الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم مداواة الأسنان

تقييم قدرة ثلاث مواد على إصلاح انثقاب مفترق الجذور (دراسة مخبرية)

Evaluation of three materials ability of repairing furcation perforation (an in vitro study)

أطروحة قُدّمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان_ اختصاص مداواة الأسنان.

إعـداد الباحثة :

دانيا صلاح زرزور

إشـراف :

الأستاذة الدكتورة كيندە ليوس

أستاذة في قسم مداواة الأسنان في كلية طب الأسنان– جامعة دمشق.

صورة عن قرار مجلس الشؤون العلميّة بتشكيل لجنة الحكم

تصريح

لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر

أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة، أو أية

جامعة أخرى، أو أي معهد تعليمي.

الإهـــداء

♥ إلى البلد الذي مازال الحلم فيه مستمر. .إلى جنة الله على الأرض. .الذي لم ينحنِ رغم نوائب الدهر. .إلى وطني الغالي. . سوريـــة العزّة

♥ إلى من كلله الله بالهيبة والوقار . . إلى من علمني العطاء بدون انتظار . . إلى من أحمل اسمه بكل افتخار . .إلى القلب الكبير. . *والدي العزيز*

♥ إلى ملاكي في الحياة . . إلى معنى الحب والحنان والتفاني . . إلى بسمة الحياة إلى من كان دعائها سر نجاحي . .إلى أغلى الحبايب. . *أمي الحبيبة*

♥ إلى من أخذ بيـدي . .ورسم الأمـل في كل خـطوة مشـيتها . .إلى رفيـق دربـي وشريـك حياتي. . .إلى ربيع عمري . . *زوجي الغالي*

♥ إلى من هم اقرب إليّ من روحي. .إلى قناديل الدرب، سندي في الحياة. .وبهم أستمدّ عزوتي و اصراري . .إلى رياحين روحي. . *أخي وأخواتي*

♥ إلى جميع أقربائي . . .أصدقائي . . . .أحبّائي. . .

أهدي هذا الانجاز المتواضع

دانيـا زرزور

كلمة شكر

﴿ وأنزل الله عليك الكتاب والحكمة وعلّمك مالم تكن تعلم، وكان فضل الله عليك عظيما ﴾ سورة النساء_الآية(١١٣)

الحمد والشكر لله ربّ العالمين الذي منّ علي بإتمام هذا البحث المتواضع. .

ولابدّ لي بأن أتقدّم بأسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة. . .إلى جميع أساتذتنا الأفاضل. . وأخصّ بالذكر

الأستاذة الدكتورة كيندة ليّوس

أستاذة في قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

التي تفضّلت عليّ بالإشراف على هذا البحث والتي كان لرحابة صدرها ونصحها السديد وسعة اطّلاعها خير عون، ومدّ ت لي يد المساعدة و زودتني بالمعلومات اللازمة لإنجار هذا البحث. . . .أطال الله و بارك في عمرها.

وللأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب

عميد الكلية وأستاذ في قسم مداواة الأسنان–كلية طب الأسنان_جامعة دمشق.

الذي تشرفت بكوني طالبته في سنوات الدراسة الجامعية وفي مرحلة الماجستير، وله جزيل الشكر والاحترام.

وللأستاذ الدكتور محمد أسامة الجبان

رئيس قسم المداواة و أستاذ في قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان _ جامعة دمشق. الذي تشرفت بكوني طالبته في سنوات الدراسة الجامعية ومرحلة الماجستير ، وله وافر التقدير .

كما أتقدّم بالشكر للجنة المحكّمة **م.د ثريا لاذقاني و أ.د إبراهيم حدّاد** ولهم كل الحب والامتنان لتفضلهم بالمشاركة في التحكيم و لأتقبل منهم الانتقادات العلمية القديرة.

وأتقدّم بجزيل الشكر لقسم علوم الحياة لتقديمهم المساعدة والاستفادة من خبرتهم وأخص بالذكر الدكتورة سونيا الدهني.

كل الشكر والعرفان لأسرة مداواة الأسنان وبشكل خاص **الأستاذ الدكتور هشام العفيف** الذي أعانني وقدّم الكثير خلال مسيرة البحث.

وأتقدّم بالشكر العميق إلى زملائي طلاب الدراسات العليا وأخص بالذكر د. هدى حويشان و د.لميس مريم و د. ريعان المظفر و د. محمد الدكاك و د.ياسر عيون و د. رهف أبو حامد و د. أمل العمري ولموظفي القسم ولجميع موظفي كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

قائمة المحتويات

List of Contents

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات.....٢

فهرس الجداول..... .....٤

فهرس الأشكال..... .....٥

فهرس المخططات.....٦

جدول الاختصارات.....٦

المقدمة.....٧

الهدف من البحث.....٩

الباب الأول : المراجعة النظرية.....١١

١,١,١ الانثقابات الجذرية.....١٢

١,١,٢ التصنيف.....١٧

١,٢,١ التشخيص.....١٩

١,٢,٢ معايير الوقاية.....٢١ ١,٣

المعالجة.....٢٣ ١,٣,١

المعالجة غير جراحية.....٢٣ ١,٣,٢

المعالجة الجراحية.....٢٨

١,٤ المواد المستخدمة في إصلاح انثقاب الجذور.....٣١

١,٤,١مجموعة ثلاثية الأكاسيد المعدنية MTA.....٣٢

١,٤,٢Endosequence root repair materia..... ..... ٣٧

١,٤,٣ الاسمنت الزجاجي الشاردي.....٤١

١،٥،١ الخاصية المضادة للجراثيم.....٤٢
١،٥،٢ قدرة الختم.....٤٣
١،٥،٣ التقبّل الحيوي والسمّية الخلوية.....٤٤
١،٥،٤ تلوّن الأسنان بعد التطبيق.....٤٦
١،٥،٥ تمايز الخلايا المصوّرة للعظم.....٤٦
١،٦ التسرّب المجهري.....٤٦

الباب الثاني : مواد وطرائق البحث.....٥٠
٢,١,١ المواد المستخدمة في البحث.....٥١
٢,٢,١عينة الدراسة المخبرية.....٥١
٣,٢,١ المواد المستخدمة لإجراءات الإصلاح وطريقة البحث ٥٢
الباب الثالث :النتائج.....٦٧
أولاً – توزيع العينة.....٦٨
ثانياً – الدراسة الإحصائية التحليلية.....٦٩
الباب الرابع: المناقشة ٨٠
الباب الخامس: الاستنتاجات.....٨٦
الباب السادس: المقترحات و التوصيات.....٨٨
الباب السابع: المراجع.....٩٠
الملخص (عربي –انكليزي)
الملحق

فهرس الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
١	إنذار الانثقابات الجذرية الجانبية ومفترق الجذور	١٨
٢	الأرقام التي تمّ الحصول عليها تحت المكبرة الضوئية	٦٨
٣	يبين توزع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة	٦٨
٤	يبين الدرجات المعتمدة لدرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث والقيمة الموافقة المُعطاة لكل درجة	٦٩
٥	يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار عمق الانثقاب (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٠
٦	يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار عمق الانثقاب (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.	٧١
٧	يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التسرّب الصباغي (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧١
٨	يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.	٧٢
٩	يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.	٧٣
١٠	يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمعدل التسرّب الصباغي (%) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٤
١١	يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.	٧٥
١٢	يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.	٧٥
١٣	يبين نتائج تحديد درجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٦
١٤	يبين متوسط الرتب لدرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٨
١٥	يبين نتائج اختبار Kruskal–Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة معدل التسرّب	٧٨

	الصباغي بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.	
١٦	يبين نتائج اختبار Mann–Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة MTA، مادة ERRM، مادة GIC) في عينة البحث.	٧٩

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
١	تظهر مناطق مختلفة لحدوث الانثقابات الجذرية	١٤
٢	الأسنان المستعملة في العينة المخبرية.	٥٢
٣	إزالة تاج السن حتى مستوى سقف الحجرة اللبية وسد فوهات الأقنية الجذرية بالشمع اللصّاق (منظر تاجي) .	٥٣
٤	منظر الانثقاب ذروياً بقطر ٢ملم وسد نهايات الجذور بالشمع اللصاق.	٥٣
٥	العيّنة بعد إزالة التيجان واجراء قطع نهايات الجذور.	٥٣
٦	مادة الـ MTA المستخدمة في البحث.	٥٣
٧	مادة الـ MTA وتطبيقها على السن باستخدام الحامل الخاص بها .	٥٤
٨	مادة ERRM	٥٥
٩	جرن ERRM	٥٦
١٠	تطبيق مادةERRM لسد الانثقاب باستخدام حامل الـ MTA .	٥٦
١١	مادة الاسمنت الزجاجي الشاردي المستخدمة في البحث .	٥٧
١٢ و١٣	مزج الاسمنت الزجاجي الشاردي.	٥٨
١٤	ختم الانثقاب بمادة ERRM.	٥٨
١٥	الكمبوزيت المستخدم في إغلاق الحفر السنية التاجية.	٥٩
١٦	الأسنان بعد طليها بطلاء الأظافر .	٦٠
١٧	غمر جذور الأسنان في صباغ أزرق الميثلين تركيز ٢%	٦٠
١٨	المجهر المستخدم في البحث.	٦١
١٩	عدم تسرّب الـERRM تحت المكبرة.	٦٢
٢٠	ERRM تسرّب بسيط تحت المكبّرة.	٦٢
٢١	عدم تسرّب الـ ERRM	٦٣
٢٢	تسرّب كبير لـ ERRM تحت المكبّرة	٦٣
٢٣	عدم تسرّب الـMTA تحت المكبّرة.	٦٤
٢٤	عدم تسرّب الـ MTA تحت المكبرة.	٦٤

٢٥	تسرّب الـMTA تحت المكبّرة .	٦٥
٢٦	تسرّب كبيرلـ GIC وظهور الفقاعة تحت المكبرة .	٦٥
٢٧	تسرّب لـ GIC تحت المكبّرة.	٦٦
٢٨	تسرّب كبير لـ GIC تحت المكبّرة .	٦٦

قائمة المخططات

رقم المخطط	عنوان المخطط	الصفحة
١	يمثل النسبة المئوية لتوزع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٦٩
٢	يمثل المتوسط الحسابي لمقدار عمق الانثقاب (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٠
٣	يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التسرّب الصباغي (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٢
٤	يمثل المتوسط الحسابي لمعدل التسرّب الصباغي (%) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٤
٥	يمثل النسبة المئوية لنتائج تحديد درجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.	٧٧
٦	يمثل متوسط الرتب لدرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة	٧٨

جدول الاختصارات

الاختصار	باللغة الانكليزية	باللغة العربية
MTA	Mineral Trioxide Aggregate	مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية
ERRM	Endosequnce root repair material	مادة إصلاح الجذور اندوسكوينس
GIC	Glass inomer cement	الاسمنت الزجاجي الشاردي
CBCT	cone beam computed tomography	التصوير الطبقي المحوسب مخروطي الحزمة
PH	Power of hydrogen	درجة الحموضة
CPC	Calcium phosphate cement	اسمنت فوسفات الكالسيوم
MB	Methylene blue	أزرق الميتيلين

المقدّمة

Introduction

المقدّمة Introduction :

إنّ المحافظة على الأسنان الطبيعية هو أمر مهم من أجل الناحية الوظيفية والجمالية . حيث تلعب المعالجة اللبية دوراً حيوياً في تحقيق هذا الهدف ، ومع ذلك هناك اختلاطات تحدث أثناء المعالجة اللبية ، تُعدّ انثقابات جدران الأقنية الجذرية إحدى تلك الاختلاطات التي لها تأثير كبير في إنذار المعالجة طويل الأمد، يشير انثقاب مفترق الجذور إلى انفتاح حجرة اللب على المسافة الرباطية حول السنيّة وهو النتيجة الاحتمالية الأسوأ في معالجة الأقنية الجذرية. (Sanghavi*, Shah** et al. 2013)

فقد أشار **Ingel** أن الانثقابات هي ثاني أكثر مسبب في فشل المعالجة اللبية بنسبة ٩,٦% من كل الحالات غير الناجحة . (Ford, Torabinejad et al. 1995)

أشار **Seltzer et al** أن حالات الانثقاب التي تحدث في منطقة مفترق الجذور للأرحاء تكون مزعجة بشكل خاص، لأنّها تكون سبباً لأذية النسج الداعمة في تلك المنطقة. (Seltzer, Sinai et al. 1970)

ولمعالجة هذا الانثقاب وزيادة فرصة نجاحه يجب الإسراع في إصلاحه بمادة متقبّلة حيويّاً وتعمل على منع نفوذ الجراثيم لمنطقة الرباط . تؤمّن مادة الإصلاح المثالية ختماً كافياً ، وتقبّلاً حيوياً وتأثيراً مضاداً للجراثيم .(Aggarwal, Singla et al. 2013)

ويرى **Holland** وزملاؤه أنّ أهم عاملين لنجاح إصلاح الانثقاب هما التقبّل الحيوي وقدرة المادة على الختم بشكل تام. (Holland, Otoboni Filho et al. 2001)

ولهذا فإنّ القدرة الخاتمة sealing ability للمادة في إصلاح انثقاب مفترق الجذور هي من العوامل الهامة في نجاح المعالجة ، ولذلك نقوم بهذه الدراسة للتعرّف على أي المواد التي تحقق أفضل ختم للانثقاب .

لقد تطورت المواد المستخدمة في إصلاح هذه الانثقابات و التي كان لتنوع هذه المواد نسب نجاح متغايرة ، لذلك تمّ في هذه الدراسة تقييم قدرة الختم لثلاث مختلفة مادة حديثة هي ERRM ومادة معيارية في طب الأسنان هي MTA ومادة شائعة الاستخدام هي GIC.

الهدف من البحث

Aim of study

الهدف من البحث Aim of study:

تهدف هذه الدراسة المخبرية إلى مقارنة وتقييم قدرة الختم الجيد لثلاث مواد تستخدم لإصلاح انثقاب مفترق الجذور Furcation perforation وذلك بقياس التسرّب الصباغي وهي:

١- المركب ثلاثي الأكاسيد (**MTA**) mineral trioxide aggregate .

٢-(**ERRM**) EndoSequence Root Repair Material .

٣- الاسمنت الزجاجي الشاردي (**GIC**) Glass ionomer cement .

الباب الأول

المراجعة النظرية

Literature Review

المراجعة النظرية :Literature Review

شهدت مداواة الأسنان اللبية منذ القرن السابع عشر تقدّماً كبيراً ، حيث كان يُعتبر سابقاً أنّ القلع هو العلاج الأمثل لكل الأمراض الجهازية.

وبناءً على ذلك ولأكثر من أربعين عام كان أطباء الأسنان الأمريكيين يقومون بقلع أي سن غير حية / فاقدة الحيوية devitalized، حتى تفاقمت الأمور إلى قلع أي سن حي مرمم أو ذو حشوة كبيرة ،حشوة مصبوبة ضمنية onlay ، التيجان أو الجسور. وسبب كل ذلك هو نظرية الانتان البؤريFocal infection التي سادت لعدّة سنوات والتي لقيت عدداً كبيراً من المتابعين .

لكن لحسن الحظ كان هناك مجموعة من أطباء الأسنان الذين لم يتوقفوا واستمرّوا في البحث لتطوير أساليبهم واجراءاتهم باستخدام تقنيّات التعقيم والطرائق النسيجية والحيوية بالإضافة إلى الأشعة السينيّة X–ray لأغراض تشخيصية ،هذه المجموعة كانت تضم Coolidge, Johnson, Reihn, Callahan, Grove,Prinz وآخرون .

كان أساس جهدهم قائم على مبدأ الحفاظ على بقاء الأسنان الغير حية عديمة اللب Pulpless (Anthony and Grossman 1945).

هناك العديد من الأبحاث المخبرية والسريرية التي كانت كافية لإثبات أن السن الغير حي لا يؤدي إلى حدوث أمراض جهازيّة .لذلك تمّ نفي نظرية الانتان البؤري وسقطت واُستعيدت الثقة في المعالجة اللبية. (Grossman 1981)

ونحن نبقى مدينون لجهود هؤلاء الباحثين ، وحتى يكون مرضى هذه الأيام على ثقة من المعالجة اللبيّة التي تكون آمنة وفعّالة.

الانثقابات الجذرية : Root perforations

الانثقاب هو اتصال بين منظومة القناة الجذرية وسطح الجذر الخارجي. (American Association of Endodontists 2003)

ويعرّف أيضاً بأنّه اتصال مرضي بين منظومة القناة الجذرية والنسج الرباطية المحيطة، يمكن أن يحدث نتيجة عملية مرضية مثل النخر أو الامتصاص الداخلي/ الخارجي. أو أثناء المعالجة اللبية أو خلال وضع الوتد الجذري.(Sinai 1977)

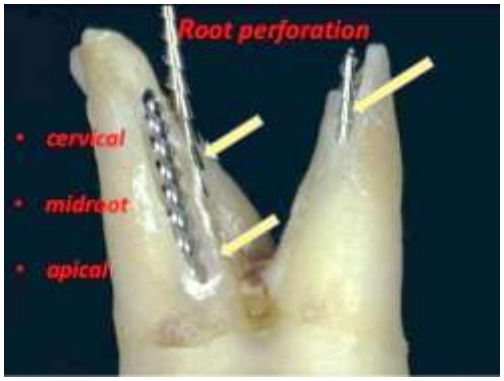
وبحسب تعريف أ.د البني & أ.د ركاب فالانثقابات هي ممرات اصطناعيّة تؤدي إلى اتصال اللب السنّي مع المسافة الرباطية و ذلك عندما لا يتقيّد الطبيب بالتعليمات الواجب عليه اتّباعها أثناء فتح الحجرة اللبيّة و تحضير الأقنية الجذرية و تتطلب هذه الإصابات بالإجمال علاجاً مبكراً و ملائما حرصاً على الحفاظ على السن .(البني . صفوح ، ركاب .محمد سالم ١٩٩٧-١٩٩٨)

وذكرت الجمعية الأمريكية للمداوة اللبية أنّ الانثقاب هو اتصال مرضي pathologic أو ميكانيكي mechanical أو علاجي المنشأ iatrogenic بين منظومة القناة الجذرية وسطح السن الخارجي .(American Association of Endodontists 2012)

علاجي المنشأ يكون بسبب اتجاه غير صحيح للسنبلة أو القبضة أثناء تحضير المدخل access cavity أو البحث عن الأقنية أو خلال التحضير القنوي والتي تشكّل ٤٧% أمّا نسبة ٥٣% تكون بسبب المعالجة التعويضية وخاصة تحضير مكان الوتد .ويكون تأذي الأسنان العلوية بنسبة ٧٤,٥% أكثر من الأسنان السفلية التي تبلغ نسبتها ٢٥,٥%. (KVINNSLAND, Oswald et al. 1989) ، بينما السبب المرضي ينجم عن الامتصاص أو النخر .(Alhadainy 1994)

حسب دراسة **Washington** كانت إحصائية الانثقابات الجذرية نتيجة الأخطاء اللبية حوالي ١٠% من كل الحالات الفاشلة. (Ingle 1961) في دراسة لـ **Toronto** كان معدل الشفاء الملاحظ في الأسنان مع الانثقابات ٣١% أقل من الأسنان بدون انثقابات .(de Chevigny C et al 2008)

قد تؤدي انثقابات الجذور إلى اختلاطات تستلزم قلع السن المصاب، ففي دراسة لأسباب قلع الأسنان المعالجة لبيّاً وُجد أنّ ٤,٢% من الأسنان تمّ قلعها بسبب انثقابات علاجية المنشأ و انثقابات شريطية .(Touré, Faye et al. 2011)



الشكل (١): تظهر مناطق مختلفة لحدوث الانثقابات الجذرية

الإنذار : prognosis

وهو احتمال حدوث الانثقاب وبالتالي يجب الاعتماد على الوقاية من الانتان أو معالجة موقع الانثقاب . بالإضافة إلى استخدام المواد غير المخرشة التي تسدّ الانثقاب والتي تحد من الالتهاب الرباطي.

الإنذار طويل الأمد لهذا الاختلاط يعتمد على عدة عوامل منها:

١. حجم وموقع الانثقاب .
٢. الوقت المستغرق حتى تمّ إصلاح انثقاب المفترق .
٣. التلوث المسبق بالجراثيم .
٤. قدرة مادة الترميم على الختم الجيد .
٥. وحالة الرباط السني .(Jew, Weine et al. 1982)

الوقت : Time

يعتبر الوقت بين حادثة الانثقاب و إجراء المعالجة المناسبة عاملاً مهماً في الشفاء. (Seltzer, Sinai et al. 1970) (Beavers, Bergenholtz et al. 1986)

إنّ الوقت المنقضي بعد حدوث الانثقاب هو عامل حرج يؤثر في إنذار المعالجة ، لأنّ أي تأخر في إصلاح الانثقاب يؤدي إلى تلوث جرثومي في موقع الانثقاب وبالتالي تراجع الارتباط البشروي في منطقة الانثقاب و التهاب وامتصاص العظم و تموته وفقد نهائي للسن. (Hamad, Tordik et al. 2006)

قام كلّ من **Persson & Lantz** بشكل تجريبي بصنع انثقاب على أسنان كلاب ومن ثمّ تمت معالجتها فوراً أو بشكل متأخر. كانت نتائج الشفاء أكثر نجاحاً في الحالات التي تمّ ختمها مباشرةَ . لذلك يؤدي التقليل من إمكانية حدوث الانتان إلى نتيجة أفضل للبيئة حول الجذرية للانثقاب.(Lantz and Persson 1967).

تابع **Seltzer et al** الشفاء حول السنّي لـ (٢٢) حالة انثقاب في أسنان القرود التي تمّت معالجتها في فترات متباينة (مباشرة إلى ١٠ أشهر من الانثقاب) ،و وجد أنّ الشفاء يُنسب بشكل أساسي إلى الحشو مباشرةً بعد الانثقاب وتقنية التعقيم. (Seltzer, Sinai et al. 1970)

الحجم :SIZE

حجم الانثقاب له تأثير مهم في الإنذار المتوقع للمعالجة ، يسبب الانثقاب الصغير عادةً تخريباً والتهاباً نسيجياً أصغري، لذلك يكون الشفاء بشكل أكبر. قيّم **Himel et al** تأثير ثلاث مواد في الإصلاح الحيوي biological بإحداث انثقاب في أرض الحجرة اللبية للأسنان السفلية الخلفية في الكلاب، ووجد أنّ إنذار المعالجة يتناسب مع حجم الانثقاب كلما كان الانثقاب أصغر كانت النتيجة أفضل. لذلك فإنّ هدف حشو الانثقاب هو منع جراثيم الحفرة الفموية من الوصول للنسج حول الجذرية وتجنّب تخريشها ، ولكن وجد التخريب الأشد في الانثقابات غير المعالجة والتي تمّت معالجتها بوقت متأخر .(Himel, Brady et al. 1985)

غالباً ما تحدث الانثقابات الكبيرة أثناء الإجراءات اللبية عند استخدام السنابل بعنف مؤدية إلى أذيّات مؤلمة للنسج المحيطة ، تسبّب هذه الانثقابات مشكلة الختم غير الكامل للانثقاب وبالتالي السماح بالتخريش الجرثومي المستمر لموقع الانثقاب . تكون الانثقابات الصغيرة أسهل للإصلاح وتؤمّن احتمال الشفاء بشكل أكبر. (Balla, LoMonaco et al. 1991)

بشكل منطقي يكون الانثقاب الأصغر له إنذار أفضل لأنه أسهل في تحقيق الختم بشكل فعّال بدون ضغط المادة الحاشية إلى النسج المحيطة.(Beavers, Bergenholtz et al. 1986)

الموقع :location

قد يكون موقع الانثقاب العامل الأكثر أهمية في إنذار المعالجة ،فالمناطق القريبة من اتجاه الميزاب اللثوي ممكن أن تؤدي إلى تلوث الانثقاب بالجراثيم من الحفرة الفموية عبر الميزاب. علاوة على ذلك ، إذا كان الانثقاب كبير ولم يعالج مباشرة فإنّ المنطقة القريبة من الارتباط البشروي تكون بحالة حرجة وتؤدي إلى هجرة ذروية للارتباط البشروي من مكان الانثقاب ممّا يسبّب حدوث مرض حول سني(Beavers, Bergenholtz et al. 1986) (Hartwell and England 1993). لذلك المنطقة الحرجة هي جزء شرطي في الإنذار على مستوى قمة العظم القشري crestal bone والارتباط البشروي. إنّ الانثقابات التي تتوضع تاجيا تكون بدون مشاكل حول سنية بينما تكون انثقابات قمة الجذور(على مستوى قمّة العظم)يكون مستوى نجاحها أصغري. (KVINNSLAND, Oswald et al. 1989) (Seltzer, Sinai et al. 1970)

تعتبر الانثقابات في منطقة المفترق في الأسنان متعددة الجذور عادة بأنّها انثقابات قمة الجذرcrestal root لأنها قريبة من الارتباط البشروي والميزاب اللثوي . (KVINNSLAND, Oswald et al. 1989) (Petersson, Hasselgren et al. 1985) (Sinai 1977)

وجد **Beavers et al** نسبة نجاح معالجة انثقاب مفترق الجذور هي ١٠٠% ، فقد درس شفاء الأذية حول السنيّة التي تمّت متابعتها في انثقابات جذرية مقصودة في القرود تمّ ختمها باستخدام ماءات الكالسيوم و أقراص التفلون. كانت العقامة مراقبة بشكل صارم وتمّ استخدام اسمنت اكسيد الزنك و الأوجينول والأملغم لختم وترميم الأسنان .تمّ شفاء كل الانثقابات وأظهرت محيط حول سنّي طبيعي بدون تراجع في الارتباط البشروي في منطقة الأذية. برهنت الدراسة أنّ الأذية الحاصلة داخل الارتباط حول السني تحت مستوى الارتباط البشروي لحجرة اللب قد تُشفى بدون تداخلات حول سنية، من ناحية أخرى وبطريقة مشابهة أظهرت أنّ موقع انثقاب المفترق كان ذروياً بالنسبة لمستوى قمة العظم، بالإضافة إلى حقيقة أنّ الفاصل الزمني بين وقوع الحادثة والعلاج كان قصيراً مع المحافظة على عقامة الانثقاب. (Beavers, (Bergenholtz et al. 1986

قيّم **Hartwell & England** إصلاح الانثقابات في أسنان قرود وأوجدوا سريرياً مستويات نجاح عالية باستخدام العظم المجفف بالتجمد لتعبئة الانثقاب العظمي. تمّت مشاهدة النسيج البشروي بين موقع الانثقاب في أرض الحجرة اللبية وطبقة النسيج الضام في كل الحالات. أشار المؤلفان أنّ وجود البشرة في الأذية الحاصلة أثناء التحضير للانثقاب تحفّز نسيج رباطي حول سنّي مجاور لموقع الانثقاب.(Hartwell and England 1993)

إنّ التشخيص لتحديد موقع انثقاب الجذور هو مهمة صعبة جدّاً خاصّةً عندما يتوضع في النواحي الدهليزية واللسانية للجذر، يتراكب الانثقاب شعاعيا على سطح الجذر، وبالتالي يتوجب على الطبيب سبر probe للميزاب اللثوي لتقييم الاتصال مع الحفرة الفموية . يكون جهاز تحديد الذروة apex locater مفيد لتحديد الموقع بدقة مع الرباط حول السني. في حال أشار جهاز محدد الذروة الوصول إلى الرباط حول السني فإنّه من الحكمة أخذ صورة شعاعية لتقييم علاقتها بمستوى قمة العظم. بشكل عام المعالجة غير الجراحية تُستطب في تدبير الانثقاب الجذري ، بينما التداخل الجراحي يكون متخصص في الحالات التي لم تتقبل أو فشلت في الاستجابة للمعالجة غير الجراحية المصاحبة في التدبير حول السني. (Kaufman 1976) (Fuss, (Assooline et al. 1996

التصنيف: The classification

تعتمد على:

- **العامل المؤثر impacting factor** حسب **Fuss & Trop 1996** :

- ✓ **في الحالات الحديثة (fresh)** : المرتبطة بانثقاب في نفس الجلسة والتي تمّ معالجتها مباشرة مع تقنية العقامة لها إنذار جيد.
- ✓ **في الحالات القديمة (old)**:المرتبطة بانثقابات تابعة لإجراءات سنية سابقة غير معالجة وتشكّل فيها الانتان الجرثومي.
- ✓ **الانثقابات الصغيرة (small)**: هي تلك التي تحدث بفعل الأدوات اللبية بقياس ١٥ أو ٢٠ في حال الأذى الميكانيكي للنسج ،هذه الانثقابات تكون أصغرية كما أنّها حدثت في ظروف تعقيم جيّدة (الحاجز المطاطي rubber dam، وإرواء هيبوكلوريت الصوديوم ، ..الخ)، لذلك يقل احتمال حدوث الانتان، لهذه الأسباب تكون الانثقابات الصغيرة في مجموعة الانذار الجيد.
- ✓ **الانثقابات الكبيرة (large)**:هي تلك التي تحدث أثناء تحضير الوتد (post) والتي تؤدي إلى أذية نسج كبيرة مع فرصة كبيرة للإنتان من اللعاب أو من التسرب . لذلك يكون الإنذار في هذه الحالات ضعيف .

_هنالك تصنيفات تبعا:

- ❖ **لموقع الانثقاب وعلاقته بالنسج الداعمة location of supporting tissues perforation**

(وليس فقط بمكان توضعها على الجذر) التي يجب أخذها بالحسبان وهي:

- ✓ **Coronal التاجية**: تاجية بالنسبة لقمة العظم والارتباط البشروي يكون لها إنذار جيد.
- ✓ **Crestal على مستوى قمة العظم القشري:** التي تتوضع على مستوى الارتباط البشروي وقمة العظم القشري crestal يكون لها إنذار سيء.
- ✓ **Apical الذروية:** ذروية بالنسبة لقمة العظم والارتباط البشروي ويكون لها إنذار جيد .

في الجدول الآتي التصنيفات التي تعتمد على **عوامل الانذار** والتي تمّ مناقشتها:

جدول (١) إنذار الانثقابات الجذرية الجانبية ومفترق الجذور

Root perforation lateral or furcal

	إنذارها ضعيف Poor prognosis	**إنذارها جيد Good prognosis**

١.	قديمة old	حديثة Fresh
٢.	كبيرة large	صغيرة small
٣.	عند قمة العظم crestal	ذروية –تاجية apical –coronal

في الجدول :

الانثقاب الجانبي يكون جيد الانذار.

انثقاب المفترق يكون سيء الانذار حيث أنّ مفترق الجذور عادةً ما يكون قريب لقمة العظم.

بينما الانثقاب الجانبي يمكن أن يكون تاجي أو ذروي .(Fuss and Trope 1996)

• التشخيص :

تحديد وجود وموقع انثقاب مفترق الجذور: Determination of the presence and location of root perforation:

إنّ الاكتشاف الدقيق وتحديد مكان الانثقابات الجذرية هو عامل حاسم لنتيجة المعالجة . تعتبر الأدوات و التعرّف على العلامات المؤكدة مهمة من أجل التشخيص، حيث يُعتبر النزف المفاجئ والألم أثناء التحضير للأقنية الجذرية أو تحضير الوتد في السن علامات تحذيرية warning signals للانثقابات الجذرية المحتملة. قد يكون وجود الدم على القمع الورقي مؤشراً لكنّه غير كافٍ ، فقد يكون أصله من الثقبة الذروية أو من بقايا نسيج لب حي. لتعزيز الاكتشاف شعاعيا يُقترح وضع معجون ماءات الكالسيوم ذو الظلالية العالية التي تتضمن سلفات الباريوم في القناة الجذرية ومع ذلك يجب توخي الحذر في الانثقابات القمية crestal لأنها قد تؤدي إلى قذف وخروج المواد داخل النسيج الحول السني فتسبب تخريش ميكانيكي وكيميائي يضعف انذار المعالجة. (Hovland and Dumsha 1997)

إنّ أخذ الصور الشعاعية بزوايا مختلفة مع أدوات ظليلة داخل الأقنية الجذرية يكون خيار مفضّل والتي من الممكن أن تؤكّد وجود انثقاب جذري أو لا. ولكن عندما يكون الانثقاب متوضع على الناحية الدهليزية أو الحنكية للجذر ، فإنّ أهمية التشخيص الشعاعي تكون محدودة. يساعد وجود البنية التشريحية مع المواد الظليلة شعاعيا على الصورة الشعاعية للجذر في تحديد موقع الانثقاب المبهم .(Fuss, Assooline et al. 1996) (Tsesis and Fuss 2006)،كثيراً ماتكون الانثقابات العنقية cervical وأحياناً منتصف الجذور midroot مرتبطة بتراجع الارتباط البشروي ويليها عيوب حول سنيّة لذلك التقدير حول السني يكون مطلوب. (Seltzer, Sinai et al. 1970)

هناك أدوات وطرق متعددة تمّ اقتراحها للتشخيص السريري للانثقابات الجذرية تتضمن :

- محدد الذروة apex locater (Gordon and Chandler 2004) (Fuss, Assooline et al. 1996)
- المجهر الجراحي السني operative microscope (Kim and Kratchman 2006)
- المنظار اللبي Endoscope (Moshonov, Michaeli et al. 2009)
- والتصوير المقطعي البصري optical coherence tomography scan. (Shemesh, Van Soest et al. 2007)

ولا تستطيع أي من هذه الطرائق أن تشخص الانثقابات في الأقنية المحشوة لأنها تعتمد على تصوّر وتخيّل القناة الجذرية الفارغة أو الاختراق بداخلها .إنّ صور التصوير الطبقي المحوسب مخروطي الحزمة (cone beam computed tomography) CBCTهي أداة ذات قيمة تشخيصية في المعالجة اللبية. (Estrela, Bueno et al. 2008)

إنّ تراكب البنى المتجاورة ومسائل الاسقاط الهندسي تجعل تشخيص انثقاب المفترق صعب باستخدام تقنيات التصوير ذات البعدين 2 dimensional **(2D)**، ولهذا أحدث التصوير الطبقي المحوري مخروطي الحزمة CBCT ثورة كبيرة في مجال طب الأسنان عام 2000 وكانت تأشيرة البداية في العصر الحديث في حقل الأشعة الوجهية الفكية السنيّة dentomaxilofacial radiology. (Scarfe 2012) (Miracle and Mukherji 2009).

تلعب الأشعة السنيّة بالإضافة للمشاهدة السريرية دوراً في تشخيص الانثقابات، في دراسة مقارنة لـ (Shemesh, Cristescu et al. 2011) بين حساسية وخصوصية الـ CBCT مع التصوير الذروي ثنائي التزوي Two angulation باستخدام لوحات فوسفورية لتقييم إمكانية كشف الانثقابات الشريطية أو الجذرية بعد معالجة القناة الجذرية عن طريق التكثيف الجانبي للكوتابيروكا واسمنت الحشو. وجدوا أن كلا الطريقتين لهما الخصوصية نفسها، ولكن أظهرت صورة الـ CBCT دقة

أكبر. كما أظهرت الصور الشعاعية الذروية وحيدة التزوي Single angulated (PAs) ٤٠% من الانثقابات في حين أن ثنائية التزوي Two angled PA أظهرت ٦٣%، مما يشير إلى أنه عندما استُخدمت الصور وحيدة التزوي PAs لوحدها لم تتفوق على الصور ثنائية التزوي.
في دراسة حديثة أوجدت أنّ كل صور الـ CBCT بقياسات فوكسل voxel مختلفة أظهرت تشابه وأنّها أفضل من حسّاسات الصور داخل الفموية PSPs في الكشف عن انثقابات المفترق الصنعية بالإضافة إلى أنّ مقاييس العرض للانثقاب في صور الـ CBCT المترابطة ببعضها بعلاقة متبادلة هي مقاييس فيزيائية دقيقة ، و أنّ صور الـ CBCT ذات الدقة المنخفضة low resolution ب $0.4\ mm^3$ فوكسل يمكن أن تكون أفضل للكشف عن انثقاب المفترق مع فوائد أخرى مثل وقت الفحص scanning القصير والجرعة الشعاعية المنخفضة للمريض وذلك عندما يكون الفحص السريري وطرق التصوير الشعاعي داخل الفموي غير كافية. (Kamburoğlu, Yeta et al. 2015)

وعند استخدام Electric apex locator (EALs) نستطيع تحديد الموقع الدقيق لموقع انثقاب الجذور بشكل أكثر دقّة من الصور الشعاعية ، فبعد تسليك القناة بالأدوات وعند التأكد من الطول العامل بـ (EALs) ،فإنّ القراءة التي تشير بأنها أقصر بكثير من الطول الطبيعي تكون مؤشر لوجود انثقاب. (Fuss, Assooline et al. 1996).

المجهر الجراحي السنّي هو أداة أخرى مفيدة وفعّالة في الكشف عن انثقابات الجذور أثناء معالجة القناة الجذرية والمعالجة اللبية الجراحية . يسمح التكبير العالي مع الاضاءة المحورية بكشف دقيق وتصوّر وتخيّل الانثقاب على طول القسم المستقيم للأقنية الجذرية غير المنحنية (Wong and Cho 1997) (, Daoudi and Saunders 2002Wong and Cho 1997).

إنّ الجيب حول السنّي الوحيد والضيّق هو علامة احتمالية لاختراق حول سني بسبب انثقاب جذري، يُنصح بسبر الجيوب اللثوية لكل سن للكشف عن الاتصالات الممكنة مع الحفرة الفموية من أجل تحديد الفقد العظمي العمودي الوحيد(المفرد)موضعياً، وذلك بتمرير المسبر حول السن مع ضغط لطيف على أرضية الميزاب.(Cohen S and Liewehr F 2002)

معايير الوقاية measure for prevention:

١- قبل الوصول للأقنية الجذرية before accessing root canals:

إن توضّع تاج – جذر يجب دوماً تقييمه مع ملاحظة الارتفاع العظمي. يفيد الجس غالباً في تحديد اتجاه الجذر المرتبط مع التاج. الفحوص الدقيقة للصور الشعاعية تكون مهمة لتقييم شكل

وعمق الحجرة اللبية وعرض قاع مفترق الجذور. حقيقةً إنّ المعرفة الكاملة لموقع وأبعاد الحجرة اللبية تكون ضرورية.(Deutsch and Musikant 2004)
يجب أن يُعطى الاهتمام لكل من ميلان الجذر، المحور الطولي للسن ، شكله، عدد ودرجة الانحناءات ، وجود التكلسات ونوع الترميمات السابقة .تكون الصور الشعاعية الإضافية في زوايا متعددة ضرورية من أجل نوعية التشخيص المطلوب. (Moreinis 1979)

٢- أثناء تحضير المدخل During access preparation:

إنّ استخدام التكبير مفيد في التقصي عن فوهات الأقنية التاجية للأقنية الجذرية . يجب أن لا يوضع الحاجز المطاطي قبل تحضير مدخل الحجرة اللبية access preparation في السن ذو الحجرة اللبية المتكلسة أو الضيقة .(Moreinis 1979) في كل حالات إعادة المعالجة والأسنان المتوّجة لا يتم رؤية الحجرة اللبية بسهولة بسبب حالات التكلس التي حدثت من معالجات سابقة قد تغيّر من تشريحها الطبيعي . (Torabinejad and Walton 2002)

درس **Rankow & Krasner** ٥٠٠ سناً بشرياً مقلوعاً دائماً ووجدوا أنّ الحجرة اللبية دوماً تتوضع بشكل مركزي على مستوى الملتقى الميناني الملاطي cemento – Enamel junction (**CEJ**) . إنّ مستوى **CEJ** هي العلامة المرجعية التشريحية الأكثر ملاءمة التي تمّ ملاحظتها .اقترح الباحثان تجاهل محيط التاج السريري كدليل توجيه تحضير المدخل وبدلا منها استخدام الملتقى الميناني الملاطي **CEJ**،وأنّ الصور الشعاعية التي تؤخذ أثناء تحضير المدخل يمكن أن تكون مساعدة.(Krasner and Rankow 2004)

Kvinnsland et al وجدوا أنّ كل الانثقابات في الأسنان الأمامية العلوية تمّ توضّعها في الناحية الدهليزية الجذرية بسبب استخفاف الطبيب بزاوية ميل الجذر الحنكي في العظم العلوي. (KVINNSLAND, Oswald et al. 1989)

٣- أثناء تحضير الأقنية الجذرية during root canal preparation:

قد يُسبّب استخدم أدوات التحضير الآلية انثقابات ذروية أو تاجية لجدار القناة الجذرية والتي تسمى strip perforations انثقاب شريطي. (Abou-Rass, Frank et al. 1980). ولذلك يجب الحذر من الأدوات ذات الاستدقاق الكبير. (Wu, van der Sluis et al. 2005) يجب استخدام أدوات التحضير المرنة الحديثة من النيكل تيتانيوم مع إرواء غزير واستخدام المزلقات lubrications في الأقنية المنحنية للوقاية من الانثقابات الذروية. (Hülsmann, Herbst et al. (2003) (Schäfer, Schulz-Bongert et al. 2004)

٤-أثناء تحضير الوتد During post preparation:

يجب إعطاء انتباه أكبر أثناء تحضير الوتد Post لأنّ الأقنية الجذرية قد لا تكون طويلة كثيرا ، وبشكل عام يتمّ التحضير الآمن للوتد بشكل أفضل مع المجهر الجراحي مباشرة بعد إنهاء حشو الأقنية الجذرية.(Tsesis and Fuss 2006)

فحص **Kuttler et al** تأثير فراغ تحضير الوتد بسنابل **GG** على سماكة العاج المتبقية في الجذور الوحشية للأرحاء السفلية مخبرياً ووجد أنّ الخطر الأكبر لحدوث الانثقاب يكون عند استخدام سنابل **GG** قياس **#٤** وذلك بنسبة ٧,٣ % .(Kuttler, McLEAN et al. 2004)

Kvinnsland et al لاحظوا أنّ أكثر من نصف الانثقابات الجذرية حصلت أثناء إجراءات تحضير الوتد . (KVINNSLAND, Oswald et al. 1989)

المعالجة : treatment

تعتمد طريقة المعالجة على موقع الانثقاب المرتبط بقمة العظم والارتباط البشروي وبالتالي من الواجب تحديد موقعه بدقة .

المعالجة غير الجراحية : Non surgical treatment

تتشابه المعالجة غير الجراحية للانثقاب الجذري مع المعالجة اللبية المحافظة من أجل الوقاية أو لمعالجة الالتهاب حول الجذري . لذلك فإن المواد التي تستخدم لسدّ الانثقاب يجب أن تقدّم أفضل ختم ممكن ضد اختراق الجراثيم وغير مخرّشة للنسج المجاورة .يعتمد البروتوكول التالي لمعالجة الانثقابات على الأسباب وتكون مطابقة للتصنيف السابق . (Fuss and Trope 1996)

١-الانثقابات الجانبية lateral perforation :

الانثقاب التاجي Coronal perforation:

لا تكون الانثقابات التاجية الجذرية صعبة الختم خارجياً وتكون المواد المختارة للختم تعتمد على الاعتبارات التجميلية ،الكمبوزيت الراتنجي المخرش بالحمض acid etch bonded resins compositeأو الاسمنت الزجاجي الشاردي في الأسنان الأمامية حيث يكون الأملغم خيار إضافي في الأسنان الخلفية. (Fuss and Trope 1996)

الانثقاب القمي(على مستوى قمة العظم) Crestal perforation :

يعتبر الأكثر صعوبة في تدبيره وذلك بسبب قربه من الارتباط البشروي وارتباطه مع الميزاب اللثوي. يكون التداخل الجراحي ضرورياً في انثقابات قمة الجذر الحديثة fresh والقديمة old من أجل ختم العيب خارجياً. الاحتمال الآخر هو التبزيغ التقويمي للسن لوضع الانثقاب بموضع تاجي حيث يمكن ختمها بدون تداخل جراحي. إنّ استخدام المنهج غير الجراحي في الحالات غير المؤكدة تساعد جهاز الدعم سني ليكون صحيّاً. تكون المواد المستخدمة في المعالجة غير الجراحية لهذه الحالات متنوعة مثل الأملغم الذي استخدم قديماً مع بعض النجاح أو أي مادة متقبلة حيوياً تتمتع بزمن تصلب قصير يمكن أن يتمّ اختيارها لكل الحالات . (Fuss and Trope 1996)

الانثقابات الذروية Apical perforations :

يجب أن تعالج تبعاً لمبادئ المعالجة اللبية الروتينية للأقنية الجذرية النظامية، تكون الصعوبة الأساسية في الوصول access والمعالجة الكافية للقناة الجذرية الأساسية .

- الانثقابات الحديثة ، الصغيرة و الذروية apical, fresh and small يُفضّل أن تتم معالجتها في جلسة واحدة والانثقاب يُختم ب gutta percha *ومعجون حشو* sealer القناة الجذرية مع وجود التعقيم الضروري. (Fuss and Trope 1996)
- *الانثقابات القديمة* ، الصغيرة و الذروية apical ,small and old *يجب أن تتم معالجتها بضمادات داخل قنيوية مضادة للبكتيريا* مثل ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ ويتم حشو القناة الرئيسية في الجلسة الثانية.(Fuss and Trope 1996)
- الانثقابات الذروية ، الكبيرة و الحديثة أو القديمة apical ,large ,fresh or old يجب أن تعالج مثل الأسنان الغير مكتملة الذروة بمعنى معالجة طويلة الأمد بماءات الكالسيوم التي تستخدم كضماد داخل قنيوي لعدة أشهر حتى يتشكل حاجز نسيجي قاسي وبالتالي يمكن تنفيذ حشوة قناة جذرية نظامية .

في الحالات التي لا يمكن الوصول إلى القناة الأصيلة لتطور الرباط الذروي فإن قطع الذروة يكون مستطب .(Fuss and Trope 1996)

٢ – انثقابات مفترق الجذور: Furcation perforations

انثقابات المفترق لها **الانذار الأسوأ** بين كل المواقع ،حيث تبيّن أنّ التسرّب الجرثومي للانثقابات غير المسدودة في حيوانات التجربة يسبّب تخريباً في المركّب السنّي وأذيّة العظم المحيط. (Seltzer, Sinai et al. 1970)

يكون الانثقاب في منطقة مفترق الجذور بشكل عام إما مباشراً Direct أو شريطياً Stripping. يحدث الشكل الأول المباشر خلال البحث عن فوهات الأقنية العاجية ويكون غالبا نتيجة اندفاع السنبلة في قاع الحجرة اللبية، قد يكون هذا الانثقاب صغيراً وقد يكون محاطاً بجدران من السن، وقد يكون غير ذلك. يفضل ترميم هذا النمط إن أمكن مباشرةً من خلال مواد الترميم الخاصة بمثل هذه الحالات. يعدّ إنذار السن في مثل هذه الحالات جيداً إذا تم الختم بأسرع وقت. (Torabinejad, Walton et al. 2015)

أما النمط الشريطي فهو يشمل القسم المتصل بين القسم التاجي من القناة الجذرية وقاع الحجرة اللبية، ويحدث نتيجة التوسيع الزائد لفوهة الأقنية الجذرية. وكما هو الحال بالنسبة للانثقاب المباشر فمن المنصوح به سرعة ختم هذا الانثقابات لأن التغاضي عنها سيسبب فشلاً تالياً يتمثل بتهدم النسج حول السنية وبالتالي فشل الحالة. (Torabinejad, Walton et al. 2015)

تُعالج الانثقابات في منطقة مفترق الجذور إمّا بشكل محافظ أو جراحي ، يكون إنذار الإصلاح بالطريقة المحافظة أفضل مع استخدام مادة الترميم التي سوف تؤمن وقاية من اتصال الحجرة اللبية مع الميزاب اللثوي وبالتالي تحد من التلوّث والالتهاب في هذه المنطقة. (Lemon 1992)

إنّ انثقابات مفترق الجذور للأرحاء مزعجة ومتعبة بشكل خاص ،لأنّها تؤدي إلى أذيات ميكانيكية هامة وتؤدي إلى اتصال مع الميزاب اللثوي. على الرغم من ذلك فإن **Beavers et al** أبدوا إمكانية شفاء النسج حول السنيّة المحيطة بانثقاب المفترق بتقديم معالجة كافية ، انثقابات المفترق الصغيرة إذا تمّ ختمها بمادة ذات تصلّب سريع سيكون لها انذار أفضل . بينما انثقابات المفترق الكبيرة يجعل التحكم بمواد الإصلاح صعباً و إمكانية قذف وتجاوز المادة الحاشية إلى الرباط حول السني شائعاً. (Beavers, Bergenholtz et al. 1986) ، في انثقابات المفترق الحديثة والصغيرة (أصغر من٢ملم قطراً)هناك خطورة صغيرة لانبثاق المادة الحاشية. (Hashem and Hassanien 2008)

هناك مواد مختلفة تمّ استخدامها تجريبيا لختم انثقابات المفترق الكبيرة ، وجد **Grossman** أنّ الأملغم هي مادة مفضلة وتبقى واسعة الاستخدام لهذا الغرض. اقترح **Aguirre et al** استخدام رقائق الإنديوم indium foil (عنصر فلذي) لإصلاح الانثقابات الممتدة إلى أرض الحجرة اللبية . تمثّل الرقاقة المعدنية مسندة حيث يتم تكثيف الأملغم وحصر المواد ضمن السن (Grossman 1957).

اقترح **Webber** تحضير ميازيب تثبيت Retentive grooves حول الانثقاب على أرض الحجرة اللبية للسماح بتكثيف الأملغم على الزوايا الخطية . وذلك للتقليل من إمكانية حدوث حشو زائد كبير .(Webber 1983)

ومن المهم المحافظة على مادة الإصلاح ضمن حدود الانثقاب بسبب استجابة النسج التي تظهر عند تأثّرها بطبيعة المادة الخاتمة. فعلى دراسات حيوانية عندما تجاوزت مادة الـ **MTA** إلى النسيج حول الجذري تمّ ترسيب نسيج قاسي وملاط فوقها مع تجدد المركب حول السنّي.(Al-Daafas and Al-Nazhan 2007)

ولتعزيز صحة النسج المجاورة من أجل تحقيق استجابة نسيجية أفضل لمواقع الانثقاب فإنّها تُعقّم برؤوس فوق صوتية وهيبوكلوريت الصوديوم. (Al-Daafas and Al-Nazhan 2007)

Holland et al درسوا البقايا debries في الانثقاب التي قد تعيق التماس القريب بين الـ **MTA** والنسيج حول السني وعملية الشفاء التالية ، لذلك وللتقليل من كميّة البقايا في الانثقاب يتم الغسل ب **EDTA ١٧ %** لمدة قصيرة قبل وضع مواد الحشو. (Holland, Mazuqueli et al. 2007)

المنهج الآخر هو تطبيق مواد مثل ماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ ، وفوسفات ثلاثية الكالسيوم $Ca_3(PO4)_2$ ورقائق عاجية dentine chips أوهيدروكسيل الأباتيت $Ca_{10}(PO4)_6(OH)_2$ أجل صنع حاجز متكلس لتكثيف المادة الحاشية (Balla, LoMonaco et al. 1991) (Himel, Brady et al. 1985) (Petersson, Hasselgren et al. 1985) (Romea et al. 1989 Sinai,)

لاحظ **Arnes & Torbinged** نتائج أفضل في انثقابات مفترق الجذور على أسنان كلاب عندما تمّ إصلاحها باستخدام **MTA** بدون مسندة داخلية مقابل **MTA** مع مسندة داخلية، فاستنتجوا أنّ الـ **MTA** لا تحتاج إلى حاجز barrier عندما يتم استخدامها في إصلاح انثقابات المفترق الكبيرة .(Arens and Torabinejad 1996)

في دراسة **Meta analysis** بلغ معدّل النجاح للإصلاح غير الجراحي لانثقابات الجذور كان فوق ٧٠%. ومعدّل نجاح الأسنان في القوس السنيّة العلوية، وغياب الشفوفية الشعاعية المجاورة للانثقاب قبل المعالجة أفضل بعد إصلاح الانثقاب .(Siew, Lee et al. 2015)

تدبير انثقابات الجذر على سوية قمة العظم : management of crestal root perforation

إنّ معالجة هذه الانثقابات تحمل إنذاراً يتّسم بالحذر بسبب قربها من الارتباط البشروي. يجب اختيار أي مادة متقبلة حيويّاً ذات وقت تصلب قصير وقدرة ختم جيدة. يُنصح بالتبزيغ التقويمي للأسنان وحيدة الجذر من أجل جعل الانثقاب في موقع تاجي حيث يتم ختمها خارجيا دون تداخل جراحي. (Fuss and Trope 1996) .

تشكّل الانثقابات في منطقة المفترق للأرحاء تحدّياً خاصاً ،حيث أنّ انثقابات مفترق الجذور الكبيرة تجعل التحكم في المواد الخاتمة خطيراً وخطورة قذف وتجاوز المادة الحاشية إلى النسج حول السنيّة بشكل شائع يؤدي إلى اختلاط إضافي يضعف بشكل كبير فرصة الشفاء حول السنّي المرغوب به . (Benenati, Roane et al. 1986) (Rafter, Baker et al. 2002)

يُنصح في الانثقابات الكبيرة استخدام تقنية المسندة الداخلية an internal matrix technique.

(Rafter, Baker et al. 2002) (Hartwell and England 1993)

يجب أن يتم الوصول مباشرة إلى العيب (الانثقاب في منطقة المفترق وفي الأقنية المستقيمة) وأن يكون واضح للعيان من أجل استخدام ناجح لهذه التقنية ،يجب أن تكون المسندة الداخلية معقّمة وممكنة العلاج دون حدوث التهاب .(Lemon 1992)

إنّ التي يُنصح باستخدامها والتي ذُكرت في الأدب الطبي هي **هيدروكسي أباتيت** (Lemon 1992)،**العظم المجفف منزوع الكالسيوم**(Hartwell and England 1993) ، **الجبس الباريسي (سلفات الكالسيوم)** (Alhadainy and Himel 1994)،**هيدروكسي أباتيت وسلفات الكالسيوم** (Rafter, Baker et al. 2002) ،**والكولاجين القابل للارتشاف مع MTA.** (Bargholz 2005)

اقترح **Bogarets & Petersson** أنّ المواد المعتمدة على ماءات الكالسيوم كعنصر أساسي لاتكون مناسبة لانثقابات المفترق ولا لانثقابات قمة العظم بسبب الاستجابة الالتهابية الأولية لهذه المواد والتي من الممكن أن تؤدي إلى تهدّم النسج الداعمة وتشكيل جيب لاحقاً (Lemon 1992) (Petersson, Hasselgren et al. 1985) (Bogaerts 1997).

المعالجة الجراحية : surgical treatment

يتم اختيار الإصلاح الجراحي عند إمكانية الوصول بسهولة جراحيّاً إلى الانثقاب ، وعندما يكون إزالة الترميمات الموجودة قد يفرض تكاليف عالية غير متوقّعة ووقت معالجة طويل للمريض .

إذا كان الانثقاب قديماً وتشكلت من حوله آفة حول سنية فإنّ الجراحة مع التجدد النسيجي الموجّه guide tissue regeneration تصبح ضروريّة . (White Jr and Bryant 2002) (Ruddle CJ 2002)

الهدف منها هو تحقيق ختم دائم وقوي يحمي من البكتيريا ومنتجاتها في القناة الجذرية ومن دخولها من النسج حول السنيّة (Tsesis, Rosen et al. 2006) (Rud, Andreasen et al. 1972)، قبل الجراحة التصحيحية للأقنية الجذرية يجب أن تعالج بشكل مناسب وبحشوة دائمة إذا أمكن ذلك. (Gutmann JL and Harrison JW 1991) (Oswald 1979)

اقترح **Oswald** في الانثقابات على مستوى العظم أنّ استخدام الإصلاح الجراحي سيؤدي إلى خسارة الارتباط البشروي وتشكّل جيب . (Oswald 1979) .

قبل التداخل الجراحي يجب أخذ هذه المقاييس بعين الاعتبار :

- كمية العظم المتبقي amount of reaming bone .
- حجم التخرّب العظمي extent of osseous destruction.
- مدة بقاء العيب duration of the defect.
- حالة المرض حول السني periodontal disease status.
- مستوى ارتباط النسج الرخوة soft tissue attachment level.
- الصحة الفمويّة للمريض patien's oral hygiene.
- خبرة الجرّاح في تدبير النسج surgeon's expertise in tissue management .

(Gutmann JL and Harrison JW 1991)

يجب أن نأخذ بعين الاعتبار أنّه يمكن استخدام محلول الإرواء المطهّر مثل هيبوكلوريت الصوديوم إذا كان الانثقاب غير كبير بحيث لا يسمح للإرواء بأذية النسج حول الجذرية، أما إذا كان الانثقاب كبيراً فيستخدم السالين المعقّم كمحلول إرواء وتطهير حواف العيب بالإزالة الميكانيكية للعاج . أيّد **Arens & Torabinejad** استخدام الغسل الغزير للعيب بـ ٢,٥% هيبوكلوريت .(Arens and Torabinejad 1996) لكن مع إلقاء الضوء على الاختلاطات الشديدة المحتملة لخروج الهيبوكلوريت عبر الانثقاب (Gernhardt, Eppendorf et al. 2004)، لذلك يجب الانتباه لهذا الأمر بشكل كبير.

بعد غسل وتنظيف الانثقاب يجب إيقاف النزف و يمكن تحقيقه بعدة طرق مثل مخدر مع مقبّض وعائي (الارتشاح ب ٢% ليدوكائين مع ١:٥٠٠٠٠ ابنفرين) ,(Witherspoon and Gutmann 1996) ، كريات القطن المغمورة بالابنفرين ، جلفوم (Walia, Streiff et al. 1988)، سلفات

الكالسيوم. (Kim and Rethnam 1997)، ألياف الكولاجين المشبعة مع ٥,٢٥% الابنفرين الراسمي.(Vy, Baumgartner et al. 2004) .يجب تجنّب الأدوية القابضة مثل سلفات الحديدي لأنّها قد تترك خثرة خلفها تسمح بنمو جرثومي يؤثر في ختم الانثقاب.(Lemon, Steele et al. 1993)

بعد السيطرة على النزف ، نضع بعض المواد على مداخل الأقنية مثل القطن ،أقماع الكوتابيركا أو الأقماع الورقية، بعد حماية الأقنية يجب فحص موقع الانثقاب بدقة إذا كان يحتاج إلى مسندة خارجية للتأكد من حواف مناسبة للترميم .(Lemon 1992)

يجب أن تكون مادة الإصلاح متقبلة حيوياً وقابلة للامتصاص مثل الكولاجين ، العظم المجفف المجمد منزوع الأملاح ، هيدروكسي الأباتيت ، جلفوم ،سلفات الكالسيوم. (Roda 2001)

بعد ذلك يتم وضع مادة الإصلاح على الانثقاب ويتم نقلها بسيرنغ صغير أو حامل أملغم ويتم تكثيفها بالـ plugger أو microspatulas . في حال كانت مادة الإصلاح **MTA** فإنّ مؤخرة الاقماع الورقية هي حوامل ممتازة لها لأنها تقوم بسحب بعض الماء من المادة معطيّة تماسك ثابت للمادة ومساعدة على التكثيف أيضاً ويتم وضع كرية قطن رطبة فوق الـ **MTA** من أجل إماهة المادة ومن ثمّ اغلاق السن للسماح لـ **MTA** بالتصلب ، وحديثاً فإنّ المادة يجب أن تكون صلبة وتبقى في مكان الانثقاب .(Sluyk, Moon et al. 1998)

قُدّم التجدد النسيجي الموّجه كمحاولة لتدبير الانثقابات وتُقدّم إمكانية الإصلاح الناجح في المعالجة الجراحية كحاجز يمنع الهجرة الذرويّة للبشرة. (Goon and Lundergan 1995) (Barkhordar and Javid 1999). ولكنّها تعدّ تقنية مكلفة ومتطلبة تقنياً. (Goon and Lundergan 1995)

إعادة الزرع المقصود : intentional replantation

قد يؤخذ الزرع المقصود بعين الاعتبار في المعالجات الجراحية التي قد تكون غير ممكنة أو غير مرغوبة أو قد تفشل فعليّاً .(Grossman 1966) (Weine 1980).

السبب الأساسي في فشل إعادة زرع السن المقصود هو امتصاص الجذر الخارجي والالتصاق بسبب تخريب الرباط حول السنّي .(Al-Hezaimi, Naghshbandi et al. 2009)

يمكن أن يوصى بهذا الإجراء بدلاً من المعالجة الجراحية عندما يكون العيب الانثقابي كبيراً جدّاً وعندما يكون هناك صعوبة في الوصول إليه دون إزالة عظمية كبيرة . (Lemon 1992)

بشكل عام إعادة الزرع المقصود لا يُنصح به للأسنان التي تُعاني من أمراض حول سنيّة، واختلاطات مفترق الجذور أو التهاب لثوي. (Bender and Rossman 1993) ، تمّ حديثا تقييم المعالجة (زرع مقصود) للأسنان التي تعاني من تداخلات حول سنية و أعطت نتائجاً جيدة. (Demiralp, Nohutcu et al. 2003)

يتضمن هذا الإجراء قلع الأسنان بشكل غير رضي للوقاية من خسارة كبيرة للملاط والرباط حول السني ، حيث يُجرى إعادة الزرع المقصود بسرعة للتقليل من الوقت الكبير خارج السنخ و خطورة الامتصاص الخارجي للجذر، بعد إزالة السن يُحفظ في كلابات و يُغسل بلطف بمحلول ملحي متوازن ، يُقدّم المجهر الجراحي السني فائدة في الفحص الدقيق لسطح الجذر وموقع الانثقاب ، يُتوقّع بعدم وجود ألم أو ألم خفيف بعد إجراء هذه المعالجة . (Raghoebar and Vissink 1999) (Bender and Rossman 1993).

لا يكون السن مع جذور منحنية طويلة أو متشعّبة divergent مناسباً لإعادة الزرع المقصود بسبب خطورة الكسر أثناء القلع . فوائد هذا الإجراء الوقت القصير الذي يتضمن سهولة المعالجة والتي تسمح خلاله فحص سطح الجذر و الختم الكامل للانثقاب. وحسب التقارير السريرية المتابعة clinical follow ups سجّلت نسبة نجاح بين ٨٠% إلى٩٠ % في حال كانت هناك عناية في الإجراءات المقدّمة مع اختيار مناسب للحالة.(Bender and Rossman 1993) (Raghoebar and Vissink 1999) (Koenig, Nguyen et al. 1987)

أظهرت تقارير العديد من حالات الانثقاب أنّ المعالجة ناجحة. (Tang, Chan et al. 1996) (Poi, Sonoda et al. 1999) (Shuman 1998).لكن لا توجد دراسات قيّمت النجاح لفترة طويلة في الزرع المقصود للسن مع انثقاب جذري. من الاختلاطات التي من الممكن أن تحدث بعد الزرع المقصود هي امتصاص الجذر الالتهابي والالتصاق نتيجة الرض للرباط حول السنّي (Bender and Rossman 1993).

المواد المستخدمة في إصلاح الانثقابات :

يجب أن تحقّق مواد إصلاح الانثقاب المثالية ختماً محكم الإغلاق بين البيئة الفموية والنسج حول الجذرية ، و أن تبقى في مكانها تحت قوى الإزاحة، كالتحميل الميكانيكي للإطباق أو تكثيف المواد الترميمية فوقها. (Kogan, He et al. 2006) (Shokouhinejad, Nekoofar et al. 2010) (Hashem and Amin 2012)

وفعالية المادة تعتمد مبدئياً على:

- ✓ قدرة الختم والتقبل الحيوي sealing ability and biocompatibility وهذه القدرة تدعم:
- ✓ التحريض على التوليد العظمي osteogenesis.
- ✓ التحريض على توليد الملاط cementogenesis.(Alhadainy 1994)

الخـــــــــواص المثاليـــــــــة لمـــــــــواد إصـــــــــلاح الانثقـــــــــاب:

يجـــب أن تكـــون غيـــر ســـمية ولا تتآكـــل ولا تســـبّب اصـــطباغ وتملـــك خـــواص مضـــادة أو مثبطـــة للجـــراثيم وســـهلة الاســـتخدام وأن تكـــون متقبّلـــة حيويـــا مـــن قبـــل النســـج حـــول الجذريـــة وتعـــزّز تجـــدد النســـج حـــول الجذريـــة ومســـتقرة الأبعـــاد و ظليلة شعاعيا ولا تتأثر بالرطوبة.(Watts, Holt et al. 2007)

لا توجد مادة مثالية تقدّم كل هذه الخصائص ، من المواد التي تمت تجربتها خلال عدة سنوات مع نسب نجاح متغايرة **الأملغم** (Lantz and Persson 1967) (Rafter, Baker et al. 2002)،**اسمنت الفوسفات** (Lantz and Persson 1965) (Lantz and Persson 1967) ، **كوتابيركا** (Nicholls 1962) (KVINNSLAND, Oswald et al. 1989)، **أوكسيد الزنك و الأوجينول** (Petersson, Hasselgren et al. 1985) **AH – 26** ،(Bogaerts 1997)**Super Epa** ، **فوسفات ثلاثية الكالسيوم** (Balla, LoMonaco et al. 1991) ،**هيدروكسي أباتيت**(Rafter, Baker et al. 2002) ،**الاسمنت الزجاجي الشاردي** (Alhadainy and Himel 1994) (Fuss, Abramovitz et al. 2000)، **MTA** (Holland, Otoboni Filho et al. 2001) ،**رقاقة إنديوم** (Aguirre, Eldeeb et al. 1986) .

تمّ تطوير العديد من مواد إصلاح الجذور التي يكون أساسها سيليكات الكالسيوم وأصبحت موجودة في السوق مثل **ProRoot** (Dentsply Tulsa Dental Specialties) ،**MTA Plus** (Prevest-Denpro, Jammu City, India)، ومادة الـ **ERRM** Endosequence root repair material بنوعيها putty القاسي و paste (Brasseler USA, Savannah, GA) ومع ذلك توجد لها بعض السيئات التي تتضمن وقت التصلب الطويل ، صعوبة التعامل ، المقاومة المحدودة للإخفاق والفشل قبل التصلب وإمكانية تلوّن بنية السن. (Parirokh and Torabinejad 2010) (Parirokh and Torabinejad 2010) (Torabinejad and Parirokh 2010) (Wei, Qi et al. 2012) .

في عهد المداواة اللبية التجددية والأبحاث المستمرة في حقل المواد الحيوية Biomaterials ظهر أن لها قدرة على استرجاع الشكل والوظيفة الأصلية، حتى في حالات الاختلاطات الكبيرة.(Clauder and Shin 2006)

إنّ مواد الخزف الحيوي ذات لون أبيض وذات ظلالية شعاعية عالية ،هذه الخاصيّة تجعلها سهلة التطبيق أثناء المعالجة وسهولة التّعرف عليها شعاعيّاً . تكون القلويّة العالية PHمستجابة جزئيّاً لطبيعتها المضادة للجراثيم ، يُقال أنّ مواد الخزف الحيوي يصل الـ PH لها ١٢,٨ أثناء وقت تطبيقها، خلال مدة ٧ أيّام فإنّ الـ PH يتناقص طرداً، هذه الخاصيّة تزودّها بمواصفات تقبل حيوي عالية .(Nasseh 2009) (Bioceramics 2009)

مجموعة ثلاثية الأكاسيد المعدنية:(MTA (mineral trioxide aggregate :

الـ **MTA** هي مادة حيوية قدّمها **Torabinejad** عام 1993 حيث تمّ تطويرها في Loma linda university ,California وتمّ تصنيفها كمادة مرجعية نظراً لخصائصها في القابلية الحيوية والقدرة الخاتمة . (Torabinejad, Watson et al. 1993) (Roberts, Toth et al. 2008) (Torabinejad and Parirokh 2010)

إنّ الـ **MTA** هو نوع من الإسمنت المائي hydraulic cement الذي يتطلب الماء ليتصلّب، بعبارة أبسط الاسمنتات المائية (الهيدروليكية) هي مواد أساسها من التربة الناعمة(المسحوق) وعند خلطها مع الماء تتصلب تدريجياً أو مباشرة وتصبح قاسية في الهواء أو في الماء والتي تزيد قوّتها بازدياد الوقت . إنّ الـ **MTA** تتكون من جزيئات ناعمة محبّة للماء التي تتصلب عندما تكون على تماس مع الماء و تشكّل مركّب قاسي من خلال تشكيلها هلام غرواني colloidal gel. (Lee, Lee et al. 2004) (Ford, Torabinejad et al. 1995)

توصف عمليّة التصلّب لهذه المادة بأنّها تفاعل تميّه hydration لـ tricalcium silicate و dicalcium silicateوالتي تكون فيما بعد مسؤولة عن صلابة المادة. (Dammaschke, Gerth et al. 2005)

حيث تتكون مادة **MTA** من:

- ✓ الألومنيت ثلاثية الكالسيوم tricalcium aluminate $\mathbf{Ca_3 Al_2O_6}$
- ✓ سيليكات ثلاثية الكالسيوم tricalcium silicate $\mathbf{3CaO.SiO_2}$

- ✓ أوكسيد ثلاثي الكالسيومtricalcium oxide .
- ✓ أوكسيد السيليكون silicon oxide **siO_2** والتي تكسبها قدرة ختم جيّدة وتقبّل حيوي ممتاز. (Jeevani, Jayaprakash et al. 2014)
- ✓ أوكسيد البزموث bismuth oxide **Bi_2O_3** من أجل الظلالية. (Camilleri 2008)

سجّلت الـ **MTA** حالات نجاح في التطبيقات السريرية في حالات :

- إصلاح انثقابات الجذور.
- التكلّس الذروي apexification .
- التغطية اللبية Pulp capping .
- مادة حشو راجع retrofilling material .
- وأيضا لإصلاح انثقاب مفترق الجذور.

(Park, Heo et al. 2014) (Rafter 2005) (Lee, Monsef et al. 1993)

أثبتت العديد من الدراسات المخبرية قابلية الختم لـ **MTA** عندما أُستخدمت لإصلاح الانثقابات على نماذج حيوانية حتى مع أو بدون التهاب أو بالتهاب أصغري (Lee, Monsef et al. 1993) (Weldon, Pashley et al. 2002)(Ferris and Baumgartner 2004) بالإضافة إلى قدرتها على إصلاح الملاط عند السطح البيني للمادة.(Ford, Torabinejad et al. 1995) (Holland, Otoboni Filho et al. 2001)،كما يمكن أن تحث على ترسيب الملاط عندما تستخدم في ختم الانثقابات. (Holland, Filho et al. 2001)

إنّ وقت التصلّب لـ **MTA** تقريباً من ٣-٤ ساعات، فأثناء التصلّب الأولي فإنّ الـ PH يكون **١٠,٢** وعندما تتصلّب فيما بعد يصبح الـ PH **١٢,٥**.(Schwartz, Mauger et al. 1999)

إنّه من العقلاني افتراض أنّ الـ PH العالي لـ **MTA** يدعم الإصلاح وتشكل النسج الصلبة بنمط مشابه لماءات الكالسيوم، لذلك اقترح **Holland et al** أنّ أوكسيد الكالسيوم في **MTA** يتفاعل مع سوائل الأنسجة لتشكيل ماءات الكالسيوم .(Holland, De Souza et al. 1999)

أقرّت الدراسات النسيجية والتجارب المخبرية بنتائج مرضية وايجابية لمادة الـ **MTA** بخواصها الفيزيائية والكيميائية والفعالية المضادة للجراثيم وتقبلها الحيوي وقدراتها الخاتمة. (Parirokh and Torabinejad 2010) (Camilleri and Pitt Ford 2006) (Torabinejad and Parirokh 2010)

على الرغم من فوائد مادة الـ **MTA** إلا أنّ لها عدة سيئات :

- وقت التصلب الطويل long setting time. (Torabinejad, Hong et al. 1995)
- تلوّن الأسنان discoloration . (Belobrov and Parashos 2011)
- صعوبة في التعامل وعالية الكلفة high cost. (Mooney and North 2008) (MAROTO 2005)
- واحتمال وجود عناصر سامة في تركيبها. (Parirokh and Torabinejad 2010)

إنّ أول ما تمّ صنع مادة الـ **MTA** كانت بلون رمادي (Proroot MTA , Dentsply Tulsal Dental , Tulsa ,OK) ولكن بسبب الجانب الجمالي فقد قدّمت الشركة مادة **MTA** white إلى السوق السني وأوجدت الدراسات على هذه المادة بأنّها متقبلة حيوياً و فعّالة حيوياً . (Camilleri, Dreger, Felippe et al.) (Reyes-Carmona, Santos et al. 2010) (Montesin et al. 2005 (2012

لكن **MTA** البيضاء لها زمن تصلّب بطيء بالمقارنة مع **MTA** الرمادية. (Islam, Chng et al. 2006) وانّ الـ **MTA** white تمّ تطويرها لإصلاح عيب التلوّن، ولكن وجدت الدراسات أنّ هناك إمكانية تلوّن بنية السن. (Lenherr, Allgayer et al. 2012) (Felman and Parashos 2013)

هناك عدّة محاولات أُجريت من أجل تطوير تدبير الـ **MTA** سريريّاً بإضافة معدل وظيفي مزدوج dual functional modifier ومسرّع تصلّب. (Bortoluzzi, Broon et al. 2008) (Villat, Tran et al. 2010)،إنّ إضافة كلور الكالسيوم $Cacl_2$ للـ **MTA** تمكّن من زيادة مستوى الـ PH مباشرة وإنقاص زمن التصلب وتحسين الخواص الميكانيكية.(Villat, Tran et al. 2010) (Parirokh, Asgary et al. 2011)

أظهرت دراسة **Ment** وزملائه أنّ نسبة النجاح باستعمال الـ **MTA** تزداد عندما يكون حجم الانثقاب أقل من ٣ ملم (Mente, Leo et al. 2014). تعمل مادة الـ **MTA** على تحفيز الخلايا الصانعة للملاط على ترسيب الملاط بمنطقة الانثقاب، بعد أن تكون المادة المرممة قد هيأت

الظروف المناسبة من درجة الـ PH والتقبل الحيوي والقدرة على مقاومة والاستفادة من رطوبة المنطقة (Attik, Villat et al. 2014).

في العديد من تقارير الحالة case reports أظهرت الـ **MTA** نتائج شفاء جيّدة عندما استخدمت في ختم انثقابات الجذور والحجرة اللبية .(Bortoluzzi, Menezes, da Silva Neto et al. 2005 , (Ibarrola, Biggs et al. 2008) (Araújo et al. 2007

أظهرت العديد من تقارير الحالة في الأدب الطبي نتائج شفاء ممتازة لمادة **MTA** عندما استخدمت في إصلاح الانثقابات الجذرية التي لا يمكن الوصول إليها بسبب الترميمات التاجية الشاملة (Sinai 1977) ، وعند تدبير مشاكل المركب حول السنّي المحدودة. (Gutmann and Harrison 1991) والحشوة الزائدة الكبيرة للانثقاب (Strömberg, Hasselgren et al. 1972).

بناءً على توصية (Hashem and Hassanien 2008) الذي نصح باستعمال مسندة داخلية في حالات الانثقابات الكبيرة الأكبر من ٣ ملم، مثل الجيلفوم والكولاجين، حيث تقوم هذه المساند بعملية الإرقاء كما أنها تتمدد بالرطوبة وبالتالي تساعد على وضع المادة الخاتمة دون أن تسمح بخروجها خارج الانثقاب بكميات كبيرة هذا فيما يتعلق بمادة MTA–Angelus. أما فيما يخص مادة الـ ProRoot MTA فنتيجة لوجود اختلاف في التراكيب بينها وبين المواد الأخرى فقد أظهرت الدراسة إمكانية استعمالها دون مسندة في حالة استعمالها في سد الانثقابات الجذرية الكبيرة (Hashem and Hassanien 2008) وهذا ما تم الاعتماد عليه في هذه الدراسة حيث لم يتم استعمال أي مسندة.

إنّ تجاوز مادة الـ **MTA** إلى خارج منطقة المفترق لن تؤدي إلى نتائج عكسيّة بسبب قدرتها على استمرار الشفاء للنسج حول السنيّة بسبب طبيعة نشاطها الحيوي عند تماسها المباشر مع أنسجة الجسم .(Parirokh and Torabinejad 2010)

في دراسة لـ **Samiee M** و زملائه أُنجزت على حيوانات التجربة لإصلاح انثقاب مفترق الجذور باستخدام **MTA** أوجدوا أن الـ **MTA** أدّت إلى تفاعل التهابي خفيف وحرّضت على تشكّل جسر نسيجي قاسي عند استخدامها مباشرةً في إصلاح انثقاب المفترق . (Samiee, Eghbal et al. 2010)

قدّم **Arens & Torabinejad** تقريراً عن حالتي انثقاب مفترق كبير حيث تمّ إصلاحهما بالـ **MTA** فأشاروا أنّ مادة الـ **MTA** هي مادة مثالية لكل الحالات ولا تحتاج إلى حاجز barrier وأن المادة الخارجة باتجاه النسج الرخوة أظهرت عدم وجود تأثيرات جانبية سيئة مشيراً بذلك إلى تقبّلها الحيوي وتمّ ملاحظة الترسيب الملاطي أيضاً.(Arens and Torabinejad 1996).

قيّم**Sluyk et al** تأثير الوقت والرطوبة على تصلب وثبات و انطباقية الـ **MTA** عندما تستخدم في إصلاح انثقاب المفترق .لاحظ الباحثون أنّ وجود الرطوبة في الانثقاب أثناء وضع الـ **MTA** يزيد من انطباقيتها إلى جدران الانثقاب ، واستنتجوا أنّ المسندة الرطبة يمكن أن تستخدم تحت الـ **MTA** للوقاية من الحشوة الزائدة أو الناقصة للمادة.(Sluyk, Moon et al. 1998) وتتميز بأنّها مادة محبة للرطوبة ولها قدرة على التصلّب و لا تتأثر بوجود الدم أو سوائل المصل (Torabinejad, Higa et al. 1994).

أظهرت التقارير السريرية أنّ الـ **MTA** تحثّ على الشفاء طويل الأمد في حالات انثقاب مفترق الجذور. (, Pace, Giuliani et al. 2008Main, Mirzayan et al. 2004)

إنّ طريقة التنشيط فوق الصوتي أي التكثيف بالذبذبات لـ **MTA** إلى المكان المقصود من أجل تحقيق ختم قوي وخاصة عند وضع المادة في مكان صعب تشريحيّاً مستخدم بشكل كبير في الحالات السريرية من قبل الأطباء .(Aminoshariae, Hartwell et al. 2003) (Yeung, (Liewehr et al. 2006

في حال احتاجت الـ **MTA** لرطوبة أثناء تصلّبها بعد أن ننتهي من وضعها بشكل كامل فإنّ قطعة قطن رطبة توضع فوقها لتسمح لـ **MTA** بالتصلّب . إنّ من الضروري أن يكون الختم تاماً وصلباً، والأفضلية تكون باستخدام المواد التي تزيد من مقاومة كسر السن . ويُنصح بوضع الترميم النهائي بعد فترة تتراوح من يوم لأسبوع بعد إجراءات الإصلاح (Ford, Torabinejad et al. 1995) (Arens and Torabinejad 1996)

أظهر **Sluyk et al** بعد مرور ٧٢ سا تحسّن مقاومة الانزياح بشكل كبير، وفي الزيارة التالية يتم فحص المادة لتحديد فيما إذا تصلّبت وأصبحت قاسية وبقيت في مكانها في موقع الانثقاب.(Sluyk, Moon et al. 1998)، إذا كانت المادة متصلّبة وخاتمة للانثقاب بشكل كامل

فإنّ التنظيف والتشكيل يجب أن يتم إنهاؤه بحشوة القناة ومن ثمّ إعادة بناء السن بمادة ترميمية مباشرةً لأنّها تقدّم منع تسرّب تاجي وتعطي قوة للسن . (Schwartz and Robbins 2004)

:EndoSequence root repair material

قُدمت المواد المعتمدة على الخزف الحيوي في المداواة اللبية عام١٩٩٠ كمواد حشو راجع أولا ثم كإسمنت لإصلاح الجذور وكمعجون حشو للأقنية الجذرية .

مواد الخزف الحيوي bioceramic هي مواد:

- متقبلة حيويا.
- غير سامة.
- ذات ثبات كيميائي في الوسط الحيوي.
- ولها قدرة على تشكيل هيدروكسي الأباتيت.
- وإلى حد أبعد تشكيل ارتباط مع العاج.

ومن هذه المواد (Endosequence **ERRM**) (Wang 2015)

EndoSequence Root Repair Material Putty **(ERRM)** تمّ تطويرها وإنتاجها من Brasseler USA (Savannah, GA) لتستخدم كبديل سريري للـ **MTA** والتي تتمتع بفوائد كتصلب أسرع وخصائص تعامل أفضل .

إنّ **(ERRM)** تتكوّن من:

- سيليكات الكالسيوم calcium silicates. $Ca_2\ SiO_4$
- أوكسيد الزركنيوم zirconium oxide. $Zr\ O_2$
- اكسيد التانتاليوم tantalumoxide. $Ta_2\ O_5$
- مواد مالئة .
- فوسفات الكالسيوم أحادي القاعدة calcium phosphate monobasic . $Ca(H_2PO_4)_2$

والتي تُخزّن بصيغة مادة ممزوجة مسبقاً ،قابلة للحقن وجاهزة للاستخدام. (AlAnezi, Jiang et al. 2010)

مؤخراً تمّ تقديم EndoSequence root repair material **putty** كمواد خزف حيوي وينصح إستخدامها في :

- إصلاح الانثقاب perforation repair .
- الجراحة الذروية apical surgery .
- السد الذروي apical plug .
- و تغطية اللب pulp capping . (Ma, Shen et al. 2011)

ذكرت الشركة المصنّعة أنّ وجود الرطوبة في الأنابيب العاجية يعتبر مثالياً ليسمح للمادة بالتصلّب وذُكر أنّ **ERRM** ترتبط بالعاج المجاور و بالتالي لا يوجد تقلص shrinkage وبأنّها :

- ✓ متقبلة حيويّاً بشكل كبير highly biocompatible.
- ✓ محبة للماء hydrophilic .
- ✓ ظليلة شعاعيّاً radiopaque .
- ✓ مضادة للجراثيم antibacterial بسبب PH العالي أثناء التصلّب .(Brasseler USA Co 2010)

الفوائد الأساسيّة لهذه المادة هي تطويرها لخصائص التعامل أكثر من الـ **MTA** التقليدي والتوزيع المتناسق للمادة عند كل تطبيق . (Brasseler USA Co 2010)

يجب اتّباع نصائح الشركة المصنّعة عند استخدام **ERRM** كمادة حشو راجع أثناء الجراحة الذروية وتشكيل الحاجز الذروي في حالة الذروة المفتوحة ، وتغطيّة اللب ومن أجل إصلاح عيوب الانثقاب. (AlAnezi, Jiang et al. 2010)

هذه المادة فعّالة حيويّاً bioactive بسبب قدرتها على تشكيل هيدروكسي الأباتيت(Sarkar, Caicedo et al. 2005) (Reyes-Carmona, Felippe et al. 2009) عند التطبيق المباشر لـ **ERRM** على الانثقاب فإنّ تفاعل التصلّب لديها يكون عبارة عن هيدروكسي أباتيت وماء. وتبعا للشركة المصنّعة لـ **ERRM** أنّ وجود الماء في هذا التفاعل يكون مهم للسيطرة على مستوى التميّه hydration وتفاعل التصلب لديها. (Shokouhinejad, Nekoofar et al. 2012) . فائدة هذه المادة بأنّها تشكّل هيدروكسي أباتيت وتشكّل رابطة بين العاج والمادة الحاشية.(Walsh, Woodmansey et al. 2014). أوضح **Loushine** وزملاؤه أنّ خصائص

التصلّب لـ putty **ERRM** قد تكون حساسة جداً لوجود أو غياب الرطوبة التي من الممكن أن تؤثر على قدرة الختم والتسرب لها.(Loushine, Bryan et al. 2011).

وصرّحت الشركة المصنّعة لـ**ERRM** أيضاً أنّ وقت العمل تقريباً ٣٠ دقيقة ، وتفاعل التصلّب يبدأ عند تماسها مع الرطوبة، والتصلّب النهائي يتم بعد ٤ ساعات بواسطة جزء من مادة سيليكات الكالسيوم التي تشكّل هلام سيليكات الكالسيوم المتّحد مع الماء calcium silicate hydrate gel وهيدروكسيد الكالسيوم calcium hydroxide.وبعد ذلك يتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع شوارد الفوسفات ليشكّل هيدروكسي الأباتيت والماء. يؤدي وجود الماء إلى تفاعل مستمر مع سيليكات الكالسيوم لتشكيل هلام إضافي additional gel يشابه هيدرات سيليكات الكالسيوم calcium silicate hydrate. وتبعاً لمطوّر مادة Endosequence أشار أنّ الماء المزوّد خلال هذا التفاعل هو عامل هام للتحكم في معدل التميّه و وقت تصلّب المادة .(Hirschberg, Patel et al. 2013)

إنّ وقت العمل لـ **ERRM** الذي أُعدّ ذكره من Brasseler يصل حتى٣٠ دقيقة مقارنة مع ٥-١٥ دقيقة لـ **MTA** ، يمتاز **ERRM** بكثافتها putty consistency مما يجعلها سهلة عند تطبيقها. ويكون وقت تصلّب أقل (حوالي ٤ ساعات مقارنةً مع ٤-٦ ساعات لـ **MTA**).(Damas, Hansen,) (Ma, Shen et al. 2011) (AlAnezi, Jiang et al. 2010) (Wheater et al. 2011 (Marshall et al. 2011

لكن **Charland, Hartwell et al** في دراسة مخبرية قيّموا وقت التصلّب لـ **MTA** و **ERRM** بوجود الدم البشري و الوسط الضروري بالحد الأدنى Minimal Essential Media فوجدوا أنّ كلتا المادتين كان وقت التصلب أطول من المذكور بالشركة الخاصة بها، فكانت عيّنات الـ **MTA** قد تصلّبت خلال ٣٦ ساعة بينما **ERRM** لم يتم اكتمال تصلّبها ب٤٨ ساعة ،فأشارت الدراسة أنّ استخدام هذه المواد في إصلاح الانثقابات و التغطيّة اللبية وحالة الحاجز الذروي يجب أخذ الحذر والانتظار على الأقل لمدة ٣٦ ساعة لـ **MTA** من أجل التصلّب ووقت أطول لـ **ERRM** للتصلب قبل استكمال الإجراءات الترميمية واللبيّة . (Charland, Hartwell et al. 2013)

لهذه المادة جزيئات نانومترية حيث القطر الأكبر لهذه الجزيئات هو ١x ١٠$^{-٣}$ انغستروم لهذا يُسمح للمادة بالدخول للأنابيب العاجية والتي تُرطّب بالسّائل العاجي وتشكّل رابطة ميكانيكية بناءً على التصلب .(Damas, Wheater et al. 2011)

تُستخدم الـ**ERRM** عند وجود الرطوبة في البيئة المحيطة من أجل بدء وإتمام عملية التصلب. إنّ تقديم مواد الخزف الحيوي إلى طب الأسنان أثار إعادة نظر جديدة من الدراسات عن مادة المعيار الأساسي. (Loushine, Bryan et al. 2011)

الاسمنت الزجاجي الشاردي(Glass ionomer cement) GIC:

يُعرّف الاسمنت الزجاجي الشاردي (**GIC**) بأنّه اسمنت متعدد الألكان polyalkenoate)

(Cements الذي تمّ إنتاجه عام ١٩٧٢م من قبل **Wilson** و**Kent**. (Wilson and Kent 1972)

يُستخدم الـ **GIC** حالياً كحشوات قاعدية للحفر السنيّة cavity bases وكمواد buildups لحشوات الأقنية الجذرية(orthograde ،retrograde) وكعامل إلصاق للترميمات غير المباشرة مثل inlays أو التيجان والجسور ....

يتألف الإسمنت الزجاجي التقليدي من نظام مسحوق وسائل . يحتوي المسحوق على زجاج مطحون ناعم (يحوي سيليكات ألمينو فوسفو فلور الصوديوم والكالسيوم calcium and sodium) (fluorophosphoaluminosilicate، يحتوي السائل عادةً حمض بولي أكريليك polyacrylic acid (47.5%) مع وزن جزيئي حوالي 10.000 D (أو أعلى) بالإضافة إلى أحماض البولي كربوكسيليك polycarboxylic acids مثل حمض الماليك maleic acid ، حمض الطرطريك tartaric acidو حمض الإيتاكونيك itaconic acid. يحوي إسمنت crement على عنصر الفضة الذي يندمج مع جزيئات فضة – زجاج متكلسةsintered glass–silver particles. إنّ حجم وتوزيع جزيئات الزجاج تكون مؤثرة في الخصائص الميكانيكية للاسمنت. تُستخدم المواد التي تكون بجزيئات ناعمة مطحونة كعوامل إلصاق luting agents ، بينما الاسمنتات بالجزيئات الكبيرة تُطبق كمواد حاشية في المناطق المرئية كالحشوات العنقية . وينصح بها في تمهيد موجز للحفرة cavity briefly (١٥– ٢٠ ثانية) بحمض البولي أكريليك من أجل إزالة طبقة اللطاخة وزيادة رطوبة العاج وبالتالي زيادة الإلصاق بين العاج والـ **GIC**. (Tay, Smales et al. 2001) (Dijken 1996)

يمتاز الإسمنت الزجاجي الشاردي **GIC** بأنّه يرتبط جيّداً مع العاج وذلك من خلال تشكيل روابط كيميائية بين الزجاج الشاردي وشوارد الكالسيوم للعاج. وقد ازداد الاستخدام السريري لها بسبب سلوكها اللصّاق ونشاطها الحيويBioactive بالإضافة إلى فعلها العلاجي. (Wilson and McLean 1988) (Davidson and Mjör 1999) ، وتحريرها الفلورايد بدون خسارة في متانة المادة (Cattani-Lorente, Godin et al. 1994) وتقبلها الحيوي (Sidhu and Schmalz 2001)، مزايا الـ GIC جعلها قابلة للاستخدام في طب الأسنان المحافظ restorative dentistry وهذه

المواصفات أيضاً تساهم في جعلها مستطبة للاستخدام في المداواة اللبيّة .بالإضافة أنّ **GIC** تقدّم خصائص مضادة للجراثيم ضد العديد من السلاسل الجرثوميّة .(Tobias, Browne et al. 1985) (Herrera, Castillo et al. 1999)

أُستخدم الاسمنت الزجاجي الشاردي بشكل كبير في طب الأسنان ،فهي مادة حسّاسة تقنيّاً وقد أيّد على استخدامها كمادة لإصلاح الانثقاب بسبب التصاقها بالعاج وتقبلّها الحيوي. والعديد من الدراسات المخبرية أثبتت قدرتها الخاتمة .(Zetterqvist, ANNEROTHT et al. 1988) (Schwartz and Alexander 1988)

أوجد **Callis &Santini** أنّ **GIC** قد سمحت بشكل جيد بشفاء النسج حول الذروية عند مقارنتها بالكوتابيركا Gutta percha والمادة الحاشية Sealer ، من ناحية أخرى فإنّ قطعة صغيرة من الـ **GIC** في العظم لن تؤخر الشفاء. (Callis and Santini 1987)

قدّم **Makkawy et al** تقريراً بأنّ الـ **GIC** سمحت بنمو خلايا الرباط حول السنّي . (Makkawy, (Koka et al. 1998

Earl & Ibbeston ادّعيا أنّ الـ **GIC** قد تتأذى عند تعرّضها للرطوبة مبكّراً في حالة التصلُب موجّهة بذلك إلى اعتقاد أن كل إسمنت يكون غير مناسب للاستخدام في الجراحة اللبية (Earl and Ibbetson 1986)

وبصورة شاملة فإنّ كل الدراسات اقترحت أن الاسمنت الزجاجي الشاردي بدون فضة يُقدَم كمادة متقبلة حيويّاً ولكن يصعب وضعه في الأماكن المحدودة أو المقيّدة.(Bodrumlu2008)

الخاصية المضادة للجراثيم: Anti –bacterial properties

تمّ استقصاء الخصائص المضادة للجراثيم في الـ **GIC** في عدة دراسات سريرية ومخبرية ، حيث أظهرت العيّنات الممزوجة حديثاً تثبيط نمو الجراثيم بشكل عام مساويةً لسلوكها السمّي الخلوي بينما لم تُظهر العيّنات المتصلّبة تأثيراً مضاداً للجراثيم . (DeSchepper, White et al. 1989) (Seppa, Forss et al. 1993) (Friedl, Schmalz et al. 1997)

أوجد **Lovato and Sedgley** في دراسة لمواد إصلاح الجذور التي تتضمن الـ **MTA** التي تستخدم في الإجراءات اللبية المتعددة والمواد البديلة لـ **MTA** التي تتمتع بخصائص تعامل متطورة مثل **ERRM** التي تتواجد بشكل putty ممزوج مسبقاً (ESP) premixed putty أو معجون قابل للحقن (ESS) syringeable paste التي تمتلك فعالية مضادة للجراثيم أثناء تصلبّها بسبب قلويتها العالية واستنتجا من خلال الدراسة أن **ESP** و **ESS** و **MTA** كان لها فعالية

مضادة للجراثيم مشابهة ضد السلالات السريرية للمكورات المعوية البرازية E. faecalis .
(Lovato and Sedgley 2011)

قام **Lovato & Sedgley** بتقصّي الفعاليّة المضادة للجراثيم لـ **ERRM** مقابل **MTA** proRoot لـ enterococcus faecalisالبرازية ووجدا أنّ كلتاهما أظهرت فعاليّة مضادة لهذه الجراثيم. (Lovato and Sedgley 2011)

قدرة الختم :sealing ability

أظهرت الـ**MTA** قدرة ختم أعلى عند مقارنتها مع مواد ترميمية أخرى وهي الإسمنت الزجاجي الشاردي و **IRM** و **CPC** fully injectable عندما أُستخدمت في إصلاح الانثقابات باستخدام نماذج التسرّب الجرثومي . (Bellam, Namburi et al. 2009)

كما أنّ العديد من الدراسات أظهرت القدرة الخاتمة الممتازة لـ **MTA** كمادة حشو راجع وتفوقها على super –EBA , IRM ،الأملغم و الأملغم الخالي من الزنك عند دراستها بطريقة التسرّب الجرثومي.(Aqrabawi 2000) (Fischer, Arens et al. 1998) .أظهرت الـ**MTA** تجريبيّاً قدرة خاتمة أفضل من مواد أخرى مثل الأملغم(Nakata, Bae et al. 1998) و أوكسيد الزنك و الأوجينول (Lee, Monsef et al. 1993) والإسمنت الزجاجي الشاردي المعدّل بالراتنج (Daoudi and Saunders 2002) والمواد الراتنجية .(Hardy, Liewehr et al. 2004)

كان الـ **MTA** الخيار الأفضل في دراسة مخبرية في إصلاح انثقاب المفترق عند مقارنته مع Biodentine, resin-modifiedglass ionomer cements و Portland cement. وأنّ وقت التصلب لا يشكّل عامل حاسم لديمومة وفعاليّة الختم .(Nikoloudaki, Kontogiannis et al. 2014)

قارن **Nair** القدرة الخاتمة لـ **ERRM** عندما أُستخدمت كمادة حشو راجع على أسنان وحيدة الجذر مقابل مادة الـ **MTA** عبر دراسة مخبرية لقياس التسرب باستخدام Enterococcus faecalis والتي أظهرت فيها مادة الـ **ERRM** قدرة مكافئة في قدرة الختم لـ White MTA . (Nair, Ghattas et al. 2011)

Hirschberg Et al أظهروا أنّ لمادة الـ **ERRM** قدرة خاتمة أقل من الـ **MTA** كمواد حشو راجع باستخدام نماذج التسرّب الجرثومي حيث تبيّن أنّ عيّنات مجموعة الـ **ERRM** كان لها تسرّب أكبر من عيّنات مجموعة الـ **MTA** وأنّ هناك فارق إحصائي بينهما. (Hirschberg, Patel et al. 2013)

في دراسة أخرى أظهرت أنّ الـ **ERRM** لها ختم أفضل في إصلاح انثقاب المفترق عند مقارنتها مع اصلاح مواد أخرى **Micro –Mega MTA** و **Biodentine** بطريقة استخلاص الصباغ حيث أظهرت الـ **ERRM** الامتصاص الأقل للصباغ مقارنةً مع المادتين الأخريين . (Jeevani, Jayaprakash et al. 2014)

تبعا لدارسة تمت فيها مقارنة قدرة الختم للأملغم و **cavit** و **GIC** في إصلاح انثقاب مفترق الجذور،حيث كانت النتيجة أنّ هناك فارق إحصائي كبير بين المواد حيث أظهرت **GIC** بأنّها أقل تسرب للصباغ ثم يليها **Cavit** ومن ثمّ الأملغم .(Alhadainy and Himel 1993)

بينما**Siqueira** وزملاؤه قارنوا قدرة الختم بطريقة التسرّب الجرثومي لكل من **AH26** المحضّرة بقوام ثخين ومادة الـ **IRM** والاسمنت الزجاجي الشاردي **(Fuji IX)** وأظهرت هذه الدراسة أنّ **GIC** لم يبدِ فعالية كبيرة في مقاومة التسرّب الجرثومي بالمقارنة مع المادتين الأخريين المستخدمتين في الدراسة .(Siqueira, Rôçcas et al. 2001)

وأستخدمت كل من **MTA** و **GIC** والكمبوزيت الريزيني في إصلاح انثقاب مفترق كبير وتمّ تقييم القدرة الخاتمة بطريقة التسرّب الجرثومي، و كانت أفضلية الختم لـ **MTA** ويليها **GIC** وكان للكمبوزيت الريزيني التسرب الأكبر.(Lodiene, Kleivmyr et al. 2011)

التقبل الحيوي biocompatibility و السميّة الخلوية Cytotoxicity:

فحص **Shokouhinejad N** النشاط الحيوي لـ **ERRM** بوضع المادة المتصلّبة في السالين المخزّن للفوسفات، وكان هناك ترسّب للبنى البلورية للأباتيت التي تشير إلى النشاط الحيوي لـ **ERRM** وأظهرت أنّ لها سميّة خلوية قليلة.(Shokouhinejad, Nekoofar et al. 2012)

في دراسة قام بها **Ma et al** أظهر أنّ **ERRM** لعبت دوراً مشابهاً في خصائص التقبل الحيوي عند مقارنتها مع **MTA** Proroot.(Ma, Shen et al. 2011)

أيضاً أظهرت **ERRM** تأثيراً مشابهاً على البقاء الحيوي للخلية عند مقارنتها مع **MTA** Proroot .(Machado, Johnson et al. 2016)

أظهرت دراسة **Wheater et al** أنّ **ERRM** و **Proroot MTA** اللتين كان لهما مستوى السميّة الخلوية نفسها. (Damas, Wheater et al. 2011)

استخدم **AlAnezi et al** مستنبت culture لخلايا المصوّرة للعاج لفأر ليحدّدوا السّميّة الخلوية لـ**ERRM** مقارنةً مع الـ **MTA** الرمادية والبيضاء، ووجد أنّ العينات الحديثة والمتصلبة لم تُظهر اختلافاً هاماً في قابلية الحياة والنمو.(AlAnezi, Jiang et al. 2010)

أوجدت دراسات التقبّل الحيوي لـ **GIC** علاقة أو دليل للسمية الخلوية الأولية في العيّنات التي تمّ تحضيرها حديثاً وتناقص السميّة الخلوية في التي حصل فيها التصلّب، بعد مدة طويلة تضعف الاستجابة الالتهابية بالإضافة إلى تحرير شوارد الفلور التي تؤثر في الخلايا العظمية في المخبر. (Brook and Hatton 1998)

بشكل عام السميَة الخلوية لـ **GIC** الممزوجة حديثاً تعود للحموضة وتحرير الفلور بشكل جيّد (Kawase and Suzuki 1989) على الرغم من وجود شوارد أخرى تُؤخذ بعين الاعتبار والتي تتضمن الألمنيوم (Müller, Hörz et al. 1990) ،كانت كمية شوارد الألمنيوم المرتشحة منخفضة جدا لتحدث استجابة سميّة.(Andersson and Dahl 1994)

أظهر **Vajrabhaya et al** السميّة الخلوية للـ **GIC** أكثر من **MTA**.(Vajrabhaya, Korsuwannawong et al. 2006)

في دراسة التقييم المخبري لسميّة **MTA** و **ERRM** و **super EBA** على الخلايا المصورة لليف للرباط حول السني البشروي في الحشو الراجع على أوساط زرع بشرية مجهّزة بشكل مسبق وتمّ الاختبار لمدة ٢ و ٧ أيام بعد التصلب حيث وجد أنّه لا يوجد فرق هام بين الـ **MTA** و **ERRM** في ٧ أيام من التصلب وكان كل منهما أقل سميّة من **super EBA**. (Coaguila-Llerena, Vaisberg et al. 2016)

قارن **Damas et al** تأثير السّميّة الخلويّة لاثنين من العلامات التجارية للـ **WMTA** (ProRoot MTA and MTA Angelus) و **ERRM** باستخدام الخلايا المصوّرة لليف للجلد البشري واستنتج بأنّ **ERRM** لها سميّة خلويّة مشابهة لـ **ProRoot MTA** و **MTA Angelus** . (Damas, Wheater et al. 2011)

وجد **Ciasca et al** أنّ **ERRM** و **MTA** أظهرا نفس السّمية الخلوية.(Ciasca, Aminoshariae et al. 2012)

تلوّن الأسنان بعد التطبيق : tooth discoloration after the application

تمّ تطوير مواد جديدة من Bioceramics لتلافي عواقب white & gray **MTA** من أجل الحصول على نتيجة جمالية عند استخدامها مثل **Biodentine** (Septodont, France) **ERRM**(Brasseler, Savannah, GA) وهي مادة حديثة تمّ تطويرها وتتكون من خزف حيوي أساسها سيليكات الكالسيوم واستطبابات استخدامها مشابهة لاستطبابات الـ **MTA** ولكنّها لا تحدث تلوّن، وأنّها تظهر مزايا نفس مزايا الـ **MTA**. (Han and Okiji 2013) (Shokouhinejad, Nekoofar et al. 2016) (Zhou, Shen et al. 2013) (AlAnezi, Jiang et al. 2010) .

في دراسة حديثة تمّ فيها فحص التلوّن الذي يحدث عادةً في منتصف السطح الدهليزي للثلث العنقي للسن عند تطبيق مواد إصلاح الانثقاب ومن المثير للاهتمام وجدوا أن **Proroot MTA** أظهرت تلوّن رمادي للعاج الجذري العنقي الملاصق بينما كل من الـ **Biodentine** و **Endosequence** لم يظهرا أي تغير لوني في المنطقة المقابلة .(Felman and Parashos 2013) (Ioannidis, Mistakidis et al. 2013) (Jang, Kang et al. 2013)

هناك دراسة قيّمت التلوّن الحاصل بعد تطبيق الإسمنتات التي أساسها سيليكات الكالسيوم وهي **Biodentine**, **OrthoMTA**, **ERRM** وكانت نتيجة الدراسة أنّه لا يوجد فرق كبير في التلوّن بهذه المواد سواء بوجود دم أو بغيابه وأظهر كل من **Biodentine**, **ERRM** تلوّن أقل من **OrthoMTA**. (Shokouhinejad, Nekoofar et al. 2016)

تمايز الخلايا المصوّرة للعظم : osteoblast differentiation

وُجد أنّ كل من الـ**MTA** و **ERRM** بأنّهما متقبلان حيويا وتسمح بالتكاثر الخلوي والبقاء عبر إشارة الكيناز المنظم خارج خلوي المعتمدة أخلاقيّاً.(Chen, Salhab et al. 2016)

التسرّب المجهري : microleakage

يعرّف بأنّه تسرّب أو خسارة للسوائل، البقايا debris، الجراثيم أو الشوارد على طول السطح البيني بين الترميم أو المادة الحاشية وجدار السن. (Çiftçi, Vardarlı et al. 2009)

هناك عدة طرائق لقياس التسرّب المجهري وهي:

- ارتشاح السوائل fluid filtration.
- التسرب الصباغي dye penetration (الحبر الهندي – أزرق الميتيلين ....).
- استخراج / استخلاص الصباغ dye extraction .

- قوالب التسرب الجرثومي والبروتيني Bacterial and protein leakage models.
- استخدام النظائر المشعّة radioactive Isotopes.
- النخور الصنعيّة artificial caries.
- فحص المجهر الالكتروني scanning electron microscopy.
- التحاليل المنشّطة للنترون neutron activation analysis .
- الناقليّة الكهربائية electrical conductivity.(Gogna, Jagadis et al. 2011)

هذه الطرائق يُنصح بها لاختبار الخصائص الخاتمة لمواد الترميم في كلتا الدراسات المخبرية و السريرية ونتائج هذه الدراسات قد سلّطت الضوء على حواف الترميمات غير الثابتة ونافذة الحدود والتي تملك شقوقاً مجهريةً فعّالةً تسمح بسير فعّال للشوارد والجزيئات ، لذلك استخدام الصباغ يعتبر الطريقة الأسهل والأقل كلفةً لفحص التسرب المجهري (Lolayekar, Bhat et al. 2009)

تقنية التسرب الصباغي: dye penetration technique

هي طريقة قياس شائعة للتسرب المجهري على الرغم من مساوئها ، واستخدمت لمدة طويلة في المداواة اللبية بسبب سهولتها وانخفاض تكلفتها. (Pusinanti, Rubini et al. 2013) وأول من استخدمها **Grossman** عام ١٩٩٣ والذي أكّد أنّ جزيئات المحلول الصباغي لها قدرة على النفوذ بشكل أكبر من جزيئات اللعاب(Grossman 1939)،كما أنّ نتائج هذه الطريقة أفضل من طريقة النظائر المشعة حسب (Kazemi, Safavi et al. 1994)

من مساوئ هذه الطريقة:

- ✓ صغر حجم جزيئات الصباغ وإمكانية الحصول على نتائج ايجابية خاطئة ومغالاة في تقدير التسرّب (Camps and Pashley 2003)
- ✓ الحجم الجزيئي للصباغ أصغر من حجم الجراثيم والتي لا تقيس الحجم الفعلي الممتص بالعينة ولكنّها ببساطة تقيس أعمق نقطة يصلها الصباغ.(Camps and Pashley 2003)
- ✓ تقيس التسرّب في سطح واحد بدلا من التسرّب الكلي. (Torabinejad, Rastegar et al. 1995)
- ✓ بالإضافة إلى أنّها طريقة ساكنة ولا تعكس التفاعل الحيوي مع النسج حول الجذرية. (Torabinejad, Rastegar et al. 1995)

إنّ أزرق الميتيلين Methylene blue (MB) يبقى الكشّاف الأكثر استخداماً في اختبارات التسرّب الصباغي على الرغم من أنّه يتفاعل مع عناصر كيميائيّة لبعض المواد في طب الأسنان .(Wu,

(Kontakiotis et al. 1998) وهو أكثر دقة لقياس التسرب بسبب صغر حجم جزيئاته مقارنة مع حجم الجزيئات العضوية الأخرى. (Uranga, Blum et al. 1999)

ماتزال تقنيّة التسرّب الصباغي باستخدام أزرق الميتيلين MB تنجز للمواد السنية الجديدة التي يتم إطلاقها . (Hashem and Hassanien 2008) (Zmener, Pameijer et al. 2008)

طريقة ارتشاح السوائل The fluid filtration method :

تمّ تطويرها من قبل **Derkson et al** (Derkson, Pashley et al. 1986) وتمّ تعديلها من قبل **WU et al**من أجل أن تستخدم في المداواة اللبية. (WU, Gee et al. 1993)

طريقة ارتشاح السوائل من القمة الذروية أو التاجية للعيّنات تكون مرتبطة بماصة أصغرية micropipette التي تكون ممتلئة بسائل. فقاعة هوائية صغيرة تُدمج داخل الماصّة. والنظام الداخلي يُحفظ تحت ضغط ثابت، كميّة الإزاحة الفقاعية خلال الفترة الزمنية المخصصة يتم قياسها والتي تكون علامة لكميّة عبور السائل من خلال العيّنة ووجود التسرّب المجهري لها ويتم حسابها بـ µl/min. (Moradi, Naghavi et al. 2009)

ولهذه الطريقة فوائد مقارنةً مع التسرّب الصباغي كبقاء العيّنات سليمة دون تهشّم أو تخريب. (Hirschberg, Patel et al. 2013) ونتائجها دقيقة وصحيحة (الحجوم والمقادير الصغيرة تستطيع تسجيلها) وكميّة quantitative.(Tapsir, Ahmed et al. 2013)

طريقة التسرّب الجرثومي The bacterial microleakage technique:

أوّل من استخدمها **Fraser** من أجل تقييم أنابيب الزجاج التي كانت تُملأ بالأملغم (Çiftçi, Vardarlı et al. 2009)، تعتبر قوالب التسرّب الجرثومي من بين طرائق قياس التسرّب ذات علاقة سريرية وحيويّة. (Moradi, Disfani et al. 2013).

في هذه الطريقة تُستخدم الجراثيم كواسمات markers ، البيئة الجرثومية تُثبّت بتماسها بالقسم التاجي للسن والنهاية الذروية للعينة التي تكون في تماس مع وسط بيئة عقيم كطريق فقط بين البيئة الجرثومية (الحجرة العلوية)ووسط الزرع العقيم(الحجرة السفلية) تكون حشوة الجذر في هذا المركّب الذي يتم حضنه في 37°C والعيّنات يتم مراقبتها كل يوم بيوم لتقييم العكر في الحجرة السّفلية، المدّة الزمنيّة التي تستغرقها وسط الزرع الجرثومية ليصبح عكراً هو علامة على تلوّث القناة الجذرية، هذه الطريقة أول طريقة قُدّمت كتقنيّة الحجرة الثنائية من قبل **Torabinejad et al.**(Torabinejad, Ung et al. 1990)

في هذه الطريقة من الهام التأكد من حيويّة وفعاليّة الجراثيم لذلك إيقاف الجراثيم عن العمل في الحجرة العلويّة يُجدّد كل يوم بيوم من أجل التحقق من موثوقية التجربة ، لذلك من الضروري معرفة إذا كانت الجراثيم تسبب تعكّر الوسط(الحجرة السفليّة).(Ruiz, Baca et al. 2013)

وُجد أن هذه الطريقة تستغرق وقتاً أكثر وإجراؤها يكون أكثر تعقيداً وتتطلب اختصاصي أحياء دقيقة ماهر microbiologist .(Moradi, Lomee et al. 2015)

استخلاص الصباغ dye extraction:

تتجنب هذه الطريقة سيئة طريقة التسرب الصباغي باستعادة كل الصباغ الذي اخترق الذروة وبذلك تتجنب قيود قص الجذر بالإضافة إلى أنّ تنفيذها سهلاً ولا تتطلب إقامة معدّات دقيقة. (Pappen, Bravo et al. 2005)

حيث يستخدم في هذه الطريقة مقياس الطيف الضوئي spectrophotometry الذي يقدّم دقّة أكبر في قياس اللون.(Francischone, Padovan et al. 2005)

الباب الثاني

المواد والطرائق

Materials

&

Methods

المواد و الطرق:Materials & Methods

المواد المستخدمة في البحث :

محلول مائي للكلورامين T (٠,٥%)

المصل الفيزيولوجي

سباتول

مجرفة ملعقية

سنبلة ماسية كروية بقطر ٢ملم

قبضة توربين(سرعة عالية)

قبضة ميكروتور (سرعة منخفضة)

الشمع اللصاق

حامل الـMTA

لوح مزج

كمبوزيت 3M

مواد إصلاح الانثقابات

أزرق الميتيلين

عينة الدراسة المخبرية :

تألفت عينة الدراسة من(٣٠) رحى خالية من النخر والتصدع (بعد فحصها بالمكبرة) والترميمات، متباعدة الجذور ، مكتملة الذرى. الواضحة في الشكل (٢)

نُظفت بعد القلع مباشرة باستخدام أدوات التقليح اليدوية ، ثم وضعت في عبوات تحوي المحلول المائي للكلورامين T بتركيز ٠,٥% لمدة أسبوع في درجة حرارة الغرفة ، ثم تمّ حفظها بالمصل الفيزيولوجي لحين إجراء الاختبارات بحيث لا تتجاوز المدّة الزمنية بين قلع الأسنان وإجراء الاختبارات ستة أشهر وذلك التزاماً بمعايير الأيزو ISO المحددة لشروط حفظ الأسنان من أجل إجراء اختبارات الارتباط عليها (Rea, Augustib et al. 2004)



الشكل (٢) :الأسنان المستعملة في العينة المخبرية.

تّمت إزالة تاج كل رحى حتى مستوى سقف الحجرة اللبية باستخدام سنبلة مدورة بقبضة ذات سرعة عالية، و إزالة الثلث الذروي من جذر كل رحى ثم عمل انثقاب لمفترق الجذور في منتصف قاع الحجرة اللبية باستخدام سنبلة كروية قطرها ٢ ملم بقبضة ذات سرعة منخفضة حيث كان قطر الانثقاب يساوي قطر السنبلة وسُدّت فوهات الأقنية الجذرية ونهايات

الجذور المقطوعة باستخدام الشمع اللصاقsticky wax .(Haghgoo, Niyakan et al. 2014). كما هو مبيّن في الشكلين (٣) و(٤).

قُسّمت الأرحاء عشوائيا إلى ثلاث مجموعات تحتوي كل منها على عشرة أرحاء كالأتي:

المجموعة الأولى: خُتمت انثقابات مفترق الجذور بمادة **MTA** (White, Dentsply).

المجموعة الثانية: خُتمت انثقابات مفترق الجذور بمادة **ERRM** Endosequence Bioceramic Root Repair Material.(Brassler USA, Savannah, GA)

المجموعة الثالثة: خُتمت انثقابات مفترق الجذور بمادة **GIC** glass ionomer cement (GC,Fuji)



الشكل(٣):إزالة تاج السن حتى مستوى سقف الحجرة اللبية فوهات الأقنية الجذرية بالشمع اللصّاق (منظر تاجي) .



الشكل(٤): منظر الانثقاب ذروياً بقطر(٢)ملم وسد نهايات وسد الجذور بالشمع اللصاق.



الشكل رقم (٥) : العيّنة بعد إزالة التيجان واجراء قطع نهايات الجذور.

المواد المستخدمة لإجراءات الإصلاح وطريقة البحث:

1) : MTA: white ProRoot MTA



الشكل (٦) : مادة الـ MTA المستخدمة في البحث.

الشركة المصنّعة : (ProRoot, Dentsply, Switzerland) الشكل (٦)

- بالوزن هي :
- ٧٥% من اسمنت البورتلاند Portland cement
- Bismuth 20%
- Gypsum 5%

وزمن التصلّب هو ٤ ساعات .

المادة عبارة عن مسحوق (١غ).

يمزج المسحوق مع الماء المقطّر ١ :٣ بنسبة (ماء مقطر: مسحوق). في حال ظهور المزيج بشكل كثيف Putty الذي يشابه تماسك المادة بعد (٣٠) ثانية من وقت المزج، وضعت مباشرةً بمكان الانثقاب بواسطة الحامل الخاص **MTA Carrier** كما هو واضح في الشكل (٦)، وأُزيلت الزوائد من حواف الانثقاب بواسطة مجرفة ملعقية و تمّ وضع قطنة رطبة فوقها لمدة(٤) ساعات حتى تمام التصلّب.



شكل (٧) : مادة الـ MTA وتطبيقها على السن باستخدام الحامل الخاص بها .

2 : Bioceramic Endosequence root repair material (ERRM)

الشركة المصنّعة : Brasseler U.S.A.

(Brassler USA, Savannah, GA) الشكل (٨)

هي مادة جاهزة للاستخدام المباشر حيث أنها ممزوجة مسبقاً توجد على شكل putty في جرن jar بوزن (٣غ) الواضحة في الشكل (٨) ، تمّ تطويرها من أجل إصلاح الأقنية الجذرية الدائمة والتطبيق الجراحي. وهي غير قابلة للذوبان وظليلة شعاعياً وخالية من الألمنيوم . أساس المادة هو مركب سيليكات الكالسيوم التي تتطلب وجود الماء من أجل التصلّب ومن أجل كسب الصلابة . لا تتقلص أثناء التصلّب وتمتاز بخصائص فيزيائية عالية .

وقت العمل: لا تتطلب وقت للمزج، تفاعل التصلّب يبدأ عندما تكون المادة على تماس مع وسط رطب . ووقت العمل أكثر من ٣٠ دقيقة .

وقت التصلّب هو على الأقل ساعتين في الأوساط العادية وقد يستغرق وقت أطول في الأوساط الجافة بشكل زائد .



الشكل (٨) :مادة ERRM



الشكل (٩): جرن ERRM

تمّ وضع المادة على مكان الانثقاب وختم جميع حواف الانثقاب حيث تم وضعها بواسطة حامل الـ **MTA** كما في الشكل (١٠) ودكّها وإزالة أي زيادة بواسطة مجرفة ملعقية أو فرشاة صغيرة المبّين في الشكل (١٤)، ومن ثمّ تم وضع قطنة رطبة فوق مادة **ERRM** لمدة٤ ساعات حتى تمام التصلّب .



الشكل (١٠): تطبيق مادة ERRM لسد الانثقاب باستخدام حامل الـ MTA .

٣:الاسمنت الزجاجي الشاردي (Glass ionomer cement (GIC:

اسم المنتج: (GC Fuji IX GP)

الشركة المصنّعة : (Fuji , USA) الشكل (١٠)

تتألف من:

- مسحوق ١٥ غ.
- وسائل ٦,٤ مل.



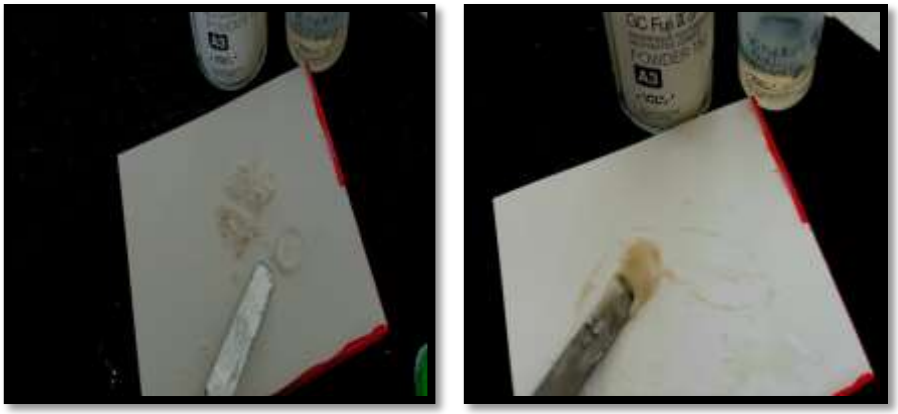
الشكل (١١) مادة الاسمنت الزجاجي الشاردي المستخدمة في البحث .

ميزاته :

- ✓ يحرر فلور.
- ✓ ظليل .
- ✓ سهل الاستخدام.
- ✓ مقاوم للاهتراء.
- ✓ يرتبط كيميائياً ببنية السن .
- ✓ يماثل التمدد الحراري للسن .

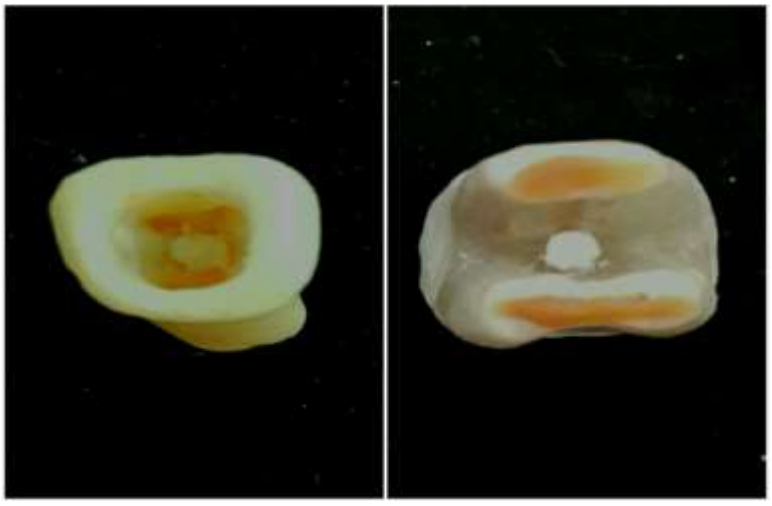
تم مزج كمية ١:١ مسحوق : سائل على اللوح الزجاجي ومن ثمّ قُسّم المسحوق إلى قسمين متساويين وتمّ مزج القسم الأول مع كامل السائل لمدة ١٥ لـ ٢٠ ثانية وبعدها إضافة الجزء

المتبقي من المسحوق وتم مزجه مع المزيج السابق لمدة ٢٠ ثانية . المبيّن في الشكلين (١٢) و(١٣).



الشكل : (١٢) و (١٣) مزج الاسمنت الزجاجي الشاردي.

وتمّ تكثيف المادة باستخدام microplugger مكان الانثقاب وإزالة الزوائد .



الشكل : (١٤) ختم الانثقاب بمادة ERRM.

كل المواد تمّ تحضيرها حسب تعليمات الشركة المصنّعة وتم تكثيف مواد إصلاح الانثقابات باستخدام microplugger ، كما تمّ توخي الحذر عند ختم الانثقابات الصنعية باستخدام مواد الإصلاح في المجموعات الثلاث إلى مستوى أرض الحجرة اللبية و الحفر السنية التاجية بعد

ذلك تمّ سدها بالكمبوزيت ضوئي التصلّب . (3M ESPE, St Paul ,MN) الواضح في الشكل (١٥). وحُفظت الأسنان ملفوفة بقطعة من الشاش المغمورة بالمصل الفيزيولوجي saline لمدة ٤٨ ساعة .



الشكل (١٥): الكمبوزيت المستخدم في إغلاق الحفر السنية التاجية.

تمت تغطية كل الأرحاء بشكل كامل لتجنّب تسرّب الصباغ بواسطة طبقتين من طلاء الأظافر بواسطة فرشاة صغيرة عدا (١-٢ملم) حول الانثقاب الواضح في الشكل (١٦) وترك الأسنان لتجف لمدة٢٤ساعة . ثم غُرست كل مجموعة في شمع صف أحمر وغُمرت كل الأرحاء في صبغة أزرق المثيلين ph=7 بتركيز٢% الشكل (١٧) وحُفظت بالحاضنة (٣٧ درجة مئوية ورطوبة ١٠٠% لمدة ٢٤ ساعة) في قسم الجراثيم والطفيليات في كلية الطب البشري – جامعة دمشق ، وبعد انقضاء المدّة المحددة تمّ إخراج الأرحاء من المحلول الصباغي وغُسلت تحت الماء الجاري ومن ثمّ جُففت بدرجة حرارة الغرفة لمدة ٢٤ ساعة ومن ثمّ تمّ تحضير مقاطع طولية (دهليزية – لسانية) في قسم علوم الحياة – جامعة دمشق مرّت عبر منطقة الانثقاب بواسطة قرص ماسي فاصل لتجنّب ضياع المادة الحاشية مع المحافظة على تبريد غزير طيلة عملية القطع ومن ثمّ فُحصت هذه المقاطع الطولية باستخدام المكبرة الضوئية stereomicroscope الشكل (١٨) تحت تكبير(4X10) في قسم علوم الحياة في كلية طب الأسنان _ جامعة دمشق. وسُجّل مقدار النفوذ الصباغي الخطي في منطقة السطح البيني (مادة الترميم – السن) باستخدام أداة قياس رقمية (بياكوليس) (Üçtasli and Tinaz 2000) التي تسمح لنا بقياس أجزاء صغيرة من الميليمتر تصل إلى (٠,٠٥ ملم).



الشكل: (١٦) الأسنان بعد طليها بطلاء الأظافر .



الشكل: (١٧) غمر جذور الأسنان في صباغ أزرق الميثلين تركيز ٢%



الشكل:(١٨)المجهر المستخدم في البحث.

المعيار المستخدم في التقييم :

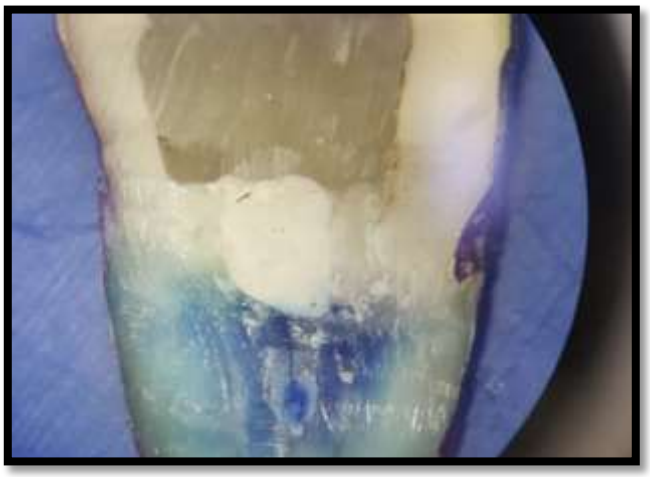
تمّ اعتماد قياس المتوسطات الحسابية للقياسات المجهرية لمقدار التسرب الصباغي من النهاية الذروية للانثقاب حتى نهاية وصول التسرب الصباغي بالاتجاه التاجي للانثقاب بمقياس ميليمتري (مم).

بعد جمع البيانات وترتيبها ضمن جداول تمّ استخدام حزمة البرامج الإحصائية **SPSS** الإصدارة (٢٠) في تحليل البيانات. حيث تم قياس مقدار عمق الانثقاب (بالملم) ومقدار التسرّب الصباغي (بالملم) و وتم حساب معدل التسرّب الصباغي (%) وفقاً للمعادلة التالية:

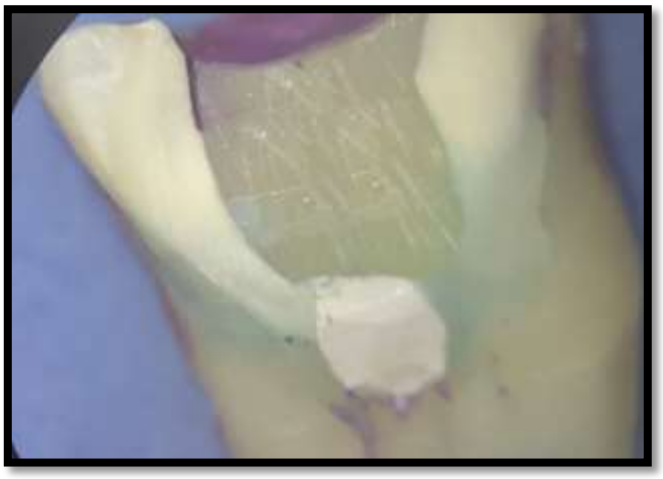
معدل التسرّب الصباغي لكل رحى = [(مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) ÷ مقدار عمق الانثقاب (بالملم)] × ١٠٠ للرحى نفسها

كما تم تحديد درجة معدل التسرّب الصباغي لكل رحى من الأرحاء المدروسة في عينة البحث .

حالات مختارة من البحث :



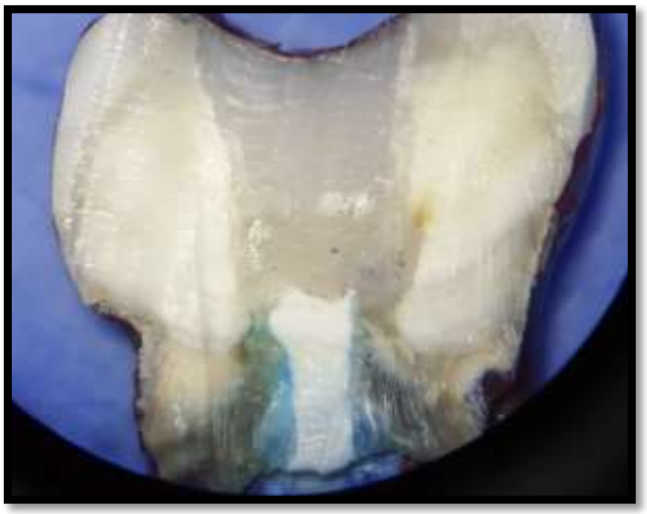
الشكل (١٩) :عدم تسرّب الـ ERRM تحت المكبرة (4X10).



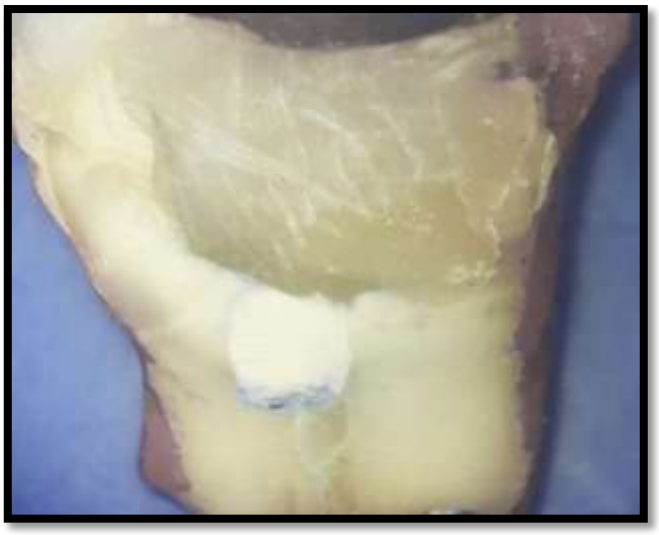
الشكل (٢٠) : ERRM تسرّب بسيط تحت المكبّرة (4X10).



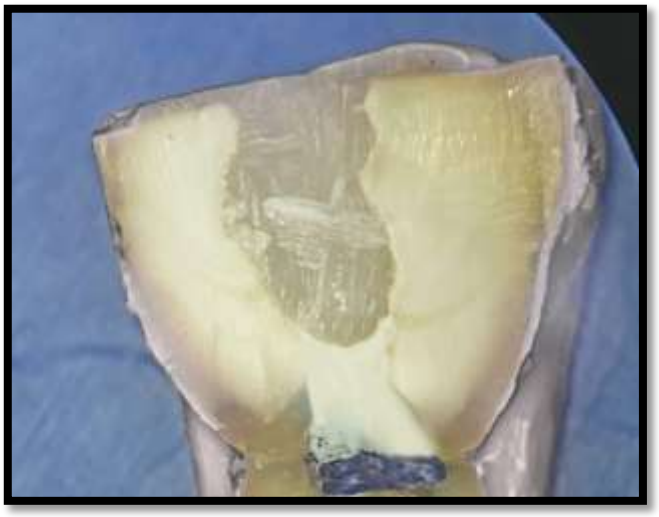
الشكل (٢١): عدم تسرّب الـ ERRM (4X10).



الشكل (٢٢) :تسرّب كبير للـ ERRM تحت المكبّرة(4X10).



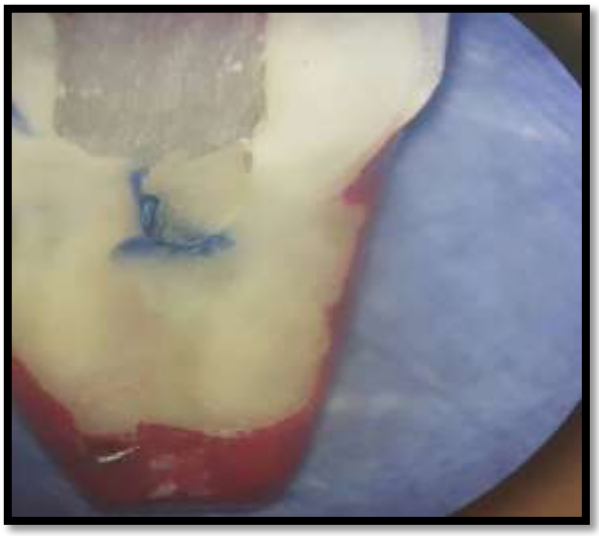
شكل(٢٣): عدم تسرّب الـ MTA تحت المكبّرة (4X10).



الشكل(٢٤) : عدم تسرّب الـ MTA تحت المكبرة (4X10).



الشكل (٢٥): تسرّب الـ MTA تحت المكبّرة (4X10).



الشكل(٢٦) :تسرّب كبير للـ GIC وظهور الفقاعة تحت المكبرة (4X10) .



الشكل (٢٧):تسرّب GIC تحت المكبّرة (4X10) .



الشكل (٢٨):تسرّب كبير للـ GIC تحت المكبّرة (4X10).

الباب الثالث

النتائــج

Results

جدول رقم (٢) الأرقام التي تمّ الحصول عليها تحت المكبرة الضوئية بقياس مقدار التسرّب الصباغي(ملم) لأزرق الميتيلن في المجموعات الثلاث (MTA, ERRM , GIC) بالنسبة للعمق الكلي لانثقاب مفترق الجذور(ملم).

	رقم العيّنة	مجموعة MTA	مجموعةERRM	مجموعةGIC
مقدار التسرب الصباغي (ملم)/ العمق الكلي للاننثقاب (ملم)	١	٢,٦/١,١	٢,٦٤/٠,٢٢	٣,٦٠/٣,٦٠
	٢	٣,٢/٠,٢٠	٢,٤٠/٠,٢٠	٢,٨٠/١,٨٠
	٣	٢,٦٠/٠,٣٠	٣,٧٨/٢,٥	٣,٤٠/٠,٦٠
	٤	٣,٩/١,٥	٢,٥٢/٠,٢٤	٣,٣٠/٢,٨٥
	٥	٢,٥٥/٠,٥	٣,٩٠/٣,٧٠	٢,٦٠/١,٨٣
	٦	٣,٣/٠,٢١	٣,٢٠/٠,٤٠	٢,٨٧/١,٨٤
	٧	٣,٤/٠,٤	٢,٦٠/٠,٣٨	٣,٣٨/١,٥٧
	٨	٢,٧٥/٠,٧	٢,٨٥/٠,٨٥	٣,٤٠/٢,٩٥
	٩	٣,١/٢,٩	٣,٣٤/١,١٤	٣,٤٨/٢,٩٥
	١٠	٣,٧٥/٠,٩	٢,٧٣/٠,٢٣	٢,٩٥/١,٧٠

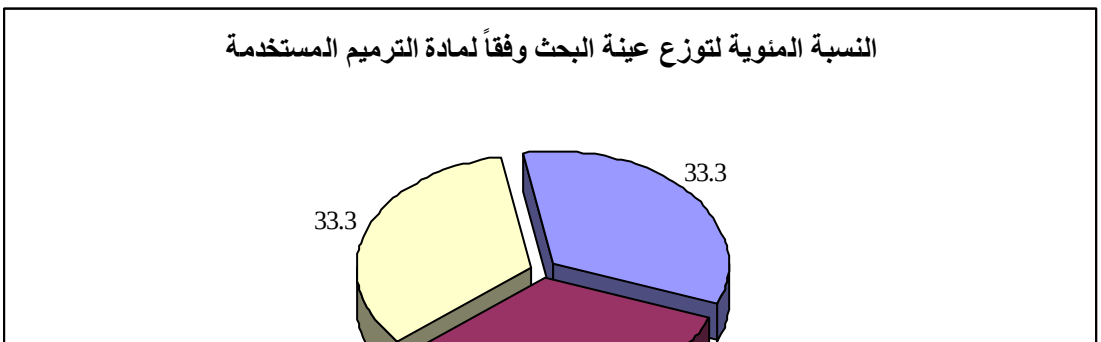
.

أولا – توزيع العينة :

– توزع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة:

جدول رقم (٣) يبين توزع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

مادة الترميم المستخدمة	عدد الأرحاء	النسبة المئوية
مادة MTA	10	33.3
مادة ERRM	10	33.3
مادة GIC	10	33.3
المجموع	30	100



مخطط رقم (١) يمثل النسبة المئوية لتوزع الأرحاء في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

ثانياً – الدراسة الإحصائية التحليلية:

جدول رقم (٤) يبين الدرجات المعتمدة لدرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث والقيمة الموافقة المُعطاة لكل درجة.

درجة معدل التسرّب الصباغي	القيمة الموافقة المُعطاة
معدل تسرّب صباغي من ٠ حتى أقل من ٢٥%	٠
معدل تسرّب صباغي من ٢٥ حتى أقل من ٥٠%	١
معدل تسرّب صباغي من ٥٠ حتى أقل من ٧٥%	٢
معدل تسرّب صباغي من ٧٥حتى ١٠٠%	٣

تمت دراسة تأثير مادة الترميم المستخدمة في قيم كل من مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) ومعدل التسرّب الصباغي (%) ودرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

١ –دراسة عمق الانثقاب:

- **دراسة تكافؤ مجموعات مادة الترميم المستخدمة في قيم مقدار عمق الانثقاب:**

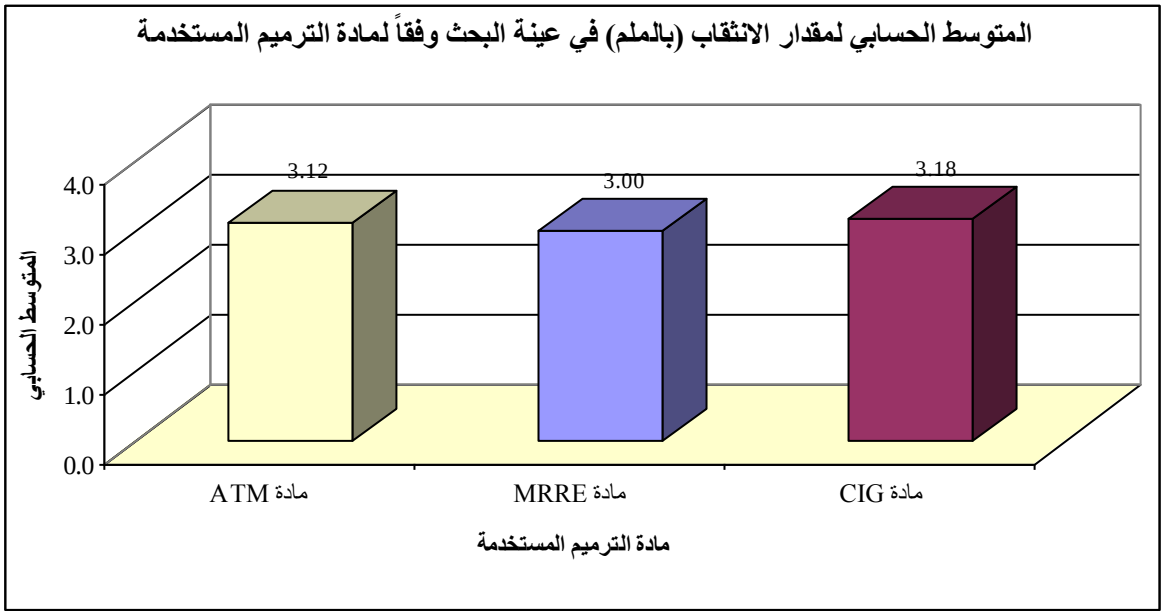
تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار

عمق الانثقاب (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة **MTA**، مادة **ERRM**، مادة **GIC**) في عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

جدول رقم (٥) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار عمق الانثقاب (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

المتغير المدروس = مقدار عمق الانثقاب (بالملم)						
مادة الترميم المستخدمة	عدد الأرحاء	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مادة MTA	10	3.12	0.49	0.15	2.55	3.9
مادة ERRM	10	3.00	0.53	0.17	2.4	3.9
مادة GIC	10	3.18	0.34	0.11	2.6	3.6



مخطط رقم (٢) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار عمق الانثقاب (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول رقم (٦) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار عمق الانثقاب (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.

المتغير المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار عمق الانثقاب (بالملم)	0.403	0.672	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول رقم (٦) أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار عمق الانثقاب (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة MTA، مادة ERRM، مادة GIC) في عينة البحث.

٢- دراسة مقدار التسرّب الصباغي:

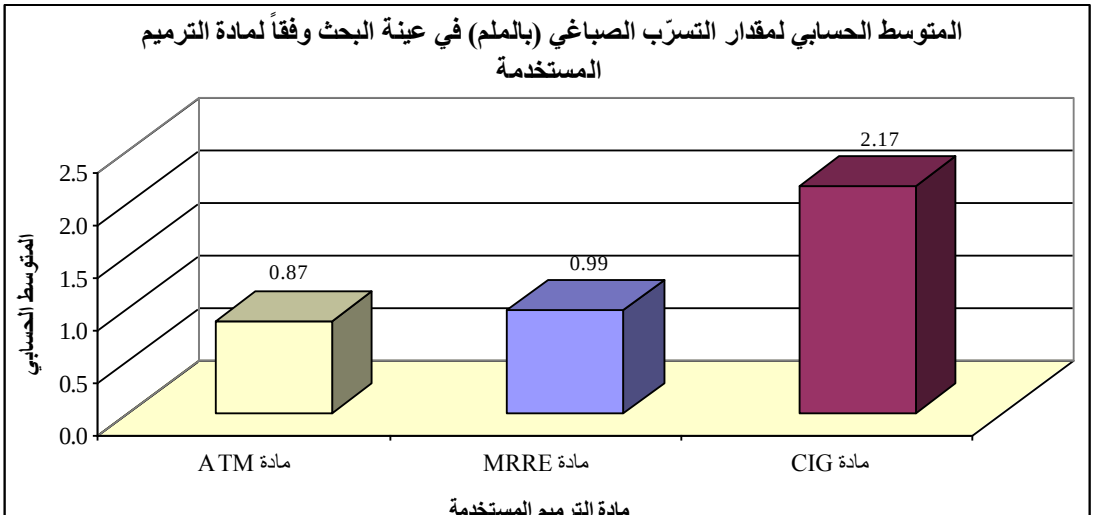
➢ دراسة تأثير مادة الترميم المستخدمة في مقدار التسرّب الصباغي:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة **MTA**، مادة **ERRM**، مادة **GIC**) في عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

جدول رقم (٧) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التسرّب الصباغي (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

المتغير المدروس = مقدار التسرّب الصباغي (بالملم)						
مادة الترميم المستخدمة	عدد الأرحاء	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مادة MTA	10	0.87	0.83	0.26	0.2	2.9
مادة ERRM	10	0.99	1.19	0.38	0.2	3.7
مادة GIC	10	2.17	0.89	0.28	0.6	3.6



مخطط رقم (٣) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التسرّب الصباغي (بالملم) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول رقم (٨) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.

المتغير المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار التسرّب الصباغي (بالملم)	5.352	0.011	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول رقم (٨) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين اثنتين على الأقل من مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة **MTA**، مادة **ERRM**، مادة **GIC**) في عينة البحث. ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في قيم التسرّب الصباغي (بالملم) تم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni كما يلي:

جدول رقم (٩) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار التسرّب الصباغي (بالملم)					
مادة الترميم المستخدمة (I)	مادة الترميم المستخدمة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مادة MTA	مادة ERRM	-0.12	0.44	1.000	لا توجد فروق دالة

	مادة GIC	-1.30	0.44	0.019	**توجد فروق دالة**
مادة ERRM	مادة GIC	-1.18	0.44	0.036	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول رقم (٩) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في قيم مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعة مادة **GIC** وكل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعة مادة **GIC** وكل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) في مجموعة مادة **GIC** كانت أكبر منها في كل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة في عينة البحث.

أما عند المقارنة بين مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار التسرّب الصباغي (بالملم) بين مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** في عينة البحث.

الخلاصة :لا توجد فروق دالة احصائياً بين الـ MTA و الـ ERRM وكان التسرّب في مادة الـ GIC أكبر بفارق هام احصائياً من المادتين السابقتين.

١- دراسة معدل التسرّب الصباغي:

➢ دراسة تأثير مادة الترميم المستخدمة في معدل التسرّب الصباغي:

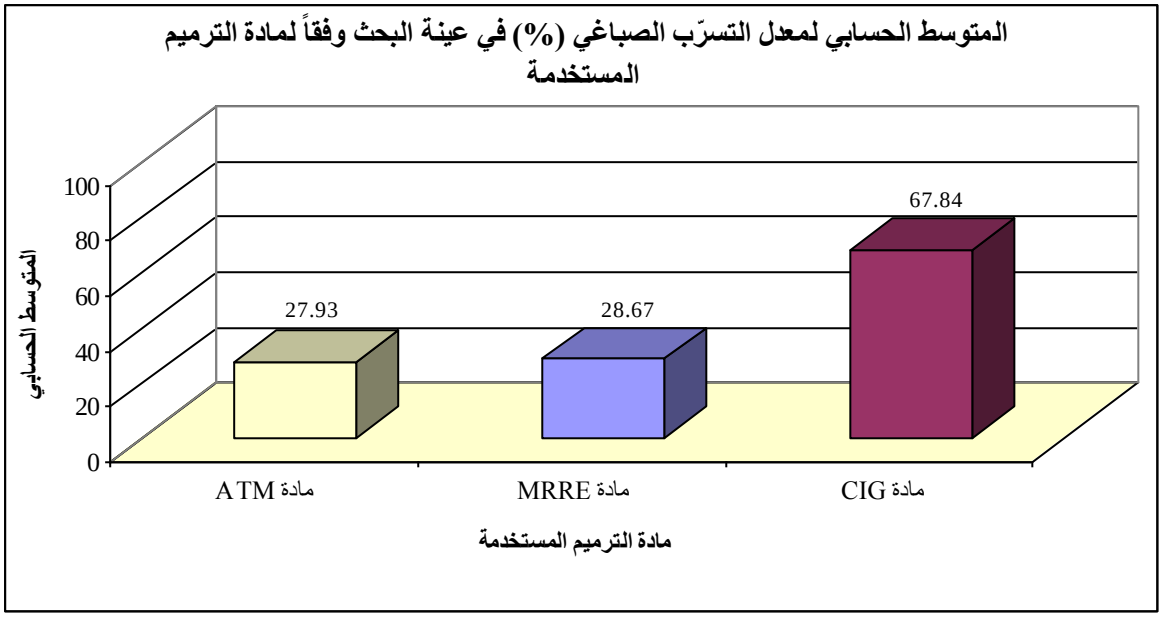
تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة **MTA**، مادة **ERRM**، مادة **GIC**) في عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

جدول رقم (١٠) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمعدل التسرّب الصباغي (%) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

المتغير المدروس = معدل التسرّب الصباغي (%)						
مادةالترميم المستخدمة	**عدد الأرحاء**	**المتوسط الحسابي**	**الانحراف المعياري**	**الخطأ المعياري**	**الحد الأدنى**	**الحد الأعلى**

93.5	6.3	8.29	26.20	27.93	10	مادة MTA
94.9	8.3	9.36	29.59	28.67	10	مادة ERRM
100	17.6	7.55	23.89	67.84	10	مادة GIC



مخطط رقم (٤) يمثل المتوسط الحسابي لمعدل التسرّب الصباغي (%) في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول رقم (١١) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.

المتغير المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
معدل التسرّب الصباغي (%)	7.332	0.003	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول رقم (١١) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين اثنتين على الأقل من مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة **MTA**، مادة **ERRM**، مادة **GIC**) في عينة البحث. ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في قيم التسرّب الصباغي (%) تم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni كما يلي:

جدول رقم (١٢) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.

المتغير المدروس = معدل التسرّب الصباغي (%)					
مادة الترميم المستخدمة (I)	**مادة الترميم المستخدمة (J)**	**الفرق بين المتوسطين (I-J)**	**الخطأ المعياري**	**قيمة مستوى الدلالة**	**دلالة الفروق**
مادة MTA	مادة ERRM	-0.74	11.92	1.000	لا توجد فروق دالة
	مادة GIC	-39.91	11.92	0.007	**توجد فروق دالة**
مادة ERRM	مادة GIC	-39.17	11.92	0.008	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول رقم (١٢) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في قيم معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعة مادة **GIC** وكل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعة مادة **GIC** وكل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم معدل التسرّب الصباغي (%) في مجموعة مادة **GIC** كانت أكبر منها في كل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة في عينة البحث.

أما عند المقارنة بين مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط معدل التسرّب الصباغي (%) بين مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** في عينة البحث.

٢- دراسة درجة معدل التسرّب الصباغي:

➢ نتائج تحديد درجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة:

جدول رقم (١٣) يبين نتائج تحديد درجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

المتغير المدروس = درجة معدل التسرّب الصباغي										
مادة الترميم المستخدمة	عدد الأرحاء					النسبة المئوية				
	من ٠ حتى أقل من ٢٥%	من ٢٥ حتى أقل من ٥٠%	من ٥٠ حتى أقل من ٧٥%	من ٧٥ حتى ١٠٠ %	المجموع	من ٠ حتى أقل من ٢٥%	من ٢٥ حتى أقل من ٥٠%	من ٥٠ حتى أقل من ٧٥%	من ٧٥ حتى ١٠٠ %	المجموع
مادة MTA	6	3	0	1	10	60.0	30.0	0	10.0	100
مادة ERRM	6	2	1	1	10	60.0	20.0	10.0	10.0	100
مادة GIC	1	1	4	4	10	10.0	10.0	40.0	40.0	100

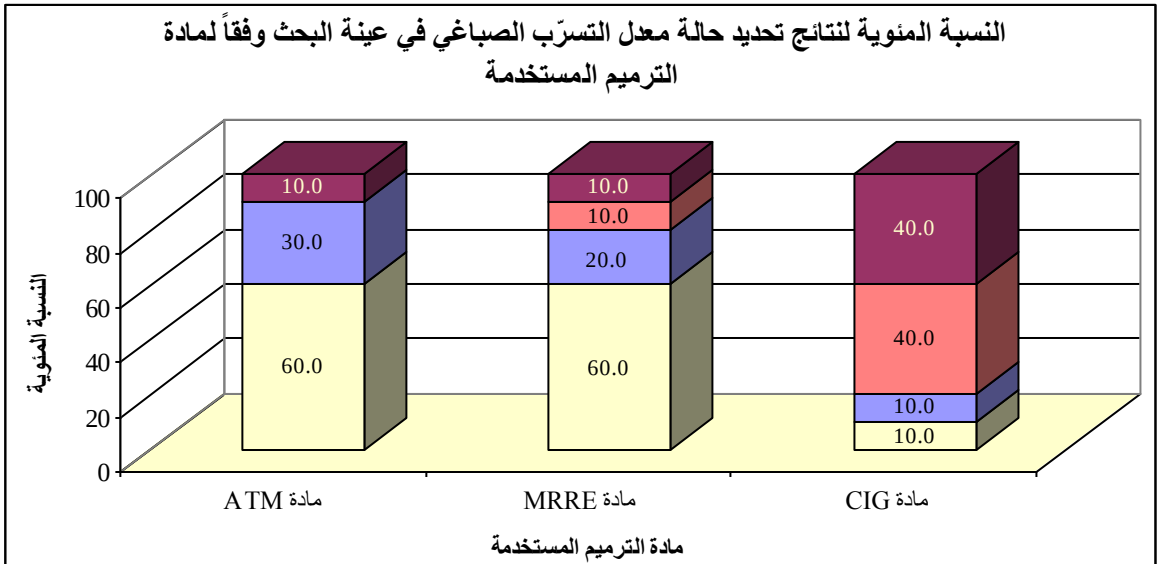
من هذا الجدول نلاحظ أن :

عيّنات M TA و ERRM أظهرت ٦٠%منها قيمة التسرب بمعدّل (من ٠ حتى أقل من ٢٥%)

٣٠% من عيّنات الـ MTA تسرب (من ٢٥ حتى أقل من ٥٠%) و ١٠% تسرّب بمعدّل (من ٧٥ حتى ١٠٠%)

عيّنات ERRM أظهرت ٢٠% تسرباً بمعدل (من ٢٥ حتى أقل من ٥٠%) و ١٠ % تسرباً (من ٥٠ حتى أقل من ٧٥%) و ١٠% تسرّباً بمعدل (من ٧٥ حتى ١٠٠%)

بينما عيّنات GIC أظهرت١٠%منها تسرباً بمعدل (من ٠ حتى أقل من ٢٥%) ،١٠% من العينة تسرباً بمعدل (٢٥ حتى أقل من ٥٠%)،٤٠% كان معدل التسرب (من ٥٠ حتى أقل من ٧٥%) و ٤٠% من عينة GIC كان التسرب بمعدل (من ٧٥ حتى ١٠٠%)



مخطط رقم (٥) يمثل النسبة المئوية لنتائج تحديد درجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

مخطط رقم (٥) يمثل النسبة المئوية لنتائج تحديد درجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

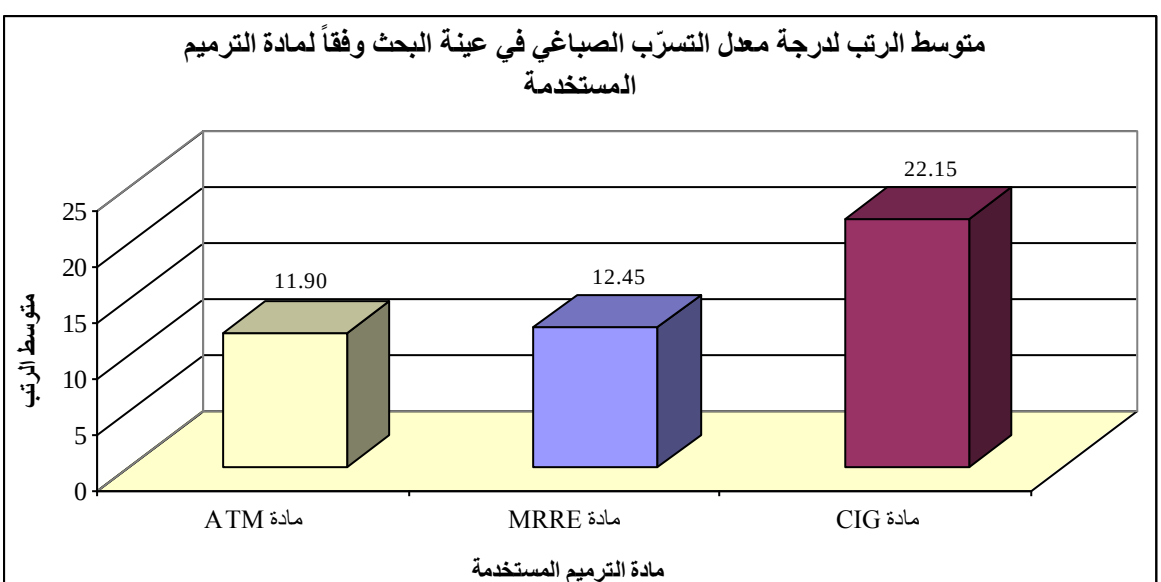
- **دراسة تأثير مادة الترميم المستخدمة في درجة معدل التسرّب الصباغي:**

تم إجراء اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة **MTA**، مادة **ERRM**، مادة **GIC**) في عينة البحث كما يلي :

- **إحصاءات الرتب:**

جدول رقم (١٤) يبين متوسط الرتب لدرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

المتغير المدروس = درجة معدل التسرّب الصباغي		
مادة الترميم المستخدمة	عدد الأرحاء	متوسط الرتب
مادة MTA	10	11.90
مادة ERRM	10	12.45
مادة GIC	10	22.15



مخطط رقم (٦) يمثل متوسط الرتب لدرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة.

مخطط رقم (٦) يمثل متوسط الرتب لدرجة معدل التسرّب الصباغي في عينة البحث وفقاً لمادة الترميم المستخدمة

نتائج اختبار Kruskal-Wallis:

-

جدول رقم (١٥) يبين نتائج اختبار Kruskal-Wallis لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة في عينة البحث.

المتغير المدروس	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
درجة معدل التسرّب الصباغي	9.543	2	0.008	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول رقم (١٥) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي بين اثنتين على الأقل من مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة **MTA**، مادة **ERRM**، مادة **GIC**) في عينة البحث. ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في درجة معدل التسرّب الصباغي تم إجراء اختبار Mann-Whitney U للمقارنة الثنائية في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي كما يلي:

جدول رقم (١٦) يبين نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي بين مجموعات مادة الترميم المستخدمة (مادة MTA، مادة ERRM، مادة GIC) في عينة البحث.

المتغير المدروس = درجة معدل التسرّب الصباغي				
مادة الترميم المستخدمة (I)	مادة الترميم المستخدمة (J)	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مادة MTA	مادة ERRM	48.5	0.897	لا توجد فروق دالة
	مادة GIC	15.5	0.007	**توجد فروق دالة**

مادة ERRM	مادة GIC	18.0	0.012	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول رقم (١٦) أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة **GIC** وكل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة **GIC** وكل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة في عينة البحث. وبدراسة قيم متوسطات الرتب نستنتج أن درجة معدل التسرّب الصباغي في مجموعة مادة **GIC** كانت أعلى منها في كل من مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** على حدة في عينة البحث.

أما عند المقارنة بين مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة معدل التسرّب الصباغي عند المقارنة بين مجموعة مادة **MTA** ومجموعة مادة **ERRM** في عينة البحث.

الباب الرابع:

المناقشة

Discussion

المناقشة Discussion :

تهدف المعالجة اللبية بشكل أساسي إلى إزالة الجراثيم و ختم منظومة القناة الجذرية بشكل فعّال،ووجود الانثقاب و إهمال معالجته يتعارض مع هذا الهدف ، وذلك بسبب الأذية التي يسبّبها الارتباط البشروي بسبب التسرّب الجرثومي اللاحق . من الممكن تدبير وعلاج الانثقابات بنجاح عن طريق استخدام الطريق التاجي غير الجراحي بالتطبيق المباشر لمواد الإصلاح في ترميم الانثقاب للحماية من الانتان الجرثومي . (Friedman 2002) ، وترميم الانثقاب الجذري يؤدي إلى الختم المحكم بين البيئة الفموية والنسج حول الجذرية (Guneser, Akbulut et al. 2013). وعليه فإن المواد المستعملة في العلاج يجب أن تكون غير سامة، غير مسرطنة، متقبلة حيوياً، غير قابلة للانحلال بالسوائل النسيجية و ثابتة الأبعاد بعد التصلب. (Shahi, Rahimi et al. 2009). لضمان نجاح طويل الأمد للانثقابات ولعلّ التقبّل الحيوي للمواد وقدرة مادة الإصلاح على تحقيق ختمٍ كافٍ هو العامل الأكثر أهمية. (Holland, Otoboni Filho et al. 2001)

قارنت هذه الدراسة القدرة الخاتمة للـ **MTA** ، **ERRM** و **GIC** عند استخدامها في إصلاح انثقابات المفترق . يُنصح بطريقة التسرّب الصباغي (الحبر الهندي ، أزرق الميتيلين) لاختبار الخصائص الخاتمة للمواد الترميمية أو الإصلاح في كل من الدراسات المخبرية والسريرية . تمّ اختيار الأرحاء لعينة هذه الدراسة لأنها متعددة الجذور وتحوي منطقة مفترق الجذور الذي هو محض دراستنا لتقييم قابلية قدرة المواد المدروسة في ختم انثقاب هذه المنطقة.

سلّطت نتائج هذه الدراسات الضوء على حواف الترميمات غير المقاومة للتسرّب وتملك شقوق مجهرية لمرور فعّال للشوارد والجزيئات .

إنّ استخدام الصباغ يعتبر الطريقة الأسهل والأكثر فعالية من حيث الكلفة لفحص التسرّب المجهري. (Lolayekar, Bhat et al. 2009)

تمّ استخدام أزرق الميتيلين في هذه الدراسة بسبب سهولة السماح بالقياس الكمي لمناطق اختراق الصباغ بطرق القياس الخطيّة .

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى التسرّب الصباغي الأكبر للـ **GIC** وكان لكل من الـ **MTA** و **ERRM** قدرة ختم عالية ومتشابهة تقريباً.

ففي عيّنات الـ **MTA** وجد أنّه كان معدّل التسرّب ٢٧,٩٣% من الحالات ومثلها عينات الـ **ERRM** ٢٨,٦٧%، حيث لا يوجد فرق هام إحصائيا بين الـ **MTA** و **ERRM** في قدرتهما الخاتمة. ويعود سبب النتائج المشابهة هو تشابه المادتين بخصائصها المحبّة للماء و تفاعل التميّه وهما من المواد التي تشكّل سيليكات الكالسيوم calcium silicate-based عنصر أساسي فيها. إنّ المواد التي يكون أساسها سيليكات الكالسيوم Calcium silicate قد تلقت اهتماماً حُظي بجذب كبير (Parirokh and Torabinejad 2010) (Camilleri 2011) (Darvell and Wu 2011) بسبب امتلاكها قدرة ختم ممتازة وتقبّلها الحيوي الجيد وقدرتها على التجدّد وخواصها المضادة للجراثيم. (Parirokh and Torabinejad 2010) (Parirokh and (Camilleri 2011) Torabinejad 2010) (Shahi, Yavari et al. 2011) (Shahi, Yavari et al. 2011).لذلك تمّ استخدامها بشكل كبير كمواد إصلاح لبية endodontic repair material وكمادة بديلة عن العاج as dentine substitute. (Sawyer, Nikonov et al. 2012).

وقد تشابهت نتيجة هذه الدراسة مع :

Nair وزملائه عام ٢٠١١ الذين أشاروا بأنّه لا يوجد أي اختلاف هام إحصائياً في القدرة الخاتمة بين **ERRM** و **MTA** عند استخدامهما كمادة حشو راجع عند دراسة قياس التسرب الجرثومي باستخدام جراثيم Enterococcus faecalis. (Nair, Ghattas et al. 2011)

بينما اختلفت نتيجة هذه الدراسة عن بقيّة الدراسات التي أوجدت أنّ للـ **ERRM** قدرة ختم أفضل :

وجد **Jeevani** وزملاؤه عام ٢٠١٤ أنّ لـ **ERRM** لها ختم أفضل في إصلاح انثقاب المفترق عند مقارنتها مع مواد إصلاح أخرى **Micro –Mega MTA** و **Biodentine** بطريقة استخلاص الصباغ dye extraction leakage لثلاثين رحى مقلوعة في كل مجموعة عشرة أسنان حيث أظهرت **ERRM** امتصاص أقل للصباغ بمقارنتها مع المادتين. (Jeevani, Jayaprakash et al. 2014)، ويُعزى السبب لاختلاف طريقة التقييم . وهذه هي الدراسة الوحيدة لمادة **ERRM** المستخدمة في إصلاح انثقاب مفترق الجذور لتقييم القدرة الخاتمة بسبب دخول هذه المادة

حديثاً إلى حقل طب الأسنان . ولذلك تمّ مقارنتها مع مواد أخرى في حال استخدامها كمادة حشو راجع .

في دراسة **Nagesh** وزملائه عام ٢٠١٦ على المجهر الالكتروني الماسح Scanning electron microscopy (SEM) لتقييم القدرة الخاتمة sealing ability للـ **ERRM** و **MTA** استخدمت كمواد حشو راجع على أسنان مقلوعة وحيدة الجذر فوجدوا أنّ مجموعات **ERRM** أظهرت فجوة حفافية marginal gap أقل بفارق هام احصائيّاً عند مقارنتها مع مجموعة الـ **MTA**.(Nagesh, Jeevani et al. 2016) وذلك قد يكون بسبب مساوئ الـ **MTA** كصعوبة في التعامل وبطء تفاعل التصلّب مما يزيد من احتمال التسرّب و إنحلال السطح مؤدية إلى ضعف الانطباق الحفافي للمادة . (El Tawil, El Dokkyl et al. 2011) وأنّ لمادة ERRM حجم جزيئات أصغر الذي يمكّنها من الاختراق إلى داخل الأنابيب العاجية والارتباط مع العاج المجاور. (AlAnezi, Jiang et al. 2010) معطيةً إيّاها قدرة ختم أكبر .

واختلفت نتيجة هذه الدراسة مع **Hirschberg Et al** عام ٢٠١٣الذين قارنوا قدرة الختم للـ **MTA** بالنسبة لـ **ERRM** كمواد حشو راجع باستخدام نماذج التسرّب الجرثومي bacterial leakage models ووجدوا أنّ عينات مجموعة الـ **ERRM** لها تسرّب أكبر من عينات مجموعة الـ **MTA**. حيث أظهرت مجموعة الـ **ERRM** تسرب ٩٣% من العينات مقارنةً إلى تسرّب ٢٠% فقط من العيّنات في مجموعة الـ **MTA** بوجود فارق إحصائي هام بين المجموعتين . (Hirschberg, Patel et al. 2013) يعود هذا ايضاً لاختلاف الطريقتين حيث وجد **Barthel** وزملاؤه عدم وجود ارتباط بين التسرّب الجرثومي والصباغي في تقييم جودة الختم للمادة. (Barthel, Zaritzki et al. 2006)..

في هذه الدراسة كان للـ **GIC** الحظ الأكبر من التسرّب حيث أظهرت تسرّب بمعدل ٦٧,٨٤%من الحالات، ويعود ضعف القدرة الخاتمة للـ **GIC** لتلوّث الجدران العاجية بالرطوبة الزائدة ، فتتشكّل الفراغات التي من الممكن أن تؤثر على الارتباط bonding جاعلةً منها عامل تحت سريري غير متنبأ به . (Alhadainy and Himel 1994)

مادة الـ **MTA** قابلة للتكثيف والتي ينتج عنها مساميّة أقل بالمقارنة مع الـ **GIC** التقليدي التي تميل لأن تشكّل الفقاعات الهوائية معها أثناء التصلّب مؤدّية إلى تسرّب أكبر. (Zakizadeh, Marshall et al. 2008)

إنّ تشكّل الفراغ Gap بين الـ **GIC** وجدران العاج يؤدي إلى ضعف القدرة الخاتمة لـ **GIC** والتي تؤدي إلى تقلّص المادة عند التصلّب. (Torabinejad and Chivian 1999) (Zaia, Nakagawa et al. 2002)

وكانت النتيجة مطابقة لعديد من الدراسات التي أشارت أنّ الـ **MTA** لها قدرة ختم أفضل من الـ **GIC** وهي :

_ حسب دراسة **Torabinejad** وزملائه عام ١٩٩٥ وجدوا الانطباق الحفافي العالي لـ **MTA** وذلك بسبب قدرتها على مقاومة التسرّب أكثر من الـ **GIC** وقدرة الختم لها وُصفت بسبب الطبيعة المحبّة للماء والتمدد عند وضعها في وسط رطب. (Torabinejad, Smith et al. 1995)

_ واتفقت مع دراسة **Krupalini & Jayalakshmi عام ٢٠٠٢ التي** كان فيها الـ **GIC** الأسوأ في القدرة الخاتمة عند استخدامه في إصلاح انثقاب مفترق الجذور عندما لم يُستخدم معه مسندة من مادة أخرى مقارنةً مع الـ **MTA** وهيدروكسيل الأباتيت وسلفات الكالسيوم . (Krupalini and Jayalakshmi 2002)

_ في دراسة **Lodiene** وزملائه عام ٢٠١١ قارنوا القدرة الخاتمة للـ **MTA** و **GIC** والكمبوزيت الريزيني عند استخدامها في إصلاح انثقاب مفترق كبير بطريقة التسرّب الجرثومي لـ Enterococcus faecalis على أسنان مقلوعة بشرية وتمّ فحص التواجد الجرثومي باستخدام المجهر الالكتروني الماسح (SEM)، كانت أفضلية الختم للـ **MTA** ويليها **GIC** وكان للكمبوزيت الريزيني التسرب الأكبر. (Lodiene, Kleivmyr et al. 2011)

_ بالنسبة لـ **Singh** وزملائه عام ٢٠١٣ أظهرت الـ **MTA** بأنّها أفضل مادة لختم انثقاب المفترق ثمّ يليها فوسفات الكالسيوم **CPC** ومن ثم **GIC** ، وذلك بدراسة مخبرية على أرحاء بشرية مقلوعة بطريقة قياس التسرّب الصباغي بأزرق الميتيلين حيث كان متوسط التسرّب للـ **MTA** بمعدّل ٣٥,٥% و ٥٣,٦% لـ **CPC** و ٨٧,٥ % للـ **GIC**. (Singh, Paul et al. 2013).

_ كما أظهر **Malik** وزملاؤه عام ٢٠١٣عند استخدامهم الـ **GIC** و**MTA** كحواجز ضد التسرب داخل الأقنية intracanal barrier فكانت لعيّنات الـ **MTA** تسرّب أقل من عيّنات الـ **GIC** وكان لكل منهما قدرة ختم جيدة في الأسنان المعالجة لبيّاً .(Malik, Bogra et al. 2013)

ضمن شروط هذه الدراسة المخبرية حول التسرب الصباغي للمواد و (MTA, Dentsply)

(ERRM, Brassler)، و(GIC ,Fuji)

- أظهرت عيّنات الـ **ERRM** تشابه وعدم وجود فروق احصائية هامة في قدرة الختم مقارنة مع عيّنات **MTA**
- مما يبشر بنتائج واعدة للمادة المقدمة حديثاً **ERRM** التي قد تنافس مستقبلاً ما وصلت إليه مادة الـ **MTA.**
- أما الـ **GIC** فقد أظهرت قدرة ختم سيئة وتسرّب كبير مقارنة بكل من الـ MTA و ERRM.

الباب الخامس

الاستنتاجات

CONCLUSIONS

يمكننا الاستنتاج من هذه الدراسة:

١- أنّ مادة **ERRM** تمتلك قدرة ختم للانثقاب في مفترق الجذور مماثلة لمادة **MTA** المعيارية في طب الأسنان .

٢- أظهرت . **GIC** تسرب أكبر وقدرة ختم أقل مقارنةً مع **ERRM** و **MTA** .

الباب السادس

التوصيات والمقترحات

Recommendations & Suggestions

التوصيات و المقترحات :

- نوصي باستخدام مادة الـ **ERRM** في إصلاح انثقابات مفترق الجذور .
- عند استخدام مادة MTAعلينا الحرص على المحافظة على الوصول لقوام مناسب للمزيج قبل تطبيقه مباشرة لأن بقاء المزيج على لوحة المزج لمدة طويلة يؤدي إلى بلمهته والحصول على مزيج رملي جاف ويمكننا تجنب ذلك بإضافة القليل من الماء إليه في حال حدوث ذلك ،وخاصة بأنها تحتاج إلى الرطوبة لتتصلب و الاهتمام بالوصول إلى مزيج ذو لزوجة كافية.
- لم تستطع مادة **GIC** تحقيق نتائج ختم جيدة لذلك ينصح بعدم تطبيقها في ختم انثقابات مفترق الجذور.
- نقترح إجراء دراسات أخرى مكمّلة لهذه الدراسة تركّز على الجانب السريري حتى نصل إلى رؤية شاملة حول تطبيق المواد المستخدمة في إصلاح انثقابات مفترق الجذور .
- نقترح اجراء أبحاث سريرية ونسيجية على هذه المادة للوقوف عند آلية عملها وفعاليتها في ختم الانثقابات وتوسيع نطاق البحث ليشمل مجالات اخرى مثل بتر لب _ امتصاص داخلي و خارجي _تغطية اللب.
- نقترح إجراء دراسات أخرى تتناول الجانب الحيوي للمواد المستخدمة في إصلاح انثقاب مفترق الجذور.

الباب السابع

المراجع

References

المراجع العربية:

(البني . صفوح ، ركاب .محمد سالم: مداواة الأسنان اللبيّة (القسم النظري): علوم أساسيّة ، البحث عن المعرفة ، منشورات جامعة البعث ، ١٩٩٧-١٩٩٨ :١- ١,٨

المراجع الانجليزية :

1. Abou-Rass, M., et al. (1980). "The anticurvature filing method to prepare the curved root canal." The Journal of the American Dental Association **101**(5): 792-794.
2. Aggarwal, V., et al. (2013). "Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair." Journal of Conservative Dentistry **16**(5): 462.
3. Aguirre, R., et al. (1986). "Evaluation of the repair of mechanical furcation perforations using amalgam, gutta-percha, or indium foil." Journal of endodontics **12**(6): 249-256.
4. Al-Daafas, A. and S. Al-Nazhan (2007). "Histological evaluation of contaminated furcal perforation in dogs' teeth repaired by MTA with or without internal matrix." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **103**(3): e92-e99.
5. Al-Hezaimi, K., et al. (2009). "Successful treatment of a radicular groove by intentional replantation and Emdogain therapy: four years follow-up." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **107**(3): e82-e85.
6. AlAnezi, A. Z., et al. (2010). "Cytotoxicity evaluation of endosequence root repair material." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **109**(3): e122-e125.
7. Alhadainy, H. A. (1994). "Root perforations: a review of literature." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **78**(3): 368-374.
8. Alhadainy, H. A. and V. T. Himel (1993). "Evaluation of the sealing ability of amalgam, Cavit, and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **75**(3): 362-366.
9. Alhadainy, H. A. and V. T. Himel (1994). "An in vitro evaluation of plaster of Paris barriers used under amalgam and glass ionomer to repair furcation perforations." Journal of endodontics **20**(9): 449-452.
10. American Association of Endodontists.Glossary of Endodontic Terms.(7th ed), Chicago :American Association of Endodontists.(2003)
11. American Association of Endodontists.Glossary of Endodontic Terms,(8th ed), Chicago: American Association of Endodontists.(2012) Available at: http://pages.nxtbook.com/nxtbooks/aae/endodonticglossary/offline/aae_endodonticglossary.pdf. AccessDecember29,2013.
12. Aminoshariae, A., et al. (2003). "Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques." Journal of endodontics **29**(10): 679-682.
13. Andersson, Ö. and J. Dahl (1994). "Aluminium release from glass ionomer cements during early water exposure in vitro." Biomaterials **15**(11): 882-888.

14. Anthony, L. P. and L. I. Grossman (1945). "A brief history of root-canal therapy in the United States." The Journal of the American Dental Association **32**(1): 43-50.
15. Aqrabawi, J. (2000). "Endodontics: Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials." British dental journal **188**(5): 266-268.
16. Arens, D. E. and M. Torabinejad (1996). "Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: two case reports." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **82**(1): 84-88.
17. Attik, G. N., et al. (2014). "In vitro biocompatibility of a dentine substitute cement on human MG63 osteoblasts cells: Biodentine versus MTA((R))." Int Endod J **47**(12): 1133-1141.
18. Balla, R., et al. (1991). "Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and Life." J Endod **17**(5): 234-238.
19. Balla, R., et al. (1991). "Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and Life." Journal of endodontics **17**(5): 234-238.
20. Bargholz, C. (2005). "Perforation repair with mineral trioxide aggregate: a modified matrix concept." International endodontic journal **38**(1): 59-69.
21. Barkhordar, R. and B. Javid (1999). "Treatment of endodontic perforations by guided tissue regeneration." General dentistry **48**(4): 422-426; quiz 427-428.
22. Barthel, C. R., et al. (2006). "Bacterial leakage in roots filled with different medicaments and sealed with Cavit." Journal of endodontics **32**(2): 127-129.
23. Beavers, R., et al. (1986). "Periodontal wound healing following intentional root perforations in permaent teeth of Macaca mulatta." International endodontic journal **19**(1): 36-44.
24. Bellam, K. K., et al. (2009). "In vitro evaluation of bacterial leakage through different perforation repair materials of teeth." J Appl Biomater Biomech **7**(3): 179-184.
25. Belobrov, I. and P. Parashos (2011). "Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate." Journal of endodontics **37**(7): 1017-1020.
26. Bender, I. and L. E. Rossman (1993). "Intentional replantation of endodontically treated teeth." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **76**(5): 623-630.
27. Benenati, F. W., et al. (1986). "Recall evaluation of latrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha." Journal of endodontics **12**(4): 161-166.
28. Bioceramics. In:Encyclopedia Britannica(2009).Available at :http://www. Britannica.com/EBchecked/topic/65775/bioceramics.AccessedMay2010Availabl e at: http://www.brasselerusa.com/pdf/B_3248_ES_RRM_NPR.pdf.
29. Bodrumlu, E. (2008). "Biocompatibility of retrograde root filling materials: a review." Australian Endodontic Journal **34**(1): 30-35.
30. Bogaerts, P. (1997). "Treatment of root perforations with calcium hydroxide and SuperEBA cement: a clinical report." International endodontic journal **30**(3): 210-219.
31. Bortoluzzi, E. A., et al. (2007). "Marginal gingiva discoloration by gray MTA: a case report." Journal of endodontics **33**(3): 325-327.
32. Bortoluzzi, E. A., et al. (2008). "Mineral trioxide aggregate with or without calcium chloride in pulpotomy." Journal of endodontics **34**(2): 172-175.

33. Brasseler USA Co .Endosequence root repair material paste,Information. (2010) [updated2010Dec].Availablefrom:http://www.brasselerusa.com/display.cfm?pid =newproducts.
34. Brook, I. and P. Hatton (1998). "Glass-ionomers: bioactive implant materials." Biomaterials **19**(6): 565-571.
35. Callis, P. D. and A. Santini (1987). "Tissue response to retrograde root fillings in the ferret canine: a comparison of a glass ionomer cement and gutta-percha with sealer." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **64**(4): 475-479.
36. Camilleri, J. (2008). "Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate." International endodontic journal **41**(5): 408-417.
37. Camilleri, J. (2011). "Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial." Dental Materials **27**(8): 836-844.
38. Camilleri, J. (2011). "Evaluation of the effect of intrinsic material properties and ambient conditions on the dimensional stability of white mineral trioxide aggregate and Portland cement." Journal of endodontics **37**(2): 239-245.
39. Camilleri, J., et al. (2005). "The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use." International endodontic journal **38**(11): 834-842.
40. Camilleri, J. and T. Pitt Ford (2006). "Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material." International endodontic journal **39**(10): 747-754.
41. Camps, J. and D. Pashley (2003). "Reliability of the dye penetration studies." Journal of endodontics **29**(9): 592-594.
42. Cattani-Lorente, M.-A., et al. (1994). "Mechanical behavior of glass ionomer cements affected by long-term storage in water." Dental Materials **10**(1): 37-44.
43. Charland, T., et al. (2013). "An evaluation of setting time of mineral trioxide aggregate and EndoSequence root repair material in the presence of human blood and minimal essential media." Journal of endodontics **39**(8): 1071-1072.
44. Chen, I., et al. (2016). "A New Calcium Silicate-based Bioceramic Material Promotes Human Osteo- and Odontogenic Stem Cell Proliferation and Survival via the Extracellular Signal-regulated Kinase Signaling Pathway." J Endod **42**(3): 480-486.
45. Ciasca, M., et al. (2012). "A comparison of the cytotoxicity and proinflammatory cytokine production of EndoSequence root repair material and ProRoot mineral trioxide aggregate in human osteoblast cell culture using reverse-transcriptase polymerase chain reaction." Journal of endodontics **38**(4): 486-489.
46. Çiftçi, A., et al. (2009). "Coronal microleakage of four endodontic temporary restorative materials: an in vitro study." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **108**(4): e67-e70.
47. Clauder, T. and S.-J. Shin (2006). "Repair of perforations with MTA: clinical applications and mechanisms of action." Endodontic Topics **15**(1): 32-55.
48. Coaguila-Llerena, H., et al. (2016). "In Vitro Cytotoxicity Evaluation of Three Root-End Filling Materials in Human Periodontal Ligament Fibroblasts." Braz Dent J **27**(2): 187-191.
49. Cohen S, Liewehr F.Diagnostic procedures. In: Cohen S,Burns RC, eds. Pathways of the Pulp,(8th ed). St Louis, MO: CV Mosby. (2002)Damas, B. A., et al. (2011). "Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence bioceramic root repair materials." Journal of endodontics **37**(3): 372-375.

50. Dammaschke, T., et al. (2005). "Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements." Dental Materials **21**(8): 731-738.
51. Daoudi, M. F. and W. P. Saunders (2002). "In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope." Journal of endodontics **28**(7): 512-515.
52. Darvell, B. and R. Wu (2011). "“MTA”—an Hydraulic Silicate Cement: review update and setting reaction." Dental Materials **27**(5): 407-422.
53. Davidson, C. L. and I. A. Mjör (1999). Advances in glass-ionomer cements, Quintessence Publishing Co, Inc.
54. de Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, et al (2008)." Treatment outcome in endodontics": The Toronto study—phase 4: Initial treatment. J Endod 34:258–63
55. Demiralp, B., et al. (2003). "Intentional replantation for periodontally involved hopeless teeth." Dental Traumatology **19**(1): 45-51.
56. Derkson, G. D., et al. (1986). "Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method." The Journal of prosthetic dentistry **56**(4): 435-440.
57. DeSchepper, E., et al. (1989). "Antibacterial effects of glass ionomers." American Journal of dentistry **2**(2): 51-56.
58. Deutsch, A. S. and B. L. Musikant (2004). "Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers." Journal of endodontics **30**(6): 388-390.
59. Dijken, J. v. (1996). "Four-year evaluation of the effect of 10% polyacrylic acid or water rinsing pretreatment on retention of glass polyalkenoate cement." European journal of oral sciences **104**(1): 64-66.
60. Dreger, L. A. S., et al. (2012). "Mineral trioxide aggregate and Portland cement promote biomineralization in vivo." Journal of endodontics **38**(3): 324-329.
61. Earl, M. and R. Ibbetson (1986). "The clinical disintegration of a glass-ionomer cement." British dental journal **161**(8): 287.
62. El Tawil, S. B., et al. (2011). "Sealing ability of MTA versus Portland cement in the repair of furcal perforations of primary molars: A dye extraction leakage model." J Am Sci **7**: 1037-1043.
63. ElDeeb, M. E., et al. (1982). "An evaluation of the use of amalgam, Cavit, and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations." Journal of endodontics **8**(10): 459-466.
64. Escobar, C., et al. (1986). "A comparative study between injectable low-temperature (70° C) gutta-percha and silver amalgam as a retroseal." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **61**(5): 504-507.
65. Estrela, C., et al. (2008). "A new periapical index based on cone beam computed tomography." Journal of endodontics **34**(11): 1325-1331.
66. Felman, D. and P. Parashos (2013). "Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate." Journal of endodontics **39**(4): 484-487.
67. Ferris, D. M. and J. C. Baumgartner (2004). "Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate." Journal of endodontics **30**(6): 422-424.
68. Fischer, E. J., et al. (1998). "Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material." Journal of endodontics **24**(3): 176-179.
69. Ford, T. R., et al. (1995). "Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations." Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod **79**(6): 756-763.

70. Ford, T. R. P., et al. (1995). "Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **79**(6): 756-763.
71. Francischone, C. E., et al. (2005). "Apicectomy with the Er: YAG laser or bur, followed by retrograde root filling with zinc oxide/eugenol or sealer 26." Photomedicine and Laser Therapy **23**(4): 395-398.
72. Friedl, K. H., et al. (1997). "Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and influence on Streptococcus mutans growth." European journal of oral sciences **105**(1): 81-85.
73. Friedman, S. (2002). "Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure)." Endodontic Topics **1**(1): 54-78.
74. Fuss, Z., et al. (2000). "Sealing furcation perforations with silver glass ionomer cement: an in vitro evaluation." Journal of endodontics **26**(8): 466-468.
75. Fuss, Z., et al. (1996). "Determination of location of root perforations by electronic apex locators." Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod **82**(3): 324-329.
76. Fuss, Z., et al. (1996). "Determination of location of root perforations by electronic apex locators." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **82**(3): 324-329.
77. Fuss, Z. and M. Trope (1996). "Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors." Dental Traumatology **12**(6): 255-264.
78. Gernhardt, C., et al. (2004). "Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant." International endodontic journal **37**(4): 272-280.
79. Gogna, R., et al. (2011). "A comparative in vitro study of microleakage by a radioactive isotope and compressive strength of three nanofilled composite resin restorations." Journal of Conservative Dentistry **14**(2): 128.
80. Goon, W. W. and W. P. Lundergan (1995). "Redemption of a perforated furcation with a multidisciplinary treatment approach." Journal of endodontics **21**(11): 576-579.
81. Gordon, M. and N. Chandler (2004). "Electronic apex locators." International endodontic journal **37**(7): 425-437.
82. Grossman, L. (1957). "The management of accidents encountered in endodontic practice." Dent Clin North Am **2**(11).
83. Grossman, L. I. (1939). "A study of temporary fillings as hermetic sealing agents." Journal of Dental Research **18**(1): 67-71.
84. Grossman, L. I. (1966). "Intentional replantation of teeth." The Journal of the American Dental Association **72**(5): 1111-1118.
85. Grossman, L. I. (1981). "A personal history of dental practice: 1920–1980." The Journal of the American Dental Association **102**(3): 360-365.
86. Guneser, M. B., et al. (2013). "Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials." J Endod **39**(3): 380-384.
87. Gutmann JL, Harrison JW.Surgical Endodontics Boston MA: Blackwell Scientific Publications,p. (1991) 409.
88. Gutmann, J. L. and J. W. Harrison (1991). Surgical endodontics, Ishiyaku EuroAmerica.
89. Haghgoo, R., et al. (2014). "An In vitro Comparison of Furcal Perforation Repaired with Pro-root MTA and New Endodontic Cement in Primary Molar Teeth- A Microleakage Study." J Dent **15**(1): 28-32.

90. Hamad, H. A., et al. (2006). "Furcation perforation repair comparing gray and white MTA: a dye extraction study." J Endod **32**(4): 337-340.
91. Han, L. and T. Okiji (2013). "Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials." International endodontic journal **46**(9): 808-814.
92. Hansen, S. W., et al. (2011). "Comparison of intracanal EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA to induce pH changes in simulated root resorption defects over 4 weeks in matched pairs of human teeth." Journal of endodontics **37**(4): 502-506.
93. Hardy, I., et al. (2004). "Sealing ability of One-Up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials." Journal of endodontics **30**(9): 658-661.
94. Hartwell, G. R. and M. C. England (1993). "Healing of furcation perforations in primate teeth after repair with decalcified freeze-dried bone: a longitudinal study." Journal of endodontics **19**(7): 357-361.
95. Hashem, A. A. and E. E. Hassanien (2008). "ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study." J Endod **34**(1): 59-61.
96. Hashem, A. A. R. and S. A. W. Amin (2012). "The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an in vitro comparative study." Journal of endodontics **38**(2): 245-249.
97. Hashem, A. A. R. and E. E. Hassanien (2008). "ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study." Journal of endodontics **34**(1): 59-61.
98. Herrera, M., et al. (1999). "Antibacterial activity of glass-ionomer restorative cements exposed to cavity-producing microorganisms." Operative Dentistry **24**: 286-291.
99. Himel, V. T., et al. (1985). "Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide." Journal of endodontics **11**(4): 161-165.
100. Hirschberg, C. S., et al. (2013). "Comparison of sealing ability of MTA and EndoSequence Bioceramic Root Repair Material: a bacterial leakage study." Quintessence international **44**(5).
101. Holland, R., et al. (1999). "Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer." Journal of endodontics **25**(11): 728-730.
102. Holland, R., et al. (2001). "Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations." J Endod **27**(4): 281-284.
103. Holland, R., et al. (2007). "Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate." Journal of endodontics **33**(6): 693-697.
104. Holland, R., et al. (2001). "Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations." Journal of endodontics **27**(4): 281-284.
105. Hovland, E. J. and T. Dumsha (1997). "Problems in the management of tooth resorption." Problem solving in endodontics. 3rd ed. St. Louis: CV Mosby: 253-276.
106. Hülsmann, M., et al. (2003). "Comparative study of root-canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instruments." International endodontic journal **36**(11): 748-756.

107. Ibarrola, J. L., et al. (2008). "Repair of a large furcation perforation: a four-year follow-up." Journal of endodontics **34**(5): 617-619.
108. Ingle, J. I. (1961). "A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **14**(1): 83-91.
109. Ioannidis, K., et al. (2013). "Spectrophotometric analysis of coronal discolouration induced by grey and white MTA." International endodontic journal **46**(2): 137-144.
110. Islam, I., et al. (2006). "Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement." Journal of endodontics **32**(3): 193-197.
111. Jang, J.-H., et al. (2013). "Tooth discoloration after the use of new pozzolan cement (Endocem) and mineral trioxide aggregate and the effects of internal bleaching." Journal of endodontics **39**(12): 1598-1602.
112. Jeevani, E., et al. (2014). "Evaluation of sealing ability of MM-MTA, Endosequence, and biodentine as furcation repair materials: UV spectrophotometric analysis." Journal of Conservative Dentistry **17**(4): 340.
113. Jew, R. C., et al. (1982). "A histologic evaluation of periodontal tissues adjacent to root perforations filled with Cavit." Oral Surg Oral Med Oral Pathol **54**(1): 124-135.
114. Kamburoğlu, K., et al. (2015). "An ex vivo comparison of diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in the detection of furcal perforations." Journal of endodontics **41**(5): 696-702.
115. Kaufman, A. (1976). "The sono-explorer as an auxiliary device in endodontics." Refu'at ha-peh ṿeha-shinayim (Tel Aviv, Israel: 1969) **25**(3): 27.
116. Kawase, T. and A. Suzuki (1989). "Studies on the transmembrane migration of fluoride and its effects on proliferation of L-929 fibroblasts (L cells) in vitro." Archives of oral biology **34**(2): 103-107.
117. Kazemi, R. B., et al. (1994). "Assessment of marginal stability and permeability of an interim restorative endodontic material." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **78**(6): 788-796.
118. Kim, S. and S. Kratchman (2006). "Modern endodontic surgery concepts and practice: a review." Journal of endodontics **32**(7): 601-623.
119. Kim, S. and S. Rethnam (1997). "Hemostasis in endodontic microsurgery." Dental clinics of North America **41**(3): 499-511.
120. Koenig, K., et al. (1987). "Intentional replantation: a report of 192 cases." General dentistry **36**(4): 327-331.
121. Kogan, P., et al. (2006). "The effects of various additives on setti
122.
123. ng properties of MTA." Journal of endodontics **32**(6): 569-572.
124. Krasner, P. and H. J. Rankow (2004). "Anatomy of the pulp-chamber floor." Journal of endodontics **30**(1): 5-16.
125. Krupalini, K. and K. Jayalakshmi (2002). "A comparative evaluation of medicated calcium sulphate, hydroxylapatite, mineral trioxide aggregate (MTA) as barrier and their effect on the sealing ability of furcation perforation repair material--an in vitro study." Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research **14**(3): 156-161.
126. Kuttler, S., et al. (2004). "The impact of post space preparation with Gates-Glidden drills on residual dentin thickness in distal roots of mandibular molars." The Journal of the American Dental Association **135**(7): 903-909.

127. KVINNSLAND, I., et al. (1989). "A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation." International endodontic journal **22**(2): 75-84.
128. Lantz, B. and P. Persson (1965). "Experimental root perforation in dogs' teeth. A roentgen study." Odontologisk revy **16**(3): 238.
129. Lantz, B. and P. Persson (1967). "Periodontal tissue reactions after root perforations in dog's teeth. A histologic study." Odontologisk tidskrift **75**(3): 209-237.
130. Lee, S.-J., et al. (1993). "Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations." Journal of endodontics **19**(11): 541-544.
131. Lee, Y.-L., et al. (2004). "Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate." Biomaterials **25**(5): 787-793.
132. Lemon, R. R. (1992). "Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept." Dent Clin North Am **36**(2): 439-457.
133. Lemon, R. R. (1992). "Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept." Dental clinics of North America **36**(2): 439-457.
134. Lemon, R. R., et al. (1993). "Ferric sulfate hemostasis: effect on osseous wound healing. I. Left in situ for maximum exposure." Journal of endodontics **19**(4): 170-173.
135. Lenherr, P., et al. (2012). "Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study." International endodontic journal **45**(10): 942-949.
136. Lodiene, G., et al. (2011). "Sealing ability of mineral trioxide aggregate, glass ionomer cement and composite resin when repairing large furcal perforations." British dental journal **210**(5): E7-E7.
137. Lolayekar, N., et al. (2009). "Sealing ability of ProRoot MTA and MTA-Angelus simulating a one-step apical barrier technique-an in vitro study." Journal of Clinical Pediatric Dentistry **33**(4): 305-310.
138. Loushine, B. A., et al. (2011). "Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer." Journal of endodontics **37**(5): 673-677.
139. Lovato, K. F. and C. M. Sedgley (2011). "Antibacterial activity of endosequence root repair material and proroot MTA against clinical isolates of Enterococcus faecalis." Journal of endodontics **37**(11): 1542-1546.
140. Ma, J., et al. (2011). "Biocompatibility of two novel root repair materials." Journal of endodontics **37**(6): 793-798.
141. Ma, J., et al. (2011). "Biocompatibility of two novel root repair materials." J Endod **37**(6): 793-798.
142. Machado, J., et al. (2016). "The Effects of Endosequence Root Repair Material on Differentiation of Dental Pulp Cells." Journal of endodontics **42**(1): 101-105.
143. Main, C., et al. (2004). "Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study." Journal of endodontics **30**(2): 80-83.
144. Makkawy, H.-A. M., et al. (1998). "Cytotoxicity of root perforation repair materials." Journal of endodontics **24**(7): 477-479.
145. Malik, G., et al. (2013). "Comparative evaluation of intracanal sealing ability of mineral trioxide aggregate and glass ionomer cement: An in vitro study." Journal of Conservative Dentistry **16**(6): 540.
146. MAROTO, M. (2005). "Dentin bridge formation after mineral trioxide aggregate (MTA) geitknmofie pulpotomies in primary teeth." American Journal of dentistry **18**(3).

147. Menezes, R., et al. (2005). "MTA repair of a supracrestal perforation: a case report." Journal of endodontics **31**(3): 212-214.
148. Mente, J., et al. (2014). "Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations-long-term results." J Endod **40**(6): 790-796.
149. Miracle, A. and S. Mukherji (2009). "Conebeam CT of the head and neck, part 1: physical principles." American Journal of Neuroradiology **30**(6): 1088-1095.
150. Mooney, G. C. and S. North (2008). "The current opinions and use of MTA for apical barrier formation of non-vital immature permanent incisors by consultants in paediatric dentistry in the UK." Dental Traumatology **24**(1): 65-69.
151. Moradi, S., et al. (2013). "Use of fluid filtration method to evaluate the effect of master cone size on the apical seal of severely curved root canals." Journal of oral science **55**(2): 93-98.
152. Moradi, S., et al. (2015). "Comparison of fluid filtration and bacterial leakage techniques for evaluation of microleakage in endodontics." Dental research journal **12**(2): 109.
153. Moradi, S., et al. (2009). "Evaluation of microleakage following application of a dentin bonding agent as root canal sealer in the presence or absence of smear layer." Journal of oral science **51**(2): 207-213.
154. Moreinis, S. A. (1979). "Avoiding perforation during endodontic access." The Journal of the American Dental Association **98**(5): 707-712.
155. Moshonov, J., et al. (2009). "Endoscopic root canal treatment." Quintessence international **40**(9): 739-744.
156. Müller, J., et al. (1990). "An experimental study on the biocompatibility of lining cements based on glass ionomer as compared with calcium hydroxide." Dental Materials **6**(1): 35-40.
157. Nagesh, B., et al. (2016). "Scanning electron microscopy (SEM) evaluation of sealing ability of MTA and EndoSequence as root-end filling materials with chitosan and carboxymethyl chitosan (CMC) as retrograde smear layer removing agents." Journal of conservative dentistry: JCD **19**(2): 143.
158. Nair, U., et al. (2011). "A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using Enterococcus faecalis." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **112**(2): e74-e77.
159. Nakata, T., et al. (1998). "Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model." Journal of endodontics **24**(3): 184-186.
160. Nasseh, A. (2009). "The rise of bioceramics." Endodontic Practice **2**: 17-22.
161. Nicholls, E. (1962). "Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity." Oral surgery, oral medicine, oral pathology **15**(5): 603-612.
162. Nikoloudaki, G. E., et al. (2014). "A Comparative In-Vitro Study of Sealing Ability of Four Different Materials Used in Furcation Perforation." Open Journal of Stomatology **2014**.
163. Oswald, R. (1979). "Procedural accidents and their repair." Dental clinics of North America **23**(4): 593.
164. Pace, R., et al. (2008). "Mineral trioxide aggregate as repair material for furcal perforation: case series." Journal of endodontics **34**(9): 1130-1133.

165. Pappen, A., et al. (2005). "An in vitro study of coronal leakage after intraradicular preparation of cast-dowel space." The Journal of prosthetic dentistry **94**(3): 214-218.
166. Parirokh, M., et al. (2011). "A comparative study of using a combination of calcium chloride and mineral trioxide aggregate as the pulp-capping agent on dogs' teeth." Journal of endodontics **37**(6): 786-788.
167. Parirokh, M. and M. Torabinejad (2010). "Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part I: chemical, physical, and antibacterial properties." Journal of endodontics **36**(1): 16-27.
168. Parirokh, M. and M. Torabinejad (2010). "Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action." Journal of endodontics **36**(3): 400-413.
169. Park, S.-J., et al. (2014). "Odontogenic effect of a fast-setting pozzolan-based pulp capping material." Journal of endodontics **40**(8): 1124-1131.
170. Petersson, K., et al. (1985). "Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth." Dental Traumatology **1**(1): 22-28.
171. Poi, W. R., et al. (1999). "Treatment of root perforation by intentional reimplantation: a case report." Dental Traumatology **15**(3): 132-134.
172. Pusinanti, L., et al. (2013). "A simplified post preparation technique after Thermafil obturation: evaluation of apical microleakage and presence of voids using methylene blue dye penetration." Annali di stomatologia **4**(2): 184.
173. Rafter, M. (2005). "Apexification: a review." Dental Traumatology **21**(1): 1-8.
174. Rafter, M., et al. (2002). "Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations." International endodontic journal **35**(9): 775-783.
175. Raghoebar, G. M. and A. Vissink (1999). "Results of intentional replantation of molars." Journal of oral and maxillofacial surgery **57**(3): 240-244.
176. Rea, D., et al. (2004). "In Vitro Bonding to Nd: YAG Laser Treated Dentin."
177. Reyes-Carmona, J. F., et al. (2009). "Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid." Journal of endodontics **35**(5): 731-736.
178. Reyes-Carmona, J. F., et al. (2010). "Host–mineral trioxide aggregate inflammatory molecular signaling and biomineralization ability." Journal of endodontics **36**(8): 1347-1353.
179. .
180. Roberts, H. W., et al. (2008). "Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature." Dental Materials **24**(2): 149-164.
181. Roda, R. S. (2001). "Root perforation repair: surgical and nonsurgical management." Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD **13**(6): 467-472; quiz 474.
182. Rud, J., et al. (1972). "A multivariate analysis of the influence of various factors upon healing after endodontic surgery." International journal of oral surgery **1**(5): 258-271.
183. Ruddle CJ.Non-surgical endodontic retreatment. In CohenS, Burns RC, editors: Pathways of the pulp,(ed 8), St Louis, Mosby, (2002) p 875 .
184. Ruiz, M., et al. (2013). "Ex vivo study of bacterial coronal leakage in indirect pulp treatment."

185. Samiee, M., et al. (2010). "Repair of furcal perforation using a new endodontic cement." Clin Oral Investig **14**(6): 653-658.
186. Sanghavi*, D. T., et al. (2013). "Comparative Analysis Of Sealing Ability Of Biodentin And Calcium Phosphate Cement Against Mineral Trioxide Aggregate (Mta) As A Furcal Perforation Repair Material (An In Vitro Study)." NJIRM **4**(3): 56-60.
187. Sarkar, N., et al. (2005). "Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate." Journal of endodontics **31**(2): 97-100.
188. Sawyer, A. N., et al. (2012). "Effects of calcium silicate–based materials on the flexural properties of dentin." Journal of endodontics **38**(5): 680-683.
189. Scarfe, W. C. (2012). "A comparison of maxillofacial CBCT and medical CT." Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America: Digital Technologies in Oral and Maxillofacial Surgery **20**(1): 1.
190. Schäfer, E., et al. (2004). "Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study." Journal of endodontics **30**(6): 432-435.
191. Schwartz, R. S., et al. (1999). "Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics." The Journal of the American Dental Association **130**(7): 967-975.
192. Schwartz, R. S. and J. W. Robbins (2004). "Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review." Journal of endodontics **30**(5): 289-301.
193. Schwartz, S. A. and J. B. Alexander (1988). "A comparison of leakage between silver-glass ionomer cement and amalgam retrofillings." Journal of endodontics **14**(8): 385-391.
194. Seltzer, S., et al. (1970). "Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures." Journal of Dental Research **49**(2).
195. Seppa, L., et al. (1993). "The effect of fluoride application on fluoride release and the antibacterial action of glass Ionomers." Journal of Dental Research **72**(9): 1310-1314.
196. Shahi, S., et al. (2009). "Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study." J Oral Sci **51**(4): 601-606.
197. Shahi, S., et al. (2011). "Comparison of the sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement used as root-end filling materials." Journal of oral science **53**(4): 517-522.
198. Shemesh, H., et al. (2011). "The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations." J Endod **37**(4): 513-516.
199. Shemesh, H., et al. (2007). "The ability of optical coherence tomography to characterize the root canal walls." Journal of endodontics **33**(11): 1369-1373.
200. Shokouhinejad, N., et al. (2010). "Effect of acidic environment on the push-out bond strength of mineral trioxide aggregate." Journal of endodontics **36**(5): 871-874.
201. Shokouhinejad, N., et al. (2016). "Evaluation and Comparison of Occurrence of Tooth Discoloration after the Application of Various Calcium Silicate-based Cements: An Ex Vivo Study." J Endod **42**(1): 140-144.

202. Shokouhinejad, N., et al. (2012). "Bioactivity of EndoSequence root repair material and bioaggregate." International endodontic journal **45**(12): 1127-1134.
203. Shuman, I. E. (1998). "Repair of a root perforation with a resin-ionomer using an intentional replantation technique." General dentistry **47**(4): 392-395.
204. Sidhu, S. and G. Schmalz (2001). "The biocompatibility of glass-ionomer cement materials. A status report for the American Journal of Dentistry." American Journal of dentistry **14**(6): 387-396.
205. Siew, K., et al. (2015). "Treatment outcome of repaired root perforation: a systematic review and meta-analysis." Journal of endodontics **41**(11): 1795-1804.
206. Sinai, I. H. (1977). "Endodontic perforations: their prognosis and treatment." The Journal of the American Dental Association **95**(1): 90-95.
207. Sinai, I. H., et al. (1989). "An evaluation of tricalcium phosphate as a treatment for endodontic perforations." Journal of endodontics **15**(9): 399-403.
208. Singh, P., et al. (2013). "Sealing ability of mineral trioxide aggregate, calcium phosphate cement, and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations." Acta Med (Hradec Kralove) **56**: 97-103.
209. Siqueira, J. F., et al. (2001). "Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage." Journal of endodontics **27**(11): 673-675.
210. Sluyk, S., et al. (1998). "Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material." Journal of endodontics **24**(11): 768-771.
211. Strömberg, T., et al. (1972). "Endodontic treatment of traumatic root perforations in man. A clinical and roentgenological follow-up study." Svensk tandläkare tidskrift. Swedish dental journal **65**(9): 457.
212. Surgical endodontics. Boston; Blackwell.(1991). 409: 22
213. Tang, P.-M., et al. (1996). "Intentional replantation for iatrogenic perforation of the furcation: A case report." Quintessence international **27**(10).
214. Tapsir, Z., et al. (2013). "Sealing ability of various restorative materials as coronal barriers between endodontic appointments." The journal of contemporary dental practice **14**(1): 47.
215. Tay, F. R., et al. (2001). "Effect of different conditioning protocols on adhesion of a GIC to dentin." Journal of Adhesive Dentistry **3**(2).
216. Tobias, R., et al. (1985). "Antibacterial activity of dental restorative materials." International endodontic journal **18**(3): 161-171.
217. Torabinejad, M. and N. Chivian (1999). "Clinical applications of mineral trioxide aggregate." Journal of endodontics **25**(3): 197-205.
218. Torabinejad, M., et al. (1994). "Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination." Journal of endodontics **20**(4): 159-163.
219. Torabinejad, M., et al. (1995). "Physical and chemical properties of a new root-end filling material." Journal of endodontics **21**(7): 349-353.
220. Torabinejad, M. and M. Parirokh (2010). "Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations." Journal of endodontics **36**(2): 190-202.
221. Torabinejad, M., et al. (1995). "Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material." Journal of endodontics **21**(3): 109-112.

222. Torabinejad, M., et al. (1995). "Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials." Journal of endodontics **21**(6): 295-299.
223. Torabinejad, M., et al. (1990). "In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth." Journal of endodontics **16**(12): 566-569.
224. Torabinejad, M. and R. E. Walton (2002). Principles and practice of endodontics, Saunders Philadelphia.
225. Torabinejad, M., et al. (2015). Endodontics : principles and practice, Elsevier.
226. Torabinejad, M., et al. (1993). "Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material." J Endod **19**(12): 591-595.
227. Touré, B., et al. (2011). "Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study." Journal of endodontics **37**(11): 1512-1515.
228. Tsesis, I. and Z. V. I. Fuss (2006). "Diagnosis and treatment of accidental root perforations." Endodontic Topics **13**(1): 95-107.
229. Tsesis, I., et al. (2006). "Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique." Journal of endodontics **32**(5): 412-416.
230. Üçtasli, M. and A. Tinaz (2000). "Microleakage of different types of temporary restorative materials used in endodontics." J Oral Sci **42**(2): 63-67.
231. Uranga, A., et al. (1999). "A comparative study of four coronal obturation materials in endodontic treatment." J Endod **25**(3): 178-180.
232. Vajrabhaya, L.-o., et al. (2006). "Biocompatibility of furcal perforation repair material using cell culture technique: Ketac Molar versus ProRoot MTA." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **102**(6): e48-e50.
233. Villat, C., et al. (2010). "Impedance methodology: a new way to characterize the setting reaction of dental cements." Dental Materials **26**(12): 1127-1132.
234. Vy, C. H., et al. (2004). "Cardiovascular effects and efficacy of a hemostatic agent in periradicular surgery." Journal of endodontics **30**(6): 379-383.
235. Walia, H., et al. (1988). "Use of a hemostatic agent in the repair of procedural errors." Journal of endodontics **14**(9): 465-468.
236. Walsh, R. M., et al. (2014). "Evaluation of compressive strength of hydraulic silicate-based root-end filling materials." Journal of endodontics **40**(7): 969-972.
237. Wang, Z. (2015). "Bioceramic materials in endodontics." Endodontic Topics **32**(1): 3-30.
238. Watts, J. D., et al. (2007). "Effects of pH and mixing agents on the temporal setting of tooth-colored and gray mineral trioxide aggregate." J Endod **33**(8): 970-973.
239. Webber, R. (1983). Traumatic injuries and the expanded endodontic role of calcium hydroxide, Techniques in clinical endodontics, Philadelphia WB, Saunders.
240. Wei, W., et al. (2012). "Effects of an experimental calcium aluminosilicate cement on the viability of murine odontoblast-like cells." Journal of endodontics **38**(7): 936-942.

241. Weine, F. S. (1980). "The case against intentional replantation." The Journal of the American Dental Association **100**(5): 664-668.
242. Weldon, J. K., et al. (2002). "Sealing ability of mineral trioxide aggregate and super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study." Journal of endodontics **28**(6): 467-470.
243. White Jr, C. and N. Bryant (2002). "Combined therapy of mineral trioxide aggregate and guided tissue regeneration in the treatment of external root resorption and an associated osseous defect." Journal of periodontology **73**(12): 1517-1521.
244. Wilson, A. D. and B. Kent (1972). "A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement." British dental journal **132**(4): 133-135.
245. Wilson, A. D. and J. W. McLean (1988). Glass-ionomer cement, Quintessence Pub Co.
246. Witherspoon, D. and J. Gutmann (1996). "Haemostasis in periradicular surgery." International endodontic journal **29**(3): 135-149.
247. Wong, R. and F. Cho (1997). "Microscopic management of procedural errors." Dent Clin North Am **41**(3): 455-479.
248. Wu, M.-K., et al. (1998). "Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials." Journal of Dentistry **26**(7): 585-589.
249. Wu, M.-K., et al. (2005). "The risk of furcal perforation in mandibular molars using Gates-Glidden drills with anticurvature pressure." Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology **99**(3): 378-382.
250. WU, M. K., et al. (1993). "Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings." International endodontic journal **26**(4): 203-208.
251. Yeung, P., et al. (2006). "A quantitative comparison of the fill density of MTA produced by two placement techniques." Journal of endodontics **32**(5): 456-459.
252. Zaia, A., et al. (2002). "An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth." International endodontic journal **35**(9): 729-734.
253. Zakizadeh, P., et al. (2008). "A novel approach in assessment of coronal leakage of intraorifice barriers: a saliva leakage and micro-computed tomographic evaluation." Journal of endodontics **34**(7): 871-875.
254. Zetterqvist, L., et al. (1988). "Microleakage of retrograde fillings–a comparative investigation between amalgam and glass ionomer cement in vitro." International endodontic journal **21**(1): 1-8.
255. Zhou, H.-m., et al. (2013). "In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material." Journal of endodontics **39**(4): 478-483.
256. Zmener, O., et al. (2008). "Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study." Journal of endodontics **34**(1): 76-79.

الملخص

(عربي – انكليزي)

تقييم قدرة ثلاث مواد على إصلاح انثقاب مفترق الجذور.

(دراسة مخبرية)

الملخص:

خلفية البحث : الانثقابات في منطقة مفترق الجذور هي أحد الاختلاطات التي من الممكن أن تحدث أثناء المعالجة اللبية ، والتي لها تأثير كبير على إنذار معالجة السن طويل الأمد، وختم هذا الانثقاب بمادة إصلاح سوف يؤمن وقاية من اتصال الحجرة اللبية مع الميزاب اللثوي وبالتالي تحد من التلوث والالتهاب في هذه المنطقة.

الهدف : تقييم قدرة الختم لـ ERRM, MTA وGIC عند استخدامها لإصلاح انثقاب مفترق الجذور.

المواد والطرق: تمّ تحضير حفرة المدخل لثلاثين رحى بشرية دائمة مقلوعة حديثاً وصنع انثقاب المفترق.وقُسّمت الأسنان لثلاث مجموعات تجريبية حسب مادة الترميم لكلٍّ منها ١٠ أسنان عشوائيّاً . تمّ اختبار التسرّب بغمرها بمحلول أزرق الميتيلين ٢% لمدة ٢٤ساعة ، وثم تمّ تحضير مقاطع طولية(دهليزية – لسانية) للأسنان وقياس التسرب الصباغي الخطي تحت المكبّرة .

النتائج : كشفت التحاليل الإحصائية أنّ الانثقابات التي خُتمت ب MTA و ERRM أظهرت تسرّباً أقل، وقيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة ERRM ومجموعة مادة MTA في عينة البحث. ولكن هناك فارق هام احصائياً مع مجموعة GIC (P≥٠,٠٥)، القدرة على الختم كانت الأقل في الانثقابات التي خُتمت بـ GIC.

الاستنتاجات : امتازت مادة ERRM بقددرة ختم جيدة للانثقابات مشابهة لـ MTA وقدرة ختم أفضل عند مقارنتها مع GIC في هذه الدراسة المخبرية.

الكلمات المفتاحيّة : انثقاب مفترق ؛ MTA؛ ERRM ؛ GIC ؛ قدرة على الختم .

Evaluation of Three Materials Ability of Repairing Furcation Perforation.

(an In Vitro Study)

Summary:

Background of the research: Perforations in the furcal area are akind of the complications that may occur during endodontic treatment and they can significantly affect the long-term prognosis of the tooth. Sealing this perforation with a repair material will prevent the connection between the pulp chamber with the gingival sulcus, and thus it will limit the contamination and inflammation in this area.

Objectives: The purpose of this In vitro study was to evaluate sealing ability of the three repair materials: Mineral trioxide aggregate (MTA), Endosequence root repair material (ERRM) , and glass ionomer cement (GIC), when used to repair the furcation perforation created in the pulpal floor.

Materials and methods: Preparation of access openings and furcation perforations were done, in 30 extracted human molars and divided the teeth into three experimental groups in each group randomly according to material of repair. immersed in 2% of blue methylene for 24 hours. The teeth were cut longitudinally and the linear dye penetration was measured under a stereomicroscope.

Results: Statistical analysis revealed that the perforations which were sealed with MTA and ERRM showed the least micro leakage, and P-value was much greater than 0.05, so we can conclude that at 95% of confidence level, there were no significant differences in Leakage categories between ERRM and MTA groups. However, there was a significant difference with GIC group ($P \leq 0.05$).The worst sealing ability was observed in the perforations sealed with GIC.

Conclusions: MTA and ERRM showed a similar dye microleakage and had a better sealing ability when compared to GIC in this vitro study.

Keywords: Furcation perforation ; MTA ; ERRM; Glass ionomer cement ; sealing ability.