الجمهوريّة العربيّة السوريّة
وزارة التعليم العالي
جامعة دمشق
كليّة طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

دراسة مقارنة لأداء مادة العاج الحيوي ***Biodentine*** مع مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية ***MTA***
– دراسة مخبرية سريريّة –
A Comparative Study of the Performance of Biodentine and Mineral Trioxide Aggregate MTA
– Clinical and In Vitro Study -

بحث علميّ أُعِد لنيل درجة الدكتوراه في علوم طب الأسنان- اختصاص مداواة الأسنان

إشراف الأستاذ المساعد الدكتورة

سعاد عبود

أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق

إعداد الباحث الدكتور

محمد محمد نادر الدكاك

1437هـ/2016م

صورة عن قرار مجلس الشؤون العلميّة بتشكيل لجنة الحكم

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم / ٣٠٢٢/ المتخذ
بالجلسة رقم /٢٥/ تاريخ ٢٠١٦/٨/٢٩

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم /٦١٩/ تاريخ ٢٠١٦/٨/١٦

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

قرار مجلس جامعة دمشق رقم /٣٣١٩/ص.م تاريخ ٢٠١٤/٨/١٩ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الطالب

وبنتيجة المذاكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأليف لجنة الحكم على رسالة الدكتوراه في قسم مداواة الأسنان التي أعدها الطالب **محمد الدكاك** بعنوان :((دراسة مقارنة لأداء مادة العاج الحيوي "Biodentine" مع مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA -- دراسة مخبرية سريرية)) بكلية طب الأسنان من السادة الأساتذة :

د. محمد سالم ركاب	الأستاذ في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً
د. ميرزا علاف	الأستاذ في قسم تعويضات الأسنان الثابتة	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص : تعويضات الأسنان الثابتة	عضواً
د. محمد أسامة الجبان	الأستاذ المساعد في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً
د. ندى بشارة	الأستاذ المساعد في قسم طب أسنان الأطفال	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: طب أسنان الأطفال	عضواً
د. سعاد عبود	الأستاذ المساعد في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً مشرفاً

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

ملاحظة: يرجى إرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

تصريح

لا يوجد 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.

إهـــداء

Dedication

إلى أمتي العربية التي أحلم أن أراها سيدة الأمم . . . .

إلى وطني العظيم الذي لا تشبه نوائب الدهر . . . . . سوريا الأبية

إلى الرجل الذي علمني معنى الإباء . . . . . أبي

إلى من علمتني الإحسان مهما تبدلت الظروف . . . . . أمي

إلى من ملأ حياتي سعادة . . . رفيقة دربي وزوجتي الغالية . . . . . لميس

إلى من إمتلكت قلبي وعقلي وروحي . . . إبنتي الحبيبة . . . مايا

إلى من لا تطيب الحياة من دونهم . . . . إخوتي الأحباء . . . رانيا وورولا ولؤي ويحيى

إلى من أعتز بقربي منهم . . . أقربائي

إلى كل أصدقائي

إلى كل من ساندني ومد إليد العون . . . أهدي هذا العمل

محمد الدكاك

كلمة شكر

Acknowledgment

بعد أن أتممت هذا البحث بفضل وتوفيق من الله عزوجل، والذي أتمنى أن يكون جزءاً من الإسهامات المبذولة للارتقاء بالبحث العلميّ في كلية طب الأسنان. لا يسعني إلا أن أتقدم بجزيل الشكر وفائق الاحترام والتقدير لأساتذتي الأفاضل في قسم مداواة الأسنان على ما قدموه لي من عون ونصح ومعرفة وخلاصة خبرتهم . . . وأخص بالشكر:

الأستاذة الدكتورة سعاد عبود – أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق التي تفضلت بالإشراف على هذا البحث، ولم تدخر جهداً ولا وقتاً في متابعتي، وكانت لرحابة صدرها ونصحها السديد أثر كبير في إنجاز هذا البحث، جزاها الله كل خير . . . . . وأدام عليها الصحة والعافية.

والشكر الجزيل للأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب – عميد الكلية – أستاذ في قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق الذي تشرفت بكوني طالبه في سنوات الدراسة الجامعية وفي مرحلة الماجستير، على تفضله بقبول تحكيم هذا البحث.

والشكر الجزيل للأستاذ الدكتور محمد أسامة الجبان – رئيس قسم المداواة – أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق الذي تشرفت بكوني طالبه في سنوات الدراسة الجامعية، على تفضله بقبول تحكيم هذا البحث.

والشكر الجزيل للأستاذة الدكتورة ميرزا علاف – رئيسة قسم التيجان والجسور – أستاذ في قسم التيجان والجسور – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق التي شرفت بكوني طالبها في سنوات الدراسة الجامعية، على تفضلها بقبول تحكيم هذا البحث.

والشكر الجزيل للأستاذة الدكتورة ندى بشارة – أستاذ مساعد في قسم الأطفال – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق التي تشرفت بكوني طالبها في سنوات الدراسة الجامعية، على تفضلها بقبول تحكيم هذا البحث.

الشكر كل الشكر للأستاذ عبد الرحمن نجيب الذي تفضل بإنجاز الدراسة الإحصائية الخاصة بالبحث.

والشكر الجزيل لإدارة كلية طب الأسنان الممثلة بالأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب عميد الكلية والأستاذ الدكتور عمار مشلح نائب عميد الكلية للشؤون العلميّة والأستاذ الدكتور محمد إياد حفار نائب عميد الكلية للشؤون الإدارية.

الشكر الجزيل لزملائي طلاب الدراسات العليا في قسم مداواة الأسنان وباقي الأقسام، ولموظفي القسم ولجميع موظفي كلية طب الأسنان – جامعة دمشق

محمد الدكاك.....

قائمة المحتويات

List of Contents

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات 1
فهرس الجداول 5
فهرس الأشكال 6
فهرس المخططات 8
جدول الاختصارات 9
المقدمة 11
الهدف من البحث 12
الباب الأول: المراجعة النّظرية 13
1.1.1. تعريف مادة MTA واستطباباتها 14
1.1.2. تركيب مادة MTA 15
1.2.1. تعريف مادة Biodentine 16
1.2.2. تركيب مادة Biodentine 16
1.2.3. استطبابات Biodentine 16
1.3. دراسات مقارنة لخواص كل من MTA و Biodentine 17
1.3.1. تأثير الوسط الحمضي على خواص المادة المستعملة 17
1.3.2. التغير اللوني التالي لتطبيق مادتي MTA و Biodentine 18
1.3.3. التقبل الحيوي والسمية 19
1.4.1. التغطية اللبية المباشرة Direct Pulp Capping 19
1.4.2. مراجعة في المواد المستخدمة في التغطية اللبية المباشرة 21
1.4.2. استعمال ماءات الكالسيوم CH في التغطية اللبية المباشرة 21
1.4.3 استعمال مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA في التغطية اللبية المباشرة 22
1.4.4. استعمال Biodentine في التغطية اللبية المباشرة 23
1.4.5. نتائج مقارنات الدراسات لمواد التغطية اللبية 25

1.4.6. آلية عمل Biodentine و MTA عند استعمالهما في التغطية اللبية 26
1.4.7. عوامل نجاح التغطية اللبية المباشرة 26
1.4.8. العوامل التي تأخذ بعين الاعتبار أثناء إجراء التغطية اللبية 27
1.5.1. الانثقابات الجذرية Perforations 28
1.5.2. ترميم الانثقابات الجذرية 30
1.5.3.العوامل التي تأخذ بعين الاعتبار أثناء ترميم الانثقابات 33
1.6.1. إنذار إعادة المعالجة 35
1.6.2. قطع الذروة 36
1.6.3. تحضير حفرة نهاية الجذر Root-End Cavity preparation 36
الباب الثاني: المواد والطرائق 39
2.1.1 عينة الدراسة المخبرية 40
2.2.1 دراسة التغطية اللبية المباشرة (Direct Pulp Capping) 43
2.2.2 معايير قبول ورفض العينات في التغطية اللبية 44
2.2.3 طريقة العمل السريرية لعينة الدراسة (Direct Pulp Capping) 45
2.3.1. دراسة ختم الانثقابات الجذرية (Sealing Perforation) 48
2.3.2. طريقة العمل السريرية لعينة الدراسة (Sealing perforation) 49
التحليل الإحصائي 53
الفرضيات الإحصائية 53
التحليل الإحصائي 54
الدراسة الإحصائية لاختبار التسرب الحفافي المجهري للعينة المخبرية 54
الدراسة الإحصائية لتكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع المعالجة المقدمة 54
الدراسة الإحصائية لتكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع المعالجة المقدمة 54

الباب الثالث: النتائج 55

أولاً: وصف العينة 56

ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية 60

I- الدراسة المخبرية 60

II- دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً 62

III- دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً 64

الباب الرابع: المناقشة 66

4.1. مناقشة نتائج العينة المخبرية 67

4.2. مناقشة نتائج عينة التغطية السنية المباشرة السريرية 69

4.3. مناقشة نتائج عينة ترميم الانثقابات الجذرية السريرية 74

الباب الخامس: الاستنتاجات 78

الباب السادس: المقترحات والتوصيات 80

الباب السابع: المراجع 82

الملخص **93**

الملخص باللغة العربية 94

الملخص باللغة الإنكليزية 96

الملاحق **97**

حالة 1 98

حالة 2 99

حالة 3 100

حالة 4 101

حالة 5 102

حالة 6 103

فهرس الجداول

الرقم	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1	يبين توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً للعينة الفرعية المدروسة.	57
2	يبين توزع الأسنان في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمادة المستخدمة.	57
3	يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.	57
4	يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.	58
5	يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.	59
6	يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.	59
7	يبين الدرجات المعتمدة للتسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية والقيم الموافقة المُعطاة لكل درجة.	60
8	يبين نتائج تحديد درجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمجموعة المدروسة.	61
9	يبين متوسط الرتب لدرجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمادة المستخدمة.	62
10	يبين نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة الدراسة المخبرية.	62
11	يبين نتائج نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.	63
12	يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً، وذلك وفقاً لنوع المعالجة المقدمة.	64
13	يبين نتائج نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.	64
14	يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً، وذلك وفقاً لنوع المعالجة المقدمة.	65

فهرس الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1	استطبابات مادة MTA.	14
2	استطبابات Biodentine.	17
3	تلون النسج السنية بعد استعمال مواد التغطية اللبية بفترات زمنية مختلفة.	19
4	التغطية اللبية المباشرة للب السني.	20
5	تظهر رد الفعل النسيج اللبية على مادة MTA وتشكل Calcific Barrier.	23
6	يظهر رد فعل النسيج اللبي اتجاه مادة Biodentine حيث يظهر تشكل الجسر العاجي (mt) بين العاج (d) والنسيج اللبي (p) خلال فترة 120 يوم.	24
7	مناطق مختلفة لحدوث الانثقابات الجذرية.	29
8	ختم الانثقاب في منطقة مفترق الجذور باستخدام الـ MTA.	32
9	تحضير نهاية الجذر لاستقبال الحشو الراجع.	37
10	الأسنان المستعملة في العينة المخبرية	40
11	الترميم الأسنان قبل طلائها لإجراء الاختبارات	41
12	المجهر المجسِّم (المكبِّرة الضَّوئيَّة) المستخدم في البحث.	42
13	مقياس الثخانة الرقمي (البياكوليس) المستخدمة في البحث.	42
14	استمارة البحث المخبري المستعملة لتدوين النتائج.	43
15	التسرب الصباغي بمادة Biodentine درجة 0.	43
16	التسرب الصباغي بمادة Biodentine درجة 3.	43
17	النخر السني قبل البدء بالعمل.	45
18	النخر قبل المعالجة Biodentine	46
19	حدوث الانكشاف خلال عملية تحضير الحفرة السنية.	46
20	الحاجز المطاطي من شركة HYGIENIC, USA.	46
21	استمارة بحث التغطية اللبية المستعملة لتدوين النتائج.	47
21	المتابعة بعد 20 شهر من التغطية المباشرة بالـ Biodentine.	48
23	يظهر الانثقاب بأرض الحجرة اللبية خلال البحث عن الأقنية الجذرية.	50
24	يظهر ختم الانثقاب في رحى سفلية مع حشو الأقنية الجذرية MTA.	50

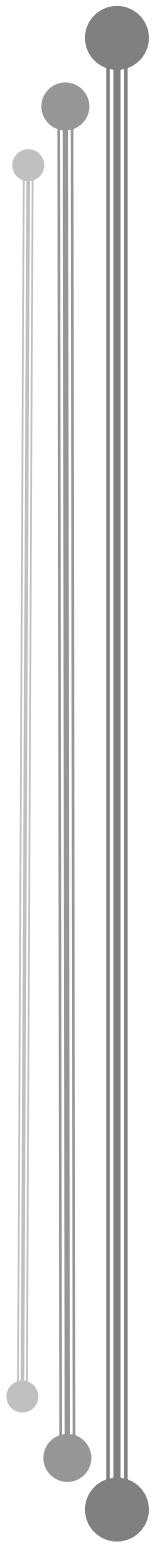
الرقم	عنوان الشكل	رقم الصفحة
25	صورة شعاعية تظهر سد الانثقاب بمادة MTA.	50
26	يظهر الشفاء في مفترق الجذور بعد 20 شهر.	51
27	يظهر انثقاب بأرض الحجرة اللبية خلال البحث عن القناة الأنسية اللسانية.	51
28	يظهر سد الانثقاب باستعمال مادة Biodentine مع حشو الأقنية الجذرية.	52
29	يظهر شعاعياً ختم الانثقاب وحشو القناة الجذرية.	52
30	يظهر ختم الانثقاب الجذري باستعمال MTA.	53
31	يظهر المراقبة الشعاعية لمدة 20 شهر.	53
32	الحالة قبل البدء بعملية التغطية اللبية المباشرة.	73
33	الحالة بعد قيام التغطية اللبية المباشرة.	74
34	فشل الحالة والقيام بالمعالجة اللبية للسن.	74

فهرس المخططات

الرقم	عنوان المخطط	رقم الصفحة
1	توزع عينة التغطية اللبية المباشرة.	44
2	توزع عينة ختم الانثقابات الجذرية.	49
3	يمثل النسبة المئوية لتوزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.	58
4	يمثل النسبة المئوية لتوزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.	59
5	يمثل النسبة المئوية لنتائج تحديد درجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمجموعة المدروسة	61
6	يمثل النسبة المئوية لنجاح المعالجة في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.	63
7	يمثل النسبة المئوية لنجاح المعالجة في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.	65

جدول الاختصارات

الاختصار	باللغة الانكليزية	باللغة العربية
MTA	Mineral Trioxide Aggregate	مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية
DPC	Direct Pulp Capping	التغطية اللبية المباشرة
CH	Calcium hydroxide	ماءات الكالسيوم
HDPSCs	human dental pulp stem cells	الخلايا الجذعية للب السني
PH	Power of hydrogen	درجة الحموضة
HBMSCs	Human bone marrow stem cells	الخلايا الجذعية في نقي العظم



المقدمة
والهدف من البحث
Introduction & Aims of Study

المقدمة

Introduction

قُدم مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA أول مرة من قبل الباحث Torabinejad عام 1993 على أنه مادة لختم الانثقابات الجذرية وللحشو الراجع في الجراحات اللبية، لكنه يستخدم اليوم للعديد من التطبيقات السريرية والمخبرية. توالت الدراسات التي تبين قدرة وفائدة هذه المادة في مجالات شتى، فقد أُثبتت فائدة الـ MTA في التغطية اللبية حيث دُرست عند العديد من حيوانات التجربة، كما هو الحال على القرود (Ford *et al.* 1996) والكلاب (Tziafa *et al.* 2014) والفئران (Simon *et al.* 2008).

وبناءً على الدراسات الحديثة فقد تم اعتبار مادة الـ MTA مادة مثالية ومرجعية Gold Standard في التطبيقات السنية السريرية والمخبرية (Paranjpe *et al.* 2011) وبدأت الكثير من الدراسات الحديثة مقارنتها مع ما تطوره أو تنتجه الشركات العالمية.

قدمت شركة Septodont عام 2009 بعد العديد من الدراسات التي قامت بها كوادرها مادة جديدة هي الـ Biodentine حيث قدمت هذه المادة على أنها تمتلك خواص ميكانيكية عالية مع تقبل حيوي ممتاز كما وصفت بأنها تمتلك سلوكاً نشط حيوياً Bioactive Behavior، هذا السلوك ناتج عن المركب الجديد الذي دخل بتركيب المادة بشكل أساسي وهو Calcium-Silicate والذي اعتُبر كمادة استبدال عاجي Dentine Replacement تتوضع كبديل للعاج المصاب (Laurent *et al.* 2012).

وتوالت العديد من المقالات التي تصف هذه المادة وتقدمها كبديل قوي في التطبيقات السنية السريرية والمخبرية، وخصوصاً بعد الإدعاءات التي قدمتها شركة Septodent من أن مادة الـ Biodentine تمتلك خواص تتفوق على مادة الـ MTA من حيث اعتبارها أفضل وأنسب للتطبيق السريري من مادة MTA، كما أنها أظهرت وبشكل أكيد أنها آمنة Safety أكثر من الـ MTA.

وبناءً على هذه المعطيات يأتي هذا البحث ليقيم الأداء السريري والمخبري لمادة Biodentine بالمقارنة مع مادة الـ MTA في بعض الجوانب التطبيقية.

الهدف من البحث

Aims of Study

يهدف هذا البحث إلى:

1- تقييم الفعالية المخبرية لمادة الـ Biodentine, Septodent كحشو راجع في الأقنية الجذرية Retrograde Filling مقارنة مع فعالية مادة الـ MTA, Dentsply.

2- تقييم الأداء والفعالية السريرية لمادة الـ Biodentine, Septodent في التغطية اللبية المباشرة Direct Pulp Capping مقارنة مع أداء وفعالية مادة الـ MTA, Dentsply وذلك بالمراقبة لفترات زمنية مختلفة تمتد حتى 20 شهر.

3- تقييم الأداء والفعالية السريرية لمادة الـ Biodentine, Septodent في ختم الانثقابات الجذرية Sealing Perforations مقارنة مع أداء وفعالية مادة الـ MTA, Dentsply وذلك بالمراقبة لفترات زمنية مختلفة تمتد حتى 20 شهر.

الباب الأول
المراجعة النّظرية
Literature Review

1

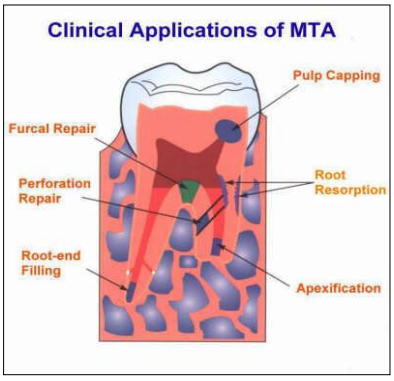
الباب الأول

المراجعة النظريّة

Literature Review

1.1.1. تعريف مادة الـ MTA واستطباباتها:

مادة الـ MTA Mineral Trioxide Aggregate هي مركَّب ثلاثي الأكاسيد المعدنيَّة، وهي مادةٌ حديثةٌ طُوِّرت للاستخدام في مداواة الأسنان اللبِّيَّة من قبل Torabinejad وزملائه (Abedi & Ingle 1995)، بهدف الحصول على ختمٍ محكمٍ لكل طرق الاتِّصال بين منظومة القناة الجذريَّة والسَّطح الخارجي للسِّن، حيث ظهرت لتكون تطوُّراً مهمّاً بالنسبة للمواد الأخرى من حيث انسجامها الحيويِّ الرَّائع، وفعَّاليَّتها العلاجيَّة، فكانت بداية وصفها في الأدب الطِّبِّيِّ السِّني من قبل (Lee *et al.* 1993)، في دراسةٍ لـ Tawil وزملائه اختبرت قدرة هذه المادة على إصلاح الانثقابات الجذريَّة الجانبيَّة، ثمَّ أُستخدمت في الإجراءات المحافظة والجراحيَّة متضمِّنةً الحشو الرَّاجع للقناة (Tawil *et al.* 2009)، والتَّغطية اللبِّيَّة المباشرة، وبتر اللبِّ الحيّ، وانثقابات مفترق الجذور، وتحريض انغلاق الذُّروة في الأسنان غير مكتملة الجذر، أو كسدادةٍ ذرويَّةٍ في الأسنان فاقدة الحيوية غير مكتملة النمو، كما تفيد في ترميم الانثقابات الشريطيَّة ومعالجة الآفات الامتصاصيَّة المستعصية، وكان كذلك لها دور فاعل في إعادة التروية الدموية للأسنان فاقدة الحيوية غير مكتملة النمو Revascularization (Cohen 2016) الشكل (1).



الشكل (1): تبين استطبابات مادة الـ MTA (Parirokh & Torabinejad 2010).

بدأت مادة الـ MTA والمواد الحاوية على السِّيليكات ثلاثيَّة الكالسيوم Tricalcium Silicate تأخذ رواجاً كمادة بديلة لعلاج مشاكل اللب السني. حيث أظهرت الدراسة النسيجية تقبلاً لما تمتلكه هذه المادة من خواص فيزيائية وكيميائية، وأظهرت المادة كذلك فعلاً مضاداً للجراثيم Antibacterial وختماً جيداً مقارنة بالمواد الأخرى (Torabinejad & Parirokh 2010Camilleri & Pitt Ford 2006). كما قارنت الكثير من الدراسات بينها وبين مادة ماءات الكالسيوم وطرحتها كخيار بديل في التغطيات اللبية (Cho *et al.* Hilton *et al.* 20132013). على الرغم من تمتع مادة الـ MTA بحسنات إلا أن لها بعض السلبيات كارتفاع ثمنها، وزمن التصلب الطويل نسبياً الذي يبلغ بين 2–4 ساعات، وإمكانية تلون الأسنان التي توضع بداخلها (Parirokh & Torabinejad 2010a).

1.1.2. تركيب مادة الـ MTA:

إنَّ مادة الـ **MTA** عبارةٌ عن مسحوقٍ مؤلَّفٍ من ذرَّاتٍ دقيقةٍ محبَّةٍ للماء Hydrophilic رماديَّة اللون وهي:

1. السِّيليكات ثلاثيَّة الكالسيوم Tricalcium silicate
2. الألومينات ثلاثيَّة الكالسيوم Tricalcium aluminate
3. الأوكسيد ثلاثي الكالسيوم Tricalcium oxide
4. أوكسيد السِّيليكات Silicate oxide
5. كبريتات الكالسيوم ثنائيَّة التَّميُّه Calcium sulfate dihydrate or Gypsum

كما تحتوي أيضاً على كميَّاتٍ صغيرةٍ من الأكاسيد المعدنيَّة الأخرى المنسجمة مع الخواص الفيزيائيَّة والكيميائيَّة لهذه المادة مثل أوكسيد البزموت الذي يضاف لجعل المادة ظليلة شعاعياً، وتحتوي أيضاً على كميَّاتٍ قليلةٍ من البوتاسيوم، بالإضافة إلى احتوائها على كميَّةٍ محدَّدةٍ من الفوسفات (Camilleri & Pitt Ford 2006).

أما مادة الـ MTA البيضاء فهي ذات التَّركيب المشابه لمادة الـ MTA الرَّماديَّة ولكن مع غياب الحديد الذي يشكل Tetracalcium Alumino-Ferrite (Asgary *et al.* 2006):

1. السِّيليكات ثلاثيَّة الكالسيوم Tricalcium silicate
2. أوكسيد البزموت Bismuth oxide

❸ السِّيليكات ثنائيَّة الكالسيوم Dicalcium silicate

❹ الألومينات ثلاثيَّة الكالسيوم Tricalcium aluminate

❺ كبريتات الكالسيوم ثنائيَّة التَّميُّه Calcium sulfate dihydrate or Gypsum

1.2.1. تعريف مادة Biodentine:

هي مادة إسمنتية Cement نشطة حيوياً Bioactive مشابهة للخواص الميكانيكية للعاج السني، وبالتالي يمكن استعمالها كبديل للعاج Dentine Replacement في التيجان والجذور السنية. تمتلك هذه المادة فعلاً إيجابياً على خلايا اللب السني وتعمل على تشكيل العاج الثالثي Tertiary Dentin، أما في حال التماس المباشر Direct مع النسيج اللبي فإنها تعزز تشكل العاج الإصلاحي reparative (Giuliani *et al.* 2010).

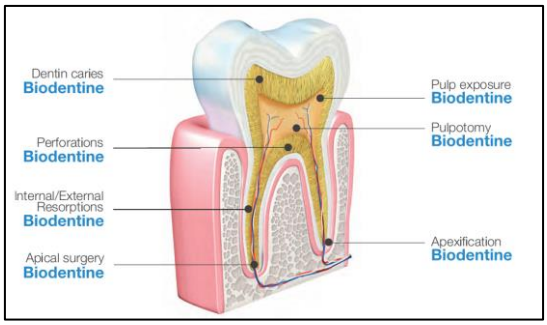
1.2.2. تركيب مادة Biodentine:

تتألف مادة الـ Biodentine من مسحوق يحوي: السِّيليكات ثلاثيَّة الكالسيوم Tricalcium silicate و كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate و أكسيد الزيركون Zirconium Oxide، في حين يحتوي السائل المائي Calcium chloride والذي يعمل كمسرع للتصلب Setting Accelerator وعامل مرجع Water-reducing Agent, تمزج هذه المادة بوساطة خلاط الأملغم لمدة 60 ثانية, كما أنها تتمتع بزمن تصلب نهائي بين 10– 12 دقيقة (Han & Okiji 2011).

1.2.3. استطبابات استعمال Biodentine:

أظهرت دراسة (Giuliani *et al.* 2010) إمكانية استخدام مادة الـ Biodentine في العديد من الإجراءات السريرية السنية ومنها الشكل (2):

- التغطية المباشرة للانكشاف اللبي نتيجة النخر السني.
- التغطية المباشرة الناجم عن الرضوض السنية أو في بتر اللب الجزئي Partial Pulpotomy.
- إصلاح الانثقابات الجذرية أو انثقابات أرض الحجرة اللبية.
- بتر اللب في الأرحاء المؤقتة.
- في حالات التصنع الذروي Apexification.



الشكل (2): استطبابات الـ Biodentine (Giuliani et al. 2010).

أثبتت دراسة (Koubi *et al.* 2013) السريرية لتقييم تحمّل الـ Biodentine المُغطى بالكمبوزيت أنه عندما يتم تغطية الـ Biodentine بوقت لاحق بالكمبوزيت، فإنه يشكل بديلاً عاجياً مُتَقبّلاً بشكل جيد، ولذلك خلصت الدراسة أنه يمكن أن يستخدم الـ Biodentine كبديل للعاج تحت ترميمات الكمبوزيت الخلفية.

1.3. دراسات مقارنة لخواص كل من MTA و Biodentine:

1.3.1. تأثير الوسط الحمضي على خواص المادة المستعملة:

ربما يؤثر الوسط الحامضي والذي ينتج عن النشاط الجرثومي أو الالتهاب النسيجي على الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمواد التي أساسها سيليكات الكالسيوم Calcium Silicate، والتي تستعمل في سد الانثقابات الجذرية، ختم النهاية الجذرية والسدادات الذروية (Giuliani *et al.* 2010).

أظهرت دراسة (Namazikhah *et al.* 2008) أن سطح مادة MTA المتصلبة قد تأثرت سلباً في الوسط الحمضي, و افترض كذلك أن الوسط العالي الحموضة ربما لا يُمكن المادة من أن تتصلب بالشكل التام. ذكرت دراسة Lee وزملائه أن بلورات MTA تنحل في الوسط الحمضي PH = 5، مما يتسبب بخلل في أداء المادة ولذلك نصحت الدراسة باستعمال مواد تعدل من حموضة الوسط لتحاول جعله أقرب ما يمكن للوسط القلوي واقترحت الدراسة استعمال مادة ماءات الكالسيوم لهذا الغرض (Lee *et al.* 2004).

تؤثر الحموضة المنخفضة على التفاعل التصلبي وعلى الالتصاق، كما أنها تزيد من انحلالية الإسمنت المعتمد على Calcium Silicate والذي بدوره سيؤثر على الخواص الميكانيكية للمادة بما فيها خشونة السطح (Roy *et al.* 2001).

ستؤدي عملية إضافة الماء Hydration للإسمنت المعتمد على سيليكات الكالسيوم، في حال وجود سوائل نسيجية Tissue Fluid إلى تشكيل بلورات هيدروكسي الأباتيت، وتشكيل طبقة هجينة Hybrid Layer بين العاج والإسمنت (Sarkar *et al.* 2005). و سيؤدي هذا التفاعل لتشكيل فراغ interfacial يعمل على قلقلة الإسمنت في الأوساط الحمضية (Shokouhinejad *et al.* 2010).

تم تحرّي امتصاص الكالسيوم Calcium والسيليكون Silicon من عاج القناة الجذرية في دراسة حديثة من قبل (Han & Okiji 2011)، حيث تمت الإشارة إلى أنه يمكن أن يسبب امتصاص الكالسيوم والسيليكون تعديلات بنيوية وكيميائية في العاج المحيط، والذي يمكن أن يؤدي إلى ارتفاع في القوة الفيزيائية ومقاومة الأحماض، يشير هذا إلى أن الفعالية الحيوية لمادة Biodentine وخواص التمعدن الحيوي المسلّم بها متفوقة على خواص MTA.

أظهرت دراسة (Elnaghy 2014) أنه من الممكن استعمال مادة Biodentine كبديل لمادة MTA في الأوساط الحامضية على الرغم من أن خواص كلتا المادتين قد تأثرتا خلال تعرضهما للوسط الحامضي، إلا أن Biodentine حافظت على قساوة سطح وقوى ارتباط بعاج الجذر أكبر من مادة الـ MTA في مثل هذه الأوساط.

1.3.2. التغير اللوني التالي لتطبيق مادتي MTA وBiodentine:

أظهرت دراسة Valles أن الأسنان التي عولجت باستعمال مادة MTA أظهرت تلوناً Discoloration، في حين أن الأسنان المعالجة بمادة Biodentine لم تظهر أي تغير لوني. وقد أكدَّت الدراسة بأن أكسيد البزموت Bismuth Oxide هو المسؤول عن هذا التلون في مادة MTA سواء كانت بيضاء أم رمادية (Valles *et al.* 2015) الشكل (3).

الشكل (3): تلون النسج السنية بعد استعمال مواد التغطية اللبية بفترات زمنية مختلفة (Valles et al, 2015).

أظهرت دراسة Camilleri أنه عند استعمال مادة Biodentine في حالات إعادة التروية الدموية للأسنان الدائمة غير مكتملة الذروة، لم تقم بإحداث أي تصبغ على عينات التجربة. ويعود ذلك لاستعمال أوكسيد الزيركون كمادة للظلالية الشعاعية بدلاً من أكسيد البزموت المستعمل في الـ MTA، وهذا الأخير هو المسؤول عن تلون الأسنان (Camilleri 2015).

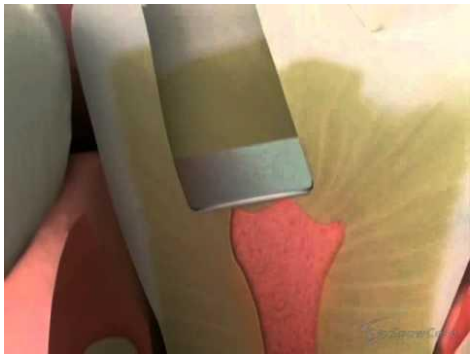
1.3.3. التقبل الحيوي والسمية:

أظهرت الخلايا مصورات الليف Fibroblasts بقاء أطول Viability عند تماسها مع Biodentine مقارنة بمادة MTA، وربما يعود هذا الاختلاف لاختلاف المادة الظليلة Radio pacifier حيث تكون هذه المادة Bismuth Oxide في MTA في حين أنها Zirconium oxide في Biodentine، ومن الأسئلة التي طرحت سابقاً عن عدم قدرة الـ Bismuth Oxide على تعزيز نمو الخلايا قد يكون السبب في الاختلاف (Camilleri *et al.* 2004). في حين أن الدراسات الأخرى لم تلاحظ أي سلبية Zirconium oxide على نمو الخلايا (Dion *et al.* 1997).

تمتلك كل من مادتي الـ MTA وBiodentine تأثيراً على تمايز الخلايا Osteoblast من الخلايا الجذعية الميزانشيمية مصورات العظم Mesenchymal stem cells والذي بدوره يدعم استعمالها في الحشو الراجع للأقنية الجذرية (Lee *et al.* 2014).

1.4.1. التغطية اللبية المباشرة Direct Pulp Capping:

تُعرف التغطية اللبية المباشرة بأنها إجراء سريري يتضمن وضع مواد طبية مباشرة فوق اللب السني المكشوف، على أن تمتلك هذه المواد القدرة في الحفاظ على اللب السني حيوياً وسليماً (Mente *et al.* 2010).



الشكل (4): يبين التغطية اللبية المباشرة للب السني (Mente et al., 2010).

كما تعرف التغطية اللبية المباشرة DPC بأنها الإجراء الذي يهدف لعلاج اللب السني المنكشف عن طريق التغطية المباشرة له بمواد متقلبة حيوياً، حيث تهدف هذه التغطية لفصل اللب السني عن الجراثيم والمحرضات الضارة، وبالتالي تساعد التغطية في الحفاظ على اللب السني والذي يعدّ أفضل من إزالته (Song *et al.* 2015).

ذكرت التغطية اللبية لأول مرة في أعمال Pfaff عام 1756م حيث تمت تغطية الانكشاف اللبي بوساطة رقائق الحديد Lead foil (Mente *et al.* 2010)، كما استعملت هذه المواد كذلك في بتر اللب السني لفترة من الزمن بغية الحفاظ على اللب السني (Marques *et al.* 2015).

يشمل الالتهاب الطبقة السطحية من اللب السني عندما يكون النخر عميقاً في السن وخاصة بالمنطقة القريبة من القنيات العاجية، في حين يبقى اللب السني في الأقنية الجذرية بحالة طبيعية، مع وجود تباطؤ قليل جداً من حيث التروية الدموية، وبذلك فإن اللب السني يعود لحالته الطبيعية بعد إجراء التغطية اللبية أو حتى إجراء بتر اللب الجزئي أو الحوادث الرضية (Marques *et al.* 2015). قد يسبب النخر العميق والرضوض السنية والإجراءات السنية كتحضير لحشوة أو تاج... إلخ انكشاف في اللب السني. ولقد اعتُبرت المعالجة للب السني المنكشف واعدة إذا ما قورنت بإجراءات بتر واستئصال اللب السني (Aguilar & Linsuwanont 2011).

يعتمد الإنذار المثالي لعلاج اللب السني الحي على إزالة كل العوامل الإمراضية مع إزالة النسج المؤوفة (Bogen *et al.* 2008)، وبذلك فإنه في حالة حدوث انكشاف لبي مفاجئ فإنه يفضل أن تتم التغطية اللبية مباشرةً لتقليل خطر الانتان وخطر الإضرار باللب السني (Marques *et al.* 2015).

تبلغ نسبة نجاح التغطية اللبية المذكورة في الأدب الطبي بين 13–95% (Barthel *et al.* 2000) وبالتالي تبقى التغطية اللبية المباشرة بهذه النسب مثيرة للجدل. افترضت دراسة (Massler 1972) أن اللب الفتي مع ذروة غير مكتملة وتروية دموية كبيرة يملك نسبة نجاح أكبر من اللب الناضج مع ذروة مكتملة وتروية دموية فقيرة. كما أن المرضى الأقل عمراً من 40 سنة يمتلكون نسبة نجاح أعلى من أقرانهم ذوي الأعمار الأكبر سناً (Marques *et al.* 2015)، في حين ذكرت دراسة Matsuo أن العمر يمكن اعتباره عاملاً ذا تأثير ضعيف على نتائج التغطية اللبية المباشرة weak outcome (Matsuo *et al.* 1996).

4.2. مراجعة في المواد المستخدمة في التغطية اللبية المباشرة:

1.4.2. استعمال ماءات الكالسيوم CH في التغطية اللبية المباشرة:

كانت ماءات الكالسيوم المادة القياسية من أجل المحافظة على حيوية اللب لعقود عديدة, حيث حققت نسيجياً وسريرياً نتائج مرضية في التغطية اللبية المباشرة وغير المباشرة، بسبب قدرتها على تحفيز تشكيل العاج الثالثي من قبل اللب. تساهم ماءات الكالسيوم عند تماسها مع النسيج اللبي الحي، في تشكيل العاج المرمم والذي يختم الانكشافات بنسيج صلب متشكِّل حديثاً. تم توثيق هذا من قبل البحوث الأساسية والدراسات السريرية مع معدلات نجاح مذكورة تفوق الـ 80% من حالات التغطية اللبية المباشرة (Poggio *et al.* 2014).

تعد مادة ماءات الكالسيوم واسعة الانتشار والاستعمال في حالات التغطية وقد تراوحت نسبة النجاح فيها حسب بعض الدراسات من 13% (Barthel *et al.* 2000) إلى 97.8%. ولكن المتابعة الدقيقة لهذه الحالات على مراحل طويل الأمد أثبتت أن نسبة النجاح تنقص مع زيادة مدة المراقبة (Mente *et al.* 2014a). أظهرت تقارير Trials report بأن نسبة نجاح ماءات الكالسيوم بعد 1–2 سنة كانت أكثر من 90%، وبعد 2–5 سنوات بلغت نسبة النجاح بين 81.8% إلى 37%, ثم بعد 10 سنوات وصلت نسبة النجاح إلى 13% (Mente *et al.* 2014a). في حين حيث ذكرت دراسة Horsted أن نسبة نجاح لهذه المادة تتراوح بين 72.7% بعد سنة حتى 31.8% بعد 10 سنوات (Horsted *et al.* 1985)

اعتبرت ماءات الكالسيوم الأولى في التغطيات اللبية, بحيث تقدم خياراً جيداً لتشكيل العاج المرمم Reparative إضافة لخواصها المضادة للجراثيم (Bogen *et al.* 2008). ولكن سلبيات هذه المادة انحلالها مع الوقت وطبيعة العاج المتشكل تحتها والذي يحوي على العديد من العيوب النفقية Multiple Tunnel Defects، (Nair *et al.* 2008) وبذلك فإن هذه العيوب تعمل كممرات للجراثيم أسفل الحشوات وبالتالي تساهم في فشل الحالة (Nair *et al.* 2008)، هذه السيئات جعلت منها مادة غير متوقعة النتائج عند استخدامها في هذه الظروف (Hilton 2009). إضافة لذلك، فإنها تتصف بعدم الاستقرار الميكانيكي Instability والارتباط الضعيف بالعاج، ونتيجة لذلك فإنها لا تمنع التسرب الحفافي المجهري على المدى البعيد (Poggio *et al.* 2014).

1.4.3 استعمال مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA في التغطية اللبية المباشرة:

تعمل مادة MTA على إنقاص الالتهاب والاحتقان Hyperemia. كما تُشكل جسراً عاجياً سميكاً سريع التوضع وقليل العيوب النفقية مقارنة بالـ CH (Nair *et al.* 2008).

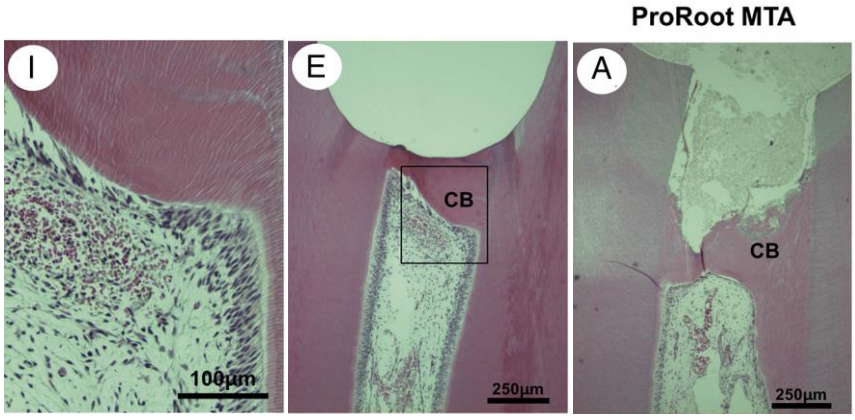
تقاوم مادة MTA التسرب الجرثومي وبالتالي تشكل حماية للب السني تساهم في بقائه حياً (Bogen *et al.* 2008)، ولكن ما يؤخذ على المادة التلون، صعوبة التعامل معها مع زمن تصلب طويل وارتفاع التكلفة المادية لثمنها (Asgary *et al.* 2008).

ذكرت بعض الدراسات أن نسبة نجاح تغطية الأسنان بمادة MTA تراوحت بين 93 ← 98% (Bogen *et al.* 2008)، عزي الاختلاف في نسبة النجاح ربما لانحياز الباحث لأنه هو الشخص الذي أنجز الحالات وتابعها. في حين ذكرت الـ Clinical Trial أقل نسبة نجاح تغطية للأسنان بمادة الـ MTA وقد بلغت 56,2% (Miles *et al.* 2010).

أظهرت دراسة Mente وزملائه أن نسبة نجاح التغطية المباشرة بمادة MTA بلغت 80.5% ونسبة الفشل 19.5% بعد مراقبة استمرت لـ 10 سنوات، في حين أن نسبة النجاح في مادة ماءات الكالسيوم 59%. وبذلك تكون مادة الـ MTA أفضل من مادة ماءات الكالسيوم عند استعمالها في التغطية المباشرة، كما أوصت الدراسة بضرورة وضع الترميم النهائي مباشرةً بعد التغطية (Mente *et al.* 2014a).

ذكرت دراسة Marques وزملائه أن نسبة نجاح التغطية المباشرة كانت 91.3% بالنسبة لمادة MTA، في حين أن نسبة النجاح كانت منخفضة في الأسنان التي تعاني من نخور ثانوية Secondary caries وقد بلغت نسبة النجاح فيها 88.9%، كما أظهرت الدراسة أن نسبة النجاح عند المرضى تحت 40 سنة كانت 100%، في حين كانت 80% عند المرضى أكبر من 40 سنة، وخلصت الدراسة إلى أن اللب السني يمكن أن يُحافظ عليه إذا حدث انكشافه خلال عملية التحضير لحفرة سنية وذلك عن طريق تطبيق مادة الـ MTA خلال زيارتين (Marques *et al.* 2015).

تعمل مادة MTA كمرشحة Soak up على ترشيح الدم غير المتخثر Blood Oozing، وبعد ذلك مباشرة يمكن أن يشاهد تلون مادة MTA بحوالي 10 دقائق، ولذلك نصحت الدراسة باستبعاد العينات التي تُظهر نزف دموي شديد من خلال هذه المشاهدات، لأن استمرار النزف لأكثر من 10 دقائق اعتبر من دلائل التهاب اللب غير الردود (Mente *et al.* 2010) الشكل 5.



الشكل (5): يظهر رد الفعل النسيج اللبية على مادة MTA وتشكل Calcific Barrier (Mente et al., 2010)

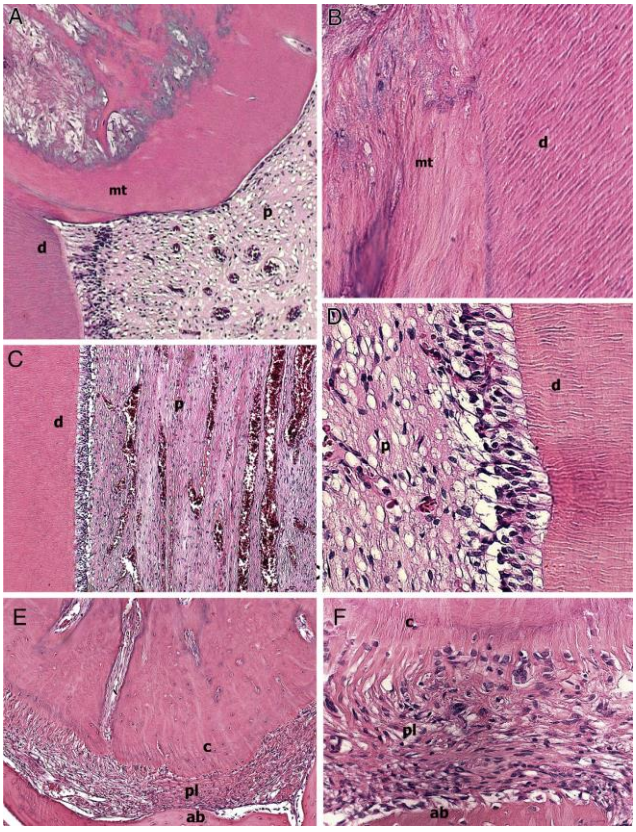
1.4.4. استعمال Biodentine في التغطية اللبية المباشرة:

ذكرت دراسة (Camilleri *et al.* 2014) أنه عند تطبيق مادة Biodentine كمادة تغطية مباشرة للب السني فإنه سيتم تشكيل مركب ماءات الكالسيوم، كما أن شوارد الكالسيوم تتحرر للسوائل النسيجية والتي تعتبر مفيدة للب السني دون أن تدخل في تركيب الجسر العاجي, حيث أن شوارد الكالسيوم المطلوبة لبناء الجسر العاجي تؤخذ من الدم، كذلك أظهرت الدراسة أن تركيب مادة Biodentine يكاد يكون أقرب للمثالية، كما أن ظروف البيئة المحيطة به لا تؤثر على أدائه أو تركيبه. كما

تعمل مادة Biodentine على زيادة تكاثر Proliferation والتمعدن الحيوي Biomineralization للخلايا الصانعة للعاج (Zanini *et al.* 2012).

أظهرت نتائج دراسة (Tziafa *et al.* 2014) بأنه عند استعمال مادة Biodentine كمادة تغطية مباشرة عند إحداث انكشاف ميكانيكي للب السني في أسنان الخنزير Swine، لوحظ تشكل جسر عاجي ذو ثخانة جيدة في منطقة الانكشاف.

تمتلك مادة Biodentine الفعّالة والمتقبلة حيوياً, القدرة على تحريض تمايز الخلايا مصورات العاج Odontoblast من Human Dental Pulp Stem Cells (HDPSCs) والتي هي الخلايا الجذعية للب السني، تشير نتائج الدراسة كذلك إلى إن هذا الحثّ أو الإنتاج يُنظَّم بوساطة مسارات الـ Mitogen Activated Protein Kinase) **MAPK** والـ (Calcium- Calmodulin – Dependent Protein Kinasell) **CAMKII** (Luo *et al.* 2014).



الشكل (6): يظهر رد فعل النسيج اللبي اتجاه مادة Biodentine حيث يظهر تشكل الجسر العاجي (mt) بين العاج (d) والنسيج اللبي (p) خلال فترة 120 يوم (Luo et al. 2010).

1.4.5. نتائج مقارنات الدراسات لمواد التغطية اللبية:

ذكرت الباحث Mente وزملاؤه أن نسبة الفشل كانت أكبر بمرتين ونصف عند استعمال مادة CH ماءات الكالسيوم مقارنة بالـ MTA (Mente *et al.* 2014a). في حين أن كلا المادتين MTA, CH تمتلك قلوية عالية بين 10–12 (Parirokh & Torabinejad 2010b) لكن درجة الحموضة PH الـ CH تنخفض بسرعة مقارنة بالـ MTA. وبالتالي فإن العاج وهيدروكسي الأباتيت و Bovine serum تمنع النشاط المضاد للجراثيم بالنسبة للـ CH (Portenier *et al.* 2001)، على النقيض فإن مادة الـ MTA تحتفظ بقلوية عالية لفترة طويلة مما يساهم في الحفاظ على خواصها المذكورة رغم تشكل العاج عند تماسها مع اللب (Fridland & Rosado 2005).

وُجِدَ عند مقارنة الـ MTA مع ماءات الكالسيوم CH بأن مادة MTA تمتلك معدل نجاح أعلى وكانت الاستجابة الالتهابية أقل، كما كانت أكثر توقعاً more predictable لتشكيل جسر عاجي صلب. لذلك يبدو أن الـ MTA بديل مناسب لماءات الكالسيوم CH المستخدم في التغطية اللبية المباشرة (Li *et al.* 2015).

تتصلب مادة الـ MTA في غضون 4 ساعات مشكلة مادة هلامية Colloidal gel والتي تتحول بدورها إلى مركب قاسي، كما أن مادة الـ MTA تمتلك قلوية عالية تصل إلى 12,5 بعد التصلب، وهذه القلوية تشابه ماءات الكالسيوم (Lee *et al.* 2014).

أظهرت التجارب أن كلاً من مادتي الـ MTA و CH يحرضان على تشكيل الجسر العاجي بنفس الطريقة غير المباشرة (Tziafa *et al.* 2014) حيث تتحول الطبقة السطحية Osteotypic extracellular matrix والتي تتشكل على سطح الجرح اللبي، ثم مع الزمن تتحول إلى عاج مرمم يترافق مع تمايز خلايا شبيهة بالخلايا المولدة للعاج Odontoblast like cell (Tziafa *et al.* 2014).

أظهرت الدراسات وجود رد فعل إصلاحي من قبل النسج تجاه سيليكات الكالسيوم مقارنة بمادة CH، وربما يعود ذلك للقدرة التطويعية Recruitment لهذه المادة تجاه الخلايا الجذعية في اللب السني. حيث تقوم هذه الخلايا بتنظيم إفراز عوامل النسخ Transcription Factors على سبيل المثال RUNX2 (runt-related Transcription factor 2) والذي يساهم في عملية التولد العاجي،

وكما هو معلوم بأن سيليكات الكالسيوم هي المكون الأساسي في مادتي الـ MTA و Biodentine (Nowicka *et al.* 2015).

ذكر (Bachoo *et al.* 2013) أنه عند حضن خلايا اللب السني مع الـ Biodentine أظهرت هذه الخلايا مستوى نسبة عالياً من دلالات خلايا الأرومة السنية (odontoblastic cell markers) والتي حرَّضت على تركيب عقيدات التمعدن mineralization nodules والتي تملك الصفات الجزيئية للعاج.

تُبدي كل المواد السنية المستخدمة في دراسة (Margunato *et al.* 2015) MM-MTA, Biodentine, MTA إمكانية تمايز الخلايا مولدة للعظم Osteogenic cells من hBMSCs الخلايا الجذعية في نقي العظم.

1.4.6. آلية عمل Biodentine وMTA عند استعمالهما في التغطية اللبية:

إن نزع الماء البلمهة من السيليكات ثلاثية الكالسيوم Tricalcium silicate وهو المكون الأساسي للـ Biodentine سينتج هلام سليكيات الكالسيوم (CSH) وماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ (De Rossi *et al.* 2014).

$$\underset{C_3S}{2(3CaO.SiO_2)} + 6H_2O \rightarrow \underset{CSH}{3CaO.2SiO_2.3H_2O} + 3Ca(OH)_2$$

في حين أنه في مادة الـ MTA يتفاعل أكسيد الكالسيوم مع الماء والسوائل الخلالية وينتج ماءات الكالسيوم وبالتالي تنتج خلال تفاعلهما ماءات الكالسيوم (Camilleri *et al.* 2013).

1.4.7. عوامل نجاح التغطية اللبية المباشرة:

يجب أن يتم اختيار المادة بشكل صحيح بحيث تكون متقبلة حيوياً وقادرة على الحث على تشكيل نسيج صلب، وهناك عوامل أخرى تلعب دوراً أساسياً في نجاح التغطية اللبية (Poggio *et al.* 2014) وهي:

A. يجب أن يكون نسيج اللب خالياً من الجراثيم أو السموم الجرثومية، من الناحية السريرية، هذا يعني أن السن يجب أن يكون غير عرضي وأن يضبط نزف اللب التالي للانكشاف بسرعة وسهولة.

B. الإرقاء بشكل دقيق أساسي، حيث أن إزالة الخثرات الدموية Clots للسطح الفاصل بين اللب والمادة Material – Pulp Interface يمكن أن يؤدي إلى فشل المعالجة، يعدّ هيبوكلوريد الصوديوم مرشح مثالي للإرقاء، لأنه يضبط النزف مباشرةً ويطهر الحفرة بنفس الوقت.

C. يجب أن يتم تجنب التلوث الجرثومي المجهري لنسيج اللب خلال المعالجة بشكل دقيق، وأفضل طريقة لتحقيق هذا هو استخدام الحاجز المطاطي عند معالجة الثلث العاجي القريب من اللب والذي يمنع غزو العضويات المجهرية من الحفرة الفموية أو اللعاب بشكل فعال، ويعدّ منع العضويات المجهرية من دخول اللب عاملاً أساسياً في نجاح التغطية اللبية. بالمقابل قد لا يؤثر عمر المريض وحجم الانكشاف على نجاح التغطية اللبية المباشرة, وقد تلعب دوراً ثانوياً في ذلك.

1.4.8. العوامل التي تأخذ بعين الاعتبار أثناء إجراء التغطية اللبية:

نصحت دراسة (Kawashima 2012) بعدم معالجة العاج السني حول الانكشاف اللبي بوساطة NaOCl 5.25% لأنه قد يمنع تمايز الخلايا الصانعة للعاج من الخلايا الجذعية للب السني. كما أن تطبيق الكلورهيكسيدين يمنع تصلب مادة MTA (Tanalp *et al.* 2012). وبذلك تتم السيطرة على النزف من الانكشاف اللبي إما عن طريق الغسل بالمصل أو بوضع قطنة معقمة في الحفرة المهيئة أو باستعمال تركيز منخفض من NaOCl 2.5% لمدة دقيقتين (Nowicka *et al.* 2015).

أظهرت دراسة (Bachoo *et al.* 2013) وأنه خلال تعرض مادة Biodentine للبيئة الفموية فإنه يتم ترسب الكريستال (البلورات Crystal) على سطح المادة الجديدة وبالتالي يمكن أن يزيد الختم الحفافي للمادة، علماً أن هذا النمط من ترسب البلورات معروف سلفاً لدى الـ MTA.

أظهرت نتائج دراسة (Bachoo *et al.* 2013) أن تحضير سطح الـ Biodentine بحمض الفوسفور Phosphoric acid لمدة 15 ثانية المتبوع بتطبيق عامل مزدوج سيلاني Silane Coupling agent يؤدي إلى ختم ممتاز لحواف المادة الأمر الذي يمنع حدوث التسرب المجهري.

نصحت دراسة (Tanalp *et al.* 2012) بوضع قطنة رطبة فوق مادة الـ MTA لأن الرطوبة تساعد على تصلب المادة كما نصحت الدراسة بختم السن بحشوة مؤقتة في الجلسة الأولى ليتم التأكد من تصلب المادة في الجلسة الثانية. في حين ذكرت دراسة (Barrieshi-Nusair & Qudeimat 2006) بأنه لم يتم وضع أي قطنة خلال عملية التغطية اللبية، وقد أكدت الدراسة حدوث التصلب بمادة الـ MTA، واقترحت الدراسة أن الرطوبة القادمة من اللب السني كافية لتصلب هذه المادة.

اعتمدت دراسة Marques على القيام بعملية التغطية المباشرة بمادة الـ MTA على جلستين، وقد كان هذا البروتوكول هو المتبع في شبيهاتها من الدراسات الأخرى (Marques *et al.* 2015). في حين أن دراسة Barrieshi-Nusair & Qudeimat تمت بجلسة واحدة وأعطت نتائج مشابهة للدراسة الحالية (Barrieshi-Nusair & Qudeimat 2006).

نصحت دراسة Nowicka بوضع طبقة من الإسمنت الزجاجي الشاردي فوق مواد التغطية ثم بعد ذلك ترمم الأسنان بالكمبوزيت، على الرغم من أن بعض الدراسات نصحت بملء الحفرة المهيئة بالـ Biodentine ثم وضع حشوة الكمبوزيت فوراً دون الحاجة لأسمنت زجاجي شاردي (Nowicka *et al.* 2015).

ذكرت دراسة Mente وزملاؤه أن الأسنان التي رممت بحشوة مؤقتة لفترة طويلة أصيبت بالتهاب لبي نتيجة مرور الجراثيم من خلالها، ولذلك نصحت الدراسة بعدم تأخير الحشوة النهائية أو إجراءها فوراً في حال القيام بالإجراء بجلسة واحدة (Mente *et al.* 2014a).

1.5.1. الانثقابات الجذرية Perforations:

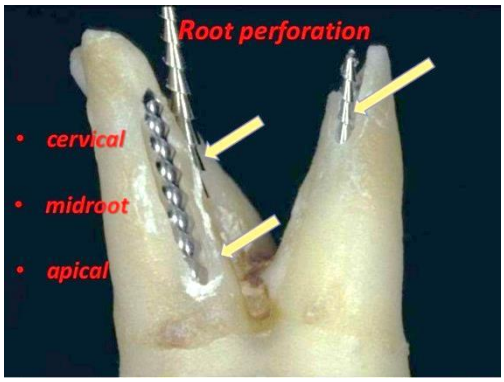
يُعرف الانثقاب الجذري على أنه اتصال مرضي أو ميكانيكي بين منظومة القناة الجذرية وسطح السن الخارجي، غالباً ما يكون مترافقاً مع حدث علاجي المنشأ Iatrogenic Event ويشكل 10% من جميع الحالات غير الملتئمة (Schafer & Al Behaissi 2000).

ذكرت إحدى الدراسات أن 47% من الانثقابات الجذرية تحدث خلال المعالجة اللبية في حين 53% منها تحدث خلال المعالجات التعويضية (Siew *et al.* 2015). كما أن 74,5% من الأسنان العلوية عرضة للانثقاب في حين أن نسبة حدوثه في الأسنان السفلية هي 25,5% (Siew *et al.* 2015).

يمكن أن تحصل الانثقابات الجذرية أثناء التحضير التاجي عند البحث عن قناة متكلسة أو أثناء المحاولة لإزالة أداة مكسورة، كما أنه غالباً يكون من الصعب تحديد موقع الانثقاب باستخدام التصوير التقليدي بسبب عدم إمكانية الحصول على أية معلومات عن البعد اللساني الدهليزي (Young 2007).

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 من خلال 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 *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 *et al.* 2015).



الشكل (7): تظهر مناطق مختلفة لحدوث الانثقابات الجذرية (Torabinejad et al. 2015).

تلعب الأشعة السنية بالإضافة للمشاهدة السريرية دوراً في تشخيص الانثقابات، في دراسة مقارنة لـ (Shemesh *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 نفس الخصوصية، ولكن صورة الـ CBCT أظهرت دقة أكبر CBCT image volumes. أظهرت الصور الشعاعية الذروية وحيدة التزوي Single angulated PA 40% من الانثقابات في حين أن ثنائية التزوي Two angled PA أظهرت 63%، مما يشير إلى أنه عندما استُخدمت PAs لوحدها، لم تتفوق على الصور ثنائية التزوي.

1.5.2. ترميم الانثقابات الجذرية:

يجب أن تقدم مادة ترميم الانثقاب المثالية ختماً محكماً بين البيئة الفموية والنسج حول الجذرية، كما يجب أن تبقى في مكانها تحت قوى الإزاحة dislodging forces، مثل قوى الإطباق الميكانيكية أو تكثيف المواد المرممة فوقها (Guneser *et al.* 2013). ويجب أن تكون غير سامة، غير مسرطنة، متقبلة حيوياً، غير قابلة للانحلال بالسوائل النسيجية وثابتة الأبعاد بعد التصلب (Shahi *et al.* 2009). يوجد العديد من الطرق المستخدمة لتقييم قدرة المواد على الختم في حالة الانثقابات الجذرية من هذه الطرق التلوين الصباغي، النفوذ الجرثومي، ارتشاح السوائل (Hashem & Hassanien 2008).

ذكر (Loxley *et al.* 2003) أنه وخلال العمل السريري، يجب أن يرمم الطبيب انثقابات المفترق فوراً باستخدام المادة المناسبة لتقليل التلوث الجرثومي وتهيّج النسج حول السنية Periodontal الذي قد يسببه استخدام المخرشات اللبية Endodontic irrigants.

تشخص الانثقابات غالباً خلال مرحلة التشخيص حيث تظهر كمناطق قليلة الكثافة الشعاعية تخرج منها مواد الحشو الجذرية أو المواد الترميمية كالأوتاد خارج الحدود المعترضة للفراغ القنوي وقد تقترب أو تجتاز هذه المواد الحد الفاصل الشعاعي بين العاج والرابط حول السني. تلعب الأشعة الزاوية أهمية كبيرة في تحديد ووجود الانثقاب وتحديد السطح أو السطوح الجذرية التي تم انثقابها، وتعد هذه المعلومة مهمة لتحديد خيارات المعالجة. تترافق الانثقابات العنقية وأحياناً انثقابات متوسط الجذر midroot غالباً مع تراجع في الارتباط البشري وبالتالي عيوب حول سنية، لذلك من الضروري إجراء تقييم حول سني كامل لتحديد خيارات المعالجة (Main *et al.* 2004).

بشكل عام إذا كان لدى الطبيب المعالج خياران لسد الانثقاب إما بالطريقة المحافظة أو بالطريقة الجراحية، فإنه يحبذ اللجوء إلى الطريقة المحافظة، حيث أنها غالباً أقل عدوانية، وأقل تدميراً للنسج

حول الجذرية فيما لو تم اللجوء للحل الجراحي، كما أنها تعزز التطهير والعزل عن الجراثيم (Roda 2001).

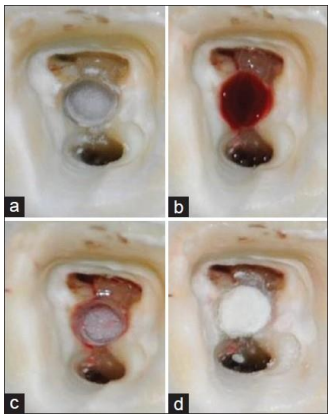
من ناحية ثانية، إذا أمكن الوصول بسهولة للعيب جراحياً وكان فك الترميمات الحالية سيفرض كلفة عالية ووقت معالجة طويل غير مقبولين بالنسبة للمريض، فإنه يتم اختيار الترميم الجراحي. وفي حال العيب القديم والذي تشكلت حوله آفة حول سنية، فإنه من الممكن أن يكون هناك حاجة لتجديد النسج الموجه مع الجراحة (Roda 2001).

تتضمن العوامل التي تؤثر على إنذار ترميم الانثقاب موقع الانثقاب، الوقت المنقضي قبل إصلاح الانثقاب، القدرة على إغلاق العيب، والتلوث السابق بالعضويات المجهرية. إن موقع الانثقاب الأكثر ذروية هو الأفضل إنذاراً بشكل عام، بالمقابل فإن العكس صحيح بالنسبة لإجراءات الترميم بحد ذاتها. يتم تحديد صعوبة الترميم بناء على مستوى حدوث الانثقاب إذا كان العيب في مفترق الجذور في سن متعدد الجذور أو في الثلث التاجي في قناة مستقيمة، فإنه يعدّ من السهل الوصول إليه، إذا كان في الثلث المتوسط للقناة (Strip or post perforation انثقابات شريطية) تزداد الصعوبة، وفي الثلث الذروي للقناة (أخطاء تحضير instrumentation errors) فإن الترميم المتوقع أكثر صعوبة وغالباً تكون هناك حاجة لإجراء جراحة ذروية (Roda 2001). ويعد الترميم الفوري أفضل من الترميم المتأخر، حيث أن التأخير يمكن أن يسبب تخرب النسج الداعمة, مؤدياً إلى آفات لبية – لثوية endo-perio من الصعب تدبيرها. كما إن تقليل التلوث الجرثومي للعيب وختمه بشكل مناسب أساسي للنجاح.

يعزز الختم الفوري للانثقابات عملية الترميم والتي تعمل على المحافظة على السن المنثقب عن طريق منع الانتان الجرثومي من التسرب لمكان الانثقاب، حيث يعدّ الوقت بين حدوث الانثقاب والترميم أحد أهم العوامل الأساسية للنجاح، كما يعدّ عدم ملاءمة المواد الترميمية عاملاً مساهماً للحصول على نتيجة ضعيفة لإجراءات الترميم (Fuss & Trope 1996).

تم طرح مواد عديدة لترميم الانثقابات في الماضي ولكن لم تقدم أي منها شفاء يمكن التنبؤ به بعد المعالجة. تتضمن المواد المستخدمة عادة الأملغم، إسمنت Super EBA ومواد راتنجية مختلفة، وفي الآونة الأخيرة، مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA الشكل (8) (George 2015).

كان لوجود بعض الرطوبة في موقع الانثقاب دوراً مساعداً لـ MTA على التكيف مع جدران الانثقاب، ولكن لم يكن هناك فرق كبير في ثبات MTA عند تم تطبيق كرية قطنية جافة أو رطبة في الحجرة اللبية خلال زمن التصلب (Sluyk *et al.* 1998).



الشكل (8): تظهر ختم الانثقاب في منطقة مفترق الجذور باستخدام الـ MTA (Lee et al.1993).

لقد بيَّنت الدِّراسات أنَّ مادة الـ MTA تتمتَّع بقابليَّة ختم Seal ability كبيرةٍ، فقد وجد (Lee *et al.* 1993) في دراسةٍ مخبريَّةٍ لاختبار قدرة مادة الـ MTA على إصلاح الانثقابات الجذريَّة الجانبيَّة اعتماداً على قدرتها السَّادة، أنَّها تفوق الأملغم، ومادة الـ IRM من حيث قابليَّة الختم، والتَّسرُّب الحفافيِّ، والثَّبات. وفي دراسة لـ (Ford *et al.* 1995) شملت مادة الـ MTA، والأملغم، والـIRM، لتحرِّي التَّسرُّب الصِّباغيِّ لأزرق الميتيلين التالي لإصلاح انثقابات مفترق الجذور المحدثة صنعيِّاً باستخدام هذه المواد، وقد أظهرت النَّتائج تفوُّق مادة الـ MTA على المواد الأخرى. أشارت نتائج دراسة (Guneser *et al.* 2013) إلى أن Amalgam، وIRM أظهرتا قوة ارتباط أكبر من الـ MTA والـ Biodentine ولكن بالرغم من ارتفاع قوى الارتباط لهذه المواد، فإن إمكانيات الختم المناسبة لها لترميم المفترق يجب أن تكون موضع تساؤل. في حين يعدّ استخدام الـ amalgam كمادة لترميم الانثقاب موضع جدل بسبب السميَّة، الاهتراء، تلون النسج المحتمل، والتسرب الحفافي (Guneser *et al.* 2013)، ولأن مواد ترميم الانثقابات تكون في تماس مع النسج حول السنية Periradicular، فإن التقبل الحيوي هو أحد العوامل الأساسية عند اختيار مادة الترميم.

تبين في دراسة Hashem & Hassanien النسيجية المقارنة بين الـ MTA والأملغم وقدرتيهما على ترميم الانثقابات الجذرية أن مادة الـ MTA لم تظهر أي التهاب في النسج حول السنية, كما

أظهرت ترسباً للملاط في حين أظهر الأملغم رد فعل التهابي شديد دون أي إشارة لوجود توضعات ملاطية جديدة (Hashem & Hassanien 2008).

أظهرت دراسة Siew أن نسبة النجاح في سد الانثقابات الجذرية بمادة الـ MTA تصل إلى 80,9%، كما بينت أن الأسنان ذات الشفوفية الشعاعية في النسج حول السنية قبل الانثقاب كانت نسبة نجاح سد الانثقاب فيها أقل من الأسنان السليمة، كما أن نسبة النجاح في الأسنان العلوية أعلى منها من الأسنان السفلية (Siew *et al.* 2015).

وجد (Huang *et al.* 2002) أن الـ Compomer كان سامّاً للألياف اللثوية البشرية، في حين أن الـ IRM يمكن أن يسبب سمية خفيفة إلى متوسطة عندما يكون ممزوجاً حديثاً Freshly mixed، وذلك بسبب مكون الأوجينول بالإضافة إلى ذلك، فإن IRM يمكن أن يُظهر انحلالية مع مرور الوقت. لهذه الأسباب، تبقى الـ MTA هي المعيار الذهبي عند المقارنة مع الأملغم، الكومبومير و IRM.

1.5.3. العوامل التي تأخذ بعين الاعتبار أثناء ترميم الانثقابات:

عند استخدام سائل الإرواء المطهر مثل هيبوكلورايد الصوديوم يجب أن يأخذ بعين الاعتبار أن الانثقاب ليس كبيراً بحيث يسمح لسائل الإرواء بتدمير النسج حول الجذرية. في حال كان الانثقاب كبيراً، يتم استخدام المصل المعقم كسائل للإرواء، ويتم إنجاز تطهير حواف العيب من خلال الإزالة الميكانيكية للعاج.

أيَّد (Arens & Torabinejad 1996) استخدام الغسل الغزير Copious flushing للعيب الحاصل في الجذر بـ 2,5% هيبوكلورايد الصوديوم، ولكن في ضوء الاختلاطات الشديدة المحتملة للانتشار المفرط لهيبوكلورايد ضمن الانثقاب، يجب توخي الحذر الشديد.

درس Gomes-Filho وزملاؤه رد فعل النسج عند الفئران تجاه تراكيز مختلفة من NaOCl، ووجدوا أن أفضل تركيز كان 2,5% حيث استطاع هذا التركيز أن يحدث التهاب خفيف جداً زال أثره بعد 14 يوم وتم الشفاء الكامل للنسج خلال 30 يوم، كما أظهر تقبل حيوي ممتاز للنسج. أظهرت الدراسة أن تركيز 2,5% للـ NaOCl كان مشابهاً لتركيز كلورهيكسيدين 2%، في حين وجد NaOCl بتركيز 5,25% الأكثر سمية (Gomes-Filho *et al.* 2008).

بعد أن يتم تنظيف العيب، قد ينتج نزيف قوي، يمكن أن يتم إجراء الإرقاء باستخدام الكولاجين، كبريتات الكالسيوم، أو ماءات الكالسيوم، بالمقابل، ينبغي تجنب الأدوية القابضة مثل كبريتات الحديد، حيث أن الخثرة التي يخلفها المركب يمكن أن تعزز النمو البكتيري وتعرض ختم الترميم للخطر (Arens & Torabinejad 1996).

بعد حماية القنوات، يتم تحري موقع الانثقاب لتحديد فيما إذا كان هناك حاجة لشبكة خارجية لضمان التكييف للترميم، في حال كان العظم المحيط متكيف بإحكام مع حواف العيب، من الممكن ألا يكون هنالك ضرورة لاستخدام مادة القالب Matrix material، من ناحية أخرى، في حال كان الانثقاب مترافق مع عيب عظمي كبير، فإنه يجب أن يتم ملئه بقالب خارجي مسندة خارجية External Matrix لتقليل تجاوز المادة المرممة، يجب أن تكون مادة المسندة متقلبة حيوياً، وغالباً مادة ممتصة مثل الكولاجين، طعم عظمي منزوع المعادن مجفف ومبرد، هيدروكسي أباتيت، جيلفوم، أو كبريتات الكالسيوم (Roda 2001).

بعد تهيئة العيب، يتم تطبيق المادة المرممة. يتم حملها أو نقلها باستخدام محقنة صغيرة أو حامل أملغم وتُكثّف، باستخدام المكثفات pluggers أو micro spatulas. عند استخدام الـ MTA في عيب مُتاح، تعمل النهاية الكبيرة butt end للأقماع الورقية كمكثف ممتاز لأنها تستطيع امتصاص بعض الماء من المادة معطية إياها تماسك أكبر، ومساعدة بالتكثيف. بعد تطبيق الـ MTA يتم وضع قطنة رطبة فوقه لإماهة Hydrate المادة ويتم ختم السن للسماح للـ MTA بالتصلب. قبل إعادة فتح السن، يجب أنت كون المادة متصلبة وثابتة بشكل جيد في مكان الانثقاب (Cohen 2016).

هناك بعض الدلائل على أن تطبيق الـ MTA باستخدام الألتراسونيك يمكن أن يعزز الختم ضد البكتيريا في نموذج التكلس الذروي، وعلى الرغم من أن باحثين آخرين لم يتفقوا مع هذه النتيجة ووجدوا تكيف أضعف لجدار القناة عندما تم حشو الامتداد الذروي للقنوات باستخدام التكثيف بالأمواج فوق الصوتية مقارنة مع الحشو اليدوي (Cohen 2016).

أظهرت دراسة (Nandini *et al.* 2010) أن CHX 2% قلل قساوة سطح الـ MTA بشكل كبير واقترح أن الإرواء بـ CHX خلال 24 ساعة من تطبيق الـ MTA يجب أن يتم تجنبه. في حين كشفت دراسة (Hong *et al.* 2010) وجود سيليكون مع كالسيوم وأوكسجين وكربون، كما أظهرت الدراسة

غياب بلورات ماءات الكالسيوم. هذه النتائج ربما تشرح لماذا قلل الـ CHX قوة ارتباط الـ push out bond MTA وعلى النقيض، فإن الـ CHX لم يسبب تآكل سطح الـ Biodentine كما هو الحال على سطح الـ MTA.

أظهرت دراسة Guneser أن NaOCl أو محلول المصل يمكن أن يؤخذ بعين الاعتبار في إجراءات الجلسة الواحدة إذا كان سيتم استخدام الـ MTA كمادة مرممة دون أن يؤثر على خواص المادة (Guneser *et al.* 2013).

وفقاً لهذه الدراسة المخبرية، يمكن الاستنتاج أن القوة اللازمة لفصل أو إزاحة الـ Biodentine من العاج الجذري كانت أكبر من الـ MTA في حين أن محلول المصل زاد قوة ارتباط "push-out" الـ MTA، بينما قلَّلها الـ CHX. ومع ذلك، المخرشات اللبية لم تؤثر على مقاومة الانزياح للـ Biodentine. وبالتالي يُنصح بأخذ الحذر لتجنب تماس محلول CHX مع الـ MTA عند القيام بالمعالجة اللبية في جلسة واحدة (Guneser *et al.* 2013).

1.6.1. إنذار إعادة المعالجة:

يعتمد الإنذار إلى حد كبير على فيما إذا كان هناك التهاب نسج داعمة ذروية apical periodontitis قبل المعالجة، في مراجعة منهجية لنتائج الدراسات، لاحظ (Friedman & Mor 2004) أنه عند غياب التهاب النسج الداعمة السنية الذروية السابق، فإن معدل الحالات الملتئمة healed بعد كل من المعالجة الأولية وإعادة المعالجة "orthograde" يتراوح من 92% إلى 98% حتى 10 سنوات بعد المعالجة. وعند وجود التهاب نسج داعمة سنية ذروية قبل المعالجة، فإن معدل حدوث الشفاء ينخفض إلى 74% إلى 86% بغض النظر فيما إذا تم إنجاز معالجة أولية initial treatment أو إعادة معالجة تقليدية "orthograde retreatment". وفي حال عدم حدوث شفاء، يكون الطبيب في مواجهة قرار ماذا سيفعل بعد ذلك what to do next الخيار هو من بين أربعة خيارات معالجة: المراقبة، جراحة لبية، قلع، قلع وإعادة زرع.

ولكنه قد يحدث في بعض الأحيان، السن التي تعاني من التهاب نسج داعمة سنية ذروية مستمر تبقى وظيفياً غير عرضي asymptomatic function لمدة طويلة من الزمن، يتم الإشارة إلى هذه الحالة على أنها احتفاظ وظيفي للسن "Functional retention of the tooth".

1.6.2. قطع الذروة:

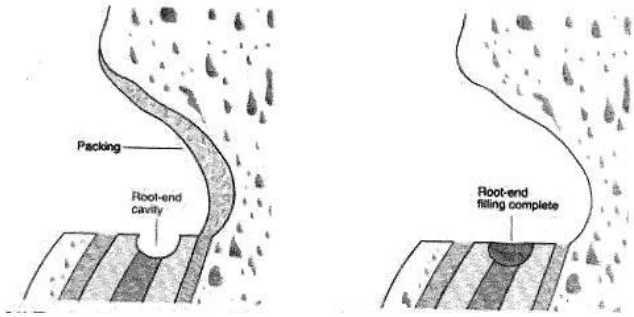
تعرف الجراحة اللبية على أنها عامل علاجي هام للحفاظ على الجذر السني، وفي بعض الأحيان تكون الحل الوحيد في العلاج، إن عملية قطع الجذر خلال الجراحة اللبية يساعد في إظهار العاج الذروي على مساحة القطع كما أن يظهر القناة اللبية في ذلك المقطع، كما أن الحشو الراجع للقناة الجذرية المحضرة لاستقبال هذا الحشو يساعد في ختم المنظومة الجذرية (Bodrumlu 2008).

يجب أن تتمتع المواد المستخدمة في الحشو الراجع بالتقبل الحيوي، كما يجب أن تلتصق بجدران العاج في الحفرة المجهزة كما يجب أن تقاوم الامتصاص والرطوبة الموجودة بالمنطقة (Bodrumlu 2008).

العديد من المواد استخدمت للحشو الراجع للقناة الجذرية مثل الأملغم، الكوتابيركا، أوكسيد الزنك والأوجينول، الإسمنت الزجاجي الشاردي، الذهب، الكمبوزيت والـ MTA وللأسف حتى الآن لم يتم التوصل لحشو الراجع المثالي (Bodrumlu 2008).

1.6.3. تحضير حفرة نهاية الجذر Root-End Cavity preparation:

يعدّ تحضير حفرة نهاية الجذر خطوة أساسية في تأسيس الختم الذروي. الهدف هو عمل حفرة في نهاية الجذر المقطوعة resected بحيث تكون أبعادها كافية لتطبيق مادة حشو النهاية الجذرية وفي نفس الوقت تجنب الأذى غير الضروري لبنى نهاية الجذر. التحضير المثالي هو حفرة صنف I محضرة على طول محور السن بعمق 3 ملم على الأقل along the long axis الشكل (9) (Cohen 2016).



الشكل (9): تظهر تحضير نهاية الجذر لاستقبال الحشو الراجع (Cohen 2016).

تم الاتفاق على أن مادة الحشو الراجع المثالية، هي التي تلتصق بجدران الحفرة العلبية المحضرة لتؤمن ختم محكم Tight Seal لمنظومة القناة الجذرية، كما يجب أن تكون سهلة التطبيق، ظليلة على الأشعة، ثابتة الأبعاد بعد التصلب، وغير قابلة للامتصاص، ولا تتأثر بالرطوبة، تلتصق مع العاج، غير سامة للنسج الحية، كذلك تلائم النسج حول الجذرية وتحفز على الشفاء (Dorn & Gartner 1990).

استُعمل العديد من المواد في الحشو الراجع وعلى سبيل المثال الكوتا بيركا، الأملغم، Cavit "intermediate restorative material "IRM"، Super EBA، glass ionomers، الكمبوزيت، carboxylate cements، اسمنت فوسفات الزنك، اسمنت أكسيد الزنك والأوجينول، ومركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA (Holt & Dumsha 2000).

إن التشعبات التشريحية العديدة في نهاية الجذور السنية ربما قد تكون أحد أسباب الفشل في العلاجات اللبية، مما يجعل مطلب إزالة الجراثيم من الثلث الذروي "3 ملم من نهاية الجذر" ضرورة ملحة للنجاح (Gagliani *et al.* 1998)، وبالتالي يهدف الحشو الراجع بعد عملية قطع الذروة إلى ختم كل المخارج portals of exit وإلى إيجاد حاجز كافي بين القناة الجذرية والنسج حول الجذرية (Galhotra *et al.* 2013).

هنالك العديد من الطرائق التي يمكننا استخدامها لصنع حفرة علبية وعلى سبيل المثال قبضة ذات السرعة البطيئة (مايكروموتو)، قبضة ذات السرعة العالية (توربين)، رؤوس الأجهزة فوق الصوتية. وعلى الرغم من أن رؤوس الأجهزة فوق الصوتية تساير القناة الجذرية إلا أن نسبة حدوث الانكسار أعلى من جراء استعمالها، يوصف العمق المثالي للحفرة العلبية 3 ملم (Min *et al.* 1997).

يعرف التسرب الحفافي على أنه ممر للجراثيم والسوائل والمواد الكيمائية بين النسج الجذرية والمواد الحاشية، وهو واحد من العوامل الرئيسة التي تؤثر على طول عمر الترميم الحشو الراجع في منطقة التماس مع الجذر، وهنالك العديد من الدراسات قيمت الختم الذروي المحقق عن طريق الحشو الراجع Root end filling وقد اعتمدت على عدة طرائق لتقييم هذا الختم نذكر منها: درجة عمق نفوذ الصباغ، نفوذ النظائر المشعة، النفوذ البكتيري، الوسائل الكيميائية والكهربائية، تقنيات ترشيح السوائل (Wu & Wesselink 1993). تعتبر طريقة النفوذ الصباغي الأكثر انتشاراً، وهنالك العديد من

الأصبغة المستعملة مثل: الحبر الهندي basic fuchsin, India ink، نترات الفضة مع مظهر، أزرق الميثيلين والذي يعدّ الأشهر والأفضل في حقل المداواة اللبية (Ahlberg *et al.* 1995).

الباب الثاني
المواد والطرائق
Materials and Methods

2

الباب الثاني

مواد وطرائق البحث

Materials & Methods

2.1.1. عينة الدراسة المخبرية:

تألفت عينة الدراسة من 40 سناً بشرية وحيدة القناة خالية من النخر والتصدع (بعد فحصها بالمكبرة) والترميمات، وحيدة الجذور، مكتملة الذرا، متقاربة الأطوال، قُلَعت لأسباب تقويمية الشكل 10، نُظفت بعد القلع فوراً باستخدام أدوات التقليح اليدوية، ثم وُضعت في عبوات تحوي المحلول المائي للكلورامين T بتركيز 0,5% لمدة أسبوع في درجة حرارة الغرفة، بعد ذلك حُفظت بالمصل الفيزيولوجي لحين إجراء الاختبارات بحيث لا تتجاوز الفترة الزمنية بين قلع الأسنان وإجراء الاختبارات ستة أشهر وذلك التزاماً بمعايير الايزو ISO المحددة لشروط حفظ الأسنان من أجل إجراء اختبارات الارتباط عليها، كما تم إجراء صورة شعاعية لهذه الأسنان للتأكد من أن الشكل التشريحي للسن عبارة عن قناة واحدة وتم استبعاد أي سن خارج هذه المواصفات (Pelliccioni *et al.* 2007).

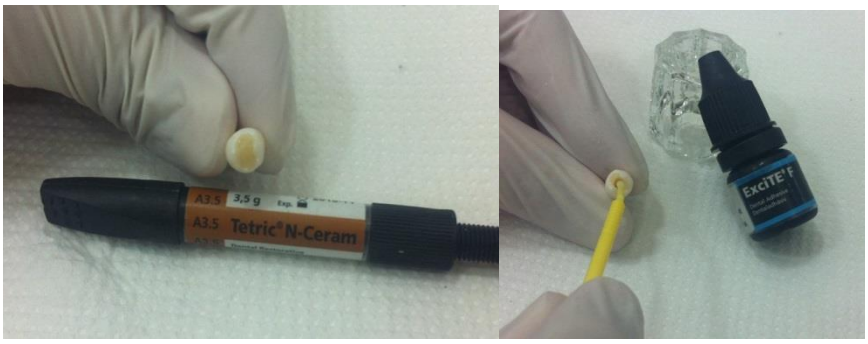
الشكل (10): الأسنان المستعملة في العينة المخبرية.

قُسمت العينة بشكل عشوائي إلى مجموعتين اثنتين رئيسيتين:

الأولى: تألفت من 20 سناً طُبق عليها مادة الـ MTA (White, Dentsply) كحشو راجع للقناة الجذرية Retrograde Filling بعد علاجها.

الثانية: تألفت من 20 سناً طُبق عليها مادة الـ (Septodent, Biodentine) كحشو راجع Retrograde Filling للقناة الجذرية بعد علاجها.

تم إجراء المعالجة اللبية للأسنان وفق تعليمات العمل بنظام الـ Protaper, Dentsply حيث تم إنهاء التحضير بالأداة F3، بعد ذلك جُففت القناة وتم حشوها بأقماع الكوتا بركا الخاصة بنظام الـ Protaper, Dentsply بطريقة الـ system B مع الـ Obtura من شركة (META, Korea)، مع اسمنت الحشو (AH Plus, Dentsply) الذي مُزج حسب تعليمات الشركة المنتجة، بعد تمام حشو الأسنان وبعد إنهاء الترميم التاجي للأسنان بوساطة كمبوزيت A3.5 (Tetric N-ceram, VivaDent) حُفظت الأسنان ملفوفة بقطعة من الشاش مغمورة بالمصل الفيزيولوجي saline لمدة 15 يوم (Bortoluzzi *et al.* 2006).



الشكل (11): لترميم الأسنان قبل طلائها لإجراء الاختبارات.

بعد مضي الفترة المذكورة قُطعت 2 ملم من المنطقة الذروية بزاوية قدرها 90 درجة على المحور الطولي، غطيت كل السطوح الخارجية للأسنان بطبقة واحدة من fast-setting epoxy resin (Araldite, Ciba Specialty Chemicals, Santo Amaro, SP, Brazil) وطبقتين من طلاء الأظافر(الشكل 11) وتركت الأسنان لمدة 24 ساعة وذلك لتجنب تسرب أي من مادة الصباغ من خلال السطوح السنية والذي لا يعدّ من أولوية دراستنا هنا، مع أخذ الحذر عند تطبيق هذه المواد على منطقة القطع التي تمت في المنطقة الذروية، ثم تم تحضير حفرة علبية متوازية الحواف في منطقة القطع الذروي بعمق 4 ملم بوساطة سنبلة دائرية قياس 2 (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) بوساطة قبضة بطيئة الدوران، تحت التبريد بالماء المقطر. غُمرت الأسنان بعد الانتهاء من الحشو الراجع بمحلول Rhodamine B 0.2% لمدة 72 ساعة بدرجة حرارة 37 درجة مئوية وذلك لأن Rhodamine يتمتع بحجم جزيئات صغير بالنسبة لأزرق الميثيلين، بعد ذلك أزيلت الأسنان من الصباغ ثم غسلت تحت صنبور الماء لمدة 12 ساعة، قُطعت الأسنان بمقطع دهليزي

لساني في القسم الذروي ليكشف الحشو الراجع في نهاية الجذور السنية وذلك بوساطة قرص كاربوراندوم (Bortoluzzi *et al.* 2006).

تم فحص الأسنان تحت المكبرة stereomicroscope على تكبير قدره 4X (الشكل 12) باستعمال مقياس الثخانة الرقمي (الشكل 13) ثم قيمت النتائج على المقياس التالي الذي أخذ من دراسة Bortoluzzi وزملائه:

0: لا يوجد تسرب.

1: تسرب حتى الثلث الأول من الحشوة الراجعة.

2: تسرب حتى الثلث الثاني من الحشوة الراجعة.

3: تسرب على كامل الحشوة الراجعة وصولاً لحشو القناة الجذرية (Bortoluzzi *et al.* 2006).

الشكل (12): المجهر المجسّم (المكبِّرة الضَّوئيَّة) المستخدم في البحث.

الشكل (13): مقياس الثخانة الرقمي (البياكوليس) المستعملة في البحث.

تم إجراء القياسات من قبل فاحصين مستقلين لم يكونا على علم بطبيعة المواد المختبرة، ثم تم تسجيل النتائج في الاستمارة الخاصة (الشكل 14-15-16) وأعدت للدراسة الإحصائية لاختبار إمكانية وجود فروق بين المادتين الخاضعتين لشروط التجربة.

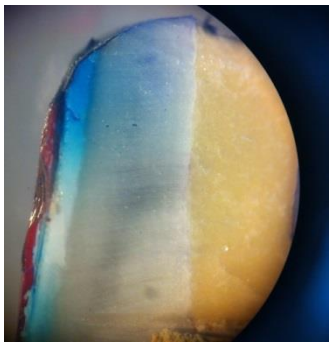
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

استمارة بحث بعنوان

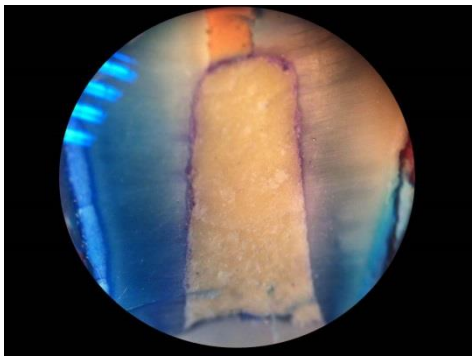
تقييم أداء كل من مادتي الـ MTA والعاج الحيوي "Biodentine" كحشو راجع للقناة الجذرية- دراسة مخبرية-

رقم السن	المادة المستعملة في البحث	درجة التسرب الصباغي

الشكل (14): استمارة البحث المخبري المستعملة لتدوين النتائج.



الشكل (15): تظهر التسرب الصباغي بمادة الـ Biodentine درجة 0.

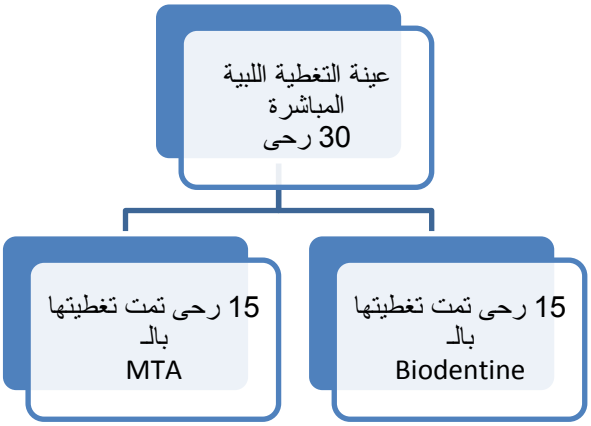


الشكل (16): تظهر التسرب الصباغي بمادة الـ Biodentine درجة 3.

2.2.1. دراسة التغطية اللبية المباشرة (Direct Pulp Capping):

تألفت عينة الدراسة السريرية من 30 رحى (سفلية أو علوية) غير متموتة اللب السني (Vital) وغير عرضية ومكتملة الذرا عند المرضى الذين تراوحت أعمارهم من (15–40) سنة، تعرضت هذه الأرحاء لانكشاف نقطي عرضي خلال عملية تجريف النخر السني ضمن عيادات كلية طب الأسنان – جامعة دمشق، قسمت العينة إلى مجموعتين حيث تتم تغطية الانكشاف النقطي للحجرة

اللبية في المجموعة الأولى باستخدام مادة الـ (Biodentine, Septodont), أما المجموعة الثانية فيتم تغطية الانكشاف باستخدام مادة الـ (MTA White, Dentsply) وتمت مراقبة العينة ككل على فترات لمدة 20 شهر.



مخطط (1): توزع عينة التغطية اللبية المباشرة.

2.2.2. معايير قبول ورفض العينات في التغطية اللبية:

شملت الدراسة كل المرضى الذين تتراوح أعمارهم بين الـ 15–40 سنة ولديهم انكشاف لبي (نتيجة نخر), حيث تم استبعاد المرضى الذين يعانون من انكشاف لبي نتيجة رض خوفاً من أن يؤثر الرض على حالة اللب السني والذي يمكن أن يقود في بعض حالاته إلى تموت اللب السني الأمر الذي قد يؤثر على نتائج البحث.

تم أخذ صورة شعاعية ذروية قبل العمل لكل الأسنان التي تحتاج إلى علاج للتأكد من سلامة هذه الأسنان من الناحية الشعاعية، كما تم التأكد من سلامة النسج حول السنية عن طريق سبرها بوساطة مسبر منظمة الصحة العالمية WHO، أنجز كذلك كل من اختبار القرع، واختبار الحيوية الذي تم باستعمال كلور الإيتيل (Endo-Frost,Colten,Germany). تم استبعاد الأسنان ذات التهاب اللب الحاد غير ردود، أو متموتة اللب السني وكذلك التي تطور في بيئتها الفموية ناسور فموي، التهاب نسج داعمة، حركة زائدة في السن، والأسنان ذات التصدعات المرئية بالعين المجردة أو فيها كسور واضحة سريرياً أو شعاعياً، كما تم استبعاد الأسنان التي تظهر امتصاصاً داخلياً أو خارجياً، واستبعدت أيضاً الأسنان التي لم يتوقف فيها النزف من اللب السني المنكشف بعد عشر دقائق من حدوث الانكشاف العرضي (Song *et al.* 2015).

عُرّف النجاح في حالات التغطية بأنه غياب الأعراض والعلامات المرضية، أي أنها الحالات التي تظهر نجاحاً سريرياً وشعاعياً (Song *et al.* 2015, Marques *et al.* 2015).

في حين عرفت حالة التغطية فاشلة، بأنها الحالة التي توافر فيها أي من الأعراض أو العلامات المرضية سواءً كانت سريرية أم شعاعية مثل: إيجابية اختبار للقرع، ألم أو عدم راحة Discomfort بالنسبة للسن الذي أجري له تغطية مباشرة، وجود ناسور فموي متعلق بالسن المعالج، الالتهاب حول الذروي Apical periodontitis، امتصاص داخلي، كسور الجذر العامودية أو أفقية، التهاب اللب الحاد، تموت في اللب السني، نقص فاعلية السن Loss of Function، قلع تالي لتغطية اللب السني (Mente *et al.* 2014a).

2.2.3. طريقة العمل السريرية لعينة الدراسة (Direct Pulp Capping):

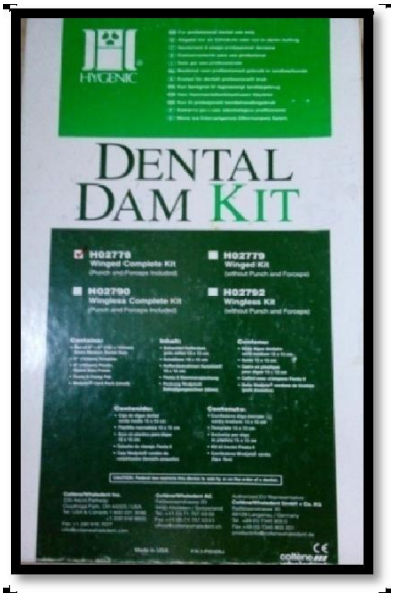
تم فحص المريض وفق بطاقة التشخيص المعتمدة في قسم مداواة الأسنان– كلية طب الأسنان جامعة دمشق، ثم قبل البدء بالعمل تم التأكد من وجود النخر السني سريرياً بوساطة أدوات الفحص السنية، كما تم التأكد من إيجابية الاستجابة لاختبار البرودة بغاز كلور الإيتيل ومن سلبية الاستجابة لاختبار القرع percussion. وتم التأكد أن الصورة الشعاعية (أخذت بوساطة الـ Endo Kerr, Ray) وتمت المراقبة الشعاعية من خلال استخدامها لحفظ زوايا التصوير، حيث تظهر هذه الصور عدم وجود علامات مرضية في المنطقة الذروية، وكذلك من وجود النخر العميق والقريب من اللب السني الشكل 17–18–19.

الشكل (17): النخر السني قبل البدء بالعمل.

الشكل (18): يظهر النخر قبل المعالجة بال Biodentine.

الشكل (19): يظهر حدوث الانكشاف خلال عملية تحضير الحفرة السنية.

تم تخدير المريض (Septanest, 1 mL, Septodont, France) وطبق الحاجز المطاطي، أزيل النخر الموجود بسنبلة كروية على قبضة المايكروموتور Low-speed مع الإرواء بماء مقطر.



الشكل (20): حاجز مطاطي من شركة HYGIENIC, USA.

أما النخر المتبقي فتمت إزالته بوساطة المجرفة اليدوية، وعند انكشاف اللب السني تم تطهير الحفرة السنية بقطنة مشبعة بهيبوكلوريد الصوديوم 2,5%، بعد توقف النزف تم غسل الحفرة السنية بوساطة المصل وجففت بقطنة ثم وضعت طبقة من مادة التغطية على المنطقة (Song *et al.* 2015)؛ ثم تم مزج مادة MTA أو Biodentine وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة ثم ترك السن لمدة 15 دقيقة ثم وضعت طبقة من GIC (Vitrebond, 3M) لضمان عدم نزع مادة الاختبار نتيجة قوى التقلص التصلبي الناتجة عن تقلص مادة الترميم النهائي وهذا ما نصحت به أيضاً دراسة Nowicka وغيرها من الدراسات، علماً أنه وبناءً على دراسات سابقة ودراسة Song لم تقم الدراسة الحالية بإجراء أي تخريش لسطح الـ Biodentine قبل إجراء الترميم النهائي، وعليه يرمم السن بكلا المجموعتين باستخدام الكمبوزيت Tetric N-ceram, VivaDent (Song *et al.* 2015)، ثم وضع السن تحت المراقبة السريرية والشعاعية على فترات متقطعة لمدة 20 شهر.

جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

بطاقة تقييم الفحص السريري والشعاعي لحالات التغطية اللبية المباشرة

الحالة رقم :.....

المدة الزمنية	الفحص السريري	الفحص الشعاعي	تقييم الحالة نجاح / فشل
بعد ٤٨ ساعة			
بعد ١ شهر			
بعد ٣ شهور			
بعد ٦ شهور			
بعد ١٢ شهر			
بعد ١٦ شهر			
بعد ٢٠ شهر			

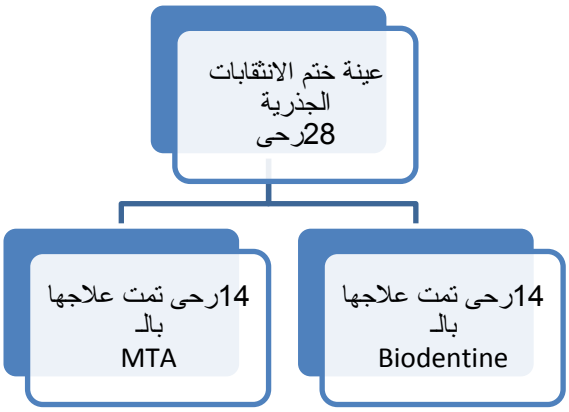
الشكل (21): لاستمارة بحث التغطية اللبية المستعملة لتدوين النتائج.

الشكل (22): يظهر المتابعة بعد 20 شهر من التغطية المباشرة بالـ Biodentine.

تم التقييم على مراحل بعد تطبيق المادة؛ في كل زيارة كان يقوم بها المريض يفحص السن سريرياً من حيث حيوية اللب وشعاعياً من حيث سلامة النسج حول السنية، ويتم تقييم النتائج من قبل باحثين (يحملان درجة الماجستير في مداواة الأسنان) لم يشتركا في البحث على أن يتم إخفاء طبيعة المادة المطبقة في عملية التغطية (تعمية) (Song *et al.* 2015).

2.3.1. دراسة ختم الانثقابات الجذرية (Sealing Perforation):

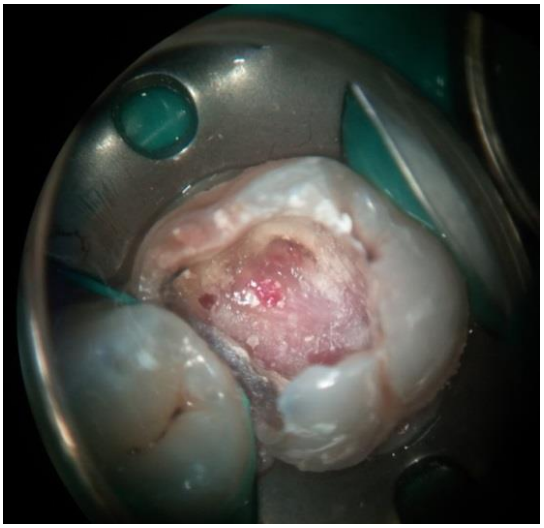
تتألف عينة الدراسة السريرية من 28 رحى (سفلية أو علوية) غير متموتة اللب السني (Vital) تعرضت لانثقاب بالنسج السنية على مستوى مفترق الجذور خلال عملية فتح الحجرة اللبية في كلية طب الأسنان جامعة دمشق، يأخذ بالاعتبار حجم الانثقاب على ألا يتجاوز حجم الانثقاب 3-4 ملم، وكذلك زمن الانثقاب حيث تم استبعاد أي حالة مضى على زمن حدوث الانثقاب فيها أكثر من 60 يوم مع العلم أنه لا يوجد دراسة واحدة تحدد زمناً محدداً لقبول أو رفض إجراء علاج لأرحاء تعاني من التهاب لب حاد غير ردود تعرضت لانثقاب على مستوى مفترق الجذور خلال فتح الحجرة اللبية، ولكننا اكتفينا بمدة الـ 60 يوم لأنها المدة التي تمت خلالها جمع العينة السريرية وليس لها علاقة بالزمن المنقضي بين حدوث الانثقاب وترميمه, تقسم العينة إلى مجموعتين حيث يتم ختم الانثقابات الحاصلة في المجموعة الأولى باستخدام مادة (Biodentine, Septodont) أما المجموعة الثانية يتم ختم الانثقابات باستخدام مادة MTA (white, Dentsply) وتراقب العينة ككل على فترات لمدة 20 شهر.



مخطط (2): توزع عينة ختم الانثقابات الجذرية.

2.3.2. طريقة العمل السريرية لعينة الدراسة (Sealing perforation):

يفحص المريض وفق بطاقة التشخيص الموجودة في القسم ثم تؤخذ صورة شعاعية ليتم التأكد من وجود الانثقاب بالنسج السنية (تؤخذ بوساطة الـ Keer, Endo Ray، وتتم المراقبة الشعاعية من خلال استخدامها لحفظ زوايا التصوير)، ثم يتم تخدير المريض ويطبق الحاجز المطاطي ويتم تنظير الحجرة اللبية ويُسيطر على النزف الحاصل فيما لو كان موجود عن طريق دك الحجرة بالقطن المعقم، تزال النسج السنية المؤوفة ويحدد مكان وحجم الانثقاب الحاصل وذلك باستعمال مبرد K-file قياس 15 (MANI)، حيث تم إحداث انحناء بزاوية 90 درجة في رأس المبرد بمقدار 4 ملم للتأكد من أن هذه الجزء المنحني من المبرد لا يخرج من الانثقاب الموجود وبذلك لا يتجاوز القطر الكبير للانثقاب 4 ملم (الشكل 23)، كما ويتم تطهير الحجرة اللبية باستعمال NaOCl 2.5% لمدة دقيقتين، ثم يعمل على ختم الانثقاب بعد ختم فوهات الأقنية الجذرية خشية من دخول مادة الترميم لداخل القناة الجذرية، ثم يستكمل تحضير الأقنية الجذرية وفق نظام Pretaper next (Dentsply) وحشوها باستعمال الكوتابيركا مع اسمنت الحشو (AH26, Dentsply) عن طريق System B مع Obtura بوساطة جهاز (META, Korea). يتم ختم الانثقاب باستعمال مادتي الـ (Biodentine, Septodont) والـ (MTA, Dentsply) ثم يرمم السن بكلا المجموعتين باستخدام الكمبوزيت (3M ESPE, Germany) ويوضع السن تحت المراقبة السريرية والشعاعية على فترات لمدة 20 شهر (الشكل 24-25-26-27-28-29-30-31), وهذا مشابه لمعايير دراسة Roda 2001.



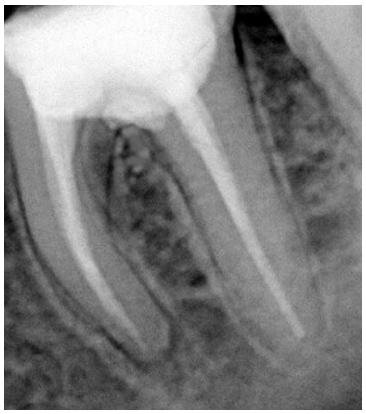
الشكل (23): يظهر الانثقاب بأرض الحجرة اللبية خلال البحث عن الأقنية الجذرية.

شكل(24): يظهر ختم الانثقاب في رحى سفلية مع حشو الأقنية الجذرية MTA.

الشكل (25): صورة شعاعية تظهر سد الانثقاب بمادة MTA.

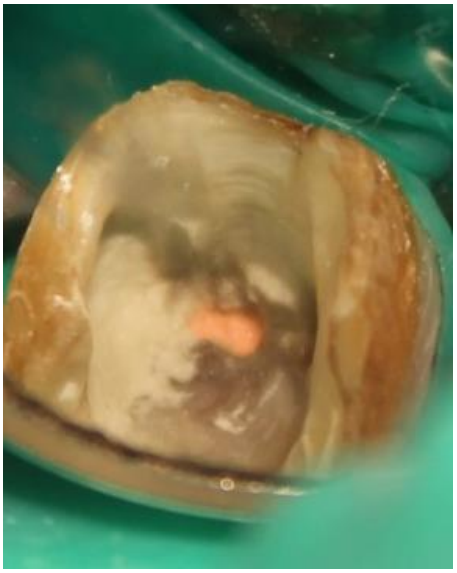
تم التقييم على مراحل بعد تطبيق المادة في كل زيارة كان يقوم بها المريض كان يفحص سريرياً وشعاعياً، كما تم تقييم النتائج من قبل باحثين (يحملان درجة الماجستير في مداواة الأسنان) لم يشتركا في البحث على أن يتم إخفاء طبيعة المادة المطبقة في عملية الختم (تعمية).

تعتبر الحالة ناجحة في غياب الأعراض والعلامات السريرية والشعاعية, كسلامة النسج الداعمة حول السنية مع غياب وجود أي جيوب لثوية أو حركة للسن المعالج, والبناء العظمي السليم بمنطقة الانثقاب، وسلامة النسج السنية للسن المعالج. في حين تعتبر الحالة فاشلة في حال توافر أي عرض أو علامة مرضية سريرية (كوجود ناسور – ألم – قيح – جيوب لثوية كبيرة – كسور في البنى السنية واضحة بالعين المجردة – حركة السن – غياب الناحية الوظيفية للسن... إلخ) أو وجود دلائل شعاعية (كوجود خراج – امتصاص عظمي– خسارة نسج حول سنية – كسور عامودية – امتصاص خارجي – انزياح للمادة المستعملة في ختم الانثقاب... إلخ) وقد تم الاعتماد على هذه المعايير بناءاً على دراسة (Mente *et al.* 2014a).

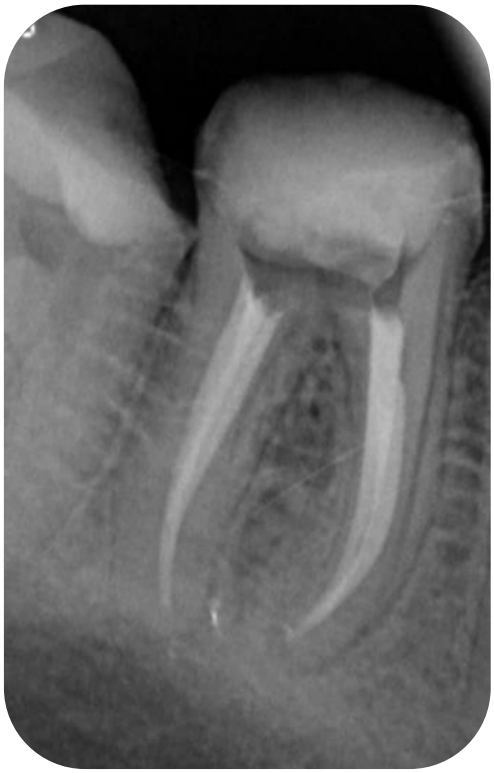


الشكل (26): يظهر الشفاء في مفترق الجذور بعد 20 شهر.

الشكل (27): يظهر انثقاب بأرض الحجرة اللبية خلال البحث عن القناة الأنسية اللسانية.



الشكل (28): يظهر سد الانثقاب باستعمال مادة Biodentine مع حشو الأقنية الجذرية.



الشكل (29): يظهر شعاعياً ختم الانثقاب وحشو القناة الجذرية.

الشكل (30): يظهر ختم الانثقاب الجذري باستعمال الـ MTA.

الشكل (31): يظهر المراقبة الشعاعية لمدة 20 شهر.

التحليل الإحصائي:

الفرضيات الإحصائية:

1- لا توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات النجاح والفشل بين مجموعة Biodentine ومجموعة الـ MTA عند استعمالها كحشوة لختم الانثقابات الجذرية.

2- لا توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات النجاح والفشل بين مجموعة Biodentine ومجموعة الـ MTA عند استعمالها كتغطية لبية المباشرة.

3- لا توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارت درجة الارتشاح الصباغي بين مجموعة الـ Biodentine ومجموعة MTA عند استعمالها كحشوة راجعة للأقنية الجذرية.

التحليل الإحصائي:

تم استخدام برنامج SPSS إصدار رقم 16 لإدخال البيانات وتحليل النتائج وفقاً للمتغيرات المراد دراستها وعند مستوى دلالة $P<0.05$.

الدراسة الإحصائية لاختبار التسرب الحفافي المجهري للعينة المخبرية:

تم إجراء اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة الدراسة المخبرية، وذلك بدرجة ثقة $p<0.05$.

الدراسة الإحصائية لتكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع المعالجة المقدمة:

تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً على فترات زمنية متقطعة (3-6-9-12-16-20) شهر وذلك بدرجة ثقة $p<0.05$.

الدراسة الإحصائية لتكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع المعالجة المقدمة:

تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً على فترات زمنية متقطعة (3-6-9-12-16-20) شهر وذلك بدرجة ثقة $P<0.05$.

الباب الثالث

النتـــائــج

Results

3

الباب الثالث

النتائج

Results

أولاً: وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 98 سناً بشريةً كانت مقسمةً إلى ثلاث عينات فرعية مختلفة وفقاً للهدف المنشود (عينة الدراسة المخبرية، عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً، عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً). وكانت عينة الدراسة المخبرية مؤلفةً من 40 سناً بشريةً وحيدة القناة وخالية من النخر والتصدع والترميمات ووحيدة الجذور ومكتملة الذرا قلعت لأسباب تقويمية وكانت متقاربة الأطوال، قسمت الأسنان في عينة الدراسة المخبرية إلى مجموعتين اثنتين وفقاً للمادة المستخدمة في الحشو الراجع (مجموعة مادة Biodentine، مجموعة مادة MTA). أما عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً فتألفت من 30 رحى أولى وثانية علوية وسفلية لدى 30 مريضاً ومريضةً تراوحت أعمارهم بين 15 و40 عاماً وكان لدى كل منهم رحى بحاجة إلى تغطية لبّية مباشرة، كانت الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً مقسمةً إلى مجموعتين اثنتين متساويتين وفقاً للمادة المستخدمة (مادة Biodentine، مادة MTA)، أما عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً فتألفت من 28 رحى أولى وثانية علوية وسفلية لدى 28 مريضاً ومريضةً وكان لدى كل منهم رحى بحاجة إلى سد الانثقاب الموجود في منطقة مفترق الجذور، كانت الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً مقسمةً إلى مجموعتين اثنتين متساويتين وفقاً للمادة المستخدمة (مادة Biodentine، مادة MTA). كان توزع الأسنان في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمادة المستخدمة وكان توزع الأرحاء والمرضى في كل من عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة وعينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية السريريتين وفقاً لنوع المادة المستخدمة في العلاج كما يلي:

1- توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً للعينة الفرعية المدروسة كما هو واضح بالجدول رقم 1:

جدول رقم (1): يبين توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً للعينة الفرعية المدروسة.

العينة الفرعية المدروسة	عدد الأسنان	النسبة المئوية
عينة الدراسة المخبرية	40	40.8
عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً	30	30.6
عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً	28	28.6
المجموع	98	100

2- توزع الأسنان في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمادة المستخدمة كما هو واضح بالجدول رقم (2):

جدول رقم (2): يبين توزع الأسنان في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمادة المستخدمة.

المادة المستخدمة	عدد الأسنان	النسبة المئوية
مادة Biodentine	20	50.0
مادة MTA	20	50.0
المجموع	40	100

3- توزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة:

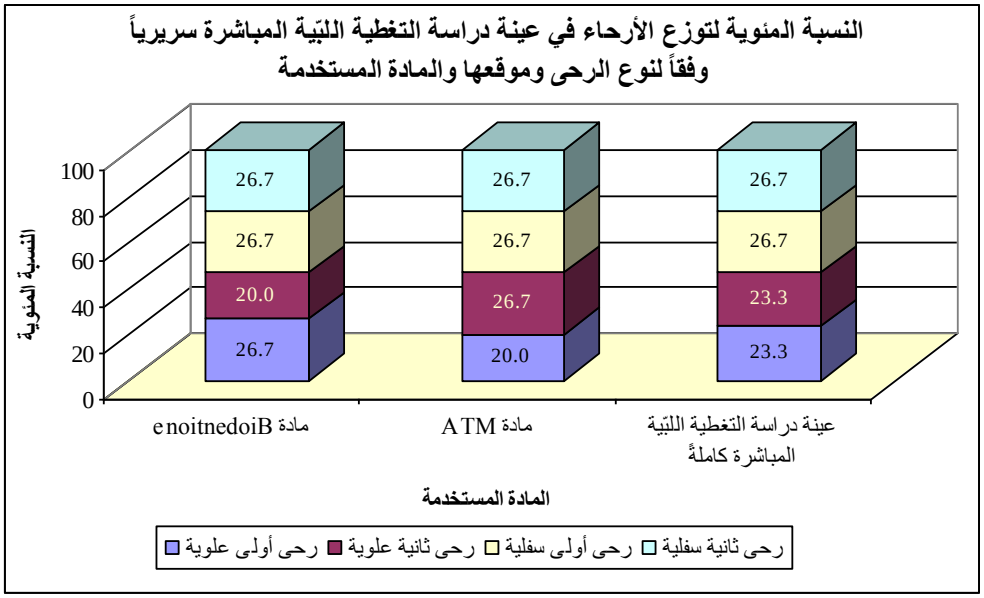
جدول رقم (3): يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.

المادة المستخدمة	عدد الأرحاء	النسبة المئوية
مادة Biodentine	15	50.0
مادة MTA	15	50.0
المجموع	30	100

4- توزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة:

جدول رقم (4): يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.

المادة المستخدمة	عدد الأرحاء					النسبة المئوية				
	رحى أولى علوية	رحى ثانية علوية	رحى أولى سفلية	رحى ثانية سفلية	المجموع	رحى أولى علوية	رحى ثانية علوية	رحى أولى سفلية	رحى ثانية سفلية	المجموع
مادة Biodentine	4	3	4	4	15	26.7	20.0	26.7	26.7	100
مادة MTA	3	4	4	4	15	20.0	26.7	26.7	26.7	100
عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً كاملةً	7	7	8	8	30	23.3	23.3	26.7	26.7	100



مخطط رقم (3): يمثل النسبة المئوية لتوزع الأرحاء في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.

5- توزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة:

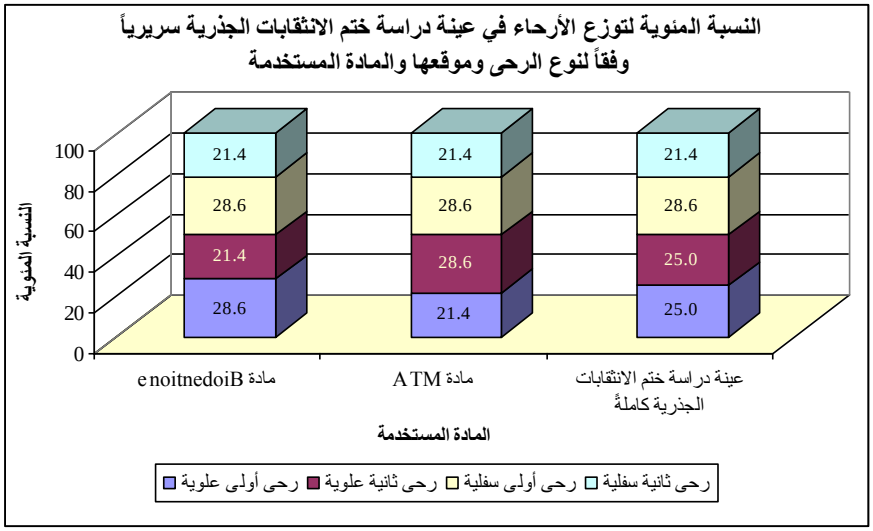
جدول رقم (5): يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.

المادة المستخدمة	عدد الأرحاء	النسبة المئوية
مادة Biodentine	14	50.0
مادة MTA	14	50.0
المجموع	28	100

6- توزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة:

جدول رقم (6): يبين توزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.

المادة المستخدمة	عدد الأرحاء					النسبة المئوية				
	رحى أولى علوية	رحى ثانية علوية	رحى أولى سفلية	رحى ثانية سفلية	المجموع	رحى أولى علوية	رحى ثانية علوية	رحى أولى سفلية	رحى ثانية سفلية	المجموع
مادة Biodentine	4	3	4	3	14	28.6	21.4	28.6	21.4	100
مادة MTA	3	4	4	3	14	21.4	28.6	28.6	21.4	100
عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً كاملةً	7	7	8	6	28	25.0	25.0	28.6	21.4	100



مخطط رقم (4): يمثل النسبة المئوية لتوزع الأرحاء في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع الرحى وموقعها والمادة المستخدمة.

ثانياً: الدراسة الإحصائية التحليلية:

I- الدراسة المخبرية:

حددت درجة التسرّب الصباغي لكل سن من الأسنان المدروسة في عينة الدراسة المخبرية، وتم إعطاء كل درجة من درجات التسرّب الصباغي قيمة متزايدة تصاعدياً وفقاً لشدة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية كما هو موضّح في الجدول التالي:

جدول رقم (7): يبين الدرجات المعتمدة للتسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية والقيم الموافقة المُعطاة لكل درجة.

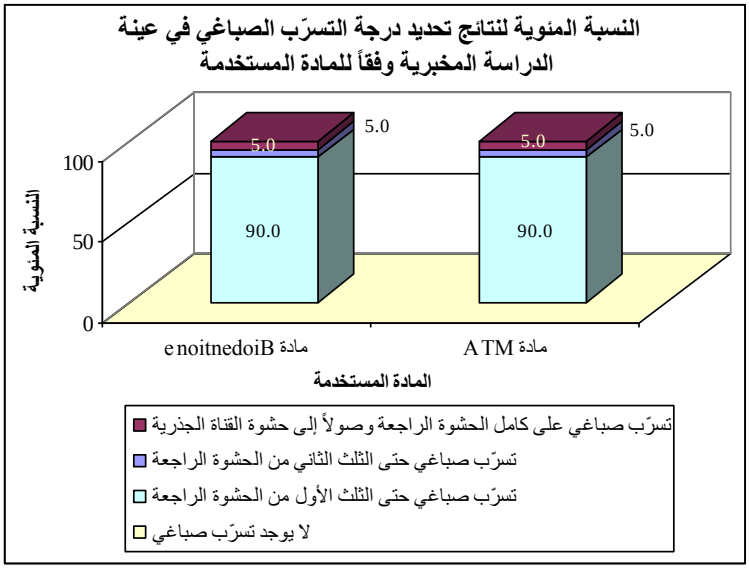
درجة التسرّب الصباغي	القيمة الموافقة المُعطاة
لا يوجد تسرّب صباغي	0
تسرّب صباغي حتى الثلث الأول من الحشوة الراجعة	1
تسرّب صباغي حتى الثلث الثاني من الحشوة الراجعة	2
تسرّب صباغي على كامل الحشوة الراجعة وصولاً إلى حشوة القناة الجذرية	3

ثم تمت دراسة تأثير المادة المستخدمة على درجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وكانت نتائج التحليل كما يلي:

♦ **نتائج تحديد درجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمجموعة المدروسة:**

جدول رقم (8): يبين نتائج تحديد درجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمجموعة المدروسة.

المجموعة المدروسة	عدد الأسنان					النسبة المئوية				
	لا يوجد تسرّب صباغي	تسرّب صباغي حتى الثلث الأول من الحشوة الراجعة	تسرّب صباغي حتى الثلث الثاني من الحشوة الراجعة	تسرّب صباغي على كامل الحشوة الراجعة	المجموع	لا يوجد تسرّب صباغي	تسرّب صباغي حتى الثلث الأول من الحشوة الراجعة	تسرّب صباغي حتى الثلث الثاني من الحشوة الراجعة	تسرّب صباغي على كامل الحشوة الراجعة	المجموع
مجموعة مادة Biodentine	0	18	1	1	20	0	90.0	5.0	5.0	100
مجموعة مادة MTA	0	18	1	1	20	0	90.0	5.0	5.0	100



مخطط رقم (5): يمثل النسبة المئوية لنتائج تحديد درجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمجموعة المدروسة

♦ **دراسة تأثير المجموعة المدروسة على درجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية:**

تم إجراء اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة الدراسة المخبرية كما يلي:

- إحصاءات الرتب:

جدول رقم (9): يبين متوسط الرتب لدرجة التسرّب الصباغي في عينة الدراسة المخبرية وفقاً للمادة المستخدمة.

المتغير المدروس = درجة التسرّب الصباغي		
المجموعة المدروسة	**عدد الأسنان**	**متوسط الرتب**
مجموعة مادة Biodentine	20	20.50
مجموعة مادة MTA	20	20.50

- نتائج اختبار Mann-Whitney U:

جدول رقم (10): يبين نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة الدراسة المخبرية.

المتغير المدروس = درجة التسرّب الصباغي		
قيمة U	**قيمة مستوى الدلالة**	**دلالة الفروق**
200.0	1.000	لا توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول رقم 10 أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة الدراسة المخبرية.

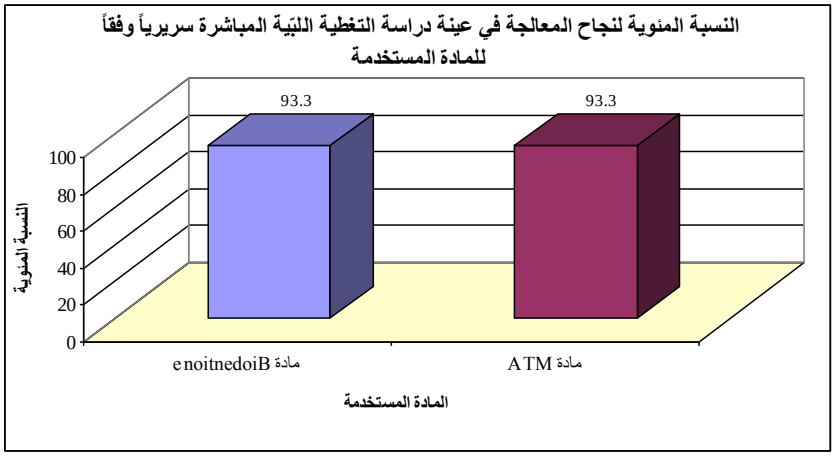
II- دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً:

تم تحديد نتيجة المعالجة من حيث النجاح والفشل لكل رحى من الأرحاء المدروسة في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً، ثم تمت دراسة تأثير المادة المستخدمة في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وكانت نتائج التحليل كما يلي:

- **نتائج تحديد نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة:**

جدول رقم (11): يبين نتائج نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.

المادة المستخدمة	عدد الأرحاء			النسبة المئوية		
	فشل المعالجة	نجاح المعالجة	المجموع	فشل المعالجة	نجاح المعالجة	المجموع
مادة Biodentine	1	14	15	6.7	93.3	100
مادة MTA	1	14	15	6.7	93.3	100



مخطط رقم (6): يمثل النسبة المئوية لنجاح المعالجة في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.

- **دراسة تأثير المادة المستخدمة في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً وفقاً لنوع المعالجة المقدمة:**

– تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً، وذلك وفقاً لنوع المعالجة المقدمة كما يلي:

- نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (12): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً، وذلك وفقاً لنوع المعالجة المقدمة.

المتغيران المدروسان = نجاح المعالجة وفشلها × المادة المستخدمة				
عدد الأرحاء	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
30	0	1	1.000	لا توجد فروق دالة

يُلاحظ في رقم 12 أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة التغطية اللبّية المباشرة سريرياً.

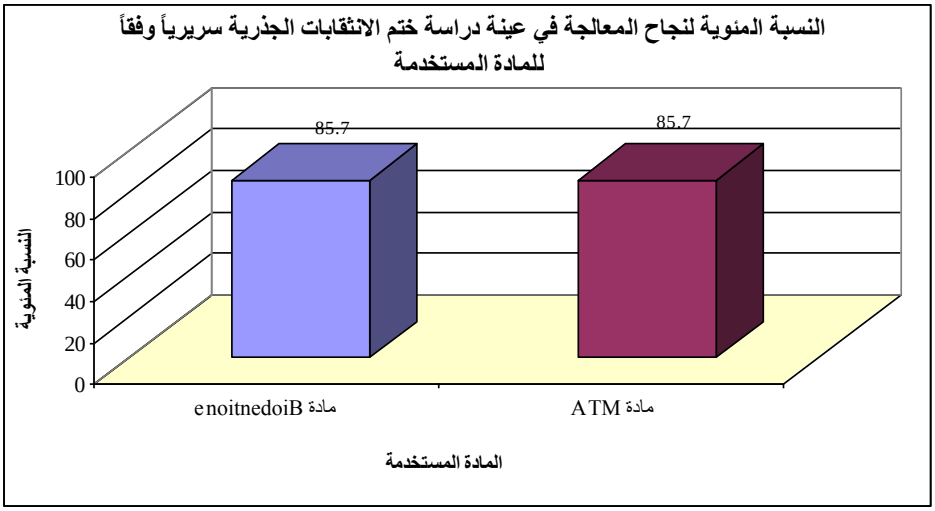
III- دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً:

تم تحديد نتيجة المعالجة من حيث النجاح والفشل لكل رحى من الأرحاء المدروسة في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً، ثم تمت دراسة تأثير المادة في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وكانت نتائج التحليل كما يلي:

- **نتائج تحديد نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة:**

جدول رقم (13): يبين نتائج نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.

المادة المستخدمة	عدد الأرحاء			النسبة المئوية		
	فشل المعالجة	نجاح المعالجة	المجموع	فشل المعالجة	نجاح المعالجة	المجموع
مادة Biodentine	2	12	14	14.3	85.7	100
مادة MTA	2	12	14	14.3	85.7	100



مخطط رقم (7): يمثل النسبة المئوية لنجاح المعالجة في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً للمادة المستخدمة.

- **دراسة تأثير المادة المستخدمة في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً وفقاً لنوع المعالجة المقدمة:**

– تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً، وذلك وفقاً لنوع المعالجة المقدمة كما يلي:

– نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (14): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً، وذلك وفقاً لنوع المعالجة المقدمة.

المتغيران المدروسان = نجاح المعالجة وفشلها × المادة المستخدمة				
عدد الأرحاء	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
28	0	1	1.000	لا توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول رقم 14 أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة دراسة ختم الانثقابات الجذرية سريرياً.

الباب الرابع
المناقشـــــة
Discussion

4

الباب الرابع

المناقشة Discussion

تم إجراء هذه الدراسة إلى تقييم الأداء السريري والمخبري لمادة Biodentine بالمقارنة مع مادة الـ MTA في بعض الجوانب التطبيقية. حيث قسمت العينات إلى عينتين سريريتين تمت من خلالها مراقبة سلوك المادة لمدة 20 شهر وعينة مخبرية تمت دراستها من خلال التسرب الصباغي للمادة المدروسة.

4.1. مناقشة نتائج العينة المخبرية:

تعد جراحة قطع الذروة من الجراحات الشائعة التي تهدف لإزالة جزء من الجذر يحتوي على فراغ قنوي غير نظيف كما تهدف لتحقيق ختم ذروي للقسم المتبقي من القناة الجذرية والذي لا يمكن ختمه بالطريقة التقليدية (Walton & Torabinejad 2014)، تهدف الجراحة حول الجذرية لتأمين مدخل للمنطقة المتضررة Affected Area، وتقييم حالة كل من الجذر والقناة الجذرية، كما تهدف إلى ختم نهاية الجذر السني بمادة متقبلة حيوية قادرة على تحريض التجدد حول الجذري. توجد العديد من المواد المستعملة للختم في الحشو الراجع، ولكن الذي يجعل بعض المواد تتفوق على أقرانها هو خواص هذه المادة، تقبلها الحيوي، قدرتها على الختم الذروي، نسبة النجاح طويلة الأمد (Johnson 1999).

ذكر (Wu & Wesselink 1993) العديد من الطرق المستعملة لتقييم جودة الختم لمواد الحشو الراجع، درجة عمق نفوذ الصباغ، نفوذ النظائر المشعة، النفوذ البكتيري، الوسائل الكيميائية والكهربائية، تقنيات ترشيح السوائل. لكن العلاقة بين هذا التسرب الصباغي وانعكاسه على الواقع السريري داخل العيادة ما يزال يلبسه الغموض وليس كاف. وعلى أي حال فإن المعطى المنطقي الذي يقول بأن الحشوة الراجعة التي تمتلك أصغر تسرب صباغي، ربما تمنع هجرة الجراثيم وذيفاناتها إلى النسج حول الجذرية قد يكون مقبولاً، وعلى هذا الأساس تم الاعتماد على التسرب الصباغي في هذه الدراسة (Kokate & Pawar 2012). كما تم الاعتماد في هذه الدراسة على صنع

حفرة علبية ذات جدران جانبية متوازية باستعمال سنبلة دائرية بوساطة قبضة بطيئة الدوران, وليس على رؤوس الأجهزة فوق الصوتية وعلى الرغم من أنها تساير القناة الجذرية إلا أن نسبة حدوث الانكسار أعلى من جراء استعمالها (Min *et al.* 1997).

بينت النتائج أن مادتي البحث أظهرتا تسرباً صباغياً، ولكن التسرب الصباغي كان متساوياً بين العينتين، وقد اتفقت نتائج التسرب الصباغي لمادة الـ MTA مع النتائج المنشورة في دراسات عالمية (Shipper *et al.* 2004Perez *et al.* 2003). أما فيما يخص تقارب النتائج لمادة الـ MTA & Biodentine فإن التشابه في تركيب كلا المادتين Tricalcium silicate يفسر ذلك، فعلى الرغم من أن الكثير من الدراسات اعتبرت مادة الـ MTA المادة المثالية للتطبيقات السنية ومن بينها الحشو الراجع للأقنية الجذرية، إلا أن تركيب مسحوق مادة الـ Biodentine والتي تمزج مع الماء، جعلتها ذات تقبل حيوي عالي وأداء سريري ومخبري مشابه لمادة الـ MTA (Paranjpe *et al.* 2011 Kokate & Pawar 2012)، كما أثبتت الدراسات أن المواد السنية التي يشكل سيليكات الكالسيوم أساسها calcium silicate-based تقوم خلال تصلبها بتكوين مركب $CaCO_3$ crystals والذي يستمر بالتشكل خلال فترة التصلب، الأمر الذي يساعد في تحسين خواص المادة مقارنة بغيرها من المواد وهذا ما يحدث خلال تصلب كل من الـ MTA و Biodentine بالرغم من أن سرعة تشكله بمادة الـ Biodentine أسرع بسبب قصر زمن التصلب الأولي للمادة (Walton & Torabinejad 2014).

أظهرت دراسة (Torabinejad *et al.* 1995) تفوق مادة الـ MTA على غيرها من المواد المستعملة في الحشو الراجع للقناة الجذرية, حيث يعود السبب في ذلك لحب هذه المادة وكل المواد المؤلفة من السليكات ثلاثية الكاسيوم للماء الأمر الذي يعمل على تمددها في الأوساط الرطبة مما يساهم في زيادة ختم المنطقة المستعملة فيها علماً أن التمدد لم يذكر له أي رقم بالتحديد.

بينت دراسة Han و Okiji المقارنة لقدرة كل من الـ MTA & Biodentine على امتصاص الكالسيوم و السيليكات Calcium Ca و Silicon Si إلى العاج السني، أن كلا المادتين استطاعت تشكيل اندخالات tag like crystal line ضمن القنيات العاجية، وعند البحث عن المنطقة البينية الغنية بالكالسيوم و السيليكون Ca and Si rich interfacial layer تبين وجودها بشكل أكبر في مادة الـ Biodentine بالرغم من أن هذا التشكل الأخير يساهم بشكل كبير بدعم الخواص الفيزيائية للمواد

(Nowicka *et al.* 2013)، وهذا بدوره يفسر التقارب بالنتائج بين المادتين لأن نواتج المزج والتصلب وحتى التركيب شبه متقاربة.

تؤثر الحموضة المنخفضة على التفاعل التصلبي وعلى الالتصاق, كما أنها تزيد من انحلالية الإسمنت المعتمد على Calcium Silicate والذي بدوره سيؤثر على الخواص الميكانيكية للمادة بما فيها خشونة السطح (Roy *et al.* 2001). إلا أن دراسة (Elnaghy 2014) أظهرت أنه من الممكن استعمال مادة الـ Biodentine بشكل مماثل لمادة الـ MTA في الأوساط الحامضية على الرغم من أن خواص كلتا المادتين قد تأثرتا خلال تعرضهم للوسط الحامضي، إلا أن الـ Biodentine حافظت على قساوة سطح وقوى ارتباط بعاج الجذر أكبر من مادة الـ MTA في مثل هذه الأوساط، وهذا بدوره يدعم التقارب بالنتائج الحاصلة في هذه الدراسة.

بالاعتماد على هذه الدراسة المخبرية التقييمية، يمكننا أن نستنتج أن كلتا المادتين المستعملتين بالبحث أظهرتا تسرباً صباغياً بقدرٍ متساوٍ، مما يبشر بنتائج واعدة للمادة المقدمة حديثاً Biodentine قد تنافس مستقبلاً ما وصلت إليه مادة الـ MTA.

4.2. مناقشة نتائج عينة التغطية السنية المباشرة السريرية:

تستعمل مادة الـ MTA بشكل واسع في التغطيات اللبية السنية سواء المباشرة أو غير المباشرة. حيث أظهرت الدراسة النسيجية تقبلاً جيداً لما تمتلكه هذه المادة من خواص فيزيائية وكيميائية، كما وأظهرت المادة كذلك فعلاً مضاداً للجراثيم antibacterial وختماً جيداً مع غيرها من المواد (Torabinejad & Parirokh 2010Camilleri & Pitt Ford 2006). كما قارنت الكثير من الدراسات بينها وبين مادة ماءات الكالسيوم وطرحتها كخيار بديل في التغطيات اللبية (Cho *et al.* Hilton *et al.* 20132013). على الرغم من تمتع مادة الـ MTA بحسنات إلا أنها تمتلك بعض السلبيات كارتفاع ثمنها، وزمن التصلب الطويل نسبياً، وإمكانية تلون الأسنان التي توضع بداخلها (Parirokh & Torabinejad 2010a).

ونتيجة لهذه السلبيات المتعلقة بالـ MTA بدأت الدراسات باختبار مادة الـ Biodentine والتي هي مادة إسمنتية نشطة حيوياً Bioactive مشابهة للخواص الميكانيكية للعاج السني، وبالتالي اعتبرت كبديل للعاج Dentin Substitute في التيجان والجذور السنية. كما تمتلك هذه المادة فعلاً إيجابياً

على خلايا اللب السني وتعمل على تشكيل العاج الثالثي Tertiary Dentin، أما في حال التماس المباشر Direct مع النسيج اللبي فإنها تعزز تشكل العاج الإصلاحي Reparative (Giuliani *et al.* 2010). إضافة لتمتعها بخواص مشابهة للـ MTA وتفوقها عليها فيما يخص زمن التصلب وغيره من الخواص.

اعتمدت الدراسة الحالية على انجاز الحالات السريرية في كلتا المادتين بجلسة واحدة وذلك لتفادي حدوث التسرب الحفافي الذي يمكن أن يؤثر على نتائج الدراسة، حيث ذكرت دراسة (Kim *et al.* 2015) أن مادة التغطية المستعملة في التغطية اللبية لا تقوم بتغطية كامل القنيات العاجية المنكشفة نتيجة تحضير الحفرة السنية، ولذلك لابد من ختم الحفرة السنية بمادة تمنع التسرب الحفافي والذي يعدّ ممر للجراثيم باتجاه اللب، كما ذكرت الدراسة أن الحشوات المؤقتة بكامل أنواعها لا تتمكن من منع التسرب الحفافي بشكل تام، وأن مقدار التسرب انخفض عندما كانت سماكة الحشوة المؤقتة بحدود 3 ملم ولكن ما زال هنالك ممر يسمح للجراثيم وغيرها بالمرور للب السني، ولذلك حرصت الدراسة الحالية على تجنب هذه المشكلة بالقيام بإجراءات التغطية بجلسة واحدة. كما أن قصر زمن تصلب مادة الـ Biodentine ساعد في إمكانية إنهاء العينات ليتم انهائها بجلسة واحدة حيث إن التحسين الذي طرأ على زمن التصلب الخاص بمادة الـ Biodentine تم تحقيقه بالمزاوجة بين العديد من العوامل، أولاً حجم الجزيئات الكبير يؤثر في زمن التصلب، حيث يزيد من مساحة السطح، وبالتالي ينقص زمن التصلب، كذلك إضافة كلور الكالسيوم calcium chloride إلى مكونات السائل يسرع هذه العملية، وأخيراً إن التخفيف من مكونات السائل كذلك يساعد في هذا الهدف (Kokate & Pawar 2012).

نصحت بعض الدراسات بملء الحفرة السنية بعد التغطية اللبية بمادة الـ Biodentine ثم الانتظار فترة زمنية قبل إجراء الترميم النهائي معتمدين على ما تتمتع به الـ Biodentine من صفات ميكانيكية مشابه للعاج السني (Koubi *et al.* 2013). في حين أن دراسة (Giuliani *et al.* 2010) ذكرت أن حشوات الـ Biodentine أظهرت فقداً مادياً حفافياً في الزيارة التالية للعلاج، ويمكن أن يُعزا هذا إلى التعامل مع المادة بشكل خاطئ، خلال تعديل الإطباق، حيث يجب أن لا يتم تحضير الـ Biodentine بأدوات دوارة وكما يجب أن لا يتلامس مع الماء، ومن الأفضل أن يتم تطبيقه في الحفرة باستخدام

مدكات الإسمنت مع تطبيق ضغط خفيف ويُفضل استخدام أدوات النحت لتعديل الإطباق، كما أن التلميع التالي لحشوة الـ Biodentine يجب أن يُهمل، حيث أن الضغط الزائد أو التلميع والتشذيب المبالغ بهما يمكن أن يخل أو يعطل بالبنية البلورية للـ Biodentine بالإضافة إلى خسارة في قوة ارتباطها. وبناءً على هذا فقد عمدت الدراسة الحالية إلى تطبيق مادة الـ Biodentine فوق الانكشاف بشكل مباشر، مع إعطائها الوقت الكافي للتصلب ثم وضعت طبقة من الاسمنت الزجاجي الشاردي GIC (Vitrebond, 3M)، دون أن يتم لمس مادة الـ Biodentine بأي أداة دوارة حتى لا تتأثر خواص هذه المادة نتيجة أي تشذيب أو تعديل.

اعتمدت الدراسة الحالية على تطبيق الحاجز المطاطي خلال كافة الأعمال المنجزة على أسنان الدراسة، وذلك لأن التغطية اللبية المباشرة تتعلق بالعديد من العوامل مثل حالة المضيف والمواد المستعملة بالتغطية، الشخص الذي يطبق المادة، وكذلك حالة اللب الأولية عند التغطية من حيث غياب التلوث الجراثيم فيه، والالتزام الكامل بتطبيق كافة مراحل العمل (De Rossi *et al.* 2014). كما ذكرت دراسة De Rossi أن التلوث الجرثومي يكاد يكون أهم عامل في التغطية اللبية ولذلك نصحت الدراسة وبشدة تطبيق الحاجز المطاطي، لما لهذا الإجراء من قدرة على حماية السن من التلوث الجرثومي، كما أوصت بتعقيم الأدوات المستعملة خلال المعالجة بالإضافة إلى الإرواء بشكل لطيف لقطع النزف من اللب السني (De Rossi *et al.* 2014).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت المادة المستخدمة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة حالات التغطية اللبّية المباشرة في كل من مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة الدراسة السريرية. حيث بلغت نسبة النجاح في عينة التغطية اللبية 93.3% لكلتا المادتين. وهذا يتفق مع ما ذكر في الأدب الطبي بأن نسبة نجاح التغطية اللبية بين 13–95% (Barthel *et al.* 2000). في حين ذكرت دراسات أخرى أن نسبة نجاح في تغطية اللبية للأسنان بمادة الـ MTA تراوحت بين 93←98% (Bogen *et al.* 2008)، علماً أن هذا الاختلاف في النسبة المذكورة في الأدب الطبي يعود سببه إما لفترة المراقبة التي امتدت بين 1–10 سنوات، كما أن موقع الانكشاف في الحفرة السنية يلعب دوراً كذلك، حيث نسبة نجاح التغطية اللبية في حفر

الصنف II ,I أعلى منها من حفر الصنف V وذلك لأن المنطقة العنقية من السن المجاورة لقمة النتوء السنخي تتركز فيها قوى الشد Tensile Stress خلال القوى الإطباقية (Dejak *et al.* 2005).

ذكرت دراسة (Chang *et al.* 2014) أنه عند استعمال Biodentine و MTA لوحظ وجود زيادة في نشاط الفوسفاتاز القلوية، تساهم هذه الزيادة في ترسب العقد التمعدنية، وبالتالي تساهم في زيادة في تمايز الخلايا طلائع العاج عند تماس اللب مع كل من Biodentine و MTA هذه النتيجة تؤكد تقارب رد فعل هذه المواد في حال استعمالها في التغطية اللبية المباشرة.

توافقت نتائج دراستنا مع دراسة (De Rossi *et al.* 2014) التي ذكرت أنه لا يوجد فرق دال إحصائي بين مادة الـ Biodentine و MTA عند استعمالهما في التغطية اللبية المباشرة، حيث عزا De Rossi هذا التطابق في النتيجة إلى التشابه الكيميائي في تركيب المادتين، والذي يعتمد بشكل أساسي على السيليكات ثلاثية الكالسيوم Tricalcium Silicate. حيث أن عملية البلمهة لمركب السيليكات ثلاثية الكالسيوم في مادة الـ Biodentine سوف ينتج هلام سليكيات الكالسيوم (CSH) وماءات الكالسيوم $Ca(OH)_2$ بالمقابل في مادة الـ MTA أكسيد الكالسيوم يتفاعل مع الماء والسوائل النسيجية لينتج ماءات الكالسيوم، وعليه فإن المركب النهائي الناتج عن تفاعل كلتا المادتين هو ماءات الكالسيوم، هذا المركب الذي يتمتع بقلوية عالية قادرة على تحفيز الخلايا الصانعة للعاج في المعقد اللبي العاجي لتنتج عاج جديد يساهم في بناء الجسر العاجي الذي سيعمل على ختم الانكشاف اللبي الموجود (De Rossi *et al.* 2014).

وبالرغم من التشابه في التفاعل الكيميائي لكلتا المادتين إلا أن الجسر العاجي المتشكل يكون أثخن عند استعمال الـ Biodentine، وربما يكون السبب في ذلك هو اختلاف زمن التصلب والذي يعدّ أقصر في الـ Biodentine منه من الـ MTA (Camilleri *et al.* 2013). حيث أنه خلال هذا الزمن القصير فإن كمية شوارد الكالسيوم المتحررة من الـ Biodentine أكبر منها في الـ MTA وهي تساعد بدورها على تشكل جسر عاجي أثخن من غيرها من المواد (Camilleri *et al.* 2008). في حين أن التمرير الطويل للشوارد من مادة الـ MTA خلال فترة تصلبها الطويلة ربما يسبب رد فعل متسم بإطلاق الحرارة Exothermic وهذا قد يؤدي إلى تشكيل الجسر العاجي ذي الثخانة الأقل (Camilleri *et al.* 2013).

بناءً على ما سبق تعد المادتان المستعملتان في كلتا حالتيهما أفضل من مادة ماءات الكالسيوم المستعملة في التغطية اللبية المباشرة والتي بلغت نسبة النجاح فيها 72.7% بعد سنة من التطبيق وتناقصت النسبة لتصل 31,8% بعد 10 سنوات من المراقبة (Horsted *et al.* 1985).

أما فيما يخص حالتي الفشل اللتين حدثتا فلربما يعزا هذا الفشل لحالة اللب السني في الحالتين، حيث ذكر المريضان وجود ألم سابق يأتي للحظات بشكل قوي ثم يذهب خلال عملية شرب الماء البارد (لم يكن موجود خلال عملية التغطية اللبية)، وهذا إن دل فإنما يدل على احتمالية وجود التهاب لب ردود سابق بالسن نتيجة النخر السني الموجود، ولربما ساهم هذا الالتهاب الردود على إجهاد اللب السني، وهو بدوره ساعد في إفشال عملية التغطية التي تمت خلال البحث، وهذا مطابق لما ذكره (Cohen 2016) من أن تكرار حدوث التهاب اللب الردود المترافق مع تطور مرض سني أو دونه ربما يعمل على تحول هذا الالتهاب ليصبح غير ردود (irreversible pulpitis).

الشكل (36): تظهر الحالة قبل البدء بعملية التغطية اللبية المباشرة.

الشكل (37): تظهر الحالة بعد قيام التغطية اللبية المباشرة.

الشكل (38): تظهر فشل الحالة والقيام بالمعالجة اللبية للسن.

4.3. مناقشة نتائج عينة ترميم الانثقابات الجذرية السريرية:

إن الهدف من ترميم الانثقاب الجذري هو الختم المحكم بين البيئة الفموية والنسج حول الجذرية (Guneser *et al.* 2013). وعليه فإن المواد المستعملة في العلاج يجب أن تكون غير سامة، غير مسرطنة، متقبلة حيوياً، غير قابلة للانحلال بالسوائل النسيجية وثابتة الأبعاد بعد التصلب (Shahi *et al.* 2009).

أظهرت نتائج البحث الحالي أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت المادة المستخدمة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة حالات ختم الانثقابات الجذرية في كل من مجموعة مادة

Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة الدراسة السريرية. حيث بلغت نسبة النجاح في كلتا المادتين الـ MTA, Biodentine 85.7% وهذه النسبة تتوافق مع دراسة (Mente *et al.* 2014b) حيث بلغت نسبة النجاح في سد الانثقاب السني 86% بمادة الـ MTA بغض النظر عن مكان الانثقاب. في حين أظهرت دراسة (Attik *et al.* 2014) أن نسبة نجاح ترميم الانثقابات بمادة الـ MTA تراوحت بين 67,1 إلى 89,9% وذلك لأن العينة لم تقتصر على الحالات ذات الحيوية اللبية بل شملت حالات إعادة المعالجة و الحالات متموتة اللب السني، حيث لعبت العديد من العوامل دوراً في هذه النسبة، كتواجد شفوفية شعاعية بمنطقة الانثقاب، توضع السن في القوس السنية السفلية أو العلوية حيث أظهرت الأسنان العلوية نسبة نجاح أعلى.

لم تقم الدراسة الحالية باستعمال سائل الغسل NaOCl بتركيز 5.25% قبل ترميم مكان الانثقاب، ولكنها استعملت سائل الغسل بتركيز 2.5%، وذلك لأن دراسة (Hulsmann & Hahn 2000) اعتبرت NaOCl بتركيز 5.25% سام ومن الأفضل ألا يكون على تماس مع النسج السنية في الأسنان التي حدث فيها انثقابات. ولكنها بالوقت ذاته ذكرت أن NaOCl 2.5% سائل يساعد على حل النسج المتموتة ومثبط للجراثيم Bactericidal، ولذلك من المنصوح به أن يستعمل بتراكيز خفيفة في تطهير الحجرة اللبية للأسنان التي تعاني من انثقاب.

بناءً على توصية (Hashem & Hassanien 2008) الذي نصح باستعمال مسندة داخلية Internal Matrix في حالات الانثقابات الكبيرة الأكبر من 3 ملم، مثل الجيلفوم والكولاجين، حيث تقوم هذه المساند بعملية الإرقاء كما أنها تتمدد بالرطوبة وبالتالي تساعد على وضع المادة السادة دون أن تسمح بخروجها خارج الانثقاب بكميات كبيرة هذا فيما يتعلق بمادة MTA-Angelus. أما فيما يخص مادة الـ Pro Root 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 & Hassanien 2008) وهذا ما تم الاعتماد عليه في هذه الدراسة حيث لم يتم استعمال أي مسندة.

تمتلك مادة الـ MTA مزايا أكثر من غيرها من المواد المرممة عندما يتم استخدامها لترميم الانثقاب. تختم هذه المادة بشكل جيد، حتى عندما تكون حجرة التحضير ملوثة بالدم. كما أنها متقبلة حيوياً

بشكل كبير، ونادراً ما يكون هناك ملاحظة لأي رد فعل من النسج حول الجذرية، وبشكل ثابت ظهر نمو مباشر لمادة شبيهة بالملاط على المادة بعد التطبيق. كما أظهرت مادة الـ MTA نتائج إيجابية طويلة الأمد عندما تم استخدامها كمادة لترميم الانثقاب (Roda 2001). كما أظهرت دراسة Ment وزملاؤه أن نسبة النجاح باستعمال الـ MTA تزداد عندما كان حجم الانثقاب أقل من 3 ملم (Mente *et al.* 2014b). 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 *et al.* 2014).

مما يساعد على تفسير نتائج هذه العينة العديد من الدراسات التي ذكرت أن الـ Biodentine أظهرت أداءاً هاماً كمادة مرممة للانثقابات حتى بعد تعرضه لمخرشات لبية متنوعة، بينما أظهر الـ MTA أخفض قوة ارتباط للعاج الجذري The lowest push out bond strength (Guneser *et al.* 2013). كما تمتلك مادة Biodentine قدرة جيدة على الختم، وتحمل شديد لقوى الشد، وزمن تصلب قصير (Raskin *et al.* 2012). وبذلك تعتبر المادة متقبلة حيوياً وتمتلك خواص biomineralization مقبولة وكذلك قوى التصاق كافية لجعلها تستخدم كمادة مرممة في جذور الأسنان كختم الانثقابات مثلاً (Guneser *et al.* 2013).

يستطيع الـ Biodentine أن يشكل القالب الشبيه بالعاج Dentine like matrix بوساطة الخلايا الشبيهة بمولدة العاج وذلك على شكل عقيدات متمعدنة تحتوي على جزئيات تملك خواص العاج. كما تستطيع مادة Biodentine تشكيل مركب هيدروكسي الأباتيت HA عند تماسها مع السوائل النسيجية وبذلك يعمل HA بدوره على تشكيل العظم وهذه الميزة تشترك بها كذلك مادة الـ MTA (Tziafa *et al.* 2014).

أظهرت الـ Biodentine في دراسة (Guneser *et al.* 2013) مقاومة أكبر لقوى الإزاحة من الـ MTA. وبالتالي فإن قدرة الـ Biodentine على التمعدن الحيوي biomineralization، أعلى على الأرجح خلال تشكل الأوتاد Tags يجعله مقاومة لقوى الإزاحة. وهذا ما أثبتته دراسة (Han & Okiji 2011) أن امتصاص الكالسيوم والسيليكون ضمن العاج والذين يعد أساسياً لتشكيل البنى شبيهة الأوتاد في الـ Biodentine كان أعلى منه في الـ MTA.

أما فيما يخص حالات الفشل وهي 4 حالات اثنتين في كل مجموعة فإن المتابعة السريرية والشعاعية أظهرت حدوث كسر في السنين ربما يعود ذلك نتيجة التيجان التي وضعت عليهما لاحقاً، أما السنين الأخريين فقد تطور فيهما ألم على القرع وحركة وذلك نتيجة استعمالهما في الأجهزة المتحركة الجزئية حيث تم الاعتماد عليهما كدعامتين للجهاز المتحرك.

بالاعتماد على هذه الدراسة السريرية التقييمية، يمكننا أن نستنتج أن كلتا المادتين المستعملتين بالبحث أظهرتا أداءً متماثلاً في مجال التغطية اللبية المباشرة وفي مجال ختم الانثقابات الجذرية، مما يبشر بنتائج واعدة للمادة المقدمة حديثاً Biodentine ربما تساعد هذه الخواص، على اعتبار الـ Biodentine كبديل لمادة الـ MTA في بعض الجوانب التطبيقية.

الباب الخامس
الاستنتاجـات
Conclusions

5

الباب الخامس

الاستنتاجات Conclusion

ضمن شروط هذه الدراسة المخبرية حول التسرب الصباغي لمادتي (Biodentine, Septodont) و (MTA, Dentsply) يمكن الاستنتاج:

1- أن مادة الـ Biodentine تمتلك إمكانية وقدرة مماثلة لمادة الـ MTA عند اختبار قدرتها في منع ارتشاح تسرب الصباغي حين استعملت كحشوة راجعة للأسنان.

2- لم تستطع أي من المادتين منع تسرب الصباغ المستعمل في الاختبار بشكل كامل.

ضمن شروط هذه الدراسة السريرية لمادتي (Biodentine, Septodont) و(MTA, Dentsply) يمكن الاستنتاج:

حققت كل من المادتين المدروستين Biodentine و MTA نتائج متقاربة من حيث استعمالها في التغطية اللبية المباشرة و ختم الانثقابات الجذرية خلال فترة الدراسة البالغة 20 شهراً.

الباب السادس

المقترحــات والتوصيــات

Suggestions & Recommendation

6

1- إجراء دراسة مماثلة بين مادة الـ Biodentine وبين مادة الـ Bioceramic لدراسة إمكانية استخدامهما في التغطية اللبية المباشرة.

2- إجراء دراسة مماثلة بين مادة الـ Biodentine وبين مادة الـ Bioceramic لدراسة إمكانية استخدامهما في ختم الانثقابات الجذرية.

3- نوصي باستعمال مادة Biodentine كمادة مماثلة لمادة MTA في التطبيقات السريرية و المخبرية.

الباب السابع
المـراجـــع
References

7

الباب السابع

References المراجع

- Abedi HR, Ingle JI (1995) Mineral trioxide aggregate: a review of a new cement. *J Calif Dent Assoc* **23**, 36-9.
- Aguilar P, Linsuwanont P (2011) Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review. *J Endod* **37**, 581-7.
- Ahlberg KM, Assavanop P, Tay WM (1995) A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth. *Int Endod J* **28**, 30-4.
- Arens DE, Torabinejad M (1996) Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: two case reports. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **82**, 84-8.
- Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Stowe S, Brink F (2006) A qualitative X-ray analysis of white and grey mineral trioxide aggregate using compositional imaging. *J Mater Sci Mater Med* **17**, 187-91.
- Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghanavati F, Rahimi H (2008) A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **106**, 60−9 .14
- Attik GN, Villat C, Hallay F et al. (2014) In vitro biocompatibility of a dentine substitute cement on human MG63 osteoblasts cells: Biodentine versus MTA((R)). *Int Endod J* **47**, 1133-41.
- Bachoo IK, Seymour D, Brunton P (2013) A biocompatible and bioactive replacement for dentine: is this a reality? The properties and uses of a novel calcium-based cement. *Br Dent J* **214**, E5.
- Barrieshi-Nusair KM, Qudeimat MA (2006) A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate for partial pulpotomy in cariously exposed permanent teeth. *J Endod* **32**, 731-5.

- Barthel CR, Rosenkranz B, Leuenberg A, Roulet JF (2000) Pulp capping of carious exposures: treatment outcome after 5 and 10 years: a retrospective study. *J Endod* **26**, 525-8.
- Bodrumlu E (2008) Biocompatibility of retrograde root filling materials: a review. *Aust Endod J* **34**, 30-5.
- Bogen G, Kim JS, Bakland LK (2008) Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. *J Am Dent Assoc* **139**, 305-15; quiz -15.
- Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, de Moraes IG, Bernardineli N (2006) Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. *J Endod* **32**, 897-900.
- Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, McDonald F, Pitt Ford TR (2004 (Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* **37**, 699-704.
- Camilleri J, Pitt Ford TR (2006) Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J* **39**, 747-54.
- Camilleri J, Montesin FE, Juszczyk AS et al. (2008) The constitution, physical properties and biocompatibility of modified accelerated cement. *Dent Mater* **24**, 341-50.
- Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D (2013) Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dent Mater* **29**, 580-93.
- Camilleri J, Laurent P, About I (2014) Hydration of Biodentine, Theracal LC, and a prototype tricalcium silicate-based dentin replacement material after pulp capping in entire tooth cultures. *J Endod* **40**, 1846-54.
- Camilleri J (2015) Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. *J Endod* **41**, 1139-45.
- Chang SW, Lee SY, Ann HJ, Kum KY, Kim EC (2014) Effects of calcium silicate endodontic cements on biocompatibility and mineralization-inducing potentials in human dental pulp cells. *J Endod* **40**, 1194-200.

- Cho SY, Seo DG, Lee SJ, Lee J, Lee SJ, Jung IY (2013) Prognostic factors for clinical outcomes according to time after direct pulp capping. *J Endod* **39**, 327-31.
- Cohen SH, K. editors. (2016) *COHEN'S PATHWAYS OF THE PULP,*, Eleventh edn; St. Louis: Mosby, 113-421-422-563-737-739.
- De Rossi A, Silva LA, Gaton-Hernandez P et al. (2014) Comparison of pulpal responses to pulpotomy and pulp capping with biodentine and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod* **40**, 1362-9.
- Dejak B, Mlotkowski A, Romanowicz M (2005) Finite element analysis of mechanism of cervical lesion formation in simulated molars during mastication and parafunction. *J Prosthet Dent* **9**.9−520 ,4
- Dion I, Rouais F, Baquey C et al. (1997) Physico-chemistry and cytotoxicity of ceramics: part I: characterization of ceramic powders. *J Mater Sci Mater Med* **8**, 325-32.
- Dorn SO, Gartner AH (1990) Retrograde filling materials: a retrospective success-failure study of amalgam, EBA, and IRM. *J Endod* **16**, 391-3.
- Elnaghy AM (2014) Influence of acidic environment on properties of biodentine and white mineral trioxide aggregate: a comparative study. *J Endod* **40**, 953-7.
- Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ ,Hong CU, Kariyawasam SP (1995) Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **79**, 756-63.
- Ford TR, Torabinejad M, Abedi HR, Bakland LK, Kariyawasam SP (1996) Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *J Am Dent Assoc* **127**, 1491-4.
- Fridland M, Rosado R (2005) MTA solubility: a long term study. *J Endod* **31**, 376-9.
- Friedman S, Mor C (2004) The success of endodontic therapy--healing and functionality. *J Calif Dent Assoc* **32**.503−493 ,
- Fuss Z, Trope M (1996) Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* **12**, 255-64.
- Gagliani M, Taschieri S, Molinari R (1998) Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *J Endod* **24**, 726-30.

- Galhotra V, Sofat A, Pandit IK, Gambhir RS, Srivastava N, Gugnani N (2013) Comparative evaluation of microleakage of various retrograde filling materials: An in vitro study. *J Nat Sci Biol Med* **4**, 403-8.
- George R (2015) Nonsurgical retreatment vs. endodontic microsurgery: assessing success. *Evid Based Dent* **16**, 82-3.
- Giuliani V, Nieri M, Pace R, Pagavino G (2010) Effects of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate and Aureoseal: an in vitro study. *J Endod* **36**, 1883-6.
- Gomes-Filho JE, Aurelio KG, Costa MM, Bernabe PF (2008) Comparison of the biocompatibility of different root canal irrigants. *J Appl Oral Sci* **16**, 137-44.
- Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU (2013) Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. *J Endod* **39**, 380-4.
- Han L, Okiji T (2011) Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J* **44**, 1081-7.
- Hashem AA, Hassanien EE (2008) ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study. *J Endod* **34**, 59-61.
- Hilton TJ (2009) Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Oper Dent* **34**, 615-25.
- Hilton TJ, Ferracane JL, Mancl L, Northwest Practice-based Research Collaborative in Evidence-based D (2013) Comparison of CaOH with MTA for direct pulp capping: a PBRN randomized clinical trial. *J Dent Res* **92**, 16S-22S.
- Holt GM, Dumsha TC (2000) Leakage of amalgam, composite, and Super-EBA, compared with a new retrofill material: bone cement. *J Endod* **26**, 29-31.
- Hong ST, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W (2010) Effects of root canal irrigants on the push-out strength and hydration behavior of accelerated mineral trioxide aggregate in its early setting phase. *J Endod* **36**, 1995-9.
- Horsted P, Sandergaard B, Thylstrup A, El Attar K, Fejerskov O (1985) A retrospective study of direct pulp capping with calcium hydroxide compounds. *Endod Dent Traumatol* **1**, 29-34.

- Huang FM, Tai KW, Chou MY, Chang YC (2002) Resinous perforation-repair materials inhibit the growth, attachment, and proliferation of human gingival fibroblasts. *J Endod* **28**, 291-4.
- Hulsmann M, Hahn W (2000) Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. *Int Endod J* **33**, 186-93.
- Johnson BR (1999) Considerations in the selection of a root-end filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **87**, 398-404.
- Kawashima N (2012 (Characterisation of dental pulp stem cells: a new horizon for tissue regeneration? *Arch Oral Biol* **57**, 1439-58.
- Kim SY, Ahn JS, Yi YA, Lee Y, Hwang JY, Seo DG (2015) Quantitative microleakage analysis of endodontic temporary filling materials using a glucose penetration model. *Acta Odontol Scand* **73**, 137-43.
- Kokate S, Pawar A (2012) An in vitro comparative stereomicroscopic evaluation of marginal seal between MTA, glass inomer cement and biodentine as root end filling materials using 1% methylene blue as tracer. *endodontology* **2**, 36-42.
- Koubi G, Colon P, Franquin JC et al. (2013) Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. *Clin Oral Investig* **17**, 243-9.
- Laurent P, Camps J, About I (2012) Biodentine(TM) induces TGF-beta1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. *Int Endod J* **45**, 439-48.
- Lee BN, Lee KN, Koh JT et al. (2014) Effects of 3 endodontic bioactive cements on osteogenic differentiation in mesenchymal stem cells. *J Endod* **40**, 1217-22.
- Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M (1993) Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* **19**, 541-4.
- Lee YL, Lee BS, Lin FH, Yun Lin A, Lan WH, Lin CP (2004) Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* **25**, 787-93.
- Li Z, Cao L, Fan M, Xu Q (2015) Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide or Mineral Trioxide Aggregate: A Meta-analysis .*J Endod* **41**, 1412-7.

- Loxley EC, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC, 3rd (2003) The effect of various intracanal oxidizing agents on the push-out strength of various perforation repair materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **95**, 490-4.
- Luo Z, Kohli MR, Yu Q, Kim S, Qu T, He WX (2014) Biodentine induces human dental pulp stem cell differentiation through mitogen-activated protein kinase and calcium-/calmodulin-dependent protein kinase II pathways. *J Endod* **40**, 937-42.
- Main C, Mirzayan N ,Shabahang S, Torabinejad M (2004) Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod* **30**, 80-3.
- Margunato S, Tasli PN, Aydin S, Karapinar Kazandag M, Sahin F (2015) In Vitro Evaluation of ProRoot MTA, Biodentine, and MM-MTA on Human Alveolar Bone Marrow Stem Cells in Terms of Biocompatibility and Mineralization. *J Endod* **41**, 1646-52.
- Marques MS, Wesselink PR, Shemesh H (2015) Outcome of Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Study. *J Endod* **4**.31−1026 ,1
- Massler M (1972) Therapy conductive to healing of the human pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **34**, 122-30.
- Matsuo T, Nakanishi T, Shimizu H, Ebisu S (1996) A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. *J Endod* **22**.6−551 ,
- Mente J, Geletneky B, Ohle M et al. (2010) Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: an analysis of the clinical treatment outcome. *J Endod* **36**, 806-13.
- Mente J, Hufnagel S, Leo M et al. (2014a) Treatment outcome of mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: long-term results. *J Endod* **40**, 1746-51.
- Mente J, Leo M, Panagidis D, Saure D, Pfefferle T (2014b) Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations-long-term results. *J Endod* **40**, 790-6.
- Miles JP, Gluskin AH, Chambers D, Peters OA (2010) Pulp capping with mineral trioxide aggregate (MTA): a retrospective analysis of carious pulp exposures treated by undergraduate dental students. *Oper Dent* **35**, 20-8.

- Min MM, Brown CE ,Jr., Legan JJ, Kafrawy AH (1997) In vitro evaluation of effects of ultrasonic root-end preparation on resected root surfaces. *J Endod* **23**, 624-8.
- Nair PN, Duncan HF, Pitt Ford TR, Luder HU (2008) Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *Int Endod J* **41**, 128-50.
- Namazikhah MS, Nekoofar MH, Sheykhrezae MS et al. (2008) The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* **41**, 108-16.
- Nandini S, Natanasabapathy V, Shivanna S (2010) Effect of various chemicals as solvents on the dissolution of set white mineral trioxide aggregate: an in vitro study. *J Endod* **36**, 135-8.
- Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M et al. (2013) Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod* **39**, 743-7.
- Nowicka A, Wilk G, Lipski M, Kolecki J, Buczkowska-Radlinska J (2015) Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)2, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth. *J Endod* **41**, 1234-40.
- Paranjpe A, Smoot T, Zhang H, Johnson JD (2011) Direct contact with mineral trioxide aggregate activates and differentiates human dental pulp cells. *J Endod* **37**, 1691-5.
- Parirokh M, Torabinejad M (2010a) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod* **36**, 400-13.
- Parirokh M, Torabinejad M (2010b) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* **36**, 16-27.
- Pelliccioni GA, Vellani CP, Gatto MR, Gandolfi MG, Marchetti C, Prati C (2007) Proroot mineral trioxide aggregate cement used as a retrograde filling without addition of water: an in vitro evaluation of its microleakage. *J Endod* **33**, 1082-5.

- Perez AL, Spears R, Gutmann JL, Opperman LA (2003) Osteoblasts and MG-63 osteosarcoma cells behave differently when in contact with ProRoot MTA and White MTA. *Int Endod J* **36**, 564-70.
- Poggio C, Ceci M, Beltrami R, Dagna A, Colombo M, Chiesa M (2014) Biocompatibility of a new pulp capping cement. *Ann Stomatol (Roma)* **5**, 69-76.
- Portenier I, Haapasalo H, Rye A, Waltimo T, Orstavik D, Haapasalo M (2001) Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *Int Endod J* **34**, 184-8.
- Raskin A, Eschrich G, Dejou J, About I (2012) In vitro microleakage of Biodentine as a dentin substitute compared to Fuji II LC in cervical lining restorations. *J Adhes Dent* **14**, 535-42.
- Roda RS (2001) Root perforation repair: surgical and nonsurgical management. *Pract Proced Aesthet Dent* **13**, 467-72; quiz 74.
- Roy CO, Jeansonne BG, Gerrets TF (2001) Effect of an acid environment on leakage of root-end filling materials. *J Endod* **27**, 7-8.
- Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I (2005) Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod* **31**, 97-100.
- Schafer E ,Al Behaissi A (2000) pH changes in root dentin after root canal dressing with gutta-percha points containing calcium hydroxide. *J Endod* **26**, 665-7.
- Shahi S, Rahimi S, Hasan M, Shiezadeh V, Abdolrahimi M (2009) Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study. *J Oral Sci* **51**, 601-6.
- Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu MK (2011) The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations .*J Endod* **37**, 513-6.
- Shipper G, Grossman ES, Botha AJ, Cleaton-Jones PE (2004) Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J* **3** ,7 .36–325

- Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Iravani A, Kharrazifard MJ, Dummer PM (2010) Effect of acidic environment on the push-out bond strength of mineral trioxide aggregate. *J Endod* **36**, 871-4.
- Siew K, Lee AH, Cheung GS (2015) Treatment Outcome of Repaired Root Perforation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* **41**, 1795-804.
- Simon S, Cooper P, Smith A, Picard B, Ifi CN, Berdal A (2008) Evaluation of a new laboratory model for pulp healing: preliminary study. *Int Endod J* **41**, 781-90.
- Sluyk SR, Moon PC, Hartwell GR (1998) Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *J Endod* **24**, 768-71.
- Song M, Kang M, Kim HC, Kim E (2015) A randomized controlled study of the use of ProRoot mineral trioxide aggregate and Endocem as direct pulp capping materials. *J Endod* **41**, 11-5.
- Tanalp J, Karapinar-Kazandag M, Ersev H, Bayirli G (2012) The status of mineral trioxide aggregate in endodontics education in dental schools in Turkey. *J Dent Educ* **76**, 752-8.
- Tawil PZ, Trope M, Curran AE et al. (2009) Periapical microsurgery: an in vivo evaluation of endodontic root-end filling materials. *J Endod* **35**, 357-62.
- Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR (1995) Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* **21**, 109-12.
- Torabinejad M, Parirokh M (2010) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* ,36 .202−190
- Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF (2015) *Endodontics : principles and practice*, Fifth edition. edn: Elsevier.
- Tziafa C, Koliniotou-Koumpia E, Papadimitriou S, Tziafas D (2014) Dentinogenic responses after direct pulp capping of miniature swine teeth with Biodentine. *J Endod* **40**, 1967-71.
- Valles M, Roig M, Duran-Sindreu F, Martinez S, Mercade M (2015) Color Stability of Teeth Restored with Biodentine: A 6-month In Vitro Study. *J Endod* **41**, 1157-60.

- Wu MK, Wesselink PR (1993) Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J* **26**, 37-43.
- Young GR (2007) Contemporary management of lateral root perforation diagnosed with the aid of dental computed tomography. *Aust Endod J* **33**, 112-8.
- Zanini M, Sautier JM, Berdal A, Simon S (2012) Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. *J Endod* **38**, 1220-6.

الملخص

Summary

الملخص باللغة العربية

Arabic Abstract

تهدف هذه الدراسة لمقارنة أداء كل من مادتي MTA و Biodentine في التغطية اللبية المباشرة للأسنان الدائمة وفي سد الانثقابات الجذرية للأسنان الدائمة وكحشو راجع للقناة الجذرية وذلك باستعمال المكبرة الضوئية.

مواد وطرائق البحث: تألفت عينة الدراسة السريرية للتغطية اللبية من 30 رحى (سفلية أو علوية) غير متموتة اللب السني وغير عرضية ومكتملة الذرا عند المرضى الذين تتراوح أعمارهم من (15-40) سنة، تعرضت هذه الأرحاء لانكشاف نقطي عرضي خلال عملية تجريف النخر السني، كما تألفت عينة الدراسة السريرية لمجموعة ختم الانثقابات من 28 رحى (سفلية أو علوية) غير متموتة اللب السني (vital) تعرضت لانثقاب بالنسج السنية على مستوى مفترق الجذور خلال عملية فتح الحجر اللبية، في حين تألفت عينة الدراسة المخبرية من40 سناً بشرية مقلوعة سليمة تم تحضيرها وحشو أقنيتها الجذرية، ثم قُطع 2 ملم من المنطقة الذروية للأسنان، بعد ذلك تم صُنع حفرة علبية تقليدية للحشو الراجع ومُلأت بإحدى مواد البحث, ثم غمرت بمحلول Rhodamine B 0.2% لمدة 72 ساعة بدرجة حرارة 37 درجة مئوية, لاحقاً تم قياس التسرب بوساطة المكبرة الضوئية. قسمت كل العينة إلى مجموعتين حيث يتم استعمال مادة (Biodentine, Septodont) في المجموعة الأولى وفق الهدف المنشود من عينة البحث، أما في المجموعة الثانية فيتم استعمال مادة (MTA White, Dentsply).

النتائج: فيما يخص العينات السريرية تم إجراء اختبار كاي مربع وذلك باستخدام برنامج SPSS إصدار رقم 16 عند مستوى الثقة 95%, لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA, حيث لوحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينات الدراسة السريرية، أما العينة المخبرية فقد خضعت لاختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة

الفروق في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعتين وذلك باستخدام برنامج SPSS إصدار رقم 16 عند مستوى الثقة 95%, حيث لوحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات درجة التسرّب الصباغي بين مجموعة مادة Biodentine ومجموعة مادة MTA في عينة البحث.

الاستنتاج: أظهرت النتائج أن كلتا المادتين Biodentine و MTA أظهرتا أداءً متماثلاً في مجال التغطية اللبية المباشرة وختم الانثقابات الجذرية وفي حال استعمالها كحشو راجع للقناة الجذرية، وعليه فإنه يمكن استعمال مادة الـ Biodentine كبديل لمادة الـ MTA في العديد من التطبيقات السنية.

كلمات مفتاحية: Biodentine, MTA، التغطية اللبية المباشرة، الانثقابات، التسرب الصباغي.

الملخص باللغة الإنجليزية

English Abstract

The aim of this clinical study to compare the performance of Biodentine and MTA in the direct pulp capping, sealing perforation for permanent teeth and root end filling materials.

Material and methods: for the direct pulp capping sample, thirty vital mature molars (upper and lower) for patients' ages between (15- 40) years had pulp exposure during cavity preparation. In the sealing perforation sample,twenty eight vital mature molars (upper and lower) had perforation during access cavity for endodontic treatment, the teeth in both samples were divided to two groups, each one was treated by one of the materials, then the patients were recalled later for follow up. In the laboratory sample, forty extracted human teeth with intact and straight roots were instrumented and obturated, then the roots were sectioned 2mm from the apical end. Standardized retrograde cavities were prepared, filled with one of the materials, and immersed in 0.2% Rhodamine B solution for 72 hours, dye leakage was analyzed on a light of stereomicroscope.

Results: In clinical samples the Chi square test at 95% of confidence level was used to compare success and failure occurrence. P-value is much greater than 0.05, so we can conclude at 95% of confidence level that there are no significant differences between Biodentine and MTA group, whereas in the laboratory sample Mann-Whitney U test at 95% of confidence level was used to compare two groups arranged in increasing order of leakage, according to mean rank of scores. P-value is much greater than 0.05, so we can conclude at 95% of confidence level that there are no significant differences in Leakage categories between Biodentine and MTA group.

Conclusion: Both materials MTA and Biodentine exhibited equal performance in all samples, so Biodentine could be used instead of MTA in the direct pulp capping, sealing perforation and root end filling.

Key words: Direct pulp capping, perforation, microleakage, Biodentine, MTA.

الملاحق

حالات سريرية منجزة في البحث.

حالة (1)

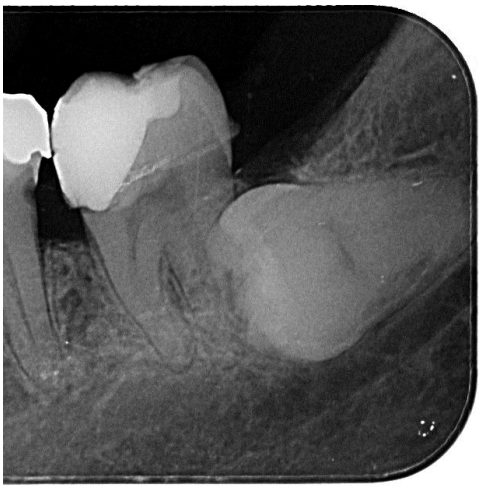
قبل العلاج.

بعد العلاج.

بعد المراقبة.

حالة (2)

قبل العلاج

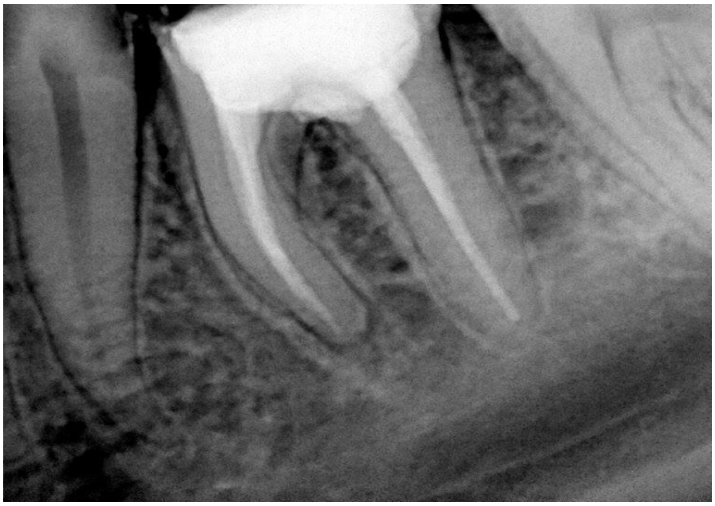


بعد العلاج

بعد المراقبة

حالة (3)

قبل العلاج



بعد العلاج

بعد المراقبة

حالة (4)

قبل العلاج

بعد العلاج

بعد المراقبة

حالة (5)

قبل العلاج

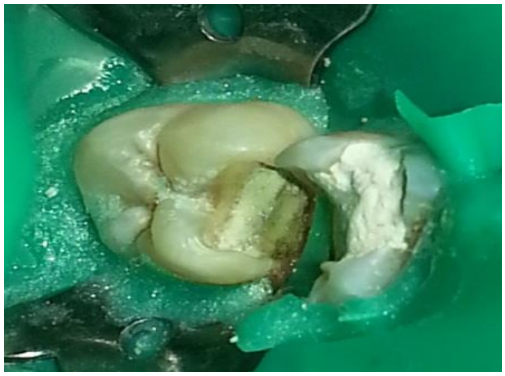
بعد العلاج

الانكشاف في اللب السني

تغطية الانكشاف بالـ Biodentine

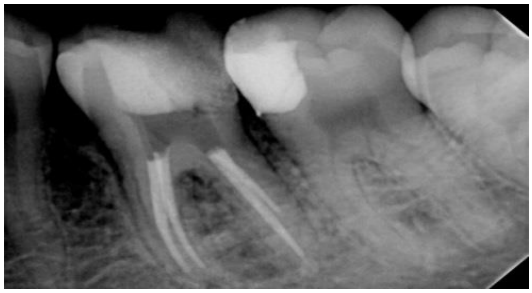
حالة (6)

قبل العلاج



التغطية اللبية باستعمال الـ Biodentine.

بعد الحشوة النهائية.



بعد العلاج.