الجمهوريــة العربيــة السوريــة

جـــامعـــة دمشـــق

كليـــة طـــب الأســـنـــان

قســـم مـــداواة الأســـنان

تقييم فعالية محلول الإرواء يودين بوتاسيوم يوديد IKI في المعالجة اللبية

(دراسة سريرية-جرثومية-شعاعية)

أطروحة مقدَّمة إلى جامعة دمشق لنيل درجة الدكتوراه في

علوم طب الأسنان اختصاص مداواة الأسنان

إعداد الباحثة

ميرنا سركيس

المشرف المشارك

المدرِّسة الدكتورة سمر السلامة

رئيس قسم العلوم الأساسيَّة

كليَّة طب الأسنان-جامعة دمشق

إشـــراف

الأستاذ الدكتور هشام العفيف

أستاذ في قسم مداواة الأسنان

كليَّة طب الأسنان-جامعة دمشق

2025

أُصرِّح بأنَّ الجزء الموصوف في الأطروحة بعنوان **(تقييم فعالية محلول الإرواء يودين بوتاسيوم يوديد IKI في المعالجة اللبية (دراسة سريرية-جرثومية-شعاعية))** لا يوجد أيّ جزء منه أُخِذ بالكامل من عملٍ آخر أو أُنجِز للحصول على شهادة أخرى من أيّ جامعة أخرى أو معهد تعليمي، وأنَّ كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي نتيجة جهودي الشخصيَّة وبتوجيهٍ من المشرف والمشرف المشارك، وأنَّ أيَّة معلوماتٍ أو نتائج أخرى ذُكِرت قد نُسبَت إلى مصادرها ومؤلِّفيها في النص وفي قائمة المراجع.

قائمة المحتويات	List of Contents	
المحتويـات		الصفحة
قائمة الجداول		XI
قائمة المخططات البيانيـة		XIII
قائمة الأشكال		XIV
قائمة الاختصارات		XVI
الملخص باللغة العربية		1
الجزء التمهيدي		3
أهداف البحث		11
الباب الأول المراجعـة النظريـة		12
1-1-	تصنيف الآفات حول الذروية	13
1-1-1-	الحالة الطبيعية للنسج حول الذرويَّة	14
1-1-2-	التهاب النسج حول الذرويَّة العرضي (الحاد)	14
1-1-3-	التهاب النسج حول الذرويَّة اللاعرضي (المزمن)	14
1-1-4-	الخراج حول الذروي الحاد	15
1-1-5-	الخراج حول الذروي المزمن	16
1-1-6-	التهاب العظم التكثفي	17
1-2-	الجراثيم في المداواة اللبيَّة	17
1-2-1-	طرق وصول الجراثيم إلى الأقنية الجذريَّة	17
1-2-2-	دور الجراثيم في تطور الأمراض اللبيَّة	19
1-2-3-	الجراثيم والإنتانات داخل الجذريَّة	21
1-2-4-	الزرع الجرثومي للكشف عن الجراثيم داخل القنيويَّة	22
1-3-	الغشاء الحيوي	22
1-3-1-	انتشار الإنتان ضمن المنظومة القنيويَّة الجذريَّة	25
1-3-2-	الجراثيم اللبيَّة في الالتهابات الأوليَّة للنسج حول الذرويَّة	27
1-3-3-	الجراثيم اللبيَّة في التهابات النسج حول الذرويَّة التالي للمعالجة	29
1-3-4-	الإنتان خارج الجذري	31
1-4-	الإرواء في المداواة اللبيَّة	34
1-4-1-	أهمية الإرواء	35
1-4-2-	فعاليَّة محاليل الإرواء	35
1-4-3-	خواص محلول الإرواء المثالي	35
1-4-4-	محاليل الإرواء	36
1-4-4-1-	حمض الإيثلين دي أمين تترا أسيتيك	37

1-4-4-1-1-	تاريخياً	37
1-4-4-1-2-	طبقة اللُّطاخة	38
1-4-4-1-3-	التركيب الكيميائي	38
1-4-4-1-4-	آليَّة العمل	39
1-4-4-2-	هيبوكلوريت الصوديوم	39
1-4-4-2-1-	تاريخياً	40
1-4-4-2-2-	آليَّة العمل	40
1-4-4-2-3-	التركيز والوقت	42
1-4-4-3-	كلور الهيكسيدين	45
1-4-4-3-1-	تاريخياً	45
1-4-4-3-2-	كلور الهيكسيدين في المداواة اللبيَّة	45
1-4-4-3-3-	التركيب الكيميائي	46
1-4-4-3-4-	آليَّة العمل	46
1-4-4-3-5-	مساوئ محلول كلور الهيكسيدين	47
1-4-4-4-	بوفيدون اليود	47
1-4-4-4-1-	التوافق الحيوي	47
1-4-4-4-2-	طريقة العمل	48
1-4-4-4-3-	النشاط المضاد للجراثيم	48
1-4-4-5-	يودين بوتاسيوم يوديد	49
1-4-4-5-1-	تاريخياً	49
1-4-4-5-2-	آليَّة تأثير يودين بوتاسيوم يوديد	50
1-4-4-5-3-	نطاق الفعاليَّة	51
1-4-4-5-4-	سميَّة اليود	52
1-4-4-5-5-	يودين بوتاسيوم يوديد في المداواة اللبيَّة	53
1-5-	المعالجة بجلسة واحدة أو عدة جلسات	57
1-6-	شفاء الآفات حول الذرويَّة	61
1-6-1-	آليَّة شفاء الآفات حول الذرويَّة	61
1-6-2-	العوامل التي تؤثِّر في شفاء الآفات حول الذرويَّة	62
1-6-2-1-	العوامل قبل المعالجة	62
1-6-2-2-	العوامل أثناء المعالجة	64
1-6-2-3-	العوامل بعد المعالجة	66
1-6-3-	تقييم شفاء الآفات حول الذرويَّة بعد المعالجة	67
1-6-3-1-	فترة المراقبة بعد المعالجة	67

1-6-3-2-	معايير تقييم شفاء الآفات حول الذرويَّة	68
1-6-3-2-1-	معايير الشِّفاء الشعاعي	68
1-6-3-2-2-	معايير الشِّفاء السريري	69
1-6-3-2-3-	معايير الشِّفاء النسيجي	71
الباب الثاني المواد والطرائـق		75
2-1-	تصميم الدراسة	76
2-1-1-	الموافقة الأخلاقيَّة	76
2-2-	حجم العيِّنة	76
2-2-1-	معايير التضمين	77
2-2-2-	معايير الاستبعاد	78
2-2-3-	التعشية والتعمية	78
2-3-	مواد وأدوات البحث	79
2-3-1-	المواد والأدوات المستخدمة لإنجاز المرحلة السريريَّة	79
2-3-2-	المواد والأدوات المستخدمة لإنجاز مرحلة العمل المخبري الجرثومي	82
2-3-3-	تحضير الأوساط والمحاليل المطبَّقة في البحث	84
2-4-	الفحص السابق للمعالجة	86
2-5-	منهج البحث	87
2-5-1-	مرحلة العمل السريري	87
2-5-2-	مرحلة الدراسة الجرثومية	91
2-5-2-1-	تمديد العيِّنات	91
2-5-2-2-	الزرع الجرثومي	92
2-6-	معايير التقييم التالي للمعالجة	93
2-7-	التحاليل الإحصائيَّة المستخدمة في البحث	94
الباب الثالث النتـائج والدراسـة الإحصائيَّـة		96
3-1-	وصف عيِّنة البحث	97
3-1-1-	توزُّع الأسنان في عيِّنة البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	97
3-1-2-	توزُّع المرضى في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض	98
3-1-3-	توزُّع المرضى في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	98
3-1-4-	المتوسِّط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	99
3-1-5-	توزُّع عيِّنة البحث وفقاً لموقع السن عمودياً (علوي/سفلي) ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	100

3-2-	الدراسة الإحصائيَّة التحليليَّة	101
3-2-1-	الدراسة الجرثوميَّة	101
3-2-1-1-	دراسة قيم اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة في عيِّنة البحث	102
3-2-1-2-	دراسة مقدار نسبة التغيُّر في اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة	105
3-2-1-3-	دراسة حدوث الزرع السلبي	108
3-2-2-	الدراسة السريريَّة الشعاعيَّة	113
الباب الرابع المناقشة		123
4-1-	مناقشة تصميم البحث والمواد المستخدمة	124
4-3-	مناقشة النتائج	133
4-3-1-	مناقشة نتائج الدراسة الجرثوميَّة	133
4-3-2-	مناقشة نتائج شفاء الآفات حول الذرويَّة	137
الباب الخامس الاستنتاجات		143
الباب السادس المقترحات والتوصيات		145
6-1-	التوصيات	146
6-2-	المقترحات	147
الباب السابع المراجع		148
الملحقات		180
الملخص باللغة الانكليزية		190

قائمة الجداول	Tables list	
رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
الجدول (1-1)	محاليل الإرواء الشائعة وخصائصها	36
الجدول (1-2)	بعض المعايير المتَّبعة السريريَّة والشعاعيَّة في تقييم نتيجة المعالجة القنويَّة	70
الجدول (2-1)	دليل الاحتمال	94
الجدول (3-1)	توزُّع الأسنان في عيِّنة البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	97
الجدول (3-2)	توزُّع المرضى في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض	98
الجدول (3-3)	توزُّع المرضى في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	98
الجدول (3-4)	المقاييس الإحصائيَّة الوصفية لأعمار المرضى (بالسنوات) في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	99
الجدول (3-5)	توزُّع عيِّنة البحث وفقاً لموقع السن عمودياً ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	100
الجدول (3-6)	المقاييس الإحصائيَّة الوصفيَّة لقيم اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة في مجموعتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق والمرحلة المدروسة	102
الجدول (3-7)	نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في متوسِّط قيم اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبَّق بعد مرحلة العمل (S1) و(S2) ونتائج اختبار Mann-Whitney U بعد مرحلة العمل (S3) في مجموعَتيّ البحث	103
الجدول (3-8)	نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبريَّة لدراسة دلالة الفروق الثنائيَّة في متوسِّط قيم اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة في مجموعَتيّ البحث بين مراحل العمل وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	105
الجدول (3-9)	المقاييس الإحصائيَّة الوصفيَّة لمقدار نسبة التغيُّر في اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة في مجموعَتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق والمرحلة المدروسة	106
الجدول (3-11)	نتائج مراقبة حدوث الزرع السلبي بعد انتهاء مرحلة التحضير القنيوي في مجموعَتيّ البحث	108
الجدول (3-12)	نتائج مراقبة حدوث الزرع السلبي وفقاً لتركيز محلول الإرواء النهائي المُطبَّق والمرحلة المدروسة في مجموعَتيّ البحث	108
الجدول (3-13)	نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق الثنائيَّة في متوسِّط تكرارات حدوث الزرع السلبي بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي بين مجموعات تركيز محلول الإرواء النهائي المُطبَّق IKI في مجموعَتيّ البحث	109

الجدول (3-15)	الدرجات المعتمدة للشِّفاء في مجموعَتيّ البحث والقيمة الموافقة المُعطاة لكل درجة	113
الجدول (3-17)	متوسِّط الرتب لدرجة الشِّفاء في مجموعَتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي والفترة الزمنيَّة المدروسة	114
الجدول (3-18)	نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشِّفاء بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبَّق في مجموعَتيّ البحث وفقاً للفترة الزمنيَّة المدروسة	115
الجدول (3-19)	نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائيَّة في تكرارات درجة الشِّفاء بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبَّق في مجموعَتيّ البحث وفقاً للفترة الزمنيَّة المدروسة	116
الجدول (3-20)	متوسِّط الرتب لدرجة الشِّفاء في مجموعَتيّ البحث وفقاً للفترة الزمنيَّة المدروسة ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	117
الجدول (3-21)	نتائج اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشِّفاء بين الفترات الزمنيَّة الثلاثة المدروسة في مجموعَتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	118
الجدول (3-22)	نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبريَّة لدراسة دلالة الفروق الثنائيَّة في تكرارات درجة الشِّفاء بين الفترات الزمنيَّة الثلاثة المدروسة في مجموعَتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	119

قائمة المخططات البيانيـة		Charts list
رقم المخطط	عنوان المخطط	الصفحة
المخطط (2-1)	تقسيم عيِّنة البحث وفق محلول الإرواء النهائي المُطبَّق	77
المخطط (3-1)	النسبة المئويَّة لتوزُّع الأسنان في عيِّنة البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	97
المخطط (3-2)	النسبة المئويَّة لتوزُّع المرضى في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض	98
المخطط (3-3)	النسبة المئويَّة لتوزُّع المرضى في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	99
المخطط (3-4)	المتوسِّط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عيِّنة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء المُطبَّق	100
المخطط (3-5)	النسبة المئويَّة لتوزُّع الأسنان في عيِّنة البحث وفقاً لموقع السن عموديَّاً ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	100
المخطط (3-6)	المتوسِّط الحسابي لقيم اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة في مجموعَتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق والمرحلة المدروسة	103
المخطط (3-7)	المتوسِّط الحسابي لمقدار نسبة التغيُّر في اللُّوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثوميَّة في مجموعَتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق والمرحلة المدروسة	106
المخطط (3-8)	النسبة المئويَّة لحدوث الزرع السلبي وفقاً لتركيز محلول الإرواء النهائي المُطبَّق والمرحلة المدروسة في مجموعَتيّ البحث	109
المخطط (3-10)	متوسِّط الرتب لدرجة الشِّفاء في مجموعَتيّ البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي والفترة الزمنيَّة المدروسة	115
المخطط (3-11)	متوسِّط الرتب لدرجة الشِّفاء في مجموعَتيّ البحث وفقاً للفترة الزمنيَّة المدروسة ومحلول الإرواء النهائي المُطبَّق	117

قائمة الأشكال	List of figures	
رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
الشكل (1-1)	غشاء حيوي داخل القناة الجذريَّة في سن مُصاب بالتهاب نسج حول ذرويَّة	23
الشكل (1-2)	غشاء حيوي غير منتظم التوزع ملتصق بجدران القناة الجذريَّة في سن متموِّت اللُّب	26
الشكل (1-3)	استعمار بكتيري واسع النطاق في الجزء الذروي من القناة الجذريَّة عند الثقبة الذرويَّة	32
الشكل (1-4)	صورة مجهر الكتروني ماسح SEM لعاج قناة جذرية بعد تطبيق محلول EDTA مدَّة دقيقتين	38
الشكل (1-5)	الصور الترسيمية لـ Ørstavik لتسهيل استخدام مقياس PAI	69
الشكل (2-1)	أدوات الحماية الطبية الشخصية	79
الشكل (2-2)	حاجز مطاطي	79
الشكل (2-3)	K–file	79
الشكل (2-4)	نظام MTwo للتحضير الآلي	79
الشكل (2-5)	أدوات وأجهزة التشخيص الشعاعي	80
الشكل (2-6)	محلول EDTA	80
الشكل (2-7)	%5.25 NaOCl	80
الشكل (2-8)	أكسيد زنك وأوجينول	80
الشكل (2-9)	مسحوق $Na_2S_2O_3$	81
الشكل (2-10)	مسحوق I_2	81
الشكل (2-11)	مسحوق KI	81
الشكل (2-12)	أقماع ورقية معقَّمة	81
الشكل (2-13)	أقماع كوتابيركا	81
الشكل (2-14)	محاقن بلاستيكية معقَّمة ورؤوس إرواء	81
الشكل (2-15)	كومبوزيت، حمض مخرش، مادة رابطة	81
الشكل (2-16)	جهاز تحضير آلي	82
الشكل (2-17)	جهاز تحديد ذروة الكتروني	82
الشكل (2-18)	الموصدة	82
الشكل (2-19)	وسط الزرع الجرثومي	83
الشكل (2-20)	الوسط الناقل	83
الشكل (2-21)	الموصدة	83
الشكل (2-22)	بعض الزجاجيَّات	83
الشكل (2-23)	الرجَّاج	83

الشكل (2-24)	الحاضنة	83
الشكل (2-25)	Micropipette & pipette	84
الشكل (2-26)	أطباق بيتري	84
الشكل (2-27)	جهاز عدّ المستعمرات الجرثوميَّة	84
الشكل (2-31)	مسحوق يوديد البوتاسيوم KI	86
الشكل (2-32)	يود حر I_2	86
الشكل (2-33)	محاليل الإرواء جاهزة للتطبيق السريري	87
الشكل (2-34)	الصورة التشخيصية لحالة ذات لبّ متموّت	88
الشكل (2-35)	العزل وتطبيق الحاجز المطاطي	88
الشكل (2-36)	تحديد الطول العامل باستخدام جهاز تحديد الذروة الالكتروني	88
الشكل (2-37)	أخذ العيّنة الجرثوميَّة (S1)	89
الشكل (2-38)	الإرواء بمحلول NaOCl 5.25%	89
الشكل (2-39)	الإرواء بالمحلول الملحي المعقَّم	89
الشكل (2-40)	الإرواء بمحلول EDTA 17%	90
الشكل (2-41)	أخذ العيّنة الجرثوميَّة (S2)	90
الشكل (2-42)	الإرواء بمحلول IKI	90
الشكل (2-44)	حشوة القناة مع الترميم النهائي	91
الشكل (2-45)	إجراء الحركات الاهتزازيَّة بجهاز الرجَّاج لأحد الأنابيب	92
الشكل (2-46)	طبق الآغار المغذِّي بعد الزرع مباشرةً	92
الشكل (2-47)	طبق الآغار المغذِّي بعد الحضن	92

الملخص

خلفيَّة البحث: تُعدُّ البكتيريا المسؤول الأساسي عن حدوث التهاب النسج حول الذرويَّة، ولطالما سعى الباحثون إلى إيجاد محلول الإرواء الذي يساعد في الحد أو التقليل من البكتيريا ومنتجاتها الثانويَّة وإزالتها قدر الإمكان من المنظومة القنويَّة الجذريَّة دون أن يُحدِث أثر سمِّي في حال تجاوز الثقبة الذرويَّة. إذ يتضمن هذا الإجراء التحضير الميكانيكي للقناة الجذريَّة وتطبيق محاليل الإرواء كوسيلة مساعدة للتحضير الميكانيكي. ولقد تنوَّعت محاليل الإرواء المستخدمة في سياق المعالجات اللبيَّة، ولعلَّ أكثرها شيوعاً هو محلول هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl 5.25% الذي اعتبِر المعيار الذهبي في إرواء الأقنية الجذريَّة، وبسبب محدوديَّات محلول NaOCl جرى تحرِّي فعاليَّة يودين بوتاسيوم يوديد IKI كمحلول إرواء نهائي.

الهدف: تقييم الفعاليَّة المضادة للجراثيم ليودين بوتاسيوم يوديد IKI بتركيزين (2%، 5%) كمحلول إرواء نهائي وتأثيره في شفاء الآفات حول الذرويَّة المرافقة.

المواد والطرائق: تألَّفت عيِّنة البحث من 90 سناً وحيدة الجذر ووحيدة القناة مترافقة مع آفة حول ذرويَّة (حجمها أصغر من 5×5 مم شعاعيَّاً)، وكانت نصف الحالات لأسنان ذات لبّ متموِّت والنصف الآخر لأسنان تحتاج لإعادة معالجة، وقُسِّمت كلّ مجموعة رئيسيَّة عشوائيَّاً إلى ثلاث مجموعات وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبَّق (IKI 2%، IKI 5%، دون تطبيق محلول IKI). حُضِّرت جميع الأقنية آليَّاً مع الإرواء باستخدام محلول NaOCl 5.25%. تمَّ أخذ عيِّنات جرثوميَّة من الأسنان بعد فتح الحجرة اللبيَّة مباشرةً وبعد انتهاء التحضير وبعد تطبيق محلول IKI، بعد ذلك تمَّ إجراء الحشو القنيوي بمادة أوكسيد الزنك والأوجينول وأقماع الكوتابيركا باستخدام تقنيَّة التكثيف الجانبي. وتمَّت مراقبة شفاء الآفات شعاعيَّاً بعد ثلاثة أشهر وستة أشهر وبعد سنة واحدة.

النتائج: عند دراسة تأثير تطبيق محلول IKI كمحلول إرواء نهائي في تخفيض تعداد الوحدات المشكِّلة للمستعمرة الجرثوميَّة في مجموعة اللبّ المتموِّت ومجموعة إعادة المعالجة تبيَّن وجود فروق ذات دلالة إحصائيَّاً

في الفعاليَّة المضادة للجراثيم حيث كان محلول IKI 5% الأكثر تأثيراً تلاه محلول IKI 2%، أمَّا فيما يخص شفاء الآفات حول الذرويَّة فقد كانت درجة الشفاء في مجموعة محلول IKI 5% هي الأعلى.

الاستنتاجات: يؤثِّر الإرواء بمحلول IKI بشكلٍ كبيرٍ في الوحدات المشكِّلة للمستعمرة الجرثوميَّة في حالات الأسنان المترافقة مع آفات حول ذرويَّة، حيث توفِّر نتائج هذه الدراسة تقييماً للفعاليَّة المحتملة لمحلول IKI في تحسين نتائج المعالجة اللبيَّة، ممَّا يساعد في تطوير بروتوكولات المعالجة لهذه الحالات. حيث يدعم هذا البحث مشاركة محلول IKI في بروتوكولات المعالجة اللبيَّة، وخاصَّة في حالات الإنتان الصعبة وحالات إعادة المعالجة.

الكلمات المفتاحيَّة: مضاد للجراثيم، آفة حول ذرويَّة، IKI، إرواء القناة الجذريَّة، هيبوكلوريت الصوديوم.

الجزء التمهيدي

INTRODUCTION

يمكن أن تترافق الأسنان المصابة بتموت لبي أو تلك التي خضعت لمعالجة لبية فاشلة مع آفات حول ذروية، ويُذكر أن 90% من هذه الآفات تُصنف على أنها أورام حبيبية سنية، أو أكياس جذرية، أو خراجات، ويكون تطور هذه الآفات غالباً بسبب عبور المنتجات المخرشة عبر المنظومة القنيوية الجذرية بما في ذلك العضويات الحية الدقيقة (Stockdale and Chandler, 1988)، إذ تسبب الإنتانات داخل القناة الجذرية استجابات التهابية حول ذروية تتجلى عادةً كآفات شافة شعاعياً وفي بعض الأحيان ظليلة على الأشعة (Möller et al., 2004). أشارت العديد من الدراسات إلى أن عدداً كبيراً من الأسنان ذات الآفات حول الذروية أظهرت علامات الشفاء بعد خضوعها للمعالجة اللبية التقليدية. وهذا يؤكد أن المعالجة اللبية المحافظة، والمعروفة أيضاً بالمعالجة غير الجراحية، تعتبر غالباً خيار العلاج الأساسي لمعالجة التهاب النسج حول الذرويَة (Venskutonis et al., 2015).

وتعد الجراثيم المُسبب الرئيسي لبدء تشكل النخور السنية وتطورها إلى الأمراض اللبية وحول الذروية (Moradi and Haghgoo, 2018)، حيث تتوضع النسبة العظمى من الجراثيم في القناة الرئيسية للأسنان المصابة بالتهاب النسج حول الذروية، كما تتكاثر أيضاً ضمن القنيات العاجية والتشعبات الذروية والبرازخ وفي التعقيدات التشريحية ضمن الجذر. ومن أجل الحد من وجود الجراثيم وذيفاناتها ضمن المنظومة القنيوية الجذرية نلجأ أثناء المعالجة اللبية إلى المشاركة بين التحضير الميكانيكي لتنظيف القناة الجذرية وتوسيعها، والتطهير الكيميائي عن طريق الإرواء وتطبيق الضمادات داخل القنيوية لإزالة أو حل البقايا العضوية وغير العضوية والقضاء على الجراثيم (Verma et al., 2014)، إلا أن عملية التحضير الميكانيكي الكيميائي والإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) فقط تركت 40-60% من القناة الجذرية حاوية على جراثيم قابلة للحياة (Siqueira et al., 2007)، لذلك يعتبر من المهم أن يوفر محلول الإرواء تأثيرات مضادة للجراثيم والتي تشمل القضاء على الكائنات الحية المجهرية في المنظومة القنيوية الجذرية، وتوفير التطهير في المناطق التي لا يمكن الوصول إليها بالأدوات الميكانيكية، حيث يمكن للجراثيم الفموية Oral Bacteria أن تخترق ما يصل إلى 200 ميكرون ضمن القنيات العاجية، وهذا يجعلها مقاومة للعوامل المضادة

للجراثيم (Lei et al., 2016). وقد تم التوصية باستخدام العديد من محاليل الإرواء في المعالجة اللبية السريرية (Verma et al., 2014) كمحلول هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl)، وكلور الهيكسيدين (CHX: Chlorhexidine)، وثنائي أمين الإيثلين رباعي حمض الأسيتيك (EDTA)، ومزيج الدوكسيسيكلين مع حمض الستريك ومطهرات (MTAD) ويودين بوتاسيوم يوديد (IKI: Iodine–Potassium Iodide). كما يجب أن تمتلك محاليل الإرواء خصائص معينة مثل السمية المنخفضة، والتوتر السطحي المنخفض، والتزليق، والأثر المضاد للجراثيم طويل الأمد، وسهولة التوافر، والرائحة المقبولة، والتكلفة المعقولة، والتقبل الحيوي.

يهدف البحث في علم الأحياء المجهرية في المداواة اللبية إلى تحديد السبب الرئيسي لالتهاب النسج حول الذروية، ولكن تبدد الأمل في تضييق قائمة مسببات الأمراض اللبية المحتملة إلى نوع واحد أو على الأقل تقليل هذا العدد منذ إدخال طرق علم الأحياء الدقيقة الجزيئية المعقدة. ومع تقدم الدقة التحليلية زادت قائمة العوامل الممرضة التي يمكن أن تتواجد في الإنتانات اللبية. وكشف التعداد الإحصائي للأنواع الميكروبية في الأنواع المختلفة من الإنتانات اللبية (الأولية، الثانوية، المستمرة بعد المعالجة، خارج الجذرية) من خلال الدراسات المنشورة حتى عام 2009 عن حوالي 500 نوع مختلف، والغالبية العظمى كانت من البكتيريا والفطور والعتائق Archaea (Siqueira and Rôças, 2009c).

من الجدير بالذكر أن الدراسات التي تناولت موضوع الزرع الجرثومي أشارت إلى النتائج كتعداد جرثومي أو للأنواع الجرثومية فقط، ولذلك فإن العلاقة بين التعداد الجرثومي ونتائج المعالجة السريرية لم تترسخ بشكل كامل (Sathorn et al., 2007)، وتم الاعتماد على الزرع الجرثومي لأخذ فكرة عن إنذار المعالجة اللبية، أو للبحث عن الأنواع الجرثومية المسؤولة عن فشل المعالجات وتطور الآفات حول الذروية.

وأظهرت بعض الأبحاث السريرية أن الأقنية الجذرية التي أبدت نتيجة زرع سلبية شفِيت الآفات فيها بنسبة 94%، أما الأقنية الجذرية التي أعطت مسحات زرع إيجابية كانت نسبة النجاح فيها 68% فقط (Sjögren et al., 1997)، بالمقابل فقد أشارت دراسة أخرى إلى أن شفاء الآفات حول الذروية وإنذار

المعالجة يتعلق بعوامل متعددة مثل السيتوكينات ورد الفعل المناعي بالإضافة للجراثيم، أي أن نجاح المعالجة لا يحدث فقط في الأقنية الخالية تماماً من الجراثيم (أي الأقنية ذات المسحات الجرثومية السلبية)، إلا أن الفعل الجرثومي في الأقنية الجذرية والمنطقة حول الذروية أمر لا يمكن تجاهله. كما أكد الباحثون أن الزرع الجرثومي يجب أن يركز بشكل أساسي على الوجود الجرثومي أو عدمه وخاصة عند تقييم فعالية إجراءات المعالجة اللبية المعتادة أو اختبار طرق جديدة، أما البحث عن أنواع الجراثيم أو تصنيفها فهو أمر ثانوي بالنسبة للعمل الروتيني في المعالجة اللبية.

يُعد محلول NaOCl سائل الإرواء الأكثر استخداماً على نطاقٍ واسعٍ في تحضير الأقنية الجذرية، ويعتَبر المعيار الذهبي في المداواة اللبية وفقاً لعددٍ من الباحثين، كما يمتلك طيفاً واسعاً مضاداً للجراثيم، ولكن له مساوئ عديدة مثل السمية، وخطر تدمير الأنسجة حول الذروية، والمذاق السيء، ورد الفعل الشديد إن تم دفعه عن غير قصد خارج الذروة إلى الأنسجة حول الذروية أثناء الإرواء أو عند تسربه عبر الحاجز المطاطي، وضعف قدرته على القضاء على جميع العضويات الدقيقة الموجودة في الأقنية الجذرية المؤوفة (Hülsmann and Hahn, 2000).

وُصِف محلول يودين بوتاسيوم يوديد (IKI) بقدرته على التخلص من الجراثيم، وتعتبر محاليل اليود غير مستقرة، لذلك يتم إضافة يوديد البوتاسيوم أو ناقلات اليود مثل البوفيدون أو بولوكسامير إلى المحلول للحفاظ على الجزء النشط المضاد للبكتيريا وهو اليود الجزيئي (I_2) في المحلول (McDonnell and Russell, 1999). كعامل يُطلق الهالوجين فإن اليود له طريقة عمل مماثلة لهيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) (McDonnell and Russell, 1999)، إلا أنه يفتقر إلى القدرة على حل الأنسجة المتموتة (Naenni et al., 2004). ورغم أن اليود أقل نشاطاً كيميائياً من الكلور، إلا أنه سريع التأثير في الجراثيم والفطريات والفيروسات والأبواغ (Engström and Spångberg, 1969). تم استخدام IKI كمطهر على نطاق واسع في المجال الطبي نظراً لفعاليته المضادة للبكتيريا وطيفه الواسع، أما في مجال طب الأسنان فقد طُبقت المنتجات الحاوية على اليود لأول مرة كمحاليل إرواء في المداواة اللبية عام 1927

(Johnston, 1927). وقد تنوعت الدراسات المخبرية والسريرية التي قارنت محلول IKI مع مختلف محاليل الإرواء المُطبقة أثناء المعالجة اللبية، حيث أظهرت الدراسات المخبرية (Joshi et al., 2009) والسريرية (Kvist et al., 2004) فعالية IKI كمحلول إرواء نهائي.

كل ذلك يوحي بأن تطبيق IKI كمحلول إرواء نهائي بشكل تشاركي مع محلول NaOCl 5.25% أثناء مراحل التحضير الميكانيكي يمكن أن يرتبط بفعالية مضادة للجراثيم أفضل عند حشو الأقنية الجذرية، كما يوحي بنتائج سريرية إيجابية في حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة من ناحية السيطرة على الإنتان وتعزيز شفاء الآفات حول الذروية المرافقة.

مُسلمات البحث Research Postulates

- تُعد المعالجة اللبية اعتماداً على أكثر من جلسة معالجة مع تطبيق ضمادات داخل قنيوية للتخلص من الزمر الجرثومية في حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة خاصةً المترافقة مع آفة حول ذروية، من خيارات المعالجة الشائعة لدى الأطباء الممارسين رغم كونها معالجة مُستهلِكة للوقت والجهد فضلاً عن مخاطر تغيير تركيب الغشاء الحيوي Biofilm الموجود قبل بدء المعالجة.
- يُعد تطبيق محلول إرواء نهائي يتمتع بفعالية عالية مضادة للجراثيم، وتقبل حيوي جيد، وتأثير مديد الخيار الأفضل لتدبير حالات المعالجة المتعلقة بالأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة خاصة المترافقة مع آفة حول ذروية.
- تُعد المعالجات اللبية اعتماداً على جلسة المعالجة الواحدة الأفضل مقارنةً مع المعالجة بجلستين أو أكثر.
- يُعد محلول NaOCl من محاليل الإرواء التي تمتلك خواص حالة للنسج العضوية، ومضادة للجراثيم وهذا يساهم في شفاء الآفات حول الذروية.

أهمية البحث Research Importance

- يُقدم هذا البحث معالجةً لبيةً محافظةً وبديلاً محتملاً عن المعالجات الجراحية في تدبير حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة المترافقة مع آفات حول ذروية اعتماداً على جلسة المعالجة الواحدة.
- تكمن في أهمية المعالجات اللبية المحافظة وصعوبتها في الحالات المترافقة مع آفات حول ذروية خاصة الأسنان ذات المعالجة اللبية غير الناجحة، والحاجة للبحث عن محلول الإرواء المثالي الذي يوفر أكبر فعل مضاد للجراثيم خلال مدة تطبيق قصيرة دون أن يكون له أي أثر سمي.

مشكلة البحث Research Problem

على الرغم من تطبيق العديد من محاليل الإرواء، إلا أنه لم تحقق أياً منها حتى الآن مواصفات محلول الإرواء المثالي، ورغم تطبيق محلول هيبوكلوريت الصوديوم لدى شريحةٍ واسعةٍ من الممارسين كمحلول إرواء رئيسي، إلا أنه وُجِد أن له العديد من المحدوديات من ناحية الفعالية المضادة للجراثيم عند معالجة الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة اعتماداً على جلسة المعالجة الواحدة، مما جعلنا نبحث عن محاليل أخرى تكون قادرة على القضاء على الزمر الجرثومية المُعندة والمتبقية، ومتقبلة حيوياً، وتوفر أكبر فعل مضاد للجراثيم خلال مدة تطبيق قصيرة، وذات تأثير مديد بعد تطبيقها.

مسوغات البحث Research Justifications

- ندرة الأبحاث السريريـة التي تناولت موضوع الفعالية المضادة للجراثيم لـ IKI كمحلول إرواء نهائي في حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة اعتماداً على جلسة المعالجة الواحدة.
- ندرة الأبحاث السريريـة حول الاستجابة السريريـة والشعاعية للآفات حول الذروية بعد تطبيق IKI كمحلول إرواء نهائي في حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة اعتماداً على جلسة المعالجة الواحدة.
- غياب دراسة سريريـة متكاملة اعتمدت بروتوكول عمل مشابه أو قريب من البروتوكولات المطبقة في الإرواء الأخير، فغالباً في مراحل العمل السريريـة كان يُهمَل إزالة الجزء اللاعضوي لطبقة اللطاخة قبل تطبيق محلول الإرواء الأخير.

فرضيات البحث Research Hypotheses

فرضية العدم (الفرضية الصفرية) Null Hypothesis

- **H0** لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية في التعداد الجرثومي قبل وبعد تطبيق محلول الإرواء النهائي، أو عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين تركيزي محلول الإرواء النهائي المُطبق من حيث خفض الحمل الجرثومي داخل القناة الجذرية في حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة اعتماداً على جلسة المعالجة الواحدة. كما لا يوجد تأثير لمحلول الإرواء النهائي في شفاء الآفات حول الذروية.

الفرضية البديلة Alternative Hypothesis

- **H1** يوجد فروق ذات دلالة إحصائية في التعداد الجرثومي قبل وبعد تطبيق محلول الإرواء النهائي، أو يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين تركيزي محلول الإرواء النهائي المُطبق من حيث خفض الحمل الجرثومي داخل القناة الجذرية في حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة اعتماداً على جلسة المعالجة الواحدة. كما يوجد تأثير لمحلول الإرواء النهائي في شفاء الآفات حول الذروية.

محدوديات البحث Research Limitations

على الرغم من أهمية البحث من حيث فعالية محاليل الإرواء النهائي المُطبقة في القضاء على الجراثيم ضمن الأقنية الجذرية، وشفاء الآفات حول الذروية المرافقة، إلا أنها تتأثر بهذه المحددات:

• عدم الاعتماد على التصوير ثلاثي الأبعاد (CBCT) كونه أكثر دقة، لكن تم الاعتماد على التصوير الذروي المحوسب ثنائي البعد مع تطبيق الإزاحة في جميع مراحل العمل باستخدام حساس رقمي، والذي يتمتع بالدقة العالية وإمكانية قياس أبعاد الآفة حول الذروية كما أنه معتَمد في عدد كبير من الأبحاث السريرية.

• الحضن المستخدم هو حضن للجراثيم الهوائية فقط وبالتالي فإن الجراثيم اللاهوائية الموجودة في الأقنية الجذرية لم تتم دراستها، حيث نوصي بدراستها في أبحاث سريرية أخرى.

AIMS OF THE STUDY أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى:

1. تقييم الفاعلية المضادة للجراثيم عند تطبيق محلول IKI بتركيزين (2%، 5%) كمحلول إرواء نهائي عند معالجة الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة بجلسة واحدة.

2. مقارنة الفاعلية المضادة للجراثيم عند تطبيق محلول IKI كمحلول إرواء نهائي بتراكيز مختلفة مع عدم تطبيق أي إرواء نهائي.

3. تقييم نجاح المعالجات اللبية المنجزة سريرياً وشعاعياً عند تطبيق محلول IKI بتركيزين (2%، 5%) كمحلول إرواء نهائي عند معالجة الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة بجلسة واحدة.

4. مقارنة نجاح المعالجات اللبية المنجزة سريرياً وشعاعياً عند تطبيق محلول IKI كمحلول إرواء نهائي بتراكيز مختلفة مع عدم تطبيق أي إرواء نهائي.

ومراقبة الأسنان المعالجة لمعرفة مدى نجاح المعالجات خلال الفترات الزمنية (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة).

الباب الأول

المراجعة النظرية

LITERATURE REVIEW

تُعتبر التهابات النسج حول الذروية من أكثر الآفات الالتهابية الفموية انتشاراً (Tibúrcio -Machado et al., 2021)، وتعد البكتريا العامل الأساسي المُسبب لهذه الآفات، حيث توجد هذه البكتريا منتظمة في تجمعات على شكل أغشية حيوية Biofilms ملتصقة على جدران القناة. يحدث الإنتان في القناة الجذرية فقط بعد إصابة النسيج اللبي نتيجة النخر أو بسبب التموت أو الرض أو آفات النسج الداعمة وقد يكون علاجي المنشأ أو بسبب غياب النسيج اللبي بعد معالجة لبية سابقة. بعد وصول الإنتان إلى القناة الجذرية يتقدم تدريجياً باتجاه الذروة، حتى تصل البكتريا في النهاية و/أو عوامل فوعتها إلى النسج المحيطة بالجذر عن طريق الثقبة الذروية والجانبية، إضافةً إلى الإنثقابات الجذرية علاجية المنشأ والمسببة للالتهاب. عند حدوث التهاب النسج حول الذروية الذي يمكن أن يكون مترافق مع أعراض (حاد) أو غير مترافق مع أعراض (مزمن)، وهذا يعتمد على الحمل البكتيري والعوامل المتعلقة بالمريض، يمكن أن يحدث ضرر كبير في النسج المحيطة بالجذر إما بتشكل خراج قيحي أو امتصاص عظمي. إن الهدف الجوهري للمعالجة القنيوية الجذرية هو منع و/أو معالجة التهابات النسج حول الذروية (Ørstavik, 2020)، هذا يعني أن المعالجة يجب أن تمنع البكتريا من إنتان أو إعادة إنتان الفراغ اللبي أو النسج حول الجذرية أو القضاء أو على الأقل السيطرة على الإنتان الموجود ضمن القناة الجذرية سابقاً.

1-1- تصنيف الآفات حول الذروية Classification of Periapical Lesions

صُنفت الأمراض حول الذروية ذات المنشأ اللبي السني سريرياً وفق توصيات مؤتمر الجمعية الأمريكية لأخصائيي المداواة اللبية إلى (Gutmann et al., 2009):

- التهاب النسج حول الذروية (الحاد/المزمن)
- الخراجات حول الذروية (الحادة/المزمنة)
- التهاب العظم التكثفي.

1-1-1- الحالة الطبيعية للنسج حول الذروية Normal Condition of Apical Periapical

لا تُبدِي الأسنان ذات النسج حول الذروية الطبيعية أي حساسية تجاه اختبارات القرع أو الجس، أما شعاعياً فتبدو الصفيحة القاسية سليمة والمسافة الرباطية حول ذروة الجذر منتظمة (Rotstein and Ingel, 2019).

1-1-2- التهاب النسج حول الذروية العرضي (الحاد)

Symptomatic Apical Periodontitis (Acute)

هو التهاب حاد على مستوى الرباط حول السني، يمكن أن يكون النسيج اللبي مصاباً بالتهاب غير ردود أو متموتاً (Castellucci, 2006)، يتظاهر سريرياً بانزعاج عفوي متوسط إلى شديد بالإضافة إلى ألم عند العض أو القرع، إذا نتج هذا الالتهاب عن امتداد التهاب النسيج اللبي فسوف تتضمن أعراضه وعلاماته حساسية تجاه البرودة والحرارة واستجابة لاختبار الحيوية الكهربائي، أما في الحالات الناجمة عن التموت فلن يستجيب للاختبارات الحيوية، وإن تطبيق ضغط بواسطة رأس الإصبع أو الطرق بعقب حامل المرآة (القرع) قد يسبب ألماً شديداً، قد يترافق أو لا يترافق مع شفوفية شعاعية وقد يبدي توسعاً بسيطاً في مسافة الرباط حول السني، وقد تكون المسافة الرباطية طبيعية والصفيحة القاسية سليمة. تعتمد المعالجة على إزالة العامل المسبب (الرض الإطباقي أو اللب الملتهب أو اللب المتموت) وينتج عادةً الشعور بالراحة بعد إزالة المهيجات أو النسيج اللبي المصاب أو إزالة النتحة حول الذروية (Torabinejad, 2009).

1-1-3- التهاب النسج حول الذروية اللاعرضي (المزمن)

Asymptomatic Apical Periodontitis (Chronic)

يكون لاحقاً لالتهاب النسج حول الذروية العرضي، ويتميز الالتهاب حول الذروي اللاعرضي بتخرب النسج حول الذروية ويظهر كمنطقة شافة شعاعياً، في معظم الحالات تتشكل حول ذروة الجذر ولكنها قد تتطور أحياناً على جانب الجذر، ولا يترافق مع أعراض سريرية ولكن قد يخبرنا المريض عن نوبة ألم سابقة.

من خلال الفحص السريري قد نلاحظ وجود نخر عميق أو ترميم تاجي واسع وقد يبدو لون السن داكناً في بعض الحالات، وتكون نتائج اختبارات الحساسية اللبية سلبية لأن اللب متموت كما تعطي اختبارات القرع

والجس نتائج سلبية أيضاً، في بعض الحالات قد تسبب الآفة حدوث وذمة حول الجزء الذروي من الجذر بحيث يبدي الجس في هذه المنطقة حساسية طفيفة.

في المرحلة الأولية من الالتهاب حول الذروي اللاعرضي تظهر الصور الشعاعية توسعاً في المسافة الرباطية أما في المراحل التالية فنلاحظ ظهور منطقة شافة شعاعياً حول ذروة الجذر (وأحياناً بشكل جانبي) ويكون للآفة حدوداً واضحةً جداً مع تخرب في الصفيحة العظمية القاسية.

يُصنف الالتهاب حول الذروي اللاعرضي نسيجياً إلى ورم حبيبي أو كيس، ولا يمكن التمييز بينهما شعاعياً، حيث تم إجراء العديد من المحاولات للتمييز بين هذين النوعين بوسائل أخرى غير الخزعة كالرحلان الكهربائي للسوائل المأخوذة من الآفة (Morse et al., 1975)، التصوير المقطعي المحوسب (Trope et al., 1989)، التصوير المقطعي المحوسب بالحزمة المخروطية (Simon et al., 2006) الأمواج فوق الصوتية (Gundappa et al., 2006)، ومع ذلك كانت النتائج غير حاسمة، بالإضافة إلى أن الحاجة للتمييز بين هذين النوعين هو موضع جدل لأن العلاج لكليهما هو ذاته، الذي يكون بإزالة العوامل الإنتانية المسببة وختم المنظومة القنيوية الجذرية، ويمكن أن يكون الخيار النهائي في المعالجة إجراء جراحي أو قلع السن.

1-1-4- الخراج حول الذروي الحاد Acute Apical Abscess

هو تجمع للقيح على مستوى العظم السنخي المحيط بذروة السن متموت اللب (Castellucci, 2006) وقد يكون الخراج الذروي الحاد إما موضعاً أو بشكل آفة منتشرة مائعة تسبب تخرباً للنسج حول الذروية واستجابة التهابية حادة تجاه الجراثيم والمخرشات القادمة من النسيج اللبي المتموت إلى النسج حول الذروية عبر الثقبة الذروية (Torabinejad, 2009).

يتميز هذا الخراج ببداية سريعة وألم عفوي، يبدي المريض وجود انزعاج متوسط إلى شديد أو انتباج وذلك يعتمد على شدة ردة الفعل، ولا يوجد انتباج إذا اقتصر الخراج على العظم، وقد تترافق مع مظاهر جهازية لحالة إنتانية كارتفاع درجة الحرارة وتوعك وزيادة عدد الكريات البيضاء، ولأن هذه الحالة تكون مترافقة مع تموت

النسيج اللبي فلا توجد استجابة تجاه المنبهات الكهربائية أو الحرارية، على الرغم من ذلك فإن الأسنان تكون مؤلمة تجاه القرع والجس، وبالاعتماد على درجة التخرب في النسج الصلبة الناتجة عن المخرشات تتراوح المظاهر الشعاعية بين عدم وجود تغيرات إلى زيادة في ثخانة المسافة الرباطية أو حتى آفة شافة شعاعياً.

قد لا يكون الخراج متصلاً بشكل مباشر مع الثقبة الذروية لذلك لا يتم التصريف تلقائياً عن طريق المدخل عند فتح الحجرة اللبية (Torabinejad، 2009)، وفي هذه الحالة من الممكن إجراء التفجير من خلال القناة الجذرية باستخدام مبرد ذو مقاس أقل من 25 ودفعه بعد الذروة (Castellucci, 2006)، والحل الأمثل لهذا الخراج هو إزالة العامل المُسبب وتحرير الضغط (تفجير الخراج) وإجراء معالجة قنيوية جذرية.

1-1-5- الخراج حول الذروي المزمن Chronic Apical Abscess

يعرف الخراج حول الذروي المزمن بأنه رد فعل التهابي بطيء تدريجي تجاه الإنتان داخل القنيوي، يترافق مع شعور بعدم الراحة ويكون إما عبارة عن تفاقم لآفة لا عرضية أو عبارة عن تحول لخراج ذروي حاد إلى حالة إزمان.

من الناحية السريرية تتشابه هذه الحالة إلى حد كبير مع الالتهاب حول الذروي اللاعرضي، يمكن تتبع مسار الناسور وتحديد مصدره من خلال إدخال قمع كوتابيركا فيه ثم أخذ صورة شعاعية. وتعطي اختبارات حيوية النسيج اللبي واختبار الجس والقرع تعطي نتائج سلبية، ومع ذلك قد تترافق بعض الحالات بحساسية خفيفة تجاه القرع أو الجس. أما شعاعياً فيتشابه الخراج المزمن إلى حد كبير مع الالتهاب حول الذروي اللاعرضي (المزمن) مع فرق أن حدود الآفة تكون غير واضحة بشكل جيد في حالة الخراج حول الذروي المزمن.

1-1-6- التهاب العظم التكثفي

وهو عبارة عن آفة ظليلة على الأشعة ذات مظهر منتشر تحيط عادة بذروة الجذر، يتميز برد فعل موضعي للعظم تجاه محفزات التهابية خفيفة تخرج من القناة الجذرية، وبخلاف الآفات حول الذروية الأخرى فإن فرط التصنع العظمي الالتهابي يترافق بتوليد نشِط للنسج العظمية والسبب وراء الاختلاف في هذه الاستجابة غير معروف، تظهر هذه الحالة كآفة ظليلة على الأشعة لأن التوليد المفرط للعظم حول الذروي يؤدي إلى تضييق الحجب العظمية. تصادف هذه الحالات بشكل أكثر شيوعاً في الأرحاء السفلية التي تعرضت لتموت لبي أو التهاب لب لا عرضي، يمكن عودة تشكيل العظم إلى الحالة الطبيعية بعد إجراء معالجة قنيوية ناجحة.

1-2- الجراثيم في المداواة اللبية Microbes in Endodontics

تشكل الحفرة الفموية مكاناً مميزاً للعديد من الجراثيم، إذ أن خصائصها تؤمن الظروف المناسبة لتكاثر وتطور الأنواع الجرثومية، فتعداد الجراثيم التي تغزو الحفرة الفموية متنوع مثل البيئة التي تعيش فيها، حيث يوجد ضمنها أماكن مختلفة بشكل كامل تبعاً للتركيب الكمي والنوعي للفلورا الجرثومية مثل اللعاب والأسنان واللويحة السنية والجيوب اللثوية ومخاطية الخد واللسان، وقد أكدت بعض الدراسات أن تعداد الجراثيم داخل الحفرة الفموية يبلغ حوالي 10^{14} خلية جرثومية من أكثر من 500 نوع مختلف.

1-2-1- طرق وصول الجراثيم إلى الأقنية الجذرية
Microbial Pathways to the Root Canals

يكون المركب العاجي اللبي في الظروف الطبيعية عقيماً ومعزولاً بشكلٍ كامل عن الجراثيم في الحفرة الفموية عن طريق الميناء والملاط، وفي حال حدوث خلل في استمرارية أو بنية هذه الطبقات (مثل النخور أو الكسور)، أو التشوه الخلقي في تركيبها (كما في نقص التمعدن)، أو الغياب الكامل (كما في بعض التناذرات)

فإن المركب العاجي اللبي يصبح على تماس مباشر مع محتويات الحفرة الفموية بما فيها من مخرشات وجراثيم تتجمع بشكل لويحة في منطقة الانكشاف (Siqueira and Rôças, 2009).

وبشكلٍ عام تستطيع الجراثيم الوصول إلى النسيج اللبي بطرقٍ مختلفة أهمها:

1. القنيات العاجية بعد نخر نافذ:

يعتبر النخر السبب الأكثر شيوعاً لنفوذ الجراثيم إلى النسيج اللبي عبر القنيات العاجية، إذ تغزو الجراثيم هذه القنيات وتتكاثر ضمنها (Taschirei et al., 2014). حيث تمتد القنيات العاجية على كامل عرض العاج وتكون ذات شكل مخروطي، كما يتوافق القطر الأصغري للقنية العاجية مع حجم معظم أنواع الجراثيم الفموية الذي يتراوح عادةً بين 0.2 إلى 0.7 ميكرون (Jhajharia et al., 2015).

2. التاج أو الجذر بعد رض أدى لانكشاف النسيج اللبي:

يسمح الانكشاف اللبي المباشر الذي يحدث بعد الرضوض السنية أو إجراءات تحضير الحفر للترميم بوصول الجراثيم إلى النسيج اللبي، ويبدأ بعد ذلك تشكل الغشاء الحيوي في منطقة الانكشاف مما يجعل النسيج اللبي على تماس مع الجراثيم المكونة له، ويقود ذلك إلى التهاب في النسيج اللبي يليه تخرب وتموت لبي في المنطقة المكشوفة خلال أسبوعين (Walton and Vertucci, 2008).

3. التسرب الحفافي للترميمات:

قد تصل الجراثيم للقناة الجذرية حتى بعد إجراء الحشو القنيوي، كما في حال التسرب عبر الترميم المؤقت أو الدائم، أو عبر النخور الثانوية تحت الترميمات السيئة، أو النخور المتبقية التي لم يتم إزالتها بشكلٍ كامل (Prada et al., 2019).

4. النسج حول السنية من خلال انكشاف القنيات العاجية والثقبة الذروية والأقنية الإضافية:

يمكن لجراثيم الغشاء الحيوي تحت اللثوي الموجودة في سياق أمراض النسج الداعمة أن تنفذ إلى النسيج اللبي عبر القنيات العاجية عند عنق السن وعبر الثقبة الذروية وفوهات الأقنية الجانبية كما في حالات الجيوب

العميقة. كما يمكن للجراثيم أن تصل إلى الأقنية الجذرية في سياق المعالجة اللبية عبر الأدوات الملوثة أو عن طريق المدخل عند فقد الترميم المؤقت بشكل جزئي أو كامل (Qian et al., 2019).

5. الدم أو اللمف:

لا يوجد إلى الآن دليل واضح أن عملية انتقال الجراثيم الموجودة في الدم أو اللمف إلى النسيج اللبي السليم يمثل طريقاً لإنتان المنظومة القنيوية الجذرية، وقد اقترحت هذه الآلية لتفسير حدوث الإنتان اللبي في الأسنان المرضوضة ذات التيجان السليمة، إلا أن هذه النظرية غير مثبتة، والممر الأساسي للجراثيم في سياق الانتان اللبي في حالات الرضوض هو الشقوق الميناائية العميقة (Brittan et al., 2016).

وقد بينت الدراسات أن الغزو الجرثومي للقنيات العاجية يحدث بسرعة أكبر في الأسنان متموتة اللب، إذ تؤثر الحركة الصاعدة للسائل العاجي وبنية ومحتويات القنيات (استطالات الخلايا المصورة للعاج ليَيفات الكولاجين، الطبقة العاجية حول القنيوية التي تشبه الغلاف والتي تحدد القنيات) في النفوذية العاجية، إذ يمكن لها أن تعيق وتؤخر تقدم الغزو الجرثومي ضمن القنيات العاجية.

إن الآليات المناعية لدى الإنسان مثل الأجسام الضدية ومكونات نظام المتممة تتواجد أيضاً في السائل العاجي للأسنان الحية، وهي تساعد في الدفاع ضد الغزو الجرثومي بشكل أعمق ضمن العاج، ومن جهة أخرى فإذا نقصت تروية وحيوية النسيج اللبي نتيجة نخر عميق أو رض وتعطلت آليات الدفاع فإن عدداً قليلاً من الجراثيم سوف ينفذ مما يحرض استجابة بدئية في الموقع الذي وصلت إليه.

1-2-2- دور الجراثيم في تطور الأمراض اللبية Microbes' Role in Pulp Diseases

تعرف الإمراضية Pathogenicity بقابلية الجرثوم على إحداث المرض، وتشير الفوعة Virulence إلى درجة الإمراضية للجرثوم. وتشمل عوامل الفوعة الجرثومية المكونات الخليوية البنيوية والمنتجات الجرثومية المتحررة والآليات التي يقوم بها الجرثوم والتي بدورها تساهم في حدوث الإمراضية، ومن هذه الآليات قابلية تشكيل التجمعات الجرثومية على هيئة الأغشية الحيوية Biofilms، وآليات المقاومة لدفاعات الجسم والأضداد الموجودة فيه (Casadevall and Pirofski, 1999). إن بعض الجراثيم تسبب الأمراض بشكل مباشر ضمن

المضيف وتسمى الممرضات الأولية Primary Pathogens، وهناك جراثيم أخرى تسبب المرض فقط عند تعطل دفاعات المضيف وتسمى الجراثيم الانتهازية Opportunistic Pathogens. بينما هناك جراثيم غير ضارة توجد في الفلورا الطبيعية بشكل متعايش مع المضيف (Nair et al., 2005).

إن معظم الجراثيم الموجودة في سياق الالتهاب اللبي هي جراثيم متواجدة بشكل طبيعي في الفلورا الفموية تستغل حدوث تغيرات في توازن العلاقة بين المضيف والجراثيم لتصبح جراثيم انتهازية ممرضة تؤدي إلى إنتان لبي. وتسبب الجراثيم المستعمرة للنسج اللبية ضمن المنظومة القنيوية الجذرية ضرراً للنسج حول الذروية التي تبدأ فيها تغيرات التهابية، فيشاهد التهاب النسج حول الذروية حتى قبل التموت الكامل للنسيج اللبي، لذلك فإن أول الجراثيم التي تغزو النسيج اللبي تلعب دوراً هاماً في تحريض حدوث مرض ذروي حول سني بدئي، وتتغير الأنواع الجرثومية المسيطرة في القناة الجذرية مع مرور الزمن تبعاً لتغيرات الآليات الدفاعية الذاتية في الجسم بالإضافة للظروف البيئية داخل المنظومة القنيوية الجذرية التي تلعب دوراً محورياً في تشكيل الأنواع المكونة للميكروبيوم اللبي (Siqueira and Rôças, 2017)، حيث تُعد العوامل مثل توتر الأكسجين، ونوع المغذيات وتوافرها، ودرجة الحموضة، ودفاعات المضيف، ونوع مستقبلات الالتصاق، والتفاعلات الميكروبية عوامل بيئية تُحدد بشكل انتقائي الأنواع البكتيرية التي ستبقى وتثبت نفسها وتكون مسيطرة (Sundqvist, 1992) (Siqueira and Rôças, 2020).

يعمل انخفاض توتر الأكسجين في الجزء الذروي من القناة الجذرية إلى جانب المصدر الرئيسي للمغذيات كالبروتينات والبروتينات السكرية الموجودة في المنتجات الالتهابية التي تتسرب إلى القناة الجذرية، على تعزيز نمو البكتريا اللاهوائية المجبرة المُحبة للأوساط الالتهابية وتعتمد على البروتينات كمصدر رئيسي للطاقة (Sundqvist, 1994) (Fabricius et al., 1982). بالمقابل في الأجزاء الأقرب إلى التاج من القناة الجذرية، يكون توتر الأكسجين أعلى والمصدر الرئيسي للعناصر المُغذية يعتمد على الكربوهيدرات التي تصل إلى القناة الجذرية عبر النسيج اللبي الحي المُصاب، مما يؤدي إلى هيمنة أعلى للأنواع البكتيرية المحللة للسكريات وسيطرة أقل للبكتريا اللاهوائية المجبرة. مع مرور الوقت تشتد الظروف اللاهوائية في القناة مع تموت النسيج

اللبي، وتتغير الأنواع البكتيرية السائدة مع تغير الظروف البيئية ضمن القناة الجذرية ويتطور الالتهاب حول الذروي (Fabricius et al., 1982) (Sundqvist, 1994).

لا يرتبط تطور الإنتان بنوع وعدد الأنواع البكتيرية فحسب، بل يرتبط أيضاً بعدد الخلايا البكتيرية الموجودة (الحمل البكتيري). ويُمثل تعداد البكتريا في الجزء الذروي من القناة الجذرية جزءاً بسيطاً من التعداد الكلي في كامل القناة والذي يتراوح من 10^3 إلى 10^8 في حالات الإنتان الأولية ومن 10^3 إلى 10^7 في حالات الإنتان بعد المعالجة (Siqueira and Rôças, 2022). لم تقم سوى دراسات قليلة بقياس إجمالي الخلايا البكتيرية في الجزء الذروي من القناة الجذرية، وأفادت هذه الدراسات أن متوسط الحمل البكتيري الذروي يتراوح من 10^5 إلى 10^6 في حالات الإنتان الأولية ومن 10^3 إلى 10^4 في حالات الإنتان بعد المعالجة (Siqueira et al., 2020).

1-2-3- الجراثيم والإنتانات داخل الجذرية Microbes in Intra-Radicular Infections

تصنف الإنتانات داخل الجذرية إلى أولية وثانوية.

وتعرف الإنتانات اللبية الأولية بالأمراض اللبية التي تتطور في الأقنية الجذرية التي لم تخضع لمعالجة لبية سابقاً، وقد تمكنت فيها الكائنات الحية الدقيقة من استعمار الأنسجة اللبية مؤدية بذلك إلى حدوث خلل وظيفي، أما الإنتانات اللبية الثانوية فهي تلك التي تحدث بسبب فشل المعالجة اللبية نتيجة وجود إنتان جرثومي داخل المنظومة القنيوية الجذرية (Gajan et al., 2009).

تحتوي الحفرة الفموية بمكوناتها الصلبة والرخوة على أكثر من 500 نوع من الجراثيم، وبالاعتماد على التقنيات الجزيئية Molecular Techniques في الكشف عن الجراثيم، وبإعادة التصنيف وصل عدد الأنواع المكتشفة إلى 700 نوع، ويمتلك كل فردٍ حوالي 100-200 نوع مختلف من الجراثيم ضمن الحفرة الفموية (Figdor and Gulabivala, 2008). وبحسب التقنيات الجزيئية في الكشف عن أعداد وأنواع الجراثيم ضمن القناة الجذرية، فإن القناة الواحدة في حالات اللب المتموت تحتوي على 10-30 نوع من الجراثيم، أما عند استخدام طرائق الزرع التقليدية فقد بلغ عدد الأنواع المكتشفة حوالي 2-12 نوع، وهذه الأعداد هي أقل بكثير من تلك الموجودة في الحفرة الفموية بشكلٍ عام (Chugal et al., 2011).

1-2-4- الزرع الجرثومي للكشف عن الجراثيم داخل القنيوية

Culturing of Bacteria in Root Canal

الـزرع الجرثـومي هـو إجـراء تكثيـر للجـراثيم ضـمن الـمختبر عبـر تزويدهـا بالتغذيـة المناسبـة والظـروف الفيزوكيميائيـة الملائمـة والتـي تتضـمن درجـة الحـرارة والرطوبـة والضـغط المنـاسب وتركيـز الأمـلاح ودرجـة الحموضـة (Weibel et al., 2007).

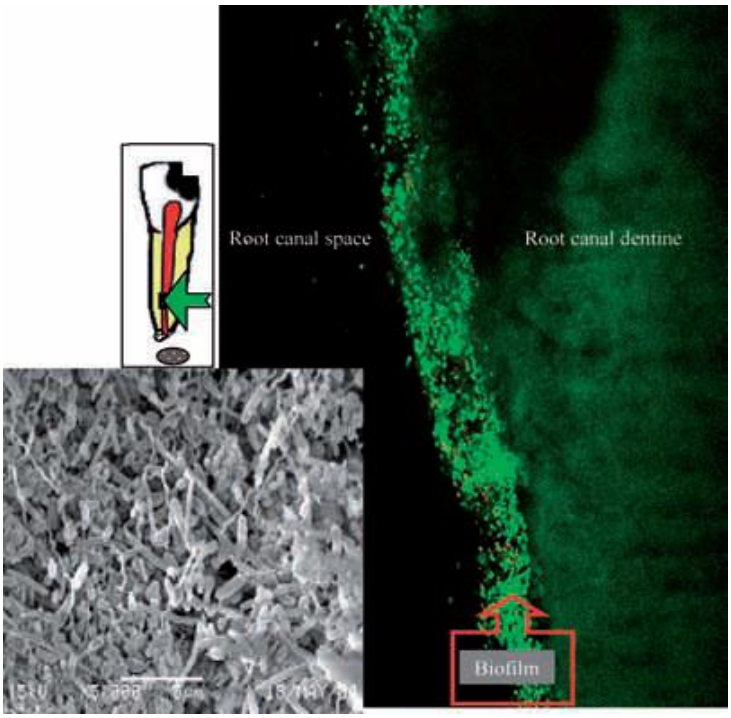
لـقد تم التحري عـن وجود الجراثيم اللبيـة بشـكلٍ تقليـدي عـن طريـق الزرع الجرثومـي الحيـوي، إذ يقيـس الـزرع الـجرثومي الجـراثيم الـحية علـى شـكل وحـدات تدعـى الـوحـدات الـمشـكلة للمسـتعمرة الجرثوميـة Colony-Forming Units (CFU) اختصـاراً. ويفيد الزرع الجرثومي في حـالات الإنتانـات اللبية في تقديم معلومـات أسـاسيـة عـن الـجراثيم المسببـة للإنتـان حـول الـذروي، مثـل الـتعرف علـى أنـواع الـجراثيم وحساسيتهـا تجـاه الـمضادات الـحيويـة، بالإضـافة إلـى تحديد مدى كفـاءة الإجراءات العلاجيـة فـي القضـاء عليهـا (Sathorn et al., 2007).

1-3- الغشاء الحيوي Biofilm

من التعاريف الأكثر استخداماً للأغشية الحيوية Biofilms هو أنها مجتمعات ميكروبية ملتصقة بالسطح وتتكون من خلايا منغمسة في قالب بوليميري خارج خلوي ذاتي المنشأ، لها نمط ظاهري متغير فيما يتعلق بمعدل النمو والتعبير الجيني (Costerton, 2007). يلعب هذا القالب دور أساسي بمجتمع الغشاء الحيوي من ناحية شكله Morphology وبيئته وقدرته على البقاء على قيد الحياة (Flemming and Wingender, 2010). وتمثل الأغشية الحيوية الشكل الأساسي الذي توجد فيه الكائنات الحية الدقيقة الخلوية في الطبيعة وتتميز بأنها أكثر مقاومة للمعالجة بالمضادات الحيوية (Costerton, 2007) (Olsen, 2015).

كشـفت الدراسـات المورفولوجيـة Morphologic عن وجود تجمعـات بكتيريـة فـي الأقنيـة المصـابـة تشـبه تلك الموجودة في الغشـاء الحيوي (Sen et al., 1995) (Siqueira et al., 2002a). وكـان أول من أشارا إلـى انتشـار الأغشيـة الحيويـة وعلاقتهـا بالتهـاب النسـج حول الذرويـة الأولي والتـالي للمعالجـة اللبيـة.

حيث قامـا بتقييم تشـكل الأغشيـة الحيويـة في الثلث الذروي للقنـاة وأشارا إلى انتشارها داخل الجذر في 80% من الأقنيـة غير المعالجـة و74% من الأقنيـة المعالجة وبنسبة أعلى في الحالات المترافقة بالآفات الكيسية الكبيرة. ذكرت تلك الدراسة أن التهاب النسج حول الذروية يستوفي جميع الشروط الموجودة ضمن الأدبيات الطبية ليصنف ضمن قائمـة الآفات الناتجـة عن الغشاء الحيوي (Hall-Stoodley and Stoodley, 2009) (Ricucci and Siqueira, 2010a) (الشكل 1-1).



الشكل (1-1): غشاء حيوي داخل القناة الجذرية في سن مُصاب بالتهاب نسج حول ذروية

رغم ذلك فإن طبيعة المقطع العرضي في الدراسات المورفولوجية يمكنها فقط أن تكشف الارتباط وليس السببية. أياً كانت الإجابة، من وجهة نظر علاجية، من المهم أن يدرك الممارس أن الأغشيـة الحيويـة تتواجد في الجزء الذروي من القنـاة الجذريـة في معظم حـالات الأسنـان المصـابة بالتهـاب النسج حول الذرويـة الأولـي أو التـالي للمعـالجـة اللبيـة (Costerton et al., 1999) (Svensäter and Bergenholtz, 2004).

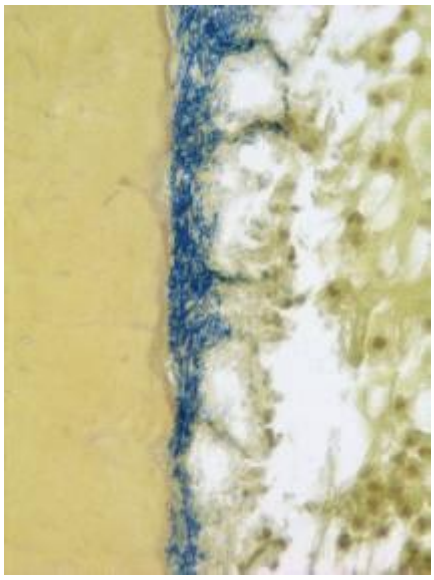
لوحظ اختلاف شكل الغشاء الحيوي من حالة إلى أخرى، بما في ذلك الثخانة ونسبة الخلايا في القالب والأنماط البكتيرية السائدة (Ricucci and Siqueira, 2010a). حيث تعتمد ثخانة القالب على التركيب النوعي وتزداد مع عمر المجتمع (Flemming and Wingender, 2010) (Abdallah et al., 2014) كما تؤثر الشروط البيئية على تطور الغشاء الحيوي وسلوكه واستجابته للمعالجة (Goller and Romeo, 2008) (Chávez de Paz et al., 2007). وتمثل العوامل المؤثرة على شكل الأغشية الحيوية في المداواة اللبية ومقاومتها للمعالجة موضوع مثير للاهتمام بالنسبة للأبحاث في هذا المجال.

ينتقل التركيز بالنسبة للعديد من الأمراض المعدية التي تصيب الإنسان وتسببها العوامل الممرضة الانتهازية، من مفهوم العامل الممرض الوحيد المرتبط عادة بالعوامل الممرضة التقليدية لإدراك أن المجتمع الجرثومي هو الوحدة الإمراضية. حيث تم تطبيق هذا المفهوم على المسببات المرضية في معظم أمراض الفم المعدية (Kuramitsu et al., 2007)، بما في ذلك أمراض النسج حول الذروية (Siqueira and Rôças, 2009). ووفقاً لمفهوم المجتمع كعامل ممرض، يعتبر المرض نتيجةً لتأثيرٍ مشتركٍ لجميع البكتريا حيث يتأثر بالتكوين النوعي ونسبة كل نوع ومجموعة التفاعلات بينها (Siqueira and Rôças, 2009). لذلك يبدو من غير المناسب دراسة السمات الممرضة للسلالات المعزولة أو السمات الخاصة بها في الإصابة بالمرض دون الأخذ بعين الاعتبار دور سلوك المجتمع.

1-3-1- انتشار الإنتان ضمن المنظومة القنيوية الجذرية
Infection Distribution throughout the Root Canal System

يجب أن تشمل معالجة الأمراض المعديَة تحديد أنواع البكتريـا الموجودة وكيفية توزعها على المكـان المصـاب، إذ تُعتبر النقطـة الأولـى ذات أهميـة كُبرى لتحديد مدى حساسية العوامل الممرضـة للمضـادات الحيويـة، بينمـا تسـاعد الثانيـة فـي وضـع استراتيجيات العـلاج المضـاد للبكتريـا ليؤثر بشـكل فعـال ضـد العوامـل المعديـة المنتشـرة عبـر الأنسـجة. إن هذه المعلومـات لهـا تطبيقـات هامـة فـي معالجـة الأقنيـة الجذريـة، حيث يرتبط فشـل المعالجـة اللبيـة بموقع البكتريـا والتشريح المعقد للمنظومة القنيوية الجذرية.

تم تقييم أنماط الاستعمار البكتيري في الأسنان غير المعالجة والمعالجة المترافقة مع التهاب النسج حول الذرويـة على نطـاق واسع من خلال الدراسـات المورفولوجية التي كشـفت عن التوزع المعقد للإنتـان البكتيري فـي جميـع أنحـاء المنظومـة القنيويـة الجذريـة (Molven et al., 1991) (Siqueira et al., 2002a) (Ricucci and Siqueira, 2010a). حيث ترتبط معظم البكتريـا الموجودة فـي القنـاة الجذريـة الرئيسـية بجدرانهـا العاجيـة لتشـكل مجتمعـات الأغشيـة الحيويـة التـي يمكـن رؤيتهـا تغطـي مسـاحة واسعـة مـن جـدران الأقنيـة الرئيسيـة خاصـة فـي الأسنـان المصابـة منـذ فتـرة طويلـة والمترافقـة مـع آفـات حـول ذرويـة كبيـرة (Ricucci and Siqueira, 2010a). رغم ذلك، في معظم الحالات، لا تكون الأغشية الحيوية منتظمة التوزع على كامل جدران القناة، بل تترافق مع مناطق مغطاة بالأغشية الحيوية تتخللها مناطق منفصلة أو حتى دون بكتريـا مرتبطة (Siqueira et al., 2002a) (الشكل 1-2).



الشكل (1-2): غشاء حيوي غير منتظم التوزع ملتصق بجدران القناة الجذرية في سن متموت اللب

يُنظر عادةً إلى البكتريا في القناة الرئيسية للأسنان غير المعالجة على أنها تكتلات متجمعة وخلايا حرة معلقة في الطور السائل للمعة القناة. وتعتبر المنطقة من نقطة التقاء الثلث المتوسط مع الذروي حتى الثقبة الذروية هي الأكثر تعرضاً للإنتان في لمعة القناة الرئيسية للأسنان المصابة بالتهاب النسج حول الذروية وقد تمتد أبعد من الثقبة أحياناً (Ricucci et al., 2006) (Ricucci and Siqueira, 2010a).

أظهرت الدراسات المورفولوجية أيضاً أن الإنتان يمكن أن ينتشر من لمعة القناة الرئيسية إلى مناطق أخرى من المنظومة القنيوية الجذرية، بما في ذلك التشعبات في المنطقة الذروية والأقنية الجانبية والبرازخ والقنيات العاجية (Matsuo et al., 2003) (Ricucci and Siqueira, 2010a, 2010b). حيث تمثل هذه المناطق تحدياً كبيراً للتطهير المناسب للمنظومة القنيوية الجذرية (Vera et al., 2012) (Perez et al., 2020)، وتشير الدراسات أن استمرار وجود البكتريا ضمن القناة قبل عملية الحشو يعتبر عامل خطر كبير لتشكل آفات بعد المعالجة (Waltimo et al., 2005) (Zandi et al., 2019). كما يتضِح من الدراسات المورفولوجية التي قيمت الأسنان المترافقة مع آفات بعد المعالجة أن المناطق التشريحية المعقدة قد تلعب دور مستودعات للإنتان المتبقي ويمكن أن تكون السبب في التهاب النسج حول الذروية المتكرر

(Ricucci and Siqueira, 2008) (Ricucci et al., 2009) لذلك يجب على الممارس إدراك أن طرق التطهير الخاصة ضرورية لتعزيز السيطرة على الإنتان ضمن المنظومة القنيوية الجذرية، وزيادة احتمال الحصول على نتائج معالجة أفضل.

يمكن أن ينتشر الإنتان أيضاً في حالات قليلة إلى النسج المحيطة بالجذر كالخلايا الحرة أو الأغشية الحيوية المرتبطة بسطح الجذر (Noiri et al., 2002). ويرتبط عادةً الإنتان خارج الجذري إن وجد بالأعراض و/أو بالناسور (Ricucci et al., 2010a).

1-3-2- الجراثيم اللبية في الالتهابات الأولية للنسج حول الذروية

يعتبر تموت النسيج اللبي المسبب الرئيسي للإنتان الأولي داخل الجذر والذي يؤدي للالتهاب الأولي للنسج حول الذروية (Siqueira, 2002)، حيث تشمل الأنواع البكتيرية التي تشارك في هذا الإنتان أنواعاً أساسيةً هي التي تبدأ عملية التهاب اللب والتموت والإنتان وبالتالي تجعل الظروف البيئية في القناة الجذرية ملائمة لمجموعة أخرى من الجراثيم التي تستفيد من هذه البيئة لتثبت نفسها.

أظهرت الدراسات التي اعتمدت على الزرع الجرثومي اللاهوائي وتقنيات علم الأحياء الدقيقة الجزيئية أن الإنتان الأولي داخل الجذري يتميز بمجتمع بكتيري مختلط مع انتشار واسع وسيطرة الجراثيم اللاهوائية المجبرة (Siqueira and Rôças, 2009c). ولقد تباينت الأنواع الأكثر تكراراً من دراسة لأخرى رغم وجود عدد كبير من الأنواع الجرثومية في الأقنية المصابة، وتم تحديد 20-30 نوع كعناصر جرثومية أساسية ضمن المجتمعات المختلطة في كل دراسة للإنتان الأولي، وأشارت أنها مسبب رئيسي للأمراض اللبية، وقد تكون المكون الأساسي للمجموعة الجرثومية وتشمل عدد من سلبيات الغرام مثل Porphyromonas gingivalis، وPorphyromonas endodontalis، و Prevotella. spp، و Fusobacterium nucleatum، وTreponema. spp. و Actinomyces. spp، و Streptococcus. spp و Propionibacterium.spp و Cutibacterium acnes (Vickerman et al., 2007) (Sakamoto et al., 2006) (Siqueira et al., 2000, 2007) (Keskin et al., 2017).

وَسعت الدراسات الجزيئية عن الزرع الجرثومي نطاق التنوع البكتيري في حالات الإنتان اللبي ليشمل العديد من البكتريا غير المزروعة و/أو غير المصنفة حتى الآن (Siqueira and Rôças, 2005a)، حيث تبين أن ما يقارب 55% من الأصناف البكتيرية الموجودة في الأقنية الجذرية للأسنان المصابة بالتهاب أولي للنسج حول الذروية هي أنواع غير مزروعة حتى الآن، والتي تمثل حوالي 38% من أفراد المجتمع من حيث الوفرة النسبية (Sakamoto et al., 2006)، وبالتالي نحن بحاجة إلى زرع هذه الأنماط السائدة لتقييم إمراضيتها وحساسيتها للمضادات الحيوية.

يتراوح عدد البكتريا في حالات الإنتانات الأولية بين 10^{3}–10^{8} خلية بكتيرية لكل قناة (Paiva et al., 2013a) (Blome et al., 2008) (Sakamoto et al., 2007)، ومتوسط عدد أنواع الجراثيم لكل قناة يتراوح بين 10–30 نوع/ نمط (Siqueira et al., 2004b) (Siqueira and Rôças, 2009c) (Ribeiro et al., 2011)، لكن دراسات (HTS) أشارت إلى أن هذه الأرقام قد تصل إلى متوسط ما يقارب 100 نوع أو حتى أكثر في كل قناة (Siqueira et al., 2011) (Hong et al., 2013) (Vengerfeldt et al., 2014). لا يمكن تجاهل العديد من الأنواع المكتشفة بهذه التقنية شديدة الحساسية– رغم عدم توافرها بشكل كبير– لأنه من المتوقع أن يكون لها دور في بيئة المجتمع البكتيري (Sogin et al., 2006) (Hajishengallis et al., 2011). وتم إثبات أن التعداد البكتيري وعدد الأنواع يرتبط بشكل متناسب مع حجم الآفة حول الذروية (Siqueira et al., 2007) (Rôças and Siqueira, 2008). يمكن تفسير ذلك من خلال حقيقة أن الآفات الكبيرة من المحتمل أن تمثل عمليات معديَة طويلة الأمد في معظم الحالات.

1-3-3- الجراثيم اللبية في التهابات النسج حول الذروية التالي للمعالجة

إن استمرار أو ظهور علامات و/أو أعراض الإنتان النشط (مثل الشفوفية الشعاعية للعظم حول جذور الأسنان والألم والناسور والانتباج والألم عند القرع) في الأسنان المعالجة لبياً يعني استمرار التهاب النسج حول الذروية أو تكراره، ويُشار إلى هذه الحالة بالتهاب النسج حول الذروية التالي للمعالجة، والذي يَنتج عن إنتان مستمر أو ثانوي داخل القناة الجذرية أو في بعض الحالات إنتان خارج قنيوي (Siqueira, 2001).

تم تقييم العوامل المسببة للآفات بعد المعالجة في عينات مأخوذة من كامل طول القناة الجذرية أثناء إعادة المعالجة أو من ذروة الجذر تحديداً التي تم الحصول عليها أثناء جراحة قطع الذروة، حيث تبين وجود تباين كبير بين الأفراد في المجتمعات البكتيرية داخل الأقنية للأسنان المعالجة، مما يشير إلى أن مجموعات بكتيرية مختلفة يمكن أن تؤدي إلى آفات بعد المعالجة (Rôças et al., 2004b) (Sakamoto et al., 2008). أظهرت الدراسات وجود بكتريا أقل تنوعاً من الأسنان المصابة بآفة أولية، خاصةً تلك التي تملك حشوات أقنية مناسبة ظاهرياً، أما الأسنان ذات المعالجة السابقة غير الكافية فتُظهر تنوعاً بكترياً مشابهاً للأسنان المصابة بالإنتان الأولي (Pinheiro et al., 2003) (Rôças et al., 2004) (Sakamoto et al., 2008). ويتراوح إجمالي المستويات البكتيرية في الأقنية المعالجة سابقاً والمرتبطة بالتهاب النسج حول الذروية بين 10^3 و10^7 خلية بكتيرية في العينة مع ملاحظة أعداد أعلى في الأقنية المعالجة بشكلٍ غير ملائم (Blome et al., 2008) (Antunes et al., 2015).

تعتبر المكورات المعوية البرازية Enterococcus faecalis من أكثر الأنواع انتشاراً في أقنية الأسنان المصابة بالتهاب نسج حول ذروية تالٍ للمعالجة (Peciuliene et al., 2000) (Murad et al., 2014). وتتواجد E. faecalis بنسبةٍ تتراوح من أقل من 1% إلى 100% من إجمالي البكتريا (Sedgley et al., 2006) (Rôças and Siqueira, 2012)، ومن المرجح أن يتم العثور عليها في الآفات التالية للمعالجة أكثر من تلك التي تكون ذات إصابة أولية (Rôças et al., 2004)، وقد يكون هذا مرتبطاً بقدرتها على البقاء في ظروف بيئية قاسية (Lleo et al., 2001). وقد تم العثور على E.

faecalis بوفرة نسبيــة مشــابهة لتلك الموجودة فــي الأسنــان المعالجة دون وجود التهــاب نســج حـول ذرويــة (Zoletti et al., 2006).

كما تم اكتشــاف أصنــاف بكتيريــة أخرى بتواترٍ عالٍ ووفرةٍ في حــالات الإصــابة بعد المعالجــة تتضمن Streptococcus. spp (Siqueira and Rôças, 2004) (Rôças et al., 2004a) (Antunes et al., 2015) التي تم العثور عليها كبكتريا مسـيطرة فـي كثيـرٍ من الحـالات و Prevotella. spp، و Propionibacterium propionicum، و Actinomyces. spp، و P. alactolyticus (Rôças and Siqueira, 2012) (Antunes et al., 2015).

وتشكل الأنماط غير المزروعة أو غير المصنفة 55% من الأصناف التي تم العثور عليها في الأقنية المعالجة المصابة بالتهاب نسج حول ذروية بمتوسط وفرة نسبية تقارب 50% (Sakamoto et al., 2008)، وكان الاكتشاف المثير للاهتمام هو أن البكتريــا التـي لـم يـتم زرعهـا بَعد تُمثل الأصناف السائدة في بعض الحالات، مما يساعد في تفسير سبب فشل الزرع في تحديد البكتريـا في جميع حالات الإصابات بعد المعالجة.

ويُعد اكتشاف البكتريـا فـي القنـاة الجذريــة عند الحشو أحد عوامل الخطورة للإصابة بالتهـاب النسـج حـول الذرويــة التـالي للمعالجـة (Waltimo et al., 2005) (Zandi et al., 2019). وهذا يشير إلى أن الإنتان المستمر يمثل سبب مهم لفشل المعالجة. حددت الدراسات الأنواع/الأنماط التي تم العثور عليهـا بعـد التحضير الميكانيكي الكيميائي والأدويــة المطبقــة داخل الأقنيــة وكشـفت عـن تواتـر أعلـى للأنـواع الإيجابيـة الغرام (Chávez de Paz et al., 2003) (Sakamoto et al., 2007). كما تم اكتشـاف أن 40% مـن الأنـمـاط غيـر مدروســة حتــى الآن (Sakamoto et al., 2007) (Rôças et al., 2014). ورغم أن الوجود العام للبكتريا عند الحشو يدل على ضعف احتمال نجاح المعالجة، إلا أنه لم يتم ربط هذا النجاح بأي نوع معين (Siqueira and Rôças, 2008).

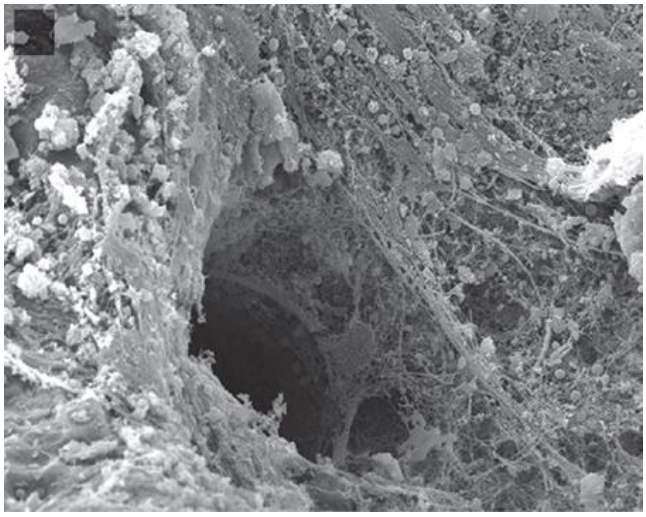
توجد البوابات الرئيسية للخروج من المنظومة القنيوية الجذرية إلى النسج المحيطة بالجذر في الجزء الذروي منه على شكل ثقبة رئيسية وثقب ثانوية، وتحدث الإصابة عادة بالتهاب النسج حول الذروية التالــي

للمعالجة بسبب البكتريا الموجودة في المنظومة القنيوية الجذرية الذروية. وفي معظم الحالات، تكون البكتريا الموجودة هي التي بقيت على قيد الحياة رغم المعالجة السابقة أو إعادة المعالجة، بينما في بعض الحالات قد يكون إنتان ثانوي ناتج عن تسرب تاجي أو عدم الالتزام بأصول العقامة في المعالجة السابقة (Siqueira and Rôças, 2008).

1-3-4- الإنتان خارج الجذري Extraradicular Infection

يتميز التهاب النسج حول الذروية بتطور وتعايش الاستجابات المناعية التكيفية والفطرية للمضيف التي تتركز حول مخارج البكتريا من الأقنية المصابة إلى النسج حول الجذرية (Cavalla et al., 2020) (Provenzano et al., 2016) (Sasaki and Stashenko, 2012). تنجح هذه الاستجابات غالباً في منع تقدم الإنتان الذي يبقى محصور ضمن مساحة القناة (Ricucci et al., 2006). أما في الحالات ذات الأعراض (الحادة)، خاصة عند وجود الخراج الذروي الحاد فإن الإنتان يعبر حدود الثقبة الذروية ويصل إلى النسج حول الجذرية (Siqueira and Rôças, 2013).

ويعد حدوث الإنتان خارج الجذر غير المترافق مع أعراض (مزمنة) من أكثر القضايا الجدلية في المداواة اللبية (Bergenholtz and Spångberg, 2004)، حيث أظهرت الدراسات التي تُقيم الأسنان المصابة بالتهاب النسج حول الذروية، خاصة الإصابة بعد المعالجة، بعد استبعاد حالات الخراجات الحادة، وجود إنتان خارج جذري بشكل غشاء حيوي Biofilm ملتصق بالسطح الخارجي لذروة الجذر (Ricucci et al., 2015, 2016) (Noiri et al., 2002)، أو بشكل تجمعات (مستعمرات ملتصقة أو أغشية حيوية ملتصقة) تشبه غالباً مستعمرات الفطريات الشعية حيث تظهر في جسم الآفة (Ricucci and Siqueira, 2008) (Sakellariou, 1996)، ومع ذلك في معظم هذه الحالات، كانت الأعراض ألم أو ألم على القرع Tenderness to Percussion أو وجود جيوب لثوية Sinus Tracts (Ricucci and Siqueira, 2010a) (الشكل 1-3).



الشكل(1-3): استعمار بكتيري واسع النطاق في الجزء الذروي من القناة الجذرية عند الثقبة الذروية

في الواقع الشكل الأكثر شيوعاً للآفات غير المترافقة مع أعراض حول جذرية (مزمنة) والذي يرتبط غالباً بالإنتان خارج الجذر هو الخراج حول الذروي المزمن، وقد أظهر تقييم حديث للبكتريا النسيجية للأسنان المصابة بهذه الحالة وجود جيوب لثوية لكن دون أعراض، كما وجد بكتريا خارج الجذر في 83% من الحالات معظمها على شكل أغشية حيوية مرتبطة بسطح الجذر حول الثقبة الذروية (Ricucci et al., 2018a).

اعتمدت دراسات متعددة على الزرع الجرثومي (Sunde et al., 2002)، وبعضها اعتمد على طرق علم الأحياء الدقيقة الجزيئي (Saber et al., 2012) (Zakaria et al., 2015) لتحديد البكتريا خارج الجذرية في الآفات التالية للمعالجة، حيث ذكرت ظهور العديد من أنواع البكتريا اللاهوائية التي توجد بشكل شائع في الإصابات داخل الجذرية. وفي معظم هذه الدراسات تم أخذ العينات أثناء الجراحة اللبية الذروية رغم صعوبة منع تلوث العينات بالبكتريا الموجودة في اللعاب والشريحة اللثوية أثناء الجراحة، ويمكن أن تكون البكتريا خارج الجذر موجودة فقط بشكل عابر قبل أن يتم القضاء عليها من قبل دفاعات المضيف.

أظهرت الدراسات النسيجية البكتيرية وجود الأغشية الحيوية خارج الجذرية في حوالي 6% من الأسنان المصابة بالتهاب نسج حول ذروية (Ricucci and Siqueira, 2010a)، كما أظهر بعضها مستويات متنوعة من التمعدن على حساب الذروة (Ricucci et al., 2005, 2016). وبشكل عام يرتبط وجود الأغشية الحيوية

خـارج الجذريــة بأعراض في الأسنــان غير المعـالجة (Ricucci and Siqueira, 2010a)، وبأعراض مستمرة ونتح مسـتمر (Ricucci et al., 2016) فـي الأسنـان ذات المعـالجـة النـاقصـة.

كمـــا يعتبـر الغشـــاء الحيـوي خـــارج الجـذر اسـتمراريـــة للغشـــاء الحيـوي داخـل الجـذر (Subramanian and Mickel, 2009) (Ricucci and Siqueira, 2010)، مما يشير إلى أن الأول قد يكون ناتج عن تطور الأخير. من الناحية النظرية، يمكن معالجة هذه الحالات بنجاح عن طريق معالجة القناة الجذرية، ولا يوجد سوى عددٍ قليلٍ من الحـالات التي ذُكرت في المراجع لـم يكن فيهـا الإنتـان خارج الجذر مرتبـط بالبكتريـا الموجـودة داخـل الجـذر وكـان يُعتقـد أنهـا السـبب لاسـتمرار الإصـابة بعـد المعالجـة (Ricucci et al., 2015, 2018b)، وتم حل هذه الحالات عن طريق الجراحة فقط.

1-4- الإرواء في المداواة اللبية Irrigation in Endodontics

إن العضويات الدقيقة هي المسبب الرئيسي في الإنتانات حول الذروية، وهدف المعالجة اللبية هو القضاء على مسببات هذه الإنتانات وبالتالي القضاء على هذه العضويات الدقيقة. وقد تم اقتراح عدة طرق لخفض الحمل البكتيري داخل القناة الجذرية كالتحضير الميكانيكي بالمبارد، والكيميائي باستخدام الضمادات داخل القنيوية ومحاليل الإرواء المتعددة (Shuping et al., 2000).

لـم يـتم إثبـات التطهير الفعـال للمنظومـة القنيويـة الجذريـة باسـتخدام الأدوات الآليـة، وقد تكـون المعضـلة الأساسية في أن جميع الأدوات الدوارة تتمركز في مركز القناة الجذرية في أثناء الدوران وتترك مناطق غير نظيفة يُحتمل أن تكون مُصابة، حيث يقضي التحضير الميكانيكي تقريباً على 50% فقط من البكتريـا في القنـاة الجذرية (Kim and Shin, 2017). ولقد أظهرت الدراسات أنَّ الأنسجة المتموتة والكائنات الحية الدقيقة ومنتجاتها الثانوية تبقى داخل القنيات العاجية وتفرعاتها الثانوية ومناطق الامتصـاص الداخلي التي يتعذر الوصول إليهـا مـن خـلال أدوات التحضـير اليدويـــة ممـا يـؤدي إلـى التهـــاب النسـج حـول الذرويـــة. وبالتـــالي يعـد التنضـير

الكيميائي الميكانيكي المتكامل أمراً ضرورياً باستخدام مواد الإرواء الفعالة سريرياً والمتوافقة حيوياً والتي يمكن أن تساعد أيضاً في التخلص من البقايا العضوية (Agnihotri et al., 2020).

لذلك تم استخدام الوسائل الكيميائية الميكانيكية بما فيها التقنيات الآلية المختلفة، والإرواء، والضمادات للقضاء على البكتريا في الأقنية المصابة. ومع ذلك، فمن غير المرجح إزالة الكائنات الحية الدقيقة بشكل تام بسبب التشريح المعقد للمنظومة القنيوية الجذرية والأقنية الجانبية والفرعية، ومنطقة الدلتا الذروية (Mathew et al., 2014). يُعتقد أن استمرار وجود البكتريا داخل القناة الجذرية هو أحد الأسباب الأكثر شيوعاً لفشل المعالجة اللبية.

1-4-1- أهمية الإرواء

يؤثر إرواء المنظومة القنيوية الجذرية تأثيراً هاماً في المعالجة اللبية من خلال هدفين أساسيين:

1- الهدف الفيزيائي: هو جعل محلول الإرواء يتدفق عبر منظومة القناة الجذرية بأكملها لغسل جميع البقايا.

2- الهدف الكيميائي: هو تدمير الأغشية الحيوية والسموم الداخلية وإزالة بقايا الأنسجة وطبقة اللطاخة الموجودة على الجدران الداخلية للقناة (Kim and Shin, 2017).

1-4-2- فعالية محاليل الإرواء Effectiveness of Irrigants

1- الفعالية الميكانيكية تتعلق بمقدرة محلول الإرواء على خلق قوى تدفق مناسبة داخل المنظومة القنيوية الجذرية

2- الفعالية الكيميائية تعتمد على تركيز المحلول، ومساحة اتصاله بالجدران، ومدة التفاعل بينه وبين النسج المؤوفة.

3- الفعالية البيولوجية للمحلول تتعلق بخواصه المضادة للجراثيم (Setzer, 2016).

1-4-3- خواص محلول الإرواء المثالي

يجب أن يكون محلول الإرواء المثالي قاتل جرثومي وفطري فعال، غير مخرش للنسج حول الذروية، وله تأثير مديد مضاد للجراثيم، فعال بوجود الدم والمصل والبروتينات الناتجة عن النسج نفسها، وذو توتر سطحي

منخفض، كما يجب ألا يؤثر في عملية شفاء الأنسجة، ولا يُسبب تلون للنسج السنية، ولا يحرض على حدوث رد فعل مناعي خلوي، بالإضافة لقدرته على التزليق وإزالة طبقة اللطاخة وتطهير العاج والقنيات العاجية، غير سام وغير مسرطن للنسج المجاورة للسن، وليس له تأثير في الخواص الفيزيائية للعاج المكشوف وفي ختم المادة المرممة، أيضاً عديم الرائحة وسهل التطبيق، ورخيص نسبياً (Basrani, 2015) (Setzer, 2016).

1-4-4- محاليل الإرواء Irrigants

استُخدمت مجموعة واسعة من محاليل الإرواء في سياق المعالجات اللبية، وتشمل هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl المعروف بقدرته على حل البقايا العضوية، وحمض الإيثلين دي أمين تترا أسيتيك EDTA القادر على إزالة البقايا غير العضوية مثل طبقة اللطاخة، كلور الهيكسيدين CHX كمضاد جرثومي، ويودين بوتاسيوم يوديد IKI كمضاد جرثومي وMTAD وهو خليط من الدوكسيسيكلين وحمض الستريك والمنظفات كمطهر لقناة الجذر (Lim et al., 2020)، حمض الستريك Citric Acid، والماء الأوكسيجيني Hydrogen Peroxide وغيرها. لم تُظهر أي وسيلة إرواء فعالية كاملة في تحقيق أهداف إرواء القناة الجذرية كحل أنسجة اللب الحية أو المتموتة، وتعطيل الأغشية الحيوية، وتحييد السموم الداخلية، وإزالة طبقة اللطاخة (Jose et al., 2016).

يُعد القضاء على الأحياء الدقيقة المجهرية ضمن المنظومة القنيوية الجذرية مهمة شاقة فلا يوجد أي محلول إرواء يوفر جميع المتطلبات المثالية توفيراً نوعياً كما يوضح (الجدول 1-1). إن صفات NaOCl المتمثلة بالحل الممتاز للنسج والخصائص المضادة للجراثيم تجعله من أكثر أنواع محاليل الإرواء المُوصى بها على نطاق واسع عند استخدامه بتراكيز تتراوح بين 0.5%- 6%، ولكن الأضرار الجسيمة الناجمة عن اندفاعه خارج الذروة نحو الأنسجة المحيطة بالجذر ولو بكميات صغيرة تضع علامة استفهام على قدرته العالية على تخريش النسج حول الذروية (Agnihotri et al., 2020).

جدول(1-1) محاليل الإرواء الشائعة وخصائصها

	النوع	التأثير في المخاطية الفموية	حل النسج	تعطيل السموم القنيوية	إزالة اللطاخة	الديمومة	السمية	الحساسية	الكلفة
1%<NaOCl	أيونات الهالوجين	++	+++	+	–	–	–	-ve	*
%0.2 CHX	بيسغوانيد	++	–	+	–	+	?	+ve	**
HOCL		+++	–	?	–	–	+	?	**
EDTA	عامل خالب	+	–	–	+++	–	+	-ve	**
IKI	أيونات الهالوجين	++	–	–	–	–	+	+ve	**
H_2O_2	مؤكسد	+	–	–	–	–	–	-ve	*
السيروم الملحي\المخدر الموضعي\الماء	وهمي(Placebo)	–	–	–	–	–	+	-ve	*

تُصنف محاليل الإرواء شائعة الاستخدام كالتالي (Kandaswamy and Venkateshbabu, 2010):

1- عوامل كيميائية:

a- عوامل حالة للنسج: هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl.

b- عوامل مضادة للجراثيم:

- مثبطات الجراثيم مثل: كلور الهيكسيدين (وفق التركيز المطبق)- بعض الصادات الحيوية.

- قاتلات الجراثيم مثل: هيبوكلوريت الصوديوم- بعض الصادات الحيوية.

c- عوامل خالبة:

- ضعيفة مثل HEBP (1-hydroxyethylidene –1, 1- bisphosphonate).

- قوية مثل EDTA.

d- منتجات مركبة لها تأثير حال للأنسجة ومضاد للجراثيم: MTAD, QMix, Smearclear, Tetraclean.

2- عوامل طبيعية: عوامل مضادة للجراثيم مثل: الشاي الأخضر- الخل-العكبر- التريفالا .....

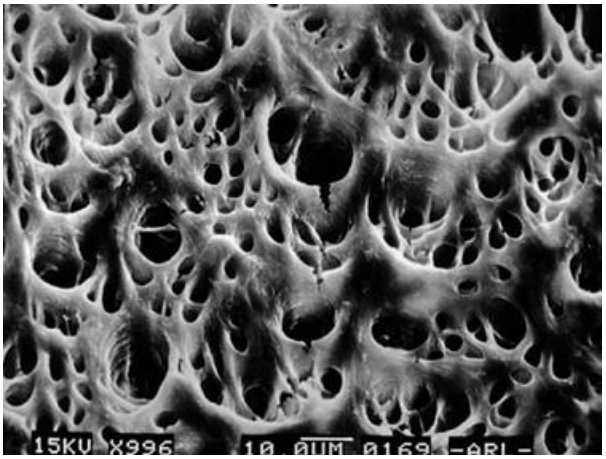
1-4-4-1- حمض الإيثلين دي أمين تترا أسيتيك
Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA)

1-4-4-1-1- تاريخياً Historically

قام العالم Alfred Werner عام 1893 بتطوير نظرية المركبات التآزرية التي يشار إليها اليوم باسم الخالبات Chelating agents، التي كانت نقطة التحول حيث تم إعادة تصنيف المركبات الكيميائية غير العضوية، وواصل العمل على العملية التي ترتبط بها المعادن بالجزيئات العضوية، وهذا هو الأساس للكيمياء الخالبة. في منتصف الثلاثينيات طورت ألمانيا مادة خالبة خاصة بها هي حمض إيثلين دي أمين تترا أسيتيك (EDTA)، ثم تم إدخال العوامل الخالبة إلى المعالجات اللبية كعامل مساعد في تحضير الأقنية الضيقة والمتكلسة عام 1957 (Hülsmann et al., 2003).

1-4-4-1-2- طبقة اللطاخة Smear Layer

تتكون طبقة اللطاخة من جزأين: الأول مواد عضوية والثاني مواد غير عضوية يمكنها النفاذ ضمن القنيات العاجية حتى عمق 40 ميكرون لتشكل سدادة وتؤمن حماية للأغشية الحيوية مما يقلل من انتشار محاليل الإرواء والضمادات. حيث تتكون طبقة اللطاخة العضوية من كولاجين متمعدن ممزوج بطليعة العاج المتبقية وأنسجة لبية وأحياء دقيقة مجهرية جنباً إلى جنب مع منتجاتها الثانوية، تغطي هذه الطبقة العاج وتمنع محلول الإرواء من اختراق القنيات العاجية (Tonini et al., 2020). ويوصى بإزالة طبقة اللطاخة لأنها تحتوي على جراثيم ومستضدات جرثومية تشكلت أثناء تحضير القناة الجذرية، وبالتالي فإن تنظيف جدران القناة الجذرية وتطهيرها وإزالة طبقة اللطاخة يعتمد على بروتوكول إرواء محدد يعتمد على استخدام عامل خالب مثل EDTA والإرواء بعامل مضاد للجراثيم (الشكل 1-4).



الشكل(1-4): صورة مجهر الكتروني ماسح SEM لعاج قناة جذرية بعد تطبيق محلول EDTA مدة دقيقتين

1-4-4-1-3- التركيب الكيميائي Chemical Structure

هي عبارة عن حمض كربوكسيل متعدد الأمين صيغته الكيميائية $[CH_2N(CH_2CO_2H)_2]_2$.

في الوقت الحاضر، يتم تركيب EDTA كيميائياً بصورة أساسية من إيثلين دي أمين وفورم ألدهيد وسيانيد الصوديوم (Cumbo et al., 2019).

1-4-4-1-4- آلية العمل Mode of Action

يقوم محلول EDTA بتشكيل معقدات ثابتة من الكالسيوم عند تماسه مع العاج وطبقة اللطاخة والترسبات الكلسية الموجودة على طول جدار القناة ويسهِم ذلك في منع تشكل سدادات في الجزء الذروي من القناة كما يساعد في حدوث التطهير من خلال تحسين عملية نفوذ محلول الإرواء (Torabinejad et al., 2003). ويمتلك محلول EDTA نشاطاً ضئيلاً أو معدوماً ضد الأحياء الدقيقة المجهرية. رغم أن بعض الدراسات أشارت إلى امتلاكه نشاطاً مضاداً للفطريات، ومع ذلك يُضعِف EDTA غشاء الخلية الجرثومية دون قتل الخلية ولكنه قد يعمل بطريقة تآزرية مع المواد الكيميائية الأخرى، على سبيل المثال كلور الهيكسيدين CHX، الذي يهاجم بقوة جدار الخلية الجرثومية. كما يضعف EDTA كثيراً من تأثير NaOCl ويجب ألا يستخدم معه، كما يُشكل EDTA محلولاً راسباً أبيض عكراً عند مزجه مع CHX.

1-4-4-2- هيبوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite

محلول الإرواء الأكثر استخداماً على نطاق واسع، ساعد في تحضير الأقنية الجذرية لعدة سنوات لأنه يمتلك فعالية عالية مضادة للجراثيم وله خصائص قاتلة للجراثيم والفيروسات وحالة للأنسجة المتموتة، علاوةً على ذلك، يتمتع NaOCl بلزوجةٍ منخفضةٍ ومدة صلاحية طويلة ولكن لديه مساوئ عديدة مثل السمية، خطر تدمير الأنسجة، الطعم السيء، ضعف القدرة على القضاء على جميع الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الأقنية المصابة، ضعف القدرة على إزالة طبقة اللطاخة، وخطر تغيير البنية العاجية لجدران القناة الجذرية. تم استخدام محاليل NaOCl بتراكيز تتراوح بين 0.5% حتى 6.15% كمحاليل إرواء منذ عام 1920 تقريباً ولا يزال المحلول الأكثر استخداماً لهذا الغرض (Gandi et al., 2013) (Chandwani et al., 2017).

1-4-4-2-1- تاريخياً Historically

تم إنتاج هيبوكلوريت الصوديوم كيميائياً لأول مرة في فرنسا عام 1789 بواسطة Berthollet بصورة محلول الكلور المائي، حيث تم إنتاج هذا المحلول صناعياً في Javelle قرب باريس، ومن هنا جاء اسم "ماء جافيل"، واستخدمت محاليل هيبوكلوريت الصوديوم لأول مرة كعوامل مُبيضة. ثم أوصي بهيبوكلوريت الصوديوم للوقاية من حُمى النفاس والأمراض المعدية الأخرى، واكتسب هيبوكلوريت الصوديوم بعد ذلك قبولاً واسعاً كمطهر بحلول نهاية القرن التاسع عشر بناءً على الدراسات المخبرية الخاضعة للرقابة (Mohammadi, 2008).

عُرِف هيبوكلوريت الصوديوم في المجال الطبي منذ بداية القرن العشرين، واستُعمِل خلال الحرب العالمية الأولى من قبل الكيميائي Dakin، والجراح Carrel بتركيز 0.5% في غسل جروح المصابين (Dakin, 1915). كما قام كل من Taylor و Austin عام 1918 بتوضيح الأثر الحال لهيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 0.5% على النسج المتموتة بينما كان تأثيره أضعف في النسج الحية وأطلقا عليه اسم Dakin Solution ووصفا رد فعل التهابي ضعيف في النسج الحية. وقد وُجِد أن هيبوكلوريت الصوديوم يتميز بقدرته الحالة للنسج وثباته الكيميائي عند درجات PH المرتفعة مما عزز حل النسج

والبروتينـات، ونُصِح باستخدام التركيـز المضـاعف منـه (Jungbluth et al., 2011) وقد دفعت هذه الميزات إلـى استخدامه كمحلول إرواء أساسـي حيث تـم تقديمـه بوصـفه جزءاً مـن المعالجـة اللبيـة عـام 1919 لخواصـه المضادة للجراثيم وقدرته على حل المواد العضوية الحية وغير الحية.

1-4-4-2-2- آلية العمل Mode of Action

عندما يتلامس هيبوكلوريت الصوديوم مع بروتينات الأنسجة وخلال مدة زمنية قصيرة، يتم استبدال الهيدروجين فـي المجموعـات الأمينيـة (-NH-) بـالكلور (-NCl-) الموجـود ضـمن الكلـورامين، والـذي يـؤثر تـأثيراً هامـاً فـي الفعاليـة المضـــادة للجراثيم. وبذلك يتم حـل الأنسجـــة المتموتـــة والقيح وإذابتهـــا. يُعتبر NaOCl أســـاس قوي (PH > 11)، وتـؤدي زيـادة درجـة الحـرارة إلـى تحسـن خصائصـه المضـادة للجـراثيم بصـورة كبيـرة. كمـا يُظهِـر NaOCl توازنـاً ديناميكيـاً ويعمـل مـذيباً عضـوياً للأحمـاض الدهنيـة، ويحولهـا إلـى أمـلاح (صـابون) وغليسـيرول (كحول)، مما يقلل من التوتر السطحي للمحلول المتبقي (تفاعل التصبن) (Basrani, 2015).

إن NaOCl هو مركب مهلجن، يتأين فـي المـاء إلـى شـاردتي (Na^+) و(OCl^-) بين درجتـي حموضـة PH (4 و7)، وتوجد شـاردة الكلـور علـى شـكل حمـض هيبوكلوروس (HOCl) بينمـا يسـود (OCl^-) عند درجـة PH> 9. يمتلـك حمـض (HOCl) تـأثيراً قويـاً مضـاداً للجـراثيم مقارنـةً بـ (OCl^-) بسـبب قدرتـه علـى تعطيـل عمليات الفسفرة المؤكسدة والأنشطة الأخرى المرتبطـة بغشـاء الخليـة الجرثوميـة. يمـارس حمـض (HOCl) أيضـاً تأثيراً مثبطاً سريعاً فـي وظيفـة الميتوكونـدريـا وعمليـات تركيـب الحمـض النـووي للجراثيم. إضـافة إلـى تـأثيره المضـاد للجراثيم، فإن NaOCl يمتلك القدرة على حل البقايا اللبية والمكون العضوي للعاج. كما أن لديه القدرة على تحييد الأنسجة المتموتة أو أي مكون مستضد أو جرثومي متبقٍ فـي فراغ القنـاة الجذريـة (Abuhaimed and Abou Neel, 2017).

تمر آلية عمل محلول هيبوكلوريت الصوديوم بالمراحل التالية وفق التفاعل الآتي:

$$NaOCl + H_2O \longleftrightarrow NaOH + HOCl \longleftrightarrow Na^+ + OH^- + H^+ + OCl^-$$

- مرحلة التصبن (التفاعل الصابوني): يؤدي NaOCl أثر المحل للدسم والمواد العضوية ويقوم بتفكيك الحموض الدسمة وتحويلها إلى أملاح دسمة (صابون) وغليسيرول (كحول) ويخفض التوتر السطحي للمحلول المتبقي.
- تفاعل التعديل (التفاعل الحيادي): يقوم NaOCl بتعديل أو تحييد الأحماض الأمينية بتشكيل الملح والماء مع خروج أيونات الهيدروكسيل ونتيجةً لذلك يحدث انخفاض في قيمة PH.
- تشكيل حمض الهيبوكلوريت: عندما ينحل الكلور بالماء وهو على اتصال مع المواد العضوية، فإنه يشكل حمض الهيبوكلوريت وهو حمض ضعيف مع صيغة كيميائية HOCl ليؤدي أثر العامل المؤكسد ويقوم مع شاردة OCl^- بتدمير الحموض الأمينية وتحطيمها وحدوث تفاعل الإماهة.
- درجة (PH) العالية: إن درجة PH لهيبوكلوريت الصوديوم هي وسطياً (11) مما يجعل منه أساساً قوياً ويعطيه تأثيراً وفعالية كبيرة في الجراثيم، فاعتماداً على درجة PH يحدث هناك تأثير وتداخل لهيبوكلوريت الصوديوم ضمن الغشاء السيتوبلاسمي للخلية بسبب وجود شوارد الهيدوكسيل بآلية مشابهة تماماً لآلية عمل هيدروكسيد الكالسيوم ليؤثر بذلك في سلامة هذا الغشاء بسبب أكسدة أنزيمات غير قابلة للإرجاع، مما يؤدي إلى تغييرات بيولوجية في التمثيل الغذائي الخلوي وتحطم الفوسفوليبيد الموجود في الطبقة الشحمية للغشاء السيتوبلاسمي التي تتم عبرها المبادلات الخلوية (Estrela et al., 2002).

1-4-4-2-3- التركيز والوقت Concentration and Time

هناك تباين كبير في الأدبيات المتعلقة بالتركيز الفعال لـ NaOCl كمحلول إرواء في المعالجات اللبية، حيث يستخدَم محلول NaOCl بتراكيز تتراوح بين 0.5%- 6% (Basrani, 2015)، ويفضل تجديده بشكل متكرر للحصول على التأثير الأعظمي له، كما يمكن تحسين فعاليته عن طريق زيادة درجة الحموضة أو زيادة درجة الحرارة أو استخدام الأمواج فوق الصوتية أو زيادة وقت العمل (Stojicic et al., 2010)، ولكن يجب عدم رفع حرارة المحلول أكثر من بضع درجات فوق درجة حرارة الجسم لأنه قد يكون له آثار سلبية على خلايا الرباط حول السني (Marion et al., 2012)، وقد كان هناك جدل حول استخدام التراكيز المختلفة من NaOCl

أثناء المعالجة اللبية، حيث أظهرت بعض الدراسات المخبرية أن NaOCl في التراكيز الأعلى أكثر فعالية ضد المكورات المعوية البرازية E. faecalis والمبيضات البيض Candida albicans (Gomes et al., 2001)، من جهةٍ أخرى أظهرت الدراسات السريرية أن كلاً من التراكيز المنخفضة والعالية فعالة بصورة متساوية في تقليل التعداد الجرثومي في المنظومة القنيوية الجذرية (Basrani, 2015)، لكن وجود NaOCl بالتراكيز الأعلى 6% له قدرة أفضل على حل البقايا العضوية والأغشية الحيوية (Van der Sluis et al., 2006) بينما تكون التراكيز الأعلى من NaOCl أكثر سمية من التراكيز المنخفضة (Basrani, 2015).

هناك تنوع كبير في الأدبيات الطبية حول التأثير المضاد للجراثيم لمحلول NaOCl، وذكرت بعض الدراسات أن NaOCl قادر على القضاء على العضويات الدقيقة المستهدفة خلال ثوانٍ حتى في التراكيز المنخفضة، في حين ذكرت دراسات أخرى أنه يحتاج إلى وقتٍ أكبر لقتل هذه العضويات نتيجة وجود عدة عوامل مثل (المواد العضوية– النتحة الالتهابية– بقايا النسج)، فهي تستهلك محلول NaOCl وتضعف تأثيره لذلك فإن الإرواء المستمر وزمن الإرواء من العوامل الهامة التي تؤثر في فعالية NaOCl (Haapasalo et al., 2010). كما يعتَبر حجم أو كمية محلول الإرواء المستخدم في المعالجة اللبية، والزمن الذي يبقى فيه على تماس مع جدران القناة الجذرية من أهم العوامل المؤثرة في الفعالية المضادة للجراثيم لمحلول الإرواء بغض النظر عن نوع محلول الإرواء أو تركيزه، حيث يرتبط الوقت الإجمالي لتماس محلول الإرواء مع جدران القناة الجذرية ارتباطاً مباشراً بعدد الجراثيم التي يتم تدميرها. كما أن التعقيدات التشريحية للمنظومة القنيوية الجذرية وحركية السوائل المحدودة عند الإرواء التقليدي بالمحقنة تدعم فكرة زيادة حجم وزمن الإرواء بـ NaOCl، لتعزيز فرص التطهير الأمثل للأقنية الجذرية، حيث تبين أن الإرواء باستخدام NaOCl خلال عملية التحضير لا يستطيع القضاء على جميع البكتريا الموجودة في الأقنية المصابة (Martinho and Gomes, 2008)، وأن كمية NaOCl الكافية للإرواء هي 15 مل لكل قناة جذرية (Podar et al., 2015) (Rôças et al., 2016).

وقيمت بعض الأبحاث التآكل المجهري الذي يُسببه تعرض مبارد النيكل تيتانيوم لمحلول NaOCl بتراكيز تراوحت بين 0.5 و5.5% وأكدت أن كمية التآكل لم تكن ذات أهمية (Busslinger et al., 1998). ووجدت دراسة أخرى أن تأثير استخدام هذا المحلول بتركيز 5.25% في مقاومة الجهد الدوراني والجهد الالتوائي لأدوات النيكل تيتانيوم كان مهملاً (Barbosa et al., 2007)، وركزت إحدى الدراسات المخبرية على تأثير غمر مبارد النيكل تيتانيوم الآلية لكل من محلولي NaOCl وEDTA على التعب الدوري Cyclic Fatigue لهذه المبارد واستنتجت أن مدة 15 دقيقة تعتبر آمنة لتماس المبارد الآلية مع كلا المحلولين عند تحضير الأقنية الجذرية، لكن نوهت دراسة مخبرية أخرى إلى أن التأثير الحال للنسج لمختلف تراكيز NaOCl المستخدمة لمتوسط وقت التماس مع جدران الأقنية المعتمد في الدراسات السابقة الذي يقدر بـ 26 دقيقة أدى إلى إضعاف الجذر بنسبة 20–30%، وقد قارنت هذه الدراسة حجوم وأزمنة مختلفة لتطبيق NaOCl بتركيز 5.25% واستنتجت أن الحجم الإجمالي للمحلول الذي يقدر بـ 15 مل وتطبيقه مدة 11 دقيقة لم يعطِ أي تأثيرٍ سلبي في مقاومة الكسر، بينما زاد الحجم المطبق وزمن الإرواء (30 مل، 11دقيقة) (15 مل، 20 دقيقة)، (30 مل، 20 دقيقة) من مقاومة الكسر بنسبة 25%، 37%، 47% على الترتيب. وبدراسة نتائج هذه الدراسة تبين أن زمن التماس مع جدران الأقنية له تأثير سلبي أكبر في مقاومة الكسر بالمقارنة مع تأثير حجم محلول الإرواء.

1-4-4-3- كلور الهيكسيدين Chlorhexidine (CHX)

1-4-4-3-1- تاريخياً Historically

لقد تم تطوير كلور الهيكسيدين غلوكونات في المعامل الملكية البريطانية، وكان أول تسويق تجاري له كصاد جرثومي واسع الطيف في عام 1953 في المملكة المتحدة، حيث استخدِم في عام 1957 مضاداً جرثومياً جلدياً وعينياً للإنسان والحيوان (Löe, 1973)، لكن تبين أنه لا يمتلك نشاطاً مضاداً للفيروسات، لذلك تم استخدامه كمطهر عام ومضاد جرثومي واسع الطيف (Sajjan et al., 2016)، كما تم تضمين CHX في قائمة منظمة الصحة العالمية النموذجية للأدوية الأساسية للمطهرات وتطبيقات الرعاية بالحبل السري لحديثي الولادة.

1-4-4-3-2- كلور الهيكسيدين في المداواة اللبية Chlorhexidine in Endodontics

كلور الهيكسيدين مركب كيميائي ذو تأثير مطهر واسع الطيف، فعال ضد الجراثيم موجبة الغرام وسلبية الغرام وضد الفطريات أيضاً (Fiorillo, 2019)، وهو عامل مضاد للجراثيم من النوع الغشائي أي أنه يعمل على الغشاء السيتوبلاسمي الداخلي واعتماداً على الجرعة يختلف عمله كابحاً للجراثيم Bacteriostatic أو قاتلاً للجراثيم Bactericidal. اقترح بعض الباحثين استخدامه في إرواء الأقنية الجذرية خاصةً في حالات وجود المكورات المعوية البرازية كمحلول إرواء نهائي. ورغم مزاياه فإن نشاط محلول CHX ينخفض في وجود المواد العضوية لأنه لا يمتلك القدرة على حل الأنسجة العضوية.

يتمتع CHX بتراكيز 0.1– 0.2% بفعالية مضادة للجراثيم حيث يستخدم كعامل مضاد للويحة الجرثومية، وعند التراكيز الأعلى من 2% يكون قاتلاً للجراثيم مع سمية منخفضة وفعل مزلق جيد ويستخدم لإرواء الأقنية الجذرية، ونظراً لأن CHX يفتقر إلى خصائص إذابة الأنسجة فهو يطبق كمحلول إرواء نهائي.

1-4-4-3-3- التركيب الكيميائي Chemical Structure

هو جزيء أساس قوي مع درجة PH> 3.5، ينتمي إلى عائلة بولي بيسغوانيد المضادة للجراثيم والمكونة من حلقتي رباعي كلوروفينيل متناظرتين ومجموعتي بيسغوانيد مرتبطة بوساطة سلسلة هيكساميثيلن مركزية موجبة الشحنة، وترتبط النهاية الموجبة الشحنة لجزيء CHX بسطح السن وتتفاعل النهاية سالبة الشحنة مع الغشاء الجرثومي، الذي يُطلق عليه تأثير وسادة Pin-Cushion (Thangavelu et al., 2020).

1-4-4-3-4- آلية العمل Mode of Action

تأثير مضاد للجراثيم Antimicrobial Effect

توجد الشحنات الموجبة لجزيء CHX فوق ذرات النيتروجين على جانبي جسر هيكساميثيلين، ونظراً لطبيعته الموجبة فإنه قادر على الارتباط الكهربائي الساكن إلى السطوح المشحونة سلباً (Balagopal and Arjunkumar, 2013). عند التركيز المنخفض، يتسبب كلور الهيكسيدين في إتلاف النقل الخلوي للخلية الجرثومية عن طريق إنشاء مسام في الغشاء الخلوي الجرثومي. عند التركيز الأعلى، يخترق CHX الخلية الجرثومية ويسبب تحللها (Thangavelu et al., 2020).

التأثير الكابح للجراثيم: يجذب جزيء CHX سطح الخلية الجرثومية سالبة الشحنة ويلتصق بالمركبات المحتوية على الفوسفات والبوتاسيوم. كما ينجذب جزيء CHX أيضًا نحو غشاء الخلية الجرثومية الداخلي ويرتبط بالفوسفوليبيدات مما يؤثر في نظام نقل السكر والمبادلات الغذائية ويؤدي إلى تثبيط إنتاج الحمض النووي. في معظم الأحيان يكون هذا التأثير قابل للعكس (Thangavelu et al., 2020).

التأثير القاتل للجراثيم: عندما يزيد تركيز CHX فإنه يسبب ضرراً أكبر للغشاء. ويسبب تسرب المكونات منخفضة الوزن الجزيئي ترسيب السيتوبلاسما وضياعها وبالتالي موت الخلية الجرثومية، هذه المرحلة القاتلة للجراثيم لا رجعة فيها (Thangavelu et al., 2020).

1-4-4-3-5- مساوئ محلول كلور الهيكسيدين

يؤدي إلى تلون الأسنـان، غير حـال للأنسجـة العضويـة الموجودة ضمن المنظومـة القنيويـة الجذريـة، لا يُبدِي تفـاعلات لإزالـة طبقـة اللـطاخـة، كمـا أظـهرت الـدراسـات أن كـلاً من مـحلول CHX ومـحلول NaOCl لا يعطل عمل عديد السكـاريد الدهني، وهو مكون هيكلـي للـجدار الخـارجـي للـخليـة الجرثوميـة سالبـة الغرام الـذي يتم إفـرازه من حويصـلات العضويـات الحيـة أو إطلاقـه بعـد موت الـخليـة الـجرثوميـة (Sabry et al., 2019)، ويتفاعل مع محاليل الإرواء الأخرى مثل NaOCl مشكلاً مواداً راسبةً تسد القنيات العاجية.

1-4-4-4- بوفيدون اليود Povidone Iodine (PVP-I)

قُدم بوفيدون اليود كعامل مطهر في خمسينيات القرن الماضي، حيث يُعتبر أقل سمية وأكثر فعالية من مركبات اليود الأخرى، ويوجد بأشكال صيدلانية متعددة كالمساحيق والمواد الهلامية والمراهم والبخاخات. كما يتمتع بوفيدون اليود بقابلية انحلال عالية وسمية مخفضة مما يجعله مناسباً للتطهير الجراحي وتضميد الجروح، ولا يسبب تهيجاً للغشاء المخاطي الفموي، ولا يُظهر أي آثار جانبية ضارة مثل تغير لون الأسنان واللسان أو تغيير في حاسة التذوق، كما هو الحال مع كلور الهيكسيدين. يستخدَم في مجال طب الأسنان كعلاج مكمل لعلاج التهابات اللثة (تركيز 10% لمدة تماس لا تقل عن 5 دقائق)، ولتحضير الجلد قبل الجراحة، والغسل قبل الجراحة داخل الفموية لتقليل تجرثم الدم والحمل الجرثومي في ساحة العمل.

1-4-4-4-1- التوافق الحيوي

يختلف PVP-I عن اليود لأنه أقل تخريشاً للجلد ولا يحتاج إلى اليود أو الكحول لينحل، كما أن بقع بوفيدون اليود قابلة للغسل بالماء. يظهِر PVP-I سمية فموية أقل عند مقارنته بالمستحضرات الأخرى وبالتالي فإن الابتلاع العرضي لمحلول PVP-I أقل خطورةً بكثير من تناول كمية مساوية من محاليل اليود الأخرى، ولهذا السبب لا توجد ملصقات تحذيرية للخطورة والسمية على العبوات الزجاجية لمحاليل PVP-I والتي يجب أن تحتوي عليها عادةً منتجات اليود (Kumar et al., 2011).

1-4-4-4-2- طريقة العمل Mode of Action

يبدو أن النشـــاط القاتل للجراثيم لليود ينطوي على تثبيط الآليـــات الخلوية الجرثومية، وأكسدة النيوكليوتيدات الدهنية/ الأحماض الأمينية في أغشية الخلايا الجرثومية، إضافة إلى الأنزيمات الخلوية المشاركة في السلسلة التنفسية مما يؤدي إلى تشويهها وتعطيلها (Kanagalingam et al., 2015)، لكن التسلسل الدقيق للأحداث على المستوى الجزيئي لم يوضح بالكامل بعد (Lachapelle et al., 2013). أظهرت دراسات السمية الخلوية أن التأثير القاتل للجراثيم يحدث حتى قبل أن تتأثر الخلايا البشرية الفردية، وتشير الدلائل المخبرية إلى أن اليود ليس له تأثيراتٍ مضادة للجراثيم واسعة النطاق فحسب، بل إنه يقاوم أيضاً التفاعلات الالتهابية الناتجة عن مسببات المرض واستجابة المضيف.

1-4-4-4-3- النشاط المضاد للجراثيم Antimicrobial Action

يعتبر بولي فينيل بيروليدون اليود عامل قاتل للجراثيم ويؤثر في مجموعة واسعة من البكتريـــا، بما في ذلك الجراثيم اللاهوائية والأبواغ والفطريات والطفيليات والفيروسات (Zamora, 1986). حيث أثبتت الدراسات التي أجرِيَت على بولي فينيل بيروليدون اليود المشع أنه بوليمر محِب للماء يعمل ناقلاً في PVP-I وليس لديه أي فعاليـــة مضـــادة للجـراثيم (Zamora, 1986)، ولكنه يوصـل اليود الجزيئي (I_2) مبـاشرةً إلى سطح الخليـــة الجرثومية، حيث يبدو أن توصيل اليود المعقد بالنسبة للعناصر الحساسة لغشاء الخلية حدث حاسم للفعل المضاد الجرثومي، حيث تتركز أهداف اليود في السيتوبلازم الجرثومي والغشاء السيتوبلازمي وتقتل في غضون ثوان (Zamora, 1986).

أظهـرت دراســـة مخبريـة أن بوفيـدون اليـود 1% كمحلـول إرواء احتـل المرتبـــة الثانيـــة بعـد كلـور الهيكســـيدين 2% فـي فعـاليتـــه المضـــادة للبكـتريـــا بعـد تطبيقـــه 72 ســاعـــة علـــى 50 سـن مقـــلوع (Shahani and Reddy, 2011).

1-4-4-5- يودين بوتاسيوم يوديد Iodine Potassium Iodide (IKI)

1-4-4-5-1- تاريخياً Historically

بدأ استخدام يودين بوتاسيوم يوديد IKI لأول مرة عـام 1829 عندمـا حـاول الطبيب الفرنسـي Lugol J.G.A استخدامه لعلاج عدوى السل في العقد اللمفية العنقية ، والنقرس (Neuzil, 2002). وقد أصبح هذا المحلول المكون من 5% يود و10% يوديد البوتاسيوم و85% ماء مقطر معروفاً باسم محلول Lugol Lugol's Solution ولا يـزال مُسـتخدم حتـى اليـوم. ويتوفـر اليود بتراكيز مختلفـة تتراوح بين 1-5% ويوديـد البوتاسيوم بتراكيز تتراوح بين 2-10%، وتبلغ نسبة اليود إلى يوديد البوتاسيوم بشكل عام 2:1.

يستخدم IKI في تطبيقات متعددة كمطهر، ولعلاج اضطرابات الغدة الدرقية أو عوز اليود، وللتطهير الطارئ لمياه الشرب، وكاشف للكشف عن النشاء في الفحوص المخبرية والطبية (Gottardi, 1991)، ولصبغ خلايا خلل التنسج في اللطاخات المأخوذة لتحري السرطانات داخل الفموية، أو الكشف عن حدود الورم (Haapasalo et al., 2010) (Petruzzi et al., 2010)، أما في مجـال طب الأسنـان فقد اسـتخدمت المنتجات الحـاوية على اليود لأول مرة كمحاليل إرواء في المداواة اللبية عام 1927.

1-4-4-5-2- آلية تأثير يودين بوتاسيوم يوديد

Iodine Potassium Iodide Mechanism of Action

يمكن وصف اليود في المحلول بشكلٍ عام بالمعادلات التالية:

(1) $I_2 + H_2O \leftrightarrow H_2OI^+ + I^-$

(2) $H_2OI^+ + HOI \leftrightarrow HOI + H^+$

(3) $HOI \leftrightarrow OI^- + H^+$

(4) $3HOI \leftrightarrow IO_3^- + 2I^-$

يوجد في محاليل اليود النقي سبع شوارد أو جزيئات مختلفة على الأقل تحوي يود (Gottardi, 1991) ثلاث منها فقط تملك بالفعل خصائص قوية قاتلة للجراثيم (Black et al., 1968) (Gottardi, 1991) اليود

الجزيئي (I_2)، و(HOI)، و(H_2OI^+)، ومع ذلك لا يلعب (H_2OI^+) دوراً في التطهير لأن تركيزه أقل بأكثر من أربع مرات من تركيز (HOI) (Gottardi, 1978).

يحتوي (IKI) على يوديد البوتاسيوم (KI) المُضاف كعامل استقرار لمنع تشكل (IO_3^-) التي لا تملك أي خصائص مضادة للجراثيم، ويُسبب وجود يوديد البوتاسيوم (KI) انحراف في توازن المعادلة لتشكيل شاردة (I_3^-) كناتج رئيسي، حيث تملك هذه الشاردة نشاط مضاد للجراثيم أقل لأنها عامل مؤكسد ضعيف (Kramer et al., 1952). ورغم انحراف توازن هذه المعادلة لتصبح نسبة التركيز الفعال لـ (IKI) 0.34% من اليود، إلا أنه يحتفظ بتأثيره الواضح المضاد للجراثيم (Gottardi, 1991).

إن وجود المواد العضوية مثل البروتينات المنحلة سيؤدي إلى انخفاض بسيط في تركيز اليود الفعال (I_2) لأنه يتفاعل مع البروتين، ومع ذلك يبقى تفاعل (IKI) مع البروتينات مخفض نسبياً مقارنة بقدرته على قتل الكائنات الحية الدقيقة، كما أن درجة PH الوسط تمنح اليود خصائص عالية مضادة للجراثيم.

يبدو أن عنصر اليود في IKI هو المصدر الأساسي للنشاط المضاد للجراثيم. وهو قادر على اختراق جدار الخلية للكائنات الحية الدقيقة بسرعة (Chang, 1971). بمجرد دخول الكائنات الحية الدقيقة هناك أربع طرق يتفاعل بها اليود رغم أن الآلية الدقيقة للقتل غير معروفة (Gottardi, 1991)، من المحتمل أن تكون الآلية الأكثر أهمية هي أكسدة مجموعة S-H والتي ستؤدي إلى عدم القدرة على تكوين جسور ثاني الكبريتيد ومنع تخليق البروتين الجرثومي الصحيح (Kruse and Angelici, 1970) (He et al., 2019). هناك آلية أخرى محتملة وهي أن اليود سوف يتفاعل مع الوظائف الأساسية N-H في الأحماض الأمينية ويشكل معقدات N-I، والتي ستمنع المواقع المهمة للترابط الهيدروجيني وتؤدي مرة أخرى إلى اضطراب مميت في بنية البروتين (Gottardi, 1991). التفاعل النظري النهائي هو تفاعل اليود مع الرابطة المزدوجة بين الكربون للأحماض الدهنية غير المشبعة مما يؤدي إلى تغيير في الخواص الفيزيائية للدهون الجرثومية فيصبح الغشاء الخلوي أكثر صلابة وأقل مرونة، هذا بدوره يؤثر في الأداء الطبيعي لغشاء الخلية ويغير نفوذيته، مما يؤثر في خاصية نقل المواد عبره (Apostolov, 1980). بشكلٍ عام، يَنتج نشاط IKI

المضاد للجراثيم عن عنصر اليود الذي يعمل على تعطيل تخليق البروتين وبنيته وتغيير الخصائص الفيزيائية للدهون التي تسبب شلل في حركة الغشاء الخلوي الجرثومي.

1-4-4-5-3- نطاق الفعالية

يعد اليود ومركباته مثل IKI من المضادات الجرثومية واسعة الطيف التي أظهرت فعالية على مجموعة كبيرة ومتنوعة من الكائنات الحية الدقيقة (Gottardi, 1991). يؤثر زمن التطبيق والتركيز في طيف الفعالية، وقد تم إثبات أن اليود فعال ضد الكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بالصحة مثل Enteric bacteria و Enteric virus و Bacterial viruses و Protozoan Cysts (Mercado-Burgos et al., 1975)، و Mycobacteria و Spores of Bacilli و Clostridia (Wallhäusser and Lück, 1978). ويُبدي اليود أيضاً نشاطاً مضاداً لـ Fungicidal و Trichomonacidal (Knolle and Meyer, 1975).

1-4-4-5-4- سمية اليود Iodine Toxicity

يعتمد IKI على عنصر اليود في نشاطه المضاد للجراثيم، من ناحيةٍ أخرى يجب مراعاة سمية اليود الحر على الأنسجة الحية، إذ يمكن أن يسبب تطبيق IKI على الجلد السليم القليل من التهيج وقد لا يسبب أي رد فعل، لكن في حالات الحروق سيكون مهيج بسبب امتصاص الجسم المزيد من اليود. أظهرت دراسة أُجريت عن علاج الحروق اعتماداً على المركبات الحاوية على اليود زيادةً حادةً في يود البلازما لكنها ادعت أنها لم تؤثر على وظيفة الغدة الدرقية (Kuhn et al., 1987). تعتبر الجرعات العالية من اليود الحر عالية السمية وتسبب تورم ونزف للأغشية المخاطية، كما أن استهلاك 30غ من صبغة اليود (التي تملك تركيز مشابه لتركيز اليود في IKI) يمكن أن يكون قاتلاً (Wirth, 1966). في تطبيقات المداواة اللبية، يمكن توقع امتصاص قليل لليود عند تطبيقه ضمن المنظومة القنيوية الجذرية، وأظهر سمية منخفضة نسبياً في التجارب التي اعتمدت مزارع الأنسجة، ومن العيوب الواضحة لليود حدوث تفاعل تحسسي محتمل لدى بعض المرضى والذي يمكن أن يكون سبباً للألم بين الجلسات (Sirén et al., 2004) (Rahimi et al., 2014). ولقد أظهرت دراسة استخدمت

مستحضرات بوفيدون اليود كمطهرات فموية، وكمواد هلامية مهبلية، وكغسول محلول زيادة في مخزون اليود (Glöbel et al., 1984). كما قام الباحثون بقياس هرمونات الغدة الدرقية والهرمون المحفز للغدة الدرقية ولم يلاحظوا أي تطورات متعلقة بفرط أو قصور نشاط الغدة الدرقية. كما وجدوا أن الجزء الأكبر من اليود تم تحويله إلى يوديد ويود عضوي مرتبط طرِح خارج الجسم عن طريق البول مع نصف عمر بيولوجي يقارب يومين.

1-4-4-5-5- يودين بوتاسيوم يوديد في المداواة اللبية
Iodine Potassium Iodide in Endodontics

استخدمت مطهرات اليود في مجال المداواة اللبية منذ عام 1927 (Johnston, 1927)، وأصبح IKI أكثر أهمية في المداواة اللبية في سبعينيات القرن الماضي بعد سلسلة من الأوراق البحثية التي قدمها Spångberg حيث تناول تأثير مضادات الجراثيم المختلفة والسمية المحتملة عند تطبيقها كمحاليل إرواء وضمادات، وأكد أن IKI ملائم كمحلول إرواء نظراً لسميته المنخفضة مقارنةً بقدرته العالية كمضاد للجراثيم عند مقارنته بمحاليل الإرواء الأخرى، وأثبت إمكانية تمديده حتى عشر مرات لتقليل السمية المحتملة مع الحفاظ على فعالية ملائمة مضادة للجراثيم. وكما ذكر أن إمكانية تلوين IKI منخفضة بعد الإرواء ومدة بقاء أثره قصيرة لذلك لن يتداخل مع أخذ المسحات بقصد الزرع الجرثومي (Spångberg et al., 1973).

من ناحية أخرى يمتلك IKI نشاط مضاد للجراثيم طويل الأمد قد يصل حتى 24 ساعة بعد تطبيقه مدة دقيقة واحدة على الجلد (Gottardi, 1991)، بالمقابل لا يوجد دليل على وجود هذه الميزة عند تطبيقه في مجال طب الأسنان، لكن تم إثبات أن سميته وقدرته على تهييج النسج أقل من NaOCl وCHX (Spångberg et al., 1979)، ومع ذلك فإن IKI لديه إمكانية إثارة رد فعل تَأَقي أعلى من NaOCl وCHX (Popescu et al., 1984).

أثبتت دراسة لتقييم فعالية محلول اليود 2% كضماد داخل قنيوي للتخلص من C. albicans، أنه تم القضاء على 50% منها بعد أسبوعين من التطبيق (Valera et al., 2001). وفي دراسة أخرى تبين أن محلول IKI (2%، 4%) قادر على التخلص من C. albicans خلال 30 ثانية، وأظهر التخفيف بمقدار 10 أضعاف القتل الكامل خلال 5 دقائق (Waltimo et al., 1999) (Peciuliene et al., 2001).

يمكن تطبيق IKI في المداواة اللبية إما كضماد داخل قنيوي ممزوج مع ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$، أو كمحلول إرواء. أظهر Maddox لأول مرة أن درجة الألم بعد تطبيق IKI لا تختلف كثيراً عند مقارنتها مع الأنواع الأخرى من الضمادات داخل القنيوية.

وأشارت إحدى الدراسات المخبرية إلى أن محلول CHX 2% كان المطهر الوحيد القادر على القضاء على Actinomyces israelii عندما طبق في الفترات الزمنية الثلاثة 3 و7 و60 يوم بينما بقيت 25% من العينات المعالجة بمحلول IKI و50% من العينات المعالجة بـ $Ca(OH)_2$ تحتوي على A.israelii قابلة للحياة بعد انتهاء المعالجة (Basson and Tait, 2001). وقد بين Fuss أن إضافة IKI إلى $Ca(OH)_2$ زاد فعاليته في تطهير القنيات العاجية والتخلص من E. faecalis بعمق يتراوح بين 200−500 ميكرون (Fuss et al., 2002). ولقد أكدت بعض الأبحاث أن إضافة IKI لم تؤدي إلى زيادة درجة PH $Ca(OH)_2$ عند تطبيقه كضماد، كما لم يُلاحَظ وجود تأثير إضافي مضاد للجراثيم تجاه E. faecalis و C. albicans باستخدام اختبار انتشار الآغار (Haenni et al., 2003). وأظهرت إحدى الدراسات أن IKI وحده كان أفضل كضماد داخل قنيوي عندما تم قياس التأثير المضاد للجراثيم على E. faecalis بعد 24 ساعة من التطبيق، حيث قضى على جميع الجراثيم بشكل كامل حتى عمق 700 ميكرون داخل القنيات العاجية. كما لم يكن هناك اختلاف بين IKI وحده و$Ca(OH)_2$ عند القياس بعد 7 أيام، وكان عمق التطهير 950 ميكرون. ومن المثير للاهتمام، أن كلاً من IKI وIKI مع $Ca(OH)_2$ كانا أكثر فعالية من $Ca(OH)_2$ وحده و$Ca(OH)_2$ ممزوج مع CHX 0.5% (Sirén et al., 2004).

أكدت بعض الأبحاث أن إضافة كل من NaOCl وCHX وIKI إلى $Ca(OH)_2$ يحسن فعاليته المضادة للبكتريا (Mohammadi et al., 2017).

أكدت دراسة أخرى أيضاً أن مزيج IKI مع $Ca(OH)_2$ كان أفضل من $Ca(OH)_2$ وحده أو ممزوج مع CHX 0.5% عندما طبق على قوالب من العاج السني الملوث بـ E. faecalis بعد 24 ساعة و7 أيام

من التطبيق، كما بينت أيضاً عدم وجود أي تأثير في درجة PH أو مقاومة العاج للكسر عند إضافة IKI (Prabhakar et al., 2011).

كان أول من أيد استخدام IKI كمحلول إرواء Spångberg، لكن نظراً لضعف قدرته على حل النسج العضوية فقد أوصى بتطبيقه عند الحصول على زرع إيجابي بعد إنهاء التنظيف والتشكيل مع NaOCl كمحلول إرواء (Spångberg et al., 1973). وأعربت دراسات أخرى عن اهتمامها بـ IKI حيث دعمت استخدامه كمحلول إرواء علاجي محتمل بعد التحضير بالأدوات بمساعدة NaOCl (Zehnder, 2006) (Haapasalo et al., 2010) (Siqueira and Rôças, 2011). كما وجدت بعض الدراسات أن الإرواء بمحلول IKI مدة 5 دقائق تفوق على كل من NaOCl 5.25% وCHX 0.12% في عمق التطهير داخل القنيات العاجية الملوثة بـ S. sanguis، حيث وُجِد أن IKI ينفذ أكثر من 1000 ميكرون مقارنةً مع E. faecalis عند 200–300 ميكرون وCHX عند 100–300 ميكرون (Ørstavik and Haapasalo, 1990).

في دراسة مخبرية تم حضن عاج أسنان ملوث بالجراثيم الإليوية مدة 10 دقائق أو 27 يوم، وتم اختبار تطبيق محلول IKI في أزمنة مختلفة بهدف التطهير. بعد الزرع الجرثومي كان هناك حاجة لتطبيقه 10 دقائق للحصول على عدم نمو جرثومي آخر إضافي على العاج المصاب (Safavi et al., 1990).

وجدت دراسة مخبرية أُجرِيت على أسنان ملوثة بجراثيم E. faecalis بعد حضن مدة 30 يوم أن تطبيق IKI 2% مدة 15 دقيقة كمحلول إرواء نهائي بعد تحضير الأقنية الجذرية مع الإرواء بمحلول NaOCl 1% أعطى زرع جرثومي سلبي بنسبة 95% (Tello-Barbaran et al., 2010).

أكدت دراسة مخبرية أن تطبيق محلول IKI 0.5% كمحلول إرواء نهائي مدة 30 ثانية بعد عزل E. faecalis كان له فعالية عالية مضادة للجراثيم ومشابهة لفعالية NaOCl 3% وCHX 0.2% (Joshi and Prajapati, 2014)، بينما أظهرت دراسة مخبرية أخرى أن تطبيق محلول NaOCl 5%

كمحلول إرواء نهائـــي مدة 3 دقائق بعد عزل E. faecalis مع الإرواء بمحلول NaOCl 5% أثناء التحضير الميكانيكي للأقنية الجذرية كان له فعاليـة مضـــادة للـجراثيم أكثر من CHX 0.12%، IKI 2%على التوالي.

قدمت دراسة سريرية IKI 2% كمحلول إرواء نهائي مع زمن تطبيق 5 دقائق قارنت من خلالها طريقة إعادة المعالجـــة اللبيـــة بجلســـة واحدة مع المعالجة بجلستين مع تطبيق $Ca(OH)_2$ كضمـــاد داخـــل قنيوي، حيث نتج عن المعالجة بجلسة واحدة 19 عينـة من أصـل 20 ذات زرع جرثومي سـلبي مقـابل 15 عينة من أصل 20 عند المعالجة بجلستين (Peciuliene et al., 2001).

في دراسة سريرية مشابهة تم إجراء مقارنة بين الزيارة الواحدة بتطبيق IKI 5% كمحلول إرواء نهائي مدة 10 دقائق، مقابل جلستي معالجة مع $Ca(OH)_2$ كضماد داخل قنيوي، حيث كانت نسبة خفض الحمل الجرثومي 71% و64% عند معالجة الأسنان بجلسة واحدة وجلستين على التوالي (Kvist et al., 2004).

وقد بينت دراسة سريرية أن محلول NaOCl 2.5% كان قادر على خفض التعداد البكتيري بشكلٍ كبير فـي 90% تقريباً مـن الحـالات عنـدما طُبـق أثنـاء مرحلـة التحضـير الكيميـائي الميكـانيكي للأسـنان ذات اللـب المتمـوت المترافقـة مـع آفـة حول ذرويـــة، بينمـا كـــان خفض التعداد البكتيري 15% فقط في الحـــالات التي طُبق فيها IKI 2% مدة 5 دقائق كمحلول إرواء نهائي (Abbaszadegan et al., 2010). كما أظهرت أن إرواء الأقنيـة الجذريـة باسـتخدام NaOCl 2.5% أدى إلـى شـفاء كبيـر للآفـات حـول الذرويـة مقارنـةً مـع الإرواء بـالمحلول الملحـي الفيزيولـوجي متبوعـاً بمحلـول IKI 2% كـإرواء نهـائي، ومـع ذلـك تـم شـفاء جميـع الحـالات المعالجـة بـاستخدام الإرواء بمحلـول NaOCl أو بمحلـول ملحـي فيزيولـوجي متبوعـاً بـإرواء نهـائي بمحلـول IKI بعد مراقبـة شعاعيـة مدة 30 شهر (Abbaszadegan et al., 2013).

قيمت دراسة أخرى تأثير إضافة Centrimide إلى IKI ووجدت زيادة في نسبة جراثيم E. faecalis المقتولـة فـي القنيـات العاجيـة، وقـد تفـوق NaOCl 6% علـى كـل مـن IKI وIKI مـع Centrimide 0.1% بـأزمنـــة تطبيـق 1 و3 دقـائـق (Wang et al., 2012). وأظهرت دراســـة مخبريـــة مشـــابهـة تـــأثير إضـــافـــة Centrimide 0.5% وIKI 0.5% إلـى $Ca(OH)_2$، ووجـدت زيـادة فـي نسـبة البكتريـا المقتولـة فـي الأغشـية

الحيوية التي يبلغ عمرها ثلاثة أسابيع عن تلك التي يبلغ عمرها أسبوع واحد، حيث كانت فعالية IKI عند تطبيقها مفردة أقل في قتل البكتريـا من فعاليـة $Ca(OH)_2$، ولكن تم تحقيق أفضل تأثير عند الجمع بين المواد الدوائيـة الثلاثـة.

1-5- المعالجة بجلسة واحدة أو عدة جلسات

Single-Visit VS. Multiple Visits Treatment

كانت المعالجات اللبية في الماضي تتم على عدة جلسات، وذلك بسبب الحاجة إلى وقت طويل في العمل نظراً للطرق البدائية المستخدمة فيها، وقد كانت فكرة المعالجة بجلسة واحدة غير مقبولة لأنها صعبة الإنجاز (Mohammadi et al., 2006). كان العالم Dodge أول من طرح فكرة المعالجة بجلسة واحدة عام 1887 (Dodge, 1887)، وظهرت بعد ذلك عدة تقارير بينت نجاح المعالجات بطريقة الجلسة الواحدة، وتم من خلال هذه التقارير استخلاص معايير وشروط نجاح هذه الطريقة بدءاً بآلية تحضير الأقنية والطرق المثلى في التخلص من البكتريا في المنظومة القنيوية الجذرية (Hofheinz, 1892). كانت نسبة نجاح هذه الطريقة في المعالجة منخفضة جداً، ويعود ذلك إلى أساليب التشكيل القنيوي التي كانت بدائية في ذلك الوقت، مما أدى لبقاء البكتريا وفشل المعالجات، وبالتالي تم رفض هذه الطريقة بشكل شبه كامل حتى أواخر خمسينيات القرن العشرين، والتي بدأت فيها طرائق التحضير والمواد المستخدمة في المعالجة بالتطور، حيث كان العالم Ferranti أول من أعاد طرح فكرة المعالجة بجلسة واحدة، وقد استعمل في معالجاته طريقة الإنفاذ الحراري للتخلص من النسج اللبية بالإضافة للماء الأوكسجيني للإرواء (Ferranti, 1959). ورغم اختلاف الطرق التي استخدمها Ferranti عن الطرق الحديثة، إلا أنه استطاع أن يوصف المعايير الأساسية في نجاح المعالجات اللبية وهي التشكيل القنيوي المناسب والمؤدي للتخلص من البكتريـا في المنظومة القنيوية الجذرية.

أظهرت دراسـة سريريـة عام 1970 أن المعالجـة بجلسـة واحدة أعطت نتائج مقبولـة وكـان معظمهـا نـاجحـاً، إلا أنهـا كانت محدودة قليلاً بسبب انخفـاض عدد العينـات (Tosti, 1970). ومع التقدم العلمي الكبير الذي حصـل في مجـال المداواة اللبية، وخـاصـة عندما طرِحت أجهزة التكبير والتحضير الآلـي ومحددات الـذروة

الالكترونية، فقد أصبحت المعالجة بجلسة واحدة جزء من الروتين اليومي لطبيب الأسنان. في حين لا زال قسم من الأطباء يميل إلى اتباع طريقة الجلسات المتعددة كونها مثبتة في التاريخ الطبي السني نظراً لنسب النجاح العالية التي تم الحصول عليها (Wong et al., 2014).

يقوم الأطباء عادةً في حالات المعالجة اللبية بتأجيل إنهاء الختم الذروي وحشو الأقنية لجلسة أخرى أو أكثر بما يتناسب مع الحالة السريرية، وذلك حتى تتراجع الأعراض التي يعاني منها المريض وللسماح للضماد داخل القنيوي بإعطاء التأثير المطلوب (Byström et al., 1985)، لكن تأخير إنهاء حشو الأقنية يسبب غالباً فقدان الترميم المؤقت أو حدوث تسرب مجهري عبره، مما يؤدي إلى دخول السوائل وبقايا الطعام والبكتريا إلى داخل القناة الجذرية، كما تعتبر الضمادات داخل القنيوية ذات تأثير محدود في البكتريا وزمن فعاليتها قصير.

ولم يعد دور البكتريا في سياق تطور الأذية اللبية موضع شك، وإنما بينت الدراسات أنها أساسية في حدوث التموت اللبي وبالتالي تشكل الآفات حول الذروية (Siqueira, 2002). وقد تم إثبات حقيقة أن الأسنان المصابة بآفة حول ذروية يكون إنذار شفائها أقل بحوالي 10–15% من الأسنان غير المترافقة مع آفة (Doyle et al., 2007). ولا تزال السيطرة على البيئة البكتيرية داخل القنيوية والوصول إلى أفضل درجة ممكنة من العقامة خلال جلسة واحدة موضع جدلٍ كبيرٍ بين الباحثين (Dalton et al., 1998). وفي حالات التموت اللبي والآفات حول الذروية بشكل خاص، ورغم أنه يمكن أن نعتبر تعدد الجلسات المترافق بضماد داخل قنيوي بين هذه الجلسات هو الأفضل من الناحية الحيوية، إلا أن الأبحاث المُنجزة في هذا المجال لا زالت غير كافية وذات نتائج متضاربة أحياناً (Schwendicke and Göstemeyer, 2017).

ويعتبر الباحثون أن ماءات الكالسيوم هي خيار الأطباء الأول كضماد داخل قنيوي في سياق معالجة الأقنية الجذرية العفنة بشكل عام وتلك المترافقة مع آفة حول ذروية بشكل خاص، ورغم ذلك فقد تزايدت في الآونة الأخيرة كمية الأدلة والأبحاث التي تشير إلى أن ماءات الكالسيوم لم تعطِ تأثيراً واضحاً في شفاء الآفات حول الذروية (Molander et al., 2007)، حيث أن الشفاء ذاته قد تم بشكل كامل مع وبدون استخدامها

(Bharuka and Mandroli, 2016)، كما أن بعض الدراسات شككت بفعاليتها في القضاء على بعض الزمر الجرثومية ضمن القناة الجذرية (Dahlen et al., 2000).

وقد رأى قسم من الباحثين أن إجراءات المعالجة اللبية الحديثة من التشكيل القنيوي بالأدوات الآلية ذات القمعية المناسبة مع إرواء غزير باستخدام محاليل إرواء متعددة من NaOCl وCHX وEDTA تعتبر كافية لخفض الحمل البكتيري داخل القناة الجذرية إلى مستويات مناسبة لحدوث الشفاء ومنع تطور الآفات حول الذروية، مما يسمح بإجراء حشو الأقنية الجذرية في جلسة واحدة (Buchanan, 2000) (Bharuka and Mandroli, 2016). وأظهرت بعض الأبحاث أن المعالجة بجلسة واحدة تعتمد بشكل أساسي على نظرية "دفن البكتريا"، حيث أكدت أن إجراءات التشكيل القنيوي الميكانيكية والكيميائية تستطيع القضاء على القسم الأكبر من البكتريا داخل المنظومة القنيوية، أما ما بقي حياً منها فسيقضي عليه المعجون الحاشي، أو أنه سيبقى "مدفوناً" ضمن القنيات العاجية بفعل المعجون الحاشي دون مغذيات، ولن يستطيع الوصول إلى المنطقة حول الذروية أو الرباطية وبالتالي سيكون عديم التأثير (Peters et al., 1995).

أكدت دراسة سريرية عدم وجود أي فروق دالة إحصائياً من ناحية شفاء الآفات حول الذروية عندما تمت المقارنة بين مجموعتين من الحالات اعتماداً على Periapical Index (PAI) أو ما يعرف بمشعر تقييم الآفات حول الذروية، حيث أُجريت المعالجة اللبية كاملة في جلسة واحدة في المجموعة الأولى، بينما طُبق ضماد ماءات الكالسيوم مدة أسبوع قبل الحشو القنيوي في المجموعة الثانية (Dorasani et al., 2013).

وبغض النظر عن عدد جلسات المعالجة، فإنه من المهم عند إجراء الختم الذروي أن تكون الأعراض السريرية– في حال وجودها قبل المعالجة– قد بدأت بالانحسار، وأن تكون القناة جافة بشكل كامل ولا تحتوي على نتحة أو سائل التهابي ضمنها، لأن ذلك السائل يحتوي على البكتريا كما ستؤثر هذه الرطوبة على جودة الختم الذروي، مما يؤهب لحدوث التسرب المجهري إلى المنطقة حول الذروية (Nagas et al., 2012).

1-6- شفاء الآفات حول الذروية

1-6-1- آلية شفاء الآفات حول الذروية

لا يقل فهم آلية الشفاء أهمية عن معرفة الآلية الإمراضية للحالة المرضية حيث يُعتَبر تحقيق الشفاء هو الهدف الأساسي الذي نسعى إليه من خلال المعالجة اللبية، وإذا تمكنا من فهم آلية شفاء النسج حول الذروية سنتمكن من وضع طرق وأساليب علاجية مناسبة قادرة على تحقيق الشروط المثالية لحدوث هذا الشفاء (Castellucci, 2006).

إن شفاء الآفات حول الذروية التالي للمعالجات اللبية المحافظة غير الجراحية يتبع المبادئ العامة لشفاء جروح النسج الضامة في أي مكان آخر من الجسم بتشكل نسيج حبيبي ليفي وعائي، والتخلص من الأنسجة والجراثيم المتموتة من قبل الخلايا البالعة وإصلاح و/أو تجدد النسج المتأذية (Bhaskar, 1966). يتم شفاء الآفات حول الذروية عن طريق التجدد (عودة النسج المتضررة إلى بنيتها الأساسية بشكل مثالي)، أوعن طريق التليف دون حدوث عمليات مرضية كالتليف المفرط، تشارك في عملية الشفاء كل من الخلايا بانيات العظم والخلايا النقوية للعظم السنخي والخلايا الجذعية للنسيج الرباطي (Seo et al., 2004) (Louis and Huang, 2011).

وقد بلغت نسبة نجاح المعالجة القنيوية الجذرية للأسنان المترافقة مع آفات حول ذروية بين 85-90% (Sjögren et al., 1990)، أما نسبة بقاء السن المترافقة مع آفة حول ذروية وشفائها بالكامل بعد المعالجة القنيوية الجذرية تراوحت بين 74-86%، وكانت فرصة أن تقوم بوظيفتها مع الوقت بين 91-97% (Friedman, 2004)، بينما ذُكر في دراسة أخرى أن نسبة شفاء الحالات المترافقة مع آفات حول ذروية بعد المعالجة اللبية غير الجراحية كانت 94.4% (Murphy et al., 1991).

1-6-2- العوامل التي تؤثر في شفاء الآفات حول الذروية

يمكن تصنيف العوامل التي تؤثر في شفاء الآفات الذروية إلى عوامل قبل المعالجة وعوامل أثناء المعالجة وعوامل بعد المعالجة.

1-6-2-1- العوامل قبل المعالجة Pre-Operative Factors

الجنس والعمر Gender and Age

مع التقدم في العمر تزداد التبدلات في الأوعية الدموية نتيجة التصلب، وتتغير مرونة الأنسجة الضامة، وهذا يجعل حدوث إصلاح النسج أكثر تعقيداً ويتشكل نسيج عظمي أكثر مسامية وأقل تمعدناً (Cohen and Hargreaves, 2011). لم تجد العديد من الدراسات أي تأثير للجنس والعمر في نتيجة المعالجة (Khedmat, 2004) (Zmener and Pameijer, 2012)، بينما أكدت دراسات أخرى أن معدل النجاح كان أكبر عند الإناث من الذكور (Hoskinson et al., 2002)، وأظهرت دراسة أخرى أن العمر لا يمتلك تأثيراً مهماً في نتائج المعالجة القنيوية الجذرية ولكنه يؤثر في سرعة الشفاء (Zmener et al., 2007)

الصحة العامة

إن معظم الدراسات التي تتحرى شفاء الآفات حول الذروية تتضمن مرضى أصحاء ولا يعانون من مشاكل صحية، تشمل العوامل الصحية التي يمكن أن تؤثر في شفاء الآفات حول الذروية عوامل خاصة بالمضيف مثل قلة الكريات البيضاء، وضعف التروية الدموية، وسوء التغذية، وتناول الستيروئيدات القشرية، وأمراض جهازية معينة كالسكري ونقص المناعة أو عادات محددة كالتدخين، إذ تنقِص هذه العوامل من معدلات نجاح المعالجة القنيوية الجذرية للأسنان ذات الآفات حول الذروية (Imura et al., 2007)، كما أن المرضى المصابين بداء السكري المعتمد على الأنسولين يمتلكون معدل شفاء أقل بشكل واضح بعد معالجة الأسنان المترافقة مع آفات حول ذروية مقارنة بالمرضى غير المصابين بالسكري (Torabinejad and Walton, 2009).

نوع السن Type of Tooth

اختلفت الدراسات حول تأثير موقع ونوع السن في إنذار المعالجة اللبية، فقد ترافقت الأسنان الأمامية بمعدلات نجاح أعلى مقارنةً مع الأسنان الخلفية (Field et al., 2004)، بينما كانت الأرحاء السفلية ذات معدل النجاح الأقل (Benenati and Khajotia, 2002)، بالمقابل أشارت إحدى الدراسات إلى عدم وجود تأثير لموقع السن في درجة الشفاء (Hoskinson et al., 2002)، وبينت دراسة أخرى أن نسبة النجاح في الفك العلوي كانت أكبر منها في الفك السفلي (Cheung, 2002).

حالة اللب والنسج حول الذروية Pulpal and Periapical Status

إنَ أحد أهم العوامل المؤثرة في إنذار المعالجة اللبية هو حالة السن قبل المعالجة، فقد أظهرت إحدى الدراسات أن الأسنان غير المترافقة مع شفوفية شعاعية امتلكت معدل نجاح أعلى بأكثر من 20% من الأسنان المترافقة مع شفوفية شعاعية (Marquis et al., 2006) (Doyle et al., 2007)، بينما أظهرت دراسات أخرى أن إنذار المعالجة اللبية لم يتغير سواء كانت الأسنان مترافقة أو غير مترافقة بآفات حول ذروية وذلك إذا تم تحضير وتشكيل وحشو المنظومة القنيوية الجذرية بالمستوى الأمثل (Zmener et al., 2007). وأكدت دراسات أخرى أن حجم الآفة يمتلك تأثيراً هاماً في إنذار المعالجة فقد كان معدل نجاح الحالات ذات الآفات حول الذروية صغيرة الحجم أكبر من الحالات المترافقة مع الآفات الأكبر حجماً (Cheung, 2002) (Ng et al., 2011)، حيث تحتاج الآفات حول الذروية الأكبر حجماً إلى فترة أطول لحدوث الشفاء التام (Sjögren et al., 1997).

الأعراض والعلامات السريرية قبل المعالجة Pre-Operative Clinical Signs and Symptoms

أظهرت دراسة سريرية سابقة أن وجود العلامات والأعراض السريرية قبل إجراء المعالجة اللبية (كالألم أو الناسور) يمكن أن يؤثر في نتائج المعالجة القنيوية الجذرية، حيث تقل نسب نجاح المعالجة (Strindberg, 1956)، لاحقاً بينت دراسة أخرى أن وجود الناسور لا يعتَبر ذا أهمية في التأثير في نجاح المعالجة عند مقارنته بحجم الآفة حول الذروية، وأن وجود العلامات والأعراض السريرية قبل المعالجة لم يؤثر

في نتائج المعالجة اللبية (Friedman et al., 2003)، وأكدت دراسة أخرى أنه يمكن أن توجد الأعراض السريرية مثل الألم دون وجود دليل شعاعي لحدوث التخرب العظمي وهذا يقلل من تأثير ذلك في شفاء الآفات حول الذروية.

1-6-2-2- العوامل أثناء المعالجة Intra-Operative Factors

استخدام الحاجز المطاطي أثناء المعالجة Use of Rubber Dam During Treatment

بما أن الهدف الأساسي من المعالجة اللبية هو إزالة البكتريا من المنظومة القنيوية الجذرية فإنها يجب أن تتم في بيئةٍ عقيمةٍ، لذلك يعتبر استخدام الحاجز المطاطي ضروري لمنع دخول البكتريا من الحفرة الفموية إلى المنظومة القنيوية الجذرية (Figdor and Sundqvist, 2007).

امتداد التحضير ذروياً

أشارت إحدى الدراسات إلى تناقص معدل النجاح في حال تجاوز الأدوات خلال تحضير القناة لما بعد نهاية القناة الجذرية (Moawad, 1970)، بالمقابل لم يُلاحَظ أي تأثير سلبي لتجاوز أدوات التحضير في نتائج المعالجة القنيوية الجذرية بل أعطى تحضير القناة إلى ما بعد الثقبة الذروية دون نقلها أو تجاوز مواد الحشو لها نتائج معالجة جيدة (Adenubi and Rule, 1976)، حيث أكدت دراسة مشابهة أهمية الوصول إلى كامل الطول العامل وتحقيق نفوذية القناة الجذرية بمقدار 1 مم عند وجود آفة حول ذروية (Ng et al., 2011).

حجم التحضير الذروي للقناة Apical Size of Canal Preparation

أشارت العديد من الدراسات إلى أن حجم التحضير الزائد في الثلث الذروي يمكن أن يساهم في إنقاص تعداد الجراثيم مقارنةً مع التحضير لحجم صغير (Figdor and Sundqvist, 2007). بينما أكدت دراسات أخرى أن معدل نجاح المعالجة اللبية قد نقص مع زيادة حجم التحضير الذروي للقناة (Hoskinson et al., 2002).

الأخطاء التقنية في تحضير القناة

تتضمن أخطاء العمل أثناء تحضير القناة الجذرية الإنثقابات وتغيير مجرى القناة وحدوث الدرجات وكسر الأدوات (Figdor and Sundqvist, 2007). تبين أن حدوث الانثقـاب يقلل من معدل نجاح المعالجة القنيوية الجذريــة (Ng et al., 2011)، كذلك يعتبر موقع الانثقـاب وحجمه وإغلاقه بشكل جيد من العوامـل التي تؤثر في إنذار المعالجة (Imura, 2007). كما يؤدي انكسار الأدوات أثناء المعالجة إلى انخفاض معدل النجاح، إذ كانت نسبة النجاح في الأسنان ذات الآفات الذروية المترافقة بأداة مكسورة أقل بـ 6% من العينة الشاهدة (Imura et al., 2007).

الإرواء وإزالة طبقة اللطاخة Irrigation and Removal of Smear Layer

أظهرت دراسات متعددة أن تقنيات التحضير الحالية غير فعالة بشكلٍ كافٍ لإزالة كامل بقايا التحضير القنيوي والجراثيم من الثلث الذروي للقناة الجذرية، وهذا يعود إلى اختلاف قطر القنـاة الجذريـة والشذوذات التشريحية وعدم تطبيق الغسل الكافي بمحاليل الإرواء المناسبة (Saini et al., 2012)، وهذا يؤكد أهمية التنظيف الميكانيكي الكيميـائي من أجل تطهير جميع منـاطق المنظومة القنيوية الجذرية (Rajkumar et al., 2012).

نتيجة اختبار الزرع الجرثومي للقناة قبَيل الحشو

كان يتم تأخير إجراء حشو القناة حتى يتم الحصول على زرع جرثومي سلبي، أما حالياً فقد تم التخلي عن الزرع خلال المعالجة الروتينية لأن إنذار المعالجة القنيوية الجذرية كان جيداً دون إجراء الزرع الجرثومي وكذلك بسبب صعوبـة إجراءات أخـذ العينـة (Morse, 1971) (Molander et al., 1996). لقد لوحِظ وجود تنـاقض بين الدراسات السريرية حول تأثير نتيجة الزرع الجرثومي قبيل حشو القناة الجذرية في نتيجة المعالجة، فقد تبين أن الأقنية الجذرية ذات الزرع الجرثومي السلبي قبيل حشو القناة ترافقت مع نسبة نجاح أعلى من الأقنية ذات الزرع الجرثومـي الإيجـابي (Katebzadeh et al., 2000) (Waltimo et al., 2005)، بينمـا لم تجد دراسـات أخرى أي تأثيـر لنتيجـة الـزرع الجرثومي فـي نجـاح المعالجـة القنيويـة الجذريـة (Peters et al., 2002) (Molander et al., 2007).

جودة الحشو القنيوي

أشارت العديد من الدراسات إلى زيادة نسبة انتشار الآفات حول الذروية في الأسنان المترافقة مع حشوات أقنية غير جيدة (Hebling et al., 2014).

1-6-2-3- العوامل بعد المعالجة Post-Operative Factors

الترميم النهائي بعد المعالجة

يتم ترميم السن في المعالجة التقليدية من أجل استعادة الشكل والوظيفة، إذ يعتقد أن وجود الترميم التاجي يحمي السن المعالجة والمنظومة القنيوية الجذرية من التسرب التاجي وعودة الإنتان. فقد تبين في دراسة سريرية أن معدل نجاح المعالجة اللبية كان أعلى في الأسنان التي تم تطبيق ترميم نهائي لها (80%)، بينما كان المعدل أقل في الأسنان التي لم ترمم نهائياً بعد انتهاء المعالجة اللبية (60%) (Chugal et al., 2007)، كما يُعتَبر تتويج السن بعد المعالجة اللبية، وعدم فقد المجاورات الأنسية والوحشية للسن المعالج، وعدم استخدام السن المعالج كدعامة للتعويضات الثابتة والمتحركة من العوامل الهامة المؤثرة في نسب نجاح المعالجات اللبية (Ng et al., 2010).

مدى الشفاء

يتناسب مدى الشفاء مع درجة امتداد الأذية النسيجية ومع طبيعة التخرب النسيجي، فعندما تكون أذية النسج حول الذروية خفيفة تتطلب الحالة القليل من الإصلاح أو الترميم، بينما يتطلب الضرر الواسع شفاءً كبيراً، وبالتالي يتراوح الإصلاح حول الذروي من زوال بسيط للارتشاح الالتهابي في منطقة الرباط حول السني إلى إعادة ترميم معتبَرة وإصلاح لمختلف النسج (Torabinejad and Walton, 2009).

1-6-3- تقييم شفاء الآفات حول الذروية بعد المعالجة

1-6-3-1- فترة المراقبة بعد المعالجة

أوصت الجمعية الأوروبية لأخصائي مداواة الأسنان اللبية عام 2006 أن تكون فترة المراقبة السريرية والشعاعية سنة واحدة على الأقل بعد المعالجة مع استمرار المتابعة سنوياً لأكثر من أربع سنوات قبل الحكم على الحالة

بالفشل، بينما أوصت الجمعية الأمريكية لأخصائي مداواة الأسنان اللبية بمتابعة المراقبة مدة خمس سنوات. يمكن تشخيص الآفات حول الذروية بشكلٍ أدق باستخدام التصوير المقطعي المحوسب CBCT لتحديد حجم الآفة بالأبعاد الثلاثة، لكن عند مقارنة التصوير الشعاعي الذروي والتصوير المقطعي المحوسب CBCT كان غياب الآفات أو معدل تغير حجم الآفة متشابه في كِلا طريقتَي التصوير (Liang et al., 2013).

لقد أدخِل الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence (AI) مؤخراً إلى مجال الكشف عن الآفات حول الذروية، حيث قيمت إحدى الدراسات 153 آفة حول ذروية عن طريق إجراء صور ذروية وتحديد مكان وأبعاد هذه الآفات، ثم تم فحص المرضى باستخدام نظام شبكي عصبي استطاع الكشف عن 142 آفة من مجموع هذه الآفات بمواقعها وأبعادها الصحيحة، أي الحصول على نسبة تطابق تُقارِب 92% بين تقنيتي التشخيص مما يفتح مجالاً واسعاً للتساؤلات حول إدخال هذه التقنية إلى التشخيص الحديث للآفات حول الذروية (Orhan et al., 2020).

تم الاعتماد في دراسات سريرية مختلفة على أخذ عدة صور شعاعية ذروية للمراقبة خلال سنة كاملة ثم إجراء التقييم من خلال الصورة الأخيرة (Molven et al., 1996). كما تبين أنه خلال ستة أشهر من المعالجة تبدو علامات الترميم الشعاعية واضحةً، وعند عدم ظهور هذه العلامات خلال سنةٍ كاملةٍ فإن إنذار الشفاء يكون ضعيفاً في هذه الحالة (Ørstavik, 1996). بالمقابل أكدت دراسة أخرى أن 45% من الآفات حول الذروية تحتاج 1–10 سنوات لحصول شفاء شعاعي كامل، بينما تحتاج 30% من الحالات إلى أكثر من 10 سنوات (Balandrón, 1997). حيث يتم تقييم شفاء الآفات حول الذروية عادةً بعد سنة واحدة رغم أن الآفات الصغيرة قد تُشفى خلال عدة أشهر (Rubinstein and Kim, 1999). كما يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن تطورات الشفاء السريري للآفات حول الذروية تسبق الشفاء الشعاعي بعدة خطوات

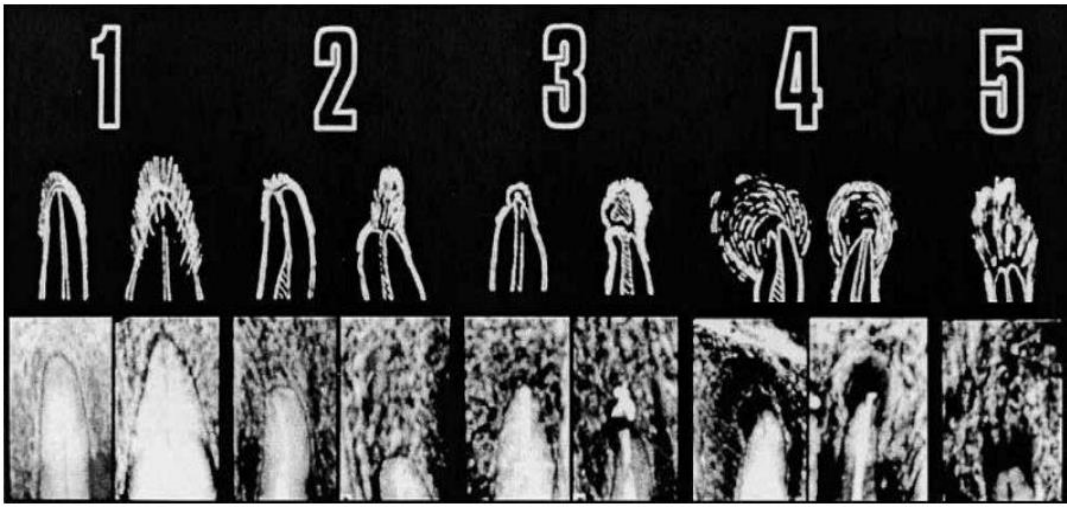
1-6-3-2- معايير تقييم شفاء الآفات حول الذروية

Criteria for Evaluating Healing of Apical Lesions:

يتم تقييم إنذار المعالجات القنيوية الجذرية باستخدام مقاييس مختلفة، فمقياس النجاح بالنسبة للمريض هو زوال الأعراض وقيام السن بوظيفته ضمن الحفرة الفموية (Friedman, 2002)، وتعد المعالجة اللبية ناجحة وفق العديد من الدراسات عندما يشير الفحص السريري والشعاعي إلى غياب المرض حول الذروي (Friedman et al., 2004). تَجدُر الإشارة إلى ضرورة وجود معايير محددة لتقييم ودراسة تطور شفاء الآفات حول الذروية، وهناك العديد من المعايير المتبعة في الدراسات المختلفة والتي تناولت الشفاء خلال فترات المراقبة.

1-6-3-2-1- معايير الشفاء الشعاعي

تشير العلامات الشعاعية مثل تبدل الكثافة ضمن الآفة وإعادة تشكل العظم والصفيحة العظمية إلى حدوث الشفاء، وخاصة عندما تترافق مع الموجودات السريرية مثل غياب الأعراض وسلامة الأنسجة الرخوة (Saatchi, 2007). وقد استخدم دليلان لتوحيد قراءة الأطباء للصور الشعاعية عند إصابة النسج حول الذروية، ولتحديد إنذار المعالجة. الدليل الأول هو دليل الاحتمال Probability Index (PRI) (Reit and Gröndahl, 1988)، أما الثاني فهو الدليل حول الذروي Periapical Index (PAI) (Ørstavik et al., 1986)، حيث استعان بمجموعة مؤلفة من خمس صور شعاعية مرجعية يقابلها خمس صور ترسيمية توضيحية (الشكل 1-5) لكل منها درجة تتراوح بين 1-5 (تقابل درجات مقياس PAI)، وذلك بالاعتماد على دراسة (Brynolf, 1967) التي اهتمت بالعلاقة بين المظاهر النسيجية والشعاعية للآفات حول الذروية، يسهل ذلك تقييم تطور الآفات حول الذروية عند استخدام مقياس PAI (الجدول 1-2).



الشكل(1-5): الصور الترسيمية لـ Ørstavik لتسهيل استخدام مقياس PAI (Ørstavik et al., 1986)

1-6-3-2-2- معايير الشفاء السريري

فحص المتابعة يتضمن أولاً الفحص السريري ويشمل الألم، والانتباج، والحساسية على الجس والقرع، والأمراض اللثوية، ونوع الترميم التاجي (Khedmat, 2004). وتعد معايير Strindberg's من أهم المعايير المستخدمة لتقييم فشل المعالجة اللبية وهذه المعايير هي كالتالي (Strindberg, 1956):

- وجود علامات سريرية و/أو أعراض (ألم- انتباج- وجود ناسور).
- حدوث ناسور للتصريف.
- زيادة أو عدم تبدل أو ظهور لإنتان ذروي جديد.

جدول (1-2) بعض المعايير المتبعة السريرية والشعاعية في تقييم نتيجة المعالجة القنيوية

معايير Strindberg, 1956	**نجاح**	**فشل**	**شك**
	- لا يوجد أعراض سريرية. - وشعاعياً: ▪ الرباط حول السني طبيعي من حيث العرض والشكل. ▪ الصفيحة القاسية سليمة.	- يوجد أعراض سريرية. - أو شعاعياً: ▪ شفوفية حول ذروية ثابتة. ▪ زيادة في درجة وحجم الشفوفية حول الذروية. ▪ تخرب الصفيحة القاسية.	- شعاعياً: ▪ مظهر شعاعي غامض لا يمكن تفسيره بشكل مؤكد. ▪ شفوفية شعاعية حول ذروية أقل من 1مم مع عدم استمرار في الصفيحة القاسية.

معايير Rud et al., 1972	**شفاء تام**	**تطور نحو الشفاء**	**شك**	**فشل**
	- شعاعياً: اختفاء الآفة نهائياً وحلول نسيج عظمي مكانها، وإعادة تشكل الرباط جزئياً أو كلياً. - السن سليم ولا يبدي أي أعراض أو علامات سريرية.	- شعاعياً: نقصان حجم الآفة دون أن تختفي نهائياً. - السن لا يبدي أي أعراض أو علامات سريرية.	- شعاعياً: لم يتغير حجم الآفة. - السن لا يبدي أي أعراض أو علامات سريرية.	- شعاعياً: زيادة حجم الآفة، أو لم يتغير حجمها. - أعراض أو علامات سريرية أو تغيرات شعاعية تنبئ عن الفشل كوجود امتصاص في الجذر.

معايير Friedman et al., 1995	**شفاء تام**	**شفاء جزئي (طور الشفاء)**	**فشل**
	- درجة (1) على مقياس PAI. - ونتيجة سريرية سلبية.	- درجة (2) أو (3) على مقياس PAI. - ونتيجة سريرية سلبية.	- درجة (4) أو (5) على مقياس PAI. - أو نتيجة سريرية إيجابية بغض النظر عن درجة الـ PAI.
	وتعتبر النتيجة السريرية إيجابية في حال وجود أي من الأعراض أو العلامات التالية: الألم، التورم، الاحمرار، حِس الانزعاج أو عدم الارتياح، ظهور ناسور،		

دليل الاحتمال Probability Index (PRI)	**نجاح**	**شفاء غير تام (جزئي)**	**فشل**
	- غياب الأعراض والعلامات السريرية والشفوفية الشعاعية. - إمكانية وجود حساسية طفيفة على القرع.	- غياب الأعراض والعلامات السريرية بما في ذلك الألم تجاه القرع. - نقصان في حجم الآفة حول الذروية.	- وجود ألم أو تورم أو ناسور بغض النظر عن المظهر الشعاعي للآفة. - ثبات حجم الآفة حول الذروية أو زيادة حجمها.

دليل العظم حول الذروي Periapical Index (PAI)	**معدل PAI**	**الوصف**
	1	نسج حول ذروية طبيعية: ترميم كامل للبنى العظمية مع إعادة تشكل الرباط حول السني.
	2	تغيرات بسيطة في البنية العظمية: ترميم البنى العظمية مع توسع مسافة رباطية.
	3	تغيرات واضحة في البنية العظمية: فقدان التمعدن من المنطقة حول الذروية دون تشكل شفوفية شعاعية كاملة
	4	تخرب خفيف في البنية العظمية: شفوفية شعاعية ذروية واضحة الحدود.
	5	تخرب شديد في البنية العظمية: شفوفية شعاعية ذروية واسعة غير واضحة الحدود.

يُعرف (Molven et al., 1996) "نجاح" معالجة الآفات حول الذروية بأنه إما حدوث اختفاء كامل للآفة شعاعياً (شفاء تام) أو حدوث شفاء جزئي، وهذا مشابه لما أكده (Rud et al., 1972) والذي عرف "النجاح"

بأنه حصول الشفاء التام أو الشفاء الجزئي، أما "الفشل" فهو زيادة حجم الآفة حول الذروية أو بقائها بالحجم نفسه بعد مرور فترة المراقبة.

1-6-3-2-3-معايير الشفاء النسيجي

تبدو الخلايا المولدة للعظم في مرحلة إعادة التشكل العظمي في حالة نشطة لإنتاج المزيد من النسيج العظمي، وتشير زيادة الكثافة العظمية إلى بدء حدوث الشفاء (Louis and Huang, 2011).

استخدمت دراسة Torrento (Wang et al., 2004) بمرحلتيها الأولى والثانية معيار (Friedman, 2002) الذي يقسم الآفات حول الذروية بعد المراقبة إلى: شفاء تام، تطور نحو الشفاء، سن وظيفي مع وجود أعراض شعاعية، ووجدت المرحلة الأولى من هذه الدراسة (مرحلة المعالجات اللبية ذات الإنتان اللبي الأولي) أن نسبة الشفاء في هذه الحالات كانت 81% وسطياً (92% في حالات اللب الحي و74% في الحالات ذات اللب المتموت)، ولكن 97% من الأسنان كانت وظيفية مع بقاء الأعراض الشعاعية (Friedman et al., 2003)، أما المرحلة الثانية من هذه الدراسة (حالات إعادة المعالجة اللبية) قيمت شفاء الآفات حول الذروية حيث كانت نسبة الشفاء التام فيها 78%، ولكن 94% من الأسنان كانت وظيفية مع بقاء الأعراض الشعاعية بعد 4-6 سنوات من المراقبة.

قيمت دراسة سريرية معدل نجاح المعالجات اللبية لـ 1369 قناة جذرية لـ 816 سناً، وقد تنوعت المعالجات بين معالجة لبية للب حي أو للب متموت بوجود أو غياب آفات حول ذروية، وكانت نسبة نجاح المعالجات اللبية الحية 91.5%، ونسبة نجاح المعالجات اللبية ذات اللب المتموت دون وجود مظاهر شعاعية واضحة لآفات حول ذروية 89.5%، أما في الحالات التي تضمنت وجود آفات حول ذروية واضحة فقد انخفضت نسبة النجاح إلى 82.7%، ولوحظ تأثير حجم الآفة حول الذروية بشكلٍ واضحٍ في نجاح معالجة الحالات ذات اللب المتموت، فقد تماثلت الآفات حول الذروية التي بلغ قطرها أقل من 5 مم إلى الشفاء بنسبة 86.6% في حين تدنت نسب الشفاء إلى 78.2% في الآفات التي زاد قطرها عن 5 مم بعد فترة مراقبة استمرت خمس سنوات (Ricucci et al., 2011).

ورغم أن شفاء الآفات حول الذروية قد يستغرق أشهراً إن لم يكن سنوات حتى يظهر بشكلٍ كاملٍ (تشفَى معظم الآفات حول الذروية خلال عام واحد، لكن بعضها قد يستغرق 4 سنوات أو أكثر)، إلا أن نتائج خفض التعداد الجرثومي عند تطهير الأقنية الجذرية التي تظهر عند الزرع الجرثومي تكون هي الدليل الأولي على احتمالية شفاء هذه الآفات خلال فترة المراقبة، حيث أن الآفات حول الذروية التي أظهرت زرعاً جرثومياً سلبياً بعد عملية التحضير والتطهير القنيوي أعطت نسبة شفاء عالية جداً تقدر بـ 94% (Sjögren et al., 1997)، لذلك تعد معرفة المجموعات الجرثومية الموجودة في الحالات الإنتانية حول الذروية خطوة أساسية لتحديد بروتوكول التطهير المثالي بشكل دقيق (Alves-Silva et al., 2023).

وعند مراجعة الأدب الطبي نجد أن بعض الدراسات قد حاولت ربط شفاء الآفات حول الذروية بالواقع الجرثومي للأقنية الجذرية قبل حشوها، حيث وجدت إحدى الدراسات السريرية أن نسبة نجاح معالجة الأقنية الجذرية المترافقة مع آفات حول ذروية بعد الزرع السلبي كانت 84.4% وبعد الزرع الإيجابي 81.8%، أي أنها تعتبر فروقاً غير دالة إحصائياً (Seltzer et al., 1961)، وتم تبرير هذه النتائج بأن عملية الحشو القنيوي تعتمد على دفن الجراثيم المتبقية بعد عملية التطهير القنيوي وقتلها، ولكن يجب ألا تُفهَم هذه النتائج على أن محاولات إنقاص التعداد الجرثومي غير ضرورية، حيث أن محاولات خفض التعداد الجرثومي التي تتم من خلال عملية التحضير القنيوي الفعالة وأساليب التطهير الحديثة تؤخذ بعين الاعتبار كمرشد للمعالجة اللبية في سياق البحث العلمي.

وفي دراسة أخرى شفيت الآفات حول الذروية بشكلٍ كامل في 94% من الحالات التي ترافقت مع زرع جرثومي سلبي، أما العينات التي ترافقت مع زرع جرثومي إيجابي قبل حشو الأقنية الجذرية فقد كان معدل الشفاء 68% فقط بعد 5 سنوات من المراقبة، وهو فرق ذو دلالة إحصائية، مع العلم أن جميع الحالات في هذه الدراسة قد تمت معالجتها في جلسة واحدة مع إجراء التطهير بواسطة NaOCl فقط، وأن حالات الزرع الجرثومي الإيجابي التي تماثلت للشفاء كان التعداد جرثومي لها يتراوح بين 10^2 إلى 10^3/مل بعد تحضير وتطهير الأقنية، أما الحالات التي تم تقييمها كحالات فشل فقد كانت نتيجة الزرع الجرثومي بعد التطهير أكبر من

10^4/مل، كما قارنت دراسة سريرية أخرى بين شفاء الآفات حول الذروية عند المعالجة اللبية في جلسة واحدة أو جلستين، مع زرع جرثومي سلبي أو إيجابي، ولم تجد أي فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي الدراسة (جلسة واحدة وجلستين)، كما لم يكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين حالات الزرع السلبي والإيجابي، وكانت حالات الزرع الجرثومي الإيجابي التي تماثلت للشفاء تحتوي على عددٍ جرثومي يتراوح بين 10^2–10^3/مل، أما الحالة الوحيدة التي لم تتماثل للشفاء وتم تقييمها كحالة فشل للمعالجة اللبية فقد كانت نتيجة الزرع الجرثومي بعد تحضير وتطهير القناة الجذرية أكبر من 10^4 (Peters and Wesselink, 2002).

أما في الحالات التي لم تستجب للمعالجة اللبية المحافظة فقد حددت بعض الأبحاث المتغيرات التي قد تتدخل في شفاء الآفات حول الذروية المعالجة جراحياً وقسمتها إلى متغيرات سريرية (العمر، الجنس، التدخين، نوع السن، وجود ألم أو أعراض سريرية أخرى عند الفحص الأولي للسن)، ومتغيرات شعاعية (حجم الآفة، مستوى الدعم العظمي للسن، امتداد الحشو القنيوي للقناة الجذرية، وجود أوتاد مسبقة الصنع أو قلوب معدنية أو أوتاد الفايبر في القناة الجذرية)، ومتغيرات علاجية (جراحة سابقة ناكسة على السن نفسه، المادة المستخدمة في الحشو الراجع، الأعراض السريرية واستخدام الصادات الحيوية بعد إتمام الجراحة)، وبعد مراقبة الشفاء مدة سنة واحدة وتقييم الشفاء وفق معيار (Rud et al., 1972) أكدت الدراسة أن المتغير الرئيسي الذي يلعب دوراً في رفع نسب شفاء الآفات حول الذروية بفروق ذات دلالة إحصائية هو عدم وجود أعراض سريرية عند الفحص الأولي للسن (Lustmann et al., 1991) (Von Arx et al., 2007)، وبررت هذه النتيجة بأن وجود الألم قبل الجراحة يدل على الحالة الالتهابية الحادة أو تحت الحادة الناتجة عن الإنتان ووجود أنواع معينة من الجراثيم بأعدادٍ كبيرة ذات فوعة جرثومية عالية مما يؤثر سلباً في نهج الشفاء، ويؤثر أيضاً بشكلٍ ثانوي في نسب الشفاء كل من: حجم الآفة فالآفات التي يبلغ قطرها أقل من 5 مم كانت ذات نسبة شفاء أفضل متفقاً بذلك مع دراسة Torrento (Wang et al., 2004)، والجنس حيث نسبة الشفاء عند النساء أعلى من الرجال، نوع المادة المستخدمة في الحشو الراجع، والأعراض السريرية بعد إتمام الجراحة، أما باقي المتغيرات المذكورة فلم تشكل فارقاً ذا دلالة إحصائية في نتائج شفاء الآفات حول الذروية.

تجمع الدراسة الحالية بين تطبيق محلول الإرواء NaOCl 5.25% ومحلول EDTA 17% خلال مراحل التحضير الميكانيكي الكيميائي ثم تطبيق محلول IKI بتركيزَين (2%، 5%) كمحلول إرواء نهائي في حالات معالجة الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة والمترافقة مع آفة حول ذروية في محاولة للإجابة على الأسئلة التالية:

هل يعتبَر تطبيق محلول الإرواء NaOCl 5.25% كافٍ للحصول على تطهير مناسب عند إجراء المعالجة اللبية للأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة والمترافقة مع آفة حول ذروية؟

لذلك يتمثل الهدف الثاني لهذا البحث في تقييم ومقارنة نجاح المعالجة اللبية بعد تطبيق IKI كمحلول إرواء نهائي في حالات معالجة الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة والمترافقة مع آفة حول ذروية بعد ثلاثة أشهر، وبعد ستة أشهر، وبعد سنة واحدة.

الباب الثاني

المواد والطرائق

MATERIALS AND METHODS

2-1- تصميم الدراسة Study Design

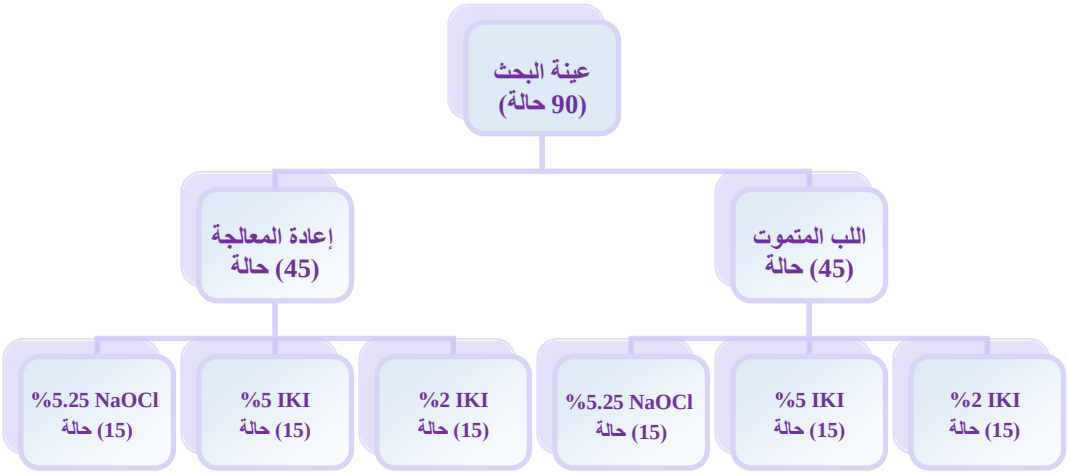
صُممت هذه الدراسة بوصفها دراسة سريرية مضبوطة مُعشاه، وتم اختيار المرضى من المُراجِعين لقسم مداواة الأسنان، في كلية طب الأسنان، في جامعة دمشق. تَهدِف إلى تَحري التأثير المضاد للجراثيم بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي يودين بوتاسيوم يوديد IKIبتركيزين (2%، 5%)، عند معالجة الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج إلى إعادة معالجة والمترافقة مع آفات حول ذروية، ومراقبة هذه الأسنان شعاعياً مدة سنة واحدة لمعرفة تأثير هذه المعالجات في نهج شفاء الآفات حول الذروية.

2-1-1- الموافقة الأخلاقية

أُخِذت الموافقة الأخلاقية لإنجاز هذا البحث من لجنة البحث العلمي والدراسات العليا وسُجلت برقم DN-290122-18 بتاريخ 29/1/2022 في سجلات جامعة دمشق.

2-2- حجم العينة Sample Size

تم تحديد حجم العينة بواسطة برنامج G* Power 3.1.9.4 بناءً على عدد من الدراسات السابقة (Abbaszadegan et al., 2013) (Byström and Sundqvist, 1981) وباعتماد مستوى الدلالة 5% ومجال ثقة 95%. تضمنت عينة البحث 90 سن أمامي مفرد القناة (علوي أو سفلي)، كانت نصف الحالات لأسنان ذات لب متموت والنصف الآخر لأسنان تحتاج إلى إعادة معالجة، وقد قُسمت كل مجموعة رئيسية خلال الإجراءات العلاجية إلى ثلاث مجموعات فرعية وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق (محلول يودين بوتاسيوم يوديد IKI 2%، محلول يودين بوتاسيوم يوديد IKI 5%، دون تطبيق محلول يودين بوتاسيوم يوديد IKI) لتضم كل مجموعة 15 سن (المخطط 2-1).



المخطط (2-1): يمثل تقسيم عينة البحث وفق محلول الإرواء النهائي المُطبق

2-2-1- معايير التضمين Inclusion Criteria

- سن أمامي أو ضاحك.
- وحيد الجذر ووحيد القناة.
- طوله يتراوح وسطياً بين 20-22 مم.
- مكتمل الذروة، مع أقنية مستقيمة أو ذات انحناء بسيط.
- خالٍ من الشذوذات التشريحية.
- بعيد عن المناطق التشريحية الحيوية الهامة كالثقبة الذقنية والقناة السنية السفلية والجيب الفكي.
- بقاء الآفة حول الذروية لأكثر من سنة دون حدوث شفاء أو تطور نحو الشفاء في حالات الأسنان التي خضعت لمعالجة لبية سابقة.
- ألا يكون قطر الآفة حول الذروية شعاعياً أكبر من 5×5 مم.
- ألا تكون الحالات المعالجة مترافقة مع جيوب لثوية بعمق أكبر من 4 مم.
- عدم تناول المريض لأي نوعٍ من أنواع الصادات الحيوية خلال ثلاثة أشهر مضت من تاريخ بدء المعالجة.
- قابل للمعالجة بجلسة واحدة.

2-2-2- معايير الاستبعاد Exclusion Criteria

- المرضى المصابون بأمراض جهازية يمكن أن تؤثر في الشفاء أو التجدد العظمي.
- النساء الحوامل.
- وجود إصابة في الأنسجة الداعمة غير مسيطر عليها.
- وجود اختلاط سابق في حالات إعادة المعالجة (أدوات مكسورة أو انثقابات أو درجة).
- الحالات المترافقة مع نخور واسعة جداً، أو مع كسور في التاج أو الجذر، أو امتصاص داخلي أو خارجي في الجذر، أو غير قابلة للترميم، أو العزل بالحاجز المطاطي.
- وجود وذمة أو نتح قيحي أو ألم شديد عند المريض.
- عدم تعاون المريض أو رفضه المشاركة في البحث.

2-2-3- التعشية والتعمية Randomization and Blinding

قُسم المشاركون عشوائياً بعد تضمينهم ضمن مجموعَتي البحث الأساسيتين إلى ثلاث مجموعات فرعية وفقاً لمحلول الإرواء النهائي، ثم تم تقسيمهم إلى واحدة من ثلاث مجموعاتٍ فرعية ضمن مجموعَتي البحث الأساسيتين (مجموعة الأسنان ذات اللب المتموت ومجموعة الأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة): مجموعة محلول الإرواء النهائي IKI 2% (n=15)، مجموعة محلول الإرواء النهائي IKI 5% (n=15)، مجموعة عدم تطبيق محلول IKI (عينة شاهدة) (n=15).

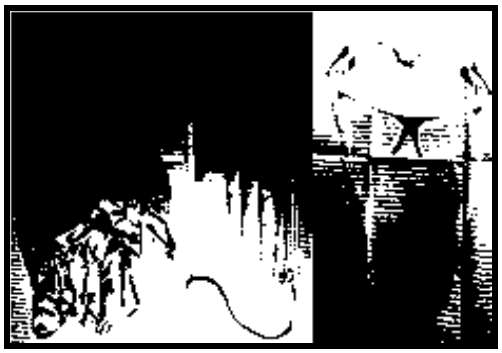
لا يمكن تعمية الطبيب المعالج في هذا البحث، ومع ذلك فإن مقيمي النتائج الذين قيموا انخفاض تعداد المستعمرات الجرثومية ومعالج النتائج الإحصائية لم يتمكنوا من معرفة محلول الإرواء النهائي المطبق.

2-3- مواد وأدوات البحث Research Materials and Tools

2-3-1- المواد والأدوات المستخدمة لإنجاز المرحلة السريرية

Materials and Tools Used to Complete the Clinical Phase

1. أدوات الفحص الطبية السنية: الملقط والمرآة والمسبر.
2. أدوات الحماية الطبية الشخصية: القفازات المطاطية، الكمامة القماشية، قناع حماية الوجه (الشكل 2-1).
3. حاجز مطاطي شركة (DANY SURGICAL, JK Dental Instruments) الباكستانية (الشكل 2-2).



الشكل (2-1): أدوات الحماية الطبية الشخصية

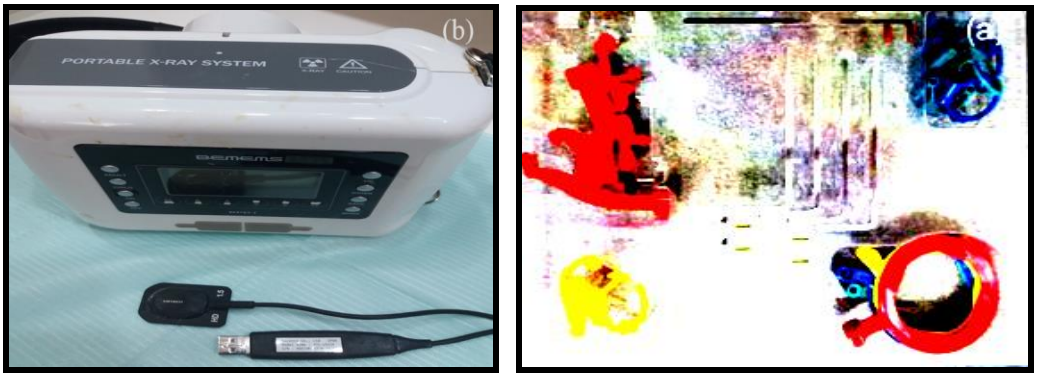
الشكل (2-2): حاجز مطاطي

4. مبارد K-file قياس 10# و15# (Thomas, France) (الشكل 2-3).
5. نظام التحضير الآلي (MTwo, VDW, Germany) (الشكل 2-4).
6. أدوات تكثيف جانبي قياس 20# و25# (Thomas, France).

الشكل (2-3): K–file

الشكل (2-4): نظام MTwo للتحضير الآلي

7. أدوات وأجهزة التشخيص الشعاعي: تتضمن حامل أفلام من شركة Dentsply الأمريكية (الشكل 2-a5) وحساس شعاعي رقمي Digital Sensor من شركة (Vatech) الكورية وجهاز أشعة محمول من شركة (Bemems) الكورية (الشكل 2-b5).



الشكل (2–5): أدوات وأجهزة التشخيص الشعاعي: (a): حامل الأفلام. (b): حساس رقمي مع كاميرا للتصوير الشعاعي

8. قبضة توربين عالية السرعة (Pana Air Σ, NSK, Japan) مع سنابل ماسية كروية وشاقة.

9. قبضة ميكروتور (NSK, Dental Low Speed Hand piece Kit Ex203 CE0197, Japan).

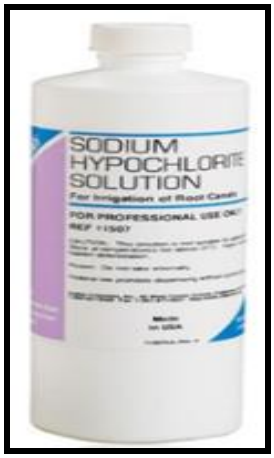
10. محلول ملحي معقم كلور الصوديوم 0.9% (Miamed for Pharmaceutical Industries, Syria).

11. محلول EDTA تركيز 17% إنتاج شركة الفارس السورية (الشكل 2–6).

12. محلول هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl (Sultan Sodium Hypochlorite 5.25%) Dental City لضمان التركيز (الشكل 2–7).

13. أوكسيد الزنك والأوجينول من شركة (Hoffmann´s) الألمانية (الشكل 2–8).

الشكل (2–6): محلول EDTA



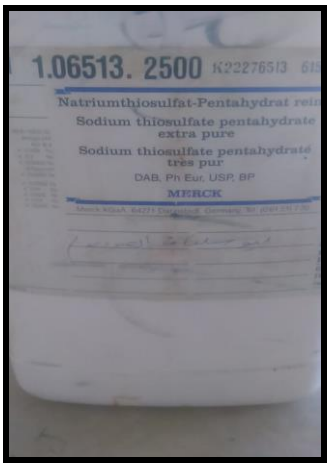
الشكل (2–7): NaOCl 5.25%

الشكل (2–8): أكسيد زنك وأوجينول

14. مسحوق تيوسلفات الصوديوم (Merck, Germany) (الشكل 2–9).

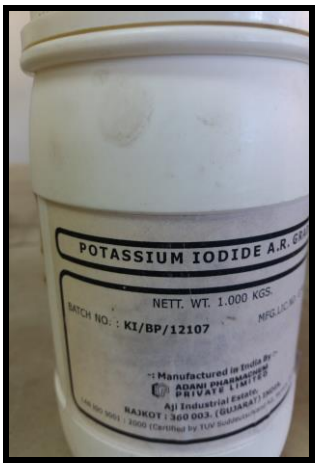
15. يود حر I_2 (Loba Chemie PVT LTD, India) (الشكل 2–10).

16. مسحوق يوديد البوتاسيوم KI (Adani Pharmachem Private Limited, India) (الشكل 2–11).



الشكل (2–9): مسحوق

الشكل (2–10): مسحوق I_2



الشكل (2–11): مسحوق KI

17. حشوة مؤقتة من شركة (Vladmiva) الروسية.

18.أقماع ورقية معقمة من شركة (DiaDent) الكورية لأخذ العينات الجرثومية وتجفيف الأقنية (الشكل 2–12)

19. أقماع كوتابيركا من شركة (Gapadent) الصينية (الشكل 2–13).

الشكل (2–12): أقماع ورقية معقمة

الشكل (2–13): أقماع كوتابيركا

20. اسمنت زجاجي شاردي GIC من شركة (Gold Label) اليابانية.

21. محاقن بلاستيكية معقمة سعة 5 مل ورؤوس إرواء ذات قطر داخلي 27 gauge (الشكل 2–14).

22. كومبوزيت، حمض مخرش، مادة رابطة (Tetric N-Ceram, Ivoclar, Vivadent) (الشكل 2–15).

الشكل (2–14): محاقن بلاستيكية معقمة ورؤوس إرواء

الشكل (2–15): كومبوزيت، حمض مخرش، مادة رابطة

23. جهاز تحضير آلي (Woodpecker, China) (الشكل 2-16).

24. جهاز تحديد ذروة الكتروني (Woodpex III, Woodpecker, China) (الشكل 2-17).

25. موصدة Autoclave (Faro, Italy) (الشكل 2-18).

الشكل (2-16): جهاز تحضير آلي **الشكل (2-17): جهاز تحديد ذروة الكتروني** **الشكل (2-18): الموصدة Autoclave**

2-3-2- المواد والأدوات المستخدمة لإنجاز مرحلة العمل المخبري الجرثومي

Materials and Tools Used to Complete the Bacterial Laboratory Work Phase

1. الوسط الزرعي الجرثومي Culture Media:

استخدم الآغار المغذي Nutrient Agar من إنتاج شركة HiMedia الهندية كوسط زرع جرثومي (الشكل 2-19). يحوي الآغار المغذي: ببتون Peptone 0.5%، مستخرج لحم البقر Beef Extract/Yeast Extract 3%، آغار Agar 1.5%، كلوريد الصوديوم Sodium Chloride 0.5%.

2. الوسط الناقل Transport Media:

تم استخدام ماء الببتون Peppton Water من إنتاج شركة HiMedia الهندية (الشكل 2-20). يحوي ماء الببتون: ببتون Peptone 1%، وكلوريد الصوديوم NaCl 0.5%.

3.الموصدة Autoclave من إنتاج شركة Raypa الإسبانية (الشكل 2-21).

الشكل (2–19): وسط الزرع الجرثومي

الشكل (2–20): الوسط الناقل

الشكل (2–21): الموصدة Autoclave

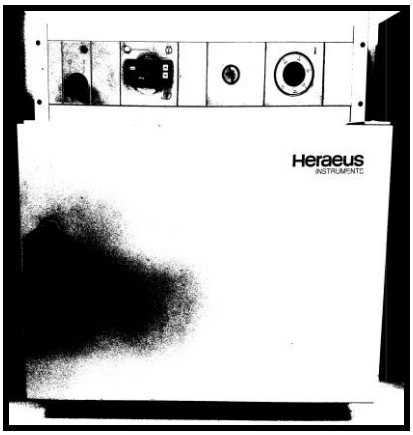
4. دورق زجاجي سعة 100 مل (الشكل 2–22).

5. الرجاج Vortex Mixer من إنتاج شركة Labinco الهولندية (الشكل 2–23).

6. حاضنة الجراثيم Incubator من إنتاج شركة Heraeus الألمانية (الشكل 2–24).

الشكل (2–22): بعض الزجاجيات

الشكل (2–23): الرجاج



الشكل (2–24): الحاضنة Incubator

7. الماصة الميكروية Micropipette (Eppendorf, Germany) (الشكل 2–25).

8. أنابيب إيبندوف Eppendorfs معقمة سعة 1.5 مل.

9. أطباق بيتري Petri Dishes قطر 9 سم (الشكل 2–26).

10. الحجرة الخاصة بالزرع الجرثومي Safety Cabinet.

11. جهاز عد المستعمرات الجرثومية(Funke Gerber Colony Star 8500, Germany)(الشكل 2–27)

12. ميزان الكتروني.

الشكل (2-25): Micropipette & pipette

الشكل (2-26): أطباق بيتري

الشكل (2-27): جهاز عد المستعمرات الجرثومية

2-3-3- تحضير الأوساط والمحاليل المطبقة في البحث
Preparation of Research Media and Solutions

- **تحضير وسط الزرع الجرثومي Preparation of Bacterial Culture Media**

تم تحضير الوسط تبعاً لتعليمات الشركة المصنعة، حيث تم حل 14 غ من مسحوق الآغار المغذي Nutrient Agar في 500 مل من الماء المقطر ضمن قارورة Erlenmeyr الزجاجية، وتم تسخينه مع التحريك المستمر حتى أصبح الوسط رائقاً، ثم عُقم بالموصدة بدرجة حرارة 121°C وضغط 1.5 بار مدة 15 دقيقة.

تمت متابعة العمل في حجرة الزرع الجرثومي العقيمة إلى جانب لهب غاز البوتان (لمنع توضع أبواغ الفطر على سطح طبق الآغار).

تُرك الوسط الناتج حتى يبرد قليلاً، ثم صُب في أطباق بيتري (حوالي 20-25 مل في كل طبق)، وتُرِك حتى يبرد ويتصلب بدرجة حرارة الغرفة، ثم تم تغليف الأطباق بعد وضعها بشكلٍ مقلوب (الآغار المغذي للأعلى والغطاء للأسفل) بورق الألمنيوم وخزنت في البراد بدرجة حرارة 4°م لحين الاستخدام.

- **تحضير الوسط الناقل Preparation of Transport Media**

تم تحضير الوسط الناقل تبعاً لتعليمات الشركة المصنعة، حيث تم حل 7.5 غ من مسحوق ماء الببتون Peptone Water في 500 مل من الماء المقطر ضمن قارورة Erlenmeyr الزجاجية، وتم تسخينه مع التحريك المستمر حتى تمام الانحلال، ثم وُزع ضمن أنابيب إيبندوف Eppendorf بمقدار 1 مل في كل

منها. تم تعقيم الأنابيب باستخدام الموصدة بدرجة حرارة C°121 وضغط 1.5 بار مدة 15 دقيقة، ثم حُفظَت الأنابيب المعبأة في البراد بدرجة حرارة 4°م لحين الاستخدام.

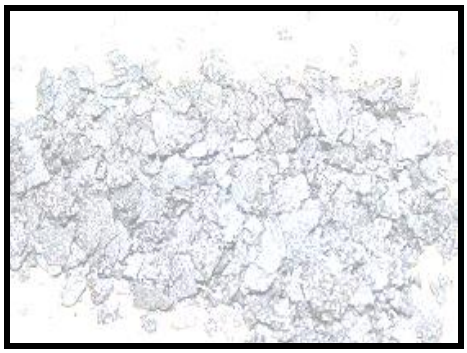
- **تحضير المحاليل المطبقة في البحث Preparation of Research Solutions**

تم تحضير محاليل الإرواء النهائي التي طبقت أثناء العمل السريري كما يلي:

* حُضر محلول يودين بوتاسيوم يوديد IKI 2% بحل 4 غ من مسحوق يوديد البوتاسيوم KI (الشكل 2-31) و2 غ من اليود الحر I_2 (الشكل 2-32) في 94 مل من الماء ثنائي التقطير في حوجلة معايرة، ثم تم ترشيح المحلول الناتج وحفظه في عبوة محكمة الإغلاق ذات لون كهرماني، واستهلك خلال مدة تقل عن شهر.

* تم تحضير محلول يودين بوتاسيوم يوديد IKI 5% بحل 10 غ من مسحوق يوديد البوتاسيوم KI و5 غ من اليود الحر I_2 في 85 مل من الماء ثنائي التقطير في حوجلة معايرة، ثم تم ترشيح المحلول الناتج وحفظه في عبوة محكمة الإغلاق ذات لون كهرماني، واستهلِك خلال مدة تقل عن شهر (Aggarwal et al., 2018).

الشكل (2-31): مسحوق يوديد البوتاسيوم KI



الشكل (2-32): يود حر I_2

2-4- الفحص السابق للمعالجة Preoperative Examination

أُجرِي الفحص السريري بتحري القصة المرضية والشكوى الرئيسية وإجراء التقييم السريري لحالة النسج حول الذروية اعتماداً على اختبارات القرع والجس إضافةً إلى تقييم إمكانية ترميم السن.

كما أُخِذت الصور الشعاعية لتقييم حالة النسج حول الذروية باستخدام حساس رقمي بالاستعانة بحامل الأفلام بتقنية التوازي، بحيث تُظهر الصورة الشعاعية الذروية كامل السن وما يزيد عن 2 مم ذروياً نسبةً لنهاية الجذر دون تراكب أو تشوه، ثم تم قياس أبعاد الآفة الأولية بالميليمتر بأخذ بُعد الآفة بالاتجاهين

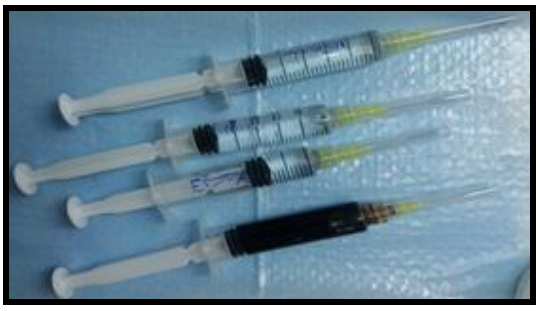
الطولي والعرضي على الصورة، وقُيمت الصور الشعاعية قبل المعالجة من قِبل الباحثة بشكل أولي ومن قِبل مُقيم آخر لاحقاً لتحديد حالة النسج حول الذروية وحجم الآفة وإمكانية ترميم السن بعد المعالجة، وفي حال الخلاف تم إجراء تقييم مشترك للتوصل إلى توافق في الآراء.

بعد الفحص السريري والشعاعي تم انتقاء المرضى الذين يتوافقون مع معايير التضمين واطلاعهم على إجراءات البحث وأهدافه والفوائد والمخاطر المحتملة. وأُخِذ توقيع المريض على بطاقة الموافقة المستنيرة (ملحق 1) عند موافقته على المشاركة في البحث، ودُونت جميع بياناته الشخصية الأساسية والمعلومات المُستخلصة من الفحص السريري والشعاعي ضمن السجل الخاص به (ملحق 2).

2-5- منهج البحث Research Approach

2-5-1- مرحلة العمل السريري Clinical Work Phase

في وقت سابق تم تعقيم جميع أدوات التشخيص السريري وسنابل فتح الحجرة اللبية والأدوات اللبية المستخدمة باستخدام الموصدة قبل الاستخدام بدرجة حرارة C°121 وضغط 1.5 بار مدة 15 دقيقة، كما تم تجهيز السيرنغات بمحاليل الإرواء قبل البدء بالعمل السريري (الشكل 2-33).



الشكل (2-33): محاليل الإرواء جاهزة للتطبيق السريري

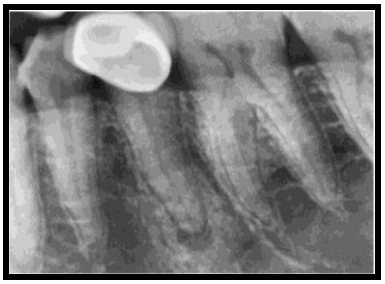
1.أخذ العينة الجرثومية (S1) Bacterial Sampling (S1)

بعد تشخيص الحالة المرضية، تم البدء بالإجراءات السريرية بتحديد الطول العامل بشكلٍ تقريبي (الشكل 2-34) عن طريق الصورة التشخيصية، وقبل تطبيق الحاجز المطاطي تم تنظيف الأسنان من اللويحة الجرثومية (قلح)

والتفريش بواسطة فرشاة ومسحوق الخفان، ثم طُلب من المريض إجراء مضمضة فموية بواسطة أحد أنواع المطهرات الفموية الحاوية على كلور الهكسيدين تركيز 0.12%.

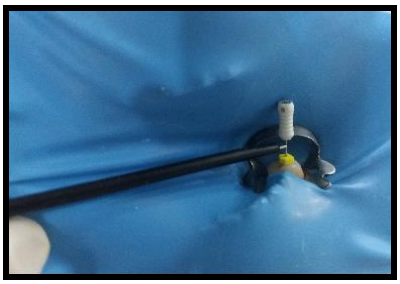
أُزيلت النخور/الترميمات التاجية بواسطة سنابل ماسية معقمة دون النفوذ إلى الحجرة اللبية مع إيقاف الرذاذ المائي لمنع التلوث الجرثومي، واستبدِل بالتبريد المتقطع باستخدام سيرنغ مملوء بالمحلول الملحي المعقم.

تم تنظيف ساحة العمل باستخدام قطنة مبللة بالماء الأوكسجيني 30% بواسطة الملقط ثم بمحلول NaOCl 2.5%. بعد تطبيق الحاجز المطاطي (الشكل 2-35)، تم مسح المشبك والحاجز المطاطي والسن المعالج باستخدام قطنة مبللة بالماء الأوكسجيني 30% ثم بمحلول NaOCl 2.5%، بعدها طبق محلول ثيوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ تركيز 5% بهدف تبديد أثر محلول NaOCl.



الشكل (2-34): الصورة التشخيصية لحالة ذات لب متموت

الشكل (2-35): العزل وتطبيق الحاجز المطاطي

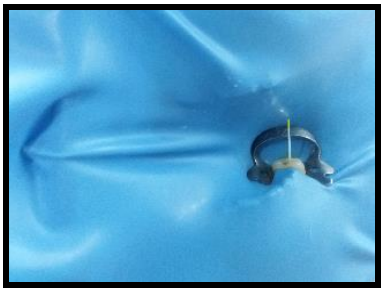


الشكل (2-36): تحديد الطول العامل باستخدام جهاز تحديد الذروة الالكتروني

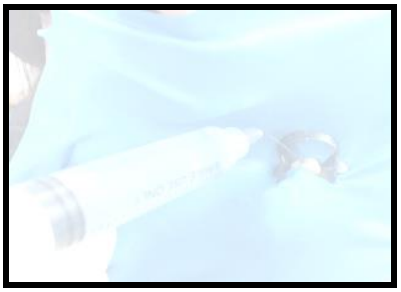
بعد تحضير حفرة الوصول في الأسنان ذات اللب المتموت، تم سبر القناة باستخدام مبرد K-file معقم ذو قياس مناسب للتأكد من نفوذيتها، أما في الأسنان التي تحتاج لإعادة المعالجة، فأُزيلت جميع حشوات الأقنية القديمة بواسطة أدوات يدوية دون تطبيق الكزايلول (أو الكلوروفورم) لتجنب أي تأثير له على الحياة الجرثومية، وحُدد الطول العامل باستخدام جهاز تحديد الذروة الالكتروني ثم شعاعياً (الشكل 2-36).

تم ملء الحجرة اللبية بالمحلول الملحي المعقم، وأُدخل مبرد H-file صغير القياس معقم إلى القناة بما يتوافق مع الطول العامل المحدد لتجنب دفع المحتويات القنيوية إلى المنطقة حول الذروية مع القيام بحركات دخول وخروج ضمن القناة وشحذ لجدرانها بالترتيب (أنسي-دهليزي-وحشي-لساني) مدة دقيقة واحدة.

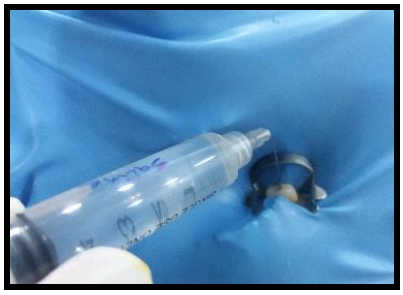
ثم أُدخل قمع ورقي معقم بقياس مناسب بواسطة ملقط معقم لأخذ عينة من القناة الجذرية قبل التحضير حيث وُضِع ضمن القناة قبل الذروة الشعاعية بـ 1 مم (وفق الطول العامل المُحدد) لارتشاف السائل الموجود فيها وما يعلق به من محتويات قنيوية وتُرِك فيها مدة دقيقة واحدة (الشكل 2–37)، ثم نقِل إلى أنبوب إيبندوف معقم يحوي 1 مل من ماء الببتون المُحضر مُسبَقاً في المختبَر.



الشكل (2–37): أخذ العينة الجرثومية (S1)



الشكل (2–38): الإرواء بمحلول %5.25 NaOCl



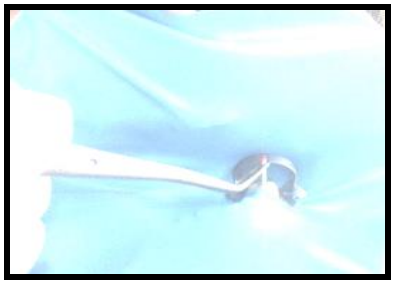
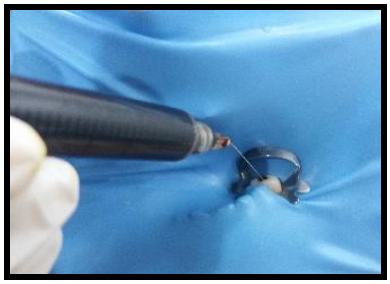
الشكل (2–39): الإرواء بالمحلول الملحي المعقم

2.أخذ العينة الجرثومية (S2) Bacterial Sampling (S2)

حُضرت القناة الجذرية باستخدام نظام التحضير الآلي MTwo وفق البروتوكول الخاص به حتى مبرد يتراوح قياسه بين 25# باستدقاق 6% (06/25) و(04/35)، مع الإرواء بمحلول NaOCl 5.25% بين كل مبرد وآخر (بإجمالي 15 مل للكمية المستخدمة لإرواء القناة الواحدة) بوساطة محقنة بلاستيكية وإبرة ذات قطر داخلي قياس 27 gauge، مع مراعاة عدم حدوث تجاوز ذروي له وذلك بالحقن الخفيف والبطيء ضمن القناة المحضرة، حيث استغرقت عملية التحضير والإرواء بمحلول NaOCl 30 دقيقة (الشكل 2–38).

بعد الانتهاء من تحضير القناة الجذرية، طُبق 2 مل من محلول تيوسلفات الصوديوم 5% متبوعاً بـ 5 مل من المحلول الملحي المعقم (الشكل 2–39).

ثم طُبق 2 مل من محلول EDTA 17% مدة 2 دقيقة (الشكل 2–40)، ثم غُسِلت القناة مرة أخرى بواسطة 5 مل من المحلول الملحي المعقم، وتم أخذ العينة الجرثومية (S2) بواسطة ثلاثة أقماع ورقية بنفس الطريقة السابقة (الشكل 2–41).

الشكل (2–40): الإرواء بمحلول EDTA 17% الشكل (2–41): أخذ العينة الجرثومية (S2) الشكل (2–42): الإرواء بمحلول IKI

تم حشو القناة بواسطة أقماع الكوتابيركا وأوكسيد الزنك والأوجينول بتقنية التكثيف الجانبي البارد في ذات الجلسة لعينات المجموعة الثالثة، وطُبق الترميم النهائي في الجلسة التالية.

3. أخذ العينة الجرثومية (S3) Bacterial Sampling (S3)

بعد أخذ العينة الجرثومية (S2) طُبق 5 مل من محلول IKI 2% في المجموعة الأولى و5 مل من محلول IKI 5% في المجموعة الثانية كمحلول إرواء نهائي بواسطة محقنة وإبرة ذات رأس قياس gauge 27 وسعة 5 مل وحيد الاستخدام وتُرِك 5 دقائق ضمن القناة (الشكل 2–42)، مع الانتباه أثناء الحقن لعدم تجاوز المحلول ذروياً وذلك بالحقن الخفيف والبطيء ضمن القناة المحضرة، ثم طُبق 2 مل من محلول تيوسلفات الصوديوم 5% لتحييد النشاط المضاد للبكتيريا، ثم طُبق 5 مل من المحلول الملحي المعقم، بعدها أُخِذت العينة الجرثومية (S3) بواسطة ثلاثة أقماع ورقية بنفس الطريقة السابقة.

الشكل (2–44): حشوة القناة مع الترميم النهائي

ثم تم حشو الأقنية بواسطة أقماع الكوتابيركا وأوكسيد الزنك والأوجينول بتقنية التكثيف الجانبي البارد خلال ذات الجلسة لعينات المجموعة الأولى والثانية، وطُبق الترميم النهائي في الجلسة التالية (الشكل 2–44).

2-5-2- مرحلة الدراسة الجرثومية Bacterial Study Phase

2-5-2-1- تمديد العينات Samples Dilution

في وقت سابق تم تحضير الأنابيب الخاصة بالتمديد حيث وضِع 0.9 مل من المحلول الملحي المتوازن ضمن أنابيب إيبندوف وعقمت بالصاد الموصد ثم وضِعت في الثلاجة لحين الاستخدام.

بعد نقل الأنابيب الحاوية على ماء الببتون المغذي والعينات إلى مخبر الأحياء الدقيقة تم مزج أنابيب إيبندوف الحاوية على العينات (S1، S2، S3) باستخدام جهاز الرجاج مدة 30 ثانية (الشكل 2-45).

ثم استُكمِلت مراحل العمل ضمن حجرة الزرع الجرثومي العقيمة بجانب لهب غاز البوتان.

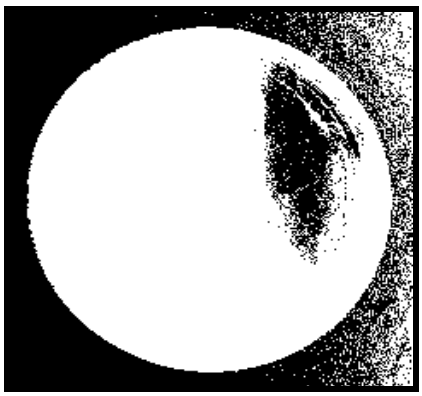
قمنا بإجراء سلسلة من التمديدات العشرية لجميع العينات، وتم التمديد بالطريقة التالية:

- تم سحب 0.1 مل من أنبوب إيبندوف الحاوي على العينة باستخدام الماصة الميكروية. أضيفت الكمية المأخوذة إلى أنبوب التمديد الأول (E1) وتم المزج مدة 30 ثانية باستخدام جهاز الرجاج.
- ثم أُخِذ 0.1 مل من أنبوب التمديد الأول (E1) وأُضِيف إلى أنبوب التمديد الثاني (E2) وتم المزج بشكلٍ جيد باستخدام جهاز الرجاج Vortex Mixer، وبذلك تكون نسبة التمديد (10^{-2}).
- كررت العملية السابقة وتم الحصول على أنبوب التمديد الثالث (E3)، وهكذا ...

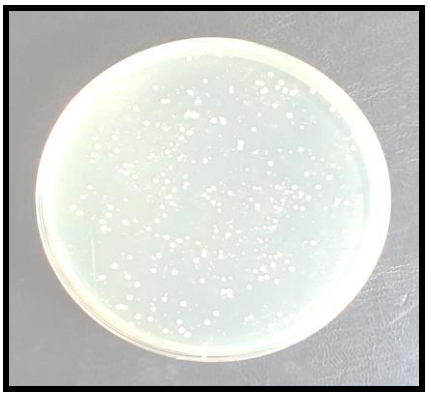
الشكل (2-45): إجراء الحركات الاهتزازية بجهاز الرجاج لأحد الأنابيب

2-5-2-2- الزرع الجرثومي Bacterial Culture

- تم سحب 0.1 مل من أنبوب التمديد الأخير (بما يتوافق مع رقم العينة) باستخدام الماصة الميكروية ووضِعت على طبق الآغار المغذي المحضر مسبَقاً، وفرِشت بشكل جيد باستخدام قضيب زجاجي بشكل حرف L معقم بالتلهيب (الشكل 2-46).
- ترِك الطبق 30 دقيقة تقريباً حتى يتشرب السائل ضمن الآغار، ثم كتِب عليه معلومات العينة (مرحلة أخذ العينة، ورقم الحالة، والمجموعة التابعة لها).
- وضِعت أطباق بيتري بشكل مقلوب ضمن الحاضنة، وترِكت في الحضن مدة 48 ساعة بدرجة حرارة 37°م.



الشكل (2-46): طبق الآغار المغذي بعد الزرع مباشرةً



الشكل (2-47): طبق الآغار المغذي بعد الحضن

قراءة النتائج

بعد انتهاء مدة الحضن الجرثومي (الشكل 2-47)، تم عد الوحدات المشكلة للمستعمرة الجرثومية الموجودة في كل طبق بيتري Colony Forming Units (CFUs) بتقنية العد العيوش Viable Count لجميع العينات المأخوذة من القناة الجذرية (S1، S2، S3) باستخدام جهاز عد المستعمرات الجرثومية، ثم تم حساب العدد الكلي للمستعمرات الجرثومية بناءً على التمديد المستخدَم وفق القانون التالي:

العدد الكلي للمستعمرات الجرثومية (CFU/ml)= عدد المستعمرات النامية على الطبق× مقلوب نسبة التمديد× مقلوب الكمية المأخوذة من العينة.

وتـم حســاب نسبة انخفـاض التعـداد الجرثومــي وفـق القـانـون:

$$\frac{\text{عدد المستعمرات (CFU) على طبق (S1) -عدد المستعمرات (CFU) على طبق (S2)}}{\text{عدد المستعمرات (CFU) على طبق (S1)}} \times 100$$

2-6- معايير التقييم التالي للمعالجة

تمت مراقبة الشفاء من خلال مراجعات دوريـة للمرضى وإجراء فحص سريري وشعاعي للسن المعالج لتقييم نجاح المعالجة بعد ثلاثة أشهر، وبعد ستة أشهر، وبعد سنة واحدة، حيث أُخِذت صورة شعاعية ذروية للمنطقة المدروسة تشمل السن والآفة حول الذروية المحيطة في كل فترة مراقبة بنفس مواصفات الصورة الشعاعيـة الأوليـة من ناحية جرعة الأشعة وزمن التعرض، وتم التركيز على حالة الحشو القنيوي والمنطقة حول الذروية، واعتبر الزمن صفر بعد أسبوع من الحشو القنيوي.

وقد تمت المراقبـة الشعاعيـة من قبل اثنين من المراقبين (البـاحثة والأستـاذ المشرف) كل منهما بشكلٍ مستقل عن الآخر (تطلب الأمر في بعض الحالات القليلة التي اختلِف عليها إجراء تقييم مشترك للتوصل إلى توافق في الآراء). بالاعتماد على نتائج المراقبة السريرية والشعاعية تم تقييم شفاء الآفات حول الذروية لجميع الحالات المدروسة خلال أزمنة المراقبة الثلاثـة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة)، وتم اعتماد دليـل الاحتمــال Reit and Gröndahl, 1988) (PRI) Probability Index):

جدول (2-1) دليل الاحتمال Probability Index (PRI)

نجاح	شفاء غير تام (جزئي)	فشل
- غياب الأعراض والعلامات السريرية والشفوفية الشعاعية. - إمكانيـة وجود حساسية طفيفـة علـى القرع.	- غياب الأعراض والعلامات السريرية بما في ذلك الألم تجاه القرع. - نقصــان فــي حجــم الآفــة حــول الذروية.	- وجود ألم أو تورم أو ناسور بغض النظر عن المظهر الشعاعي للآفة. - ثبات حجم الآفـة حول الذروية أو زيـادة حجمها.

دُونت جميع المعلومات المُستخلَصة من المراقبة السريريـة والشعاعيـة ضمن بطاقة المريض في كل فترة من فترات المتـابعـة.

2-7- التحاليل الإحصائيـة المستخدمـة في البحث

تم الاعتماد على برنامج الحزمة الإحصائية الحاسوبية (SPSS Version 24) في الدراسة الإحصائية التحليلية لبيانات البحث الحالي، واستخدمت الاختبارات الإحصائية الآتية:

1- اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات كل من المتغيرات التالية (قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية، مقدار نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية، درجة الشفاء للآفات حول الذروية) بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق وفقاً للمرحلة المدروسة في مجموعَتي البحث.

2- اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات كل من المتغيرات التالية (قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية، مقدار نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية، درجة الشفاء للآفات حول الذروية) بين كل زوج من المجموعات في مجموعَتي البحث.

3- اختبار للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة الفروق الثنائية في تكرارات كل من المتغيرات التالية (قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية، درجة الشفاء للآفات حول الذروية) وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة في مجموعَتي البحث.

4- اختبار كاي مربع Chi-Square Test لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات حدوث الزرع السلبي في مرحلـة بعد تطبيق محلول الإرواء النهـائي بين مجموعَتي تركيز محلول الإرواء النهـائي المُطبـق IKI (2% و5%) في مجموعَتي البحث.

5- اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاثة المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث.

وقد اعتُمِد في تقدير الفروق الإحصائية على مستوى الدلالة (0.05)، وبالتالي فإن أي قيمة (P-Value) أعلى من مستوى الدلالة (0.05) يُعتَبر الفرق المُشاهَد غير مهم إحصائياً، في حين أن أي قيمة (P-Value) أقل من

مستوى الدلالة (0.05) يُعتَبر الفرق المُشاهَد مهم إحصائياً، وهو فرق حقيقي يمكن عزوه للخاصية المدروسة المختلفة بين طرفي المقارنة في الاختبار الإحصائي المُطبق (أي أنه فرق مهم إحصائياً).

كما استُخدِم التحويل اللوغاريتمي لتعداد الجراثيم قبل القيام بأي إجراء علاجي (S1) وقبل تطبيق الإرواء النهائي (S2) وبعده (S3) وذلك لتبسيط الأرقام وتسهيل العمل الإحصائي.

الباب الثالث

النتائج والدراسة الإحصائية

RESULTS AND STATISTICAL ANALYSIS

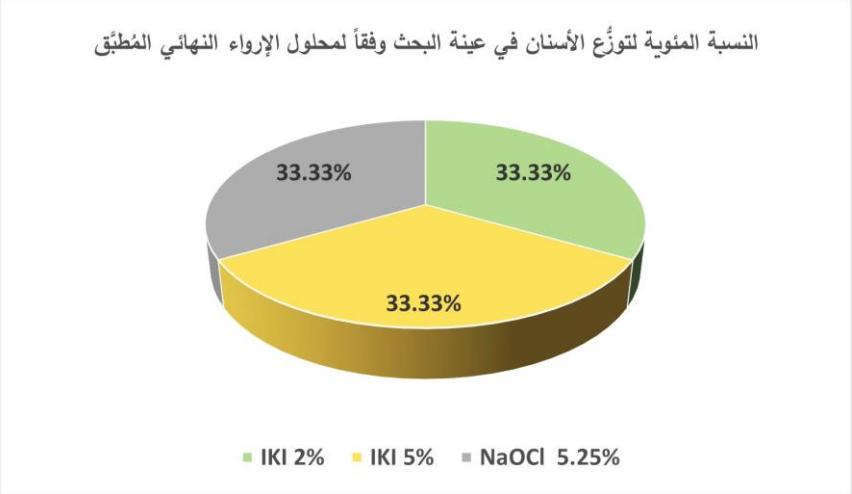
3-1- وصف عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 90 سناً أمامياً مفرد القناة (علوي أو سفلي) مترافقاً مع آفة حول ذروية (< 5×5 مم) لدى 90 مريضاً (39 مريضاً و 51 مريضةً)، تراوحت أعمارهم بين 16-67 عاماً، وكانت نصف الحالات في عينة البحث لأسنان ذات لب متموت والنصف الآخر لأسنان تحتاج لإعادة معالجة، وقد قُسمت كل مجموعة رئيسية إلى ثلاث مجموعات وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق مجموعة محلول IKI 2%، مجموعة محلول IKI 5%، ومجموعة دون تطبيق محلول IKI (عينة شاهدة NaOCl 5.25%). حيث وُزعت العينة وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق وجنس المريض وعمر المريض والمتغيرات الأخرى كما يلي:

3-1-1- توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق:

الجدول (3-1): يُبين توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق

مجموعة البحث		عدد الأسنان	النسبة المئوية
%2 IKI	الأسنان ذات اللب المتموت	15	33.33
	الأسنان التي تحتاج إعادة معالجة	15	
%5 IKI	الأسنان ذات اللب المتموت	15	33.33
	الأسنان التي تحتاج إعادة معالجة	15	
%5.25 NaOCl	الأسنان ذات اللب المتموت	15	33.33
	الأسنان التي تحتاج إعادة معالجة	15	
عينة البحث كاملةً		90	100

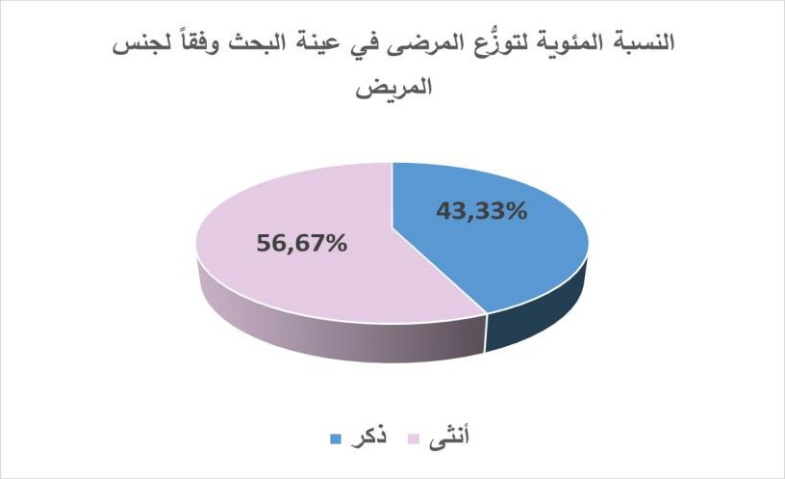


المخطط (3-1): يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق

3-1-2- توزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض:

الجدول (3-2): يُبين توزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض

جنس المريض	عدد المرضى	النسبة المئوية
ذكر	39	43.33
أنثى	51	56.67
المجموع	90	100

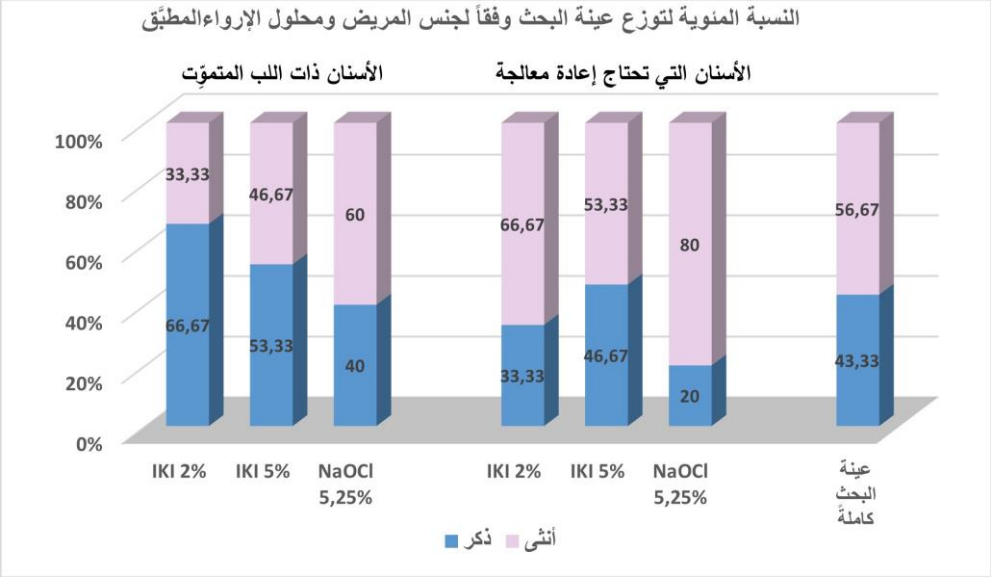


المخطط (3-2): يمثل النسبة المئوية لتوزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض

3-1-3- توزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبق:

الجدول (3-3): يُبين توزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

محلول الإرواء النهائي المُطبق		عدد الأسنان			النسبة المئوية		
		ذكر	أنثى	المجموع	ذكر	أنثى	المجموع
الأسنان ذات اللب المتموت	%2 IKI	10	5	15	66.67	33.33	100
	%5 IKI	8	7	15	53.33	46.67	100
	%5.25 NaOCl	6	9	15	40.00	60.00	100
الأسنان التي تحتاج إعادة معالجة	%2 IKI	5	10	15	33.33	66.67	100
	%5 IKI	7	8	15	46.67	53.33	100
	%5.25 NaOCl	3	12	15	20.00	80.00	100
عينة البحث كاملةً		39	51	90	43.33	56.67	100

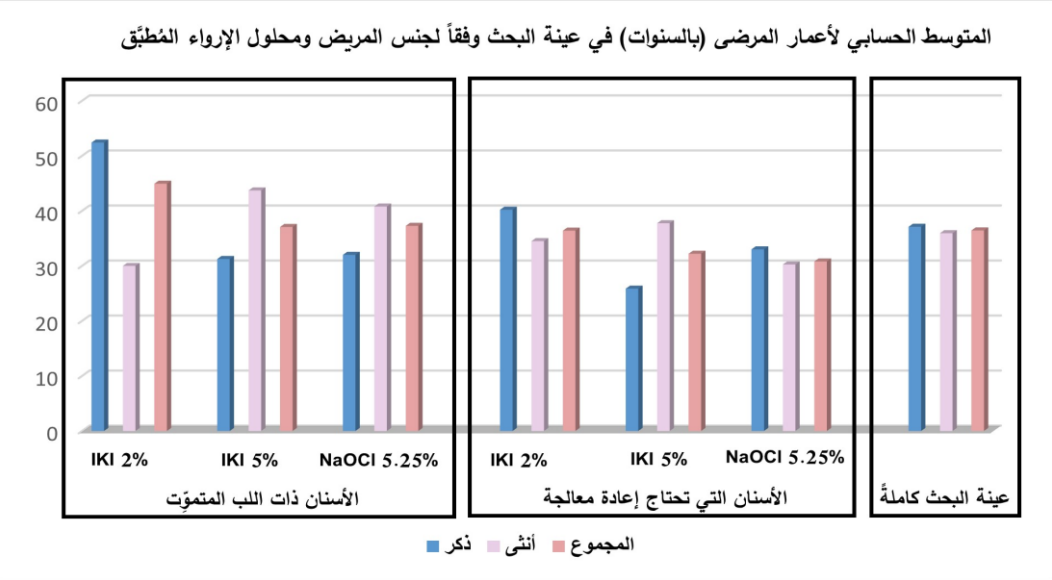


المخطط (3-3): يمثل النسبة المئوية لتوزع المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

3-1-4- المتوسط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبق:

الجدول (3-4): يُبين المقاييس الإحصائية الوصفية لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

المتغير المدروس	محلول الإرواء النهائي المُطبق		جنس المريض	عدد المرضى	أصغر قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
عمر المريض (بالسنوات)	الأسنان ذات اللب المتموت	%2 IKI	ذكر	10	29	67	52.40	16.61
			أنثى	5	28	32	30.00	1.87
			المجموع	15	28	67	44.93	17.26
		%5 IKI	ذكر	8	16	54	31.25	12.54
			أنثى	7	37	54	43.71	6.73
			المجموع	15	16	54	37.07	11.81
		%5.25 NaOCl	ذكر	6	23	43	32.00	10.10
			أنثى	9	32	55	40.78	6.28
			المجموع	15	23	55	37.27	8.88
	الأسنان التي تحتاج إعادة معالجة	%2 IKI	ذكر	5	25	49	40.20	9.12
			أنثى	10	27	47	34.50	6.49
			المجموع	15	25	49	36.40	7.65
		%5 IKI	ذكر	7	21	31	25.86	4.88
			أنثى	8	33	43	37.75	3.15
			المجموع	15	21	43	32.20	7.27
		%5.25 NaOCl	ذكر	3	29	38	33.00	4.58
			أنثى	12	27	33	30.25	2.90
			المجموع	15	27	38	30.80	3.30
	عينة البحث كاملةً		ذكر	39	16	67	37.10	14.65
			أنثى	51	27	55	35.94	6.91
			المجموع	90	16	67	36.44	11.01

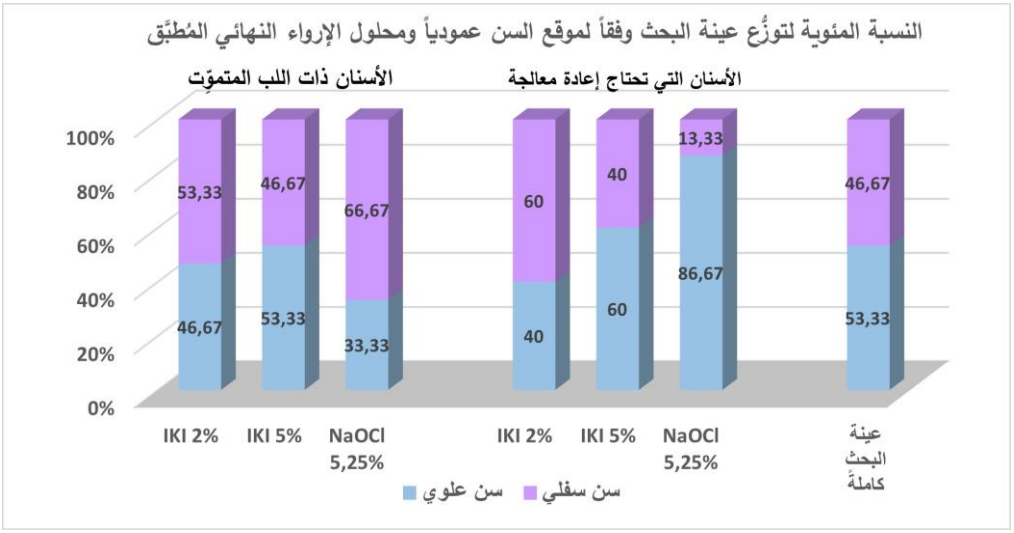


المخطط(3-4): يمثل المتوسط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض ومحلول الإرواء المُطبق

3-1-5 توزع عينة البحث وفقاً لموقع السن عمودياً (علوي/سفلي) ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

الجدول (3-5): يُبين توزع عينة البحث وفقاً لموقع السن عمودياً ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

محلول الإرواء النهائي المُطبق		عدد الأسنان			النسبة المئوية		
		سن علوي	سن سفلي	المجموع	سن علوي	سن سفلي	المجموع
الأسنان ذات اللب المتموت	%2 IKI	7	8	15	46.67	53.33	100
	%5 IKI	8	7	15	53.33	46.67	100
	%5.25 NaOCl	5	10	15	33.33	66.67	100
الأسنان التي تحتاج إعادة معالجة	%2 IKI	6	9	15	40.00	60.00	100
	%5 IKI	9	6	15	60.00	40.00	100
	%5.25 NaOCl	13	2	15	86.67	13.33	100
عينة البحث كاملةً		48	42	90	53.33	46.67	100



المخطط (3-5): يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لموقع السن عمودياً ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

3-2- الدراسة الإحصائية التحليلية:

3-2-1- الدراسة الجرثومية:

تم إحصاء تعداد الوحدات المشكلة للمستعمرة الجرثومية (CFUs) الهوائية، ولتسهيل الوصول إلى النتائج تم اعتماد اللوغاريتم العشري للتعداد في ثلاث مراحل مختلفة أثناء العمل السريري (بعد فتح الحجرة اللبية مباشرةً، قبل تطبيق محلول الإرواء النهائي وبعده) لكل سن من الأسنان المدروسة في كل من مجموعَتي الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة في عينة البحث عند تطبيق محلولي الإرواء (IKI 2%، IKI 5%) وعدم تطبيق محلول IKI (عينة شاهدة)، ثم تم حساب مقدار التغير في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد الوحدات المشكلة للمستعمرة الجرثومية الهوائية في كل من المرحلتين (قبل تطبيق محلول الإرواء النهائي، وبعد تطبيق محلول الإرواء النهائي) لكل سن من الأسنان المدروسة في كل من مجموعَتي البحث.

وتم حساب نسبة التغير في قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية الهوائية في كل من المرحلتين (قبل تطبيق محلول الإرواء النهائي، بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي) لكل سن من الأسنان المدروسة في كل من مجموعَتي الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة في عينة البحث، عند تطبيق محلولي الإرواء (IKI 2%، IKI 5%) وعدم تطبيق محلول IKI (عينة شاهدة).

وقد تم تحديد حدوث الزرع السلبي (عدم وجود نمو جرثومي) في مرحلة قبل وبعد تطبيق محلول الإرواء النهائي لكل سن من الأسنان المدروسة في مجموعَتي البحث (الأسنان ذات اللب المتموت، والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة).

وتمت دراســة تأثير تركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق في قيم كل من المتغيرات المدروســة المتعلقة باللوغاريتم العشـري لتعداد المسـتعمرات الجرثومية، وفي تكرارات حدوث الزرع السـلبي، كما تمت دراسـة تأثير المرحلة المدروســة في قيم اللوغاريتم العشــري لتعداد المســتعمرات الجرثومية وفقاً لتركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث (الأسنان ذات اللب المتموت، والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة). ثم تمت دراسة تأثير المجموعة المدروسة والفترة الزمنية المدروسة وجنس المريض وموقع السن عمودياً في تكرارات درجة الشفاء.

وكانت نتائج التحليل كما يلي:

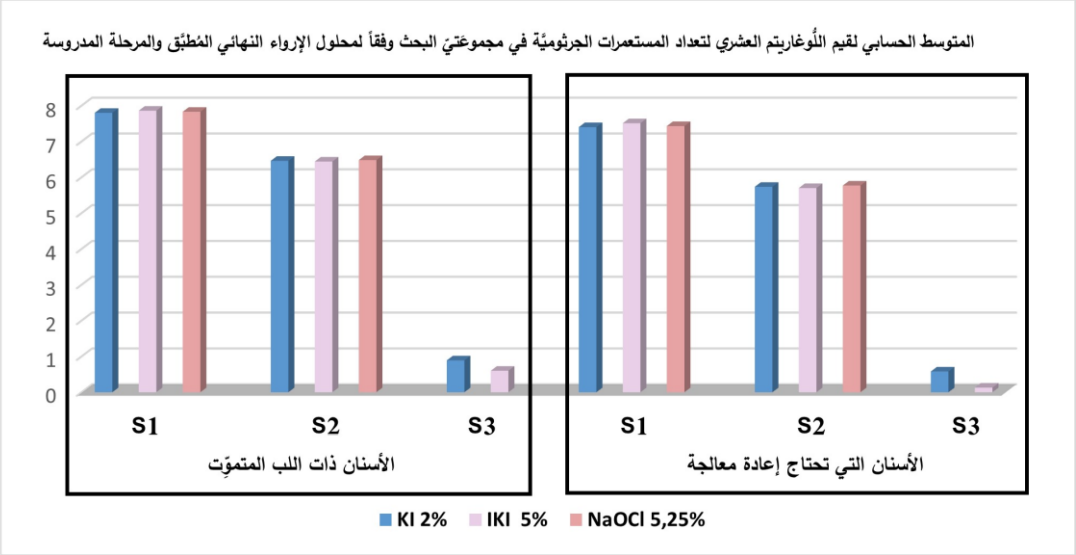
3-2-1-1- دراسة قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في عينة البحث:

➢ الإحصــاء الوصــفي لقيم اللوغاريتم العشــري لتعداد المســتعمرات الجرثومية وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة:

أُجرِيت الإحصاءات الوصفية لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد فتح الحجرة اللبية مباشــرةً (S1) وقبل تطبيق محلول الإرواء النهائي (S2) وبعده (S3) لكل مجموعة من مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق (IKI 2%، IKI 5%) وعدم تطبيق محلول IKI (عينة شــاهدة) في مجموعتي البحث (مجموعة الأســنان ذات اللب المتموت والأســنان التي تحتاج لإعادة معالجة)، والتي تضمنت المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والقيم العليَا والقيم الدنيَا، وكانت النتائج كما يلي:

الجدول (3-6): يُبين المقاييس الإحصائية الوصفية لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة

مجموعة اللب المتموت						مجموعة إعادة المعالجة					
المرحلة المدروسة	محلول الإرواء المُطبق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أصغر قيمة	أكبر قيمة	المرحلة المدروسة	محلول الإرواء المُطبق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أصغر قيمة	أكبر قيمة
S1	%2 IKI	7,80	0,32	7,11	8,24	S1	%2 IKI	7.40	0.24	7.03	7.98
	%5 IKI	7,96	0,36	7,18	8,36		%5 IKI	7,51	0,38	6,85	7,97
	%5.25 NaOCl	7,83	0,32	7,23	8,23		%5.25 NaOCl	7,43	0,28	7,15	7,96
S2	%2 IKI	6,46	0,35	5,90	6,95	S2	%2 IKI	5.74	0,43	4.78	6.24
	%5 IKI	6,44	0,56	5,48	7,15		%5 IKI	5,70	0,40	5.00	6,30
	%5.25 NaOCl	6,48	0,33	5,95	6,95		%5.25 NaOCl	5.77	0.14	5.43	5.95
S3	%2 IKI	0,89	0,53	0.00	1,30	S3	%2 IKI	0,58	0,40	0.00	1,15
	%5 IKI	0,60	0,35	0.00	1,15		%5 IKI	0,13	0,17	0.00	0,48



المخطط (3-6): يمثل المتوسط الحسابي لقيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة

➢ دراســـة تأثير محلول الإرواء النهائي المُطبق في قيم اللوغاريتم العشـــري لتعداد المســـتعمرات الجرثومية وفقاً للمرحلة المدروسة في مجموعَتي البحث:

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراســة دلالة الفروق في متوســط قيم اللوغاريتم العشــري لتعداد المســتعمرات الجرثومية بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المدروســة (IKI 2%، IKI 5%) وعدم تطبيق محــلول IKI (عينـــة شــاهدة) قبــل القيــام بــأي إجــراء عــلاجي (S1)، وقبل تطبيق محلول الإرواء النهائي (S2). واختبار Mann-Whitney U لدراســـة دلالة الفروق الثنائية بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المدروســة (IKI 2%، IKI 5%) بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي (S3) في مجموعَتي البحث وكانت النتائج كما يلي:

الجدول (3-7): يُبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق بعد مرحلة العمل (S1) و(S2) ونتائج اختبار Mann-Whitney U بعد مرحلة العمل (S3) في مجموعَتي البحث

مجموعة اللب المتموت					مجموعة إعادة المعالجة				
المتغير المدروس	المرحلة المدروسة	قيمة χ^2 أو U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق	المتغير المدروس	المرحلة المدروسة	قيمة χ^2 أو U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية	S1	χ^2 2.492	0.2877	لا توجد فروق دالة	متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية	S1	χ^2 1.026	0.5986	لا توجد فروق دالة
	S2	χ^2 0.114	0.9446	لا توجد فروق دالة		S2	χ^2 1.347	0.5099	لا توجد فروق دالة
	S3	U 61.50	0.0328	توجد فروق دالة		S3	U 42.00	0.0017	توجد فروق دالة

χ^2 قيمة كاي مربع الموافقة لاختبار Kruskal-Wallis

U قيمة U الموافقة لاختبار Mann-Whitney U

يُبين الجدول أعلاه أن قيمة مســتوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 بعد فتح الحجرة اللبية مباشــرة (S1) وقبــل تطبيـــق محــلول الإرواء النهـــائي (S2) في مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق وفـــي

مجموعَتي البحث، أي أنــه عنـد مسـتوى الثقـة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائياً في متوسط قيم اللوغاريتم العشـري لتعداد المسـتعمرات الجرثوميـة فـي مرحلـة العمل بـعد فتح الحجرة اللبيـة مبـاشرةً (S1)، وفي مرحلـة العمـل قبـل تطبيق محلول الإرواء النهـائي (S2) بين مجموعـات محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث.

كما يُلاحظ أن قيمة مسـتوى الدلالة أصـغر من القيمة 0.05 عند مقارنة قيم اللوغاريتم العشـري لتعداد المسـتعمرات الجرثومية في مرحلة العمل (S3) بين كل من مجموعة محلول الإرواء النهائي IKI 5% ومجموعة محلول الإرواء النهائي IKI 2% في مجموعتي البحث، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصـائياً في متوسـط قيم اللوغاريتم العشـري لتعداد المسـتعمرات الجرثومية بين كل من مجموعـة محـــلول IKI 5% ومجموعـة محـلول IKI 2% وفق المرحلـة المدروسـة فـي مجموعتي البحث، وبما أن الإشـارة الجبرية للفروق بين المتوسـطات موجبة نستنتج أن قيم اللوغاريتم العشـري لتعداد المستعمرات الجرثومية قبل تطبيق محلول الإرواء النهائي في كل من مجموعة محلول الإرواء IKI 5% ومجموعة محلول الإرواء IKI 2% في مرحلة العمل (S2) كانت أكبر منها بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي في مرحلة العمل (S3) على حدة في مجموعَتي البحث.

- **دراســـة تأثير التحضـــير القنيوي ومحلول الإرواء المُطبق في قيم اللوغاريتم العشـــري لتعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث:**

تم إجراء اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشـارة الجبرية لدراسـة دلالة الفروق الثنائية في متوسـط قيم اللوغاريتم العشـري لتعداد المسـتعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاثة المدروسـة (S1 وS2 وS3) عند تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI 2% وIKI 5%، وبين مرحلَتي العمل (S1 وS2) عند عدم تطبيق محلول IKI (عينة شاهدة) في مجموعَتي البحث كما يلي:

الجدول (3-8): يُبين نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعَتي البحث بين مراحل العمل وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق

مجموعة اللب المتموت					مجموعة إعادة المعالجة				
محلول الإرواء النهائي المُطبق	مقارنة القيم بين المرحلتين	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق	محلول الإرواء النهائي المُطبق	مقارنة القيم بين المرحلتين	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
%2 IKI	S1-S2	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة	%2 IKI	S1-S2	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
	S2-S3	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة		S2-S3	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
%5 IKI	S1-S2	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة	%5 IKI	S1-S2	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
	S2-S3	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة		S2-S3	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
NaOCl %5.25	S1-S2	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة	NaOCl %5.25	S1-S2	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند مقارنة قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل المعنية (بعد فتح الحجرة اللبية مباشرة وقبل الإرواء النهائي) و(قبل الإرواء النهائي وبعده) في مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث، وعند مقارنة قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بين المرحلتين (بعد فتح الحجرة اللبية مباشرة، قبل الإرواء النهائي) و(قبل الإرواء النهائي وبعده) في كل من مجموعة محلول الإرواء النهائي المُطبق (IKI 2%، IKI 5%) في مجموعَتي البحث، نجد إنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائياً في متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية وفق مرحلة العمل الموافقة لمحلول الإرواء النهائي المُطبق في كل من مجموعَتي البحث، نستنتج أن قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية قبل الإرواء النهائي كانت أصغر منها بعد فتح الحجرة اللبية مباشرةً مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث، وأن قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي كانت أصغر منها قبل تطبيقه في كل من مجموعة محلول الإرواء النهائي (IKI 2%، IKI5%) في مجموعَتي البحث، أي أننا نلاحظ انخفاض قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية ضمن كل مجموعة من مجموعات البحث بين مرحلتي العمل الموافقة لمحلول الإرواء النهائي المُطبق.

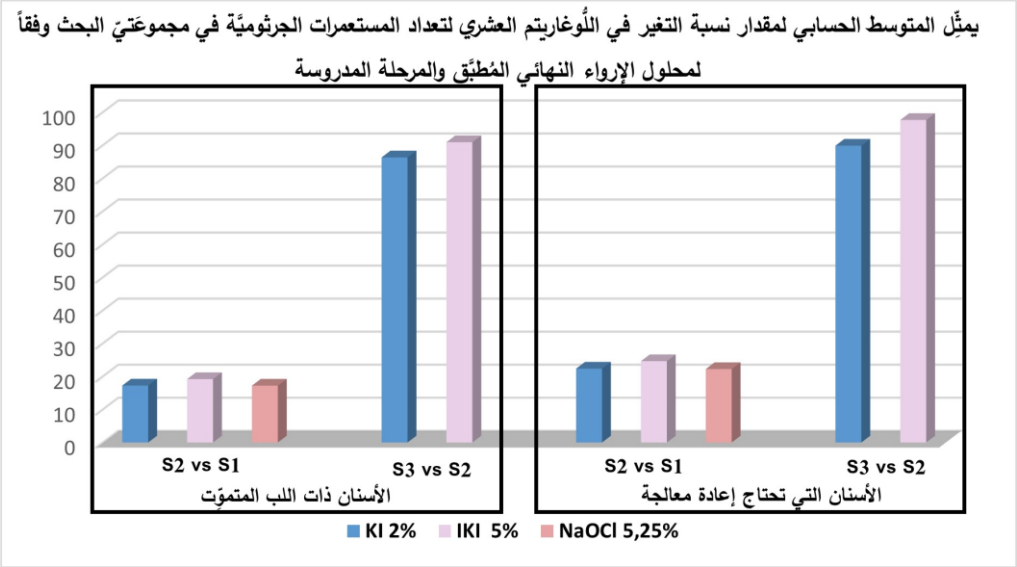
3-2-1-2- دراسة مقدار نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية:

➢ الإحصاء الوصفي لمقدار نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة:

أُجرِيت الإحصاءات الوصفية لمقدار نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد فتح الحجرة اللبية مباشرةً (S1) وقبل تطبيق محلول الإرواء النهائي (S2) وبعده (S3) لكل مجموعة من مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق (IKI 2%، IKI 5%) وعدم تطبيق محلول IKI (عينة شاهدة) في مجموعتي البحث (مجموعة الأسنان ذات اللب المتموت ومجموعة الأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة)، والتي تضمنت المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والقيم العليَا والدنيَا، وكانت النتائج كالآتي:

الجدول (3-9): يُبين المقاييس الإحصائية الوصفية لمقدار نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة

مجموعة اللب المتموت						مجموعة إعادة المعالجة					
المرحلة المدروسة	محلول الإرواء النهائي المُطبق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أصغر قيمة	أكبر قيمة	المرحلة المدروسة	محلول الإرواء النهائي المُطبق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أصغر قيمة	أكبر قيمة
S2 مقارنةً مع S1	%2 IKI	17.24	2.41	14.41	23.06	S2 مقارنةً مع S1	%2 IKI	22.36	6.76	15.25	33.42
	%5 IKI	19.19	4.96	14.09	28.98		%5 IKI	24.62	4.59	17.67	35.53
	NaOCl %5.25	17.21	1.81	14.94	21.07		NaOCl %5.25	22.23	2.97	18.06	26.14
S3 مقارنةً مع S2	%2 IKI	86.66	8.58	78.97	100.0	S3 مقارنةً مع S2	%2 IKI	89.87	6.98	80.03	100.0
	%5 IKI	92.58	6.75	83.21	100.0		%5 IKI	97.65	3.10	91.48	100.0



المخطط (3-7): يمثل المتوسط الحسابي لمقدار نسبة التغير في اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة

3-2-1-3- دراسة حدوث الزرع السلبي:

➢ نتائج مراقبة حدوث الزرع السلبي بعد انتهاء مرحلة التحضير القنيوي في مجموعَتي البحث:

الجدول (3-11): يُبين نتائج مراقبة حدوث الزرع السلبي بعد انتهاء مرحلة التحضير القنيوي في مجموعَتي البحث

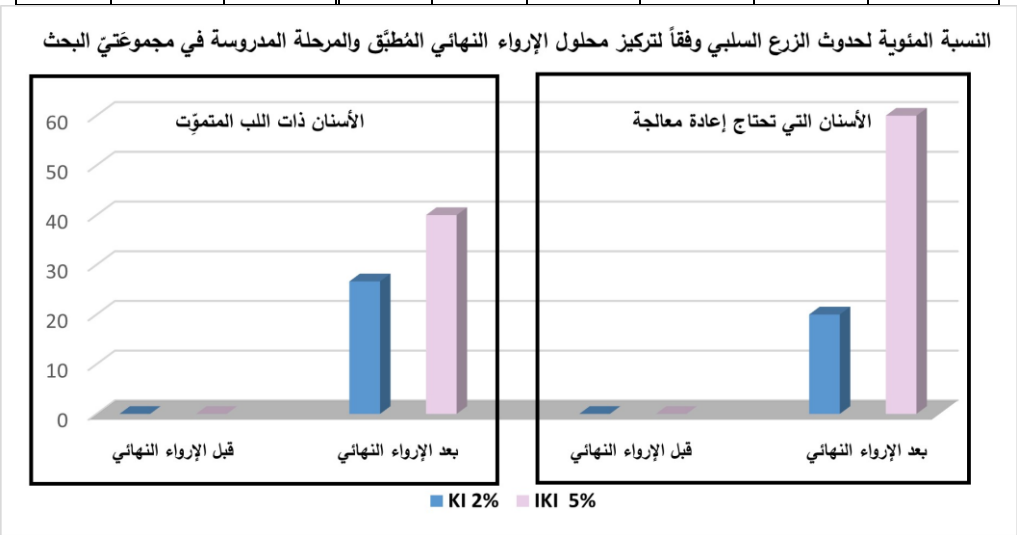
مجموعة البحث	عدد الأسنان			النسبة المئوية		
	زرع إيجابي	زرع سلبي	المجموع	زرع إيجابي	زرع سلبي	المجموع
مجموعة اللب المتموت	100	0	45	100	0	100
مجموعة إعادة المعالجة	100	0	45	100	0	100

يُبين الجدول أعلاه أنه لا يوجد زرع سلبي في مجموعَتي البحث (مجموعة الأسنان ذات اللب المتموت ومجموعة الأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة) بعد انتهاء مرحلة التحضير القنيوي، وبالتالي نستنتج أنه من الناحية الإحصائية لم يحدث زرع سلبي للمستعمرات الجرثومية بعد انتهاء مرحلة التحضير القنيوي في مجموعَتي البحث.

➢ **نتائج مراقبة حدوث الزرع السـلبي للمسـتعمرات الجرثومية وفقاً لتركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة في مجموعَتي البحث:**

الجدول (3-12): يُبين نتائج مراقبة حدوث الزرع السلبي وفقاً لتركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة في مجموعَتي البحث

مجموعة البحث	المرحلة المدروسة	محلول الإرواء النهائي المُطبق	عدد الأسنان			النسبة المئوية		
			لم يحدث زرع سلبي	حدث زرع سلبي	المجموع	لم يحدث زرع سلبي	حدث زرع سلبي	المجموع
مجموعة اللب المتموت	قبل الإرواء النهائي	IKI 2%	15	0	15	100.00	0.00	100
		IKI 5%	15	0	15	100.00	0.00	100
	بعد الإرواء النهائي	IKI 2%	11	4	15	73.33	26.66	100
		IKI 5%	9	6	15	60.00	40.00	100
مجموعة إعادة المعالجة	قبل الإرواء النهائي	IKI 2%	15	0	15	100.00	0.00	100
		IKI 5%	15	0	15	100.00	0.00	100
	بعد الإرواء النهائي	IKI 2%	12	3	15	80.00	20.00	100
		IKI 5%	6	9	15	40.00	60.00	100



المخطط (3-8): يمثل النسبة المئوية لحدوث الزرع السلبي وفقاً لتركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق والمرحلة المدروسة في مجموعَتي البحث

➢ **دراسـة تأثير تركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق في حدوث الزرع السـلبي في مجموعَتي البحث وفقاً للمرحلة المدروسة:**

أُجرِي اختبار كاي مربع لدراسـة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات حدوث الزرع السـلبي في مرحلة بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي بين مجموعَتي تركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق IKI (2% و5%) في مجموعَتي البحث كما يلي:

الجدول (3-13): يُبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط تكرارات حدوث الزرع السلبي بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي بين مجموعات تركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق IKI في مجموعَتي البحث

المرحلة المدروسة	مجموعة البحث	محلول الإرواء (1)	محلول الإرواء (2)	عدد الأسنان	قيمة χ^2	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI	مجموعة اللب المتموت	%2 IKI	%5 IKI	30	0.6	1	0.4386	لا توجد فروق دالة
	مجموعة إعادة المعالجة	%2 IKI	%5 IKI	30	5.00	1	0.0253	توجد فروق دالة

يُبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في تكرارات حدوث الزرع السلبي بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI بين كل من مجموعة محلول IKI 2% ومجموعة محلول IKI 5% في مجموعة إعادة المعالجة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائياً في تكرارات حدوث الزرع السلبي بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI بين مجموعات تركيز محلول الإرواء النهائي المُطبق IKI (2% و5%) في مجموعة إعادة المعالجة، يُلاحظ أن نسبة حدوث الزرع السلبي في مجموعة محلول الإرواء النهائي المُطبق IKI 2% كانت أصغر منها في مجموعة محلول IKI 5% في مجموعة إعادة المعالجة.

أما بالنسبة للمقارنات الثنائية المدروسة في مجموعة اللب المتموت فلُوحِظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات حدوث الزرع السلبي بين مجموعة محلول الإرواء النهائي IKI 2%، ومجموعة محلول الإرواء النهائي محلول IKI 5% في مجموعة اللب المتموت.

خلاصة نتائج الدراسة الجرثومية:

1- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائياً في متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد فتح الحجرة اللبية مباشرةً (S1)، وقبل تطبيق محلول الإرواء النهائي (S2) بين مجموعات محلول الإرواء النهائي الثلاثة المدروسة في مجموعَتي البحث (مجموعة الأسنان ذات اللب المتموت، ومجموعة الأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة).

2- خفض التحضير الميكانيكي للأقنية الجذرية مع الإرواء بمحلول NaOCl 5.25% متوسط تعداد المستعمرات الجرثومية بعد انتهاء مرحلة التحضير القنيوي مقارنةً مع مرحلة بعد فتح الحجرة اللبية

مباشرةً (S2، S1) بنسبٍ متقاربةٍ إحصائياً بين مجموعات محلول الإرواء النهائي الثلاثة المدروسة في مجموعَتي البحث، دون حدوث الزرع السلبي.

3- توجد فروق ذات دلالة إحصائياً في متوسط قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية قبل وبعد تطبيق محلول الإرواء النهائي في كل من مجموعَتي محلول الإرواء (IKI 2%، IKI 5%) في مجموعَتي البحث، حيث كانت قيم اللوغاريتم العشري لتعداد المستعمرات الجرثومية بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي أصغر منها قبل تطبيقه في كل من مجموعَتي محلول الإرواء (IKI 2%، IKI 5%) على حدة في مجموعَتي البحث.

4- بلغت النسبة المئوية لخفض تعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعة اللب المتموت بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI 2% (86.66%)، بينما كانت بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI 5% (92.58%)، مع وجود فروق ذات دلالة إحصائياً.

5- بلغت النسبة المئوية لخفض تعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعة إعادة المعالجة بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI 2% (89.87%)، بينما كانت بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI 5% (97.65%)، مع وجود فروق ذات دلالة إحصائياً.

6- كانت نسبة حدوث الزرع السلبي بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي في مجموعة محلول IKI 2% (26.66%) أصغر من مجموعة محلول IKI 5% (40%) في مجموعة اللب المتموت، لكن دون وجود فروق ذات دلالة إحصائياً.

7- كانت نسبة حدوث الزرع السلبي بعد تطبيق محلول الإرواء النهائي في مجموعة محلول IKI 2% (20%) أصغر من مجموعة محلول IKI 5% (60%) في مجموعة إعادة المعالجة، مع وجود فروق ذات دلالة إحصائياً.

من حدود دراستنا والنتائج التي حصلنا عليها يمكن القول كخلاصة أن تركيز هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% حسن من تطهير القناة الجذرية دون الحصول على الزرع السلبي. أما بالنسبة لمحلول الإرواء النهائي IKI فكان تركيز 5% الأفضل في إنقاص تعداد المستعمرات الجرثومية وبفروق دالة إحصائياً مقارنةً مع التركيز 2%.

3-2-2- الدراسة السريرية الشعاعية:

تمت مراقبة درجة الشـفاء في ثلاث فترات زمنية مختلفة (بعد ثلاثة أشـهر، بعد سـتة أشـهر، بعد سـنة واحدة) لكل سن من الأسنان للمرضـى الذين أمكن متابعتهم في مجموعَتي البحث، وتم إعطاء كل درجة من درجات الشفاء قيمة متزايدة تصاعدياً وفقاً لدرجة الشفاء كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول (3-15): يُبين الدرجات المعتمدة للشفاء في مجموعَتي البحث والقيمة الموافقة المُعطاة لكل درجة

درجة الشفاء	القيمة الموافقة المعطاة
فشل	0
في طور الشفاء	1
شفاء تام	2

ثم تمت دراسـة تأثير المجموعة المدروسـة ومحلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية وجنس المريض وعمر المريض وموقع السن عمودياً (علوي/ سفلي) في تكرارات درجة الشفاء.

➢ دراسـة تأثير محلول الإرواء النهائي المُطبق في درجة الشـفاء وفقاً للفترة الزمنية المدروسـة في مجموعَتي البحث:

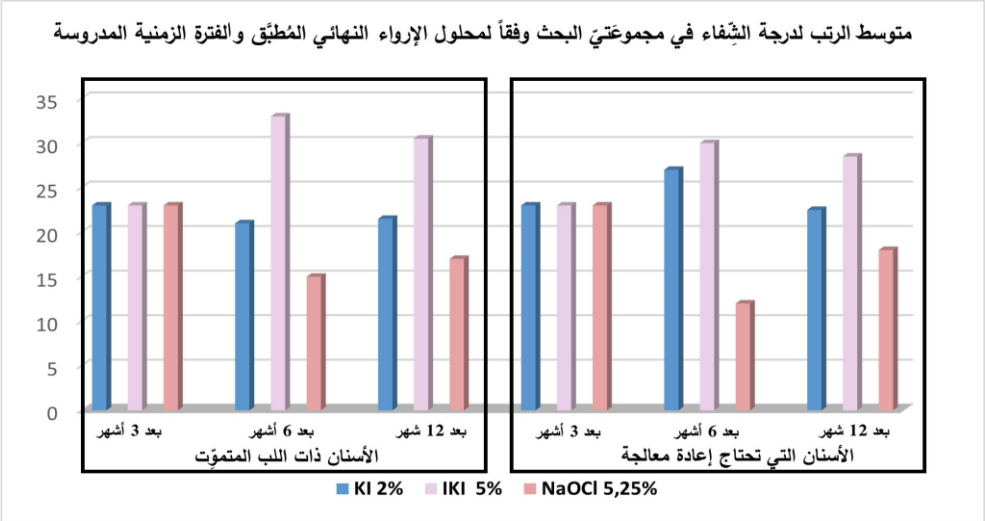
أُجري اختبار Kruskal-Wallis لدراسـة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشـفاء بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق (IKI 2%، IKI 5%) وعدم تطبيق محلول IKI (عينة شـاهدة) في مجموعَتي البحث (مجموعة اللب المتموت، مجموعة إعادة المعالجة) وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

- إحصاءات الرتب:

الجدول (3-17): يُبين متوسط الرتب لدرجة الشفاء في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي والفترة الزمنية المدروسة

مجموعة البحث	الفترة الزمنية المدروسة	محلول الإرواء النهائي المُطبق	عدد الأسنان	متوسط الرتب
مجموعة اللب المتموت	بعد ثلاثة أشهر	%5.25 NaOCl	15	23.00
		%2 IKI	15	23.00
		%5 IKI	15	23.00
	بعد ستة أشهر	%5.25 NaOCl	15	15.00
		%2 IKI	15	21.00
		%5 IKI	15	33.00
	بعد سنة واحدة	%5.25 NaOCl	15	17.00
		%2 IKI	15	21.50
		%5 IKI	15	30.50
مجموعة إعادة المعالجة	بعد ثلاثة أشهر	%5.25 NaOCl	15	23.00
		%2 IKI	15	23.00
		%5 IKI	15	23.00

	بعد ستة أشهر	%5.25 NaOCl	15	12.00
		%2 IKI	15	27.00
		%5 IKI	15	30.00
	بعد سنة واحدة	%5.25 NaOCl	15	18.00
		%2 IKI	15	22.50
		%5 IKI	15	28.50



المخطط (3-10): يمثل متوسط الرتب لدرجة الشفاء في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي والفترة الزمنية المدروسة

- نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

الجدول (3-18): يُبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

مجموعة البحث	الفترة الزمنية المدروسة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة اللب المتموت	بعد ثلاثة أشهر	00.00	2	1.000	لا توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر	21.24	2	<0.0001	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة	12.32	2	0.0021	توجد فروق دالة
مجموعة إعادة المعالجة	بعد ثلاثة أشهر	00.00	2	1.000	لا توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر	21.57	2	<0.0001	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة	8.71	2	0.0129	توجد فروق دالة

يُبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 بعد ثلاثة أشهر من المعالجة في مجموعَتي البحث، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق (IKI 2%، IKI 5%) وعدم تطبيق محلول IKI (عينة شاهدة) بعد ثلاثة أشهر من المعالجة في مجموعَتي البحث.

أما بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة من المعالجة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة بين اثنتين على الأقل من مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث، ولمعرفة أي من مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق اختلفت جوهرياً عن الأخرى في تكرارات درجة الشفاء بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة تم إجراء المقارنة الثنائية باختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة الشفاء بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة بين كل زوج من مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث وكانت النتائج كما يلي:

الجدول (3-19): يُبين نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة

مجموعة البحث	الفترة الزمنية المدروسة	محلول الإرواء النهائي المُطبق 1	محلول الإرواء النهائي المُطبق 2	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة اللب المتموت	بعد ستة أشهر	%5.25 NaOCl	%2 IKI	60.0	0.0253	توجد فروق دالة
			%5 IKI	22.5	<0.0001	توجد فروق دالة
		%5 IKI	%2 IKI	52.5	0.0092	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة	%5.25 NaOCl	%2 IKI	60.0	0.0253	توجد فروق دالة
			%5 IKI	45.0	0.0007	توجد فروق دالة
		%5 IKI	%2 IKI	67.5	0.0169	توجد فروق دالة
مجموعة إعادة المعالجة	بعد ستة أشهر	%5.25 NaOCl	%2 IKI	37.5	0.0002	توجد فروق دالة
			%5 IKI	22.5	<0.0001	توجد فروق دالة
		%5 IKI	%2 IKI	67.5	0.0169	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة	%5.25 NaOCl	%2 IKI	60.0	0.0253	توجد فروق دالة
			%5 IKI	60.0	0.0063	توجد فروق دالة
		%5 IKI	%2 IKI	67.5	0.0169	توجد فروق دالة

يُبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند مقارنة تكرارات درجة الشفاء بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المطبق في مجموعَتي البحث، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة بين مجموعات محلول الإرواء النهائي المطبق في مجموعَتي البحث، نستنتج أن درجة الشفاء بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة في مجموعة محلول الإرواء IKI 5% كانت أعلى منها في كل من مجموعَتي محلول الإرواء IKI 2% والعينة الشاهدة على حدة في مجموعَتي البحث.

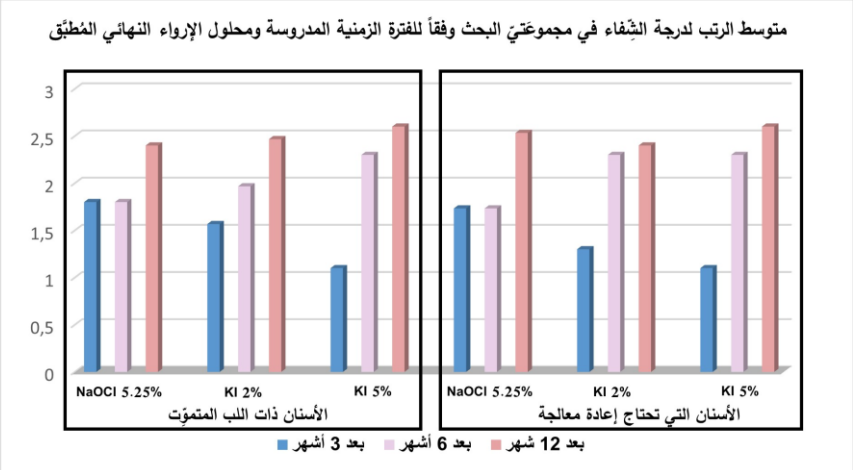
➢ **دراســة تأثير الفترة الزمنية المدروســة في درجة الشــفاء وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث:**

تم إجراء اختبار Friedman لدراســة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشــفاء بين الفترات الزمنية الثلاثة المدروسة في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق كما يلي:

- إحصاءات الرتب:

الجدول (3-20): يُبين متوسط الرتب لدرجة الشفاء في مجموعَتي البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

مجموعة البحث	محلول الإرواء النهائي المُطبق	الفترة الزمنية المدروسة	متوسط الرتب
مجموعة اللب المتموت	%5.25 NaOCl	بعد ثلاثة أشهر	1.80
		بعد ستة أشهر	1.80
		بعد سنة واحدة	2.40
	%2 IKI	بعد ثلاثة أشهر	1.57
		بعد ستة أشهر	1.97
		بعد سنة واحدة	2.47
	%5 IKI	بعد ثلاثة أشهر	1.10
		بعد ستة أشهر	2.30
		بعد سنة واحدة	2.60
مجموعة إعادة المعالجة	%5.25 NaOCl	بعد ثلاثة أشهر	1.73
		بعد ستة أشهر	1.73
		بعد سنة واحدة	2.53
	%2 IKI	بعد ثلاثة أشهر	1.30
		بعد ستة أشهر	2.30
		بعد سنة واحدة	2.40
	%5 IKI	بعد ثلاثة أشهر	1.10
		بعد ستة أشهر	2.30
		بعد سنة واحدة	2.60



المخطط (3-11): يمثل متوسط الرتب لدرجة الشفاء في مجموعَتي البحث وفقاً للفترة الزمنية المدروسة ومحلول الإرواء النهائي المُطبق

- نتائج اختبار **Friedman**:

الجدول (3-21): يُبين نتائج اختبار Friedman لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاثة المدروسة في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق

مجموعة البحث	محلول الإرواء النهائي المُطبق	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة اللب المتموت	%5.25 NaOCl	12.00	2	0.0025	توجد فروق دالة
	%2 IKI	13.56	2	0.0011	توجد فروق دالة
	%5 IKI	25.20	2	<0.0001	توجد فروق دالة
مجموعة إعادة المعالجة	%5.25 NaOCl	16.00	2	0.0003	توجد فروق دالة
	%2 IKI	20.18	2	<0.0001	توجد فروق دالة
	%5 IKI	25.20	2	<0.0001	توجد فروق دالة

يُبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بين اثنتين على الأقل من الفترات الزمنية الثلاثة المدروسة (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة) مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث، ولمعرفة أي من الفترات الزمنية المدروسة تختلف عن الأخرى جوهرياً في درجة الشفاء تم إجراء اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاثة المدروسة وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث كما يلي:

- نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية:

الجدول (3-22): يُبين نتائج اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية الثلاثة المدروسة في مجموعَتي البحث وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق

مجموعة البحث	محلول الإرواء النهائي المُطبق	الفترة الزمنية (1)	الفترة الزمنية (2)	قيمة Z	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مجموعة اللب المتموت	%5.25 NaOCl	بعد ثلاثة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة شهر	-1.00	1.000	لا توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة أشهر	-2.20	0.0313	توجد فروق دالة
			بعد ستة أشهر	-2.20	0.0313	توجد فروق دالة
	%2 IKI	بعد ثلاثة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة شهر	-2.20	0.0313	توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة أشهر	-2.66	0.0039	توجد فروق دالة
			بعد ستة أشهر	-2.20	0.0313	توجد فروق دالة
	%5 IKI	بعد ثلاثة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة شهر	-3.06	0.0005	توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة أشهر	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ستة أشهر	-2.20	0.0313	توجد فروق دالة
مجموعة إعادة المعالجة	%5.25 NaOCl	بعد ثلاثة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة شهر	-1.00	1.000	لا توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة أشهر	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ستة أشهر	-2.52	0.0078	توجد فروق دالة
	%2 IKI	بعد ثلاثة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة شهر	-2.80	0.002	توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة أشهر	-2.93	0.001	توجد فروق دالة
			بعد ستة أشهر	-2.20	0.0313	توجد فروق دالة
	%5 IKI	بعد ثلاثة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
		بعد ستة أشهر	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة شهر	-3.06	0.0005	توجد فروق دالة
		بعد سنة واحدة	بعد المعالجة بأسبوع	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ثلاثة أشهر	-3.41	<0.0001	توجد فروق دالة
			بعد ستة أشهر	-2.20	0.0313	توجد فروق دالة

يُبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة عدا مجموعة العينة الشاهدة عند مقارنة تكرارات درجة الشفاء بين الفترتين الزمنيتين (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) في مجموعَتي البحث، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد

فروق ذات دلالـة إحصائياً في تكرارات درجـة الشفـاء بين الفترات الزمنيـة الثلاثـة المدروسـة (بعد ثلاثة أشـهـر، بـعد ستة أشـهر، بـعد سنـة واحدة) مهمـا كـان محلول الإرواء النهـائي المُطبـق فـي مجموعَتـي البحث، نســتنتج أن درجة الشـــفاء ارتفعت بتزايد الفترة الزمنية المدروســـة مهما كانت مجموعة محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتـي البحث.

أما عند مقـــارنـــة تكرارات درجـــة الشـــفاء بيـــن الفترتين الزمنيتين (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) في مجموعـــــة العينة الشاهدة في مجموعَتي البحث، فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 أي أنه عند مسـتوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصـائياً في تكرارات درجة الشـفاء في مجموعة العينة الشـاهدة بين الفترتين الزمنيتين (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) في مجموعَتي البحث.

تم إجراء اختبار Mann-Whitney U لدراســة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشــفاء بين مجموعة الذكور ومجموعة الإناث في مجموعَتي البحث، وذلك وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروسـة، وتبين أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروســة، أي أنه عند مســتوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصــائياً في تكرارات درجة الشــفاء بين مجموعة الذكور ومجموعة الإناث مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروسة في مجموعَتي البحث.

ثم تم حسـاب قيم معاملات الارتباط سـبيرمان لدراسـة طبيعة العلاقة بين قيم عمر المريض (بالسـنوات) وتكرارات درجة الشــفاء في مجموعَتي البحث، وذلك وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروسـة، وتبين أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد علاقة ارتباط خطية دالة إحصــائياً بين قيم عمر المريض (بالســنوات) وتكرارات درجة الشــفاء مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروسة في مجموعَتي البحث.

كما تم إجراء اختبار Mann-Whitney U لدراسـة دلالة الفروق في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعة الأسـنان العلوية ومجموعة الأسـنان السـفلية في مجموعَتي البحث، وذلك وفقاً لمحلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروســة، وتبين أن قيمة مســتوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروسـة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق

دالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعة الأسنان العلوية ومجموعة الأسنان السفلية، وذلك مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروسة في مجموعَتي البحث.

خلاصة نتائج الدراسة السريرية الشعاعية:

1- تراجع حجم الآفات حول الذروية (ارتفعت درجة الشـــفاء) في مجموعَتي البحث مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق بشكلٍ تدريجي خلال الفترات الزمنية الثلاثة المدروسة.

2- عدم وجود فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بين الفترات الزمنية (بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر) في مجموعة العينة الشاهدة في مجموعَتي البحث (مجموعة اللب المتموت، مجموعة إعادة المعالجة) حيث كانت جميع الحالات في مرحلة طور الشفاء.

3- عدم وجود فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء **بعد ثلاثة أشهر** من المعالجة مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث (مجموعة اللب المتموت، مجموعة إعادة المعالجة) حيث كانت جميع الحالات في مرحلة طور الشفاء.

4- **في مجموعة اللب المتموت:** توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء في الفترات الزمنية (بعد ستة أشهر، بـــعد سنـــة واحدة) بين مجموعة محلول الإرواء IKI 5% وكل من مجموعَتي محلول الإرواء IKI 2% والعينة الشاهدة على حدة، حيث كانت درجـــة الشـــفاء في مجموعـة محلول الإرواء IKI 5% هي الأعلى. وتدرجت نسب شفاء الآفات حول الذروية على الشكل التالي: **بعد ستة أشهر من المعالجة** مجموعة محلول الإرواء النهائي IKI 5% (80%)، تليها مجموعة محلول الإرواء النهائي IKI 2% (26.7%)، ثم مجموعة العينة الشـــاهدة (0%). **بعد ســـنة واحدة من المعالجة** مجموعة محـلول الإرواء النهـــائي IKI 5% (100%)، تليهـــا مجموعـــة محـلول الإرواء النهـــائي IKI 2% (60%)، ثم مجموعة العينة الشاهدة (40%).

5- عدم وجود فروق دالة إحصائياً في تكرارات درجة الشفاء بين مجموعة المرضى الذكور ومجموعة المرضى الإناث مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق والفترة الزمنية المدروسة في مجموعَتي البحث

6- عدم وجود علاقة ارتباط خطية دالة إحصـائياً بين قيم عمر المريض (بالسـنوات) وتكرارات درجة الشفاء في جميع فترات المراقبة مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث.

7- عدم وجود فروق دالة إحصـائياً في تكرارات درجة الشـفاء بين مجموعة الأسـنان العلوية ومجموعة الأسنان السفلية في جميع فترات المراقبة مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبق في مجموعَتي البحث.

الباب الرابع

المناقشة

DISCUSSION

4-1- مناقشة تصميم البحث والمواد المستخدمة:

يعتبر تشريح الأقنية الجذرية من العوامل التي يمكن أن تؤثر في نتيجة التعداد الجرثومي، كما أن نوع السن وموقعه وعدد الأقنية يمكن أن يؤثر في شفاء الآفات حول الذروية، لذلك تم اختيار أسنان أمامية وحيدة الجذر بهدف توحيد عينة البحث التي تألفت من 90 سن أمامي علوي وسفلي (Ahangari et al., 2017) (Rabello et al., 2017)، مُكتمِل الذروة ووحيد القناة (Uroz-Torres et al., 2010)، حيث يؤثر عدد الأقنية في شفاء الآفات حول الذروية، كما أن عملية الزرع الجرثومي تعتبر سهلة التنفيذ وموثوقة النتائج عند تطبيقها على أسنان وحيدة القناة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن تكون مستقيمة أو ذات انحناء بسيط (Faraj and Boutsioukis, 2017) لتسهيل عملية أخذ العينات الجرثومية من الأقنية الجذرية (Olivi et al., 2021) مع وجود آفة حول ذروية قطرها (<5×5 مم) حتى يكون هناك بؤرة جرثومية واضحة تمكننا من دراسة خفض العدد الجرثومي وشفاء الآفات حول الذروية (Lee et al., 2020)، مع عدم وجود وذمة أو قيح أو ألم شديد عند المريض كي نتمكن من توزيع العينات بشكلٍ عشوائي بين مجموعات الدراسة التي شملت مجموعتي محلول الإرواء النهائي IKI 2% وIKI 5%، ومجموعة دون تطبيق محلول IKI حيث تم إجراء المعالجة في جلسة واحدة (Peciuliene et al., 2001) (Abbaszadegan et al., 2010)، وتم اختيارها دون وجود امتصاص داخلي أو تكلسات أو صدوع وكسور في جذورها، وتم استبعاد المرضى الذين يتناولون مضادات الالتهاب الستيروئيدية وغير الستيروئيدية والمسكنات والذين لديهم أمراض جهازية غير مضبوطة والنساء الحوامل حيث تؤثر هذه العوامل في شفاء الآفات حول الذروية (Egea et al., 2015) كذلك غير الخاضعين لمعالجة أي مرض جهازي باستخدام الصادات الحيوية، لأنها قد تؤثر –ولو بشكلٍ بعيدٍ نسبياً – في المحتوى الجرثومي للأقنية الجذرية المراد علاجها.

تم تطهير ساحة العمل وسطح السن بعد تركيب الحاجز المطاطي بالماء الأوكسجيني 30% ثم NaOCl 2.5% لتقليل الفوعة الجرثومية على سطح السن وأخذ العينات الجرثومية في ظروف أكثر عقامة لتجنب التلوث الذي قد يغير أو يشوش النتائج.

تم تحضير الأقنية الجذرية باستخدام نظام التحضير الآلي MTwo (MTwo, VDW, Germany) بسرعة دوران 280 دورة/ دقيقة الذي تم استخدامه في دراساتٍ عديدةٍ حيث يتميز نظام التحضير هذا بكونه النظام الوحيد المصنوع من النيكل والتيتانيوم المزود بمبرد قياس 10# باستدقاق 4% (04/10) و(05/15)، هاتان الأداتان المستخدمتان في بداية التحضير فعالتان للغاية في تشكيل القناة والوصول إلى الثلث الذروي خاصة في الأقنية الضيقة نسبياً، كما أن كفاءة القطع العالية التي يتمتع بها تمكن من تنظيف وتشكيل قناة الجذر بالكامل باستخدام طريقة التناوب بين التقدم الطبيعي والبرد السلبي (Hamze et al., 2011)، تم توحيد قياس واستدقاق التحضير النهائي لجميع الأقنية الجذرية في مجموعات البحث حتى تم الإنهاء بواسطة مبرد يتراوح قياسه بين (06/25)، و(04/35) بما يتناسب مع القياس الأولي للقناة الجذرية قبل التحضير حتى كامل الطول العامل مع الإرواء، حيث أن زيادة استدقاق المبرد تلعب دوراً في زيادة تنظيف الأقنية الجذرية في الأسنان الأمامية فقط إذا كان حجم المبرد أقل من 30 كما أن التوسيع الذروي إلى قياس 30 أو أكثر أدى إلى نسبةٍ أعلى للشفاء بعد المعالجة اللبية بالمقارنة مع التوسيع الذروي الأصغر من قياس 30.

تم استخدام محلول الإرواء NaOCl 5.25% لأنه محلول الإرواء الأكثر شيوعاً من حيث الاستخدام خلال التحضير الميكانيكي الكيميائي (Siqueira et al., 2000) (Borzini et al., 2016)، بسبب امتلاكه للعديد من الخصائص المرغوبة في محلول الإرواء المثالي، كطيفه الواسع المضاد للجراثيم، وقدرته على حل النسج العضوية، كما يلعب دوراً مزلقاً خلال مرحلة التحضير القنيوي (Almeida et al., 2013) (Shantiaee et al., 2014). وتزداد فعاليته المضادة للجراثيم بزيادة تركيزه (Ghonmode et al., 2013) الذي يتراوح بين 0.5 –5.25% (Stojicic et al., 2010)، وقد أكدت الدراسات السابقة أن تركيز 5.25% هو التركيز الأمثل للقضاء على الجراثيم داخل المنظومة القنيوية الجذرية (Gomes et al., 2001) (Poggio et al., 2011) (Jaramillo et al., 2016) وقد حُفِظ محلول NaOCl 5.25% في درجة حرارة 4°C لأن تركيزه يبقى ثابت حتى 200 يوم عند حفظه عند درجة الحرارة هذه.

كما تم استخدام محلول EDTA بتركيز 17% بعد إنهاء مرحلة التحضير وقبل أخذ العينة الجرثومية S2 كمحلول إرواء بهدف التأكيد على إزالة الجزء اللاعضوي من طبقة اللطاخة من الأقنية الجذرية المحضرة (Torabinejad et al., 2003) (Ng et al., 2011)، وتم تطبيقه في جميع مجموعات البحث بهدف توحيد بروتوكول الإرواء النهائي.

تم تطبيق IKI بتركيزين (2% و5%) كمحلول إرواء نهائي في حالات الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج لإعادة معالجة المترافقة مع آفات حول ذروية مدة 5 دقائق لدراسة فعاليته المضادة للجراثيم (Abbaszadegan et al., 2010) (Kvist et al., 2004) (Peciuliene et al., 2001).

وتم استخدام محلول ثيوسلفات الصوديوم Sodium Thiosulfate بعد الإرواء كمحيدات لإزالة شوارد محاليل الإرواء كي لا تؤثر في نتيجة الزرع الجرثومي وتعطي سلبية كاذبة لنتيجة الزرع. كما تم اعتماد الإرواء الغزير بالمحلول الملحي المعقم بين محاليل الإرواء المطبقة أثناء العمل لإزالة أثر المحلول قبل تطبيق ما يليه لمنع التفاعلات غير المرغوب بها.

تم توحيد رؤوس الإرواء المستخدمة حيث لوحظ بأن نوع رأس الإرواء له تأثيرٌ كبيرٌ في الدفع الذروي للبقايا العاجية ومحاليل الإرواء ولذلك تم استخدام رؤوس إرواء مسدودة النهاية وذات فتحات جانبية مضاعفة بقياس gauge 27 لأنها تحسن حركة محلول الإرواء الديناميكية داخل القناة وتقلل من خروجه عبر الثقبة الذروية، وتؤمن تماساً أفضلاً بينه وبين العاج الجذري وتحقق استبدالاً موضعياً للمحلول مما يزيد من فعالية محلول الإرواء (Vinothkumar et al., 2007)، كما أن الرؤوس ذات الفتحات الجانبيَة تتفوق على رؤوس الإرواء الاعتيادية في إزالة الجراثيم من الأقنية الجذرية (عبده، أ 2012). كما تم توحيد حجم محلول الإرواء المطبق وطريقة الاستخدام وكان مشابهاً للبروتوكول المطبق في العديد من الدراسات (Abbaszadegan et al., 2010) (Akca et al., 2013) (Bertani et al., 2020).

تم تقييم شفاء الآفات حول الذروية وفق مقياس دليل الاحتمال Probability Index (PRI) على الصور الشعاعية الذروية ثنائية الأبعاد (Reit and Gröndahl, 1988) لأن هذا المقياس ثنائي

الأبعاد يعتبر طريقة رخيصة الثمن، ويعتبَر من أكثر المقاييس استخداماً في دراسة شفاء الآفات حول الذروية في المعالجات اللبية (Prasanna et al., 2017)، وتم اختيار مدة مراقبة للتغيرات حول الذروية للآفات استمرت سنة واحدة (12 شهراً)، لأنها تعتبر مدة كافية لشفاء الآفات حول الذروية التي يكون قطرها (<5×5 مم) أو بعبارة أخرى للوصول إلى ما يمكن اعتباره نجاح للمعالجة اللبية المترافقة مع آفات حول ذروية (بنى حول ذروية طبيعية أو تغيرات بسيطة في بنية العظم حول الذروي) على مقياس PRI لشفاء الآفات حول الذروية، حيث تشفى 88% من الآفات حول الذروية خلال السنة الأولى من المراقبة (Karimnia et al., 2021)، وقد اعتمدت دراسات متعددة على هذه الفترة الزمنية من المراقبة.

تم أخذ العينات الجرثومية باستخدام أقماع ورقية معقمة، لكن محدودية هذه الطريقة تتجلى في قدرة الأقماع الورقية على أخذ العينات من الجراثيم الموجودة في فراغ القناة الجذرية فقط في حين أن تلك الموجودة داخل القنيات العاجية لا يمكن الوصول إليها، لذلك اعتمدت هذه الدراسة على مبرد يدوي معقم H-file صغير القياس تم استخدامه بحركة إدخال وإخراج على طول القناة الجذرية ثم أُخذِت العينات الجرثومية بالأقماع الورقية المعقمة، وبذلك حصلنا على عينة جرثومية أكثر واقعية للقناة الجذرية الضيقة (Rani and Chopra, 2006)، ثم تم حساب نسبة الانخفاض اللوغاريتمي العشري للتعداد الجرثومي ضمن الأقنية الجذرية في عينة البحث كاملة لتبسيط الأرقام وتسهيل الدراسة الإحصائية (Ferrer-Luque et al., 2021).

وتم استخدام ماء الببتون Peppton Water العقيم الذي يحتوي ببتون Peptone 1% وكلوريد الصوديوم NaCl 0.5% كوسط ناقل للعينة الجرثومية كونه متوفر ورخيص الثمن، كما يعتبَر من الأوساط الناقلة التي تمتاز بقدرتها على الحفاظ على الجراثيم الهوائية واللاهوائية المخيرة ريثما يتم التعامل معها في المختَبر، وتم استخدامه في العديد من الدراسات. كما تم زرع العينات على أطباق بتري تحوي على وسط الآغار المغذي Nutrient Agar لإجراء الزرع الجرثومي الهوائي، حيث يعتبر وسط مغذي لمعظم أنواع الجراثيم الهوائية واللاهوائية التي لا تتطلب شروط خاصة للنمو والتي يحتاج نموها مواد مغذية.

4-3- مناقشة النتـائج:

4-3-1- مناقشة نتائج الدراسة الجرثوميـة:

أظهرت نتائج هذه الدراسة السريريـة الجرثوميـة أن متوسط تعداد المستعمرات الجرثومية الأولي بعد فتح الـحجرة اللبيـة مبـاشرةً (قبـل بدء التحضير الميكانيكي الكيميائي) كـان متجانساً بين مجموعـات محلول الإرواء النهـائي الثلاثة المدروسة في مجموعَتي البحث (مجموعـة الأسنـان ذات اللب المتموت، ومجموعة الأسنـان التي تحتـاج لإعـادة معالـجـة). وأيضاً قبل تطبيق محلول الإرواء النهائي (بعد انتهاء مرحلة التحضير الميكانيكي الكيميائي) كل على حدة.

لقد خفض التحضير الميكانيكي للأقنيـة الجذريـة مع الإرواء بمحلول NaOCl 5.25% متوسط تعداد الـمستعمرات الجرثوميـة الهوائيـة بعد انتهـاء مرحلـة التحضير القنيوي وتطبيق محلول EDTA 17% مقارنـةً مـع مرحلـة بعد فتح الحجرة اللبيـة مبـاشرةً بنسبٍ متقاربـةٍ بين مجموعـات محلول الإرواء النهـائي الثلاثـة المدروسـة فـي مجمـوعَتي البحـث، دون الحصـول علـى الـزرع السـلبي، وهـذا يعـود إلـى أن الإرواء بـاستخدام NaOCl خـلال عمليـة التحضير لا يستطيع القضـاء علـى جميـع البكتريـا الموجـودة فـي الأقنيـة المصابـة (Estrela et al., 2002)، أمـا محلول EDTA فهو يمتلك نشاطاً ضئيلاً أو معدومـاً ضد البكتريـا حيث يضـعِف غشاء الخليـة الجرثوميـة دون القضـاء عليها بشكلٍ كامل (Ates et al., 2005)، لكنـه يساعد فـي حدوث التطهير من خـلال تحسين عمليـة نفوذ محلول الإرواء بـإزالـة الجزء غير العضـوي من طبقـة اللطاخـة (Torabinejad et al., 2003). لقد أدى استخدام محلول الإرواء النهائي IKI في مجموعَتي البحث (مجموعة اللب المتموت، مجموعة إعادة المعالجة) إلى تخفيض متوسط تعداد المسـتعمرات الـجرثومية الهوائيـة مقـارنـةً مـع المسحـات الجرثوميـة المـأخوذة بعد الانتهـاء من مرحلـة التحضير القنيوي الجذري وبعبـارةٍ أخرى يُعتبَر تطبيق IKI بالتركيزين (2%، 5%) كمحلول إرواء نهـائي ذا فعـاليـة عـاليـة في تخفيض العدد الجرثومـي فـي الأقنيـة الجذريـة فـي مجموعَتي البحث، كما تفوق محلول IKI 5% على محلول IKI 2% من حيث الفعالية المضادة للجراثيم فـي مجمـوعَتي البحـث وذلـك يعـود لزيـادة تركيـز اليـود الجزيئـي I_2 فـي محلـول IKI 5%. حيث تعـود

الفعالية المضادة للجراثيم بشكلٍ أساسي إلى عنصر اليود في IKI الذي يتمتع بقدرة على اختراق جدار الخلية للكائنات الحية الدقيقة بسرعة، فهناك أربع طرق يتفاعل بها اليود رغم أن الآلية الدقيقة للقتل غير معروفة (Gottardi, 1991)، من المحتمل أن تكون الآلية الأكثر أهمية هي أكسدة مجموعة S-H من السيستين والتي ستؤدي إلى عدم القدرة على تكوين جسور ثاني الكبريتيد ومنع تخليق البروتين الجرثومي الصحيح (Kruse and Angelici, 1970). هناك آلية أخرى محتملة وهي أن اليود سوف يتفاعل مع الوظائف الأساسية N-H في الأحماض الأمينية ويشكل معقدات N-I والتي ستمنع المواقع المهمة للترابط الهيدروجيني وتؤدي مرة أخرى إلى اضطراب مميت في بنية البروتين (Gottardi, 1991). يمكن أن يتفاعل اليود أيضاً مع المجموعات الفينولية في الحمض الأميني التيروزين ويسبب إعاقة فراغية في تشكيل الروابط الهيدروجينية للبروتينات. التفاعل النظري النهائي هو تفاعل اليود مع الرابطة المزدوجة بين الكربون للأحماض الدهنية غير المشبعة مما يؤدي إلى تغيير في الخواص الفيزيائية للدهون الجرثومية فيصبح الغشاء الخلوي أكثر صلابة وأقل مرونة، هذا بدوره يؤثر في الأداء الطبيعي لغشاء الخلية ويغير نفوذيته، مما يؤثر في خاصية نقل المواد عبره (Apostolov, 1980). بشكلٍ عام، يَنتُج نشاط IKI المضاد للجراثيم عن عنصر اليود الذي يعمل على تعطيل تخليق البروتين وبنيته وتغيير الخصائص الفيزيائية للدهون التي تسبب شلل في حركة الغشاء الخلوي الجرثومي. كما يمكن أن يفسر هذا بأن الإرواء بمحلول NaOCl يستطيع الوصول إلى الجراثيم المتواجدة على عمق 130 ميكرون فقط ضمن القنيات العاجية. وبالتالي فإن عدم قدرة سوائل الإرواء على الوصول إلى عمق القنيات العاجية يؤدي إلى نجاة نسبةٍ كبيرةٍ من الجراثيم (Rosen et al., 2020). بالمقابل وُجِد أن IKI يمكن يَنفُذ أكثر من 1000 ميكرون داخل القنيات العاجية متفوقاً بذلك على محلول NaOCl 5.25%(Ørstavik and Haapasalo, 1990)، حيث أكدت دراسات عديدة على أهمية تطبيق محلول IKI ودعمت استخدامه كمحلول إرواء علاجي محتمل بعد التحضير بالأدوات بمساعدة محلول NaOCl (Siqueira and Rôças, 2011) (Haapasalo et al., 2010) (Zehnder, 2006). لقد بلغت النسبة المئوية لخفض تعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعة اللب المتموت بعد تطبيق محلول الإرواء

النهـائي IKI 2% (86.66%)، وبعـد تطبيـق IKI 5% (92.58%)، وفـي مجموعـة إعـادة المعـالجـة بعـد تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI 2% (89.87%)، وبعد تطبيق IKI 5% (97.65%)، أما بالنسبـة للـزرع السلبي فقد كـانت النسبـة المئويـة بعد تطبيق محلول الإرواء الـنهـائي IKI 2% (26.66%) وبعـد تطبيـق IKI 5% (40%) فـي مجموعـة اللب الـمتموت، بينمـا كـانت نسبـة حدوث الـزرع السلبي بعـد تطبيـق محلول الإرواء النهـائي IKI 2% (20%) وبعد تطبيق IKI 5% (60%) فـي مجموعـة إعـادة المعـالجـة. لقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مـع نتائج دراسة Peciuliene وزملائـه التـي قارنـت طريقة إعادة المعالجـة اللبيـة بجلسـة واحدة مع المعالجة بجلستين مع تطبيق $Ca(OH)_2$ كضمـاد داخـل قنيوي مدة 10–14 يوم لأسنان مترافقة مـع آفـة حول ذرويـة مزمنـة، مـع الإرواء بمحلول NaOCl 2.5% ومحلول EDTA 17% أثناء مراحل التحضير الميكانيكي الكيميائي، مـع تطبيق IKI 2% كمحلول إرواء نهائي مدة 5 دقائق حيث نـتج عن المعالجة بجلسة واحـدة 19 عينـة مـن أصـل 20 ذات زرع جرثـومي سـلبي مقـابل 15 عينـة مـن أصـل 20 عنـد المعـالجة بجلسـتين (Peciuliene et al., 2001). كما اتفقت مع نتائج دراسة Kvist وزملائـه التـي قـارنت بين الزيـارة الواحدة لمعـالجـة حالات أسنـان ذات لـب متموت مع آفـة حـول ذرويـة بتطبيـق IKI 5% كمحلول إرواء نهـائي مـدة 10 دقـائق، مقـابل جلستي معـالجـة مـع $Ca(OH)_2$ كضمـاد داخل قنيوي، حيث كـانت نسبـة خفض الـحمل الجرثومي 71% و64% عند معـالجة الأسنـان بجلسة واحدة وجلستين علـى التوالـي (Kvist et al., 2004).

بالمقابـل اختلفت نتـائج هـذه الدراسـة مـع نتـائج دراسـة Molander وزملائـه التـي لـم تؤكـد أن تطبيـق محلول IKI 5% يمكن أن يضيف فعاليـة مضادة للبكتريـا إلا أنـه قد يقلل من تكرار سلالات E. faecalis في الأقنيـة الجذريـة للأسنـان ذات اللـب المتموت المترافقـة مـع آفـات حـول ذرويـة، ويمكـن تبريـر هذا الاختلاف بتطبيق محلول IKI بين الجلسات كضماد وليس كمحلول إرواء نهائي (Molander et al., 1999).

كمـا اختلفت نتـائج هـذه الدراسـة مـع نتـائج دراسـة Abbaszadegan وزملائـه التـي أكـدت أن محلـول NaOCl 2.5% كان قـادر علـى خفض التعداد البكتيري بشكلٍ كبير فـي 90% تقريبـاً من الحـالات عندما طُبق

أثناء مرحلة التحضير الكيميائي الميكانيكي للأسنان ذات اللب المتموت المترافقة مع آفة حول ذروية، بينما كان خفض التعداد البكتيري 15% فقط في الحالات التي طُبق فيها IKI 2% مدة 5 دقائق كمحلول إرواء نهائي وربما يعود هذا الاختلاف إلى تطبيق المحلول الملحي الفيزيولوجي (Abbaszadegan et al., 2010).

ولا توجد دراسات سابقة استخدمت IKI كمحلول إرواء نهائي بعد تطبيق محلول NaOCl أثناء التحضير الميكانيكي الكيميائي لذلك تم مناقشة نتائج هذه الدراسة مع الدراسات التي قارنت تأثير $Ca(OH)_2$ كضماد داخل قنيوي مع تطبيق IKI كمحلول إرواء نهائي أو تلك التي قارنت تأثير تطبيق محلول NaOCl مقابل تطبيق محلول IKI.

انطلاقاً من ذلك، نجد أن المعالجة اللبية للأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج إعادة المعالجة المترافقة مع آفات حول ذروية يمكن إجراؤها في جلسة واحدة عند استخدام أساليب حديثة فعالة تنوب عن الضمادات في تقليل التعداد الجرثومي مثل تطبيق محلول الإرواء النهائي IKI.

4-3-2- مناقشة نتائج شفاء الآفات حول الذروية:

تعتبر البكتريا السبب الأساسي في حدوث الآفات حول الذروية وتؤدي إزالتها خلال المعالجة اللبية إلى توقع حدوث الشفاء، وقد خفضت المعالجة اللبية مع تطبيق IKI كمحلول إرواء نهائي من حجم الآفات حول الذروية في مجموعَتي البحث (الأسنان ذات اللب المتموت والأسنان التي تحتاج إعادة المعالجة) بشكل تدريجي خلال الفترات الزمنية المدروسة، حيث كانت الآفات حول الذروية بعد المعالجة مباشرةً ذات القطر (<5×5 مم) جميعها تقاس كدرجة (0) وفق مقياس دليل الاحتمال Probability Index (PRI) لتقييم شفاء الآفات حول الذروية (Reit and Gröndahl, 1988).

أما بعد ثلاثة أشهر فقد تطورت جميع الآفات حول الذروية نحو الشفاء في مجموعَتي البحث وأصبح تقييمها (1) وفقاً لمعيار PRI الذي يُشاهد فيه غياب الأعراض والعلامات السريرية بما في ذلك الألم تجاه القرع، أما شعاعياً فيلاحظ نقصان في حجم الآفة حول الذروية دون الوصول إلى الشفاء التام.

أمـا بعد ستة أشـهر من المعالجـة بدأت الآفـات بالتراجع فـي مجموعَتي البحث، وبدأت ملاحظـة نجـاح المعالجـات اللبيــة حيث بلـغ عدد الآفـات التـي تـم تقييمهـا (1) فـي مجموعـة الأسـنان ذات اللـب المتمـوت وفـق معيـار PRI 15 آفــة فـي المجموعــة التـي لـم يطبـق فيهـا محلـول IKI (جميعهـا ذات تقيـيم 1)، 11 آفــة فـي مجموعــة محلـول IKI 2% (73.3% مـن الآفـات)، 3 آفــات فــي مجموعــة محلـول IKI 5% (20% مـن الآفات). أما في مجموعة الأسنـان التي تحتـاج إعـادة المعـالجـة فقد بلغ عدد الآفــات التي تم تقييمهـا (1) وفق معيــار PRI 15 آفــة فــي المجموعـة التــي لـم يطبـق فيهـا محلـول IKI (جميعهـا ذات تقيـيم 1)، 5 آفــة فــي مجموعة محلول IKI 2% (33% من الآفات)، 3 آفات في مجموعة محلول IKI 5% (20% من الآفات). بالمقـابل بلـغ عدد الآفـات التـي تـم تقييمهـا (2) الذي يُشـاهد فيه غيـاب الأعراض والعلامـات السريريـة والشفوفيـة الشعاعيـة، مـع إمكانيـة وجـود حساسيــة طفيفـة علـى القرع فـي مجموعـة الأسنان ذات اللـب المتموت وفق معيار PRI 4 آفـة فـي مجموعـة محلـول IKI 2% (26.7% مـن الآفـات)، 12 آفــة فـي مجموعـة محلـول IKI 5% (80% مـن الآفـات). أمــا فـي مجموعــة الأسنــان التـي تحتـاج إعـادة المعالجـة فقد بلـغ عدد الآفــات التـي تـم تقييمهـا (2) وفـق معيـار PRI 10 آفــات فـي مجموعـة محلـول IKI 2% (67% مـن الآفـات)، 12 آفــة فـي مجموعة محلول IKI 5% (80% من الآفات).

وتدرجت نسب شفـاء الآفـات حول الذرويـة بعد سنة من المعالجـة وفق معيار PRI في مجموعـة الأسنان ذات اللب المتموت حيث بلغت نسبة الشفـاء 100% في مجموعة محلول IKI 5%، تلتها مجموعة محلول IKI 2% بنسبة شفـاء 60%، ثم المجموعـة التـي لـم يطبـق فيهـا محلـول IKI بنسبة شفـاء 40%. أمـا فـي مجموعـة الأسنان التي تحتـاج إعادة المعالجـة فبلغت نسبة الشفـاء 100% في مجموعة محلول IKI 5%، تلتها مجموعة محلول IKI 2% بنسبة شفاء 73.3%، ثم المجموعة التي لم يطبق فيها محلول IKI بنسبة شفـاء 53.4%.

وجدت إحدى الدراسات أن شفـاء الآفات حول الذرويـة للأسنان المصابة بالإنتان اللبـي الأولـي يستغرق 10–36 شـهراً (Estrela et al., 2014)، أمـا فـي دراسـة أخرى فقد تمت الإشارة إلـى أن الشفـاء التام يستغرق مدة تتراوح بين 4–58 شـهراً (Weiger et al., 2000)، ولقد أوصت الجمعيـة الأوروبيـة لأخصـائي مداواة

الأسنـان اللبية عام 2006 أن تكون فترة المراقبة السريرية والشعاعية سنـة واحدة على الأقل بعد المعـالجـة مع استمرار المتـابعـة سنويـاً لأكثر من أربع سنوات قبـل الحكم على الحـالـة بالفشل، بينما أوصت الجمعيـة الأمريكيـة لأخصائي مداواة الأسنـان اللبيـة بمتـابعة المراقبـة مدة خمس سنوات.

انسجمت نتائج دراسة خفض تعداد المستعمرات الجرثوميـة في عينـة البحث مع نتائج نسب شفاء الآفات حول الذرويـة، حيث أدى تطبيق محلول IKI إلى خفض متوسط تعداد المستعمرات الجرثوميـة الهوائيـة، وأبدت مجموعـة محلـول IKI 5% الفعاليـة الأعلـى فـي خفض متوسـط تعداد المسـتعمرات الجرثوميـة الهوائيـة متبوعـة بمجموعة محلول IKI 2% ثم المجموعة التي لم يطبق فيها محلول IKI في مجموعَتي البحث، ولكن عند النظر بدقـة إلـى نسب شفـاء الآفـات ونجـاح المعالجات في دراستنـا نجد أن نسب الآفـات التـي فـي طـور الشفـاء فـي مجموعة محلول IKI 2% 40%، وفي المجموعة التي لم يطبق فيها محلول IKI 60% في مجموعة الأسنـان ذات اللب المتموت، أمـا فـي مجموعة الأسنـان التي تحتاج لإعـادة المعالجـة فقد بلغت نسبة الآفـات فـي طـور الشفـاء فـي مجموعــة محلول IKI 2% 26.7%، وفـي المجموعــة التي لم يطبق فيهـا محلول IKI 46.6%، وعنـد الاستعانــة بـالاستنتاجـات الخاصــة بكل مـن الدراسـات (Sjögren et al., 1997) (Peters and Wesselink, 2002) بأن نجـاح المعالجــة اللبيــة وتمـاثل الآفـات حول الذرويـة للشفاء لا يرتبط بسلبيــة الزرع الجرثومي بقدر ما يرتبط بعدد المستعمرات الجرثوميـة المتبقية بعد عمليـات التطهير، وعند إعادة النظر إلى نتائج الزرع الجرثومي الخاصـة بدراستنـا نجد أن تعداد المسـتعمرات الجرثوميــة بعد الإرواء النهـائي بمحلـول IKI لـم يتجاوز 10^3/ مل في مجموعَتي البحث (بما فيها العينات التي في طور الشفاء) لذلك لا نستطيع تفسير الفشـل فـي الوصـول إلـى الشفـاء التـام بالحمل الجرثومي المتبقي بعد الإرواء النهـائي بمحلول IKI، وإنما يمكن تفسيره بقصر مدة المراقبة التي استمرت سنة واحدة وحاجة الآفـات إلى وقت أطول كي تُشفى خاصة أنها قيمت بدرجة (1) وفق مقياس PRI أي أنها تتطور نحو الشفـاء بالمقارنـة مـع نتائجها عند المعالجة وبعد 3 و6 أشـهر من المراقبة. اتفقت هذه النتيجة مع نتيجة دراسة Peters وزملائه التي أظهرت ازديـاد درجة الشفاء مع مرور الزمن (Peters et al., 2002) كذلك اتفقت هذه النتيجة مع نتـائج دراسة شباط وزملائه بغض النظر عن الاختلاف

في طريقة تصميم الدراسة بين بحثنا وبحثه (شباط، إ 2010). كما يمكن أن يعود هذا إلى موت الجراثيم بعد الحشو المحكم ثلاثي الأبعاد للمنظومة القنيوية الجذرية نتيجة انقطاع التغذية عنها، كذلك بالنسبة للجراثيم الموجودة في الأقنية الجانبية والثانوية. وكذلك اتفقت هذه النتيجة مع نتائج العديد من الدراسات ومنها (Weiger et al., 2002) (molander et al., 2007). بينما اختلفت هذه النتيجة من البحث مع نتائج دراسات عدة ومنها (Sundqvist et al., 1998) (Waltimo et al., 2005).

وعلى الرغم من أن العديد من الدراسات المخبرية والسريرية لاحظت انخفاضاً ملحوظاً في الحمل الجرثومي بعد تطبيق IKI كمحلول إرواء نهائي أثناء للمعالجة اللبية، إلا أن عدد الدراسات طويلة الأمد التي قامت بتقييم النتائج لتطبيق محلول IKI يعتبر قليل نسبياً، كما أنه لا توجد سوى دراسة سابقة واحدة درست خفض تعداد المستعمرات الجرثومية وشفاء الآفات حول الذروية عند تطبيق محلول IKI كمحلول إرواء نهائي هي دراسة Abbaszadegan وزملائه وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أنه تم شفاء جميع الآفات حول الذروية المرافقة للحالات المعالجة باستخدام الإرواء بمحلول NaOCl 2.5% أو بمحلول ملحي فيزيولوجي متبوعاً بإرواء نهائي بمحلول IKI 2% مدة 5 دقائق بعد مراقبة شعاعية استمرت مدة 30 شهر (Abbaszadegan et al., 2010) (Abbaszadegan et al., 2013)، حيث يبدو أن الاستجابات المناعية تؤدي دوراً أساسياً في تسيير الأحداث الخلوية خلال شفاء النسج حول الذروية وإنذار المعالجة أي أن نجاح المعالجة لا يحدث فقط في الأقنية الخالية تماماً من الجراثيم (أي الأقنية ذات المسحات الجرثومية السلبية)، إلا أن الفعل الجرثومي في الأقنية الجذرية والمنطقة حول الذروية أمرٌ لا يمكن تجاهله.

وأظهرت هذه الدراسة أيضاً عدم وجود تأثير لاختلاف جنس المريض وعمره أو موقع السن في درجة الشفاء خلال فترة المراقبة، وهذا اتفق مع نتيجة دراسة Zmener and Pameijer حيث أوضح أن موقع ونوع السن كان له تأثير ضعيف في شفاء الآفات حول الذروية (Zmener and Pameijer, 2012)، وكذلك فإن جنس وعمر المريض لم يؤثر بشكلٍ سلبي في هذا الشفاء. بينما اختلفت نتيجة بحثنا مع نتيجة بحث Cheung التي أشارت إلى أن نسبة النجاح في الفك العلوي كانت أكبر منها في الفك السفلي (Cheung, 2002). واتفقت

نتيجة بحثنا من حيث عدم وجود تأثير لجنس المريض في شفاء الآفات حول الذروية أيضاً مع العديد من الأبحاث ومنها (Cheung and Chan, 2003) (Khedmat, 2004)، بينما اختلفت نتيجة بحثنا مع نتيجة دراسة Smith حيث تبين في دراسته أن معدل نجاح المعالجة اللبية عند الذكور أكبر منه عند الإناث (Smith, 2003). واختلفت نتيجة بحثنا أيضاً مع نتائج بحث Hoskinson وزملائه الذي وجد أن نسبة الشفاء أكبر عند الإناث منها عند الذكور وربما هذا عائد إلى اختلاف وجود الآفة وحجمها بين الذكور والإناث (Hoskinson et al, 2002). اتفقت نتيجة بحثنا من حيث عدم وجود تأثير للعمر في نتيجة المعالجة مع عدة دراسات ومنها (Khedmat, 2004) (Zmener and Pameijer, 2012) بينما تباينت نتيجة بحثنا من حيث عدم وجود تأثير لعمر المريض في حدوث الشفاء مع نتيجة دراسة Cotton وزملائه وربما يعود ذلك إلى اختلاف تصميم الدراستين (Cotton et al., 2008).

على الرغم من أن تقنية الزرع الجرثومي هي مقياس مفيد لتقييم بروتوكولات مضادات الميكروبات في نهاية جلسات المعالجة اللبية إلا أنها قد لا تكون المتنبئ الوحيد لنتيجة المعالجة، لذلك هناك حاجة لدراسات أخرى تستخدم منهجيات متطورة شديدة الحساسية لتأكيد هذه النتائج وتوسيعها حول الأسنان المصابة بالتهاب النسج الداعمة حول الذروية، علاوةً على ذلك، لا توجد دراسة مناسبة تبحث عن أنماط نوعية معينة للارتباط البكتيري أو عوامل الفوعة البكتيرية أو المستقلبات الموجودة وقت الحشو والتي قد تكون عوامل خطر محتملة لالتهاب النسج الداعمة حول الذروية التالي للمعالجة وتكون بمثابة تنبؤات بالنتائج. تم أيضاً اكتشاف عوامل المضيف المتعلقة بنشاط التهاب النسج الداعمة حول الذروية، مثل السيتوكينات والوسائط الالتهابية الأخرى وقياسها كمياً قبل وبعد معالجة القناة الجذرية (Tavares et al., 2013) والتي تمثل أهدافاً أخرى للتنبؤ بإنذار المعالجة. لذلك يجب تحفيز الباحثين والاستثمار المالي في أبحاث علم الأحياء الدقيقة لتعزيز المزيد من التقدم في هذا المجال، كما أن هناك حاجة ملحة لبذل جهود لترجمة المعرفة الأساسية الجوهرية الموجودة إلى تطوير في مجال التطبيقات السريرية ونتائج المعالجة.

الباب الخامس

الاستنتاجات

CONCLUSION

يمكن أن نستنتج ضمن محدوديَّات هذا البحث ما يلي:

1. خفَّض كلّ من تركيزَيّ محلول الإرواء النهائي المُطبَّق (IKI 2%، IKI 5%) تعداد المستعمرات الجرثوميَّة في مجموعَتيّ البحث (مجموعة اللبّ المتموِّت، مجموعة إعادة المعالجة) المترافقة مع آفات حول ذرويَّة ذات قطر (<5×5 مم)، كما عزَّز شفاء هذه الآفات خلال فترة مراقبة استمرَّت سنة واحدة.

2. امتلك محلول IKI 5% الفعاليَّة الأعلى المضادة للجراثيم كمحلول إرواء نهائي تلاه محلول IKI 2% بفعاليَّة متقاربة نوعاً ما، وأكثر فعاليَّة من تطبيق محلول NaOCl 5.25% فقط أثناء التحضير الميكانيكي الكيميائي.

3. كانت جميع الحالات في مرحلة طور الشِّفاء بعد ثلاثة أشهر من المعالجة مهما كان محلول الإرواء النهائي المُطبَّق في مجموعَتيّ البحث (مجموعة اللبّ المتموِّت، مجموعة إعادة المعالجة).

4. بلغت درجة الشفاء للآفات حول الذرويَّة في مجموعة الأسنان ذات اللبّ المتموِّت 60% بعد سنة واحدة من المراقبة الشعاعيَّة عند تطبيق محلول IKI 2%، مقارنةً مع نسبة شفاء للآفات حول الذرويَّة بلغت 100% عند تطبيق محلول IKI 5%، وأعلى من نسبة شفاء الآفات حول الذرويَّة عند عدم تطبيق محلول IKI التي بلغت 40%.

5. بلغت درجة شفاء الآفات حول الذرويَّة في مجموعة الأسنان التي تحتاج إعادة المعالجة 73.3% بعد سنة واحدة من المراقبة الشعاعيَّة عند تطبيق محلول IKI 2%، والتي تعتبر هامَّة مقارنةً مع نسبة شفاء الآفات حول الذرويَّة عند تطبيق محلول IKI 5% التي بلغت 100%، وأعلى من نسبة شفاء الآفات حول الذرويَّة عند عدم تطبيق محلول IKI التي بلغت 53.4%.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

RECOMMENDATIONS & SUGGESTIONS

6-1- التوصيات Recommendations

ضمن حدود هذه الدراسة السريريَّة الجرثوميَّة نوصي بما يلي:

1. تطبيق محلول NaOCl 5.25% أثناء التحضير الميكانيكي الكيميائي للأقنية الجذريَّة كونه أظهر فعاليَّة عاليـة في خفض تعداد المستعمرات الجرثوميَّة.

2. تطبيق محلول EDTA 17% بعد الانتهاء من التحضير الميكانيكي للأقنية الجذريَّة بهدف التأكيد على إزالة الجزء اللاعضوي من طبقة اللطاخة من الأقنية الجذريَّـة المحضَّرة.

3. تطبيق IKI كمحلول إرواء نهائي عند معالجة حالات الأسنـان ذات اللب المتموِّت والأسنـان التي تحتاج إعادة المعالجة كطريقة مساعدة على خفض تعداد المستعمرات الجرثوميَّة وشفاء الآفات حول الذرويَّة.

4. الالتزام ببروتوكولات العمل والإرواء الموصى بها في المراجع والدراسات العلميَّة بهدف توحيد معايير العمل السريري.

5. وضع الترميم النهائي بأقرب وقت ممكن بعد انتهاء المعالجة اللبيَّة بهدف منع التسرب الجرثومي وزيادة معدَّل نجاح المعالجة على المدى الطويل.

6-2- المقترحات Suggestions

ضمن حدود هذه الدراسة السريريَّـة الجرثوميَّـة نقترح ما يلي:

1. إجراء دراسات سريريَّـة على أسنان متعددة الجذور وبانحناءات مختلفة وقياسات ذرويَّـة مختلفة لتحري تأثيرها في الفعاليَّـة المضادة للجراثيم لمحلول الإرواء النهائي IKI.

2. إجراء دراسة سريريَّـة وجرثوميَّة تدرس الفعاليَّـة المضادة للجراثيم لمحلول الإرواء النهائي IKI على المكورات المعويَّـة البرازيَّـة *E. faecalis* في حالات الأسنـان ذات اللبّ المتموِّت والأسنـان التي تحتاج إعادة المعالجة.

3. إجراء دراسة سريريَّـة وجرثوميَّة تدرس الفعاليَّـة المضادة للجراثيم لمحلول الإرواء النهائي IKI على الجراثيم اللاهوائيَّـة في حالات الأسنـان ذات اللبّ المتموِّت والأسنـان التي تحتاج إعادة المعالجة.

4. إجراء دراسات مخبريَّـة وسريريَّـة لتحرِّي تأثير تطبيق IKI كمحلول الإرواء النهائي في قوَّة ارتباط مواد الحشو القنيوي مع جدران الأقنيـة الجذريَّـة.

5. إجراء دراسات سريريَّـة لتحري تأثير تطبيق IKI كمحلول الإرواء النهائي في الألم التالي للمعالجات اللبيَّـة.

6. إجراء دراسات سريريَّـة لتحري تأثير تطبيق IKI كمحلول الإرواء النهائي في شفاء الآفات حول الذرويَّـة ذات الحجم الكبير والاعتماد على التصوير المقطعي المحوسب CBCT في مراقبة شفاء الآفات حول الذرويَّـة كونه أكثر دقَّة.

7. إجراء دراسات مخبريَّـة وسريريَّـة وجرثوميَّة تدرس تأثير محلول الإرواء النهائي IKI على نموذج الأغشيـة الحيويَّـة متعددة البكتريـا.

8. الاعتماد على التشخيص الميكروبيولوجي الجزيئي Molecular Microbiologic لتشخيص السلالات الجرثوميَّـة المتواجدة ضمن الأقنيـة الجذريَّـة في حالات الأسنـان ذات اللبّ المتموِّت والأسنـان التي تحتـاج إعادة المعالجة كونـه أكثر دقة.

الباب السابع

المراجع

REFERENCES

References:

Abbaszadegan, A., Khayat, A., & Motamedifar, M. (2010). Comparison of antimicrobial efficacy of IKI and NaOCl irrigants in infected root canals: An in vivo study. **Iran Endod J,** 5(3),101-106.

Abbaszadegan, A., Nabavizadeh, M., Yekani, A. H., & Khayat, A. (2013). Comparison of endodontic treatment results yielded from using normal saline with IKI final rinse or NaOCl irrigation: A 30-month follow-up study. **Iran Endod J,** 8(4), 171-176.

Abdallah, M., Chataigne, G., Ferreira-Theret, P., Benoliel, C., Drider, D., Dhulster, P., & Chihib, N. E. (2014). Effect of growth temperature, surface type and incubation time on the resistance of Staphylococcus aureus biofilms to disinfectants. **Appl Microbiol Biotechnol,** 98(6), 2597-2607.

Abdulrazzaq, S. A. H. S. A., & Al-Nasrawi, I. S. (2020). Comparative Study to Evaluate the Antimicrobial Effect of MTAD, 17% EDTA, and 3% NaOCl-Against Enterococcus faecalis in Primary Teeth for Root Canals Therapy (in Vitro Study). **Med Leg Update,** 20(1), 340-345.

Abuhaimed, T. S., & Abou Neel, E. A. (2017). Sodium hypochlorite irrigation and its effect on bond strength to dentin. **Biomed Res Int,** 2017(4),1-8.

Adenubi, J. O., & Rule, D. C. (1976). Success rate for root fillings in young patients. A retrospective analysis of treated cases. **Br Dent J,** 141(8), 237-241.

Afkhami, F., Akbari, S., & Chiniforush, N. (2017). Entrococcus faecalis elimination in root canals using silver nanoparticles, photodynamic therapy, diode laser, or laser-activated nanoparticles: an in vitro study. **J Endod,** 43(2), 279-282.

Aggarwal, G., Bogra, P., Jindal, A., & Jain, N. (2018). Comparative evaluation of single-visit endodontic treatment with and without the use of iodine potassium iodide as an endodontic irrigant: In vivo study. **Saudi Endod J,** 8(1), 7-13.

Agnihotri, A., Arora, R., Sharma, U., & Sood, P. (2020). Herbal irrigants in primary teeth: A step toward green dentistry based on the wisdom of past. **J Indian Assoc Public Health Dent,** 18(4), 279-284.

Ahangari, Z., Bidabadi, M. M., Asnaashari, M., Rahmati, A., & Tabatabaei, F. S. (2017). Comparison of the antimicrobial efficacy of calcium hydroxide and photodynamic therapy against Enterococcus faecalis and Candida albicans in teeth with periapical lesions; an in vivo study. **J Lasers Med Sci,** 8(2), 72-78.

Akca, F., Zima, E., Vegh, E. M., Széplaki, G., Skopál, J., Hubay, M., ... & SZILI-TOROK, T. A. M. A. S. (2013). Radiofrequency ablation at low irrigation flow rates using a novel 12-hole gold open-irrigation catheter. **Pacing Clin Electrophysiol,** 36(11), 1373-1381.

Alhadi, D., Jaber, F. M., Agha, M. T., & Saeed, M. H. (2019). The effect of diode laser irradiation on root canal dentin. **J Int Dent Med Res,** 12(1), 49-53.

Alkahtani, A., Al Khudhairi, T. D., & Anil, S. (2014). A comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems. **BMC Oral Health**, 14, 1-7.

Almeida, L. H. S. D., Leonardo, N. G. E. S., Gomes, A. P. N., Giardino, L., Souza, E. M., & Pappen, F. G. (2013). Pulp tissue dissolution capacity of sodium hypochlorite combined with cetrimide and polypropylene glycol. **Braz Dent J,** 24(5), 477-481.

Alqerban, A., Almanea, A., Alkanhal, A., Aljarbou, F., Almassen, M., Fieuws, S., & Willems, G. (2019). Impact of orthodontic treatment on the integrity of endodontically treated teeth. **Eur J Orthod,** 41(3), 238-243.

Antunes, H. S., Rôças, I. N., Alves, F. R., & Siqueira Jr, J. F. (2015). Total and specific bacterial levels in the apical root canal system of teeth with post-treatment apical periodontitis. **J Endod,** 41(7), 1037-1042.

Apostolov, K. (1980). The effects of iodine on the biological activities of myxoviruses. **J Hyg,** 84(3), 381-388.

Arnold, M., Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2013). Infection in a complex network of apical ramifications as the cause of persistent apical periodontitis: a case report. **J Endod,** 39(9), 1179-1184.

Arruda-Vasconcelos, R., Barbosa-Ribeiro, M., Louzada, L. M., Mantovani, G. D., & Gomes, B. P. (2019). Apically extruded debris using passive ultrasonic irrigation associated with different root canal irrigants. **Braz Dent J,** 30(4), 363-367.

Ates, M., Akdeniz, B. G., & Sen, B. H. (2005). The effect of calcium chelating or binding agents on Candida albicans. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 100(5), 626-630.

Aydin, S. A., Taşdemir, T., Buruk, C. K., & Çelik, D. (2020). Efficacy of erbium, chromium-doped yttrium, scandium, gallium and garnet laser-activated irrigation compared with passive ultrasonic Irrigation, conventional irrigation, and photodynamic therapy against Enterococcus faecalis. **J Contemp Dent Pract,** 21(1), 11-16.

Azim, A. A., Griggs, J. A., & Huang, G. J. (2016). The Tennessee study: factors affecting treatment outcome and healing time following nonsurgical root canal treatment. **Int Endod J,** 49(1), 6-16.

Balagopal, S., & Arjunkumar, R. (2013). Chlorhexidine: the gold standard antiplaque agent. **J Pharm Sci Res,** 5(12), 270-274.

Balandrón, J. (1997). **Atlas de Cirugía Oral**. Madrid: Ed. Ergón. 168-85.

Barbosa, F. O. G., Gomes, J. A. D. C. P., & de Araújo, M. C. P. (2007). Influence of sodium hypochlorite on mechanical properties of K3 nickel-titanium rotary instruments. **J Endod,** 33(8), 982-985.

Barnhart, B. D., Chuang, A., Dalle Lucca, J. J., Roberts, S., Liewehr, F., & Joyce, A. P. (2005). An in vitro evaluation of the cytotoxicity of various endodontic irrigants on human gingival fibroblasts. **J Endod,** 31(8), 613-615.

Basmaci, F., Öztan, M. D., & Kiyan, M. E. H. M. E. T. (2013). Ex vivo evaluation of various instrumentation techniques and irrigants in reducing E. faecalis within root canals. **Int Endod J,** 46(9), 823-830.

Basrani, B. (2015). Endodontic irrigation. **Chemical Disinfection of the root canal system.** Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.

Basson, N. J., & Tait, C. M. (2001). Effectiveness of three root canal medicaments to eliminate Actinomyces israelii from infected dentinal tubules in vitro. **SADJ,** 56(11), 499-501.

Baumgartner, J. C., & Mader, C. L. (1987). A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens **J Endod,** 13(4), 147-157.

Benenati, F. W., & Khajotia, S. S. (2002). A radiographic recall evaluation of 894 endodontic cases treated in a dental school setting. **J Endod,** 28(5), 391-395.

Bergenholtz, G., & Spångberg, L. (2004). Controversies in endodontics. **Crit Rev Oral Biol Med,** 15(2), 99-114.

Bertani, P., Gagliani, M., & Gorni, F. (2020). **Retreatments: Solutions for Periapical Diseases of Endodontic Origin**. Edra.

Beukelman, C. J., Van Den Berg, A. J. J., Hoekstra, M. J., Uhl, R., Reimer, K., & Mueller, S. (2008). Anti-inflammatory properties of a liposomal hydrogel with povidone-iodine (Repithel®) for wound healing in vitro. **Burns,** 34(6), 845-855.

Bharuka, S. B., & Mandroli, P. S. (2016). Single-versus two-visit pulpectomy treatment in primary teeth with apical periodontitis: A double-blind, parallel group, randomized controlled trial. **J Indian Soc Pedod Prev Dent,** 34(4), 383-390.

Bhaskar, S. N. (1967). Bone lesions of endodontic origin. **Dent Clin North Am,** 11(3), 521-533.

Bigliardi, P. L., Alsagoff, S. A. L., El-Kafrawi, H. Y., Pyon, J. K., Wa, C. T. C., & Villa, M. A. (2017). Povidone iodine in wound healing: A review of current concepts and practices. **Int J Surg,** 44, 260-268.

Black, A. P., Thomas Jr, W. C., Kinman, R. N., Bonner, W. P., Keirn, M. A., Smith Jr, J. J., et al. (1968). Iodine for the disinfection of water. **J Am Water Works Assoc,** 60(1), 69-83.

Blome, B., Braun, A., Sobarzo, V., & Jepsen, S. (2008). Molecular identification and quantification of bacteria from endodontic infections using real-time polymerase chain reaction. **Oral Microbiol Immunol,** 23(5), 384-390.

Borzini, L., Condò, R., De Dominicis, P., Casaglia, A., & Cerroni, L. (2016). Root canal irrigation: Chemical agents and plant extracts against Enterococcus faecalis. **Open Dent J,** 10, 692.

Brittan, J. L., Sprague, S. V., Macdonald, E. L., Love, R. M., Jenkinson, H. F., & West, N. X. (2016). In vivo model for microbial invasion of tooth root dentinal tubules. **J Appl Oral Sci,** 24(2), 126-135.

Buchanan, L. S. (2000). The standardized-taper root canal preparation–Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. **Int Endod J,** 33(6), 516-529.

Buck, R. A., Cai, J., Eleazer, P. D., Staat, R. H., & Hurst, H. E. (2001). Detoxification of endotoxin by endodontic irrigants and calcium hydroxide. **J Endod,** 27(5), 325-327.

Busslinger, Sener, & Barbakow. (1998). Effects of sodium hypochlorite on nickel-titanium Lightspeed® instruments. **Int Endod J,** 31(4), 290-294.

Byström, A., & Sundqvist, G. (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scand J Dent Res,** 89(4), 321-328.

Byström, A., Claesson, R., & Sundqvist, G. (1985). The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. **Endod Dent Traumatol,** 1(5), 170-175.

Cabral, C. T., & Fernandes, M. H. (2007). In vitro comparison of chlorhexidine and povidone–iodine on the long-term proliferation and functional activity of human alveolar bone cells. **Clin Oral Investig,** 11(2), 155-164.

Canga, M., Malagnino, I., Malagnino, G., & Malagnino, V. (2020). A Comparison of Mtwo and RaCe Rotary instruments in the preparation of curved canals. **J Contemp Dent Pract,** 21(2), 124-128.

Card, S. J., Sigurdsson, A., Ørstavik, D., & Trope, M. (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. **J Endod,** 28(11), 779-783.

Casadevall, A., & Pirofski, L. A. (1999). Host-pathogen interactions: redefining the basic concepts of virulence and pathogenicity. **Infect Immun,** 67(8), 3703-3713.

Castellucci, A. (2006). **Endodontics** (Vol. 1). Il Tridente, 163-164.

Cavalla, F., Letra, A., Silva, R. M., & Garlet, G. P. (2021). Determinants of periodontal/periapical lesion stability and progression. **J Dent Res,** 100(1), 29-36.

Chandwani, M., Mittal, R., Chandak, S., & Pimpale, J. (2017). Effectiveness of Morinda citrifolia juice as an intracanal irrigant in deciduous molars: An in vivo: study. **Dent Res J,** 14(4), 246-251.

Chang, S. L. (1971). Modern concept of disinfection. **J Sanit Eng Div Proc ASCE,** 97(5), 689-707.

Chávez de Paz, L. E., Bergenholtz, G., Dahlén, G., & Svensäter, G. (2007). Response to alkaline stress by root canal bacteria in biofilms. **Int Endod J,** 40(5), 344-355.

Chávez De Paz, L. E., Dahlén, G., Molander, A., Möller, Å., & Bergenholtz, G. (2003). Bacteria recovered from teeth with apical periodontitis after antimicrobial endodontic treatment. **Int Endod J,** 36(7), 500-508.

Cheung, G. S. (2002). Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in a dental teaching hospital. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 93(5), 596-604.

Cheung, G. S. P., & Chan, T. K. (2003). Long-term survival of primary root canal treatment carried out in a dental teaching hospital. **Int Endod J,** 36(2), 117-128.

Chubb, D. W. R. (2019). A review of the prognostic value of irrigation on root canal treatment success. **Aust Endod J,** 45(1), 5-11.

Chudasama, K. D., Chokshi, S., Sanghvi, Z., Patel, N., Vaidya, N., & Chhaya, D. (2024). Comparative Evaluation of the Efficacy of ProTaper & Mtwo Rotary Retreatment System and Conventional Hand H-files for Removal of Gutta-percha from Root Canal-A Stereomicroscopic Study. **Indian J Dent Res,** 35(2), 206-210.

Chugal, N. M., Clive, J. M., & Spångberg, L. S. (2007). Endodontic treatment outcome: effect of the permanent restoration. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 104(4), 576-582.

Chugal, N., Wang, J. K., Wang, R., He, X., Kang, M., Li, J., et al. (2011). Molecular characterization of the microbial flora residing at the apical portion of infected root canals of human teeth. **J Endod,** 37(10), 1359-1364.

Clegg, M. S., Vertucci, F. J., Walker, C., Belanger, M., & Britto, L. R. (2006). The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. **J Endod,** 32(5), 434-437.

Coelho, M. S., Vilas-Boas, L., & Tawil, P. Z. (2019). The effects of photodynamic therapy on postoperative pain in teeth with necrotic pulps. **Photodiagnosis Photodyn Ther,** 27, 396-401.

Cohen, S., & Hargreaves, K. M. (Eds.). (2011). **Cohen's Pathways of the Pulp**. Mosby Elsevier.

Costerton, J. W., Stewart, P. S., & Greenberg, E. P. (1999). Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. **Science,** 284(5418), 1318-1322.

Costerton, J.W. (2007). **The biofilm primer.** Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Cotti, E., & Schirru, E. (2022). Present status and future directions: Imaging techniques for the detection of periapical lesions. **Int Endod J,** 55(4), 1085-1099.

Cotton, T. P., Schindler, W. G., Schwartz, S. A., Watson, W. R., & Hargreaves, K. M. (2008). A retrospective study comparing clinical outcomes after obturation with Resilon/Epiphany or Gutta-Percha/Kerr sealer. **J Endod,** 34(7), 789-797.

Cumbo, E., Melilli, D., & Gallina, G. (2019). Irrigants in endodontics: a review. **Int J Clin Dent,** 12(1), 37-62.

Dahlen, G., Samuelsson, W., Molander, A., & Reit, C. (2000). Identification and antimicrobial susceptibility of enterococci isolated from the root canal. **Oral Microbiol Immunol,** 15(5), 309-312.

Dakin, H. D. (1915). On the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. **Br Med J,** 2(2852), 318.

Dalton, B. C., Ørstavik, D., Phillips, C., Pettiette, M., & Trope, M. (1998). Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. **J Endod,** 24(11), 763-767.

Darcey, J., Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., & Hunter, M. (2016). Modern endodontic principles part 4: irrigation. **Dent update,** 43(1), 20-33.

Dixit, S., Dixit, A., & Kumar, P. (2014). Nonsurgical treatment of two periapical lesions with calcium hydroxide using two different vehicles. **Case Rep Dent,** 2014:2014:901497.

Dodge Jr, J. S. (1887). Immediate root-filling. **Am J Dent Sci,** 21(3), 134-135.

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. **J Conserv Dent,** 16(6), 484-488.

Doyle, S. L., Hodges, J. S., Pesun, I. J., Baisden, M. K., & Bowles, W. R. (2007). Factors affecting outcomes for single-tooth implants and endodontic restorations. **J Endod,** 33(4), 399-402.

Engström, B., & Spångberg, L. (1969). V. Toxic and antimicrobial effects of antiseptics in vitro. **Sven Tandlak Tidskr,** 62(9), 543-549.

Estrela, C., Estrela, C. R. A., Decurcio, D. A., Hollanda, A. C. B., & Silva, J. A. (2007). Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. **Int Endod J,** 40(2), 85-93.

Estrela, C., Silva, J. A., Decurcio, D. A., Alencar, A. H. G., Estrela, C. R., Faitaroni, L. A., & Batista, A. C. (2014). Monitoring nonsurgical and surgical root canal treatment of teeth with primary and secondary infections. **Braz Dent J,** 25(6), 494-501.

European Society of Endodontology (ESE). (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. **Int Endod J,** 39(12), 921-930.

Fabricius, L., Dahlen, G., Öhman, A.E., & Möller, A.J. (1982). Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. **Scand J Dent Res,** 90(2), 134–144.

Faraj, S., & Boutsioukis, C. (2017). Observer variation in the assessment of root canal curvature. **Int Endod J,** 50(2), 167-176.

Farhad, A. R., & Elahi, T. (2004). The effect of smear layer on apical seal of endodontically treated teeth. **J Res Med Sci,** 9(3), 28-31.

Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2004). Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. **J Endod,** 30(9), 627-633.

Ferranti, P. (1959). Treatment of the root canal of an infected tooth in one appointment: a report of 340 cases. **Dent Dig**, 65(11), 490-94.

Ferrer-Luque, C. M., Baca, P., Solana, C., Rodríguez-Archilla, A., Arias-Moliz, M. T., & Ruiz-Linares, M. (2021). Antibiofilm activity of diclofenac and antibiotic solutions in endodontic therapy. **J Endod,** 47(7), 1138-1143.

Field, J. W., Gutmann, J. L., Solomon, E. S., & Rakusin, H. (2004). A clinical radiographic retrospective assessment of the success rate of single-visit root canal treatment. **Int Endod J,** 37(1), 70-82.

Figdor, D., & Gulabivala, K. (2008). Survival against the odds: microbiology of root canals associated with post-treatment disease. **Endod Topic,** 18(1), 62-77.

Figdor, D., & Sundqvist, G. (2007). A big role for the very small—understanding the endodontic microbial flora. **Aust Dent J,** 52(1), S38-S51.

Fiorillo, L. (2019). Chlorhexidine gel use in the oral district: A systematic review. **Gels,** 5(2), 31.

Flemming, H. C., & Wingender, J. (2010). The biofilm matrix. **Nat Rev Microbiol,** 8(9), 623-633.

Friedman, S. (2002). Prognosis of initial endodontic therapy. **Endod Topic,** 2(1), 59-88.

Friedman, S., & Mor, C. (2004). The success of endodontic therapy—healing and functionality. **J Cal Dent Assoc,** 32(6), 493-503.

Friedman, S., Abitbol, S., & Lawrence, H. P. (2003). Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. **J Endod,** 29(12), 787-793.

Friedman, S., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Lawrence, H. P. (2004). Treatment outcome in endodontics—the Toronto Study. Phase II: initial treatment. **J Endod,** 30(5), 302-309.

Friedman, S., Löst, C., Zarrabian, M., & Trope, M. (1995). Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. **J Endod,** 21(7), 384-390.

Fuss, Z., Mizrahi, A., Lin, S., Cherniak, O., & Weiss, E. I. (2002). A laboratory study of the effect of calcium hydroxide mixed with iodine or electrophoretically activated copper on bacterial viability in dentinal tubules. **Int Endod J,** 35(6): 522-526.

Gajan, E. B., Aghazadeh, M., Abashov, R., Milani, A. S., & Moosavi, Z. (2009). Microbial flora of root canals of pulpally-infected teeth: Enterococcus faecalis a prevalent species. **J Dent Res Dent Clin Den Prospects,** 3(1), 24-27.

Gandi, P., Vasireddi, S. R., Gurram, S. R., & Darasani, K. (2013). Evaluation of the Antibacterial efficacy of Omeprazole with Sodium Hypochlorite as an Endodontic Irrigating Solution-An Invivo Study. **J Int Oral Health,** 5(2), 14-20.

Gay, C., Peñarrocha, M., & Berini, L. (1999). **Lesiones periapicales**. Cirugía bucal. Madrid: Ediciones Ergon, 749-80.

Ghonmode, W. N., Balsaraf, O. D., Tambe, V. H., Saujanya, K. P., Patil, A. K., & Kakde, D. D. (2013). Comparison of the antibacterial efficiency of neem leaf extracts, grape seed extracts and 3% sodium hypochlorite against E. feacalis–An in vitro study. **J Int Oral Health,** 5(6), 61-66.

Glöbel, B., Glöbel, H., & Andres, C. (1984). Iodine resorption from PVP-iodine preparations after their use in humans. **Dtsch Med Wochenschr,** 109(37), 1401-1404.

Goller, C. C., & Romeo, T. (2008). Environmental influences on biofilm development. **Curr Top Microbiol Immunol,** 322, 37–66.

Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., ME, V., Berber, V. B., Teixeira, F. B., & Souza-Filho, F. J. (2001). In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of Enterococcus faecalis. **Int Endod J,** 34(6), 424-428.

Gomes, B. P., Pinheiro, E. T., Gadê-Neto, C. R., Sousa, E. L., Ferraz, C. C., Zaia, A. A., ... & Souza-Filho, F. J. (2004). Microbiological examination of infected dental root canals. **Oral Microbiol Immunol,** 19(2), 71-76.

Gottardi, W. (1978). Aqueous iodine solutions as disinfectants: composition, stability, comparison with chlorine and bromine solution (author's transl). **Zentralbl Bakteriol B,** 167(3), 206-215.

Gottardi, W. (1991). Iodine and iodine compounds. In: Block SS, editor. **Disinfection, sterilization, and preservation.** 4th edition. Philadelphia: Lea & Febiger, 152–166.

Gundappa, M., Ng, S. Y., & Whaites, E. J. (2006). Comparison of ultrasound, digital and conventional radiography in differentiating periapical lesions. **Dentomaxillofac Radiol,** 35(5), 326-333.

Gutmann, J. L., Baumgartner, J. C., Gluskin, A. H., Hartwell, G. R., & Walton, R. E. (2009). Identify and define all diagnostic terms for periapical/periradicular health and disease states. **J Endod,** 35(12), 1658-1674.

Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in endodontics. **Dent Clin,** 54(2), 291-312.

Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., & Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. **Br Dent J,** 216(6), 299-303.

Haenni, S., Schmidlin, P. R., Mueller, B., Sener, B., & Zehnder, M. (2003). Chemical and antimicrobial properties of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions. **Int Endod J,** 36(2), 100-105.

Hajishengallis, G. (2014). The inflammophilic character of the periodontitis-associated microbiota. **Mol Oral Microbiol,** 29(6), 248–257.

Hajishengallis, G., Liang, S., Payne, M. A., Hashim, A., Jotwani, R., Eskan, M. A., ... & Curtis, M. A. (2011). Low-abundance biofilm species orchestrates inflammatory

periodontal disease through the commensal microbiota and complement. **Cell Host Microbe,** 10(5), 497-506.

Hall-Stoodley, L., & Stoodley, P. (2009). Evolving concepts in biofilm infections. **Cell Microbiol,** 11(7), 1034-1043.

Hamze, F., Honardar, K., & Nazarimoghadam, K. (2011). Comparison of two canal preparation techniques using mtwo rotary instruments. **Iran Endod J,** 6(4), 150-154.

He, K., Chen, H., Wu, C., Liu, M., & Zhang, Y. (2019). An l-cysteine-mediated iodide-catalyzed reaction for the detection of I^-. **New J Chem,** 43(3), 1398-1403.

Hebling, E., Coutinho, L. A., Ferraz, C. C. R., Cunha, F. L., & Queluz, D. D. P. (2014). Periapical status and prevalence of endodontic treatment in institutionalized elderly. **Braz Dent J,** 25, 123-128.

Henriques, L. C. F., de Brito, L. C. N., Tavares, W. L. F., Teles, R. P., Vieira, L. Q., Teles, F. R. F., & Sobrinho, A. P. R. (2016). Microbial ecosystem analysis in root canal infections refractory to endodontic treatment **J Endod,** 42(8), 1239-1245.

Hofheinz, D. R. (1892). **Immediate root-filling.** Philadelphia: SS White Dental Manufacturing Company.

Hong, B. Y., Lee, T. K., Lim, S. M., Chang, S. W., Park, J., Han, S. H., ... & Kum, K. Y. (2013). Microbial analysis in primary and persistent endodontic infections by using pyrosequencing. **J Endod,** 39(9), 1136-1140.

Hoskinson, S. E., Ng, Y. L., Hoskinson, A. E., Moles, D. R., & Gulabivala, K. (2002). A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 93(6), 705-715.

Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation–literature review and case reports. **Int Endod J,** 33(3), 186–193.

Hülsmann, M., Heckendorff, M., & Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **Int Endod J,** 36(12), 810-830.

Imura, N., Pinheiro, E. T., Gomes, B. P., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., & Souza-Filho, F. J. (2007). The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. **J Endod,** 33(11), 1278-1282.

Ismail, S., Zakaria, N., & Sultan, M. (2013). The Effect of Two Endodontic Rotary Systems in Root Canal Preparation on Apical Microleakage. **Al-Rafidain Dent J,** 13(1), 37-43.

Jain, K., Agarwal, P., Jain, S., Seal, M., & Adlakha, T. (2018). Alexidine versus chlorhexidine for endodontic irrigation with sodium hypochlorite. **Eur J Dent,** 12(03), 398-402.

Jaramillo, D. E., Aguilar, E., Arias, A., Ordinola-Zapata, R., Aprecio, R. M., & Ibarrola, J. L. (2016). Root canal disinfection comparing conventional irrigation vs photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) using a buffered 0.5% sodium hypochlorite solution. **Evid Based Endod,** 1(6), 1-5.

Jhajharia, K., Parolia, A., Shetty, K. V., & Mehta, L. K. (2015). Biofilm in endodontics: a review. **J Int Soc Prev Community Dent,** 5(1), 1-12.

Johnson, J. D., & Flake, N. M. (2014). Impact of Root Canal Disinfection on Treatment Outcome. **Disinfection of Root Canal Systems: The Treatment of Apical Periodontitis,** John Wiley & Sons,71-88.

Johnston, H. B. (1927). The principle of diffusion applied to the Callahan method of pulp canal filling. **Dent Summ,** 43, 743-752.

Joshi, N., & Prajapati, K. (2014). Antimicrobial efficacy of 0.5% Iodine potassium iodide as intracanal irrigant against Enterococcus faecalis at apical third of canal. **J Nepal Den Assoc,** 14(2), 17-20.

Joshi, N., Kundabala, M., Shenoy, S., Kamath, S., & D'souza, V. (2009). Evaluation of antimicrobial efficacy of 0.5% IKI, 3% NaOCI and 0.2% CHX when used alone and in combination as intracanal irrigants against Enterococcus Faecalis.–An in vitro study. **Endodontology,** 21(2), 8-18.

Jungbluth, H., Marending, M., De-Deus, G., Sener, B., & Zehnder, M. (2011). Stabilizing sodium hypochlorite at high pH: effects on soft tissue and dentin. **J Endod,** 37(5), 693-696.

Kanagalingam, J., Feliciano, R., Hah, J. H., Labib, H., Le, T. A., & Lin, J. C. (2015). Practical use of povidone-iodine antiseptic in the maintenance of oral health and in the prevention and treatment of common oropharyngeal infections. **Int J Clin Pract,** 69(11), 1247-1256.

Kandaswamy, D., & Venkateshbabu, N. (2010). Root canal irrigants. **J Conserv Dent,** 13(4), 256-264.

Karimnia, V., Slack, F. J., & Celli, J. P. (2021). Photodynamic therapy for pancreatic ductal adenocarcinoma. **Cancers,** 13(17), 4354.

Kashyap, N., Upadhyay, M., Sharma, J., Das, S. J., & Katlam, T. (2019). Irrigating solutions in pediatric dentistry: a big deal in little teeth. **EC Dent Sci,** 18(7), 1620-1626.

Katebzadeh, N., Sigurdsson, A., & Trope, M. (2000). Radiographic evaluation of periapical healing after obturation of infected root canals: an in vivo study. **Int Endod J,** 33(1), 60-65.

Keskin, C., Demiryürek, E. Ö., & Onuk, E. E. (2017). Pyrosequencing analysis of cryogenically ground samples from primary and secondary/persistent endodontic infections. **J Endod,** 43(8), 1309-1316.

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. **Pediatr Dent J,** 33(2), 93-101.

Khedmat, S. (2004). Evaluation of endodontic treatment failure of teeth with periapical radiolucent areas and factors affecting it. **Front Dent,** 1(2), 34-38.

Kim, S. (2010). Prognostic factors influencing clinical outcome of nonsurgical endodontic treatment. **J Kor Acad Cons Dent,** 35(6), 436-444.

Kim, S. W., & Shin, D. H. (2017). Antibacterial effect of urushiol on E. faecalis as a root canal irrigant. **Restor Dent Endod,** 42(1), 54-59.

Knolle, J., & Meyer, K. H. (1975). IgD-multiple myeloma. Review of 102 cases reported in the literature (author's transl). **Immunitat und Infektion,** 3(3), 125-134.

Kramer, H. P., Moore, W. A., & Ballinger, D. G. (1952). Determination of microquantities of iodine in water solution by amperometric titrations. **Anal Chem,** 24(12), 1892-1894.

Kruse, A. E., & Angelici, R. J. (1970). Reactions of the cyclopentadienylruthenium tricarbonyl cation with nucleophiles. **J Organomet Chem,** 24(1), 231-239.

Kuhn, J. M., Rieu, M., Wasserman, D., Vallée, G., Izembart, M., Ménard, J. F., et al. (1987). Thyroid function of burned patients: effect of iodine therapy. **Rev Med Interne,** 8(1), 21-26.

Kumar, S., Raja Babu, P., Jagadish Reddy, G., & Uttam, A. (2011). Povidone iodine-revisited. **Indian J Dent Adv,** 3(03), 617-620.

Kuramitsu, H. K., He, X., Lux, R., Anderson, M. H., & Shi, W. (2007). Interspecies interactions within oral microbial communities. **Microbiol Mol Biol Rev,** 71(4), 653-670.

Kvist, T., Molander, A., Dahlén, G., & Reit, C. (2004). Microbiological evaluation of one-and two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized, clinical trial. **J Endod,** 30(8), 572-576.

Lachapelle, J. M., Castel, O., Casado, A. F., Leroy, B., Micali, G., Tennstedt, D., et al. (2013). Antiseptics in the era of bacterial resistance: a focus on povidone iodine. **Clin Pract,** 10(5), 579.

Law, A., & Messer, H. (2004). An evidence-based analysis of the antibacterial effectiveness of intracanal medicaments. **J Endod,** 30(10), 689-694.

Lee, J., Kang, S., Jung, H. I., Kim, S., Karabucak, B., & Kim, E. (2020). Dentists' clinical decision-making about teeth with apical periodontitis using a variable-controlled survey model in South Korea. **BMC Oral Health,** 20(1), 1-10.

Lei, L., Shao, M., Yang, Y., Mao, M., Yang, Y., & Hu, T. (2016). Exopolysaccharide dispelled by calcium hydroxide with volatile vehicles related to bactericidal effect for root canal medication. **J Appl Oral Sci,** 24(5), 487-495.

Li, L., Hsiao, W. W. L., Nandakumar, R., Barbuto, S. M., Mongodin, E. F., Paster, B. J., ... & Fouad, A. F. (2010). Analyzing endodontic infections by deep coverage pyrosequencing. . **J Dent Res,** 89(9), 980-984.

Liang, Y. H., Jiang, L. M., Jiang, L., Chen, X. B., Liu, Y. Y., Tian, F. C., et al. (2013). Radiographic healing after a root canal treatment performed in single-rooted teeth

with and without ultrasonic activation of the irrigant: a randomized controlled trial. **J Endod,** 39(10), 1218-1225.

Lim, B. S. H., Parolia, A., Chia, M. S. Y., Jayaraman, J., & Nagendrababu, V. (2020). Antimicrobial efficacy of QMix on Enterococcus faecalis infected root canals: a systematic review of in vitro studies. **Restor Dent Endod,** 45(2), 1–12.

Lin, L. M., Pascon, E. A., Skribner, J., Gängler, P., & Langeland, K. (1991). Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol,** 71(5), 603-611.

Lleo, M. M., Bonato, B., Tafi, M. C., Signoretto, C., Boaretti, M., & Canepari, P. (2001). Resuscitation rate in different enterococcal species in the viable but non-culturable state. **J Appl Microbiol,** 91(6), 1095-1102.

Löe, H. (1973). Does chlorhexidine have a place in the prophylaxis of dental diseases?. **J Periodontal Res,** 8, 93–99.

Louis, M. & Huang, G. T. (2011). **Pathobiology of the Periapex**. In Cohen's Pathways of the Pulp (10thed),Mospy, 529-558.

Lustmann, J., Friedman, S., & Shaharabany, V. (1991). Relation of pre-and intraoperative factors to prognosis of posterior apical surgery. **J Endod,** 17(5), 239-241.

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), 5-14.

Maia, L. M., Espaladori, M. C., Diniz, J. M. B., Tavares, W. L. F., de Brito, L. C. N., Vieira, L. Q., & Sobrinho, A. P. R. (2020). Clinical endodontic procedures modulate periapical cytokine and chemokine gene expressions. **Clin Oral Investig,** 24(10), 3691-3697.

Marion, J. J., Manhães, F. C., Bajo, H., & Mageste Duque, T. (2012). Efficiency of different concentrations of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Literature review. **Dent Press Endod,** 2(4), 23.

Marquis, V. L., Dao, T., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2006). Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. **J Endod,** 32(4), 299-306.

Martinho, F. C., & Gomes, B. P. (2008). Quantification of endotoxins and cultivable bacteria in root canal infection before and after chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite. **J Endod,** 34(3), 268-272.

Martins, C. M., da Silva Machado, N. E., Giopatto, B. V., de Souza Batista, V. E., Marsicano, J. A., & Mori, G. G. (2020). Post-operative pain after using sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigation solutions in endodontics: Systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. **Indian J Dent Res,** 31(5), 774-781.

Mathew, J., Emil, J., Paulaian, B., John, B., Raja, J., & Mathew, J. (2014). Viability and antibacterial efficacy of four root canal disinfection techniques evaluated using confocal laser scanning microscopy. **J Conserv Dent,** 17(5), 444-448.

Matsuo, T., Shirakami, T., Ozaki, K., Nakanishi, T., Yumoto, H., & Ebisu, S. (2003). An immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls of teeth with periapical lesions. **J Endod,** 29(3), 194-200.

McDonnell, G., & Russell, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. **Clin Microbiol Rev,** 12(1), 147-179.

Mercado-Burgos, N., Hoehn, R. C., & Holliman, R. B. (1975). Effect of halogens and ozone on Schistosoma ova. **J Water Pollut control Fed,** 47:2411-2419.

Mittal, R., Tandan, M., & Jain, V. (2020). A randomized clinical trial of antimicrobial efficacy of photoactivated disinfection, conventional endodontic irrigation and their combination in primary endodontic infections. **Int J Oral Health Sci,** 10(2), 94-101.

Moawad, E. (1970). **The viability of bacteria in sealed root canal**. Thesis, University of Minnesota.

Mohammadi, Z. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. **Int Dent J,** 58(6), 329-341.

Mohammadi, Z., Farhad, A., & Tabrizizadeh, M. (2006). One-visit versus multiple-visit endodontic therapy—a review. **Int Dent J,** 56(5), 289-293.

Mohammadi, Z., Kinoshita, J., Manabe, A., Kobayashi, M., Shalavi, S., Palazzi, F., Yaripour, S., Jafarzadeh, H. (2020). Effects of root canal irrigants and medicaments on dentin and vice versa: a review of Literature. **J Dent Mater Tech,** 10(3), 1-9.

Molander, A., Reit, C., & Dahlén, G. (1996). Reasons for dentists' acceptance or rejection of microbiological root canal sampling. **Int Endod J,** 29(3), 168-172.

Molander, A., Reit, C., & Dahlén, G. (1999). The antimicrobial effect of calcium hydroxide in root canals pretreated with 5% iodine potassium iodide. **Endod Dent Traumatol,** 15(5), 205-209.

Molander, A., Warfvinge, J., Reit, C., & Kvist, T. (2007). Clinical and radiographic evaluation of one-and two-visit endodontic treatment of asymptomatic necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. **J Endod,** 33(10), 1145-1148.

Möller, Å. J., Fabricius, L., Dahlén, G., Sundqvist, G., & Happonen, R. P. (2004). Apical periodontitis development and bacterial response to endodontic treatment. Experimental root canal infections in monkeys with selected bacterial strains. **Europ J Oral Sci,** 112(3), 207-215.

Molven, O., Halse, A., & Grung, B. (1996). Incomplete healing (scar tissue) after periapical surgery—radiographic findings 8 to 12 years after treatment. **J Endod,** 22(5), 264-268.

Molven, O., Olsen, I., & Kerekes, K. (1991). Scanning electron microscopy of bacteria in the apical part of root canals in permanent teeth with periapical lesions. **Endod Dent Traumatol,** 7(5), 226-229.

Moradi, F., & Haghgoo, R. (2018). Evaluation of antimicrobial efficacy of nanosilver solution, sodium hypochlorite and normal saline in root canal irrigation of primary teeth. **Contemp Clin Dent,** 9(2), S227-S232.

Morse, D. R. (1971). The endodontic culture technique: an impractical and unnecessary procedure. **Dent Clin North Am,** 15(4), 793-806.

Morse, D. R., Wolfson, E., & Schacterle, G. R. (1975). Nonsurgical repair of electrophoretically diagnosed radicular cysts. **J Endod,** 1(5), 158-163.

Murad, C. F., Sassone, L. M., Faveri, M., Hirata Jr, R., Figueiredo, L., & Feres, M. (2014). Microbial diversity in persistent root canal infections investigated by checkerboard DNA-DNA hybridization. **J Endod,** 40(7), 899-906.

Murphy, W. K., Kaugars, G. E., Collett, W. K., & Dodds, R. N. (1991). Healing of periapical radiolucencies after nonsurgical endodontic therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol,** 71(5), 620-624.

Naenni, N., Thoma, K., & Zehnder, M. (2004). Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. **J Endod,** 30(11), 785-787.

Nagas, E., Uyanik, M. O., Eymirli, A., Cehreli, Z. C., Vallittu, P. K., Lassila, L. V., et al. (2012). Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. **J Endod,** 38(2), 240-244.

Nair, P. N. R., Henry, S., Cano, V., & Vera, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 99(2), 231-252.

Nazari Moghaddam, K., Farajian Zadeh, H., & Farajian Zadeh, N. (2017). Comparison of cleaning efficacy and instrumentation time of reciproc and Mtwo rotary systems in primary molars. **J Islam Dent Assoc Iran,** 29(1), 15-20.

Nešković, J., Ninković, N., Opačić-Galić, V., Jovanović-Medojević, M., Popović-Bajić, M., Maksimović, M., & Živković, S. (2020). The influence of the final irrigation protocol on the efficiency of root canal cleaning. **Srpski arhiv za celokupno lekarstvo,** 148(1-2), 10-16.

Neuzil, E. (2002). Jean Guillaume Auguste Lugol (1788-1851): his life and his works: a brief encounter, 150 years after his death. **Hist Sci Med,** 36(4), 451-464.

Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2010). Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. **Int Endod J,** 43(3), 171-189.

Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. **Int Endod J,** 44(7), 583-609.

Ng, Y. L., Spratt, D., Sriskantharajah, S., & Gulabivala, K. (2003). Evaluation of protocols for field decontamination before bacterial sampling of root canals for contemporary microbiology techniques. **J Endod,** 29(5), 317-320.

Oberoi, S. S., Dhingra, C., Sharma, G., & Sardana, D. (2015). Antibiotics in dental practice: how justified are we. **Int Dent J,** 65(1), 4-10.

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. **Photobiomodul Photomed Laser Surg,** 39(1), 62-69.

Olsen, I. (2015). Biofilm-specific antibiotic tolerance and resistance. **Eur J Clin Microbiol Infect Dis,** 34(5), 877-886.

Orhan, K. A. A. N., Bayrakdar, I. S., Ezhov, M., Kravtsov, A., & Özyürek, T. A. H. A. (2020). Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. **Int Endod J,** 53(5), 680-689.

Ørstavik, D. (1996). Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. **Int Endod J,** 29(3), 150-155.

Ørstavik, D., & Haapasalo, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. **Dent Traumatol,** 6(4), 142-149.

Ørstavik, D., Kerekes, K., & Eriksen, H. M. (1986). The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. **Dent Traumatol,** 2(1), 20-34.

Öter, B., Topcuoglu, N., Tank, M. K., & Cehreli, S. B. (2018). Evaluation of antibacterial efficiency of different root canal disinfection techniques in primary teeth. **Photomed Laser Surg,** 36(4), 179-184.

Paiva, S. S. M., Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Carmo, F. L., Leite, D. C. A., Ferreira, D. C., ... & Rosado, A. S. (2013a). Clinical antimicrobial efficacy of NiTi rotary instrumentation with NaOCl irrigation, final rinse with chlorhexidine and interappointment medication: a molecular study. **Int Endod J,** 46(3), 225-233.

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. **J Endod,** 38(9), 1164-1169.

Peciuliene, V., Balciuniene, I., Eriksen, H. M., & Haapasalo, M. (2000). Isolation of Enterococcus faecalis in previously root-filled canals in a Lithuanian population. **J Endod,** 26(10), 593-595.

Peciuliene, V., Reynaud, A. H., Balciuniene, I., & Haapasalo, M. (2001). Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. **Int Endod J,** 34(6), 429-434.

Pérez, A. R., Ricucci, D., Vieira, G. C., Provenzano, J. C., Alves, F. R., Marceliano-Alves, M. F., ... & Siqueira Jr, J. F. (2020). Cleaning, shaping, and disinfecting abilities of 2 instrument systems as evaluated by a correlative micro–computed tomographic and histobacteriologic approach. **J Endod,** 46(6), 846-857.

Peters, L. B., & Wesselink, P. R. (2002). Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. **Int Endod J,** 35(8), 660-667.

Peters, L. B., Van Winkelhoff, A. J., Buijs, J. F., & Wesselink, P. R. (2002). Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. **Int Endod J,** 35(1), 13-21.

Peters, L. B., Wesselink, P. R., & Moorer, W. R. (1995). The fate and the role of bacteria left in root dentinal tubules. **Int Endod J,** 28(2), 95-99.

Peters, O. A., & Peters, C. I. (2006). Cleaning and shaping of the root canal system. **Cohen's Pathway of the Pulp** ed, 12, 236-303.

Petruzzi, M., Lucchese, A., Baldoni, E., Grassi, F. R., & Serpico, R. (2010). Use of Lugol's iodine in oral cancer diagnosis: an overview. **Oral Oncol,** 46(11), 811-813.

Pinheiro, E. T., Gomes, B. P. F. A., Ferraz, C. C. R., Sousa, E. L. R., Teixeira, F. B., & Souza-Filho, F. J. (2003). Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. **Int Endod J,** 36(1), 1-11.

Pişkin, B., & Türkün, M. (1995). Stability of various sodium hypochlorite solutions. **J Endod,** 21(5), 253-255.

Podar, R., Kulkarni, G. P., Dadu, S. S., Singh, S., & Singh, S. H. (2015). In vivo antimicrobial efficacy of 6% Morinda citrifolia, Azadirachta indica, and 3% sodium hypochlorite as root canal irrigants. **Eur J Dent,** 9(04), 529-534.

Poggio, C., Arciola, C. R., Dagna, A., Florindi, F., Chiesa, M., Saino, E., ... & Visai, L. (2011). Photoactivated disinfection (PAD) in endodontics: an in vitro microbiological evaluation. **Int J Artif Organs,** 34(9), 889-897.

Pontoriero, D. I. K., Verniani, G., Manfredini, D., Ferrari, M., & Cagidiaco, E. F. (2024). Efficacy on cleansing post space root canal walls after Hydraulic Endodontic Sealers were used. **J Osseointegration,** 16(4), 219-229.

Popescu, I. G., Popescu, M., Man, D., Ciolacu, S., Georgescu, M., Ciurea, T., et al. (1984). Drug allergy: incidence in terms of age and some drug allergens. **Med Interne,** 22(3), 195-202.

Prabhakar, A. R., Hadakar, S. G., & Raju, O. S. (2012). Comparative evaluation of pH and antibacterial effect of various calcium hydroxide combinations on E. faecalis and its effect on root strength: An: in vitro: study. **Contemp Clin Dent,** 3(1), 42-47.

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. **J Clin Exp Dent,** 11(2), e185 -e193.

Prasanna, J. S., Sumadhura, C., & Karunakar, P. (2017). A comparative analysis of pre- and postmenopausal females with periodontitis and its response to a non invasive clinical approach. **J Menopausal Med,** 23(3), 202-209.

Provenzano, J. C., Antunes, H. S., Alves, F. R., Rôças, I. N., Alves, W. S., Silva, M. R., & Siqueira Jr, J. F. (2016). Host-bacterial interactions in post-treatment apical periodontitis: a metaproteome analysis. **J Endod,** 42(6), 880-885.

Qamar, Z., & Fatima, T. (2016). An In Vitro Study to Compare Antibacterial Efficacy of Various Root Canal Irrigants Used In Endodontics. **Entomol Appl Sci Lett,** 3(5), 104-108.

Qian, W., Ma, T., Ye, M., Li, Z., Liu, Y., & Hao, P. (2019). Microbiota in the apical root canal system of tooth with apical periodontitis. **BMC genomics,** 20(2), 175-185.

Rabello, D. G., Corazza, B. J., Ferreira, L. L., Santamaria, M. P., Gomes, A. P., & Martinho, F. C. (2017). Does supplemental photodynamic therapy optimize the disinfection of bacteria and endotoxins in one-visit and two-visit root canal therapy? A randomized clinical trial. **Photodiagnosis Photodyn Ther,** 19, 205-211.

Rahim, A. S. A. H. A., Abdelgawad, F., Abd Alsamed, A. M., Moheb, D. M., & El-Dokky, N. A. W. (2020). Case report: single visit photo-activated disinfection in regenerative endodontics. **F1000Rese,** 8, 1519.

Rahimi, S., Janani, M., Lotfi, M., Shahi, S., Aghbali, A., Pakdel, M. V., ... & Ghasemi, N. (2014). A review of antibacterial agents in endodontic treatment. **Iran Endod J,** 9(3), 161-168.

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 Med Sci,** 38(1), 216.

Rajasekhar, R., Soman, S., Sebastian, V. M., Muliyar, S., & Cherian, N. M. (2022). Indexes for periapical health evaluation: A review. **Int Dent Res,** 12(2), 97-106.

Rajkumar, B., Dubey, S., Dhole, T. N., Boruah, L. C., & Gupta, V. (2012). Comparative efficacy of antimicrobial agents used in endodontic treatment on selected microorganisms. **J Esthet Restor Dent,** 1(1), 30-35.

Rana, V., Baba, S. M., & Pandey, A. (2009). Bacteriology of infected deciduous root canal: a review. **Peoples J Sci Res,** 2(2), 45-48.

Rani, A., & Chopra, A. (2006). Isolation and identification of root canal bacteria from symptomatic nonvital teeth with periapical pathosis. **Endodontology,** 18(1), 12-17.

Reit, C., & Gröndahl, H. G. (1988). Endodontic retreatment decision making among a group of general practitioners. **Eur J Oral Sci,** 96(2), 112-117.

Ribeiro, A. C., Matarazzo, F., Faveri, M., Zezell, D. M., & Mayer, M. P. (2011). Exploring bacterial diversity of endodontic microbiota by cloning and sequencing 16S rRNA. **J Endod,** 37(7), 922-926.

Ricucci, D. & Siqueira, J.F. Jr. (2013). **Endodontology: an integrated biological and clinical view.** London: Quintessence Publishing.

Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2008). Apical actinomycosis as a continuum of intraradicular and extraradicular infection: case report and critical review on its involvement with treatment failure. **J Endod,** 34(9), 1124-1129.

Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2010a). Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. **J Endod,** 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. **J Endod,** 36(1), 1-15.

Ricucci, D., Candeiro, G. T., Bugea, C., & Siqueira Jr, J. F. (2016). Complex apical intraradicular infection and extraradicular mineralized biofilms as the cause of wet canals and treatment failure: report of 2 cases. **J Endod,** 42(3), 509-515.

Ricucci, D., Loghin, S., & Siqueira Jr, J. F. (2013). Exuberant biofilm infection in a lateral canal as the cause of short-term endodontic treatment failure: report of a case. **J Endod,** 39(5), 712-718.

Ricucci, D., Martorano, M., Bate, A. L., & Pascon, E. A. (2005). Calculus-like deposit on the apical external root surface of teeth with post-treatment apical periodontitis: report of two cases. **Int Endod J,** 38(4), 262-271.

Ricucci, D., Pascon, E. A., Ford, T. R. P., & Langeland, K. (2006). Epithelium and bacteria in periapical lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 101(2), 239-249.

Ricucci, D., Russo, J., Rutberg, M., Burleson, J. A., & Spångberg, L. S. (2011). A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 112(6), 825-842.

Ricucci, D., Siqueira Jr, J. F., Bate, A. L., & Ford, T. R. P. (2009). Histologic investigation of root canal–treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. **J Endod,** 35(4), 493-502.

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. **J Endod,** 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. **J Endod,** 44(10), 1480–1486.

Rôças, I. N., & Siqueira Jr, J. F. (2008). Root canal microbiota of teeth with chronic apical periodontitis. **J Clin Microbiol,** 46(11), 3599-3606.

Rôças, I. N., & Siqueira Jr, J. F. (2012). Characterization of microbiota of root canal-treated teeth with posttreatment disease. **J Clin Microbiol,** 50(5), 1721-1724.

Rôças, I. N., & Siqueira Jr, J. F. (2018). Frequency and levels of candidate endodontic pathogens in acute apical abscesses as compared to asymptomatic apical periodontitis. **PLoS One,** 13(1), e0190469.

Rôças, I. N., Jung, I. Y., Lee, C. Y., & Siqueira Jr, J. F. (2004a). Polymerase chain reaction identification of microorganisms in previously root-filled teeth in a South Korean population. **J Endod,** 30(7), 504-508.

Rôças, I. N., Neves, M. A., Provenzano, J. C., & Siqueira Jr, J. F. (2014). Susceptibility of as-yet-uncultivated and difficult-to-culture bacteria to chemomechanical procedures. **J Endod,** 40(1), 33-37.

Rôças, I. N., Provenzano, J. C., Neves, M. A., & Siqueira Jr, J. F. (2016). Disinfecting effects of rotary instrumentation with either 2.5% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine as the main irrigant: a randomized clinical study. **J Endod,** 42(6), 943-947.

Rôças, I. N., Siqueira Jr, J. F., & Santos, K. R. (2004c). Association of Enterococcus faecalis with different forms of periradicular diseases. **J Endod,** 30(5), 315-320.

Rosen, E., Elbahary, S., Haj-Yahya, S., Jammal, L., Shemesh, H., & Tsesis, I. (2020). The invasion of bacterial biofilms into the dentinal tubules of extracted teeth retrofilled with fluorescently labeled retrograde filling materials. **Appl Sci,** 10(19), 6996.

Rotstein, I., & Ingle, J. I. (2019). **Ingle's endodontics.** 7th ed. PMPH USA, Raleigh, North Carolina.

Rubinstein, R. A., & Kim, S. (1999). Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation microscope and Super-EBA as root-end filling material. **J Endod,** 25(1), 43-48.

Rud, J., Andreasen, J. O., & Jensen, J. M. (1972). Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. **Int J Oral Surg,** 1(4), 195-214.

Saatchi, M. (2007). Healing of large periapical lesion: A non-surgical endodontic treatment approach. **Aust Endod J,** 33(3), 136-140.

Saber, M. H., Schwarzberg, K., Alonaizan, F. A., Kelley, S. T., Sedghizadeh, P. P., Furlan, M., ... & Slots, J. (2012). Bacterial flora of dental periradicular lesions analyzed by the 454-pyrosequencing technology. **J Endod,** 38(11), 1484-1488.

Sabeti, M., Chung, Y. J., Aghamohammadi, N., Khansari, A., Pakzad, R., & Azarpazhooh, A. (2024). Outcome of contemporary nonsurgical endodontic retreatment: a systematic review of randomized controlled trials and cohort studies. **J Endod,** 50(4), 414-433.

Sabry, H. A., Nashaat, Y. M., Omar, N., Negm, A., & Shaheen, N. A. (2019). Comparative study of the antibacterial effect of nano-silver irrigant, sodium hypochlorite and chlorhexidine against Enterococcus faecalis biofilm. **Egypt Dent**

J, (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry & Endodontics)), 65(2), 1503-1509.

Safavi, K. E., Spngberg, L. S., & Langeland, K. (1990). Root canal dentinal tubule disinfection. **J Endod,** 16(5), 207-210.

Saini, H. R., Tewari, S., Sangwan, P., Duhan, J., & Gupta, A. (2012). Effect of different apical preparation sizes on outcome of primary endodontic treatment: a randomized controlled trial. **J Endod,** 38(10), 1309-1315.

Sajjan, P., Laxminarayan, N., Kar, P. P., & Sajjanar, M. (2016). Chlorhexidine as an antimicrobial agent in dentistry–a review. **Oral Health Dent Manag,** 15(2), 93-100.

Sakamoto, M., Rôças, I. N., Siqueira Jr, J. F., & Benno, Y. (2006). Molecular analysis of bacteria in asymptomatic and symptomatic endodontic infections. **Oral Microbiol Immunol,** 21(2), 112-122.

Sakamoto, M., Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., & Benno, Y. (2007). Bacterial reduction and persistence after endodontic treatment procedures. **Oral Microbiol Immunol,** 22(1), 19-23.

Sakellariou, P. L. (1996). Periapical actinomycosis: report of a case and review of the literature. **Endod Dent Traumatol,** 12(3), 151-154.

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. **Res Soc Dev,** 10(9), e5910917701-e5910917701.

Sangita, I., Vishwanath, S., Sadasiva, K., Ramachandran, A., Thanikachalam, Y., & Ramya, V. (2023). Influence of Simulated Wound Exudate on the Antimicrobial Efficacy of Various Intracanal Medicaments Against Enterococcus faecalis: An In Vitro Study. **Cureus,** 15(5), e38677.

Sasaki, H., Stashenko, P., Franklin, R. T., Seltzer, S., Hargreaves, K. M., & Goodis, H. E. (2012). Interrelationship of the pulp and apical periodontitis. **Seltzer and Bender's Dental Pulp.** 2nd edition. Chicago: Quintessence Publishing, 277-99.

Sathorn, C., Parashos, P., & Messer, H. H. (2007). How useful is root canal culturing in predicting treatment outcome?.**J Endod,** 33(3), 220-225.

Schwendicke, F., & Göstemeyer, G. (2017). Single-visit or multiple-visit root canal treatment: systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. **BMJ open**, 7(2), e013115.

Sedgley, C., Nagel, A., Dahlén, G., Reit, C., & Molander, A. (2006). Real-time quantitative polymerase chain reaction and culture analyses of Enterococcus faecalis in root canals. **J Endod,** 32(3), 173-177.

Segura-Egea, J. J., Martín-González, J., & Castellanos-Cosano, L. (2015). Endodontic medicine: connections between apical periodontitis and systemic diseases. **Int Endod J,** 48(10), 933-951.

Seltzer, S., Bender, I. B., & Kaufman, I. J. (1961). Root canal dressings: their usefulness in endodontic therapy reconsidered. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol,** 14(5), 603-610.

Sen, B. H., Piskin, B., & Demirci, T. (1995). Observation of bacteria and fungi in infected root canals and dentinal tubules by SEM. **Endod Dent Traumatol,** 11(1), 6-9.

Seo, B. M., Miura, M., Gronthos, S., Bartold, P. M., Batouli, S., Brahim, J., et al.. (2004). Investigation of multipotent postnatal stem cells from human periodontal ligament. **Lancet,** 364(9429), 149-155.

Shahani, M. N., & Reddy, V. S. (2011). Comparison of antimicrobial substantivity of root canal irrigants in instrumented root canals up to 72 h: An: in vitro: study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent,** 29(1), 28-33.

Shantiaee, Y., Dianat, O., Sharifi, F., Nahvi, G., & Ahari, G. K. (2014). The impact of three different canal lubricants on fracture, deformity and metal slivering of ProTaper rotary instruments. **Iran Endod J,** 9(2), 127-130.

Shuping, G. B., Ørstavik, D., Sigurdsson, A., & Trope, M. (2000). Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. **J Endod,** 26(12), 751-755.

Signoretti, F. G., Gomes, B. P., Montagner, F., & Jacinto, R. C. (2013). Investigation of cultivable bacteria isolated from longstanding retreatment-resistant lesions of teeth with apical periodontitis. **J Endod,** 39(10), 1240-1244.

Sigurdsson, A., Garland, R. W., Le, K. T., & Rassoulian, S. A. (2018). Healing of periapical lesions after endodontic treatment with the GentleWave procedure: a prospective multicenter clinical study. **J Endod,** 44(3), 510-517.

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. **Braz Dent J,** 28(4), 447-452.

Simon, J. H., Enciso, R., Malfaz, J. M., Roges, R., Bailey-Perry, M., & Patel, A. (2006). Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. **J Endod,** 32(9), 833-837.

Siqueira Jr, J. F. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. **Int Endod J,** 34(1), 1-10.

Siqueira Jr, J. F. (2002). Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 94(3), 281-293.

Siqueira Jr, J. F., & Lopes, H. P. (2001). Bacteria on the apical root surfaces of untreated teeth with periradicular lesions: a scanning electron microscopy study. **Int Endod J,** 34(3), 216-220.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2004). Polymerase chain reaction–based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 97(1), 85-94.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2005a). Exploiting molecular methods to explore endodontic infections: part 2—redefining the endodontic microbiota. **J Endod,** 31(7), 488-498.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. **J Endod,** 34(11), 1291-1301.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2009a). Community as the unit of pathogenicity: an emerging concept as to the microbial pathogenesis of apical periodontitis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 107(6), 870-878.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2011). Optimising single-visit disinfection with supplementary approaches: A quest for predictability. **Aust Endod J,** 37(3), 92-98.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2013). Microbiology and treatment of acute apical abscesses. **Clin Microbiol Rev,** 26(2), 255-273.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2019). **Microbiology of apical periodontitis.** Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis, 91-142.

Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2022). A critical analysis of research methods and experimental models to study the root canal microbiome. **Int Endod J,** 55(1), 46-71.

Siqueira Jr, J. F., Alves, F. R., & Rôças, I. N. (2011). Pyrosequencing analysis of the apical root canal microbiota. **J Endod,** 37(11), 1499-1503.

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. **J Endod,** 46(9), 1195-1203.

Siqueira Jr, J. F., Favieri, A., Gahyva, S. M., Moraes, S. R., Lima, K. C., & Lopes, H. P. (2000). Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. **J Endod,** 26(5), 274-277.

Siqueira Jr, J. F., Guimarães-Pinto, T., & Rôças, I. N. (2007). Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. **J Endod,** 33(7), 800-805.

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. **J Endod,** 33(6), 667-672.

Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., & Lopes, H. P. (2002a). Patterns of microbial colonization in primary root canal infections. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 93(2), 174-178.

Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., & Rosado, A. S. (2004b). Investigation of bacterial communities associated with asymptomatic and symptomatic endodontic

infections by denaturing gradient gel electrophoresis fingerprinting approach. **Oral Microbiol Immunol,** 19(6), 363-370.

Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Favieri, A., & Lima, K. C. (2000). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. **J Endod,** 26(6), 331-334.

Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Paiva, S. S. M., Magalhães, K. M., & Guimarães-Pinto, T. (2007). Cultivable bacteria in infected root canals as identified by 16S rRNA gene sequencing. **Oral Microbiol Immunol,** 22(4), 266-271.

Siqueira, J.F., Jr., & Rôças, I.N. (2022a). **Treatment of endodontic infections**. 2nd edition. London: Quintessence Publishing.

Siqueira, J.F., Rôças, I.N. and Ricucci, D. (2019). Internal tooth anatomy and root canal instrumentation. **The root canal anatomy in permanent dentition.** Springer. 277–302.

Siqueira, Jr., J. F., Silva, W. O., Romeiro, K., Gominho, L. F., Alves, F. R., & Rôças, I. N. (2024). Apical root canal microbiome associated with primary and posttreatment apical periodontitis: A systematic review. **Int Endod J**, 57(8):1043-1058.

Sirén, E. K., Haapasalo, M. P., Waltimo, T. M., & Ørstavik, D. (2004). In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on Enterococcus faecalis. **Eur J Oral Sci,** 112(4), 326-331.

Sjögren, U. L. F., Hägglund, B., Sundqvist, G., & Wing, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. **J Endod,** 16(10), 498-504.

Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., & Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. **Int Endod J,** 30(5), 297-306.

Smith, A. J. (2003). Vitality of the dentin-pulp complex in health and disease: growth factors as key mediators. **J Dent Educ,** 67(6), 678-689.

Sogin, M. L., Morrison, H. G., Huber, J. A., Welch, D. M., Huse, S. M., Neal, P. R., ... & Herndl, G. J. (2006). Microbial diversity in the deep sea and the underexplored "rare biosphere". **Proc Natl Acad Sci,** 103(32), 12115-12120.

Souza, E. M., Quadros, J. D. R. P., Silva, E. J., De-Deus, G., Belladonna, F. G., & Maia-Filho, E. M. (2019). Volume and/or time of NaOCl influences the fracture strength of endodontically treated bovine teeth. **Braz dent J,** 30(1), 31-35.

Spångberg, L., Engström, B., & Langeland, K. (1973). Biologic effects of dental materials: 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol,** 36(6), 856-871.

Stockdale, C. R., & Chandler, N. P. (1988). The nature of the periapical lesion—a review of 1108 cases. **J Dent,** 16(3), 123-129.

Stojicic, S., Zivkovic, S., Qian, W., Zhang, H., & Haapasalo, M. (2010). Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. **J Endod,** 36(9), 1558-1562.

Strindberg, L. (1956). The dependence of the results of pulp therapy on certain factors–An analytical study based on radiographic and clinical follow-up examination. **Acta Odontol Scand,** 14(21), 1-175.

Subramanian, K., & Mickel, A. K. (2009). Molecular analysis of persistent periradicular lesions and root ends reveals a diverse microbial profile. **J Endod,** 35(7), 950-957.

Sumadhura, C., Prasanna, J. S., Sindhura, C., & Karunakar, P. (2018). Evaluation of periodontal response to nonsurgical therapy in pre-and post-menopausal women with periodontitis. **Indian J Dent Res,** 29(3), 298-302.

Sunde, P. T., Olsen, I., Debelian, G. J., & Tronstad, L. (2002). Microbiota of periapical lesions refractory to endodontic therapy. **J Endod,** 28(4), 304-310.

Sundqvist, G. (1994). Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,** 78(4), 522–530.

Sundqvist, G., Figdor, D., Persson, S., & Sjögren, U. (1998). Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod,** 85(1), 86-93.

Svensäter, G., & Bergenholtz, G. (2004). Biofilms in endodontic infections. **Endod Topic,** 9(1), 27-36.

Taschieri, S., Del Fabbro, M., Samaranayake, L., Chang, J. W., & Corbella, S. (2014). Microbial invasion of dentinal tubules: a literature review and a new perspective. **J Investig Clin Dent,** 5(3), 163-170.

Tavares, W. L. F., de Brito, L. C. N., Henriques, L. C. F., Oliveira, R. R., Maciel, K. F., Vieira, L. Q., & Sobrinho, A. P. R. (2013). The impact of chlorhexidine-based endodontic treatment on periapical cytokine expression in teeth. **J Endod,** 39(7), 889-892.

Tello-Barbaran, J., Moromi Nakata, H., Salcedo-Moncada, D., Bramante, C. M., & Ordinola-Zapata, R. (2010). The antimicrobial effect of iodine-potassium iodide after cleaning and shaping procedures in mesial root canals of mandibular molars. **Acta Odontol Latinoam,** 23(3), 244-247.

Thangavelu, A., Kaspar, S. S., Kathirvelu, R. P., Srinivasan, B., Srinivasan, S., & Sundram, R. (2020). Chlorhexidine: an elixir for periodontics. **J Pharm Bioallied Sci,** 12(1), S57-S59.

Tibúrcio-Machado, C. S., Michelon, C., Zanatta, F. B., Gomes, M. S., Marin, J. A., & Bier, C. A. (2021). The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. **Int Endod J,** 54(5), 712-735.

Tickle, M., Milsom, K., Qualtrough, A., Blinkhorn, F., & Aggarwal, V. R. (2008). The failure rate of NHS funded molar endodontic treatment delivered in general dental practice. **Br Dent J,** 204(5), E8-E8.

Tomar, D., & Dhingra, A. (2015). Nonsurgical root canal therapy of large cystic periapical lesions using simple aspiration and LSTR (Lesion Sterilization and Tissue Repair) Technique: case reports and review. **Dentistry,** 5(7), 312.

Tonini, R., Giovarruscio, M., Gorni, F., Ionescu, A., Brambilla, E., Mikhailovna, I. M., et al. (2020). In vitro evaluation of antibacterial properties and smear layer removal/sealer penetration of a novel silver-citrate root canal irrigant. **Materials,** 13(1), 194.

Torabinejad, M., Khademi, A. A., Babagoli, J., Cho, Y., Johnson, W. B., Bozhilov, K., et al. (2003). A new solution for the removal of the smear layer. **J Endod,** 29(3), 170-175.

Tosti, A. (1970). Immediate endodontics: one-visit technic. **Dent Surv,** 46(4), 24-26.

Trope, M., Pettigrew, J., Petras, J., Barnett, F., & Tronstad, L. (1989). Differentiation of radicular cyst and granulomas using computerized tomography. **Endod Dent Traumatol,** 5(2), 69-72.

Uroz-Torres, D., González-Rodríguez, M. P., & Ferrer-Luque, C. M. (2010). Effectiveness of the EndoActivator System in removing the smear layer after root canal instrumentation. **J Endod,** 36(2), 308-311.

Valera, M. C., de Moraes Rego, J., & Jorge, A. O. C. (2001). Effect of sodium hypochlorite and five intracanal medications on Candida albicans in root canals. **J Endod,** 27(6), 401-403.

Van der Sluis, L. W. M., Gambarini, G., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2006). The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. **Int Endod J,** 39(6), 472-476.

Varghese, E. (2023). Nonsurgical Clinical Management of Huge periapical Lesion Using Calcium Hydroxide-Iodoform-Water Paste. **Dent Implants Dentures,** 6(171), 2.

Vengerfeldt, V., Špilka, K., Saag, M., Preem, J. K., Oopkaup, K., Truu, J., & Mändar, R. (2014). Highly diverse microbiota in dental root canals in cases of apical periodontitis (data of illumina sequencing). **J Endod,** 40(11), 1778-1783.

Venskutonis, T., Plotino, G., Tocci, L., Gambarini, G., Maminskas, J., & Juodzbalys, G. (2015). Periapical and endodontic status scale based on periapical bone lesions and endodontic treatment quality evaluation using cone-beam computed tomography. **J Endod,** 41(2), 190–196.

Vera, J., Siqueira Jr, J. F., Ricucci, D., Loghin, S., Fernández, N., Flores, B., & Cruz, A. G. (2012). One-versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. **J Endod,** 38(8), 1040-1052.

Verma, M. K., Pandey, R. K., Khanna, R., & Agarwal, J. (2014). The antimicrobial effectiveness of 25% propolis extract in root canal irrigation of primary teeth. **J Indian Soc Pedod Prev Dent,** 32(2), 120-124.

Vinothkumar, T. S., Kavitha, S., Lakshminarayanan, L., Gomathi, N. S., & Kumar, V. (2007). Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated

into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. **J Endod,** 33(6), 746-748.

Von Arx, T., Jensen, S. S., & Hänni, S. (2007). Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. **J Endod,** 33(2), 123-128.

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. **J Lasers Med Sci,** 10(4), 268-274.

Wallhäusser, K. H., & Lück, E. (1978). The activity of sorbic acid against mycotoxin forming microorganisms. **Z Lebensm Unters Forsh,** 167:156-157.

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. **J Endod,** 31(12), 863-866.

Walton, R. E., & Vertucci, F. J. (2008). **Internal anatomy.** Richard E. et al. Endodontics: principles and practice, 4, 216-29.

Wang, N., Knight, K., Dao, T., & Friedman, S. (2004). Treatment outcome in endodontics—The Toronto Study. Phases I and II: apical surgery. **J Endod,** 30(11), 751-761.

Wang, Z., Shen, Y., Ma, J., & Haapasalo, M. (2012). The effect of detergents on the antibacterial activity of disinfecting solutions in dentin. **J Endod,** 38(7), 948-953.

Weibel, D. B., Diluzio, W. R., & Whitesides, G. M. (2007). Microfabrication meets microbiology. **Nat Rev Microbiol,** 5(3), 209-218

Weiger, R., Rosendahl, R., & Löst, C. (2000). Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions. **Int Endod J,** 33(3), 219-226.

Wirth, K. (1966). Vitamins and old age. **Hippokrates,** 37(19), 762-769.

Wong, A. W., Zhang, C., & Chu, C. H. (2014). A systematic review of nonsurgical single-visit versus multiple-visit endodontic treatment. **Clin Cosmet Investig Dent,** 6, 45-56.

Yıldız, E. D., Fidan, M. E., & Dinçer, B. (2021). Influence of Various Irrigation Protocols on Resistance to Vertical Root Fracture in Root Canal Treated Teeth. **J Dent Mater Tech,** 10(1), 28-33.

Yoneda, M., Kita, S., Suzuki, N., Macedo, S. M., Iha, K., & Hirofuji, T. (2010). Application of a chairside anaerobic culture test for endodontic treatment. **Int J Dent,** 2010:1;2010.

Zahran, S., Witherden, E., Mannocci, F., & Koller, G. (2021). Characterization of root canal microbiota in teeth diagnosed with irreversible pulpitis. **J Endod,** 47(3), 415-423.

Zakaria, M. N., Takeshita, T., Shibata, Y., Maeda, H., Wada, N., Akamine, A., & Yamashita, Y. (2015). Microbial community in persistent apical periodontitis: a 16S r RNA gene clone library analysis. **Int Endod J,** 48(8), 717-728.

Zamora, J. L. (1986). Chemical and microbiologic characteristics and toxicity of povidone-iodine solutions. **Am J Surg,** 151(3), 400-406.

Zandi, H., Petronijevic, N., Mdala, I., Kristoffersen, A. K., Enersen, M., Rôças, I. N., ... & Ørstavik, D. (2019). Outcome of endodontic retreatment using 2 root canal irrigants and influence of infection on healing as determined by a molecular method: a randomized clinical trial. **J Endod,** 45(9), 1089-1098.

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. **J Endod,** 32(5), 389-398.

Zeng, C., Everett, J., Sidow, S., Bergeron, B. E., Tian, F., Ma, J., & Tay, F. R. (2021). In vitro evaluation of efficacy of two endodontic sonic-powered irrigant agitation systems in killing single-species intracanal biofilms. **J Dent,** 115, 103859.

Zmener, O., Pameijer, C. H., & Banegas, G. (2007). An in vitro study of the pH of three calcium hydroxide dressing materials. **Dent Traumatol,** 23(1), 21-25.

Zoletti, G. O., Siqueira Jr, J. F., & Santos, K. R. N. (2006). Identification of Enterococcus faecalis in root-filled teeth with or without periradicular lesions by culture-dependent and—independent approaches. **J Endod,** 32(8), 722-726.

Zorita-García, M., Alonso-Ezpeleta, L. Ó., Cobo, M., Del Campo, R., Rico-Romano, C., Mena-Álvarez, J., & Zubizarreta-Macho, Á. (2019). Photodynamic therapy in endodontic root canal treatment significantly increases bacterial clearance, preventing apical periodontitis. **Quintessence Int,** 50(10), 782-789.

المراجع العربية:

- شباط، إبراهيم. ديوب، فيصل. (2010). **دراسة مقارنة لردود الفعل النسيجية تجاه بعض مواد الحشو القنوية.** دكتوراه-جامعة دمشق، دمشق، سوريا.

- شحادة، مرتضى. الجبان، محمد أسامة. (2018). **تقييم فعالية أنظمة تحضير مختلفة في إنقاص التعداد الجرثومي في الأقنية الجذرية المؤوفة ومقدار دفع البرادة ذروياً والألم التالي للمعالجة "دراسة سريرية جرثومية مخبرية"**. دكتوراه-جامعة دمشق، دمشق، سوريا.

- عبده، أنس. الطيان، محمد. الركاب، محمد سالم. (2012) تقييم عمق نفوذ رؤوس إرواء لبية في أقنية صنعية وحيدة الانحناء محضرة بنظام Protaper. **مجلة جامعة دمشق للعلوم الصحية**. دمشق، سوريا.

الباب الثامن

الملحقات

APPENDICES

ملحق 1: الموافقــة المســتنيرة

الجمهوريــة العربيــة السوريــة

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جـــامعـــة دمشـــق

كليـــة طـب الأســـنان

قســم مـــداواة الأســـنان

تصريح موافقة المشارك بالبحث

أنا الموقع أدناه .....

بعد اطلاعي على الاستشارة الخاصة بتوضيح مراحل العمل بالبحث وإدراكي لمضمونها وإتمام الإجابة على جميع الأسئلة التي تجول في ذهني وبناءً عليه فإنِّي حرٌّ ومختارٌ أوافق على المشاركة بالبحث، وفهمت أن الباحثة ستكون مستعدة للإجابة عن أسئلتي المستقبليَّة، كما أعلم أنِّي حرٌّ في الانسحاب من هذا البحث متى شئت ولو بعد الموافقة التحريريَّة دون أن يؤثِّر ذلك على العناية الطبيَّة المقدَّمة لي.

اسم المشارك: .....

التوقيع: .....

التاريخ: .....

ملحق 2: استمارة البحث الخاصة بالمشارك

المعلومات الشخصية للمريض

- الاسم: ..... الجنس: ..... العمر: ..... المهنة: .....
- العنوان: ..... الهاتف: .....
- الحالة العامة: .....
- حالة الأسنان والنسج الداعمة: .....
- صورة شعاعية سابقة: ذروية ☐ بانورامية ☐
- الشكوى الرئيسية: .....
- قصة المعالجة السابقة وزمنها (إن وجدت) .....

.....

.....

.....

.....

محلول الإرواء النهائي المستخدم: IKI 2% ☐ IKI 5% ☐ NaOCl 5.25% ☐

السن المعالج

5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
5	4	3	2	1	1	2	3	4	5

رقم الحالة: .....

المجموعة: .....

التاريخ: .....

المتابعة:

بعد **أسبوع** (الصورة الشعاعية/الأعراض السريرية):

.....

.....

بعد **ثلاثة أشهر** (الصورة الشعاعية/الأعراض السريرية):

.....

.....

بعد **ستة أشهر** (الصورة الشعاعية/الأعراض السريرية):

.....

.....

بعد **سنة واحدة** (الصورة الشعاعية/الأعراض السريرية):

.....

.....

مراقبة الشفاء

زمن المراقبة	0	1	2	3
التاريخ				
التقييم وفق Strindberg				
الفحص السريري				

ملاحظات:

.....

.....

.....

.....

.....

Abstract

Background: Bacteria are the main cause of apical periodontitis. Studies are constantly trying to find an irrigation solution capable of effectively reducing and eliminating microorganisms and their by-products from the root canal system, without toxic effects especially if the apical foramen is exceeded. This procedure includes mechanical root instrumentation, with chemical irrigation as an adjunct. The irrigants used in the context of endodontic treatments varied, and the most common is sodium hypochlorite solution 5.25% (NaOCl), which considered the gold standard in irrigation of the endodontic canals. However, due its limitations, Iodine Potassium Iodide (IKI) has been investigated as a potential final irrigating solution.

Aim of this study: Evaluation of the antibacterial efficacy of Iodine Potassium Iodide (IKI) at two concentrations (2%, 5%) as a final irrigating solution and impact on the healing of associated periapical lesions.

Materials and methods: Ninety single-rooted teeth associated with periapical lesions and a radial diameter (< 5*5 mm). The sample was divided into two main groups: one with necrotic pulp and the other requiring retreatment. Each group was randomly divided into three subgroups based the final irrigant used: 2% IKI, 5% IKI, and no IKI. All canals rotary prepared with irrigation %5.25 NaOCl solution. The root canals were then obturated with gutta-percha points and a zinc oxide-based sealer using the lateral condensation technique. Healing of the periapical lesions was radiographically assessed after three months, six months and one year.

Results: Upon studying the effect of using IKI solution as a final irrigation solution in reducing colony forming unites (CFUs) counts in both the necrotic pulp and the retreatment groups, statistically significant differences in antibacterial efficacy were observed. The 5% IKI solution demonstrated the highest antibacterial activity, followed by the 2% IKI solution. Regarding the healing of periapical lesions, the highest degree of healing was observed in the group treated with the 5% IKI solution.

Conclusions: Irrigation with IKI significantly impacts the CFUs of symptom-free teeth with chronic apical periodontitis. These findings provide valuable insight into the potential efficacy of IKI in improving treatment outcomes. It contributes to aid in developing improved treatment protocols for such cases. The study supports the integration of IKI into endodontic protocols, particularly for cases involving complex infections and retreatments.

Keywords: antibacterial, periapical lesion, IKI, root canal irrigants, sodium hypochlorite.

Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Dentistry
Department of Restorative and Endodontic

Evaluation of the Efficacy of Iodine Potassium Iodide IKI Irrigating Solution in Endodontic Treatment

(In-vivo Bacteriologic and Radiographic Study)

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of PhD in Dental Sciences of Endodontology

By

Meerna Sarkees

Associated supervisor
Prof. Hisham Alafif
Professor in Department of Endodontics
Faculty of Dentistry- Damascus University

Main Supervisor
Dr. Samar Alsalameh
Head of Basic Science
Faculty of Dentistry- Damascus University

2025