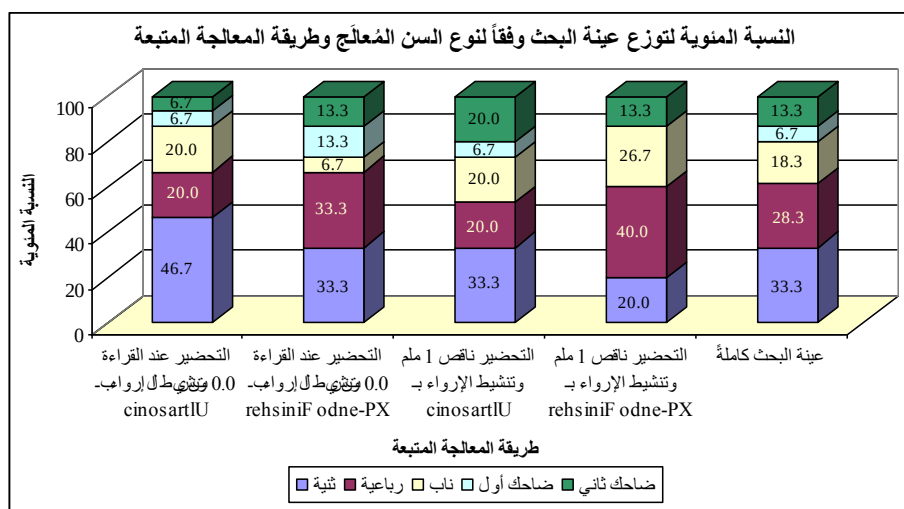
مخطط (5): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة

٥ - توزيع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة المعالجة المتبعة:

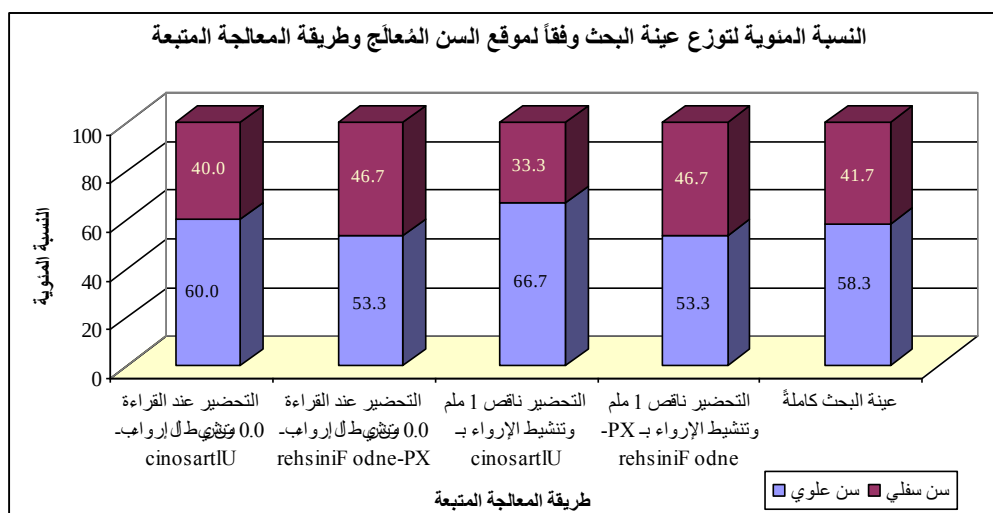


مخطط (6): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لجنس المريض وطريقة المعالجة المتبعة

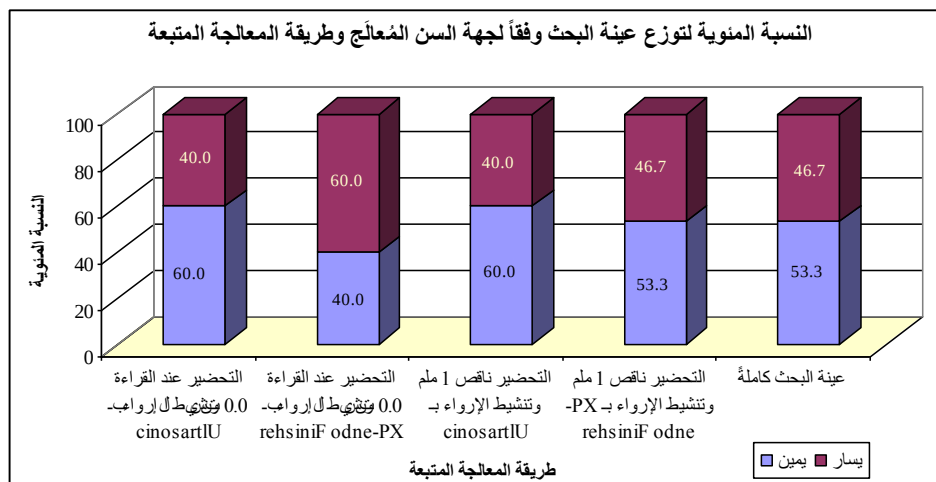
٦- توزيع عينة البحث وفقاً لبعض خصائص الأسنان المعالجة وطريقة المعالجة المتبعة:



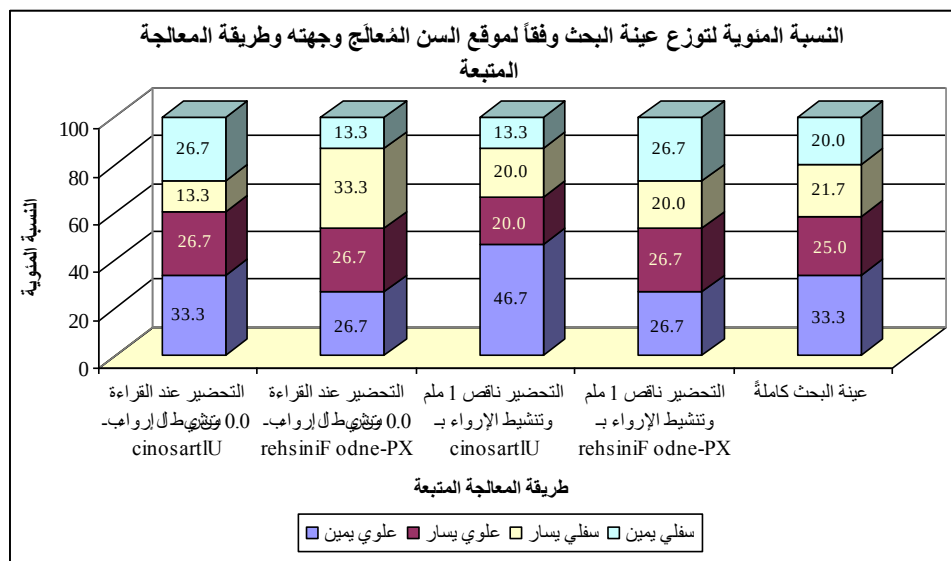
مخطط (7): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لنوع السن المُعالَج وطريقة المعالجة المتبعة



مخطط (8): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لموقع السن المُعالَج وطريقة المعالجة المتبعة



مخطط (9): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لجهة السن المُعالَج وطريقة المعالجة المتبعة



مخطط (10): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لموقع السن المُعالج وجهته وطريقة المعالجة المتبعة

٣-٢ الدراسة الإحصائية التحليلية:

تم إحصاء تعداد المستعمرات الجرثومية (CFU) وتم حساب تعداد المستعمرات الجرثومية (بالآلاف) وتم حساب اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية لنوعين اثنين من الجراثيم (جراثيم هوائية، جراثيم لاهوائية) في ثلاث مراحل مختلفة (قبل المعالجة، بعد التحضير، بعد الإرواء) لكل سن من الأسنان المدروسة في عينة البحث، وتم حساب مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في كل من المرحلتين (بعد التحضير، بعد الإرواء) في كل من نوعي الجراثيم المدروسين لكل سن من الأسنان المدروسة وفقاً للمعادلتين التاليتين:

مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير في كل نوع جراثيم لكل سن = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير - اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية قبل المعالجة لنوع الجراثيم نفسه للسن نفسه

مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء في كل نوع جراثيم لكل سن = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء - اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية قبل المعالجة لنوع الجراثيم نفسه للسن نفسه

وتم حساب نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في كل من المرحلتين (بعد التحضير، بعد الإرواء) في كل من نوعي الجراثيم المدروسين لكل سن من الأسنان المدروسة وفقاً للمعادلتين التاليتين:

نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير في كل نوع جراثيم لكل سن = (مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير ÷ اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية قبل المعالجة) $\times 100$ لنوع الجراثيم نفسه للسن نفسه

نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء في كل نوع جراثيم لكل سن = (مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء ÷ اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية قبل المعالجة) $\times 100$ لنوع الجراثيم نفسه للسن نفسه

كما تم قياس مقدار الألم بصرياً وتم تحديد درجة الألم في خمس فترات زمنية مختلفة (بعد ثماني ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام، بعد أسبوع واحد) وتمت مراقبة درجة الشفاء في ثلاث فترات زمنية مختلفة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) لكل سن من الأسنان المدروسة في عينة البحث، وقد تم إعطاء قيمة متزايدة تصاعدياً لكل درجة من درجات الألم والشفاء وفقاً لشدة المتغير المدروس كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (5): يبين الدرجات المعتمدة لكل من الألم والشفاء في عينة الدراسة السريرية والقيمة الموافقة المُعطاة لكل درجة

القيمة الموافقة المُعطاة	درجة الشفاء	درجة الألم
0	فشل	لا يوجد ألم
1	شك	ألم خفيف
2	في طور الشفاء	ألم متوسط الشدة
3	نجاح	ألم شديد

ثم تمت دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية والمرحلة المدروسة في قيم كل من المتغيرات المقاسة والمحسوبة في عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

٣-٢-١ دراسة اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية:

• دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة

البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة:

• تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط اللوغاريتم العشري

لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة (التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط

الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher، التحضير

ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo

Finisher) في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة كما يلي:

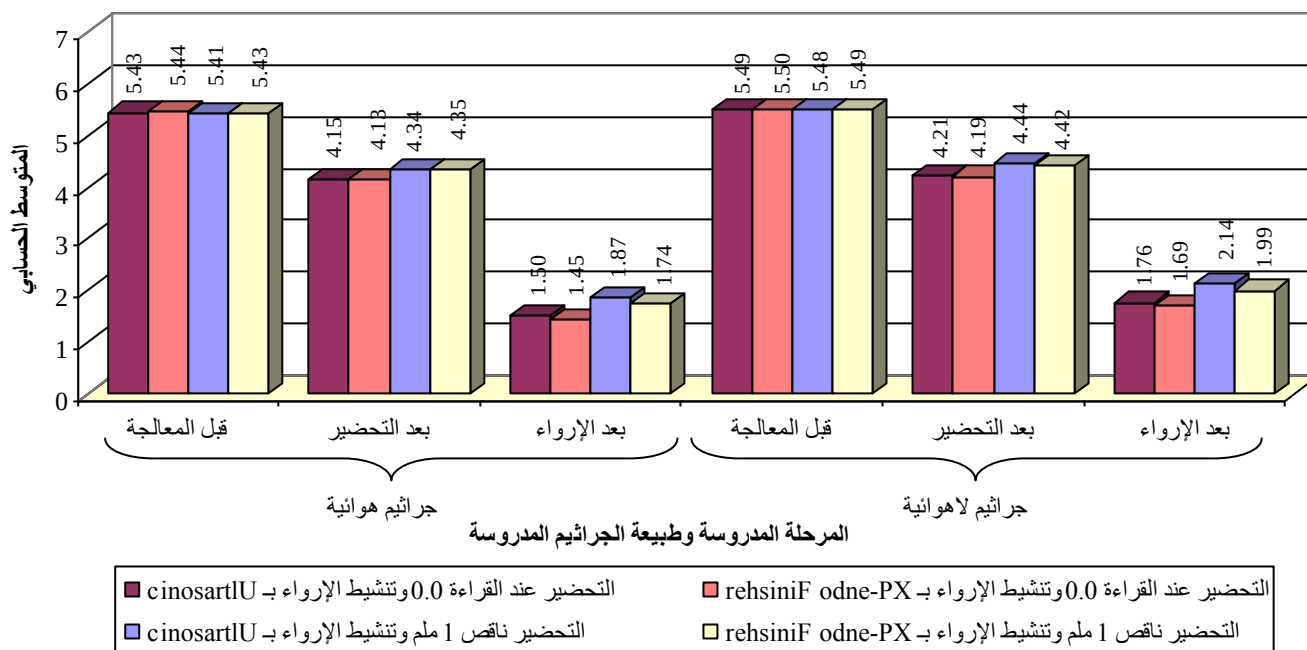
• إحصاءات وصفية:

جدول (6): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم	المرحلة المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
جراثيم هوائية	قبل المعالجة	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	5.43	0.16	5.16	5.72
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	5.44	0.17	5.18	5.72
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	5.41	0.17	5.02	5.62
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	5.43	0.17	5.04	5.71
جراثيم هوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	4.15	0.18	3.83	4.43
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	4.13	0.18	3.88	4.42
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	4.34	0.20	3.87	4.57
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	4.35	0.16	3.96	4.56
جراثيم هوائية	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	1.50	0.79	0	2.04
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	1.45	0.78	0	2.32
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	1.87	0.79	0	2.52
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	1.74	0.74	0	2.32
جراثيم	قبل	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	5.49	0.14	5.26	5.74

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية						
طبيعة الجراثيم	المرحلة المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى / الحد الأعلى
لاهوائية	المعالجة	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	5.50	0.15	5.27 / 5.74
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	5.48	0.14	5.21 / 5.68
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	5.49	0.15	5.15 / 5.75
	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	4.21	0.16	3.93 / 4.44
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	4.19	0.15	3.96 / 4.44
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	4.44	0.15	4.13 / 4.64
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	4.42	0.16	4.08 / 4.65
	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	1.76	0.52	0 / 2.11
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	1.69	0.53	0 / 2.34
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	2.14	0.23	1.70 / 2.49
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	1.99	0.37	1.30 / 2.48

المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة



مخطط (11): يمثل المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (7): يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية				
طبيعة الجراثيم المدروسة	المرحلة المدروسة	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
جراثيم هوائية	قبل المعالجة	0.066	0.978	لا توجد فروق دالة
	بعد التحضير	6.276	0.001	توجد فروق دالة
	بعد الإرواء	1.022	0.390	لا توجد فروق دالة
جراثيم لاهوائية	قبل المعالجة	0.023	0.995	لا توجد فروق دالة
	بعد التحضير	10.712	0.000	توجد فروق دالة
	بعد الإرواء	3.493	0.021	توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 قبل المعالجة مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم الهوائية، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة (التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher)، وذلك قبل المعالجة مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم الهوائية في عينة البحث.

أما بعد التحضير مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة المعالجة المتبعة (التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher)، وذلك بعد التحضير مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية في عينة البحث، ولمعرفة أي مجموعات طريقة المعالجة المتبعة تختلف

عن الأخريات جوهرياً في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين كل زوج من مجموعات طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وذلك بعد التحضير وفقاً لطبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية كما يلي:

- نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول (8): يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة، وذلك بعد التحضير وفقاً لطبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية.

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم المدروسة		المجموعة (I)	المجموعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
جراثيم هوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.01	0.07	1.000	لا توجد فروق دالة
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.19	0.07	0.032	توجد فروق دالة
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.20	0.07	0.021	توجد فروق دالة
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.20	0.07	0.020	توجد فروق دالة
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.21	0.07	0.013	توجد فروق دالة
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.01	0.07	1.000	لا توجد فروق دالة
جراثيم لاهوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.01	0.06	1.000	لا توجد فروق دالة
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.23	0.06	0.001	توجد فروق دالة
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.21	0.06	0.003	توجد فروق دالة

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم المدروسة		المجموعة (I)	المجموعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.24	0.06	0.000	توجد فروق دالة
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.22	0.06	0.001	توجد فروق دالة
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.02	0.06	1.000	لا توجد فروق دالة
	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.07	0.16	1.000	لا توجد فروق دالة
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.38	0.16	0.111	لا توجد فروق دالة
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.23	0.16	0.862	لا توجد فروق دالة
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.45	0.16	0.036	توجد فروق دالة
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.30	0.16	0.365	لا توجد فروق دالة
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.15	0.16	1.000	لا توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير بين كل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher وكل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة، وعند المقارنة في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية اللاهوائية بعد الإرواء بين مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ

XP-Endo Finisher ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير في كل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher كانت أصغر منها في كل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة، ونستنتج أن قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية اللاهوائية بعد الإرواء في مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher كانت أصغر منها في مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic في عينة البحث.

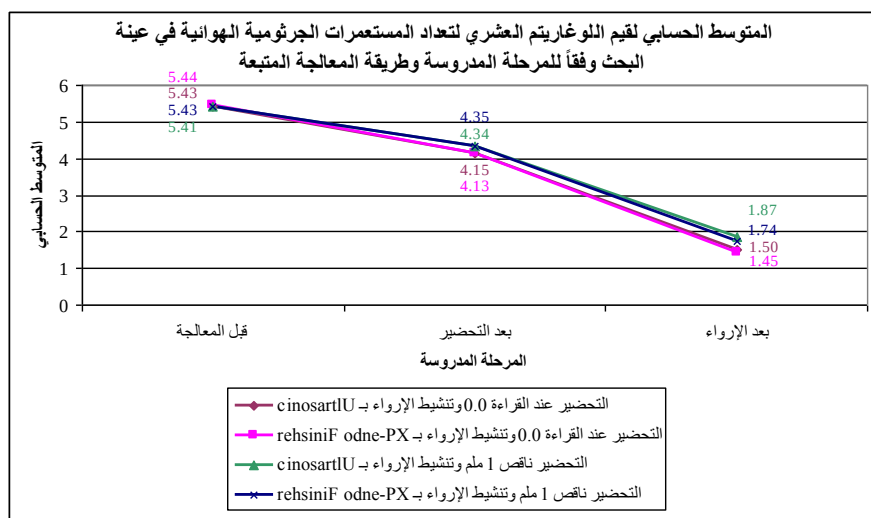
أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية مجموعات طريقة المعالجة المتبعة المعنية في عينة البحث.

- دراسة تأثير التحضير والإرواء في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث:
- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل المعالجة، بعد التحضير، بعد الإرواء) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة كما يلي:

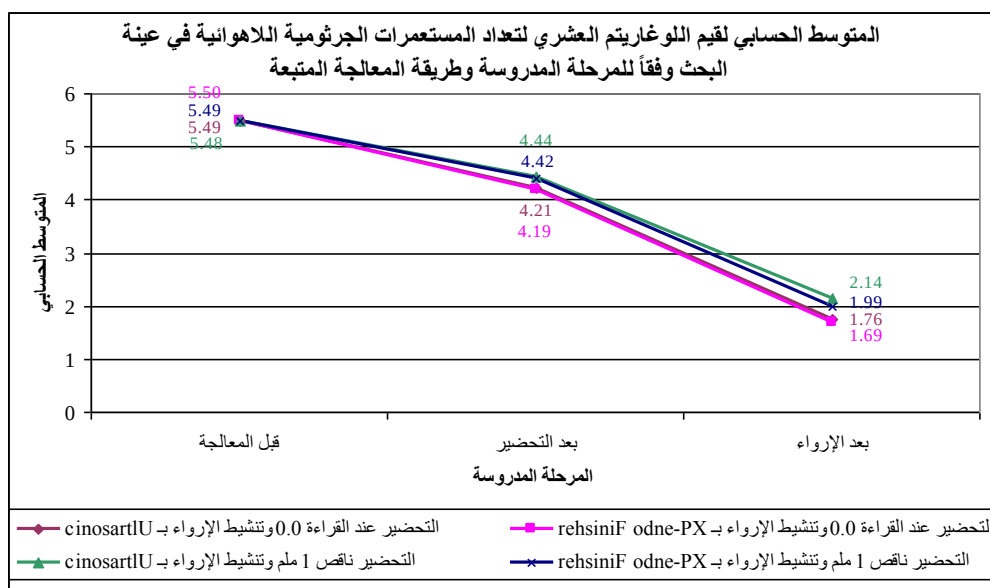
• إحصاءات وصفية:

جدول (9): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى للوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة وطبيعة الجراثيم المدروسة

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية						
طبيعة الجراثيم المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	المرحلة المدروسة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى الحد الأعلى
جراثيم هوائية	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	قبل المعالجة	15	5.43	0.16	5.16
		بعد التحضير	15	4.15	0.18	3.83
		بعد الإرواء	15	1.50	0.79	0
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	قبل المعالجة	15	5.44	0.17	5.18
		بعد التحضير	15	4.13	0.18	3.88
		بعد الإرواء	15	1.45	0.78	0
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	قبل المعالجة	15	5.41	0.17	5.02
		بعد التحضير	15	4.34	0.20	3.87
		بعد الإرواء	15	1.87	0.79	0
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	قبل المعالجة	15	5.43	0.17	5.04
		بعد التحضير	15	4.35	0.16	3.96
		بعد الإرواء	15	1.74	0.74	0
جراثيم لاهوائية	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	قبل المعالجة	15	5.49	0.14	5.26
		بعد التحضير	15	4.21	0.16	3.93
		بعد الإرواء	15	1.76	0.52	0
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	قبل المعالجة	15	5.50	0.15	5.27
		بعد التحضير	15	4.19	0.15	3.96
		بعد الإرواء	15	1.69	0.53	0
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	قبل المعالجة	15	5.48	0.14	5.21
		بعد التحضير	15	4.44	0.15	4.13
		بعد الإرواء	15	2.14	0.23	1.70
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	قبل المعالجة	15	5.49	0.15	5.15
		بعد التحضير	15	4.42	0.16	4.08
		بعد الإرواء	15	1.99	0.37	1.30



مخطط (12): يمثل المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية الهوائية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة.



مخطط (13): يمثل المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية اللاهوائية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة

• نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة:

جدول (10): يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل المعالجة، بعد التحضير، بعد الإرواء) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة وطبيعة الجراثيم المدروسة

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية					
طبيعة الجراثيم	طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة في القيم بين المرحلتين	المتوسط الفرق بين القيم	المتوسط الفرق بين القيم	دلالة الفروق
جراثيم هوائية	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.29	-99.313	0.000
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.94	-22.754	0.000
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.65	-16.001	0.000
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP- Endo Finisher	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.31	-126.745	0.000
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.99	-24.042	0.000
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.69	-16.047	0.000
	التحضير ناقص ١ ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.08	-88.838	0.000
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.54	-20.713	0.000
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.46	-15.060	0.000
	التحضير ناقص ١ ملم وتنشيط الإرواء بـ XP- Endo Finisher	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.08	-103.672	0.000
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.68	-22.637	0.000
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.60	-16.214	0.000

المتغير المدروس = اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية					
طبيعة الجراثيم	طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة في القيم بين المرحلتين	المتوسط	المتغير	دلالة الفروق
جراثيم لاهوائية	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.29	-102.429	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.74	-32.426	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.45	-21.793	توجد فروق دالة
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.30	-140.446	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.81	-33.954	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.50	-22.592	توجد فروق دالة
	التحضير ناقص ١ ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.05	-86.392	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.34	-80.206	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.30	-62.323	توجد فروق دالة
	التحضير ناقص ١ ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد التحضير - قبل المعالجة	-1.07	-83.537	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - قبل المعالجة	-3.50	-47.717	توجد فروق دالة
		بعد الإرواء - بعد التحضير	-2.42	-34.408	توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 في جميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة ومهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير وبعد الإرواء كانت أصغر منها قبل المعالجة، وأن قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء كانت أصغر منها بعد التحضير مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة ومهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة في عينة البحث.

- دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة في مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة:

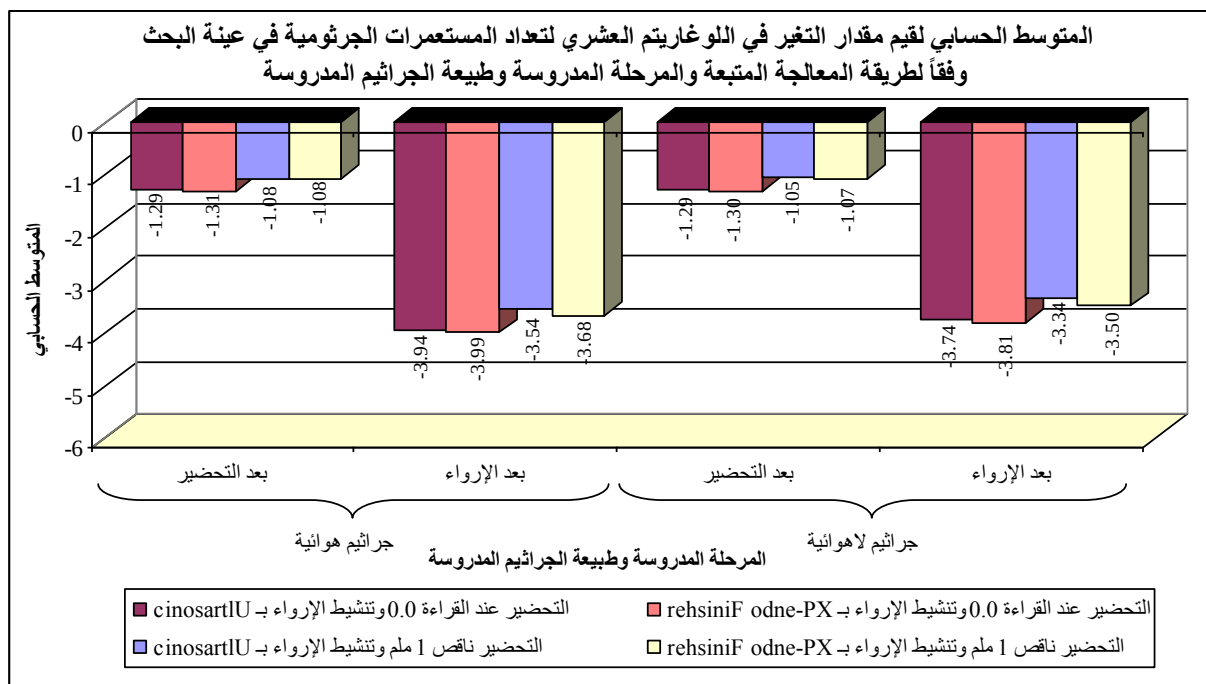
- تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة (التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo

Finisher، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة كما يلي:

• إحصاءات وصفية:

جدول (11): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة.

المتغير المدروس = مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم	المرحلة المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
جراثيم هوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-1.29	0.05	-1.36	-1.20
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-1.31	0.04	-1.38	-1.22
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-1.08	0.05	-1.15	-0.99
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-1.08	0.04	-1.14	-1.00
	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-3.94	0.67	-5.27	-3.40
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-3.99	0.64	-5.23	-3.39
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-3.54	0.66	-5.16	-2.81
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-3.68	0.63	-5.26	-3.21
جراثيم لاهوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-1.29	0.05	-1.36	-1.21
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-1.30	0.04	-1.37	-1.22
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-1.05	0.05	-1.15	-0.99
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-1.07	0.05	-1.14	-0.99
	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-3.74	0.45	-5.26	-3.37
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-3.81	0.43	-5.27	-3.40
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-3.34	0.16	-3.61	-3.12
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-3.50	0.28	-3.99	-3.10



مخطط (14): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة.

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (12): يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة.

المتغير المدروس = مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية				
طبيعة الجراثيم المدروسة	المرحلة المدروسة	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
جراثيم هوائية	بعد التحضير	120.121	0.000	توجد فروق دالة
	بعد الإرواء	1.596	0.201	لا توجد فروق دالة
جراثيم لاهوائية	بعد التحضير	134.641	0.000	توجد فروق دالة
	بعد الإرواء	5.568	0.002	توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 بعد الإرواء في مجموعة الجراثيم

الهوائية، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير في

اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية الهوائية بعد الإرواء بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة

(التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-

Endo Finisher، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher في عينة البحث.

أما بعد التحضير مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة المعالجة المتبعة (التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher)، وذلك بعد التحضير مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية في عينة البحث، ولمعرفة أي مجموعات طريقة المعالجة المتبعة تختلف عن الأخريات جوهرياً في قيم مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين كل زوج من مجموعات طريقة المعالجة المتبعة، وذلك بعد التحضير وفقاً لطبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية في عينة البحث كما يلي:

- نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول (13): يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة، وذلك بعد التحضير وفقاً لطبيعة الجراثيم المدروسة وبعد الإرواء في مجموعة الجراثيم اللاهوائية في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم المدروسة		المجموعة (I)	المجموعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
جراثيم هوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.02	0.02	1.000	لا توجد فروق دالة

المتغير المدروس = مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم المدروسة		المجموعة (I)	المجموعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.21	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.21	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.23	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.23	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.00	0.02	1.000	لا توجد فروق دالة
جراثيم لاهوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.02	0.02	1.000	لا توجد فروق دالة
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.24	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.21	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.26	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
			التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.23	0.02	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.02	0.02	0.910	لا توجد فروق دالة
	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.07	0.13	1.000	لا توجد فروق دالة

المتغير المدروس = مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم المدروسة	المجموعة (I)	المجموعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق	
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.39	0.13	0.021	توجد فروق دالة	
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.24	0.13	0.400	لا توجد فروق دالة	
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	-0.46	0.13	0.004	توجد فروق دالة	
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	-0.31	0.13	0.111	لا توجد فروق دالة	
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0.15	0.13	1.000	لا توجد فروق دالة	

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير بين كل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher وكل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة، وعند المقارنة في قيم مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية اللاهوائية بعد الإرواء بين مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic وكل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة المذكورة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن مقدار التغير (بالقيم المطلقة) في اللوغاريتم

العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير في كل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher كان أكبر منه في كل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة مهما كانت طبيعة الجراثيم المدروسة، ونستنتج أن مقدار التغير (بالقيم المطلقة) في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية اللاهوائية بعد الإرواء في مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic كان أصغر منه في كل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة المعنية في عينة البحث.

• دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة في نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات

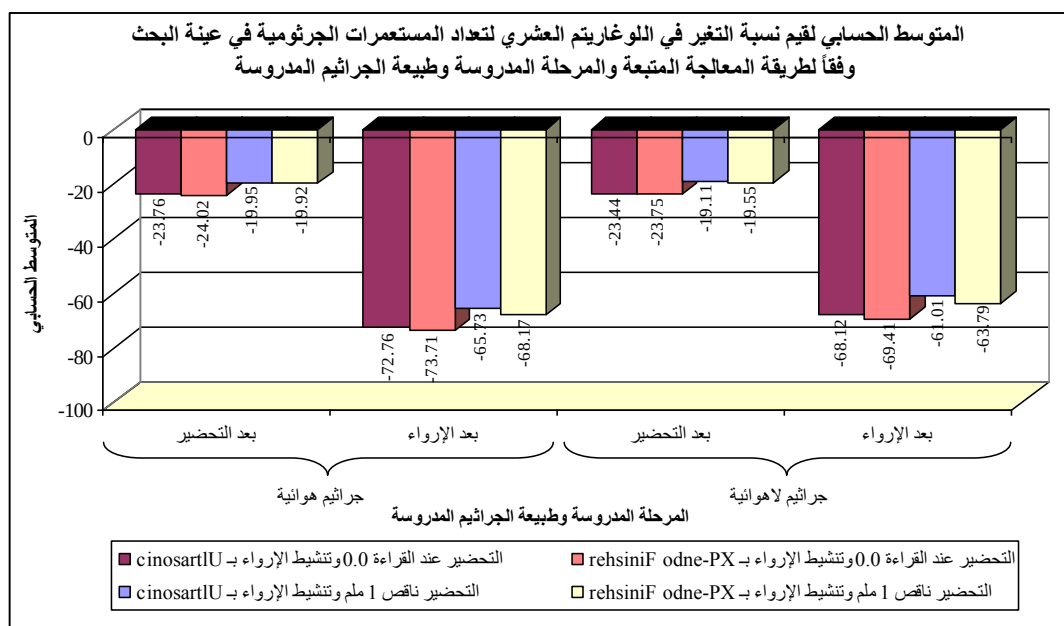
الجرثومية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة:

• إحصاءات وصفية:

جدول (14): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لنسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة وطبيعة الجراثيم المدروسة.

المتغير المدروس = نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم	المرحلة المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
جراثيم هوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-23.76	1.34	-26.2	-21.9
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-24.02	1.09	-25.7	-21.9
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-19.95	1.33	-22.9	-18.0
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-19.92	0.85	-21.4	-18.2
	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-72.76	14.28	-100	-62.5

المتغير المدروس = نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية							
طبيعة الجراثيم	المرحلة المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-73.71	13.96	-100	-59.4
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-65.73	14.39	-100	-52.7
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-68.17	13.46	-100	-58.0
جراثيم لاهوائية	بعد التحضير	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-23.44	1.21	-25.7	-21.7
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-23.75	0.86	-24.8	-21.8
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-19.11	1.00	-21.3	-17.9
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-19.55	1.04	-21.0	-17.8
	بعد الإرواء	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-68.12	9.34	-100	-61.4
		التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-69.41	9.33	-100	-59.2
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	-61.01	3.56	-67.9	-55.6
		التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	-63.79	6.19	-75.4	-55.6



مخطط (15): يمثل المتوسط الحسابي لقيم نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والمرحلة المدروسة.

يمكن تلخيص نتائج الدراسة الإحصائية الجرثومية بما يلي:

١. قبل تحضير الأقمية الجذرية: **عدم وجود فروق دالة إحصائية** في متوسط تعداد الجراثيم الهوائية واللاهوائية بين مجموعات الدراسة الأربعة.
٢. بعد تحضير الأقمية الجذرية: تفوقت مجموعتي توسيع الثقبة الذروية على مجموعتي عدم توسيع الثقبة الذروية في تخفيض متوسط تعداد الجراثيم الهوائية واللاهوائية **بفروق ذات دلالة إحصائية**.
٣. بعد تحضير وتطهير الأقمية الجذرية: **عدم وجود فروق دالة إحصائية** في متوسط تعداد الجراثيم بعد تطهير الأقمية.
٤. في دراسة مقدار التغير، بعد تحضير وتطهير الأقمية الجذرية (الجراثيم اللاهوائية): كان مقدار التغير في مجموعة التحضير حتى ناقص 1 ملم والتفعيل بالأمواج فوق الصوتية أصغر منه في كل من مجموعتي توسيع الثقبة الذروية بغض النظر عن وسيلة التفعيل المستخدمة.
٥. تناقص التعداد الجرثومي في مرحلة مابعد التحضير أكثر من ما قبل التحضير في جميع المجموعات، وتناقص أيضاً في مرحلة مابعد الإرواء عن المراحل السابقة في جميع المجموعات.

٣-٢-٢ دراسة مقدار الألم بصرياً في عينة البحث:

- دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة في مقدار الألم بصرياً وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

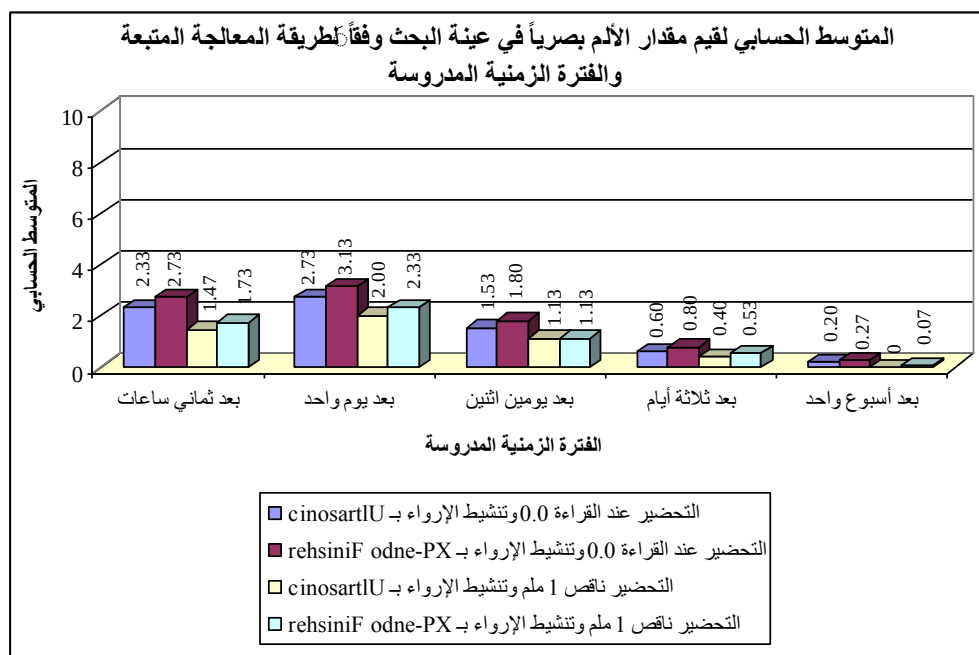
تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة (مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher، مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic، مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher) في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول (15): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً						الفترة الزمنية
الحد الأدنى	الحد الأعلى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد الأسنان	طريقة المعالجة المتبعة	
0	5	1.63	2.33	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ثماني ساعات
0	7	1.91	2.73	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	5	1.64	1.47	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	
0	5	1.71	1.73	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	8	2.15	2.73	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد يوم واحد
0	8	2.50	3.13	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	5	1.89	2.00	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	
0	6	1.95	2.33	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	4	1.46	1.53	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد يومين اثنين
0	5	1.57	1.80	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	4	1.51	1.13	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	
0	4	1.36	1.13	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	3	0.91	0.60	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ثلاثة أيام
0	3	1.01	0.80	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	2	0.83	0.40	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	
0	3	0.99	0.53	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً						الفترة الزمنية
الحد الأدنى	الحد الأعلى	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد الأسنان	طريقة المعالجة المتبعة	
0	2	0.56	0.20	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد أسبوع واحد
0	2	0.59	0.27	15	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	
0	0	0	0	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	
0	1	0.26	0.07	15	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	



مخطط (16): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة.

نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

جدول (16): يبين نتائج اختبار *Kruskal-Wallis* لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة الأربع المدروسة في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً				
الفترة الزمنية المدروسة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد ثمان ساعات	4.167	3	0.244	لا توجد فروق دالة
بعد يوم واحد	1.804	3	0.614	لا توجد فروق دالة
بعد يومين اثنين	2.483	3	0.478	لا توجد فروق دالة
بعد ثلاثة أيام	2.745	3	0.433	لا توجد فروق دالة
بعد أسبوع واحد	3.683	3	0.298	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة الأربع المدروسة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة البحث.

• دراسة تأثير الفترة الزمنية المدروسة في مقدار الألم بصرياً وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة في عينة

البحث:

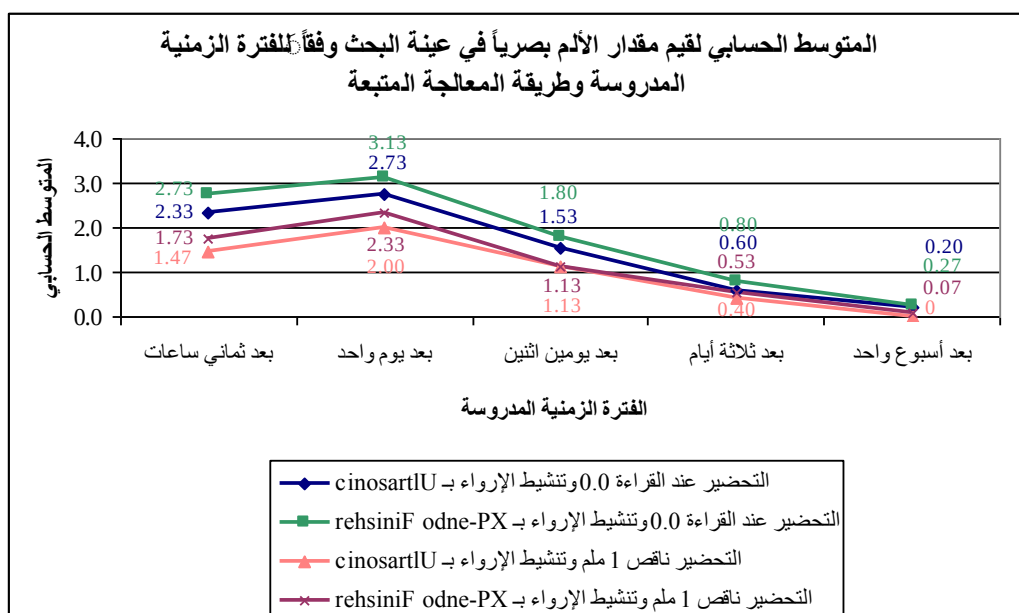
تم إجراء اختبار Wilcoxon للترتيب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ثماني ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام، بعد أسبوع واحد) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة كما يلي:

-إحصاءات وصفية:

جدول (17): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة.

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً					
طريقة المعالجة المتبعة	الفترة الزمنية المدروسة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى / الحد الأعلى
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ثماني ساعات	15	2.33	1.63	0
	بعد يوم واحد	15	2.73	2.15	0
	بعد يومين اثنين	15	1.53	1.46	0
	بعد ثلاثة أيام	15	0.60	0.91	0
	بعد أسبوع واحد	15	0.20	0.56	0
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد ثماني ساعات	15	2.73	1.91	0
	بعد يوم واحد	15	3.13	2.50	0
	بعد يومين اثنين	15	1.80	1.57	0
	بعد ثلاثة أيام	15	0.80	1.01	0
	بعد أسبوع واحد	15	0.27	0.59	0
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ثماني ساعات	15	1.47	1.64	0
	بعد يوم واحد	15	2.00	1.89	0
	بعد يومين اثنين	15	1.13	1.51	0
	بعد ثلاثة أيام	15	0.40	0.83	0

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً					
طريقة المعالجة المتبعة	الفترة الزمنية المدروسة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الحد الأدنى / الحد الأعلى
	بعد أسبوع واحد	15	0	0	0
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد ثماني ساعات	15	1.73	1.71	0
	بعد يوم واحد	15	2.33	1.95	0
	بعد يومين اثنين	15	1.13	1.36	0
	بعد ثلاثة أيام	15	0.53	0.99	0
	بعد أسبوع واحد	15	0.07	0.26	0



مخطط (17): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقدار الألم بصرياً في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة.

-نتائج اختبار Wilcoxon للترتيب ذات الإشارة الجبرية:

جدول (18): يبين نتائج اختبار Wilcoxon للترتيب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (بعد ثماني ساعات، بعد يوم واحد، بعد يومين اثنين، بعد ثلاثة أيام، بعد أسبوع واحد) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً					طريقة المعالجة المتبعة
دلالة الفروق	قيمة مستوى الدلالة	قيمة Z	الفرق بين المتوسطين	المقارنة بين الفترتين:	
لا توجد فروق دالة	0.132	-1.508	0.40	بعد يوم واحد - بعد ثماني ساعات	التحضير عند القراءة
توجد فروق دالة	0.0097	-2.585	-0.80	بعد يومين اثنين - بعد ثماني ساعات	0.0 وتنشيط الإرواء
توجد فروق دالة	0.002	-3.169	-1.73	بعد ثلاثة أيام - بعد ثماني ساعات	بـ Ultrasonic

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً					
طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة بين الفترتين:	الفرق بين المتوسطين	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
	بعد أسبوع واحد - بعد ثماني ساعات	-2.13	-3.093	0.002	توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد يوم واحد	-1.20	-3.169	0.002	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد يوم واحد	-2.13	-3.222	0.001	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يوم واحد	-2.53	-3.207	0.001	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد يومين اثنين	-0.93	-2.889	0.004	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يومين اثنين	-1.33	-2.836	0.005	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد ثلاثة أيام	-0.40	-2.449	0.014	توجد فروق دالة
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد يوم واحد - بعد ثماني ساعات	0.40	-1.294	0.196	لا توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد ثماني ساعات	-0.93	-3.071	0.002	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد ثماني ساعات	-1.93	-3.204	0.001	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد ثماني ساعات	-2.47	-3.224	0.001	توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد يوم واحد	-1.33	-2.989	0.003	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد يوم واحد	-2.33	-3.210	0.001	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يوم واحد	-2.87	-3.204	0.001	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد يومين اثنين	-1.00	-2.877	0.004	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يومين اثنين	-1.53	-2.969	0.003	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد ثلاثة أيام	-0.53	-2.530	0.011	توجد فروق دالة
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد يوم واحد - بعد ثماني ساعات	0.53	-2.271	0.023	توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد ثماني ساعات	-0.33	-1.518	0.129	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد ثماني ساعات	-1.07	-2.549	0.011	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد ثماني ساعات	-1.47	-2.555	0.011	توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد يوم واحد	-0.87	-2.739	0.006	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد يوم واحد	-1.60	-2.831	0.005	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يوم واحد	-2.00	-2.812	0.005	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد يومين اثنين	-0.73	-2.232	0.026	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يومين اثنين	-1.13	-2.232	0.026	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد ثلاثة أيام	-0.40	-1.732	0.083	لا توجد فروق دالة
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد يوم واحد - بعد ثماني ساعات	0.60	-2.714	0.007	توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد ثماني ساعات	-0.60	-2.460	0.014	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد ثماني ساعات	-1.20	-2.719	0.007	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد ثماني ساعات	-1.67	-2.694	0.007	توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد يوم واحد	-1.20	-3.145	0.002	توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام - بعد يوم واحد	-1.80	-3.097	0.002	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يوم واحد	-2.27	-3.078	0.002	توجد فروق دالة

المتغير المدروس = مقدار الألم بصرياً					
طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة بين الفترتين:	الفرق بين المتوسطين	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
	بعد ثلاثة أيام - بعد يومين اثنين	-0.60	-2.714	0.007	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد يومين اثنين	-1.07	-2.549	0.011	توجد فروق دالة
	بعد أسبوع واحد - بعد ثلاثة أيام	-0.47	-1.890	0.059	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترتين الزمنية (بعد ثماني ساعات، بعد يوم واحد) في كل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة، وكذلك عند المقارنة في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترتين الزمنية (بعد ثلاثة أيام، بعد أسبوع واحد) في كل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترات الزمنية المذكورة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار الألم بصرياً بين الفترات الزمنية المعينة في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مقدار الألم بصرياً بعد يوم واحد كانت أكبر منها بعد ثماني ساعات في كل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher على حدة، ونستنتج أن قيم مقدار الألم بصرياً بعد يوم واحد تناقصت بزيادة الفترة الزمنية المدروسة مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث.

يمكن تلخيص نتائج الدراسة الإحصائية للألم التالي للمعالجة اللبية بما يلي:

١. لا توجد فروق دالة إحصائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة الأربع

المدرسة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة البحث

٢. لا يوجد فروق دالة إحصائية في كل من مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ

Ultrasonic ومجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher ما بين

الفترتين الزمنيتين (بعد ثماني ساعات، بعد يوم واحد)

٣. لا يوجد فروق دالة إحصائية في كل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ

Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher ما بين

الفترتين الزمنيتين (بعد ثلاثة أيام، بعد أسبوع واحد)

٤. تزايد الألم في اليوم الأول في كل من مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ

Ultrasonic ومجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher بفروق

دالة إحصائية

٥. قيم مقدار الألم بصرياً بعد يوم واحد تناقصت تدريجياً بزيادة الفترة الزمنية المدروسة مهما كانت طريقة

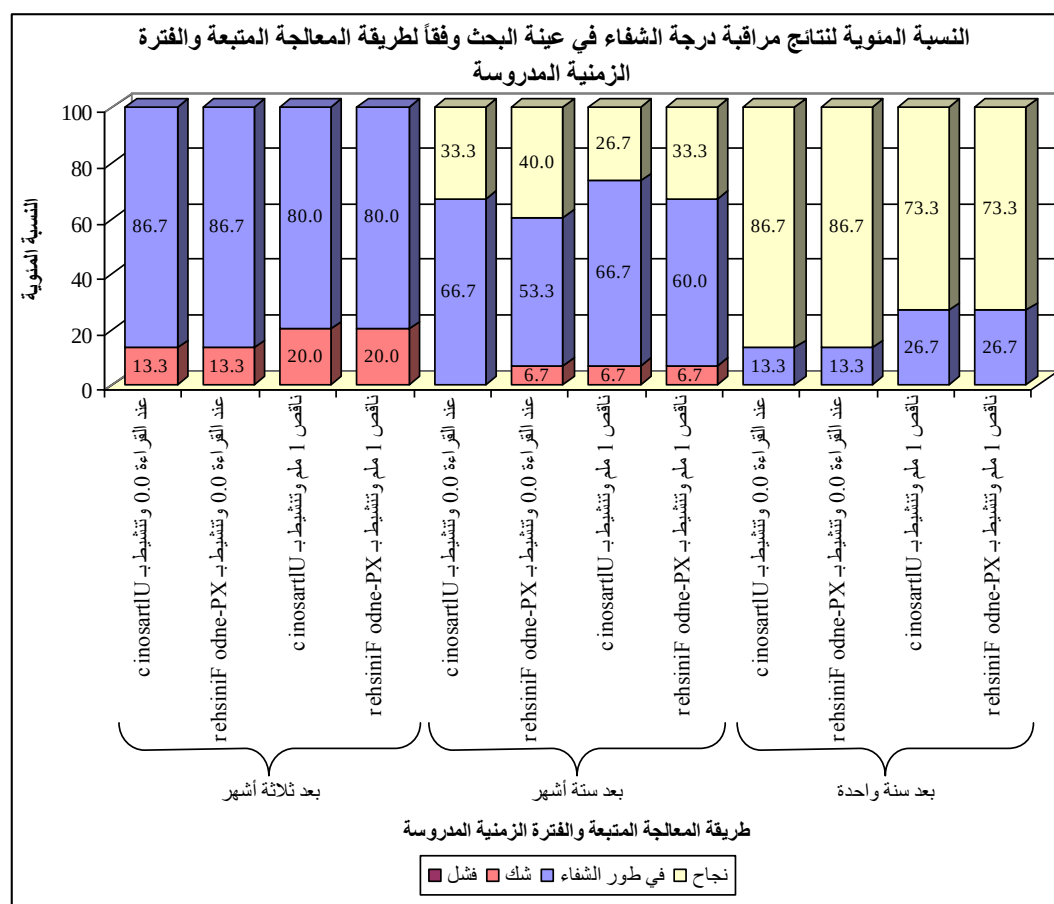
المعالجة المتبعة

٣-٢-٣ دراسة درجة الشفاء في عينة البحث:

• نتائج مراقبة درجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة:

جدول (19): يبين نتائج مراقبة درجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة

الفترة الزمنية	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان					النسبة المئوية				
		فشل	ثبات	شفاء طر	شفاء نه	المجموع	فشل	ثبات	شفاء طر	شفاء نه	المجموع
بعد ثلاثة أشهر	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	0	2	13	0	15	0	13.3	86.7	0	100
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP- Endo Finisher	0	2	13	0	15	0	13.3	86.7	0	100
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	0	3	12	0	15	0	20.0	80.0	0	100
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0	3	12	0	15	0	20.0	80.0	0	100
بعد ستة أشهر	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	0	0	10	5	15	0	6.7	93.3	33.3	100
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP- Endo Finisher	0	1	8	6	15	0	6.7	93.3	40.0	100
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	0	1	10	4	15	0	6.7	93.3	26.7	100
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0	1	9	5	15	0	6.7	93.3	33.3	100
بعد سنة واحدة	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	0	0	2	13	15	0	13.3	86.7	0	100
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP- Endo Finisher	0	0	2	13	15	0	13.3	86.7	0	100
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	0	0	4	11	15	0	26.7	73.3	0	100
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	0	0	4	11	15	0	26.7	73.3	0	100



مخطط (18): يمثل النسبة المئوية لنتائج مراقبة درجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة.

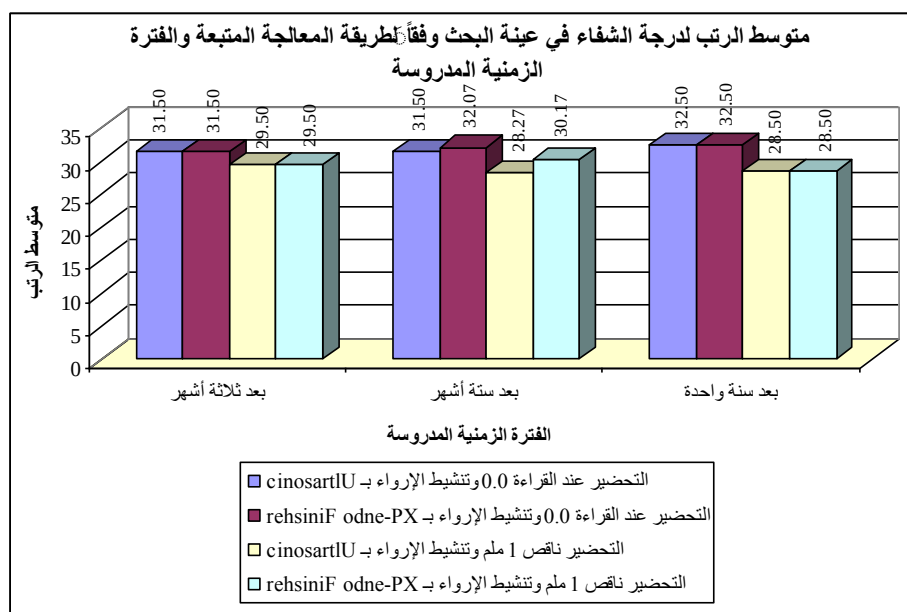
• دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة في درجة الشفاء وفقاً للفترة الزمنية المدروسة:

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة (مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء ب Ultrasonic، مجموعة التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء ب XP-Endo Finisher، مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء ب Ultrasonic، مجموعة التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء ب XP-Endo Finisher) في عينة البحث، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

• إحصاءات الرتب:

جدول (20): يبين متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة

المتغير المدروس = درجة الشفاء			
الفترة الزمنية المدروسة	طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	متوسط الرتب
بعد ثلاثة أشهر	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	31.50
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	31.50
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	29.50
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	29.50
بعد ستة أشهر	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	31.50
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	32.07
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	28.27
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	30.17
بعد سنة واحدة	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	32.50
	التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	32.50
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	28.50
	التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	28.50



مخطط (19): يمثل متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة والفترة الزمنية المدروسة.

• نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

جدول (21): يبين نتائج اختبار *Kruskal-Wallis* لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعات طريقة المعالجة المتبعة الأربع المدروسة في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

المتغير المدروس = درجة الشفاء				
الفترة الزمنية المدروسة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد ثلاثة أشهر	0.472	3	0.925	لا توجد فروق دالة
بعد ستة أشهر	0.577	3	0.902	لا توجد فروق دالة
بعد سنة واحدة	1.639	3	0.651	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة، أي

أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعات طريقة المعالجة

المتبعة الأربع المدروسة مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة في عينة البحث.

• دراسة تأثير الفترة الزمنية المدروسة في درجة الشفاء وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث:

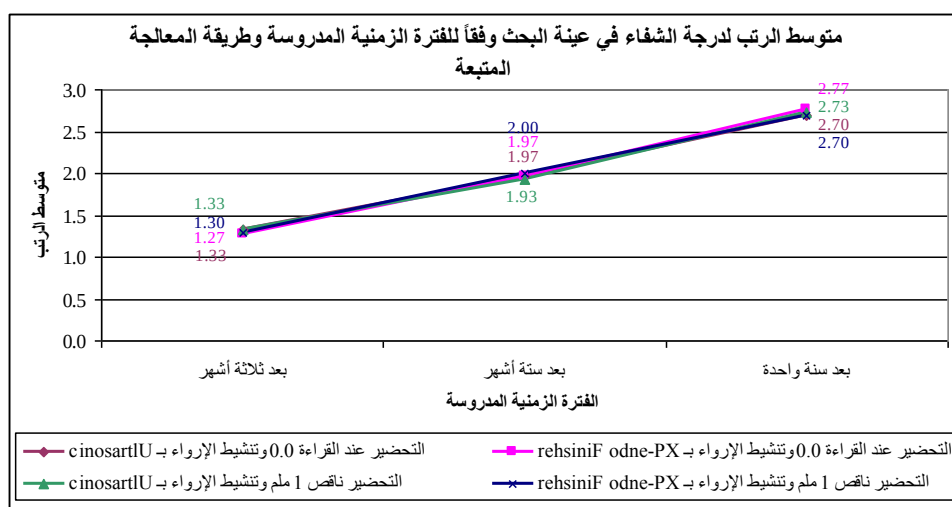
تم إجراء اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة

(بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة كما يلي:

• إحصاءات الرتب:

جدول (22): يبين متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة.

المتغير المدروس = درجة الشفاء		
طريقة المعالجة المتبعة	الفترة الزمنية المدروسة	متوسط الرتب
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ثلاثة أشهر	1.33
	بعد ستة أشهر	1.97
	بعد سنة واحدة	2.70
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد ثلاثة أشهر	1.27
	بعد ستة أشهر	1.97
	بعد سنة واحدة	2.77
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ثلاثة أشهر	1.33
	بعد ستة أشهر	1.93
	بعد سنة واحدة	2.73
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد ثلاثة أشهر	1.30
	بعد ستة أشهر	2.00
	بعد سنة واحدة	2.70



مخطط (20): يمثل متوسط الرتب لدرجة الشفاء في عينة البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة وطريقة المعالجة المتبعة.

• نتائج اختبار Friedman:

جدول (23): يبين نتائج اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) في عينة البحث، وذلك وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

المتغيران المدروسان = الفترة الزمنية المدروسة × درجة الشفاء					
طريقة المعالجة المتبعة	عدد الأسنان	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	20.537	2	0.000	توجد فروق دالة
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	22.533	2	0.000	توجد فروق دالة
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	15	21.143	2	0.000	توجد فروق دالة
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	15	21.000	2	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات درجة الشفاء بين اثنتين على الأقل من الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة)، وذلك مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، ولمعرفة أي الفترات الزمنية المدروسة تختلف عن الأخرى جوهرياً في درجة الشفاء تم إجراء اختبار Wilcoxon للترتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في درجة الشفاء في كل من مجموعات طريقة المعالجة المتبعة على حدة في عينة البحث كما يلي:

- نتائج اختبار Wilcoxon للترتب ذات الإشارة الجبرية:

جدول (24): يبين نتائج اختبار Wilcoxon للترتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) في عينة البحث وفقاً لطريقة المعالجة المتبعة.

المتغير المدروس = درجة الشفاء				
طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة بين الفترتين:	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ستة أشهر - بعد ثلاثة أشهر	-2.646	0.008	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ثلاثة أشهر	-3.419	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ستة أشهر	-2.828	0.005	توجد فروق دالة
التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد ستة أشهر - بعد ثلاثة أشهر	-2.646	0.008	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ثلاثة أشهر	-3.873	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ستة أشهر	-2.828	0.005	توجد فروق دالة
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic	بعد ستة أشهر - بعد ثلاثة أشهر	-2.449	0.014	توجد فروق دالة
	بعد يومين اثنين - بعد ثلاثة أشهر	-3.742	0.000	توجد فروق دالة

المتغير المدروس = درجة الشفاء				
طريقة المعالجة المتبعة	المقارنة بين الفترتين:	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
	بعد سنة واحدة – بعد ستة أشهر	-2.828	0.005	توجد فروق دالة
التحضير ناقص 1 ملم وتنشيط الإرواء بـ XP-Endo Finisher	بعد ثلاثة أيام – بعد يومين اثنين	-2.646	0.008	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة – بعد يومين اثنين	-3.742	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة – بعد ثلاثة أيام	-2.646	0.008	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 في جميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاث المدروسة مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث، وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة الشفاء ارتفعت بتزايد الفترة الزمنية المدروسة مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث.

يمكن تلخيص نتائج الدراسة الإحصائية للشفاء بما يلي:

١. لا توجد فروق دالة إحصائية بين المجموعات الأربع المدروسة في تراجع حجم الآفات الذروية بعد

3 أشهر و 6 أشهر وسنة.

٢. وكانت نسب النجاح بعد سنة كالتالي: التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic و

XP-Endo Finisher (86.7% نجاح تام، و 13.3% تطور نحو الشفاء)، وينسب أقل التحضير

ناقص 1 ملم والتنشيط بـ ultrasonic و XP-Endo Finisher (73.3% نجاح تام، و 26.7%

تطور نحو الشفاء) ولكن ليس لها دلالة إحصائية.

٣. وقد اتجهت الآفة نحو الشفاء بتزايد الفترة الزمنية مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث.

الباب الرابع:

المناقشة

Discussion

٤-الباب الرابع: المناقشة Discussion

٤-١ مناقشة فكرة البحث وهدفه:

إنَّ الهدف الرئيسي للمعالجة اللبية هو إزالة الجراثيم ومنتجاتها والبقايا اللبية من الأقنية الجذرية حيث أنها تلعب دوراً هاماً في التسبب في إمرضية اللب والأمراض المحيطة بالذروة، ويعود السبب الرئيسي في فشل أغلب المعالجات اللبية هو استمرار وجود هذه الجراثيم في القناة الجذرية وفي المنطقة حول الذروية، حيث تتطور لتصبح مقاومة لوسائل التطهير والتنظيف (Prada, Micó-Muñoz, Giner-Lluesma, Micó-Martínez, Collado-) (Castellano, et al., 2019).

يتم التحضير الكيميائي الميكانيكي بإجراء التنظيف والتشكيل باستخدام أدوات المعالجة اللبية ومحاليل الإرواء لتحقيق أقصى قدر من إنقاص الكائنات الحية الدقيقة وبقايا الأنسجة من مساحة القناة الجذرية (Aksel et al., 2017)، ونظراً للتعقيد التشريحي للمنظومة القنوية الجذرية، فقد أظهرت الدراسات أنَّ عملية التنظيف والقضاء على الجراثيم بشكل كافٍ لا تزال تُشكّل صعوبات، لا سيما في الثلث الذروي (Paqué, Ganahl, & Peters, 2009)، وفي حين أنه يمكن إزالة الجراثيم العوالية بسهولة أثناء معالجة القناة الجذرية والغسيل، فإنَّ إزالة الأغشية الحيوية تشكل تحدياً كبيراً (Sacomani et al., 2021)، بالإضافة إلى ذلك، تمنع تشعبات القناة الجذرية والبرزخ أدوات معالجة القناة الجذرية من الوصول إلى جميع جدران القناة الجذرية. ومن المعروف أنَّ الثلث الذروي هو منطقة ذات معدل حدوث التشعبات الأكثر، بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الدراسات السابقة أنه لا يمكن استخدام الأدوات بشكل كافٍ في القنوات البيضاوية بغض النظر عن نظام الأدوات المستخدم في معالجة القناة الجذرية (M. A. Versiani et al., 2013).

وفي حالات تموت اللب تخترق العدوى التضيّق الذروي وتصل إلى النقبة الذروية والسطح الخارجي للجزر (D. Ricucci & Siqueira Jr, 2010a)، ولا تُزال الأغشية الحيوية خارج الجزر إلا عن طريق التنظيف الميكانيكي (D. Ricucci et al., 2015). يعتمد توسيع النقبة الذروية على استخدام أدوات أكبر من التضيّق الذروي

التشريحى (عند مستوى الثقبة الذروية أو أبعد منه بقليل) بهدف تنظيف المنطقة وتعزيز التطهير وإنفاص الجراثيم إلى مستويات أكثر ملاءمة للشفاء أي التخلص من الملاط والعاج الملوثين من خلال توسيع الثقبة الذروية ميكانيكياً (Borlina et al., 2010; Abada et al., 2022)، ومع ذلك عند تقدّم الحدّ الذروي للتخصير إلى مستوى أعمق، قد تُطرد كمية أكبر من البرادة عبر الثقبة الذروية مقارنةً بالكمية التي تُطرد عند استخدام الأدوات على بُعد أقل منها (Teixeira et al., 2015)، مما قد يسبب المزيد من الألم التالي للمعالجة بالإضافة إلى التهيج الميكانيكي الذي يسببه للنسج حول الذروية.

وقد تم الإبلاغ عن أنّ 35-53% من سطح جدران القناة الجذرية تظل دون مساس أثناء المعالجة التقليدية والميكانيكية مما يؤدي إلى عدم إزالة الأغشية الحيوية بشكل كامل بالإضافة إلى ذلك، فإنّ إزالة الجراثيم من الأقمشة الإضافية والبرخ والتقنيات العاجية يعد أمراً مستحيلاً باستخدام الأدوات اللينة التقليدية وحدها، ولهذه الأسباب فإنّ الإرواء له أهمية قصوى لإزالة الأغشية الحيوية الجرثومية وبقياء الأنسجة الصلبة المصابة (Boutsoukis, Psimma, & Kastrinakis, 2014).

وللإرواء التقليدي بالمحقنة سلبية أساسية هي عدم قدرتها على إيصال السوائل إلى المناطق التشريحية الضيقة في المنظومة القنوية الجذرية مثل البرخ والدلتا والزعانف (M. A. Versiani et al., 2015). وبالتالي، تم تطوير العديد من أنظمة تفعيل الإرواء لزيادة فعالية الإرواء من خلال توفير الطاقة داخل القناة لتشتيت وتحريك السائل ضمن القناة لإزالة الأغشية الحيوية بفعالية أكبر، وبالتالي تعزيز تطهير القناة، وزيادة تغلغل السائل في الدلتا الذروية والأقمشة الجانبية، وتقليل السلالات الجرثومية المقاومة التي تُعيق تطهير القنيات العاجية (Kaloustian et al., 2019)، مثل الأمواج فوق الصوتية ومبرد الXP-Endo Finisher، لكن وُجد اختلاف كبير في نتائج الدراسات عند دراسة هذه الوسائل خاصة في الدراسات المخبرية، بينما لم يكن هناك دراسات سريرية كافية لتأثيرهم على إنفاص الحمل الجرثومي.

يعد حدوث الألم التالي للمعالجة اللينة مصدر قلق كبير لكل من المرضى والأطباء، فهو من المضاعفات الشائعة حتى عندما تتبع المعالجة أعلى المعايير، حيث أفادت الدراسات عن تكرارات متفاوتة للألم لدى (25%-

40%) من مرضى المعالجة اللبية، بما في ذلك اللب الحي واللب المتموت (CARDOSO TARALLO et al., 2018). وترتبط الأسباب المحتملة للألم التالي للمعالجة اللبية بالإصابات الميكانيكية والكيميائية والميكروبيولوجية للأنسجة المحيطة بالجذر (E. J. N. L. Silva et al., 2013).

في التهاب النسيج حول الذروية اللاعرضي، يوجد توازن بين الجراثيم وآليات دفاع المضيف، والتي يشار إليها بمتلازمة التكيف المحلي وأثناء التحضير الميكانيكي الكيميائي، قد تتمكن العديد من المهيجات مثل برادة العاج أو النسيج المتموت أو الجراثيم أو سوائل الإرواء من تجاوز القناة الجذرية والوصول إلى النسيج المحيطة بالذروة وتخل هذا التوازن مسببة الالتهاب والألم التالي للمعالجة (Seltzer & Naidorf, 2004)، وبالتالي فإن أي إجراء في محيط النسيج الذروي لديه القدرة على التسبب في الألم.

كما أن الخيار الأول لمعالجة التهاب النسيج حول الذروية هو المعالجة اللبية المحافظة، حيث أشارت العديد من التقارير إلى أن نسبة عالية من الأسنان المتموتة ذات الآفات الذروية شُفيت من خلال المعالجة اللبية التقليدية (Riis, Taschieri, Del Fabbro, & Kvist, 2018)، حيث يعد الشفاء السريري والشعاعي هو النتيجة الأساسية المرغوبة من المعالجة (Boutsoukis, Arias-Moliz, & Chávez de Paz, 2022)، ولهذا أُجري هذا البحث من أجل الوصول إلى المعالجة اللبية الأفضل من حيث إنقاص التعداد الجرثومي، والتي تسبب أقل ألم تالي للمعالجة، وبالإضافة إلى تحقيق النجاح والشفاء المرغوب بعد المعالجة.

٤-٢ مناقشة بروتوكول العمل المتبع في هذا البحث:

تم اعتماد العشوائية في هذه الدراسة من أجل تقليل التحيز (bias) وذلك بتوزيع العينة بشكل عشوائي ومتساوي ضمن المجموعات وبالتالي توزعت عوامل الجنس والعمر والفك العلوي أو السفلي (والتي قد تؤثر على النتائج) بشكل متماثل على المجموعات مما يقلل من فرص التحيز، ولذلك تم تجاهل تأثيرها وفق دراسات سابقة (Ahmed et al., 2023).

تم توحيد إجراءات المعالجة ومعايير تضمين المرضى في هذه الدراسة قدر الإمكان من أجل الحد من التحيز وتحقيق أدلة ونتائج موثوقة (Moher et al., 2010)، لأن البحث السريري يواجه العديد من العوامل بما فيها إجراءات المعالجة نفسها والتي من الممكن أن تؤثر على نتائج المعالجة اللبية (Ng et al., 2008).

أُجريت هذه الدراسة على مرضى ضمن نطاق عمري محدد للحد من الاختلاف في إدراك الألم وفقاً للعمر (Kataia, Kataia, & Khalil, 2024)، والذين يعانون من التهاب نسيج حول ذروية لacerضي وذلك لأن الدراسات أثبتت أن توسيع الثقبه الذروية يتم بشكل خاص على الأسنان المتموتة والمترافقة بالمرض حول الذروي لأن الجراثيم والأغشية الحيوية الجرثومية تكون ليس فقط في الجزء الذروي من القناة وإنما أيضاً تغزو الثقبه الذروية وقد تكون ضمن الآفة الذروية نفسها (Subramanian & Mickel, 2009)، ولأن احتمالية نجاح معالجتها لبياً بجلسة واحدة أعلى مقارنة بالأسنان المصابة بالتهاب النسيج حول الذروية العرضي (Paredes-Vieyra & Enriquez, 2012)، مع وجود دليل شعاعي على وجود آفة حول ذروية حتى يكون هناك بؤرة جرثومية فنستطيع عندها تقييم فعالية التحضير وتفعيل الإرواء في تخفيض التعداد الجرثومي.

كما تضمنت العينة فقط الأسنان ذات الجذر الواحد والقناة الواحدة المستقيمة تقريباً، لأن الأسنان الخلفية المتعددة الجذور والأقنية ذات تشريح معقد ومن الصعب فيها توحيد الاختلافات التشريحية مثل انحناء القناة الجذرية وخاصة في حالات توسيع الثقبه الذروية (Iparraguirre Nuñovero et al., 2024)، ومن الصعب الحصول فيها على أطوال عاملة دقيقة والتقييم أكثر صعوبة مما قد يسبب أخطاء في النتائج (Doğan, Arıcıoğlu, Köse, Çıkman, & Öksüzler, 2024)، وقد تبين أيضاً أن نسبة حدوث الألم تكون أعلى في الأسنان متعددة الجذور مقارنة بالأسنان ذات الجذر الواحد (Fahim, Saber, Elkhatib, Nagy, & Schafer, 2022)، كما أن التشريح المعقد ممكن أن يؤثر في نتيجة التعداد الجرثومي، حيث تعتبر عملية الزرع الجرثومي أسهل وموثوقة النتائج أكثر عند إجرائها على أسنان وحيدة القناة (B. P. Gomes et al., 2004)، كما أن عدد الأقنية ممكن أن يؤثر على شفاء الآفات حول الذروية (A. Azim, Griggs, & Huang, 2016).

على أن تكون الأفقية مستقيمة أو شبه مستقيمة أو ذات انحناء بسيط وذلك لتفادي مشاكل التحضير عند توسيع الذروة ومن أجل تسهيل أخذ العينات الجرثومية (Olivi et al., 2021).

كما لم يتم تضمين المرضى الذين استخدموا أي مسكن لا علاقة له بأي مشكلة سنية (Gündoğar et al., 2021) (M. A. Souza et al., 2021) وأي مضادات التهاب ستيررويدية وغير ستيررويدية أو مضادات حيوية، وذلك لأنّ العلاج المسبق بالأدوية المضادة للالتهابات يقلل من الآلام التالية للمعالجة بشكل كبير (Gopikrishna & Parameswaran, 2003)، والمسكنات قد تؤثر على تشخيص السن بدون أعراض (Liapis et al., 2021)، حيث تم استبعاد المرضى الذين يعانون من الألم ما قبل المعالجة حيث يعتبر هذا الألم مؤشراً قوياً للألم التالي للمعالجة (Liapis et al., 2021) (R. Machado, Comparin, Ignácio, & da Silva Neto, 2021)، وأيضاً الألم المنتشر لأن الألم في أحد الأسنان قد يؤثر على الأسنان الأخرى (Ramamoorthi, Nivedhitha, & Divyanand, 2015)، وأيضاً المرضى الذين يعانون من القلق والخوف السني وذلك لتقليل جميع العوامل قبل العلاجية المحتملة للألم.

كما استبعد المرضى المصابون بأمراض جهازية (مثل السكري وأمراض القلب والأوعية الدموية، وهشاشة العظام وعادات التدخين ومستويات الهرمونات والحمل....) وذلك لأنها من العوامل المهمة التي يمكن أن تؤثر على الشفاء العظمي للأنسجة حول الذروية (Nagendrababu, Segura-Egea, Fouad, Pulikkotil, & Dummer, 2020) عن طريق تقليل تدفق الدم إلى العظام، وتعطيل وظيفة الـ fibroblast، وقد تؤثر على الأوعية الدموية الدقيقة، مما يؤدي إلى انخفاض إمداد الأنسجة المحيطة بالجزر بالأكسجين والمغذيات والخلايا المناعية (Márton & Kiss, 2014).

أثبتت الدراسات حدوث مستويات متماثلة من الألم التالي للمعالجة بين الجلسة الواحدة والجلسات المتعددة (CARDOSO TARALLO et al., 2018)، كما لم تجد فروقاً في شفاء الآفات المحيطة بالذروة (Paredes-Vieyra & Enriquez, 2012)، وبالتالي تم تضمين الأفقية الجزرية التي يمكن إنهاء معالجتها في

جلسة واحدة فقط من أجل تقليل عدد الإجراءات السريرية والمتغيرات ولمنع تأثير الضمادات داخل القناة على النتائج، ولتقليل خطر التلوث بين الجلسات (Su et al., 2011).

مع ذلك لم تكن جميع أسنان العينة قابلة للمعالجة بجلسة واحدة حيث لم يتم الحصول فيها على قناة جافة بعد التحضير الميكانيكي الكيميائي، مما تطلب وضع ضماد هيدروكسيد الكالسيوم، وتم استبعاد هذه العينات من الدراسة بسبب إمكانية تأثير الضماد على النتائج.

واستُخدمت منهجية محددة في الدراسة حيث تم تمّ تطهير ساحة العمل وسطح السن بعد تركيب الحاجز المطاطي بالماء الأوكسجيني 3% ومن ثم هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لتقليل الفوعة الجرثومية على سطح السن وأخذ العينات الجرثومية في ظروف أكثر عقامة لتجنب التلوث الذي قد يغير أو يشوش النتائج (Walia, Goswami, Mishra, Walia, & Sahay, 2019).

وتم إجراء التخدير الموضعي للسن المراد معالجته على الرغم من أنه متموت وذلك من أجل تسهيل تطبيق الحاجز المطاطي وبسبب احتمال وجود ألياف C غير متموتة، كما تم تطهير الأسنان بعد فتح الحجرة للتأكد من القضاء على جميع الجراثيم القابلة للزراعة من سطح السن، وتم العزل بالحاجز المطاطي لأنه يفصل منطقة العمل عن البيئة الداخلية للتجويف الفموي لتجنب تلوث منطقة العمل وتحسين كفاءة المعالجة ومنع المضاعفات مثل تهيج الغشاء المخاطي للفم عن طريق الغسل بسوائل الإرواء ومنع ابتلاعها العرضي (Ahmad, 2009)، ثم تم التأكد من نفوذية القناة الجذرية بإدخال المبرد إلى ما قبل الطول العامل التقريبي على صورة الأشعة التشخيصية ب 2 ملم وذلك لمنع دفع البقايا اللبية والجراثيم خارج المنطقة الذروية.

وتم تحضير الجزء التاجي من القناة قبل تحديد الطول العامل preflaring، ومما يحسن من الإرواء ويقلل دفع البرادة ذروباً (De-Deus et al., 2015)، ويقلل الحمل الجرثومي الموجود في الجزء التاجي من القناة والذي غالباً ما يكون مصاب على نطاق واسع، مما قد يؤثر بقوة على حدوث وشدة الألم التالي للمعالجة (R. Machado et al., 2024) (Topçuoğlu, Üstün, Akpek, Aktı, & Topçuoğlu, 2016).

تم تحديد الطول العامل باستخدام الصور الشعاعية ومحدد الذروة الإلكتروني معاً، حيث أنّ تحديد الطول بالاعتماد على الأشعة وحدها له عدة قيود بما فيها أنّه لا يمكنها تحديد موقع نهاية القناة الجذريّة بدقة بسبب عدم تطابق الثقب الذرويّة مع الذروة التشريحية في غالبية الأسنان (C. B. Williams, Joyce, & Roberts, 2006)، ونشوّ الصورة وتراكب الجذور والهياكل التشريحية المجاورة (J. N. Martins, Marques, Mata, & Caramês, 2014).

وقد أثبت محدد الذروة الإلكتروني فعاليته في قياس الطول العامل وهو يحدد بدقة موضع التضيّق الذروي والثقب الذرويّة، مع تخفيف التعرّض للأشعة وتقليل وقت الإجراء (E. Chen et al., 2011)، كما أنّ وصول الأدوات إلى النسيج حول الذرويّة قد يؤدي للألم التالي للمعالجة لذلك فإن استخدام جهاز تحديد الذروة قد يبقي هذه الإجراءات ضمن حدود القناة الجذريّة (Ana Arias, Azabal, Hidalgo, & de la Macorra, 2009).

حيث أثبتت الدراسات أنّ الاستخدام المشترك للطريقتين يقلل من فرص الأخطاء التي قد تحدث عند استخدام طريقة واحدة منهما (Shirazi et al., 2023)، وتم استخدام محدد الذروة الإلكتروني J Morita لأنه يقيس بدقة موقع الثقب الذرويّة عند وصول قراءة الجهاز إلى الرقم 0.0 (Jung, Yoon, Lee, & Lee, 2011)، ونظراً لأن التضيّق الذروي قد تم الإبلاغ عنه بأنه يقع على بعد حوالي 1 ملم من الثقب الرئيسية، فقد كان هذا هو الطول الذي تم تحديده لمجموعة عدم توسيع الثقب الذرويّة (Saini et al., 2016)، كما أنه ذات كفاءة عالية وموثوقة تحت الظروف المختلفة للقناة (Aguilar, Reinaldo, Frota, do Vale, & Vasconcelos, 2017).

تم اختيار نظام التحضير دوراني مستمر متعدد المبارد Protaper Next، حيث ثبت أن سبيكة النيكل تيتانيوم M-Wire المستخدمة في هذا النظام تحسّن المرونة ومقاومة التعب الدوري، وهو ذو مقطع عرضي مستطيل غير مركزي يساهم في زيادة قوة المبرد بالإضافة لحركته غير المتناظرة التي تشبه حركة الأفعى مما يحسّن من قدرة المبرد على التحضير مع المحافظة على شكل القناة الأصلي، ويقلل من دفع البرادة ذروباً (Topçuoğlu, 2017).

(Zan, et al., 2016)، ولأنّ الدراسات قد أثبتت ارتباط النظام أحادي المبرد بألم أعلى بعد المعالجة اللبية (Gambarini et al., 2013)، كما أن وقت ملامسة محلول الإرواء لجدران القناة الجذرية في النظام متعدد المبرد يكون أكثر من المبرد الواحد لذلك قد يؤدي إلى فعالية تطهير أفضل وانحلال أكبر للنسج العضوية (M. A. Souza et al., 2018).

وأتبع التسلسل التالي في الإرواء: تم استخدام سائل الإرواء هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لآته سائل الإرواء الأكثر شيوعاً من حيث الاستخدام خلال التحضير الميكانيكي الكيميائي، بسبب امتلاكه العديد من الخصائص المرغوبة كطيفه الواسع المضاد للجراثيم وقدرته على حل النسج العضوية، وإزالته المكونات العضوية من طبقة اللطاخة كما يلعب دور مزلّق خلال تحضير منظومة القناة الجذرية، ويجب أن تكون كمية هيبوكلوريت الصوديوم وفيرة من أجل التعويض عن استهلاك الكلور الحر السريع في التفاعلات مع المواد العضوية (Alghamdi et al., 2024)، وقد أكدت الدراسات السابقة أنّ هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% هو التركيز الأمثل للقضاء على الجراثيم وخاصة المعنّدة منها والأغشية الحيوية الجرثومية من المنظومة القنوية الجذرية (C. C. Silva et al., 2017) (Samiei et al., 2016). ثم تم الإرواء باستخدام مادة خالبة EDTA 17% من أجل إزالة البرادة العاجية المتراكمة والمكونات غير العضوية لطبقة اللطاخة الناتجة عن التحضير الميكانيكي والتي يمكن أن تؤثر على جودة الحشو القنوي والتي تحتوي على الجراثيم التي يمكن أن تتكاثر وتخرق القنيات العاجية، وجزئياً أيضاً لتعطيل مصفوفة الأغشية الحيوية (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022)، كما أنّ استخدام هيبوكلوريت الصوديوم ثم EDTA قد يساهم في إنقاص الجراثيم المكورات المعوية البرازية (Rasheed & Jawad, 2021). ومع ذلك، لا ينبغي اعتبار هذه الخطوة بمثابة إرواء نهائي حيث يجب إعادة الإرواء بهيبوكلوريت الصوديوم من أجل طرد أي مادة خالبة متبقية، ولتغلغل أكثر في المناطق غير المحضرة والقنيات العاجية المفتوحة التي تم تطهيرها من البرادة العاجية المتراكمة وطبقة اللطاخة وللتأثير على الأغشية الحيوية المتبقية (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022)، وتم استخدام الكلورهيكسيدين قبل الحشو لأنه عامل مبيد للجراثيم يمكنه قتل الكائنات الحية الدقيقة في أقل من 30 ثانية كمحلول مائي، علاوة على ذلك، يتمتع بكفاءة طويلة الأمد كمضاد للجراثيم

(Vianna & Gomes, 2009)، ومن الجدير بالذكر أن استخدام CHX كغسل نهائي يمكن أن يخفف أيضاً من الألم في الأسنان الممتوتة (Bashetty & Hegde, 2010).

كما تم فصل محاليل الإرواء عن بعضها البعض باستخدام محلول ملحي لمنع التفاعل غير المرغوب فيه والآثار الضارة طويلة المدى لبعض مواد الإرواء (Prada, Micó-Muñoz, Giner-Lluesma, Micó-Martínez, Muwaquet-Rodríguez, et al., 2019)، وقد أثبتت الدراسات أن إطلاق محلول الإرواء بضغط إيجابي من رأس إبرة الإرواء بالقرب من الذروة قد يسبب ضغط السائل ذروباً للمنطقة حول الذروية أكثر من الإبر ذات الفتحات الجانبية (Habeb, 2023)، لذلك تم استخدام إبرة الإرواء ذات الفتحة الجانبية ودخولها دون مقاومة إلى مسافة 2 ملم من الطول العامل من أجل أن يصل السائل إلى الجزء الذروي من القناة الجذرية، الوصول العميق لسائل الإرواء داخل القناة يؤدي إلى فعالية أكبر في إزالة البقايا والجراثيم على أن يتم استخدام الرؤوس مغلقة النهاية ذات الفتحات الجانبية والتي تؤمن ضغطاً جانبياً لسائل الإرواء باتجاه جدران القناة وليس ذروباً كما هو في الرؤوس التقليدية مفتوحة النهاية (Provoost, Rocca, Thibault, Machtou, & Bouillaguet, 2022).

كما أثبتت الدراسات أن استخدام الإرواء التقليدي ارتبط بانخفاض طفيف في عدد الجراثيم في المنظومة القنوية الجذرية، حيث يكون استبدال السائل مقتصرًا على 1-1.5 ملم من رأس الإبرة (J. E. Chen et al., 2014)، وأيضاً ينتج تأثير قفل البخار في الثلث الذروي (Tay et al., 2010)، لذلك تم استخدام وسائل لتفعيل الإرواء من أجل تحسين التحلل الكيميائي أو التعطيل والانفصال الميكانيكي وإزالة الأنسجة اللبية والبرادة العاجية وطبقة اللطاخة والكائنات الحية الدقيقة وازدياد تدفق السائل (Rödig, Zimmermann, Konietzschke, Sydow, & Wiegand, 2018). مما يساعد في استكمال المعالجة اللبية للأسنان الممتوتة في زيارة واحدة (A. Verma et al., 2020)، حيث أظهرت العديد من الدراسات أن تنشيط هيبوكلوريت الصوديوم قد أدى إلى تحسين قدرته على تنظيف العاج المصاب بالأغشية الحيوية، وتحسين وصوله إلى الثلث الذروي للقناة وتنظيف الأقفنية الجانبية، وتقليل وقت الإرواء، وانخفاض مستويات عديد السكاريد الدهني والأحماض الدهنية، مما يؤدي إلى

انخفاض كبير في الحمل الجرثومي داخل الأفنية الجذرية المصابة، كما أن تفعيل EDTA قد أدى إلى انخفاض كبير في مستويات السموم الداخلية (Ordinola-Zapata, Bramante, Aprecio, Handysides, & Jaramillo, 2014). كما أشارت بعض الدراسات أن وسائل تفعيل الإرواء قد تخفف من الألم مقارنة بالإرواء التقليدي (P. Elzainy, Hussein, Hashem, & Badr, 2022) (Erkan, Gündoğar, Uslu, & Özyürek, 2022)، وقد تم وصف التفعيل بالأمواج فوق الصوتية بأنه الطريقة الأكثر شيوعاً (Boutsoukis et al., 2022)، فهو يحسن الجوانب الميكانيكية والكيميائية لوسائل الإرواء في عملية التنظيف النهائي للأفنية الجذرية، مما يزيد من كفاءة محاليل الإرواء في إزالة الحطام والكائنات الدقيقة واللطاحة، وخاصة في المناطق ذات الصعوبات التشريحية والامتدادات البيضاوية غير المحضرة والزعانف والبرخ والأفنية الجانبية، حيث يعمل على تعزيز التدفق الصوتي الدقيق وتشكيل فقاعات بفعل التجويف وتوليد قوى هيدروديناميكية وقوى القص في سائل الإرواء (Virdee et al., 2018).

وقد أثبتت هذه الطريقة فعاليتها بالحصول على معدلات نجاح أعلى من عدم التنشيط (Aveiro et al., 2020)، كما تم اختبارها في العديد من الدراسات المخبرية التي أثبتت فعاليتها في تقليل الحمل الجرثومي (Crozeta et al., 2020) (Orłowski et al., 2020) (Roedig et al., 2010)، كما يزيل البرادة الصلبة (Barbosa et al., 2021)، ويزيل ظاهرة قفل البخار (Dioguardi et al., 2019).

كما يملك نظام تفعيل ال XP-Endo Finisher فعالية كبيرة في تقليل الحمل الجرثومي في الأفنية الجذرية (Carvalho et al., 2019)، و يظهر على عمق 50 ميكرون ضمن القنيات العاجية وبشكل فعال أكبر مقارنة بالإرواء التقليدي (A. A. Azim et al., 2016)، ولا يوجد دراسات سريرية كافية تقارن بين XP-Endo Finisher والأمواج فوق الصوتية بتأثيرهما على شفاء الآفات حول الذروية، لذلك تم اعتماد هذه الطرق.

تم استخدام تقنية التدفق المنقطع في تفعيل الإرواء لفترات قصيرة مع تجديد سائل الإرواء بواسطة محقنة وإبرة باعتبارها أكثر استخداماً وأكثر إزالة للأغشية الحيوية من التنشيط المستمر، حيث تسمح هذه الطريقة بالتحكم في

كمية سوائل الإرواء المستخدمة، وكذلك عمق الاختراق داخل القناة الجذرية (Căpută, (Rödig et al., 2018)
(Retsas, Kuijk, de Paz, & Boutsoukis, 2019).

وفقاً للبروتوكول الأشيع وهو (3 دورات $\times$ 20 ثانية) على الرغم من أن هناك بروتوكولات أقصر قيد الاستخدام (3 $\times$ 10 ثانية) (Căpută et al., 2019)، حيث يعد استمرار التجديد أثناء تنشيط وسائل الإرواء المستخدمة أمراً ضرورياً للحفاظ على فعالية السائل، والتعويض عن استهلاكه في التفاعلات الكيميائية وعن سائل الإرواء المفقود بسبب تناثره خارج الحجرة اللبية (Macedo, Verhaagen, Wesselink, Versluis, & Van Der Sluis, 2014).

كما يجب أن يتم التنشيط فقط بعد اكتمال التحضير الكيميائي الميكانيكي وذلك بأدوات صغيرة الحجم حتى تكون المساحة كافية للمبرد وتذبذبه دون عوائق (Retsas, Dijkstra, van der Sluis, & Boutsoukis, 2022). تؤدي الطاقة الأعلى في جهاز الأمواج فوق الصوتية إلى تدفق أكثر كثافة وتنظيف أفضل، ولكن يجب أيضاً أخذ مخاطر كسر المبرد وإزالة العاج عن غير قصد، لذلك تم اعتماد المستوى 5 من القوة (Rhodes, 2022). ثبت في دراسة نسيجية حية أن الظروف النسيجية الأكثر ملائمة للشفاء هي عندما بقيت المواد الحاشية عند أو أقل من التضييق الذروي، والوصول إلى مابعدا يؤدي لتفاعل التهابي شديد حول الذروة مما يؤثر سلباً على الشفاء (Borlina et al., 2010)، لذلك تم حشو الأفتنية الجذرية إلى ما قبل الثقبية الذروية ب 1 ملم في جميع المجموعات من أجل التحكم الأفضل فيما يتعلق باحتمال التجاوز خاصة عند إجراء توسيع للثقبية الذروية (Iparraguirre Nuñovero et al., 2024)، وبالتالي تحييد دور تجاوز مواد الحشو للذروة حيث أنها من الممكن أن تكون سبباً في انخفاض الشفاء للنسج حول الذروية، مما جعل من الممكن تقييم تأثير توسيع الثقبية الذروية وتنظيف الجزء الملاطي من القناة على الشفاء دون تدخل التفاعلات الالتهابية الناجمة عن تجاوز مواد الحشو (P. Nair, 2006)، وتلعب تقنية الحشو دوراً مهماً من الممكن أن تشارك في الألم التالي للمعالجة، فقد تم استخدام تقنية القمع المفرد في حشو الأفتنية الجذرية باعتبارها طريقة معتمدة حالياً (Chybowski et al., 2018)، حيث ثبت أنها تقلل من إمكانية التجاوز لمواد الحشو مقارنة بالتكثيف الجانبي والعمودي (Shetty,

(Satish, Luke, Badade, & Kilaru, 2018)، والذي من الممكن أن يؤدي إلى تحيز في نتائج الدراسة، وتم تعديل الإطباق كاستراتيجية للوقاية من الألم التالي للمعالجة (L. A. Fernandes et al., 2023).

• مناقشة بروتوكول الجراثيم:

تم استخدام محلول ثيوسلفات الصوديوم Sodium Thiosulfate بعد الإرواء كمحيّيات لإزالة آثار سوائل الإرواء كي لا تؤثر في نتيجة الزرع الجرثومي وتعطي سلبية كاذبة لنتيجة الزرع (José F Siqueira Jr, Magalhães, & Rôças, 2007). تم استخدام المرق المغذي الثيوغليكولات كوسط ناقل للعينة الجرثومية بسبب قدرته على الحفاظ على الجراثيم الهوائية واللاهوائية حية خلال فترة النقل ولكن على ألا تتجاوز الساعتين، وهو يضمن عدم نمو مستعمرات جرثومية جديدة غير الموجودة في العينة وبالتالي يعطي نتائج حقيقية عن تعداد المستعمرات الموجودة (Arca-Suárez, Galán-Sánchez, Marin-Casanova, & Rodríguez- Iglesias, 2017).

كما تم زرع العينات على أطباق بتري تحوي على وسط الآجار الدموي Blood Agar، حيث يعتبر وسط مغذي لمعظم أنواع الجراثيم الهوائية واللاهوائية والتي تحتاج لنموها مواد مغذية (C. R. M. Martins et al., 2021). كما تم أخذ العينات الجرثومية باستخدام أقمار ورقية معقمة ولكن من محدودياتها أنها تأخذ العينات فقط من فراغ القناة الجذرية دون الوصول للقنوات العاجية (Suraj Arora et al., 2021)، لذلك تم استخدام مبرد Hedstroem قبل جمع العينات النهائية لتشويش الأغشية الحيوية وبالتالي فصل الخلايا الجرثومية إلى تجويف القناة، وبالتالي فإن الحمولة الجرثومية التي اكتشفها تعداد وحدات المستعمرات الجرثومية في هذه الدراسة نشأت من الجراثيم العوالق والجراثيم المنفصلة عن الأغشية الحيوية الملتصقة بجدران عاج الجذر وبذلك يمكن الحصول على عينة جرثومية أكثر واقعية لتجاويف القناة الجذرية (Sandini et al., 2021). وقد استُخدمت طريقة الزرع الجرثومي للعينات كونها طريقة موثوقة وسهلة الإنجاز واستخدمت في العديد من الدراسات (Rai, Tüfenkçi & Yılmaz, 2020) (Sundaramoorthy, Mahalaxmi, & Purushothaman, 2023) (Carvalho et al., 2019).

ووفقاً ل (Friedman, 2002) فإنّ ما يقارب 90% من الأسنان المصابة بالتهاب نسج حول ذروية تظهر عليها علامات الشفاء بعد عام واحد من المتابعة، ويتم شفاء ما يقارب 50% منها تماماً، وقد يستغرق الشفاء ما يصل إلى 5 سنوات. تشفى 88% من الآفات حول الذروية خلال السنة الأولى من المراقبة (Karamifar, Tondari,)

(Saghiri, 2020)، وأنَّ الانخفاض المستمر في الشفوية الشعاعية (مقارنة فحصين على الأقل للمتابعة) يمكن اعتباره بمثابة توقُّع للشفاء الكامل في وقت لاحق (van der Borden, Wang, Wu, & Shemesh, 2013).

٤-٣ مناقشة نتائج الدراسة وتفسيرها:

٤-٣-١ مناقشة نتائج الدراسة الجرثومية:

أظهرت هذه الدراسة أنَّ فرضية العدم ($HA0$) كانت صحيحة حيث لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار إنقاص التعداد الجرثومي بعد استخدام أي نظام من أنظمة تنشيط الإرواء المستخدمة في الدراسة الحالية.

بينما أظهرت أنَّ فرضية العدم ($HB0$) كانت خاطئة، إذ وُجد فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار إنقاص التعداد الجرثومي بعد تحضير القناة على الطول العامل عند (قراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0)، وبالتالي كانت الفرضية البديلة ($HB1$) هي الصحيحة.

أظهرت هذه الدراسة السريرية الجرثومية أنَّه بعد تحضير الأقنية الجذرية قد أدى توسيع النقبة الذروية إلى خفض التعداد الجرثومي أكثر وكانت قيمة ونسبة التغير فيها أكبر من مجموعتي عدم توسيع النقبة الذروية مهما كانت وسيلة تفعيل الإرواء المستخدمة، ولم تكن هناك فروق دالة إحصائية بعد تفعيل الإرواء أي أنَّه قد خفَّض من متوسط تعداد الجراثيم بنسب متقاربة في العينات كافة.

وقد يعود السبب في ذلك إلى وجود الجراثيم في منطقة النقبة الذروية حيث تمتد المستعمرات إلى المنطقة خارج الذروة في بعض الحالات خاصة المترافقة مع التهاب نسج حول ذروية (Signoretti et al., 2011)، وبالتالي فإنَّ التوسيع الميكانيكي لها قد يخفِّض من عدد هذه الجراثيم، بالإضافة إلى أنَّ شكل النقبة الذروية بيضوي في أغلب الأسنان (Berman & Hargreaves, 2020a)، فإنَّ تنظيفها يكون أفضل عند التوسيع المقصود لها (Aminoshariae & Kulild, 2015).

ومع (Zhao et al., 2019) الذين بيّنوا أن لنظام الـ XP-Endo Finisher ونظام الـ PUI قدرة متشابهة على إزالة بقايا التحضير القنوي والحطام العاجي من الشذوذات التشريحية في الأقمية الجذرية، ومع (N. V. Ballal et

XP-Endo Finisher حيث أظهروا في دراسة سريرية عدم وجود فروق دالة إحصائية بين قدرة XP-Endo Finisher والأمواج فوق الصوتية على تخفيض التعداد الجرثومي CFU وذلك عند تفعيل هيبوكلوريت الصوديوم ولكنهم تفوقوا على F-file والإرواء بالمحقنة التقليدي.

ومع (Medhat, Hassanein, & Nagi, 2023) حيث تبين قدرة كل من XP-Endo Finisher والأمواج فوق الصوتية على تخفيض التعداد الجرثومي بفروق غير دالة إحصائية، ولكن بشكل أكبر من الإرواء التقليدي بالإبرة.

بينما اختلفت نتائج هذه الدراسة مع Bao وآخرون حيث بينوا تفوق الـ XP-Endo Finisher على كل من الأمواج فوق الصوتية السليبي والإرواء التقليدي بالإبرة في إزالة الأغشية الحيوية من المناطق التي يصعب الوصول إليها في المنظومة القنوية الجذرية عند استخدام طريقة تفعيل الإرواء المتقطع (Bao, Shen, Lin, & Haapasalo, 2017)، وقد يعود هذه الاختلاف إلى طريقة الاختبار حيث قاموا بالتقاط صور بالمجهر الالكتروني الماسح لتقييم كمية الأغشية الحيوية داخل وخارج الأخدود الصناعي على الأسنان المقلوعة، بينما في هذه الدراسة تم استخدام طريقة الزرع الجرثومي لدراسة انخفاض العدد الكلي للجراثيم في الأقنية الجذرية سريريا. وكما اختلفت مع Alves وآخرون الذين بينوا قدرة XP-Endo Finisher على تحقيق انخفاضاً أكبر في تعداد الجراثيم من الأمواج فوق الصوتية، ولكن لم تتجح الطريقتان في تطهير البرزخ والتجاويف بشكل كامل (Alves et al., 2016)، وقد يعود سبب الاختلاف إلى اختلاف العينة حيث كانت دراستهم على الأرحاء السفلية التي تحتوي على مناطق معقدة تشريحياً أكثر من الأسنان الوحيدة القناة المستخدمة في هذه الدراسة، كما استخدموا طريقة تحليل الجراثيم اعتماداً على PCR وطريقة التفسير بالتبريد، وقاموا بدراسة تأثير الوسائل على البرزخ والمناطق الصعبة الوصول والتي لا يمكن للأقماع الورقية المستخدمة في هذه الدراسة أن تصل إليها لأخذ العينة الجرثومية منها. كما أن دراستهم تمت على أسنان مقلوعة قد زُرعت بنوع جرثومي واحد Enterococcus faecalis بينما هذه الدراسة تمت على مرضى لديهم جراثيم متعددة وأغشية حيوية متعددة الأنواع في المنظومة القنوية الجذرية الحقيقية.

وكما أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود فروقاً دالة إحصائياً بين كل مرحلة والمرحلة التي تليها حيث تناقص تعداد الجراثيم الهوائية واللاهوائية بشكل متتالي (مرحلة قبل التحضير ومرحلة التحضير ومرحلة تفعيل الإرواء).

وتوافقت هذه النتائج مع دراساتٍ سريريةٍ سابقة قُيّمت فعالية الإجراءات الكيميائية الميكانيكية باستخدام الإرواء بمحلول NaOCl بنسبة 2.5% في تقليل الحمل الجرثومي من القناة الجذرية حيث كان هناك انخفاض كبير في الحمل الجرثومي من مرحلة ما قبل المعالجة (S1) إلى مرحلة ما بعد التحضير (S2) وأيضاً إلى مرحلة التنشيط (S3) (Gazzaneo et al., 2019; Neves, Provenzano, Rôças, & Siqueira Jr, 2016).

كما تبين في (de Brito et al., 2016) قدرة Protaper Next على إنقاص التعداد الجرثومي بنسبة كبيرة 99.9% مقارنة بـ Protaper Universal و WaveOne، مما قد يفسّر سبب انخفاض الجراثيم بشكل كبير. وقد يعود سبب انخفاض تعداد الجراثيم الهوائية واللاهوائية بعد استخدام مبرد XP-Endo Finisher بالمقارنة مع المسحات الجرثومية المأخوذة قبل تحضير الأقفنة الجذرية إلى السبيكة الخاصة المرنة للغاية جنباً إلى جنب مع الحجم الأساسي الصغير والاستدقاق الصغري مما سمح لها بتوسيع نطاق وصولها أثناء الدوران (Elsaka et al., 2022; Ashour, Moussa, & Genena, 2025).

بالإضافة إلى أنه يأخذ الشكل المستقيم في الطور المارتنسي في درجة حرارة الغرفة، ويتغير طور وشكل المبرد في درجة حرارة الجسم عند إدخاله في القناة الجذرية للتكيف مع تشريح القناة الجذرية ثلاثي الأبعاد للوصول إلى المناطق غير المنتظمة في القناة الجذرية وتنظيفها، بالإضافة إلى إزالة البرادة الموجودة في تعقيدات المنظومة القنوية الجذرية (Sarıılmaz & Keskin, 2018). وإلى المناطق غير المحضرة بالمبارد (Hanafy, Kamel, & Nour El Din, 2020)، بالإضافة إلى بنيته على شكل ملعقة أثناء التنشيط جنباً إلى جنب مع الإرواء بهيبوكلوريت الصوديوم الذي خلق تدفقاً قوياً بما يكفي لفصل الجراثيم عن الأغشية الحيوية الموجودة في المنظومة القنوية الجذرية (N. V. Ballal et al., 2020).

واتفقت نتائج هذه الدراسة مع (Carvalho et al., 2019) حيث بيّنوا أنّ استخدام XP-Endo Finisher قد عزز من إنقاص المحتوى الجرثومي داخل الأقفنة الجذرية عند استخدامه كأداة تكميلية بعد التحضير.

ومع (Elnaghy et al., 2017) (Živković, Nešković, Jovanović-Medojević, Popović-Bajić,) حيث أثبتوا أن لـ XP-Endo Finisher قدرة عالية على الوصول إلى مناطق القناة التي لم يتم الوصول إليها، وبالتالي تحسين التنظيف وإزالة طبقة اللطاخة والأغشية الحيوية الجرثومية. (Živković-Sandić, 2015) و مع (A. A. Azim et al., 2016) الذين أثبتوا كفاءته الأعلى مقارنة بـ EndoActivator و erbium: yttrium aluminum garnet laser (PIPS) والإرواء التقليدي في تطهير مساحة القناة الجذرية وتقليل الجراثيم حتى 50 ميكرونًا ضمن القننات العاجية.

وقد يعود سبب انخفاض تعداد الجراثيم الهوائية واللاهوائية بعد استخدام الأمواج فوق الصوتية بالمقارنة مع المسحات الجرثومية المأخوذة قبل تحضير الأقمية الجذرية إلى التدفق الصوتي وزيادة حركة محلول الإرواء داخل الأقمية الجذرية (Lea, Walmsley, & Lumley, 2010) حيث يعمل على خلق ملايين الفقاعات ضمن سائل الإرواء التي تنفجر مؤدية إلى عملية تنظيف أقوى وتعزيز إيصال سائل الإرواء إلى المناطق غير المحضرة بالأدوات اللبية، والذي ربما أدى إلى تحسين فعالية NaOCl في إزالة الأغشية الحيوية الجرثومية الممزقة بعد تحضير القناة الجذرية (Adl, Razavian, & Eskandari, 2022). ومما يساعد في إزالة البرادة العاجية الملوثة والجراثيم من الأقمية الجذرية المصابة (alarab Mohmmmed et al., 2016).

وعلى الرغم من الملامسة المتكررة للجدران، فإنّ المبرد فوق الصوتية تعمل في المقام الأول عن طريق تحريك السائل بدلاً من التأثير الفيزيائي المباشر، تولّد حركتها التذبذبية عند حوالي 30 كيلوهرتز تدفقاً صوتياً ينقل السائل إلى مناطق بعيدة من المنظومة القنوية الجذرية ويحسنّ التنظيف الميكانيكي عن طريق زيادة إجهاد القص على الجدران (Retsas & Boutsioukis, 2019). حيث تنتقل الطاقة الصوتية عبر السائل بواسطة سلك من الفولاذ المقاوم للصدأ أو المبرد وتتبدد هذه الطاقة مما يؤدي إلى ضغط السائل المتغير بسرعة وحدوث تجويف صوتي عابر والذي يمكن أن يكون مفيداً بشكل خاص بسبب الموجات الصادمة المنبعثة، وإجهاد القص الأعلى المطبق على الجدران، والضغط ودرجة الحرارة المتزايدة اللذين قد ينتجان تأثيرات كيميائية صوتية أثناء التنشيط

(Retsas & Boutsoukis, 2019)، حيث يتم تحويل جزء من الطاقة الحركية إلى حرارة والتي قد تعمل أيضاً على تسريع التفاعلات الكيميائية (Stojicic, Zivkovic, Qian, Zhang, & Haapasalo, 2010).

تحت الأمواج فوق الصوتية على حركة سائل صغيرة ومكثفة ودائرية حول الأدوات، مما يتسبب في حركة محلول الإرواء داخل القناة الجذرية في اتجاه عنق السن وبالتالي تقليل كمية الإرواء وخروج البرادة إلى المنطقة المحيطة بالذروة (Choudhary, Farooq, Purra, & Ahangar, 2019) (Sanabria-Liviach et al., 2017).

وانتقلت نتائج هذه الدراسة مع دراسة (Nakamura et al., 2018) الذين أفادوا أن التنشيط السلبي بالأمواج فوق الصوتية لـ NaOCl كان أكثر فعالية من الإرواء غير المنشط في تقليل عدد الجراثيم من الأسنان المصابة بالتهاب نسيج حول ذروية، ولكن ليس مستويات السموم الداخلية، وأيضاً مع (J. E. Chen et al., 2014)، الذين ذكروا أن الأمواج فوق الصوتية تولد إجهاد القص العالي في الثلث الذروي من القناة الجذرية مما يعزز تقليل الأغشية الحيوية الجرثومية الملتنقة بشكل صارم مقارنةً بالإرواء بالمحاقن.

ومع (Layton, Wu, Selvaganapathy, Friedman, & Kishen, 2015) الذين بيّنوا أن الأمواج فوق الصوتية أبدت أعلى تأثير ميكانيكي لتدفق السوائل في الجزء الذروي من القناة، مما ارتبط بانخفاض ملحوظ في الأغشية الحيوية، ومع (Carver, Nusstein, Reader, & Beck, 2007) و (Burleson, Nusstein,) (Reader, & Beck, 2007) الذين أثبتوا أن التفعيل بالأمواج فوق الصوتية قد حسن من التطهير والقضاء على بقايا الأنسجة والأغشية الحيوية الجرثومية عند زرع الجراثيم (1دقيقة تفعيل لهيبوكلوريت الصوديوم 6%)، وكان أكثر احتمالية بسبع مرات لإنتاج زرع سلبي.

وتبين عدم حدوث التطهير التام من الجراثيم، وقد يعود ذلك أنه حتى مع التوسيعات الكبيرة لا يمكن الحصول على تطهير القناة 100% بسبب وجود الجراثيم في القنيات العاجية أو التفرعات الجانبية (Nogueira et al., 2021; Tan & Messer, 2002).

٤-٣-٢ مناقشة نتائج الألم التالي للمعالجة

تم قبول فرضية العدم (HC0) و (HD0) حيث تبين أنه لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بقيم الألم التالي للمعالجة باستخدام أي نظام من أنظمة تنشيط الإرواء المستخدمة في الدراسة الحالية، ولا باختلاف الطول العامل (القراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0).

أبلغت الدراسات عن نسبة ألم تالي للمعالجة تتراوح بين 3% إلى أكثر من 50% (Polycarpou, Ng,) (Canavan, Moles, & Gulabivala, 2005)، حيث يعد حدوث الألم الخفيف أمراً شائعاً حتى عند إجراء المعالجة القنوية الجذرية بشكل صحيح، وبالتالي ينبغي توقعه (José F Siqueira Jr et al., 2002).

وقد بينت النتائج أنه لا توجد فروق دالة إحصائية في قيم مقدار الألم بصرياً بين مجموعات طريقة المعالجة الأربعة المدروسة مهما كانت الفترة الزمنية في عينة البحث، وكما كان الألم طفيفاً إلى متوسطاً في جميع المجموعات ويمكن تفسير قيم الألم الطفيف بأنه على الرغم من المحاولات الحثيثة لتوحيد معايير تضمين المرضى وبروتوكول المعالجة، كانت هناك مشاكل قد تؤثر على تقييم الألم، خاصة في اليوم التالي بعد المعالجة، تتمثل في ألم التخدير الموضعي وألم اللثة الناتج عن مشبك الحاجز المطاطي، وإجهاد العضلات وألم المفصل الفكي الصدغي وفتح الفم لفترة طويلة (E. A. B. Bourreau, Soares, & Souza-Filho, 2015 ; Silva et al., 2017)، أو بسبب الجراثيم المتبقية داخل القناة (Jose F Siqueira Jr, 2003)، وقد يكون بسبب إجراءات المعالجة اللبية المعقدة مثل التخريش الميكانيكي الناتج عن التحضير الميكانيكي أو سوائل الإرواء المستخدمة أثناء المعالجة (Ana Arias et al., 2009)، والتي قد يكون لها تأثيرات سامة على النسيج اللثوية، مما قد يؤدي إلى التهاب النسيج الكيميائي، إلا أن استخدام رؤوس الإبر ذات الفتحة الجانبية ودخولها أقل من الطول العامل قد قلل من حدوث هذا الأثر للسوائل (J. Siqueira Jr & Barnett, 2004)، ومع جميع الدراسات المخبرية التي تقيس كمية البرادة والسوائل التي تخرج من الذروة إلا أن هذا لم يتم تأكيد حدوثه سريرياً أو إن كان ذو أهمية لتحفيز الألم أو تضرر الأنسجة (P. T. Elzainy et al., 2024).

وقد يكون الجهد الإطباق المطبق على السن المعالج سبباً من أسباب الألم، إلا أن تخفيض الإطباق في جميع العينات قد قلل من تأثير هذا العامل.

كما يمكن أن تكون عتبة الألم الفردية والعوامل العاطفية قد أثرت أيضاً على النتائج (Bourreau et al., 2015)، وأيضاً فإن العمر والجنس ونوع السن وحالة اللب ووجود شفوفية شعاعية حول الذروة وحجم الآفة ووجود الألم ما قبل المعالجة ووجود أنواع معينة من الجراثيم هي عوامل هامة تؤثر على الألم التالي للمعالجة (Shah et al., 2023)، وبالتالي لا يمثل الألم الناتج عن السن ذاته. ومع ذلك، فإن هذا متأصل في أي دراسة سريرية تبحث في الألم التالي للمعالجة وبسبب التوزيع العشوائي، فإن هذه العوامل متوازنة على المجموعات ولا ينبغي أن تؤثر على الاختلاف بينها.

في الآفات حول الذروية المزمنة اللاعرضية، يوجد حالة توازن بين دفاع المضيف والجراثيم بالقناة المصابة، وإذا اختل التوازن بسبب خروج البرادة أو الإرواء أو الكائنات الحية الدقيقة أو منتجاتها الثانوية إلى خارج الذروة أثناء التحضير الكيميائي الميكانيكي، سيحدث استجابة التهابية حادة من أجل إعادة التوازن، والذي يؤدي إلى الألم والاحتداد (Saini et al., 2016).

وفي دراسة مخبرية قارنت بين التحضيرين 25 و 40 Reciproc عند نهاية القناة وقبل 1 ملم من نهاية القناة وتأثيرها على CFU، تبين عدم وجود فرق إحصائي بين المجموعتين في عدد الجراثيم التي خرجت من الذروة أثناء التحضير (Teixeira et al., 2015)، كما أن هذا الانبثاق الذروي يحدث باستخدام جميع التقنيات حتى لو انتهى التحضير أقصر من النقطة الذروية (Caviedes-Bucheli, Castellanos, Vasquez, Ulate, & Munoz, 2016)، وأثبتت دراسة (R. Machado, Vigarani, et al., 2021) عدم وجود فرقاً إحصائياً كبيراً في خروج البرادة في الأسنان مع توسيع النقطة الذروية وبدون توسيعها، وكما اقترح آخرون أن الصدمة الجسدية الناجمة عن استخدام أدوات دقيقة لإزالة انسداد النقطة الذروية أثناء التحضير الكيميائي الميكانيكي لن تكون كافية لزيادة الألم التالي للمعالجة (Abdulrab et al., 2018).

وكما أثبتت دراسة (Sarıılmaz & Keskin, 2018) أنّ استخدام كل من PUI و XPF لم يزد من خطر دفع البرادة خارج الذروة.

كما أنّ انخفاض الحمل الجرثومي من شأنه أن يؤدي إلى انخفاض خروج الجراثيم والبرادة خارج الذروة، وبالتالي تقليل الألم (Coelho, Vilas-Boas, & Tawil, 2019). ويعود سبب إنقاص الجراثيم إلى توسيع الذروة و حجم الإرواء الوفير وتقنيات تنشيط سائل الإرواء التي أثبتت فعاليتها في تخفيض التعداد الجرثومي وتطهير الأفضية، وتخفيض الألم التالي للمعالجة وذلك لأن الحركة الميكانيكية لسائل الإرواء أوصلت المزيد من السائل إلى المنطقة الذروية وكانت إزالة البرادة أكثر فعالية (Susila & Minu, 2019).

أثبتت دراسة (Mosquera-Barreiro et al., 2024) أنّ حركة السائل عند التفعيل بالأمواج فوق الصوتية صغيرة ومكثفة ودائرية حول الأدوات، وقد تسبب حركة السائل للجزء التاجي من السن وبالتالي تقليل كمية البرادة المدفوعة ذروياً مما قد يفسر قلة حدوث الألم التالي للمعالجة.

واتفقت نتائج هذه الدراسة مع (Ashraf et al., 2022) و (Elsaka et al., 2022) و (Ahmed et al., 2023)، و (Hızarcı, Koçak, Sağlam, & Koçak, 2022) الذين أظهروا أن التنشيط باستخدام مبرد XP- Endo Finisher والتنشيط بالأمواج فوق الصوتية قد أبدوا انخفاضاً ملحوظاً في قيم الألم مقارنةً بالمجموعة الضابطة، ولكن لم يُلاحظ فرق كبير في قيم الألم بين المجموعتين التجريبيتين.

ومع دراسة (M. A. Souza et al., 2021) حيث بيّنت أنّ توسيع النقبة الذروية لا يسبب ألماً بعد المعالجة لدى المرضى الذين يعانون من التهاب نسج حول ذروية لacerضي في الأرحاء السفلية، وأيضاً اتفقت مع دراسة (Ana Arias et al., 2009) حيث أثبتت عدم وجود ارتباط كبير بين الحالات التي تم فيها توسيع الذروة والألم التالي للمعالجة، حيث أفاد المرضى الذين عولجوا بتوسيع الذروة بانخفاض مستويات إدراك الألم بشكل عام.

ومع (de Freitas Portela et al., 2021) الذين بيّنوا أنّ توسيع الثقبّة الذروية زاد من الشعور بالألم في غضون 24 ساعة بعد المعالجة، ومع ذلك تم اعتبار معدل حدوث الألم بشكل عام منخفضاً بغض النظر عن الطول العامل.

وكما اتفقت مع (E. J. N. L. Silva et al., 2013) الذين بيّنوا عدم وجود فروق دالة إحصائية بين التحضير حتى قراءة 0.0، والتحضير حتى قراءة ناقص 1 ملم عن 0.0 بالألم التالي للمعالجة.

أيضاً قد يكون قرب الأدوات والسوائل من الأنسجة المحيطة بالذروة قد أدى إلى قدر أكبر من التأثير المهيح المباشر وبالتالي التهاب أكبر، وهذا مايفسر المتوسط الأكبر لمقدار الألم في مجموعة توسيع الثقبّة الذروية ولكن دون وجود فروق ذات دلالة إحصائية.

واختلفت نتائج هذه الدراسة مع Fernandes وآخرون الذين قارنوا بين توسيع الثقبّة الذروية وعدم توسيعها بالإضافة لاستخدام XP-Endo Finisher في تنشيط الإرواء، حيث بيّنوا أنّ توسيع الثقبّة الذروية مع التفعيل ب XP-endo Finisher قد يسبب ألماً معتدلاً أكثر من المجموعات الأخرى وذلك خلال 48 ساعة حيث افترضوا أنّ XP-Endo Finisher يمكن أن يسمح بخروج محلول الإرواء والبرادة العاجية إلى الأنسجة حول الذروية بشكل أكبر عند توسيع الثقبّة الذروية (L. A. Fernandes et al., 2023)، وقد يعود سبب الاختلاف إلى استخدامهم waveone gold وتوسيع الذروة حتى قياس 40 يدوياً، وقد يكون التوسيع اليدوي مسبباً للألم التالي للمعالجة أكثر من التوسيع الآلي، بالإضافة إلى التكتيف العمودي. بينما في هذه الدراسة تم التحضير آلياً، والحشو بطريقة القمع المفرد لتفادي تجاوز المواد الحاشية.

واختلفت مع Saini وآخرون حيث أظهرت دراستهم أنّ الألم كان أعلى عند توسيع الثقبّة الذروية مقارنةً بالطريقة التقليدية حيث لوحظ الفرق خلال الأيام الأربعة الأولى واليوم السادس بينما لم يكن هناك فرقاً في معدل تناول المسكنات (Saini et al., 2016)، وقد يعود سبب الاختلاف إلى توسيع الثقبّة الذروية يدوياً وأن عينة الدراسة

شملت أسناناً متعددة الجذور بينما في هذه الدراسة تم التوسيع آلياً وشملت أسنان وحيدة الجذر ووحيدة القناة دون اختلافات تشريحية كبيرة.

واختلفت مع Junior وآخرون الذين أفادوا بأن توسيع الثقبة الذروية قد تسبب في ألم أكبر خلال اليوم الأول ودون أية اختلافات بعد 72 ساعة وأسبوع (Junior et al., 2016)، وقد يُعزى هذا الاختلاف إلى استخدامهم الحركة الترددية في التحضير وحتى قياس 40/0.08 كما تضمنت العينة فقط الإناث دون الذكور، بينما شملت عينة هذه الدراسة كلا الجنسين وتم التحضير بالحركة الدورانية.

كما اختلفت هذه النتائج مع Abbara وزملائه الذين بينوا أن ال XP-Endo Finisher تسبب بألم تالي للمعالجة بشكل أكبر من الأمواج فوق الصوتية (Abbara et al., 2023)، وقد يعود السبب إلى أن معايير تضمين عينتهم كانت الآفات الذروية الكبيرة في القواطع العلوية فقط، وقد تم أيضاً تفعيل سائل الكلورهيكسيدين، بينما في هذه الدراسة كانت الآفات متوسطة الحجم وتم تضمين أسنان علوية وسفلية وحيدة القناة ولم يتم تفعيل الكلورهيكسيدين.

وبيّنت النتائج أنه عند دراسة تأثير الفترة الزمنية المدروسة في مقدار الألم بصرياً لم يكن هناك فروق دالة إحصائية في كل من مجموعتي التحضير حتى 0.0 مابين الفترتين الزمنيةتين (بعد ثماني ساعات، بعد يوم واحد)، وفي كل من مجموعتي التحضير ناقص 1 ملم ما بين الفترتين الزمنيةتين (بعد ثلاثة أيام، بعد أسبوع واحد) مهما كانت وسيلة التفعيل المستخدمة، كما تزايد الألم في اليوم الأول في كل من مجموعتي التحضير ناقص 1 ملم بفروق دالة إحصائية، وتناقص قيم مقدار الألم بصرياً بعد يوم واحد تدريجياً بتزايد الفترة الزمنية المدروسة مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة.

فقد يعود سبب تفاقم الألم باليوم الأول أكثر بسبب تحريض الاستجابة الالتهابية في الأنسجة المحيطة بالذروة بسبب المعالجة اللبية (Elsaka et al., 2022) (Ahmed et al., 2023). حيث قد يهيج وصول السوائل والبرادة للمنطقة المحيطة بالذروة الألم خلال الساعات الأولى بعد المعالجة (Gündoğar et al., 2021).

ومن الممكن أن يعود سبب الشعور بالألم خلال الثماني ساعات الأولى بعد التحضير الكيميائي الميكانيكي إلى بدء دخول الكريات البيض عديدات النوى (العدلات) إلى موقع الإصابة خلال 6 ساعات، ثم زيادة في إطلاق وسائط الالتهاب مثل البروستاغلاندين والليكوترين والسيروتونين والهستامين والبراديكينين (وسطاء الألم) والبيبتيدات العصبية مثل المادة P والبيبتيد المرتبط بجينات الكالسيتونين: من الألياف العصبية من النوع C الموجودة في الرباط اللثوي بعد استخدام الأدوات حيث تبدأ الاستجابات الالتهابية خلال 24 ساعة وتتحسر بعد ذلك، ويبدأ التكاثف بعد 48 ساعة ثم انخفاض عدد الكريات البيض عديدات النوى PMNs وبدء دخول البالعات الكبيرة إلى موقع الإصابة (Tawfik, Morsi, & Ibrahim, 2019).

يمكن أن يعزى ذلك النقصان بالألم بشكل أساسي إلى القضاء على العوامل المسببة للألم، مثل العدوى الجرثومية (Graunaite, Skucaite, Lodiene, Agentiene, & Machiulskiene, 2018)، والتي يمكن تعزيزها بشكل أكبر من خلال استخدام تفعيل الإرواء.

حيث يؤدي تنشيط سائل الإرواء إلى تقليل الأغشية الحيوية الجرثومية داخل المنظومة القنوية الجذرية (Coelho et al., 2019)، وإلى إيصال المزيد من السائل إلى المنطقة الذروية وإزالة البرادة بشكل فعال أكثر مما قد يقلل بشكل غير مباشر من الألم مابعد المعالجة (Susila & Minu, 2019).

وقد اتفقت هذه النتائج مع (Ashraf et al., 2022) حيث كانت شدة الألم التالي للمعالجة أعلى عند فترات زمنية 6 و12 و24 ساعة. ومن ناحية أخرى لم يكن هناك فرق إحصائي كبير في الألم بين المجموعات التي تم اختبارها عند 48 و72 ساعة و7 أيام. ثم انخفضت على طول الفترات الزمنية التالية داخل كل مجموعة. وهذا يتفق أيضاً مع singh وآخرون (Singh, Khatter, Bal, & Bal, 2013).

وأيضاً اتفقت مع (Ahmed et al., 2023) حيث انخفض الألم على طول الفترات الزمنية، وكانت أدنى مستوياته في 72 ساعة، ومع (Gündoğar et al., 2021) حيث انخفضت مستويات الألم تدريجياً في جميع المجموعات، ومع (Pasqualini et al., 2012) الذين أظهروا أن انتشار الألم بعد المعالجة اللبية هو المتوقع،

وتتخفّض شدته بشكل كبير خلال أول يومين، ومع (Hanafy et al., 2020) حيث أظهروا أن الألم قد ارتفع بعد 12 ساعة و بدأ يتناقص بعد 24 ساعة، ومع (R. Machado, Comparin, & Ignácio, 2022) (R. Machado et al., 2024) فقد تبين أن الألم يكون أعلى خلال أول 8 ساعات إلى 24 ساعة ثم يبدأ بالنقصان تدريجياً حتى يزول تماماً بعد أسبوع من المعالجة في كل من المجموعتين.

واتفقت مع (Fonseca et al., 2019) حيث أنه عادة ما تكون أعراض ما بعد المعالجة القنوية الجذرية قصيرة الأجل وتميل إلى الزيادة خلال 24 إلى 48 ساعة، ومع (Shokraneh, Ajami, Farhadi, Hosseini, & Rohani, 2017) حيث كان هناك اتجاه لانخفاض الألم بعد المعالجة بمرور الوقت وتوافقت مع مراجعة منهجية وتحليل تلوي أجراها (Pak & White, 2011) حيث أن انتشار الألم قد كان في أول 24 ساعة وانخفض من 40% إلى 11% في اليوم السابع.

٤-٣-٣ مناقشة نتائج شفاء الآفات حول الذروية

تم قبول فرضية العدم (HE0) و (HF0) حيث تبين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بمقدار الشفاء التالي للمعالجة باستخدام أي نظام من أنظمة تنشيط الإرواء المستخدمة في الدراسة الحالية، ولا بالطول العامل المتبع (القراءة 0.0، وناقص 1 ملم عن القراءة 0.0).

عند دراسة تأثير طريقة المعالجة المتبعة في درجة الشفاء تبين عدم وجود فروق دالة إحصائية بين المجموعات الأربع المدروسة في تراجع حجم الآفات الذروية بعد 3 أشهر و 6 أشهر وسنة، وكانت نسب النجاح بعد سنة كالتالي: التحضير عند القراءة 0.0 وتنشيط الإرواء بـ Ultrasonic و XP-Endo Finisher (86.7% نجاح تام، 13.3% تطور نحو الشفاء)، وينسب أقل التحضير ناقص 1 ملم والتنشيط بـ Ultrasonic و XP-Endo Finisher (73.3% نجاح تام، و 26.7% تطور نحو الشفاء) ولكن ليس لهذا الفرق دلالة إحصائية، وكما اتجهت الآفة نحو الشفاء بتزايد الفترة الزمنية مهما كانت طريقة المعالجة المتبعة في عينة البحث.

إنَّ كل من التقنيتين بالتحضير كان لهما تأثيراً كبيراً في شفاء الآفات حول الذروية دون وجود فروق ذات دلالة إحصائية بينهما من حيث نسب شفاء الآفات في فترة مراقبة استمرت سنة كاملة مع تفوق مجموعة توسيع الثقبية الذروية على عدمه حيث كانت نسبة الشفاء ومتوسط الرتب لدرجة الشفاء أعلى في جميع الفترات الزمنية المدروسة.

يمكن أن يعود هذا التفوق دون دلالة إحصائية إلى أنه أثناء التوسيع عند أو بعد الثقبية الذروية في الأسنان التي تعاني من آفات حول ذروية مزمنة يتم تحضير الثلث الذروي وجدران الثقبية الذروية وإزالة أفضل للملاط المصاب (M. A. Souza et al., 2021)، مما يؤدي بالتالي إلى إزالة البرادة العاجية وتنظيف أكثر فعالية (Coldero, McHugh, MacKenzie, & Saunders, 2002)، ويحسن الإرواء حيث يسمح بوضع إبرة الإرواء لعمق أكبر مما يجعله أكثر فعالية وبالتالي إزالة بقايا النسيج المتموتة وبقايا النسيج الرخوة العالقة في المنطقة الذروية والجراثيم الموجودة في الدلتا الذروية وتفرعات الأقنية والقنوات العاجية والملاط (Yadav et al., 2014) وتفكيك الأغشية الحيوية الملتصقة بالجزء الخارجي من الجذر (Borlina et al., 2010)، مما يؤدي إلى تطهير القناة والثقبية الذروية، وتحقيق ظروف ملائمة لشفاء النسيج حول الذروية (Sacomani et al., 2021) خلافاً لتقنية التحضير دون توسيع الثقبية الذروية التي تعتمد فقط على تطهير الأقنية ضمن حدود التضييق الذروي.

يعتمد الشفاء في المقام الأول على إزالة العوامل المسببة للمرض حول الذروي وأية كائنات حية دقيقة في المنظومة القنوية الجذرية المعقدة، حيث ترتبط حالات المعالجات اللبية الفاشلة ارتباطاً وثيقاً بوجود الأغشية الحيوية (J. Wang, Chen, Jiang, & Liang, 2013)، وبالتالي فإن إزالة الجراثيم المنتشرة بالنسيج الذروية تخفض رد الفعل الالتهابي وتحسن عملية الشفاء (Fatima et al., 2021).

وقد استخدمت العديد من الدراسات الكلاب كنموذج تجريبي (Holland et al., 2003) ; (2005)، ومع ذلك فإن الاختلافات بين تشريح ذروة الجذر لهذه الحيوانات والبشر تستحق الملاحظة والبحث ولكن نظراً لعدم وجود دراسات سريرية للمقارنة مع هذه الدراسة لذلك سيتم ذكر دراسات تمت على الحيوانات:

دراسة (Brandão et al., 2019) التي أجريت على الفئران والتي أظهرت أن توسيع الثقبة الذروية يحفز شفاء الآفات الذروية المزمنة، أيضاً دراسة (Borlina et al., 2010) التي خلصت إلى أن تحضير القناة الجذرية عند النهاية الذروية يقلل من الإنتان في القناة الجذرية، مما يخلق بيئة أكثر ملاءمة للشفاء. وفي دراسة أجريت على الكلاب أيضاً أظهر (de Souza Filho et al., 1987) أن شفاء النسيج في حالات تموت اللب والأسنان المصابة بالآفات حول الذروية كان أكبر بعد توسيع الثقبة الذروية وقد يعود التفوق الدال إحصائياً في هذه الدراسة إلى أن مستوى التحضير كان عند 2 ملم خارج الثقبة الذروية.

وقد يعود سبب عدم وجود فروق دالة إحصائية إلى سببين رئيسيين: السبب الأول هو استخدام مادة الـ BioCeramic في هذه الدراسة كمادة حاشية ومن المرجح أن إطلاق هذه المادة لأيونات الكالسيوم يحافظ على تحفيز تشكّل ملاط ذروي جديد وبالتالي شفاء في جميع مناطق الامتصاص الناتجة عن التهاب النسيج حول الذروية في 50% من الأقنية الجذرية (Borlina et al., 2010).

السبب الثاني هو استخدام تفعيل الإرواء، حيث تعمل الأمواج فوق الصوتية على خلق ملايين الفقاعات ضمن سائل الإرواء التي تنفجر مؤدية إلى عملية تنظيف أقوى وإخراج للبرادة العاجية المليئة بالجراثيم خارج القناة الجذرية. يحدث اهتزاز رأس الجهاز تدفق أحادي الاتجاه للسائل مشكلاً خاصية الدوامات الصوتية التي تزيد من حركة السائل داخل الأقنية الجذرية وذلك بالإضافة لفعل التطهير الكيميائي الخاص بهيبوكلوريت الصوديوم وهو ما قد يقلل من الحمل الجرثومي بغض النظر عن الطول العامل المستخدم (Adl et al., 2022)، وكما أثبتت الدراسات أن استخدام XP-Endo Finisher أظهر كفاءة عالية في التطهير وتقليل أعداد الجراثيم، حيث أنه يتكيف مع الشكل التشريحي للقناة (N. V. Ballal et al., 2020)، وللوصول إلى شدوذات القناة الجذرية التي لم يتم تحضيرها وتشكيلها باستخدام أدوات التحضير، بالإضافة إلى إزالة البرادة من التعقيدات التشريحية للقناة الجذرية وبالتالي تطهير أفضل بسبب إزالة طبقة اللطاخة والأغشية الحيوية الجرثومية (N. V. Ballal et al., 2020).

وقد يعود عدم اختلاف وسائل التفعيل بحدوث الشفاء إلى تشابه الطريقتين بالقدرة على إنقاص التعداد الجرثومي.

٤-٤ محدوديات الدراسة Study Limitation:

من محدوديات هذه الدراسة أنَّ الألم هو تجربة فردية ذاتية قد تعود لعوامل مختلفة تتعلق بإجراءات المعالجة اللبية كافةً مثل الرض الميكانيكي والكيميائي وتجاوز المواد والسوائل والبرادة وعوامل تتعلق بالمريض خاصةً مثل عتبة الألم عند الشخص والعمر والجنس وحيوية اللب، مما قد يؤثر على نتائج دراسات الألم.

وأنَّ هذه الدراسة شملت الأسنان وحيدة القناة فقط، ويجب توخي الحذر أثناء تفسير وتعميم نتائجها لأنَّ الأسنان الخلفية أكثر صعوبة بسبب تشريح القناة الجذرية المعقد وقد تبين أيضاً أنَّ نسبة حدوث الألم تكون أعلى في الأسنان متعددة الجذور مقارنةً بالأسنان ذات الجذر الواحد وفي قوس الفك السفلي (A Arias et al., 2013)، أيضاً أنه تم تضمين الأسنان المتموتة اللاعرضية ولا يمكن تعميم هذه النتائج على الأسنان الحية والأسنان المتموتة العرضية.

وأنه تمت المراقبة باستخدام الأشعة ثنائية البعد، حيث أنَّ استخدام التصوير المقطعي المخروطي (CBCT) قد يعطي نتائجاً أدق في قياس حجم الآفات، كما أنه قد تكون هناك حاجة إلى فترات متابعة أطول عند تقييم التغيرات في المنطقة الذروية لأن احتمال النجاح يزداد بمرور الوقت.

وأيضاً أنه تم استخدام الأقماح الورقية في أخذ العينات الجرثومية والتي قد لا تستطيع أن تصل إلى الجراثيم في القنيات العاجية والقنوات الجانبية والتفرعات الذروية، وبالتالي تكون العينات من القناة الرئيسية (Sathorn, Parashos, & Messer, 2007)، فهي تقيّم ما يتم إزالته من القناة الجذرية بدلاً من ما يبقى في القناة.

كما أنَّ الزرع التقليدي للعينات الجرثومية قد لا يكشف عن جميع أنواع الجراثيم فقد تكون بعضها قابلة للحياة ولكن غير قابلة للزرع (Shen, Stojicic, & Haapasalo, 2010).

الباب الخامس:

الاستنتاجات

Conclusions

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي:

- تفوق توسيع النقبة الذروية على عدم توسيعها في إنقاص التعداد الجرثومي في الجراثيم الهوائية واللاهوائية بفروق ذات دلالة إحصائية.

-لم تجد الدراسة فروقاً ذات دلالة إحصائية بين طريقتي تفعيل الإرواء المستخدمة XP-Endo Finisher والأمواج فوق الصوتية في تخفيض التعداد الجرثومي.

-انخفض التعداد الجرثومي بعد التحضير أكثر من ما قبل المعالجة وبعد الإرواء أكثر من ما قبل المعالجة ومن ما بعد التحضير.

- تفعيل الإرواء بكل من الأمواج فوق الصوتية ومبرد ال XP-Endo Finisher قد تسبب في نفس المستوى من الألم التالي للمعالجة وذلك بعد (8 ساعات و 24 ساعة و 48 ساعة و 72 ساعة وأسبوع).

-توسيع النقبة الذروية قد تسبب في نفس الألم التالي للمعالجة مقارنة بعدم توسيع النقبة الذروية.

-يزداد الألم في اليوم الأول ويتناقص بعدها تدريجياً مع ازدياد الوقت.

- توسيع النقبة الذروية أو عدمه قد أسهم بالمجمل في شفاء الآفات حول الذروية خلال سنة من المتابعة دون وجود فروق دالة إحصائية، ولم يكن هناك فروقاً بين المجموعات في 3 و 6 أشهر وسنة من المعالجة.

-خفضت المعالجة الليبية باستخدام توسيع النقبة الذروية أو عدمها ووسائل تنشيط الإرواء Ultrasonic و

XP-Endo Finisher من حجم الآفات حول الذروية لعينة البحث المدروسة بشكل تدريجي خلال الفترات الزمنية المدروسة.

الباب السادس:

المقترحات

والتوصيات

Suggestions &
Recommendations

٦-١ التوصيات:

ضمن حدود هذه الدراسة السريرية الجرثومية نوصي بما يلي:

- يمكن التحضير مع توسيع النقبة الذروية في الحالات المتموتة والمترافقة مع آفات حول ذروية لا عرضية والمعالجة في جلسة واحدة كونها قد أظهرت فعالية عالية في تخفيض التعداد الجرثومي، وفي الوقت نفسه لم تبد درجات ألم أعلى من عدم التوسيع، وأبدت درجات شفاء للآفات حول الذروية عالية.
- يمكن استخدام وسائل تفعيل الإرواء الأمواج فوق الصوتية و XP-Endo Finisher كونها كانت فعالة جداً في تخفيض التعداد الجرثومي، ودون أن يتسبب أحدها بالألم التالي أكثر من الآخر، ولم يؤثر أحدهما على الشفاء بل كانت نسب النجاح عالية.

٦-٢ المقترحات:

ضمن حدود هذه الدراسة السريرية الجرثومية نقترح ما يلي:

- إجراء دراسات على أسنان مختلفة (فيها أكثر من قناة واحدة) وبانحناءات مختلفة وقياسات ذروية مختلفة.
- إجراء دراسات نسيجية على الحيوانات أو سريرية للتأكد من توسيع النقبة الذروية عند الأطوال المدروسة.
- إجراء دراسات نسيجية لفحص التغيرات النسيجية ومطابقتها مع النتائج السريرية والشعاعية في الحالات الناجحة أو الفاشلة.
- إجراء دراسات حول تسبب كل من توسيع النقبة الذروية ووسائل تفعيل الإرواء بخروج البرادة والضماطات والجراثيم خارج الذروة.
- إجراء دراسات مخبرية أو على أسنان معدة للقلع للتأكد من تأثير توسيع النقبة الذروية على نقل الذروة والشقوق المجهرية في العاج.
- إجراء المزيد من الدراسات السريرية الجرثومية على توسيع النقبة الذروية، وعلى وسائل تفعيل الإرواء المختلفة أيضاً.
- إجراء أبحاث على تأثير تفعيل الإرواء على الأسنان الحية.
- إجراء أبحاث مراقبة الشفاء باستخدام الـ CBCT في المتابعة.

الباب السابع:

المراجع

References

-A-

- Abada, H. M., Hashem, A. A. R., Abu-Seida, A. M., & Nagy, M. M. (2022). The effect of changing apical foramen diameter on regenerative potential of mature teeth with necrotic pulp and apical periodontitis. **Clinical Oral Investigations**, (26), 1843-1853.
- Abbara, M. T., Akil, S., Hamadah, O., Achour, H., Mahayni, G., & Tolibah, Y. A. (2023). The effect of the irrigant activation protocol on postoperative pain in maxillary incisors with asymptomatic apical periodontitis: A three-arm randomized clinical trial. **Clinical and Experimental Dental Research**, 9(5), 868-878.
- Abdulrab, S., Rodrigues, J. C., Al-Maweri, S. A., Halboub, E., Alqutaibi, A. Y., & Alhadainy, H. (2018). Effect of apical patency on postoperative pain: a meta-analysis. **Journal of endodontics**, 44(10), 1467-1473.
- Abouelenien, S. S., Ibrahim, S. M., Shaker, O. G., & Ahmed, G. M. (2018). Evaluation of postoperative pain in infected root canals after using double antibiotic paste versus calcium hydroxide as intra-canal medication: A randomized controlled trial. **F1000Research**, 7, 1768.
- Adl, A., Razavian, A., & Eskandari, F. (2022). The efficacy of EndoActivator, passive ultrasonic irrigation, and Ultra X in removing calcium hydroxide from root canals: an in-vitro study. **BMC Oral Health**, 22(1), 564.
- Aggarwal, G., Bogra, P., Gupta, S., Jindal, A., & Jain, N. (2018). Determination of apical constriction and apical foramen using electronic apex locator in vivo: Comparison between vital and nonvital teeth. **Saudi Endodontic Journal**, 8(2), 99-105.
- Aguiar, B. A., Reinaldo, R. S., Frota, L. M. A., do Vale, M. S., & Vasconcelos, B. C. d. (2017). Root ZX electronic foramen locator: an ex vivo study of its three models' precision and reproducibility. **International journal of dentistry**, 2017(1), 5893790.
- Ahmad, I. A. (2009). Rubber dam usage for endodontic treatment: a review. **International endodontic journal**, 42(11), 963-972.
- Ahmed, A., Hashem, A. A. R., Roshdy, N. N., & Abdelwahed, A. (2023). The effect of final irrigation agitation techniques on postoperative pain after single visit root canal treatment of symptomatic irreversible pulpitis: a randomised clinical trial. **European Endodontic Journal**, 8(3), 187-193.
- Aksel, H., Eren, S. K., Çakar, A., Serper, A., Özkuyumcu, C., & Azim, A. A. (2017). Effect of instrumentation techniques and preparation taper on apical extrusion of bacteria. **Journal of endodontics**, 43(6), 1008-1010.
- alarab Mohmmmed, S., Vianna, M. E., Penny, M. R., Hilton, S. T., Mordan, N., & Knowles, J. C. (2016). A novel experimental approach to investigate the effect of different agitation methods using sodium hypochlorite as an irrigant on the

- rate of bacterial biofilm removal from the wall of a simulated root canal model. **Dental Materials**, 32(10), 1289-1300.
- Albuquerque, P. P., Hungaro Duarte, M. A., Pelegri, R. A., Kato, A. S., Stringheta, C. P., Duque, J. A., & Bueno, C. E. d. S. (2020). Influence of foraminal enlargement on the apical extrusion of filling material: Volumetric analysis using micro-computed tomography. **Australian Endodontic Journal**, 46(2), 210-216.
- Alfirdous, R. A., Alquiria, T. A., Jacinto, R. C., & Martinho, F. C. (2022). A modified dentine infection model with fluorescent lipopolysaccharide and lipopolysaccharides sampling technique to compare XP-Endo finisher and passive ultrasonic irrigation. **International endodontic journal**, 55(10), 1081-1090 .
- Alghamdi, N., Das, B., Hugar, S. I., Sarangi, P., Garg, G., Subramani, S. K., & Alghamdi Jr, N. (2024). Comparing the Biofilm Removal Capacity of NaOCl, Povidone-Iodine, Chlorhexidine, Curcumin, and Triphala as Endodontic Irrigants. **Cureus**, 16(1): e52067.
- Alghofaily, M., Tordik, P., Romberg, E., Martinho, F., & Fouad, A. F. (2018). Healing of apical periodontitis after nonsurgical root canal treatment: the role of statin intake. **Journal of endodontics**, 44(9), 1355-1360.
- Alhadi, D., Jaber, F. M., Agha, M. T., & Saeed, M. H. (2019). The effect of diode laser irradiation on root canal dentin. **Journal of International Dental and Medical Research**, 12(1), 49-53 .
- Ali, S. G., Mulay, S., Palekar, A., Sejpal, D., Joshi, A., & Gufran, H. (2012). Prevalence of and factors affecting post-obturation pain following single visit root canal treatment in Indian population: A prospective, randomized clinical trial. **Contemporary clinical dentistry**, 3(4), 459-463 .
- Alkahtany, S. M., Alfadhel, R., AlOmair, A., & Durayhim, S. B. (2024). Characteristics and Effectiveness of XP-Endo Files and Systems: A Narrative Review. **International journal of dentistry**, 2024(1), 9412427.
- Almohareb, R. A., Barakat, R. M., Alreshaidan, S., Alluhaidan, S., Muwainea, A., Bautista, L. S., & Balto, H. (2024). Efficacy of various techniques in calcium silicate-based intracanal medicament removal: a micro-CT analysis. **Scientific Reports**, 14(1), 19705.
- Alnowailaty, Y., & Alghamdi, F. (٢٠٢٢) .Prevalence of endodontically treated premolars and molars with untreated canals and their association with apical periodontitis using cone-beam computed tomography. **Cureus**, 14(6): e25619.
- Alothmani, O. S., Chandler, N. P., & Friedlander, L. T. (2013). The anatomy of the root apex: A review and clinical considerations in endodontics. **Saudi Endodontic Journal**, 3(1), 1-9.

- Alsinaidi, Y. A., Almotairi, T. A. T., Alyami, I. M., Alsharif, A. A., Alshammari, M. Z., Saeed, A. A., & Almithn, G. A. A. (2022). Factors Affecting Root Canal Treatment Outcomes: A Systematic Review. ***Saudi J Oral Dent Res***, 7(11), 270-275.
- Alves, F. R., Andrade-Junior, C. V., Marceliano-Alves, M. F., Pérez, A. R., Rôças, I. N., Versiani, M. A., . . . Siqueira Jr, J. F. (2016). Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: a correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. ***Journal of endodontics***, 42(11), 1667-1672.
- Aminoshariae, A., & Kulild, J. (2015). Master apical file size—smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. ***International endodontic journal***, 48(7), 639-647.
- Anderson, A. C., Hellwig, E., Vespermann, R., Wittmer, A., Schmid, M., Karygianni, L., & Al-Ahmad, A. (2012). Comprehensive analysis of secondary dental root canal infections: a combination of culture and culture-independent approaches reveals new insights. ***PloS one***, 7(11), e49576.
- Applebaum, E., Nackley, A. G., Bair, E., Maixner, W., & Khan, A. A. (2015). Genetic variants in cyclooxygenase-2 contribute to post-treatment pain among endodontic patients. ***Journal of endodontics***, 41(8), 1214-1218.
- Arca-Suárez, J., Galán-Sánchez, F., Marin-Casanova, P., & Rodríguez-Iglesias, M. A. (2017). Direct identification of microorganisms from thioglycolate broth by MALDI-TOF MS. ***PLoS One***, 12(9), e0185229.
- Arias, A., Azabal, M., Hidalgo, J. J., & de la Macorra, J. C. (2009). Relationship between postendodontic pain, tooth diagnostic factors, and apical patency. ***Journal of endodontics***, 35(2), 189-192.
- Arias, A., De la Macorra, J., Hidalgo, J., & Azabal, M. (2013). Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. ***International endodontic journal***, 46(8), 784-793.
- Arora, S., Saquib, S. A., Algarni, Y. A., Kader, M. A., Ahmad, I., Alshahrani, M. Y., . . . Bavabeedu, S. S. (2021). Synergistic effect of plant extracts on endodontic pathogens isolated from teeth with root canal treatment failure: an in vitro study. ***Antibiotics***, 10(5), 552 .
- Arora, S., & Tewari, S. (2019). The morphology of the apical foramen in posterior teeth in a North Indian population. ***International endodontic journal***, 42(10), 930-939 .
- Ashour, I., Moussa, S. M., & Genena, S. M. (2025). EFFECT OF SUPPLEMENTARY USE OF THE XP-ENDO FINISHER ON POST-OPERATIVE PAIN IN RETREATMENT CASES (RANDOMIZED CONTROLLED CLINICAL TRIAL). ***Alexandria Dental Journal***, 2024.329677.1545

- Ashraf, A., Hussein, W., Hashem, A., & Soliman, A. (2022). The Effect of Passive Ultrasonic Irrigation and XP-Endo Finisher on Post-operative Pain after Endodontic Retreatment on Patients (Randomized Controlled Clinical Trial). **Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences**, 10(D), 450-457 .
- Assiri, Y. H. H., Talea, I. A., Dibas, A. M., Alshahrani, A. A. M., Alziyadi, Y. M., Alfaify, A. S. H . . . , Almutlaqah, M. A. (2024). Apical Limits in Root Canal Therapy: A Review of Techniques and Success Rates. **Journal of International Crisis and Risk Communication Research**, 7(S10), 1-6.
- Atmeh, A. R., Al Omari, T., AlQifari, A. F., & Jamleh, A. (2024). Exploring morphometric transformations in temperature-sensitive NiTi instruments alongside real-time intracanal temperature dynamics. **International endodontic journal**, 57(9), 1360-1370 .
- Aveiro, E., Chiarelli-Neto, V., de-Jesus-Soares, A., Zaia, A., Ferraz, C , Almeida, J., . . . Gomes, B. (2020). Efficacy of reciprocating and ultrasonic activation of 6% sodium hypochlorite in the reduction of microbial content and virulence factors in teeth with primary endodontic infection. **International endodontic journal**, 53(5), 604-618 .
- Azim, A., Griggs, J., & Huang, G. J. (2016). The Tennessee study: factors affecting treatment outcome and healing time following nonsurgical root canal treatment. **International endodontic journal**, 49(1), 6-16 .
- Azim, A. A., Aksel, H., Margaret Jefferson, M., & Huang, G. T.-J. (2018). Comparison of sodium hypochlorite extrusion by five irrigation systems using an artificial root socket model and a quantitative chemical method. **Clinical oral investigations**, 22, 1055-1061 .
- Azim, A. A., Aksel ,H., Zhuang, T., Mashtare, T., Babu, J. P., & Huang, G. T.-J. (2016). Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. **Journal of endodontics**, 42(6),928-934.
- Azimian, S., Bakhtiar, H., Azimi, S., & Esnaashari, E. (2019). In vitro effect of XP-Endo finisher on the amount of residual debris and smear layer on the root canal walls. **Dental research journal**, 16(3), 179-184 .

-B-

- Ballal, N., Gandhi, P., Shenoy, P ,Shenoy Belle, V., Bhat, V., Rechenberg, D. K., & Zehnder, M. (2019). Safety assessment of an etidronate in a sodium hypochlorite solution: randomized double-blind trial. **International endodontic journal**, 52(9), 1274-1282 .
- Ballal, N. V., Gandhi, P., Shenoy, P. A., & Dummer, P. M. (2020). Evaluation of various irrigation activation systems to eliminate bacteria from the root canal

- system: a randomized controlled single blinded trial. **Journal of Dentistry**, 99, 103412 .
- Bamini, L., Sherwood, A., Arias, A ,Subramani, S. K., & Bhargavi, P. (2020). Influence of tooth factors and procedural errors on the incidence and severity of post-endodontic pain: A prospective clinical study. **Dentistry Journal**, 8(3), 73 .
- Bao, P., Shen, Y., Lin, J., & Haapasalo, M. (2017). (In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. **Journal of endodontics**, 43(2), 321-325 .
- Barbosa-Ribeiro, M., Arruda-Vasconcelos, R., Louzada, L. M., Dos Santos, D. G., Andreote, F. D., & Gomes, B. P. (2021). Microbiological analysis of endodontically treated teeth with apical periodontitis before and after endodontic retreatment. **Clinical oral investigations**, 25, 2017-2027 .
- Barbosa, A. F. A., Lima, C. O. d., Sassone, L. M., Fares, R. D., Fidalgo, T. K. d. S., & Silva, E. J. N. L. (2021). Effect of passive ultrasonic irrigation on hard tissue debris removal: a systematic review and meta-analysis. **Brazilian oral research**, 35, e123 .
- Bashetty, K., & Hegde, J. (2010). Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: a randomized clinical trial. **Indian Journal of dental research**, 21(4), 523-527 .
- Basrani, B. (2005). Chlorhexidine gluconate. **Australian Endodontic Journal**, 31(2), 48-52 .
- Basrani, B., & Haapasalo, M. (2012). Update on endodontic irrigating solutions. **Endodontic Topics**, 27(1), 74-102 .
- Baugh, D., & Wallace, J. (2005). The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. **Journal of endodontics**, 31(5), 333-340.
- Benoist, F. L., Sarr, M., Bane, K., Ndiaye, M. L., Ndiaye, D., Benhattal, G. T., & Faye, B. (2018). Clinical study on the variability in the distance between apical constriction determined by an apex locator and the radiographic apex. **Clinical study**, 3(1), 5-9 .
- Berman, L. H., & Hargreaves, K. M. (2020). "Tooth Morphology and Pulpal Access Cavities", in **Cohen's Pathways of the Pulp 12th edition**: Elsevier Health Sciences.192-230.
- Bhardwaj, A., Gupta, R. K., Ates, A. A., Wahjuningrum, D. A., Arican, B., AlOmari, T., . . . Pawar, A. M. (2023). Comparison of postoperative pain after the utilization of different file systems in single visit endodontics. **Patient preference and adherence**, 1025-1034 .
- Bjarnsholt, T. (2013). The role of bacterial biofilms in chronic infections. **Apmis**, 121(s136), 1-58.

- Bolbolian, M., Golchin, S., & Faegh, S. (2018). In vitro Evaluation of the Accuracy of the Root Zx in the Presence of Naocl 2.5% and Chlorhexidine 0.2%. **Journal of clinical and experimental dentistry**, 10(11), e1054 .
- Borges, Á. H., Pereira, T. M., Porto, A. N., de Araújo Estrela, C. R., Pedro, F. L. M., Aranha, A. M. F., & Guedes, O. A. (2016). The influence of cervical preflaring on the amount of apically extruded debris after root canal preparation using different instrumentation systems. **Journal of endodontics**, 42(3), 465-469 .
- Borges, M. M. B., Barros, M. C. d., Queiroz, Í. O. d. A., Andrade, F. B. d., & Duarte, M .A. H. (2023). Effect of two methods of irrigant agitation on the temperature and cleanliness of sodium hypochlorite associated or not with a chelator. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, 22, e238692 .
- Borlina, S. C., de Souza, V., Holland, R., Murata, S .S., Gomes-Filho, J. E., Junior, E. D., . . . dos Anjos Neto, D. (2010). Influence of apical foramen widening and sealer on the healing of chronic periapical lesions induced in dogs' teeth. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 109(6), 932-940 .
- Bourreau, M. L. S., Soares, A. d. J., & Souza-Filho, F. J. d. (2015). Evaluation of postoperative pain after endodontic treatment with foraminal enlargement and obturation using two auxiliary chemical protocols. **Revista de Odontologia da UNESP**, 44, 157-162 .
- Boutsioukis, C., & Arias-Moliz, M. T. (2022). Present status and future directions—irrigants and irrigation methods. **International endodontic journal**, 55(s3), 588-612.
- Boutsioukis, C., Arias-Moliz, M. T., & Chávez de Paz ,L. E. (2022). A critical analysis of research methods and experimental models to study irrigants and irrigation systems. **International endodontic journal**, 55(s2), 295-329.
- Boutsioukis, C., & Nova, P. G. (2021). Syringe irrigation in minimally shaped root canals using 3 endodontic needles: a computational fluid dynamics study. **Journal of endodontics**, 47(9), 1487-1495.
- Boutsioukis, C., Psimma, Z., & Kastrinakis, E. (2014). The effect of flow rate and agitation technique on irrigant extrusion ex vivo. **International endodontic journal**, 47(5), 487-496 .
- Brandão, P. M., de Figueiredo, J. A. P., Morgental, R. D., Scarparo, R. K., Hartmann, R. C., Waltrick, S. B. G., & Souza, R. A. (2019). Influence of foraminal enlargement on the healing of periapical lesions in rat molars. **Clinical Oral Investigations**, 23, 1985-1991 .
- Burleson, A., Nusstein, J., Reader, A., & Beck, M. (2007). The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. **Journal of endodontics**, 33(7), 782-787 .

-C-

- Campos, G. O., dos Reis Prado, A. H., de Assis Macedo, I. F., da Costa Ferreira, I., da Costa Ferreira, G., Benetti, F., . . . Viana, A. C. D. (2024). Effect of foraminal enlargement on periapical healing in necrotic teeth: A systematic review. *Iranian Endodontic Journal*, 19(2), 75-84.
- Căpută, P. E., Retsas, A., Kuijk, L., de Paz, L. E. C., & Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic irrigant activation during root canal treatment: a systematic review. *Journal of endodontics*, 45(1), 31-44. e13 .
- Card, S. J , Sigurdsson, A., Ørstavik, D., & Trope, M. (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *Journal of endodontics*, 28(11), 779-783 .
- CARDOSO TARALLO, A., DE SOUZA MATOS, F., Bresciani, E., Paranhos, L. R., & Ribeiro Camargo, C. H. (2018). Influence of Working Length on Post-operative Pain after Single or Two-Visit Endodontic Treatment: A Randomised Clinical Trial. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 12(10), 6.
- Carvalho, M. C., Zuolo, M. L., Arruda-Vasconcelos, R., Marinho, A. C. S., Louzada, L. M., Francisco, P. A., . . . Gomes, B. P. F. d. A. (2019). Effectiveness of XP-Endo Finisher in the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals. *Brazilian oral research*, 33, e021 .
- Carver, K., Nusstein, J , Reader, A., & Beck, M. (2007). In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *Journal of endodontics*, 33(9), 1038-1043 .
- Castelo-Baz, P., Lozano, F. J. R., Ginzo-Villamayor, M. J., Vila, R. M , Seoane-Romero, J., Martín-Cruces, J., & Martín-Biedma, B. (2021). Efficacy of continuous apical negative ultrasonic irrigation (CANUI) in penetration of simulated lateral canals in extracted teeth. *Scientific Reports*, 11(1), 10908 .
- Caviedes-Bucheli, J , Castellanos, F., Vasquez, N., Ulate, E., & Munoz, H. (2016). The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal*, 49(3), 255-270 .
- Chen, E., Kaing, S., Mohan, H., Ting, S.-Y., Wu, J., & Parashos, P. (2011). An ex vivo comparison of electronic apex locator teaching models. *Journal of endodontics*, 37(8), 1147-1151.
- Chen, J. E., Nurbakhsh, B., Layton, G., Bussmann, M., & Kishen, A. (2014). Irrigation dynamics associated with positive pressure, apical negative pressure and passive ultrasonic irrigations: a computational fluid dynamics analysis. *Australian Endodontic Journal*, 40(2), 54-60 .
- Choudhary, A., Farooq, R., Purra, A. R., & Ahangar, F. A. (2019). Ultrasonic versus sonic activation of the final irrigant in root canals instrumented with rotary

- files: an in-vitro stereomicroscopic analysis. **International Journal of Research & Review**, 6(12), 22-26 .
- Chu, F. C., Tsang, C. P., Chow, T. W., & Samaranayake, L. P. (2005). Identification of cultivable microorganisms from primary endodontic infections with exposed and unexposed pulp space. **Journal of endodontics**, 31(6), 424-429 .
- Chugal, N. M., Clive, J. M., & Spångberg, L. S. (2003). Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 96(1), 81-90 .
- Chybowski, E. A., Glickman, G. N., Patel ,Y., Fleury, A., Solomon, E., & He, J. (2018). Clinical outcome of non-surgical root canal treatment using a single-cone technique with endosequence bioceramic sealer: a retrospective analysis. **Journal of endodontics**, 44(6), 941-945 .
- Coelho, M. S., Vilas-Boas, L., & Tawil, P. Z. (2019). The effects of photodynamic therapy on postoperative pain in teeth with necrotic pulps. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, 27, 396-401 .
- Coldero, L., McHugh, S., MacKenzie, D., & Saunders, W. (2002). Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. **International endodontic journal**, 35(5), 437-446 .
- Costerton, J. W., Stewart, P. S., & Greenberg, E. P. (1999). Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. **science**, 284(5418), 1318-1322 .
- Crozeta, B. M., de Souza, L. C., Silva-Sousa, Y. T. C., Sousa-Neto, M. D., Jaramillo, D. E., & Silva, R. M. (2020). Evaluation of passive ultrasonic irrigation and GentleWave system as adjuvants in endodontic retreatment. **Journal of endodontics**, 46(9), 1279-1285 .

-D-

- Dahlén, G. (2017). Culture-based analysis of endodontic infections. **Endodontic microbiology**, Chapter 4,51-79.
- De-Deus, G., Neves, A., Silva, E. J., Mendonça, T. A., Lourenço, C., Calixto, C., & Lima, E. J. M. (2015). Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. **Clinical oral investigations**, 19, 357-361 .
- De-Deus, G., Belladonna, F., Silva, E., Souza, E., & Versiani, M. (2016). Critical appraisal of some methodological aspects of using micro-CT technology in the study of dentinal microcracks in endodontics. **International endodontic journal**, 49(2), 216-219 .
- De-Deus, G., Paciornik, S., & Mauricio, M. (2006). Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. **International endodontic journal**, 39(5), 401-407 .
- de Brito, P. R. R., Mayer Lima, P., Leal Silva, E. J. N., Rivera Fidel, S., Sérgio Fidel, R. A., & Moura Sassone, L. (2016). Effectiveness of ProTaper Next, ProTaper

- Universal and WaveOne systems in reducing intracanal bacterial load. **Endodontic practice today**,10(3),167-173.
- de Carvalho MARION, J. J., de Alencar SOARES, E. C., HERRERA, D. R., BARROSO, A. P., PRADO, M., & ZAIA, A. A. (2019). Influence of apical preparation technique on root canal disinfection and shaping: literature review . **Dental Press Endodontics**, 9(1),72-81.
- de Freitas Portela, F. S. M., De Martin, A. S., Pelegriane, R. A., Gutmann, J. L., Kato, A. S., & da Silveira Bueno, C. E. (2021). Effect of foraminal enlargement on postoperative pain in necrotic single-rooted teeth: A randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, 47(7), 1046-1051 .
- de Jesus Oliveira, L. S., de Figueiredo, F. E. D., Correa, M. B., & Faria-e-Silva, A. L. (2023). Supplementary use of the XP-endo Finisher on postoperative pain in posterior teeth with periapical lesions: a randomized clinical trial. **Clinical oral investigations**, 27(6), 2565-2572 .
- de Oliveira Escócio, A., Hamasakia, S. K., Mendes, É., Angelieri, B. M., Matta, A. C. G., de Jesus Soares, A., & Frozoni, M. (2023). Postoperative pain after foraminal enlargement in teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. **Giornale Italiano di Endodonzia**, 37(1),85-94.
- de Paz Villanueva, L. E. C. (2002). Fusobacterium nucleatum in endodontic flare-ups. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 93(2), 179-183 .
- de Souza Filho, F. J., Benatti, O., & de Almeida, O. P. (1987). Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. **Oral surgery, oral medicine, oral pathology**, 64(4), 480-484 .
- Degerness, R. A., & Bowles, W. R. (2010). Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. **Journal of endodontics**, 36(6), 985-989 .
- Di Spirito, F., Scelza, G., Fornara, R., Giordano, F., Rosa, D., & Amato, A. (2022). Post-operative endodontic pain management: An overview of systematic reviews on post-operatively administered oral medications and integrated evidence-based clinical recommendations. **Healthcare**,10(5),760.
- Ding, J., Gutmann, J. L., Fan, B., Lu, Y., & Chen, H. (2010). Investigation of apex locators and related morphological factors. **Journal of endodontics**, 36(8), 1399-1403 .
- Dioguardi, M., Di Gioia, G., Illuzzi ,G., Ciavarella, D., Laneve, E., Troiano, G., & Lo Muzio, L. (2019). Passive ultrasonic irrigation efficacy in the vapor lock removal: Systematic review and meta-analysis. **The Scientific World Journal**, 2019(1), 6765349 .

- Doğan, M. U., Arıcıoğlu, B., Köse, T. E., Çıkman, A. Ş., & Öksüz, M. Ç. (2024). Association between the irrigation-agitation techniques and Periapical Healing of large periapical lesions: a Randomized Controlled Trial. **Clinical Oral Investigations**, 28(7), 376 .
- Donnermeyer, D., Wyrsh, H., Bürklein, S., & Schäfer, E. (2019). Removal of calcium hydroxide from artificial grooves in straight root canals: sonic activation using EDDY versus passive ultrasonic irrigation and XPendo Finisher. **Journal of endodontics**, 45(3), 322-326 .
- Dorasani, G., Madhusudhana, K., & Chinni, S. K. (2013). Clinical and radiographic evaluation of single-visit and multi-visit endodontic treatment of teeth with periapical pathology: An: in vivo: study. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, 16(6), 484-488.
- Dube, K., & Jain, P. (2018). Electrolyzed saline... an alternative to sodium hypochlorite for root canal irrigation. **Clujul Med**, 91(3), 322-327.
- Dummer, P. M., McGINN, J. H., & Rees, D. G. (1984). The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. **International endodontic journal**, 17(4), 192-198 .

-E-

- Ebrahim, A. K., Wadachi, R., & Suda, H. (2007). Electronic apex locators—a review. **Journal of Medical and Dental Sciences**, 54(3), 125-136 .
- Ehrmann, E., Messer, H., & Adams, G. (2003). The relationship of intracanal medicaments to postoperative pain in endodontics. **International endodontic journal**, 36(12), 868-875 .
- ElAyouti, A., Dima, E., Judenhofer, M. S., Löst, C., & Pichler, B. J. (2011). Increased apical enlargement contributes to excessive dentin removal in curved root canals: a stepwise microcomputed tomography study. **Journal of endodontics**, 37(11), 1580-1584 .
- ElMubarak, A. H. H., Abu-bakr, N. H., & Ibrahim, Y. E. (2010). Postoperative pain in multiple-visit and single-visit root canal treatment. **Journal of endodontics**, 36(1), 36-39 .
- Elnaghy, A. M., Mandorah, A., & Elsaka, S. E. (2017). Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. **Odontology**, 105, 178-183 .
- Elsaka, S., Hussein, W., Hashem, A., & Soliman, A. (2022). The effect of passive ultrasonic irrigation or XP-Endo finisher on post-operative pain in patients with necrotic teeth with apical periodontitis (randomized controlled clinical trial). **Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences**, 10(D), 197-204 .
- Elshinawy, M. I. (2017). In-vitro comparison of four different working length determination techniques. **Tanta Dental Journal**, 14(1), 12-16.

- Elzainy, P., Hussein, W., Hashem, A., & Badr, M. (2022). Post-operative pain after different root canal irrigant activation methods in patients with acute apical periodontitis (Randomized Clinical Trial). **Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences**, 10(D), 331-337 .
- Elzainy, P. T., Kamel, W. H., Hashem, A., & Badr, M. (2024). Postoperative Pain After Different Root Canal Irrigant Activation Methods In Patients With Non-Vital Teeth (Randomized Clinical Trial). **Future**, 10(2), 85-96 .
- Emara, R. ,Gawdat, S., & El-Far, H. (2021). Effect of XP-endo Shaper versus conventional rotary files on postoperative pain and bacterial reduction in oval canals with necrotic pulps: a randomized clinical study. **International endodontic journal**, 54(7), 1026-1036 .
- Endodontists, A. A. o. (2020). *Glossary of endodontic terms*: **American Association of Endodontists**.
- Endodontology, E. S. o. (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. **International endodontic journal**, 39(12), 921-930 .
- Er Karaoğlu, G., & Aydın, Z. U. (2024). The effect of different irrigation activation methods on the penetration of the irrigation solution into the dentinal tubules in teeth with calcium hydroxide applied and oval-shaped canals: Confocal laser scanning microscope analysis. **Microscopy Research and Technique**, 87(9), 2194-2203 .
- Erkan, E., Gündoğar, M., Uslu, G., & Özyürek, T. (2022). Postoperative pain after SWEEPS, PIPS, sonic and ultrasonic-assisted irrigation activation techniques: a randomized clinical trial. **Odontology**, 110(4), 786-794 .
- Espinoza, I., Villar, A. J. C., Loroño, G., Estevez, R., Plotino, G., & Cisneros, R. (2021). Effectiveness of XP-Endo Finisher and passive ultrasonic irrigation in the removal of the smear layer using two different chelating agents. **Journal of Dentistry**, 22(4), 243 .
- Estrela, C., Estrela, C. R., Barbin, E. L., Spanó, J. C. E., Marchesan, M. A., & Pécora, J. D. (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. **Brazilian dental journal**, 13, 113-117 .
- Estrela, C., Holland, R., Estrela, C. R. d. A., Alencar, A. H. G., Sousa-Neto, M. D., & Pécora, J. D. (2014). Characterization of successful root canal treatment. **Brazilian dental journal**, 25(1), 3-11 .
- Estrela, C., Silva, J. A., Alencar ,A. H. G. d., Leles, C. R., & Decurcio, D. A. (2008). Efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*: a systematic review. **Journal of Applied oral science**, 16, 364-368 .
- Eyüboğlu, T. F., Olcay, K., Erkan, E., & Özcan, M.(2020) .Radiographic and clinical findings of single-visit root canal treatments with apical enlargement in

necrotic teeth: a retrospective cohort study. *BioMed research international*, 2020(1), 7912638 .

-F-

- Fahim, M. M., Saber, S. E. M., Elkhatib, W. F., Nagy ,M. M., & Schafer, E. (2022). The antibacterial effect and the incidence of post-operative pain after the application of nano-based intracanal medications during endodontic retreatment: a randomized controlled clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 26,1-9.
- Fatima, S., Kumar, A., Andrabi, S. M. U. N., Mishra, S. K., & Tewari, R. K. (2021). Effect of apical third enlargement to different preparation sizes and tapers on postoperative pain and outcome of primary endodontic treatment: a prospective randomized clinical trial. *Journal of endodontics*, 47(9), 1345-1351 .
- Fayek, M. A., & Abouelenien, S. S. (2023). Influence of sodium hypochlorite used in combination with EDTA versus sodium hypochlorite mixed with etidronate irrigants on coronal fracture resistance of endodontically treated bleached teeth (A comparative in-vitro study). *Advanced Dental Journal*, 5(3), 651-658 .
- Fernandes, A. L. R., da Silva Limoeiro, A. G., Kato, A. S., Pelegri, R. A., de Martin, A. S., Rocha, D. G. P., & da Silveira Bueno, C .E. (2021). Analysis of two irrigation methods in root canal disinfection against E. Faecalis biofilm under the influence of the concentration, volumen, and time in contact of the irrigant. *Research, Society and Development*, 10(8), e32610817478-e32610817478.
- Fernandes, L. A., de Sousa Santos, C. F., Westphalen, V. P. D., da Silva Neto, U. X., & Carneiro, E. (2023). Postoperative Endodontic Pain after Treatment Using XP-endo Finisher: A Randomized Clinical Trial. *Iranian Endodontic Journal* , 18(3):145–151.
- Figini, L., Lodi, G., Gorni, F., & Gagliani, M. (2008). Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth: a Cochrane systematic review. *Journal of endodontics*, 34(9), 1041-1047 .
- Fonseca, B., Coelho, M. S., da Silveira Bueno, C. E ,Fontana, C. E., De Martin, A. S., & Rocha, D. G. P. (2019). Assessment of extrusion and postoperative pain of a bioceramic and resin-based root canal sealer. *European journal of dentistry*, 13(03), 343-348 .
- Fornari, V., Silva-Sousa, Y., Vanni, J., Pécora, J., Versiani, M., & Sousa-Neto, M. (2010). Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *International endodontic journal*, 43(11), 988-994 .
- Fouad, A. F. (2025). Outcomes of Endodontic Treatment: Which measures are important? *Journal of endodontics*, 51(4), 399-400 .

- Fouad, A. F., Zerella, J., Barry, J., & Spångberg, L. S. (2005). Molecular detection of Enterococcus species in root canals of therapy-resistant endodontic infections. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 99(1), 112-118 .
- Friedman, S. (2002). Prognosis of initial endodontic therapy. **Endodontic Topics**, 2(1), 59-88 .
- Friedman, S., & Mor, C. (2004). The success of endodontic therapy—healing and functionality. **Journal of the California Dental Association**, 32(6), 493-503 .

-G-

- Gambarini, G., Gerosa, R., De Luca, M., Garala, M., & Testarelli, L. (2008). Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 105(6), 798-800 .
- Gambarini, G., Testarelli, L., De Luca, M., Milana, V., Plotino, G., Grande, N. M., . . . Sannino, G. (2013). The influence of three different instrumentation techniques on the incidence of postoperative pain after endodontic treatment. **Annali di stomatologia**, 4(1), 152-155 .
- Gandhi, R. M., Gandhi, M., Shah, A. M., & Shah, T. D. (2023). A Comparative Clinical Study On The Correlation Of Working Length Determined Using Three Different Electronic Apex Locators With Radiographic Working Length: An In Vivo Study. **Journal of Pharmaceutical Negative Results**, 14(2).
- Garlet, G. P., Aranha, A. M., Silveira, E. M., Vieira, A. E .Queiroz-Junior, C. M., Madeira, M. F., . . . Silva, T. A. (2012). The role of chemokines and cytokines in the pathogenesis of periodontal and periapical lesions: Current concepts. **Inflammation, Chronic Diseases and Cancer—Cell and Molecular Biology, Immunology and Clinical Bases**, 1, 219-241 .
- Gazzaneo, I., Vieira, G. C., Pérez, A. R., Alves, F. R., Gonçalves, L. S., Mdala, I., . . . Rôças, I. N. (2019). Root canal disinfection by single-and multiple-instrument systems: effects of sodium hypochlorite volume, concentration, and retention time. **Journal of endodontics**, 45(6), 736-741 .
- Generali, L., Cavani, F., Serena, V., Pettenati, C., Righi, E., & Bertoldi, C. (2017). Effect of different irrigation systems on sealer penetration into dentinal tubules. **Journal of endodontics**, 43(4), 652-656 .
- Glickman, G. N., & Pettiette, M. (2006). Preparation for treatment. **Pathways of the Pulp**, 9, 120-132 .
- Gluskin, A. H. (2007). Anatomy of an overfill: a reflection on the process. **Endodontic topics**, 16(1), 64-81 .
- Gomes, B., Sato, E., Ferraz, C., Teixeira, F., Zaia, A., & Souza-Filho, F. (2003). Evaluation of time required for recontamination of coronally sealed canals

- medicated with calcium hydroxide and chlorhexidine. **International endodontic journal**, 36(9), 604-609 .
- Gomes, B. P., Aveiro, E., & Kishen, A. (2023). Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. **Brazilian dental journal**, 34(4), 1-33 .
- Gomes, B. P., Endo, M. S., & Martinho, F. C. (2012). Comparison of endotoxin levels found in primary and secondary endodontic infections. **Journal of endodontics**, 38(8), 1082-1086 .
- Gomes, B. P., Pinheiro, E. T., Gadê-Neto, C., Sousa, E. L., Ferraz, C. C., Zaia, A. A., . . . Souza-Filho, F. (2004). Microbiological examination of infected dental root canals. **Oral microbiology and immunology**, 19(2), 71-76 .
- Gomes, B. P., Vianna, M. E., Zaia, A. A., Almeida, J. F. A., Souza-Filho, F. J., & Ferraz, C. C. (2013). Chlorhexidine in endodontics. **Brazilian dental journal**, 24(2), 89-102 .
- Gomes, B. P. F. d. A., & Herrera, D. R. (2018). Etiologic role of root canal infection in apical periodontitis and its relationship with clinical symptomatology. **Brazilian oral research**, 32(suppl 1), e69 .
- Goncalves, L. S., Rodrigues, R. C. V., Junior, C. V. A., Soares, R. G., & Vettore, M. V. (2016). The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: a systematic review of clinical trials. **Journal of endodontics**, 42(4), 527-532 .
- Gondim Jr, E., Setzer, F. C., Dos Carmo, C. B., & Kim S. (2010). Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, 36(8), 1295-1301 .
- Gopikrishna, V., & Parameswaran, A. (2003). Effectiveness of prophylactic use of rofecoxib in comparison with ibuprofen on postendodontic pain. **Journal of endodontics**, 29(1), 62-64 .
- Gordon, M., & Chandler, N. (2004). Electronic apex locators. **International endodontic journal**, 37(7), 425-437 .
- Gotler, M., Bar-Gil, B., & Ashkenazi, M. (2012). Postoperative pain after root canal treatment: a prospective cohort study. **International journal of dentistry**, 2012(1), 310467 .
- Graunaite, I., Skucaite, N., Lodiene, G., Agentiene, I., & Machiulskiene, V. (2018). Effect of resin-based and bioceramic root canal sealers on postoperative pain: a split-mouth randomized controlled trial. **Journal of endodontics**, 44(5), 689-693 .
- Guerisoli, D., Marchesan, M., Walmsley, A., Lumley, P., & Pecora, J. (2002). Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. **International Endodontic Journal**, 35(5), 418-421 .
- Guimarães, L. d. S., da Silva, E. A. B., Hespanhol, F. G., Fontes, K. B. F. d. C., Antunes, L. A. A., & Antunes, L. S. (2021). Effect of photobiomodulation on

- post-operative symptoms in teeth with asymptomatic apical periodontitis treated with foraminal enlargement: a randomized clinical trial. **International endodontic journal**, 54(10), 1708-1719 .
- Guise, G. M., Goodell, G. G., & Imamura, G. M. (2010). In vitro comparison of three electronic apex locators. **Journal of endodontics**, 36(2), 279-281 .
- Guivarc'h, M., Ordioni, U., Ahmed, H. M. A., Cohen, S., Catherine, J.-H., & Bukiet, F. (2017). Sodium hypochlorite accident: a systematic review. **Journal of endodontics**, 43(1), 16-24 .
- Gündoğar, M., Sezgin, G. P., Kaplan, S. S., Özyürek, H., Uslu, G., & Özyürek, T. (2021). Postoperative pain after different irrigation activation techniques: a randomized, clinical trial. **Odontology**, 109, 385-392 .
- Gutmann, J. L., & Fan, B. (2020). Tooth morphology and pulpal access cavities. *Cohen's pathways of the pulp. 12th ed. St. Louis, MO: Elsevier*, chapter7, 192-223 .

-H-

- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. **Dental Clinics**, 54(2), 291-312 .
- Haapasalo ,M., Shen, Y., Wang, Z., & Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. **British dental journal**, 216(6), 299-303 .
- Habeeb, M. A. (2023). Comparative Evaluation of Debris and Irrigation Extruded Apically Using Different Design of Needles and Penetration Depth-An In Vitro Study. **Indian Journal of dental research**, 34(3), 266-269 .
- Hall, C. W., & Mah, T.-F. (2017). Molecular mechanisms of biofilm-based antibiotic resistance and tolerance in pathogenic bacteria. **FEMS microbiology reviews**, 41(3), 276-301 .
- Hamdan ,R., Michetti, J., Pinchon, D., Diemer, F., & Georgelin-Gurgel, M. (2017). The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, 9(7), e855 .
- Hanafy, M .S., Kamel, W. H., & Nour El Din, M. M. (2020). Effect of XP-Endo finisher on post-instrumentation pain after using different niti rotary systems. **Al-Azhar Dental Journal for Girls**, 7(2-C), 157-164 .
- Hariprasad, R., Anoop, V., Raj, P. R., Obulareddy, V. T ,Kunjumon, R. M., & Sadula, K. K. (2021). Evaluation of Crack Propagation after Root Canal Preparation with Continuous and Reciprocating Files and Final Finishing with XP Endo Finisher–An In vitro Study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, 13(Suppl 2), S1700-S1704 .

- Hassanien, E. E., Hashem, A., & Chalfin, H. (2008). Histomorphometric study of the root apex of mandibular premolar teeth: an attempt to correlate working length measured with electronic and radiograph methods to various anatomic positions in the apical portion of the canal. ***Journal of endodontics***, 34(4), 408-412 .
- Hegde, J., Bashetty, K., & Gulati, U. (2012). Quantity of sodium thiosulfate required to neutralize various concentrations of sodium hypochlorite. ***Asian journal of pharmaceutical and health sciences***, 2(3), 390-393.
- Herce-Ros, N., Álvarez-Sagües, A., Álvarez-Losa, L., Nistal-Villan, E., Amador, U., Presa, J., & Azabal, M. (2021). Antibacterial ability of sodium hypochlorite activated with PUI vs. XPF File against Bacteria growth on Enterococcus faecalis mature biofilm. ***Dentistry journal***, 9(6), 67 .
- Hiremath, H., Agarwal, R. S., Patni, P., & Chauhan, S. (2016). Accidental injection of 2% chlorhexidine gluconate instead of an anesthetic agent: A case report. ***Journal of Conservative Dentistry and Endodontics***, 19(1), 106-108 .
- Hızarcı, U., Koçak, S., Sağlam, B. C., & Koçak, M. M. (2022). Comparison of different irrigation activation techniques on postoperative pain after endodontic treatment: A randomized clinical trial. ***Turk Endod J*** 7(1): 7-12
- Holland, R., Otoboni Filho, J. A., de Souza, V., Nery, M. J., Bernabé, P. F. E., & Dezan Jr, E. (2003). A comparison of one versus two appointment endodontic therapy in dogs' teeth with apical periodontitis. ***Journal of endodontics***, 29(2), 121-124 .
- Holland, R., Sant'anna Júnior, A., Souza, V. d., Dezan Junior, E., Otoboni Filho, J. A., Bernabé, P. F. E., . . . Murata, S. S. (2005). Influence of apical patency and filling material on healing process of dogs' teeth with vital pulp after root canal therapy. ***Brazilian dental journal***, 16(1), 9-16 .
- Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. ***International endodontic journal***, 33(3), 186-193.

-I-

- Ingle, J. I. (2005). "Modern Endodontic Therapy: Post, Present and future". in ***"PDQ endodontics"***. 6th edition, BC Decker Inc, Hamilton, 27.
- Ingle, J. I., & Bakland, L. K. (2002). ***Endodontics***. 5th ed. hamilton, 923-933 .
- Iparraguirre Nuñovero, M. F., Hungaro Duarte, M. A., Kaled Segato, A. V., da Silva Neto, U. X., Portela Ditzel Westphalen, V., & Carneiro, E. (2024). The effect of intracanal cryotherapy with and without foraminal enlargement on pain prevention after endodontic treatment: a randomized clinical trial. ***Scientific Reports***, 14(1), 19905 .

Ivanovic, V., & Beljic-Ivanovic, K. (2009). Determining working length or how to locate the apical terminus (part I). **Roots**, 4, 30-36 .

-J-

- Jacobs, J. C., Troxel, A., Ehrlich, Y., Spolnik, K., Bringas, J. S., Gregory, R. L., & Yassen, G. H. (2017). Antibacterial effects of antimicrobials used in regenerative endodontics against biofilm bacteria obtained from mature and immature teeth with necrotic pulps. **Journal of endodontics**, 43(4), 575-579 .
- Jaiswal, S., Gupta, S., Nikhil, V., Bhadoria, A., & Raj, S. (2021). Effect of intracanal and extracanal heating on pulp dissolution property of continuous chelation irrigant. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, 24(6), 544-548 .
- Jamleh, A., Nassar, M., Alfadley, A., Khan, S., Alfouzan, K., & Adorno, C. (2021). Influence of additional apical enlargement on microcrack formation in root dentine: a micro-computed tomography investigation. **Clinical Oral Investigations**, 25, 4137-4143 .
- Javed, M. Q., Ahmed, A., Shahnawaz, A., & Zaman, H. (2018). Determination of Mean Distance of Obturation from Radiographic Apex by Using Electronic Method of Working Length Measurement. **Journal of Islamic International Medical College (JIIMC)**, 13(2), 91-96 .
- Joy, J., Mathias, J., Sagir, V. M., Babu, B. P., Chirayath, K. J., & Hameed, H. (2015). Bacterial biofilm removal using static and passive ultrasonic irrigation. **Journal of international oral health: JIOH**, 7(7), 42-47.
- Jung, I.-Y., Yoon, B.-H., Lee, S.-J., & Lee, S. J. (2011). Comparison of the reliability of “0.5” and “APEX” mark measurements in two frequency-based electronic apex locators. **Journal of endodontics**, 37(1), 49-52.
- Junior, J. A. C., Coelho, M. S., Kato, A. S., Vivacqua-Gomes, N., Fontana, C. E., Rocha, D. G. P., & da Silveira Bueno, C. E. (2016). The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with the reciproc system on postoperative pain: a prospective and randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, 42(1), 8-11 .

-K-

- Kaloustian, M., Nehme, W., El Hachem, C., Zogheib, C., Ghosn, N., Mallet, J., . . . Naaman, A. (2019). Evaluation of two shaping systems and two sonic irrigation devices in removing root canal filling material from distal roots of mandibular molars assessed by micro CT. **International Endodontic Journal**, 52(11), 1635-1644 .
- Kandaswamy, D., & Venkateshbabu, N. (2010). Root canal irrigants. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, 13(4), 256-264.
- Karade, P., Sharma, D., Hoshing, U. A., Medha, A. H., Bhagat, A. R., & Chopade, R. V. (2021). Efficiency of different endodontic irrigation and activation systems,

- self-adjusting file instrumentation/irrigation system, and XP-endo finisher in removal of the intracanal smear layer: An ex vivo scanning electron microscope study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, 13(Suppl 1), S402-S407 .
- Karamifar, K., Tondari, A., & Saghiri, M. A. (2020). Endodontic periapical lesion: an overview on the etiology, diagnosis and current treatment modalities. **European endodontic journal**, 5(2), 54-67 .
- Kataia, M., Kataia, E., & Khalil, H. (2024). Triple blinded split mouth clinical trial after single visit root canal treatment to Compare Post-operative pain subsequent to different apical finishing sizes .**Research Square**,v1, 05847738.
- Kato, A. S., Cunha, R. S., da Silveira Bueno, C. E., Pelegri, R. A., Fontana, C. E., & de Martin, A. S. (2016). Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. **Journal of endodontics**, 42(4), 659-663 .
- Kaur, M. S., Awasthi, M. P., & Mahajan, A. (2020). Comparative evaluation of interappointment flare-ups in diabetic and in non-diabetic patients. **Int J Curr Res**, 12, 9301-9304 .
- Keskin, C., Sariyilmaz, E., & Sariyilmaz, Ö. (2017). Efficacy of XP-endo Finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. **Journal of endodontics**, 43(1), 126-130 .
- Kfir, A., Blau-Venezia, N., Goldberger, T., Abramovitz, I., & Wigler, R. (2018). Efficacy of self-adjusting file, XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation on the removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove. **Australian Endodontic Journal**, 44(1), 26-31 .
- Khadse, A., Shenoi, P., Kokane, V., Khode, R., & Sonarkar, S. (2017). Electronic apex locators-an overview. **Indian Journal of Conservative and Endodontics**, 2(2), 35-40 .
- Khan, M. T., Moeen, F., Safi, S. Z., Said, F., Mansoor, A & Khan, A. (2021). The structural, physical, and in vitro biological performance of freshly mixed and set endodontic sealers. **European Endodontic Journal**, 6(1), 98-109.
- Kharsa, R., Laflouf, M., Albouni, T., & Alzoubi, H. (2023). Evaluation of antibacterial efficacy of ultrasonic-activated and inactivated chlorhexidine (solution and gel) in infected root canals of primary anterior teeth. **Pediatric Dental Journal**, 33(2), 93-101 .
- Kim, S.-W., & Shin, D.-H. (2017). Antibacterial effect of urushiol on E. faecalis as a root canal irrigant. **Restorative dentistry & endodontics**, 42(1), 54-59 .
- Kim, S., & Kratchman, S. (2006). Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. **Journal of endodontics**, 32(7), 601-623 .

- Kim, Y. J., & Chandler, N. (2013). Determination of working length for teeth with wide or immature apices: a review. *International endodontic journal*, 46(6), 483-491 .
- Kirchhoff, A. L., Fariniuk, L. F., & Mello, I. (2015). Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *Journal of endodontics*, 41(2), 237-241 .
- Kuttler, Y. (1955). Microscopic investigation of root apexes. *The Journal of the American Dental Association*, 50(5), 544-552 .

-L-

- Latham, J., Fong, H., Jewett, A., Johnson, J. D., & Paranjpe ,A. (2016). Disinfection efficacy of current regenerative endodontic protocols in simulated necrotic immature permanent teeth. *Journal of endodontics*, 42(8), 1218-1225 .
- Layton, G., Wu, W.-I., Selvaganapathy, P. R., Friedman, S., & Kishen, A. (2015). Fluid dynamics and biofilm removal generated by syringe-delivered and 2 ultrasonic-assisted irrigation methods: a novel experimental approach. *Journal of endodontics*, 41(6), 884-889 .
- Lea, S. C., Walmsley, A. D., & Lumley, P. J. (2010). Analyzing endosonic root canal file oscillations: an in vitro evaluation. *Journal of endodontics*, 36(5), 880-883 .
- Liapis, D., De Bruyne, M., De Moor, R., & Meire, M. (2021). Postoperative pain after ultrasonically and laser-activated irrigation during root canal treatment: a randomized clinical trial. *International endodontic journal*, 54(7), 1037-1050 .
- Lima, K. C., Fava, L. R., & Siqueira Jr, J. F. (2001). Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications. *Journal of endodontics*, 27(10), 616-619.
- Lu, Y., Chen, M., Qiao, F., & Wu, L. (2015). Comparison of apical and coronal extrusions using reciprocating and rotary instrumentation systems. *BMC oral health*, 15(92), 1-7 .

-M-

- Macedo, R., Verhaagen, B., Wesselink, P., Versluis, M., & Van Der Sluis, L.(2014) . Influence of refreshment/activation cycles and temperature rise on the reaction rate of sodium hypochlorite with bovine dentine during ultrasonic activated irrigation. *International endodontic journal*, 47(2), 147-154 .
- Machado, M. E. d. L., Nabeshima, C., Leonardo, M., Reis, F., Britto, M., & Cai, S. (2013). Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. *International endodontic journal*, 46(11), 1083-1087 .

- Machado, R., Comparin ,D., & Ignácio, S.-A. (2022). Postoperative pain after endodontic treatment of necrotic teeth submitted to large apical preparation using oscillatory kinematics. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, 14(2), e158 .
- Machado, R., Comparin, D., Ignácio, S. A., & da Silva Neto, U. X. (2021). Postoperative pain after endodontic treatment of necrotic teeth with large intentional foraminal enlargement. **Restorative Dentistry & Endodontics**, 46(3).
- Machado, R., da Silva, I., Comparin, D., de Mattos, B. A .M., Alberton, L. R., & da Silva Neto, U. X. (2021). Smear layer removal by passive ultrasonic irrigation and 2 new mechanical methods for activation of the chelating solution. **Restorative dentistry & endodontics**, 46(1).
- Machado, R., Moreira, G., Comparin ,D., Barroso, A. P., Nascimento, J., Ferraz, C. C. R., . . . Shadid, D. (2024). Postoperative pain after single-visit root canal treatments in necrotic teeth comparing instruments' kinematics and apical instrumentation limits—a prospective randomized multicenter clinical trial. **BMC oral health**, 24(1), 481 .
- Machado, R., Vigarani, G., Macoppi, T., Pawar, A., Glaci Reinke, S. M., & Kovalik Goncalves, A. C. (2021). Extrusion of debris with and without intentional foraminal enlargement—A systematic review and meta-analysis. **Australian Endodontic Journal**, 47(3), 741-748 .
- Mahitha, N., Priyadarsini, D., & Babu, D. V. (2023). A COMPARATIVE EVALUATION OF ETIDRONIC ACID AND EDTA IRRIGATING SOLUTIONS IN DENTINAL DEMINERALISATION AND REMOVAL OF SMEARLAYER. **Guident**, 16(5).
- Mancini, M., Armellin, E., Casaglia, A., Cerroni, L., & Cianconi, L. (2009). A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. **Journal of endodontics**, 35(6), 900-903 .
- Manva, M. Z., Alroomy, R., Sheereen, S., Hans, M. K., & Mallineni, S. K. (2021). Location and shape of the apical foramina in posterior teeth: an in-vitro analysis. **Surgical and Radiologic Anatomy**, 43, 275-281 .
- Manzur ,A., González, A. M., Pozos, A., Silva-Herzog, D., & Friedman, S. (2007). Bacterial quantification in teeth with apical periodontitis related to instrumentation and different intracanal medications: a randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, 33(2), 114-118.
- Marek, E., Łagocka, R., Kot, K., Woźniak, K., & Lipski, M. (2020). The influence of two forms of chlorhexidine on the accuracy of contemporary electronic apex locators. **BMC oral health**, 20, 1-8 .

- Marinho, A., To, T., Darveau, R., & Gomes, B. (٢٠١٨). Detection and function of lipopolysaccharide and its purified lipid A after treatment with auxiliary chemical substances and calcium hydroxide dressings used in root canal treatment. ***International endodontic journal***, 51(10), 1118-1129 .
- Markose ,A. (2020). Anatomy of apical-third of root canal. ***IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)***, 19(6), 53-57 .
- Martinho, F. C., Chiesa, W. M., Marinho, A. C., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., Almeida, J. F., . . . Gomes, B. P. (2010). Clinical investigation of the efficacy of chemomechanical preparation with rotary nickel-titanium files for removal of endotoxin from primarily infected root canals. ***Journal of endodontics***, 36(11), 1766-1769 .
- Martins, C. R. M., de Andrade, M. V., Carvalho, A. P., Pereira, R. M. A., Bresolin, C. R., Mello-Moura, A. C. V., & Imparato, J. C. P. (2021). Photodynamic therapy associated final irrigation in root canals of the primary teeth. ***Photodiagnosis and Photodynamic Therapy***, 33, 102182 .
- Martins, J. N., Marques, D., Mata, A., & Caramês, J. (2014). Clinical efficacy of electronic apex locators: systematic review. ***Journal of endodontics***, 40(6), 759-777 .
- Márton, I. J., & Kiss, C. (2014). Overlapping protective and destructive regulatory pathways in apical periodontitis .***Journal of endodontics***, 40(2), 155-163 .
- Martos, J., Lubian, C., Silveira, L. F. M., de Castro, L. A. S., & Luque, C. M. F. (2010). Morphologic analysis of the root apex in human teeth. ***Journal of endodontics***, 36(4), 664-667 .
- Matoso, F. B., Quintana, R .M., Jardine, A. P., Delai, D., Fontanella, V. R. C., Grazziotin-Soares, R., & Kopper, P. M. P. (2022). XP Endo Finisher-R and PUI as supplementary methods to remove root filling materials from curved canals. ***Brazilian Oral Research***, 36, e053 .
- Mazzi-Chaves, J. F., Camargo, R. V., Borges, A. F., Silva, R. G., Pauwels, R., Silva-Sousa, Y. T. C., & Sousa-Neto, M. D. (2021). Cone-beam computed tomography in endodontics—state of the art. ***Current Oral Health Reports***, 8, 9-22 .
- Meder-Cowherd, L., Williamson, A .E., Johnson, W. T., Vasilescu, D., Walton, R., & Qian, F. (2011). Apical morphology of the palatal roots of maxillary molars by using micro-computed tomography. ***Journal of endodontics***, 37(8), 1162-1165 .
- Medhat, N. M., Hassanein, E., & Nagi, M. M. (2023). (Effect of Xp endo Finisher and Passive Ultrasonic irrigation on bacterial reduction: in vitro study. ***Egyptian Dental Journal***, 69(4), 3245-3251 .

- Mele, S., Söderman, O., Ljusberg-Wahrén, H., Thuresson, K., Monduzzi, M., & Nylander, T. (2018). Phase behavior in the biologically important oleic acid/sodium oleate/water system. *Chemistry and physics of lipids*, 211, 30-36 .
- Mickel, A. K., Chogle, S., Liddle, J., Huffaker, K., & Jones, J. J. (2007). The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. *Journal of endodontics*, 33(1), 21-23 .
- Mohammadi, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International dental journal*, 58(6), 329-341 .
- Mohammadi, Z., Jafarzadeh, H., Shalavi, S., & Kinoshita, J.-I. (2017). Establishing Apical Patency: To be or not to be. *J Contemp Dent Pract*, 18(4), 326-329 .
- Mohammadi, Z., Shalavi, S., & Yazdizadeh, M. (2012). Antimicrobial activity of calcium hydroxide in endodontics: a review. *Chonnam medical journal*, 48(3), 133-140.
- Moher, D., Hopewell, S., Schulz, K. F., Montori, V., Gøtzsche, P. C., Devereaux, P. J., . . . Altman, D. G. (2010). CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Bmj*, 340, c869.
- Monisha ‘R., Sivakumar, A., Chittrarasu, M., Sampath, S. J., Soundappan, S. P., & Benny, R. (2024). Comparative evaluation of accuracy of working length determination with fifth-generation apex locator using two different techniques: an in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 27(3), 240-245 .
- Morago, A., Ordinola-Zapata, R., Ferrer-Luque, C. M., Baca, P., Ruiz-Linares, M., & Arias-Moliz, M. T. (2016). Influence of smear layer on the antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigating solution in infected dentin. *Journal of endodontics*, 42(11), 1647-1650 .
- Moreno, D., Conde, A. J., Lorono, G., Adorno, C. G., Estevez, R., & Cisneros, R. (2018). Comparison of the volume of root canal irrigant collected by 2 negative pressure needles at different flow rates of delivery. *Journal of endodontics*, 44(5), 838-841 .
- Mosquera-Barreiro, C., Ruíz-Piñón, M., Sans, F. A., Nagendrababu, V., Vinothkumar, T. S., Martín-González, J., . . . Castelo-Baz, P. (2024). Predictors of periapical bone healing associated with teeth having large periapical lesions following nonsurgical root canal treatment or retreatment: A cone beam computed tomography-based retrospective study. *International endodontic journal*, 57(1), 23-36 .
- Mozo, S., Llena ‘C., & Forner, L. (2011). Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 17(3), e512 .

-N-

- Nagendrababu, V., Duncan, H., Bjørndal, L., Kvist, T., Priya, E., Jayaraman, J . . . , Dummer, P. (2020). PRIRATE 2020 guidelines for reporting randomized trials in Endodontics: explanation and elaboration. **International endodontic journal**, 53(6), 774-803 .
- Nagendrababu, V., Segura-Egea, J. J., Fouad, A., Pulikkotil, S. J., & Dummer, P. (2020). Association between diabetes and the outcome of root canal treatment in adults: an umbrella review. **International endodontic journal**, 53(4), 455-466 .
- Nair, M., Rahul, J., Devadathan, A., & Mathew, J. (2017). Incidence of endodontic flare-ups and its related factors: a retrospective study. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, 7(4), 175-179 .
- Nair, P. (2006). On the causes of persistent apical periodontitis: a review. **International endodontic journal**, 39(4), 249-281.
- Nair, P. R. (2004). Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, 15(6), 348-381 .
- Nakamura, V. C., Pinheiro, E. T., Prado, L. C., Silveira, A., Carvalho, A., Mayer, M . P. A., & Gavini, G. (2018). Effect of ultrasonic activation on the reduction of bacteria and endotoxins in root canals: a randomized clinical trial. **International endodontic journal**, 51, e12-e22 .
- Nangia, D., Nawal, R. R., & Talwar, S. (2020). Evaluation of apical extrusion and cone-beam computed tomography assessment of irrigant penetration in oval-shaped canals, using XP Endo Finisher and EndoActivator. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, 23(2), 185-189 .
- Neelakantan, P., Herrera, D., Pecorari, V., & Gomes, B. (2019). Endotoxin levels after chemomechanical preparation of root canals with sodium hypochlorite or chlorhexidine: a systematic review of clinical trials and meta-analysis. **International endodontic journal**, 52(1), 19-27 .
- Neelakantan, P., Romero, M., Vera, J., Daood, U., Khan, A. U., Yan, A., & Cheung, G. S. P. (2017). Biofilms in endodontics—current status and future directions. **International journal of molecular sciences**, 18(8), 1748 .
- Neves, M. A., Provenzano, J. C., Rôças, I .N., & Siqueira Jr, J. F. (2016). Clinical antibacterial effectiveness of root canal preparation with reciprocating single-instrument or continuously rotating multi-instrument systems. **Journal of endodontics**, 42(1), 25-29 .
- Ng, Y. L., Mann, V., Rahbaran, S ,Lewsey, J., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature–Part 2. Influence of clinical factors. **International endodontic journal**, 41(1), 6-31 .
- Nguyen-Nhon, D., Nagendrababu, V., Pulikkotil, S. J & ,Rossi-Fedeale, G. (2020). Effect of occlusal reduction on postendodontic pain: A systematic review and

- meta-analysis of randomised clinical trials. *Australian Endodontic Journal*, 46(2), 282-294 .
- Nisha, G., & Amit, G. (2019). "Irrigation and Intracanal Medicaments, Working Length Determination" in *Text book of Endodontics.4th edition*.230, 244-249.
- Nitzan, D., Stabholz, A., & Azaz, B. (1983). Concepts of accidental overfilling and over instrumentation in the mandibular canal during root canal treatment. *Journal of endodontics*, 9(2), 81-85 .
- Nogueira, L., Amaral, G., Silva, E., Tinoco, J., Alves, F., & Sassone, L. M. (2021). Bacterial reduction in oval-shaped root canals after different irrigant agitation methods. *European Endodontic Journal*, 6(1), 110 .
- Noiri, Y., Ehara, A., Kawahara, T., Takemura, N., & Ebisu, S. (2002). Participation of bacterial biofilms in refractory and chronic periapical periodontitis. *Journal of endodontics*, 28(10), 679-683 .

-O-

- O'Connell, M. S., Morgan, L. A., Beeler, W. J., & Baumgartner, J. C. (2000). A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of endodontics*, 26(12), 739-743 .
- Olivi, M., Raponi, G., Palaia, G., Berlutti, F., Olivi, G., Valentini, E., . . . Romeo, U. (2021). Disinfection of root canals with laser-activated irrigation, photoactivated disinfection, and combined laser techniques: an ex vivo preliminary study. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 39(1), 62-69 .
- Olivieri, J. G., Elmsmari, F., Miró, Q., Ruiz, X.-F., Krell, K. V., García-Font, M., & Durán-Sindreu, F. (2020). Outcome and survival of endodontically treated cracked posterior permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*, 46(4), 455-463 .
- Ordinola-Zapata, R., Bramante, C. M., Aprecio, R., Handysides, R., & Jaramillo, D. (2014). Biofilm removal by 6% sodium hypochlorite activated by different irrigation techniques. *International endodontic journal*, 47(7), 659-666 .
- Orlowski, N. B., Schimdt, T. F., da Silveira Teixeira, C., Garcia, L. d. F. R., Savaris, J. M., Tay, F. R., & Bortoluzzi, E. A. (2020). Smear layer removal using passive ultrasonic irrigation and different concentrations of sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*, 46(11), 1738-1744 .
- Orstavik, D. (2020). *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*: John Wiley & Sons.
- Ørstavik, D. (2019). Apical periodontitis: microbial infection and host responses. *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*, 1-10 .

-P-

- Pacheco-Yanes, J., Provenzano, J. C., Marceliano-Alves, M. F., Gazzaneo, I., Pérez, A. R., Gonçalves, L. S., & Siqueira, J. F. (2020). Distribution of sodium hypochlorite throughout the mesial root canal system of mandibular molars after adjunctive irrigant activation procedures: a micro-computed tomographic study. **Clinical oral investigations**, 24, 907-914 .
- Pak, J. G., & White, S. N. (2011). Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. **Journal of endodontics**, 37(4), 429-438 .
- Paqué, F., Ganahl, D., & Peters, O. A. (2009). Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. **Journal of endodontics**, 35(7), 1056-1059 .
- Paredes-Vieyra, J., & Enriquez, F. J. J. (2012). Success rate of single-versus two-visit root canal treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial. **Journal of endodontics**, 38(9), 1164-1169 .
- Pasqualini, D., Mollo, L., Scotti, N., Cantatore, G., Castellucci, A., Migliaretti, G., & Berutti, E. (2012). Postoperative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, 38(1), 32-36 .
- Paster, B. J., Olsen, I., Aas, J. A., & Dewhirst, F. E. (2006). The breadth of bacterial diversity in the human periodontal pocket and other oral sites. **Periodontology 2000**, 42(1),80.
- Patri, G., Soumya, S., Pradhan, P., Agrawal, P., & Lata, S. (2022). Radiographical Assessment of Periapical Lesion Resolution Following Nonsurgical Root Canal Treatment with Different Irrigation Protocols and Intracanal Medicaments. **World Journal of Dentistry**, 13(4), 362-367 .
- Pereira, É. C., da Silveira Bueno, C. E., Kato, A. S., Fontana, C. E., Stringheta, C. P., & Pelegri, R. A. (2021). Irrigant agitation techniques versus passive ultrasonic irrigation for removing debris from curved root canals :an environmental scanning electron microscopic Study. **Iranian endodontic journal**, 16(1), 26-32 .
- Pereira, T., Boutsoukis, C., Dijkstra, R., Petridis, X., Versluis, M., De Andrade, F., . . . So, M. (2021). Biofilm removal from a simulated isthmus and lateral canal during syringe irrigation at various flow rates: a combined experimental and Computational Fluid Dynamics approach. **International endodontic journal**, 54(3), 427-438 .
- Peters, O. A. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **Journal of endodontics**, 30(8), 559-567 .
- Pişkin, B., & Türkün, M. (1995). Stability of various sodium hypochlorite solutions. **Journal of endodontics**, 21(5), 253-255 .

- Pladisai, P., Ampornaramveth, R. S., & Chivatxaranukul, P. (2017). Effectiveness of different disinfection protocols on the reduction of bacteria in *Enterococcus faecalis* biofilm in teeth with large root canals. ***Journal of endodontics***, 42(3), 460-464 .
- Plotino, G., Grande, N. M., Mercade, M., Cortese, T., Staffoli, S ,Gambarini, G., & Testarelli, L. (2019). Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. ***Journal of applied oral science***, 27, e20180045 .
- Polycarpou, N., Ng, Y. L., Canavan, D., Moles, D., & Gulabivala, K. (2005). Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. ***International endodontic journal***, 38(3), 169-178 .
- Ponce, E. H., & Fernández, J. A. V. (2003). The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. ***Journal of endodontics***, 29(3), 214-219 .
- Prada, I., Micó-Muñoz, P., Giner-Lluesma, T., Micó-Martínez, P., Collado-Castellano, N., & Manzano-Saiz, A. (2019). Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. ***Medicina oral, patología oral y cirugía bucal***, 24(3), e364-e372 .
- Prada, I., Micó-Muñoz, P., Giner-Lluesma, T., Micó-Martínez, P., Muwaquet-Rodríguez ,S., & Albero-Monteagudo, A. (2019). Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. ***Journal of Clinical and Experimental Dentistry***, 11(2), e185-e193 .
- Prado, M., De Lima, N., De Lima, C ,Gusman, H., & Simão, R. (2016). Resistance to vertical root fracture of root filled teeth using different conceptual approaches to canal preparation. ***International endodontic journal***, 49(9), 898-904 .
- Prado, M., Júnior, H. M. S., Rezende, C. M., Pinto ,A. C., Faria, R. B., Simão, R. A., & Gomes, B. P. (2013). Interactions between irrigants commonly used in endodontic practice: a chemical analysis. ***Journal of endodontics***, 39(4), 505-510 .
- Prado, M., Silva, E. J. N. L. d., Duque, T. M., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., Almeida, J. F. A. d., & Gomes, B. P. F. d. A. (2015). Antimicrobial and cytotoxic effects of phosphoric acid solution compared to other root canal irrigants. ***Journal of applied oral science***, 23(2), 158-163 .
- Provoost, C., Rocca, G. T., Thibault, A., Machtou, P., & Bouillaguet, S. (2022). Influence of needle design and irrigant flow rate on the removal of *enterococcus faecalis* biofilms in vitro. ***Dentistry journal***, 10(4), 59 .

- Raducka, M., Piszko, A., Piszko, P. J., Jawor, N., Dobrzyński, M., Grzebieluch, W., Skośkiewicz-Malinowska, K. (2023). Narrative review on methods of activating irrigation liquids for root canal treatment. ***Applied Sciences***, 13(13), 7733 .
- Rai, S., Sundaramoorthy, N., Mahalaxmi, S., & Purushothaman, P. V. (2023). Bioburden assessment of necrotic teeth disinfected with sodium hypochlorite, diode laser, and photodynamic therapy using flow cytometry—a randomized double-blinded clinical trial. ***Lasers in Medical Science***, 38(1), 216 .
- Ramamoorthi, S., Nivedhitha, M. S & Divyanand, M. J. (2015). Comparative evaluation of postoperative pain after using endodontic needle and EndoActivator during root canal irrigation: A randomised controlled trial. ***Australian Endodontic Journal***, 41(2), 78-87 .
- Rangappa, A., Arul, B., Somasundaram, J., & Natanasabapathy, V. (2024). The precision of radiographic and electronic working length estimation methods in endodontics: A systematic review of clinical studies. ***Endodontology***, 36(4), 307-314 .
- Rao, S., Nilker, V., Telikapalli, M., Gala ,K., Nilkar, V., & Gala Sr, K. (2023). Incidence of endodontic failure cases in the department of conservative dentistry and endodontics, DY Patil School of Dentistry, Navi Mumbai. ***Cureus***, 15(5), e38841.
- Rasheed, S. S., & Jawad, H. A. (2021). Permeability of radicular dentine after using different irrigant activation techniques including photo induce photoacoustic streaming technique. ***Iraqi Journal of Laser***, 20(1), 43-50 .
- Rath, P. P., Yiu, C. K. Y., Matinlinna, J. P., Kishen, A., & Neelakantan, P. (2020). The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. ***Restorative dentistry & endodontics***, 45(3).
- Reddy, S., Prasad, M. S., Kaul, S., Satish, K., Kakarala, S., & Bhowmik, N. (2012). Efficacy of 0.2% tempered chlorhexidine as a pre-procedural mouth rinse: A clinical study. ***Journal of Indian Society of Periodontology***, 16(2), 213-217 .
- Retsas, A., & Boutsoukis, C. (2019). An update on ultrasonic irrigant activation. ***Endodontic practice today***, 13(2).
- Retsas, A., Dijkstra, R. J., van der Sluis, L., & Boutsoukis, C. (2022). The effect of the ultrasonic irrigant activation protocol on the removal of a dual-species biofilm from artificial lateral canals. ***Journal of endodontics***, 48(6), 775-780 .
- Rhodes, S. C. (2022). Ultrasonic device complications in endodontics: an analysis of adverse events from the Food and Drug Administration manufacturer and user facility device experience. ***Journal of Patient Safety***, 18(4), 269-275 .
- Ricucci, & Langeland. (1998). Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. ***International endodontic journal***, 31(6), 394-409 .

- Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2010a). Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. **Journal of endodontics**, 36(8), 1277-1288 .
- Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2010b). Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. **Journal of endodontics**, 36(1), 1-15 .
- Ricucci, D., Siqueira Jr, J. F., Lopes, W. S., Vieira, A. R., & Rôças, I. N. (2015). Extraradicular infection as the cause of persistent symptoms: a case series. **Journal of endodontics**, 41(2), 265-273 .
- Riis, A., Taschieri, S., Del Fabbro, M., & Kvist, T. (2018). Tooth survival after surgical or nonsurgical endodontic retreatment: long-term follow-up of a randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, 44(10), 1480-1486 .
- Rôças, I. N., Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2022). The disease: clinical manifestations and pathophysiology of apical periodontitis. **Treatment of Endodontic Infections**, 1885 .
- Rödig, T., Zimmermann, F., Konietschke, F., Sydow, H. G., & Wiegand, A. (2018). Comparison of the antibacterial efficacy of sonic-and two ultrasonic-activated irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations. **Quintessence International**, 49(9).
- Roedig, T., Sedghi, M., Konietschke, F., Lange, K., Ziebolz, D., & Huelsmann, M. (2010). Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo® and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. **International endodontic journal**, 43(7), 581-589 .
- Rossi-Fedele, G., & Ng, Y. L. (2023). Effectiveness of root canal treatment for vital pulps compared with necrotic pulps in the presence or absence of signs of periradicular pathosis: a systematic review and meta-analysis. **International endodontic journal**, 56, 370-394 .
- Ruparel, N. B., Austah, O. N., & Diogenes, A. (2018). Current and future views on disinfection for regenerative strategies. *Clinical Approaches in Endodontic Regeneration: **Current and Emerging Therapeutic Perspectives***, 121-138 .

-S-

- SA, F. D. (2021). **The XP-endo Finisher file brochure**.
- Saad, A., & Al-Yahya, A. (2003). The location of the cementodentinal junction in single-rooted mandibular first premolars from Egyptian and Saudi patients: a histological study. **International endodontic journal**, 36(8), 541-544 .
- Sacomani, A. C., Cintra, F. T., de Jesus Soares, A., & Frozoni, M. (2021). The influence of working length on the reduction of biofilm and planktonic bacteria in oval canals with reciprocating instrumentation. **Research, Society and Development**, 10(5), e9810514765-e9810514765 .

- Saini, H., Sangwan, P., & Sangwan, A. (2016). Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis: a randomized controlled trial. ***International endodontic journal***, 49(12), 1116-1123 .
- Salehrabi, R., & Rotstein, I. (2004). Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. ***Journal of endodontics***, 30(12), 846-850 .
- Samiei, M., Shahi, S., Abdollahi, A. A., Eskandarinezhad, M., Negahdari, R., & Pakseresht, Z. (2016). The antibacterial efficacy of photo-activated disinfection, chlorhexidine and sodium hypochlorite in infected root canals: an in vitro study. ***Iranian endodontic journal***, 11(3), 179-183.
- San Chong, B. (2016). "Pulp Space Anatomy and Access Cavities" in ***Harty's Endodontics in Clinical Practice*** 7th edition: Elsevier Health Science 46-47.
- Sanabria-Liviac, D., Moldauer, B., Garcia-Godoy, F., Antonio-Campos, A., Casaretto, M., Torres-Navarro, J., & Scalercio, J. (2017). Comparison of the XP-Endo Finisher file system and passive ultrasonic irrigation (PUI) on smear layer removal after root canal instrumentation. ***J Dent Oral Health***, 4(4), 1-7 .
- Sandini, V., Godoy, V., Prado, M. C., Ferreira, R., de-Jesus-Soares, A., & Frozoni, M. (2021). Bacterial removal in flattened root canals with different tapers of ProDesign Logic single-file system. ***Research, Society and Development***, 10(9), e5910917701-e5910917701 .
- Santos, A. M. S., de Freitas Portela, F. M. S., Coelho, M. S., Fontana, C. E., & De Martin, A. S. (2018). Foraminal deformation after foraminal enlargement with rotary and reciprocating kinematics: a scanning electronic microscopy study. ***Journal of endodontics***, 44(1), 145-148 .
- Santos, A. S. d., de Sá, M. A. B., Duarte, M. A. H., Horta, M. C. R., Silveira, F. F., & Nunes, E. (2022). Endodontic cement penetration after removal of calcium hydroxide dressing using XP-endo finisher. ***Brazilian oral research***, 36, e068 .
- Sarıylmaz, E., & Keskin, C. (2018). Apical extrusion of debris and irrigant using XP-Endo Finisher, EndoActivator, passive ultrasonic irrigation or syringe irrigation. ***Meandros Medical and Dental Journal***, 19(2), 127-131 .
- Sathorn, C., Parashos, P., & Messer, H. H. (2007). How useful is root canal culturing in predicting treatment outcome? ***Journal of endodontics***, 33(3), 220-225 .
- Schaeffer, M. A., White, R. R., & Walton, R. E. (2005). Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. ***Journal of endodontics***, 31(4), 271-274 .
- Schilder, H. (1974). Cleaning and shaping the root canal. ***Dental clinics of north America***, 18(2), 269-296 .
- Sedgley, C., Lennan, S., & Appelbe, O. (2005). Survival of Enterococcus faecalis in root canals ex vivo. ***International endodontic journal***, 38(10), 735-742 .

- Seltzer, S., & Naidorf, I. J. (2004). Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. **Journal of endodontics**, 30(7), 476-481.
- Sethi, K., Shefally, S., & Raji, J. (2021). Working Length Determination: A Review. **International journal of health sciences**, 5(S1), 45-55 .
- Shah, N., Singh, A., Purohit, A., & Shakti, P. (2023). Assessment of apical patency maintenance and its influence on post-endodontic pain of root canal treated teeth: A systematic review and meta-analysis. **Turkish Endodontic Journal (TEJ)**, 8(3), 151-158 .
- Shama, G. (2019). The “Petri” dish: a case of simultaneous invention in bacteriology. **Endeavour**, 43(1-2), 11-16.
- Shen, Y., Stojicic, S., & Haapasalo, M. (2010). Bacterial viability in starved and revitalized biofilms: comparison of viability staining and direct culture. **Journal of endodontics**, 36(11), 1820-1823 .
- Shen, Y., Stojicic, S., Qian, W., Olsen, I & Haapasalo, M. (2010). The synergistic antimicrobial effect by mechanical agitation and two chlorhexidine preparations on biofilm bacteria. **Journal of endodontics**, 36(1), 100-104 .
- Shetty, K. P., Satish, S., Luke, A. M., Badade, A. R., & Kilaru, K. R .(٢٠١٨) .In vitro interrelationship between apical fill and apical leakage using three different obturation techniques. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, 8(6), 503-507 .
- Shirazi, Z., Al-Jadaa, A., & Saleh, A. R. (2023). Electronic apex locators and their implications in contemporary clinical practice: a review. **The Open Dentistry Journal**, 17(1).
- Shokraneh, A., Ajami, M., Farhadi, N., Hosseini, M., & Rohani, B. (2017). Postoperative endodontic pain of three different instrumentation techniques in asymptomatic necrotic mandibular molars with periapical lesion: a prospective, randomized, double-blind clinical trial. **Clinical oral investigations**, 21, 413-418 .
- Shresha, R., Shrestha, D., & Kayastha, R. (2018). Post-operative pain and associated factors in patients undergoing single visit root canal treatment on teeth with vital pulp. **Kathmandu Univ Med J**, 62(2), 120-123 .
- Shubham, S., Nepal, M., Mishra, R., & Dutta, K. (2021). Influence of maintaining apical patency in post-endodontic pain. **BMC Oral Health**, 21(1), 284 .
- Siddique, R., Nivedhitha, M. S., Ranjan, M., Jacob, B., & Solete, P. (2020). Comparison of antibacterial effectiveness of three rotary file system with different geometry in infected root canals before and after instrumentation—a double-blinded randomized controlled clinical trial. **BDJ open**, 6(1), 8 .
- Signoretto, F. G., Endo, M. S., Gomes, B. P., Montagner, F., Tosello, F. B., & Jacinto, R. C. (2011). Persistent extraradicular infection in root-filled asymptomatic human tooth: scanning electron microscopic analysis and microbial

- investigation after apical microsurgery. **Journal of endodontics**, 37(12), 1696-1700 .
- Silva, C. C., Ferreira, V. M. D., De-Deus, G., Herrera, D. R., Prado, M. d., & Silva, E. J. N. L. d. (2017). Effect of intermediate flush using different devices to prevent chemical smear layer formation. **Brazilian dental journal**, 28(4), 447-452 .
- Silva, E. A. B., Guimaraes, L. S., Küchler, E. C., Antunes, L. A. A., & Antunes, L. S. (2017). Evaluation of effect of foraminal enlargement of necrotic teeth on postoperative symptoms: a systematic review and meta-analysis. **Journal of endodontics**, 43(12), 1969-1977 .
- Silva, E. J. N. L., Menaged, K., Ajuz, N., Monteiro, M. R. F. P., & de Souza Coutinho-Filho, T. (2013). Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. **Journal of endodontics**, 39(2), 173-176 .
- Silva, F. d. M., Macedo, I. F. A., Resende, P. D. ,Tavares, W. L. F., Bueno, V. T. L., Santos, L. d. A., . . . Viana, A. C. D. (2025). XP-Endo Finisher behaviour and irrigant temperature in intracanal environment: Clinical measurements. **International endodontic journal**, 58(1), 141-149 .
- Silva, J. M., Brandão, G. A., Silva, E. J. N. L., & Zaia, A. A. (2016). Influence of working length and foraminal enlargement on foramen morphology and sealing ability. **Indian Journal of Dental Research**, 27(1), 66-72 .
- Silva, W. O., Amoroso-Silva, P., Olivares, P., Alcalde, M. P., Alves, F. R. F., & Marceliano-Alves, M. F. (2023). Enhancing debris removal in curved canals: a comparative evaluation of XP-endo Finisher and Passive Ultrasonic Irrigation. **Clinical oral investigations**, 27(12), 7523-7529 .
- Simon, S., Machtou P., Adams, N., Tomson, P., & Lumley, P. (2009). Apical limit and working length in endodontics. **Dental update**, 36(3), 146-153 .
- Singh, R. D., Khatter, R., Bal, R. K., & Bal, C. (2013). Intracanal medications versus placebo in reducing postoperative endodontic pain—a double-blind randomized clinical trial. **Brazilian dental journal**, 24(1), 25-29 .
- Siqueira Jr, J., & Barnett, F. (2004). Interappointment pain: mechanisms, diagnosis, and treatment. **Endodontic topics**, 7(1), 93-109 .
- Siqueira Jr, J., & Rôças, I .N. (2009). Diversity of endodontic microbiota revisited. **Journal of dental research**, 88(11), 969-981 .
- Siqueira Jr, J. F. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. **International endodontic journal**, 34(1), 1-10 .
- Siqueira Jr, J. F. (2003). Microbial causes of endodontic flare-ups. **International endodontic journal**, 36(7), 453-463 .
- Siqueira Jr, J. F. (2005). Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. **Endodontic topics**, 10(1), 123-147.

- Siqueira Jr, J. F., Antunes, H. S., Pérez, A. R., Alves, F. R., Mdala, I., Silva, E. J., . . . Rôças, I. N. (2020). The apical root canal system of teeth with posttreatment apical periodontitis: correlating microbiologic, tomographic, and histopathologic findings. ***Journal of endodontics***, 46(9), 1195-1203 .
- Siqueira Jr, J. F., Magalhães, K. M., & Rôças, I. N. (2007). Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. ***Journal of endodontics***, 33(6), 667-672 .
- Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2022). Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. ***International endodontic journal***, 55, 512-530 .
- Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Favieri, A., Machado, A. G., Gahyva, S. M., Oliveira, J. C., & Abad, E. C. (2002). Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. ***Journal of endodontics***, 28(6), 457-460 .
- Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., & Ricucci, D. (2018). Internal tooth anatomy and root canal instrumentation. ***The root canal anatomy in permanent dentition*** (pp. 277-302).
- Sirtes, G., Waltimo, T., Schaetzle, M., & Zehnder, M. (2005). The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. ***Journal of endodontics***, 31(9), 669-671 .
- Sivakumar, S., Thangavel, B., & Sekar, M. (2021). Apical reference point-a clinical perspective. ***Journal of Academy of Dental Education***, 7(1), 2-5 .
- Sjögren, U., Hägglund, B., Sundqvist, G., & Wing, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. ***Journal of endodontics***, 16(10), 498-504 .
- Souza, M. A., Bonacina, L. V., Trento, A. do Carmo Bonfante, F., Porsch, H. F., Ricci, R., . . . Bervian, J. (2021). Influence of the apical limit of instrumentation and photodynamic therapy on the postoperative pain of lower molars with asymptomatic apical periodontitis. ***Photodiagnosis and Photodynamic Therapy***, 36, 102489 .
- Souza, M. A., Menon, C. Z., Nery, L. F., Bertol, C. D., Rossato-Grando, L. G., & Cecchin, D. (2018). Effect of root canal preparation techniques on chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis. ***Clinical oral investigations***, 22, 859-865 .
- Souza, R. A. (2006). The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. ***Brazilian dental journal***, 17(1), 6-9 .
- Spencer, N., Sunday, J. J., Erifeta, O., Georgina, O., Agbor, A. A. Esosa, U. S., & Jenevieve, O. (2011). Comparative stabilizing effects of some anticoagulants on fasting blood glucose of diabetics and non-diabetics, determined by

- spectrophotometry (glucose oxidase). *Asian Journal of Medical Sciences*, 3(6), 234-236 .
- Stashenko, P. (1990). The role of immune cytokines in the pathogenesis of periapical lesions. *Dental Traumatology*, 6(3), 89-96 .
- Stashenko, P., Teles, R., & d'Souza, R. (1998). Periapical inflammatory responses and their modulation. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 9(4), 498-521 .
- Stöber, E. K., Duran-Sindreu, F., Mercadé, M., Vera, J., Bueno, R., & Roig, M. (2011). An evaluation of root ZX and iPex apex locators: an in vivo study. *Journal of endodontics*, 37(5), 608-610 .
- Stojicic, S., Zivkovic, S., Qian, W., Zhang, H., & Haapasalo, M. (2010). Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *Journal of endodontics*, 36(9), 1558-1562 .
- Su, Y., Wang, C., & Ye, L. (2011). Healing rate and post-obturation pain of single-versus multiple-visit endodontic treatment for infected root canals: a systematic review. *Journal of endodontics*, 37(2), 125-132 .
- Subramanian, K., & Mickel, A. K. (2009). Molecular analysis of persistent periradicular lesions and root ends reveals a diverse microbial profile. *Journal of endodontics*, 35(7), 950-957 .
- Sum, C. P., Neo, J., & Kishen, A. (2005). What we leave behind in root canals after endodontic treatment: some issues and concerns. *Australian Endodontic Journal*, 31(3), 94-100 .
- Sun, C., Sun, J., Tan, M., Hu, B., Gao, X., & Song, J. (2018). Pain after root canal treatment with different instruments: a systematic review and meta-analysis. *Oral diseases*, 24(6), 908-919 .
- Sundaramurthy, J. L., Natanasabapathy, V ,Mahendran, K., Narasimhan, S., Raghu, S., Cherian, A. R., . . . Krithikadatta, J. (2023). Efficiency of Immediate and Controlled release of Aceclofenac on Post-instrumentation Pain in Root Canal Treatment–A Triple Blind Randomized Controlled Trial. *European Endodontic Journal*, 8(2), 125 .
- Susila, A., & Minu, J. (2019). Activated irrigation vs. conventional non-activated irrigation in endodontics–A systematic review. *European endodontic journal*, 4(3), 96-110.
- Suyambukesan, S., Perumal, G. C. L., Somasundaram ,E., Pandian, N. J., & Manigandan, T. (2013). Analyzing periapical lesions on intraoral periapical radiographs: Incongruity in diagnosis. *Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology*, 25(1), 5-9 .

-T-

- Tahira, T., Rao, A. Z., Naz, F., Hasan, A., Mubashir, M., & Rao, Z. A. (2025). Comparison of analgesic properties of propolis with sodium hypochlorite as an

- endodontic irrigant: a randomized controlled trial. **Anaesthesia, Pain & Intensive Care**, 29(1), 139-147 .
- Tan, B. T., & Messer, H. H. (2002). The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. **Journal of endodontics**, 28(9), 658-664 .
- Tawfik, M. N., Morsi, D. M., & Ibrahim, L. A. (2019). A comparative study to assess the post operative pain intensity following non-surgical root canal treatment and pulp revascularization in mature necrotic teeth. **Egyptian Dental Journal**, 65(4), 3899-3905
- Tay, F. R., Gu, L.-s., Schoeffel, G. J., Wimmer, C., Susin, L., Zhang, K., . . . Pashley, D. H. (2010). Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. **Journal of endodontics**, 36(4), 745-750 .
- Teixeira, J., Cunha, F., Jesus, R., Silva, E., Fidel, S., & Sassone, L. (2015). Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation. **International endodontic journal**, 48(7), 648-653 .
- Teves, A., Blanco, D., Casaretto, M., Torres, J., Alvarado, D. E., Coaguila-Llerena, H., . . . Jaramillo, D. E. (2022). Multispecies biofilm removal by XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation: a scanning electron microscopy study. **Australian Endodontic Journal**, 48(1), 91-97 .
- Timponi Goes Cruz, A., Antoniow Klemz, A., Ribeiro Rosa, E. A., Soares Grecca, F., Mattos, B., Piasecki, L., . . . da Silva Neto, U. X. (2024). Cleaning and disinfection of the root canal system provided by four active supplementary irrigation methods. **Scientific Reports**, 14(1), 3795 .
- Tittle, M., Dunlap, C. A., Scott, R., Arias, A., Davis, S., & Peters, O. (2023). Accuracy of the KontrolFlex AccuFile when used with the Root ZX electronic apex locator in vitro. **Australian Endodontic Journal**, 49, 253-258 .
- Topçuoğlu, H., Üstün, Y., Akpek, F., Aktı, A., & Topçuoğlu, G. (2016). Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris during root canal instrumentation using single-file systems. **International endodontic journal**, 49(9), 884-889 .
- Topçuoğlu, H., Zan, R., Akpek, F., Topçuoğlu, G., Ulasan, Ö., Aktı, A., . . . Ağırnaslıgil, M. (2016). Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3 XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. **International endodontic journal**, 49(12), 1183-1187 .
- Torabinejad, M., Fouad, A. F., & Shabahang, S. (2020). **Endodontics Principles and Practice**: Elsevier Health Sciences.
- Torabinejad, M., Walton, R., & Fouad, A. (2016). **Endodontics Principles and Practice**.

- Tronstad, L., & Sunde, P. T. (2003). The evolving new understanding of endodontic infections. **Endodontic topics**, 6(1), 57-77 .
- Trope, M., & Debelian, G. (2015). XP-3D Finisher™ file—the next step in restorative endodontics. **Endod Pract US**, 8(5), 14-16 .
- Tsesis, I., Blazer, T., Ben-Izhack, G., Taschieri, S., Del Fabbro, M., Corbella, S., & Rosen, E. (2015). The precision of electronic apex locators in working length determination: a systematic review and meta-analysis of the literature. **Journal of endodontics**, 41(11), 1818-1823 .
- Tüfenkçi, P., & Yılmaz, K. (2020). The effects of different endodontic access cavity design and using XP-endo Finisher on the reduction of Enterococcus faecalis in the root canal system. **Journal of endodontics**, 46(3), 419-424 .

-U-

- Usta, S. N., Arias, A., Avcı, E., & Silva, E. J. N. L. (2025). Impact of conservative versus conventional instrumentation on the release of inflammatory mediators and post-operative pain in mandibular molars with asymptomatic irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. **International endodontic journal**, 58(6), 862-872.
- Uzunoglu-Özyürek, E., Küçükkaya Eren, S., & Karahan, S. (2021). Contribution of XP-Endo files to the root canal filling removal: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Australian Endodontic Journal**, 47(3), 703-714 .

-V-

- Valverde, M. E., Baca, P., Ceballos, L., Fuentes, M. V., Ruiz-Linares, M., & Ferrer-Luque, C. M. (2017). Antibacterial efficacy of several intracanal medicaments for endodontic therapy. **Dental materials journal**, 36(3), 319-324 .
- van der Borden, W. G., Wang, X., Wu, M.-K., & Shemesh, H. (2013). Area and 3-dimensional volumetric changes of periapical lesions after root canal treatments. **Journal of endodontics**, 39(10), 1245-1249 .
- Van der Sluis, L., Wu, M. K., & Wesselink, P. (2005). The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. **International endodontic journal**, 38(10), 764-768 .
- Vaz-Garcia E. S., Vieira, V. T. L., Petitet, N. P. d. S. F., Moreira, E. J. L., Lopes, H. P., Elias, C. N., . . . Antunes, H. d. S. (2018). Mechanical properties of anatomic finishing files: XP-Endo Finisher and XP-Clean. **Brazilian dental journal**, 29(2), 208-213 .
- Verma, A., Yadav, R.-K., Tikku, A.-P., Chandra, A., Verma, P., Bharti, R., & Shakya, V.-K. (2020). A randomized controlled trial of endodontic treatment using ultrasonic irrigation and laser activated irrigation to evaluate healing in chronic

- apical periodontitis. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 12(9), e821-e829 .
- Verma, N., Sangwan, P., Tewari, S., & Duhan, J. (2019). Effect of different concentrations of sodium hypochlorite on outcome of primary root canal treatment: a randomized controlled trial. *Journal of endodontics*, 45(4), 357-363 .
- Versiani, M., Martins, J., & Ordinola-Zapata, R. (2023). Anatomical complexities affecting root canal preparation: a narrative review. *Australian dental journal*, 68, S5-S23 .
- Versiani, M. A., De-Deus, G., Vera, J., Souza, E., Steier, L., Pécora, J. D., & Sousa-Neto, M. D. (2015). 3D mapping of the irrigated areas of the root canal space using micro-computed tomography. *Clinical oral investigations*, 19, 859-866 .
- Versiani, M. A., Leoni, G. B., Steier, L., De-Deus, G., Tassani, S., Pécora, J. D., & de Sousa-Neto, M. D. (2013). Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and Protaper Universal systems. *Journal of endodontics*, 39(8), 1060-1066 .
- Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 58(5), 589-599 .
- Vianna, M. E., & Gomes, B. P. (2009). Efficacy of sodium hypochlorite combined with chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(4), 585-589 .
- Vieira, M. L. O., Dantas, H. V., de Sousa, F. B., Salazar-Silva, J. R., Silva, E. J. N. L., Batista, A. U. D., & Lima, T. F. R. (2020). Morphologic changes of apical foramen and microcrack formation after foraminal enlargement: a scanning electron microscopic and micro-computed tomographic analysis. *Journal of endodontics*, 46(11), 1726-1732 .
- Vieyra, J., Acosta, J., & Mondaca, J. (2010). Comparison of working length determination with radiographs and two electronic apex locators. *International endodontic journal*, 43(1), 16-20 .
- Virdee, S., Seymour, D., Farnell, D., Bhamra, G., & Bhakta, S. (2018). Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal*, 51(6), 605-621 .

-W-

- Walia, V., Goswami, M., Mishra, S., Walia, N., & Sahay, D. (2019). Comparative evaluation of the efficacy of chlorhexidine, sodium hypochlorite, the diode laser and saline in reducing the microbial count in primary teeth root canals—an in vivo study. *Journal of lasers in medical sciences*, 10(4), 268-274.

- Waltimo, T., Trope, M., Haapasalo, M., & Ørstavik, D. (2005). Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *Journal of endodontics*, 31(12), 863-866 .
- Wang, J., Chen, W., Jiang, Y., & Liang, J. (2013). Imaging of extraradicular biofilm using combined scanning electron microscopy and stereomicroscopy. *Microscopy research and technique*, 76(9), 979-983 .
- Wang, J., Jiang, Y., Chen, W., Zhu, C., & Liang, J. (2012). Bacterial flora and extraradicular biofilm associated with the apical segment of teeth with post-treatment apical periodontitis. *Journal of endodontics*, 38(7), 954-959 .
- Wang, R., Shen, Y., Ma, J., Huang, D., Zhou, X., Gao, Y., & Haapasalo, M. (2015). Evaluation of the effect of needle position on irrigant flow in the C-shaped root canal using a computational fluid dynamics model. *Journal of endodontics*, 41(6), 931-936 .
- Wei, X., Lin, Z., & Peng, S. (2003). The effect of root canal preparation with nickel-titanium rotary instruments in reducing post-operative pain. *Hua xi kou qiang yi xue za zhi= Huaxi kouqiang yixue zazhi= West China* *journal of stomatology*, 21(3), 202-204 .
- Weine, F., Smulson, M., & Herschman, J. (1996). *Endodontic therapy*. ed. St. Louis: Mosby, 640, 641 .
- Williams, C. B., Joyce, A. P., & Roberts, S.(2006) .A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. *Journal of endodontics*, 32(7), 624-627 .
- Williams, J. M., Trope, M., Caplan, D. J., & Shugars, D. C. (2006). Detection and quantitation of E .faecalis by real-time PCR (qPCR), reverse transcription-PCR (RT-PCR), and cultivation during endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 32(8), 715-721 .
- Wrbas, K., Ziegler, A., Altenburger, M., & Schirrmeister, J. (2007). In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *International endodontic journal*, 40(2), 133-138 .
- Wu, M.-K., Wesselink, P. R., & Walton, R. E. (2000). Apical terminus location of root canal treatment procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 89(1), 99-103 .
- Wu, M. K., Sluis, L., & Wesselink, P. (2003). The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *International endodontic journal*, 36(3).

-Y-

- Yadav, S. S., Shah, N., Naseem, A., Roy, T. S., & Sood, S. (2014). Effect of “Apical Clearing” and “Apical Foramen Widening” on Apical Ramifications and

- Bacterial Load in Root Canals An Ex-vivo Stereomicroscopic Study. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 55(2), 67-75 .
- Yaylali, I. E., Demirci, G. K., Kurnaz, S., Celik, G., Kaya, B. U., & Tunca, Y. M. (2018). Does maintaining apical patency during instrumentation increase postoperative pain or flare-up rate after nonsurgical root canal treatment? A systematic review of randomized controlled trials. *Journal of endodontics*, 44(8), 1228-1236 .
- Yaylali, I. E., Teke, A., & Tunca, Y. M. (2017). The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with a continuous rotary system on postoperative pain: a randomized controlled trial. *Journal of endodontics*, 43(3), 359-363 .
- Yeng, T. (2023). Healing of peri-apical lesions with calcium hydroxide medicament following apical enlargement: a case study. *Dental update*, 50(2), 101-105 .
- Yilmaz, A., Yalcin, T. Y., & Helvacioğlu-Yigit, D. (2020). Effectiveness of various final irrigation techniques on sealer penetration in curved roots: a confocal laser scanning microscopy study. *BioMed research international*, 2020(1), 8060489 .

-Z-

- Zand, V., Mokhtari, H., Reyhani, M.-F., Nahavandizadeh, N., & Azimi, S. (2017). Smear layer removal evaluation of different protocol of Bio Race file and XP-endo Finisher file in corporation with EDTA 17% and NaOCl. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(11), e1310 .
- Zaneva-Hristova ,D. (2020). *Application of chlorhexidine in endodontics*. . *Varna Medical Forum*,9(2),200-206.
- Zhang, K., Kim, Y. K., Cadenaro, M., Bryan, T. E., Sidow, S. J., Loushine, R. J., . . . Tay, F. R. (2010). Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *Journal of endodontics*, 36(1), 105-109 .
- Zhao, Y., Fan, W., Xu, T., Tay, F., Gutmann, J., & Fan, B. (2019). Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals. *International endodontic journal*, 52(9), 1354-1365 .
- Zhou, J., Liu, T., & Guo, L. (2021). Effectiveness of XP-Endo Finisher and passive ultrasonic irrigation on intracanal medicament removal from root canals: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, 21(1), 294 .
- Živković, S., Nešković, J., Jovanović-Medojević, M., Popović-Bajić, M., & Živković-Sandić, M. (2015).(XP-endo Finisher: A New Solution for Smear Layer Removal. *Serbian Dental Journal/Stomatološki Glasnik Srbije*,62(3),122-126.
- Zollinger, A., Attin, T., Mohn, D., & Zehnder, M. (2019). Effects of endodontic irrigants on blood and blood-stained dentin. *Heliyon*,5(5), e01794.

Zupanc, J., Vahdat-Pajouh, N., & Schäfer, E. (2018). New thermomechanically treated NiTi alloys—a review. *International endodontic journal*, 51(10), 1088-1103.

المراجع العربية

أحمد، ماهر، البني، صفوح. (٢٠٠٦). دور طرائق تحديد طول القناة الجذرية في نجاح المعالجة اللبية. أطروحة دكتوراه، قسم مداواة الأسنان، كلية طب الأسنان، جامعة دمشق.

البني، صفوح، & ركاب، محمد. سالم. (٢٠٠٤). مداواة الأسنان اللبية- تثبيت المعرفة- القسم العملي. ٩٣-٩٧.

ركاب، محمد. سالم. (١٩٨٦). دور المعاجين الحاشية للأقنية الجذرية في شفاء الآفات الذروية. أطروحة ماجستير، قسم مداواة الأسنان، كلية طب الأسنان، جامعة دمشق.

سقيرق، رامز، & ليوس، كيندا. (٢٠١٥). دراسة سريرية جرثومية لتأثير ضماماء الكالسيوم بين الجلسات لفترات زمنية مختلفة في شفاء الآفات الذروية كبيرة الحجم. أطروحة دكتوراه، قسم مداواة الأسنان، كلية طب الأسنان، جامعة دمشق.

عوف، جاد، & البني، صفوح. (٢٠٠٦). دراسة سريرية مقارنة لتقييم دقة مقياس الذروة الالكتروني (في سياق المعالجة اللبية). أطروحة ماجستير، قسم مداواة الأسنان، كلية طب الأسنان، جامعة دمشق.

عقيل، سمر. (٢٠١٠). تأثير رطوبة القناة الجذرية على دقة جهاز تحديد الذروة الالكتروني Root zx في الأسنان الحية والعفنة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الصحية- المجلد ٢٦ - العدد الثاني، 366-343.

الملحقات

Supplements



رقم الحالة:

التاريخ:

استمارة بحث علمي

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم مداواة الأسنان

د. مايا سعد (دكتوراه)

إشراف: أ.د. مكي ندا ليوس

العنوان (تأثير حجم التحضير الذروي وتنشيط سائل الإرواء على الشفاء وإنقاص التعداد الجرثومي والألم التالي للمعالجة في الأسنان الممتوتة) لنيل درجة الدكتوراه في مداواة الأسنان

اسم المريض: العمر: رقم الهاتف:

الجنس: ذكر / أنثى المهنة: العنوان:

رقم السن المعالج:

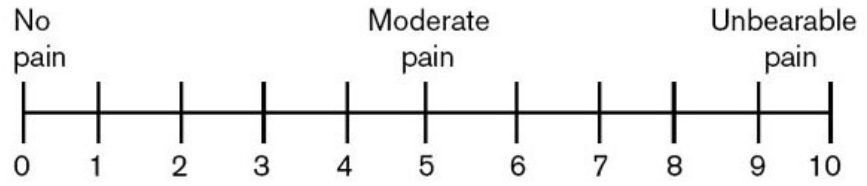
طريقة المعالجة: الطول العامل: 0 على القراءة 0.0 / 0 ناقص 1 ملم من القراءة 0.0

طريقة تفعيل الإرواء: Ultrasonic 0 / XpEndoFinisher 0

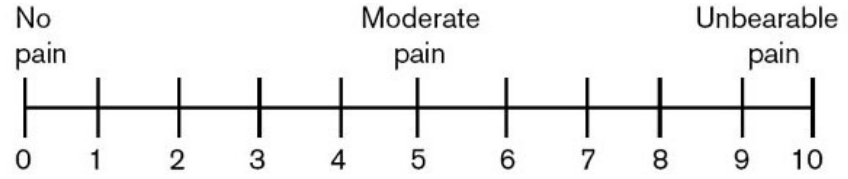
نتائج الزرع الجرثومي		
	زرع هوائي	زرع لاهوائي
CFU0		
CFU1		
CFU2		

المراقبة الشعاعية لحجم الآفات حول الذروية			
نجاح	بعد 3 أشهر	بعد 6 أشهر	بعد سنة
تطور نحو الشفاء			
شك			
فشل			

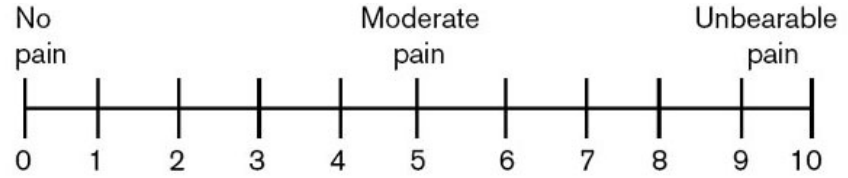
الألم التالي للمعالجة عند 8 ساعات



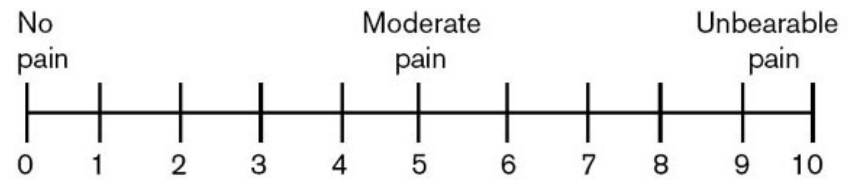
الألم التالي للمعالجة عند 24 ساعة



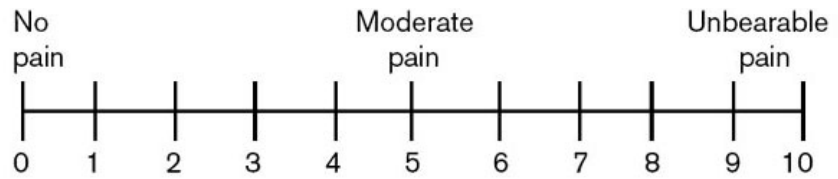
الألم التالي للمعالجة عند 48 ساعة



الألم التالي للمعالجة عند 72 ساعة



الألم التالي للمعالجة بعد أسبوع



النشر الداخلي الأول

Syrian Arab Republic
Damascus University
Damascus University Journal



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
مديرية مجلات جامعة دمشق

موافقة نشر
research approval

Damascus: 21/05/2025

دمشق: 2025/05/21

No. : 1433

رقم البحث: 1433

ود/16026

ود/16026

Dear

السادة

Dr. Maya Issa Saad

د. مايا عيسى سعد

Dr. Kinda Jamil Layous

د. كيندا جميل ليوس

We are pleased to inform you that
your research entitled:

يسرنا إعلامكم أن بحثكم المعنون:

" The effect of irrigant
agitation technique on
postoperative pain in necrotic
teeth
-In Vivo study-"

" تأثير تقنية تفعيل سائل الإرواء على
الألم التالي للمعالجة اللبية في الأسنان
المتموتة
-دراسة سريرية-"

submitted to us on 13/04/2025
has been accepted by Damascus
University Journal for Health
Sciences.
On 21/05/2025 .

المرسل إلينا بتاريخ 2025/04/13
قد قبل للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم
الطبية

بتاريخ 2025 /05/21.

Best regards.

مع فائق الاحترام

Editor in chief for Health
Sciences

رئيس التحرير مجلة العلوم الطبية

Prof. Marwan Jamil Alhalabi

أ. د. مروان جميل الحلبي

Director of journal

مدير المجلات

Prof. Ahed Elias Abou younes

أ. د. عهد إلياس أبو يونس

ISSN 2072-2265

ISSN:2789-6889(online)

Syrian - Damascus University - Damascus
University Journal

سورية - جامعة دمشق - مديرية المجلات

Journals.dpt@damascusuniversity.edu.sy

النشر الداخلي الثاني

Syrian Arab Republic
Damascus University
Damascus University Journal



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
مديرية مجلات جامعة دمشق

موافقة نشر
research approval

Damascus: 08/04/2025

دمشق: 2025/04/08

No. : 1416

رقم البحث: 1416

ود/15954

ود/15954

Dear

السادة

Dr. Maya Issa Saad

د. مايا عيسى سعد

Dr. Kinda Jamil Layous

د. كيندا جميل ليوس

We are pleased to inform you that
your research entitled:

يسرنا إعلامكم أن بحثكم المعنون:

" The effect of length of apical
foraminal enlargement on
postoperative pain in necrotic
teeth
-In Vivo study-

" تأثير طول التحضير الذروي
على الألم التالي للمعالجة في الأسنان
المتموتة
-دراسة سريرية-

submitted to us on 25/03/2025
has been accepted by Damascus
University Journal for Health
Sciences.

المرسى إلينا بتاريخ 2025/03/25
قد قبل للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم
الطبية

On 08/04/2025 .

بتاريخ 2025 /04/08.

Best regards

مع فائق الاحترام

Editor in chief for Health
Sciences

رئيس التحرير مجلة العلوم الطبية

Prof. Marwan Jamil Alhalabi

أ. د. مروان جميل الخالبي

Director of journal

مدير المجلات

Prof. Ahed Elias Abou younes

أ. د. عهد إلياس أبو يونس

ISSN 2072-2265

ISSN:2789-6889(online)

النشر الداخلي الثالث

Syrian Arab Republic
Damascus University
Damascus University Journal



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
مديرية مجلات جامعة دمشق

موافقة نشر
research approval

Damascus: 22/04/2025

No. : 1415

ود/15953

Dear

Dr. Maya Issa Saad

Dr. Kinda Jamil Layous

We are pleased to inform you that
your research entitled:

" The effect of legth of apical
foraminal enlargement on
Healing of Periapical Lesions
in necrotic teeth
-In Vivo study-"

submitted to us on 25/03/2025
has been accepted by Damascus
University Journal for Health
Sciences.

On 22/04/2025 .

Best regards.

Editor in chief for Health
Sciences

Prof. Marwan Jamil Alhalabi

Director of journal

Prof. Ahd Elias Abou younes

ISSN 2072-2265

دمشق: 2025/04/22

رقم البحث: 1415

ود/15953

السادة

د. مايا عيسى سعد

د. كيندا جميل ليوس

يسرنا إعلامكم أن بحثكم المعنون:

" تأثير طول التحضير الذروي على
شفاء الآفات حول الذروية في الأسنان
المتموتة
-دراسة سريرية-

المرسل إلينا بتاريخ 2025/03/25
قد قبل للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم
الطبية

بتاريخ 2025 /04/22.

مع فائق الاحترام

رئيس التحرير مجلة العلوم الطبية

أ. د. مروان جميل الحلبي

مدير المجلات

أ. د. عهد إلياس أبو يونس

ISSN:2789-6889(online)

Abstract

Background and Aim of the study: Mechanical removal of microorganisms from the apical foramen and irrigation activation methods may be more suitable for reducing bacterial load and achieving successful endodontic treatment. However, it may increase post-operative pain. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of apical foramen enlargement and irrigation activation with ultrasonic, and XP-endo finisher on reducing bacterial load, post-operative pain, and healing of periapical lesions in single-canal, and asymptomatic necrotic teeth with periapical lesion.

Materials and Methods: The clinical microbiological study sample consisted of 60 permanent human teeth (mandibular or maxillary), single-rooted, single-canal, necrotic, and associated with a medium-sized periapical lesion. All patients undergo root canal treatment in a single visit using standardized isolation and preparation procedures. The study sample was randomly divided into four equal groups according to the treatment method used:

- 1- Prepare to the reading 0.0 and activate with ultrasonic.
- 2- Prepare to the reading 0.0 and activate the XP-endo Finisher.
- 3- Prepare to the reading of minus 1 mm and activate with ultrasonic.
- 4- Prepare to the reading of minus 1 mm and activate the XP-endo Finisher.

Then, the bacterial colonies formed were counted by direct bacterial counting method in the samples taken (before preparation, after preparation and after activation of irrigation), and the post-operative pain values were measured by the VAS scale after (8-24-48-72 hours and after one week) of treatment, and the healing of the periapical lesions was monitored after (3 months, 6 months and 12 months), then the results were processed using SPSS 13.00 program to study the significance of the differences in the mean values at the 95% confidence level, and the significance level value ($P \leq 0.05$).

Results: The study results showed, at a significance level of ($P \leq 0.05$), a clear decrease in the mean logarithm of aerobic and anaerobic bacterial counts after preparation to length 0.0 on the electronic apex locator, while there was no difference between the two activation methods. There were also no differences in the amount of visual pain between the four studied groups at all time periods. All groups demonstrated success in root canal treatment without statistically significant differences. The results also showed a general gradual decrease in bacterial counts between the sampling stages, and a gradual decrease with

increasing time period in the amount of post-operative pain after the first day. The sizes of periapical lesions also gradually decreased until one year.

Conclusions: Foraminal enlargement demonstrated the ability and effectiveness of reducing the bacterial counts of aerobic and anaerobic bacteria in asymptomatic necrotic teeth associated with periapical lesions, without causing post-operative pain or affecting the healing rate of periapical lesions. Ultrasonic activation and XP-Endo Finisher also demonstrated the same ability to reduce bacterial counts, post-operative pain, and healing of periapical lesions.

Keywords: Foraminal Enlargement, Ultrasonic Activation, XP-Endo Finisher Activation, Colonies Forming Units (CFU), Post-operative Pain, Healing of Periapical Lesions.

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty of Dentistry

Department of Operative Dentistry and Endodontics



**The Effect of apical foramen widening and irrigant activation on
the healing and Reducing bacteria and Postoperative Pain in
Necrotic teeth**

-A Clinical Randomized controlled trial –

**A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the
PHD Degree in Endodontics and Operative Dentistry**

BY

Maya Issa Saad

Supervisor

Prof. Dr. Kinda Layous

Professor in Department of Operative Dentistry and Endodontics-Faculty of Dentistry-
Damascus University

2025-1447