الجمهوريـــة العربيـــة الســـورية
جامعـــــــــة دمشـــــــــق
كليـــــة طـــــب الأســـــنان
قســـم التعويضـــات الثّابتـــة

تأثير تعديل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في ثباتها داخل الأقنيّة الجذريّة البيضويّة (دراسة مخبريّة)

The influence of fiber-reinforced composite resin posts modifications on their retention in oval root canals (*In-vitro* study)

أطروحة قدّمَت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد

نور الدين منير خربوطلي

إشراف المدرِّس الدّكتور

عصام جاموس

1436 هـ / 2015 م

تصريح

لا يوجد أيّ جزءٍ من هذه الأطروحة تمّ أخذه بالكامل من عملٍ آخر، أو أنجِز للحصول على شهادةٍ أخرى في هذه الجامعة، أو في أيّة جامعةٍ أخرى، أو أيّ معهدٍ تعليميّ.

بسم الله الرّحمن الرّحيم

﴿ وَقُل رَّبِّ زِدني عِلْماً ﴾

صدق الله العظيم

سوره طه

الآيـة 114

الإهداء

إلى من كان سندي وقدوتي، إلى من استمد منه الفخر والعزة

إلى من احتواني بحنانه وعطائه

أبي

إلى من منحتني الحنان والحب

إلى من وقفت بجانبي في كل كلمة وكل حرف دونته بهذه الأطروحة

عنوان التضحية

أمي

إلى من تشاركني فرحي وتواسيني عند ألمي

إلى شعلة الحيوية والذكاء

أختي

كلمة شكر

الآن وقد شارفت على حصد ثمار هذا العمل؛ لا يسعني إلّا أن أشكر الله عز وجل على فضله ومنته، ثمّ أتقدم بفائق الشّكر والتقدير لأساتذتي الأفاضل الّذين قدّموا الكثير في سبيل الارتقاء بالعلم والعمل، وأبدأ بأستاذي المشرف الدّكتور **عصام جاموس** المُدرّس في قسم التّعويضات الثّابتة في كلّيّة طب الأسنان بجامعة دمشق؛ الّذي ساعدني على إنجاز هذا البحث بما قدّمه من نصائح وإرشاداتٍ وتشجيع، فقد أعطاني من علمه ووقته الشّيء الكثير، وساعدني على تجاوز كلّ العقبات، فكان بحقّ أخاً وصديقاً عزيزاً، ومعلّماً يبقى فضله دَيناً في عنقي ما حييت.

وأتوجّه بالشّكر إلى عضو لجنة الحكم الدّكتور **محمد سالم ركاب**، الأستاذ في قسم المداواة اللبّيّة والترميمية في كلّيّة طب الأسنان بجامعة دمشق، الّذي شرّفني بالمشاركة في تقييم وتقويم هذا العمل، فله منّي كل الاحترام والتّقدير.

كما أتوجّه بالشّكر إلى عضو لجنة الحكم الدّكتور **محمد لؤي مراد**، المدرس في قسم التّعويضات الثّابتة في كلّيّة طبّ الأسنان بجامعة دمشق؛ الذي شرّفني بقبول المشاركة في لجنة الحكم، وكان على الدّوام الأخ الذي ألجأ إليه وأطلب من علمه ومن نصائحه القيِّمة، فله منّي كلّ شكرٍ وتقدير.

كما أتوجه بالشّكر والاحترام للأستاذة القديرة الدكتورة **ميرزا علاف**، رئيسة قسم التّعويضات الثّابتة في كلّيّة طبّ الأسنان بجامعة دمشق، والتي لم تألُ جهداً في سبيل رفع سويّة البحث العلميّ، وكذلك أشكر جميع أساتذتي وزملائي في قسم التّعويضات الثّابتة الّذين لم يبخلوا بتقديم المساعدة والدّعم في إنجاز هذا العمل.

وأتقدّم بالشّكر الجزيل للأستاذ الدكتور **حسين أبو حامد** الأستاذ في قسم علوم الحياة والأستاذ الدكتور **إياد الحفار** رئيس قسم طب الفم على مساعدتهما، كما أشكر الدكتور المهندس **خليل عزيمة** الأستاذ في كلية الهندسة الكهربائية والميكانيكية، الذي استقبلني بكلّ رحابة صدرٍ، وقدّم لي كلّ عونٍ في تنفيذ اختبارات البحث.

كما أتوجه بالشكر للدكتورة **ازدهار اسمندر** الأستاذة في قسم اللغة العربية بجامعة دمشق، والدكتور **حسين النبعة** المدرس في قسم اللغة الإنكليزية بجامعة دمشق على قيامهما بتنقيح الأطروحة لغوياً.

ولا يسعني إلا أن أتوجه بالشكر والتقدير لإدارة كلية طب الأسنان في جامعة دمشق لما قدمته من تسهيلاتٍ ومساعداتٍ من أجل إنجاز هذا البحث، وأخصّ بالشّكر والتقدير:

الأستاذة الدكتورة **رزان خطاب** عميدة كلية طب الأسنان.

الأستاذ الدكتور **إياد الشعراني** نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون العلمية.

الأستاذ الدكتور **محمد ياسر المدلل** نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون الإدارية.

قائمة المحتويات

المقدّمة..... 12

الهدف من البحث..... 15

1 المراجعة النّظريّة 16

1.1 الأوتاد الجذريّة 17

1.1.1 العوامل المؤثرة في ثبات الأوتاد الجذريّة 17

2.1.1 العوامل المؤثّرة في اختيار الوتد 21

3.1.1 أسباب فشل القلوب والأوتاد الجذريّة 22

4.1.1 أنواع الأوتاد الجذريّة..... 22

2.1 أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف..... 25

1.2.1 تركيب أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف 25

2.2.1 شكل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف 26

3.2.1 مزايا أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف..... 28

4.2.1 مساوئ أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف 30

5.2.1 لمحة عن شكل الأقنيّة الجذريّة وتشريحها وعلاقتهما بأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف..... 32

6.2.1 بعض التقنيات الحديثة في أوتاد الألياف..... 35

3.1 الأسمنتات التقليدية وإلصاق الأوتاد الجذريّة 40

4.1 الأسمنتات الرّاتنجيَّة 40

1.4.1 تركيب الأسمنتات الرّاتنجيَّة..... 41

2.4.1 تصنيف الأسمنتات الرّاتنجيَّة 44

3.4.1 ميزات الأسمنتات الرّاتنجيَّة 49

4.4.1 سيئات الأسمنتات الرّاتنجيَّة 49

5.4.1 ارتباط أسمنتات الإلصاق الرّاتنجيَّة مع أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف 50

6.4.1 ارتباط أسمنتات الإلصاق الرّاتنجيَّة مع العاج الجذري..... 51

5.1 الدّراسات السّابقة ذات الصلة 54

2 مواد وطرائق البحث 68

1.2 عيّنة البحث..... 69

2.2 الأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث 69

3.2 المواد المستخدمة في البحث 75

4.2 طريقة العمل 81

1.4.2 جمع العيّنة..... 81

2.4.2 مرحلة تهيئة العيّنة..... 82

3.4.2 مرحلة التحضير القنوي 84

4.4.2 مرحلة الحشو القنوي الجذريّ..... 85

5.4.2 مرحلة التفريغ القنوي..... 87

6.4.2 مرحلة إلصاق الأوتاد 89

5.2 تحضير القوالب الأكريلية 101

6.2 الاختبارات الميكانيكيّة 105

3 النتائج 108

1.3 وصف العيّنة..... 109

2.3 الدّراسة الإحصائيّة 110

1.2.3 الدّراسة الإحصائيّة الوصفيّة..... 110

2.2.3 الدّراسة الإحصائيّة التحليليّة لتأثير نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد في قوى الشّدّ 111

3.3 دراسة نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث 114

4 المناقشة 116

1.4 مناقشة مواد وطرائق البحث..... 117

2.4 مناقشةُ نتائجِ البحثِ 119

1.2.4 مناقشة نتائج دراسة نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد..... 122

5 الإستنتاجات 127

6 المقترحات والتوصيات 129

1.6 مقترحات لأبحاث مُستقبليّة..... 130

2.6 التّوصيات 131

7 المراجع..... 132

8 الخلاصة .....

الخُلاصة باللغة العربيّة .....

الخُلاصة باللغة الإنجليزيّة .....

9 الملحق .....

قائمة إضافيّة رقم 1: قائمة بالجداول التّوضيحية

الجدول (2-1): تراكيب أنظمة الإلصاق الرّاتنجيّة ونظام الأوتاد المستخدَمة في البحث. . 77

الجدول (2-2): تقسيم العيّنة حسب نوع التّعديل المنجز على الأوتاد. 104

الجدول (3-1): توزع عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المراد إنجازه على الأوتاد..... 109

الجدول (3-2): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد. 110

الجدول (3-3): نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين المجموعات الأربع المدروسة. 112

الجدول (3-4): نتائج المقارنة الثنائيّة بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائيّة في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين المجموعات الأربع المدروسة. 113

الجدول (3-5): نتائج مراقبة نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد ونسبته المئويّة. 114

الجدول (3-6): نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة تكرارات نوع الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد..... 115

قائمة إضافيّة رقم 2: قائمة بالأشكال المُرفقة.

الشّكل (1–1): أشكال مختلفة من الأوتاد وبدرجات مختلفة من الشفافية a) مخروطي مع رأس تاجي مثبت b) وتد مخروطي مضاعف الاستدقاق c) وتد مسنن. نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2011).....27

الشّكل (1–2): أوتاد الألياف الزجاجية بيضوية الشكل Ellipson مع رأس التحضير الموافق لها نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008).....27

الشّكل (1–3) : سنبلة NiTi Mtwo نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008). ...36

الشّكل (1–4): التوافق بين قياس الأداة وقياس أصغر وتد FRC متوفر نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008).....36

الشّكل (1–5): وتد رئيسي مع ثلاثة أوتاد أصغر لترميم قناة بيضويّة (Abrasive Technology) نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008). 37

الشّكل (1–6): تقنية التكثيف الجانبي باستخدام وتد رئيسي DT Light مع وتدين إضافيين Fibercone نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008). 37

الشّكل (2–1): المقياس المستخدم لقياس الأطوال. 69

الشّكل (2–2): قرص الفصل الماسيّ مركباً على حامله الخاص. 69

الشّكل (2–3): المبارد اللبّيّة K–File متعددة القياسات. 70

الشّكل (2–4): سنابل التحضير الآليّ PROTAPER.....70

الشّكل (2–5): أدوات التكثيف الجانبيّ الإصبعيّة. 70

الشّكل (2–6): سنابل Gates Glidden. 71

الشّكل (2–7): موسعات آلية للأقنيّة اللبّيّة Peeso Reamers. 71

الشّكل (2–8): سنابل ماسيّة قمعيّة وشاقّة. 71

الشّكل (2–9): سنبلة تحضير الأقنيّة الجذريّة الخاصة بنظام الأوتاد المستخدم في البحث. 72

الشّكل (2–10): المِخطاط السّنّي. 73

الشّكل (2–11): المنظار المُجسِّم Stereoscope. 73

الشّكل (2–12): جهاز التصليب الضوئيّ المستخدم في إنجاز البحث. 74

الشّكل (2–13): جهازُ الاختبارات الميكانيكيّة INSTRON 1195. 74

الشّكل (2–14): أقماع الكوتابيركا القياسيّة..... 75

الشّكل (2–15): أقماع الكوتابيركا الخاصة بنظام PROTAPER. 75

الشّكل (2–16): سيليكون إضافيّ عجينيّ القوام Putty. 76

الشّكل (2–17): أكريل ذاتيّ التّصلّب (مسحوق + سائل). 76

الشّكل (2–18): Panavia F 2.0 Dual cure resin cement Kit 79

الشّكل (2–19): CORECEM Dual cure flowable composite 79

الشّكل (2–20): Nexcomp Nano hybrid composite resin 79

الشّكل (2–21): Ultradent Silane 79

الشّكل (2–22): Adper Single Bond 2 79

الشّكل (2–23): Prime-dent Phosphoric acid 80

الشّكل (2–24): OXYGAURD II 80

الشّكل (2–25): DT Light–Post Illusion X–RO Size#1 80

الشّكل (2–26): Fibercone Accessory fiber posts..... 80

الشّكل (2–27): عيّنة مقبولة لتحقيقها شرط الدّراسة (بيضويّة القناة). 82

الشّكل (2–28): قص التّاج بواسطة القرص الفاصل الماسيّ. 83

الشّكل (2–29): السن بعد قص التّاج السريريّ. 83

الشّكل (2–30): تجربة القمع الرئيسي F2..... 86

الشّكل (2–31): السّن بعد حشوها بأقماع الكوتابيركا بتقنيّة التكثيف الجانبيّ. 86

الشّكل (2–32): السّن بعد قطع أقماع الكوتابيركا. 86

الشّكل (2–33): العيّنة بعد توزيع الأسنان عشوائيّاً. 89

الشّكل (2–34): تطبيق السّيلان على الوتد. 90

الشّكل (2–35): تطبيق السّيلان على الوتد الإضافيّ. 90

الشّكل (2–36): مراحل تهيئة غمد الوتد a . تجفيف غمد الوتد بالأقماع الورقيّة b . مزج مكوّني اللاصق Liquid A+ Liquid B c. تطبيق اللاصق ضمن غمد الوتد d . إزالة الفائض من اللاصق بالأقماع الورقيّة e . تجفيف اللاصق بتيّار هوائيّ لطيف..... 91

الشّكل (2–37): a. تطبيق اللاصق على الوتد b. ترقيق اللاصق بتيّار من الهواء..... 91

الشّكل (2–38): مراحل إلصاق الأوتاد في المجموعة الأولى (الشاهدة) a . مزج الأسمنت بنسبة 1:1 على ورق المزج الخاص b. تلويق الوتد بالأسمنت c. إدخال الوتد في غمده بالضغط الإصبعيّ d. إزالة الكمية الزائدة من الأسمنت e. تصليب الأسمنت ضوئياً لمدّة 40 ثانية..... 93

الشّكل (2–39): مراحل إلصاق الأوتاد في المجموعة الثانية (الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة) a. مزج الأسمنت بنسبة 1:1 على ورق المزج الخاص b . تلويق الوتد الرئيسيّ بالأسمنت c. إدخال الوتد الرئيسيّ في غمده بالضغط الإصبعي d. إدخال الوتد الإضافيّ إلى جانب الوتد الرئيسيّ e . إزالة الكميّة الزائدة من الأسمنت f. تصليب الأسمنت ضوئياً 40 ثانية..... 94

الشّكل (2–40): تعديل الوتد بالرّاتنج المركّب a. تطبيق المادة العازلة في القناة الجذريّة b ((OXYGUARD II. تحريك المادة العازلة بمبرد K–File لضمان توزّعها بشكل جيّد c. تطبيق طبقة من الرّاتنج المركّب على الوتد المهيأ مسبقاً d. إدخال الوتد في غمده وإزالة الزوائد e. تصليب الرّاتنج المركّب ضوئياً لمدة 20 ثانية f, g. تصليب الرّاتنج المركّب ضوئياً 40 ثانية (20 ثانية لكل جهة) h. تطبيق اللاصق على الوتد المعدّل بالرّاتنج المركّب i. الوتد المعدّل بالرّاتنج المركّب جاهز للإلصاق 96

الشّكل (2–41): مراحل تهيئة غمد الوتد في المجموعة الرابعة a . تجفيف غمد الوتد بالأقماع الورقيّة b . تخريش القناة الجذريّة بحمض الفوسفور 37% c. تحريك الحمض بمبرد K–File لضمان وصوله لكامل عمق الغمد d . غسل القناة الجذريّة بالماء e. تجفيف غمد الوتد بالأقماع الورقيّة f. تطبيق اللاصق في غمد الوتد g. تصليب اللاصق لمدة 20 ثانية..... 97

الشّكل (2–42): تهيئة الوتد في المجموعة الرابعة a . تطبيق اللاصق على الوتد b. تصليب اللاصق على الوتد 20 ثانية 98

الشّكل (2–43): مراحل إلصاق الأوتاد في المجموعة الرابعة (الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب) a . تطبيق الرّاتنج المركّب السّيّال داخل القناة الجذريّة b. تطبيق الرّاتنج المركّب السّيّال على الوتد c. تصليب الرّاتنج المركّب السّيّال ضوئياً لمدة 60 ثانية. 99

الشّكل (2–44): صور شعاعيّة لمفردات من المجموعات الأربع. 100

الشّكل (2–45): العيّنة بعد الإلصاق. 101

الشّكل (2–46): السّن بعد إجراء ميازيب التثبيت. 101

الشّكل (2–47): شكل ترسيميّ للوتد والقواعد الأكريلية نقلاً عن(العمري وجاموس، 2013) بتصرف. 102

الشّكل (2–48): تثبيت السّن على المخطاط السّني. 102

الشّكل (2–49): وضع الجذر ضمن القاعدة المملوءة بالأكريل ذاتيّ التّصلّب لصنع القواعد السّفليّة. 103

الشّكل (2–50): وضع الوتد ضمن العلبة البلاستيكيّة المملوءة بالأكريل ذاتيّ التّصلّب لصنع القواعد العلويّة. 104

الشّكل (2–51): عيّنة البحث قبل إجراء الاختبارات الميكانيكيّة. 105

الشّكل (2–52): a. تثبيت العيّنة على جهاز الاختبارات العام b. خروج الوتد من غمده 106

الشّكل (2–53):أنماط الفشل المُشاهد في مفردات عينة البحث a . فشل التصاقي b. فشل مختلط c. فشل تماسكي 107

الشّكل (4–1): شكل ترسيميّ لأبعاد الوتد الجذريّ المستخدَم في البحث "نقلاً عن (Jongsma et al., 2010) بتصرف". 117

الشّكل (4–2): شكل ترسيميّ لأبعاد الوتد الإضافيّ المستخدَم في البحث "نقلاً عن دليل استعمال المنتج"..... 118

قائمة إضافيّة رقم 3: قائمة بالمخطّطات التّوضيحيّة.

المخطط (3-1): النسبة المئويّة لتوزع عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المراد إنجازه على الأوتاد. 109

المخطط (3-2): المتوسط الحسابي لقوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد. 111

المخطط (3-3): النّسبة المئويّة لتوزع نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد. 114

المقدّمة

Introduction

يُعدّ نجاح ترميم الأسنان المعالجة لبّيّاً أساساً في نجاح المعالجة اللبّيّة، كما يعد اختيار نوع الترميم أساسياً لاستعادة هذه الأسنان لوظيفتها، وإمكانية استخدامها كدعامة لتعويض ثابت أو جهاز جزئي متحرك.

تُشكل الأوتاد والقلوب المعدنيّة بأشكالها وطرائق صنعها المختلفة حجر الأساس في تدبير الأسنان المتهدمة والمعالجة لبّيّاً، ولكن مع تنامي الحاجة لاستخدام مواد تجميليّة في طب الأسنان تمّ التوجه لاستخدام أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف والتي زاد استخدامها في الآونة الأخيرة بسبب خواصها التجميليّة العالية، كلونها القريب من لون الأسنان الطبيعية وشفافيتها العاليّة، ومعامل مرونتها القريب من معامل مرونة العاج، مما يسمح بتوزيع أكثر تجانساً للإجهادات ويقلل من خطر انكسار الجذر (Lamichhane et al., 2014).

لقد أظهرت الدّراسات السريرية أن فقدان ارتباط الوتد (Post debonding) يعد العامل الأساسي لفشل الترميمات المثبّتة بأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (Cagidiaco et al., 2007; Monticelli et al., 2003)، مما دفع الباحثين لدراسة عدد من العوامل التي قد تساهم في تحسين ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف، كأثر معاملة العاج الجذري (Ohlmann et al., 2008)، وأثر معاملة سطح الأوتاد (Monticelli et al., 2008)، وأثر نوع الأسمنت الرّاتنجي واللاصق العاجي المستخدمين (Radovic et al., 2008a).

إنّ تحقيق ارتباط جيد مع العاج الجذري يبقى تحدياً لمعظم أطباء الأسنان بسبب الشّكل البيضويّ للقناة الجذريّة، وعدم وجود رأي نهائي لسماكة الأسمنت المثالية المطلوبة لتحسين الارتباط (Coniglio et al., 2011)، إذ يتم عادة استخدام أوتاد دائرية الشّكل في أقنية بيضويّة الشّكل، ويستعمل الأسمنت الرّاتنجي كمعوّض عن قلة انطبّاق الأوتاد على جدران

القناة الجذريّة، وقد تشكل ثخانة الأسمنت الرّاتنجي عاملاً مؤثراً على الأداء السريري لأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (Grandini et al., 2005a)، وهي ترتبط بشكل أساسي بانطبّاق الأوتاد داخل الأقنيّة الجذريّة إذ يترافق الانطبّاق الجيد للوتد داخل القناة بانخفاض ثخانة طبقة الأسمنت، ويصعب تحقيق انطبّاق جيد عند استخدام وتد دائري الشّكل في قناة بيضويّة الشّكل.

لقد تمّ اقتراح العديد من الحلول لتحسين انطبّاق أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف لتوافق تشريح الأقنيّة الجذريّة، كتبطين الوتد بالرّاتنج المركّب (Grandini et al., 2003)، أو استخدام أوتاد إضافيّة إلى جانب الوتد الرئيسي (Neto et al., 2011)، أو تعديل الوتد بسنبلة ماسيّة ليتوافق مع شكل القناة الجذريّة (Grande et al., 2006)، أو باستخدام أوتاد بيضويّة الشّكل (Coniglio et al., 2009).

تهدف المحاولات السّابقة إلى الحصول على طبقة رقيقة ومتجانسة قدر الإمكان من أسمنت الإلصاق حول الأوتاد الملّصقة في الأقنيّة الجذريّة، مما يسمح بتوزيع أفضل للإجهاد على طول الجذر وبالتّالي زيادة فرص نجاح المعالجة (Porciani et al., 2008a)، إلّا أنّ الدّراسات السّابقة أعطت نتائجَ متناقضة حول فاعليتها في تقليل ثخانة طبقة الأسمنت الرّاتنجي وبالتّالي تحسين انطبّاق الأوتاد، وأثر ذلك في ثباتها، لذلك نجد أن هناك حاجة لمزيد من التّحري لمعرفة أثر تعديل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في ثباتها عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

الهدف من البحث:

- مقارنة ثبات كلٍّ من أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف المعدّلة وغير المعدّلة عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

الباب الأول

المراجعة النّظريّة

Literature Review

1.1 الأوتاد الجذريّة:

يعدُّ ترميم الأسنان المتهدمة والمعالجة لبّيّاً تحدياً في طب الأسنان بسبب الفقدان الكبير للنسج السنيّة النَّاتج عن النُّخور أو الكسور أو التَّرميمات السّابقة السَّيِّئة أو إجراءات المعالجة اللبّيّة (Perdigao et al., 2006)، ويعدُّ تدبير هذه الأسنان المصابة بفقدان كبير في البنى التّاجية باستخدام ترميمات القلوب والأوتاد ثم التتويج طريقة مناسبة ومقبولة في التعامل مع معظم هذه الحالات.

لقد تبين خطأ الاعتقاد السائد أنّ الوتد يقوي السن المعالجة لبّيّاً (Cheung, 2005)، وقد أشار بعض الباحثين إلى أنّ الوتد قد يكون عاملاً مؤهباً لحدوث انكسار الجذر (Peroz et al., 2005)، وبالتّالي لابد من الحذر وتجنب استعمال الأوتاد في الحالات التي تؤمن فيها النسج التّاجية المتبقية الدعم والثّبات اللازمين (Torbjorner and Fransson, 2004)، كما يجب تقييم جودة المعالجة اللبّيّة سريرياً وشعاعياً قبل البدء بإجراءات تحضير الوتد وإدخاله (Schaeffer et al., 2005).

1.1.1 العوامل المؤثرة في ثبات الأوتاد الجذريّة:

1- طول الوتد Post length: من المعلوم أنّ زيادة طول الوتد تؤدي لزيادة الثّبات، ولكن العلاقة بينهما ليست خطية بالضرورة، فمثلاً زيادة طول الوتد ضعفين لا تؤدي لتضاعف الثبات (Rosenstiel et al., 2006).

إنّ الأوتاد القصيرة جداً مصيرها الفشل في حين أنّ الأوتاد الطويلة جداً قد تسبب ضياع الختم الذرويّ وتزيد من احتمال انثقاب الجذر، ويُنصح عادة بالمحافظة على 3-6 ملم من المادة الحاشية الجذريّة في الجزء الذرويّ للحفاظ على الختم الذرويّ

ومنع التسرب، كما يُنصح بأن يكون طول الوتد مساوياً لثُلثي طول الجذر أو على الأقل مساوياً لطول التاج السريري (Cheung, 2005).

2- قطر الوتد Post diameter: إنّ زيادة عرض الوتد لا تؤثر بشكل جوهري في ثباته (Stockton, 1999)، ومن ناحية أخرى فإنّ التحضير الزائد للقناة الجذريّة يُضعِف الجذر ويزيد من خطورة تعرضه للكسر. وكقاعدة عامة يجب ألّا يزيد عرض الوتد عن ثلث عرض الجذر في أصغر بُعد للجذر، بحيث يُحاط بـ1 ملم من العاج الجذري السليم من جميع الجهات (Cheung, 2005).

3- تصميم الوتد Post design: يؤثر تصميم الوتد في ثبات الترميم ونجاحه، فالأوتاد الأسطوانية أكثر ثباتاً من الأوتاد المخروطيّة (Stockton, 1999)، وأشار بعض الباحثين أنّه كلما زادت مخروطيّة الوتد قلّ الثّبات (Qualtrough et al., 2003).

تسمح الأوتاد الأسطوانية بتوزيع أفضل للإجهادات على كامل طولها خلال الوظيفة وتتركز معظم هذه الإجهادات ذروياً حول نهاية الوتد، في حين تعمل الأوتاد المخروطيّة عمل الإسفين (wedge) وتُنشئ مناطق توتر تاجية (Asmussen et al., 2005)، وبالتّالي يجب التركيز على العوامل التي تزيد ثبات الوتد بدون أنّ تزيد من خطر انكسار الجذر، ومن ضمن هذه العوامل تصميم سطح الوتد ونوع أسمنت الإلصاق المستخدم، وقد ذكرت الدّراسات أنّ التسننات (serrations) على سطح الوتد تزيد من ثباته مقارنة بالأوتاد الملساء، وأنّ الأوتاد المحلزنة (threaded) تحقق ثباتاً أعلى من الأوتاد الملّصقة بالأسمنت (Goodacre and

Spolnik, 1994)، ويمكن معاملة سطح الوتد بطرق مختلفة بهدف زيادة الثّبات مثل السّحل بالهواء (الترميل) (air particle abrasion) والتخريش والسيلنة (silanization)، إذ وجدت (زيتون وعلاف، 2013) أنّ طلاء أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالسّيلان حسّن من ارتباطها بالأسمنت الرّاتنجي بشكل واضح، كما زاد تخريشها بحمض فلور الماء ثم طلاؤها بالسّيلان من قوة الارتباط بالدرجة نفسها وبدرجة أقل عند معالجة الوتد بنظام CoJet ثم طلائه بالسّيلان.

4- مادّة التّثبيت Luting agent: لا يملك نوع مادة التثبيت تأثيراً كبيراً في ثبات الوتد ومقاومة الجذر للانكسار عند استخدام الأسمنتات التقليدية (Rosenstiel et al., 2006)، أمّا عند استخدام مواد التثبيت الرّاتنجيَّة اللاصقة فقد أظهرت الدّراسات تحسناً واضحاً في ثبات الأوتاد (Schwartz and Robbins, 2004)، ومقاومة الأسنان للانكسار (Mezzomo et al., 2003)، وتسرباً حفافياً أقل مقارنة بالأوتاد الملّصقة بالأسمنتات الأخرى (Mannocci et al., 2001a).

يصبح اختيار مادة التثبيت أكثر أهمية عندما لايملك الوتد انطبّاقاً جيداً داخل القناة الجذريّة، ويستطب الإلصاق بالأسمنتات الرّاتنجيَّة عند تكرار انفكاك الوتد (Rosenstiel et al., 2006).

5- طريقة التّثبيت Luting method: يعدُّ استعمال أداة الحشو (البوربات) لإدخال الأسمنت إلى المسافة الجذريّة المحضرة طريقة جيّدة تسمح بتوزع جيد للأسمنت

داخلها، كما تسمح بتشكيل طبقة متجانسة مستمرة من الأسمنت، كما أنّ تقنية الحقن تعدُّ طريقة فعّالة في تقليل الفقاعات الهوائيّة (D'Arcangelo et al., 2007b).

أظهرت دراسة (Fakiha et al., 2001) أنّ حقن أسمنت فوسفات الزنك داخل القناة الجذريّة ثم استعمال أداة الحشو لتوزيعه داخل القناة بالإضافة لتطبيقه على الوتد نتج عنه ثباتٌ أعلى، في حين أدى تطبيق الأسمنت على الوتد فقط لانخفاض ملحوظ في ثباته، ولكن عند استخدام بعض الأسمنتات الرّاتنجيَّة ثنائيّة التّصلّب قد يؤدي إدخال الأسمنت للمسافة الجذريّة المحضرة ثم إدخال الوتد لعدم انطبّاقه في مكانه بسبب التّصلّب المبكر للجزء الذرويّ والذي يعزى إلى التفاعل التّصلّبي اللاهوائي لبعض هذه الأسمنتات (Akgungor and Akkayan, 2006; Mannocci et al., 1999b)، لذلك تنصح بعض الشركات الصانعة بتطبيق الأسمنت على الوتد فقط.

6- شكل القناة Canal shape: من المعلوم أنّ معظم الأقنيّة الجذريّة ذات شكل بيضويّ في حين أنّ شكل مقطع معظم الأوتاد الجاهزة دائري، وبالتّالي فإنّ معظم الأوتاد الجاهزة لا تنطبق بشكل جيد على جدران الأقنية الجذريّة البيضوية، مما يؤدي لعدم تجانس ثخانة طبقة الأسمنت في المسافة بين الوتد وجدران القناة الجذريّة وبالتالي قد يؤثر في ثبات الأوتاد (Stockton, 1999).

7- المادة الحاشية للأقنية الجذريّة Sealers: تذكر الدراسات التي درست أثر الأوجينول الموجود في المواد الحاشية للأقنية الجذريّة في ثبات الأوتاد الملصقة بالأسمنت الرّاتنجي نتائج متناقضة فتشير بعضها إلى عدم وجود تأثير للأوجينول في المادة

الحاشية في ثبات الأوتاد (Hagge et al., 2002; Schwartz et al., 1998) في حين يشير بعضها الآخر إلى وجود أثر للأوجينول في المادة الحاشية في ثبات الأوتاد بسبب تأثيره في تماثر الأسمنت الرّاتنجي (Alfredo et al., 2006; Muniz and Mathias, 2005).

8- موقع السّنّ ضمن القوس السّنيّة Location in the dental arch: لموقع السن ونوع القوى التي يتعرض لها وجهتها دور في ثبات الأوتاد فالسن الأمامي مثلاً يتعرض بشكل كبير لقوى قص دهليزية تسهم في فقدان ثبات الأوتاد (Stockton, 1999).

2.1.1 العوامل المؤثّرة في اختيار الوتد (Fernandes et al., 2003):

1. طول الجذر Root length.
2. تشريح السّنّ Tooth anatomy.
3. كميّة النّسج السِّنِّيَّة التّاجية Coronal structure.
4. عرض الوتد Post width.
5. قوى الفتل Torsional forces.
6. الإجهاد Stress.
7. الضّغط الهيدروليكيّ (ضغط السّوائل السّاكن) Hydrostatic pressure.
8. شكل القناة وانطباق الوتد Canal configuration and post adaptapility.
9. تصميم الوتد Post design.
10. مادّة الوتد Post material.

11. التوافق بين مادة القلب والوتد Material compatibility.
12. تحقيق ثبات القلب Core retention.
13. قابليّة النّزع Retrievability.
14. قابليّة الارتباط Bonding ability.
15. الجماليّة Esthetics.

وإلى جانب العوامل آنفةِ الذِّكر، يمكن إضافة الكلفة والوقت اللّازمين لتطبيق الأَنظمة المختلفة وسهولة تطبيقها.

3.1.1 أسباب فشل القلوب والأوتاد الجذريّة:

حُدّدت العديد من العوامل المسببة لفشل القلوب والأوتاد الجذريّة ومن أكثرها شيوعاً تقلقل الوتد (post loosening)، أو خروجه من مكانه (dislodgement) (Cagidiaco et al., 2007; Goodacre and Spolnik, 1994)، يضاف إلى ذلك النّخور الناكسة، فشل المعالجة اللبّيّة، أمراض النّسج الداعمة، فشل متعلق بالإجراءات العلاجية مثل انثقاب الجذر خلال تحضير غمد الوتد، فشل الإلصاق، انفصال القلب عن الوتد أو التاج عن القلب، فقدان ثبات التاج، تشوه الوتد أو انكساره، انكسار القلب، وأخيراً انكسار الجذر والذي يعدُّ الأخطر نظراً لصعوبة ترميمه في معظم الحالات (Terry and Swift, 2010).

4.1.1 أنواع الأوتاد الجذريّة:

تُقسم الأوتادُ الجذريّة بشكل أساسي إلى قسمين:

1. الأوتاد الإفرادية Custom-fabricated posts:

نذكر من أمثلتها أوتاد الراتنج المركب المقوى بالألياف المصنعة مخبرياً وسريرياً والأوتاد المعدنية المصبوبة والتي استخدمت لعقود لدعم الترميم النهائي للأسنان المتهدمة والمعالجة لبّياً، وصُنِعت من عدّة خلائط معدنيّة.

تكون الخلائط الذهبية المستخدمة في صنع الأوتاد خاملة كيمائياً، وذات معامل مرونة، ومعامل تمدد حراري مشابهين لمثيليهما في الميناء السنّي، ومع ذلك فهي تمتلك مقاومة انضغاط كافية لتحمل الجهود الإطباقية، إضافة لتقبلها الحيوي في النّسج الفموية، لكنها لم تحقق متطلبات الناحية التجميليّة خاصة عند استخدام الترميمات الخزفيّة الخاليّة من المعدن، إضافة إلى كون تطبيقها يحتاج إلى أكثر من جلسة واحدة، وضرورة إنجازها مخبرياً وتكلفتها المرتفعة نسبياً (Cheung, 2005).

تُثبَّت الأوتاد المصبوبة تقليديَّاً بوساطة أسمنت فوسفات الزِّنك أو الأسمنت الزُّجاجي الشَّارديِّ، وكذلك تثبت الأوتاد المعدنيّة الجاهزة الَّتي يُبنى عليها قلب من الأملغم أو الرّاتنج المركّب أو غيرهما بالطريقة نفسها (Kremeier et al., 2008).

2. الأوتاد مسبقة الصُّنع Prefabricated posts:

تُصنف هذه الأوتاد تبعاً لشكلها أو لتصميمها أو للمواد المصنوعة منها، وميزتها الأساسية أنّها تُطبق في جلسة واحدة ولا تحتاج إلى أيّة إجراءات مخبريّة.

تعدُّ الأوتاد الأسطوانية أكثر ثباتاً من الأوتاد المستدقة (المخروطيّة)، وكذلك فإنَّ الأوتاد المحلزنة أفضل ثباتاً من الأوتاد المثبتة بالأسمنت (Schwartz and Robbins, 2004).

تُقسم الأوتاد مسبقة الصُّنع حسب نمط تثبيتها إلى أوتاد فعّالة (Active) تتعشق عند إدخالها بعاج القناة الجذريّة مما يسمح بنقل أكبر للإجهادات إلى الجذر، وأوتاد غير فعّالة (حيادية أو سلبية التثبيت) (Passive) لا تتعشق بعاج القناة الجذريّة وتعتمد في ثباتها على أسمنت الإلصاق، ومع ذلك فهي تنقل الإجهادات إلى الجذر ولكن بدرجة أقل من سابقتها (Terry and Swift, 2010).

يمكن تصنيف هذه الأوتاد تبعاً للمادَّة المصنَّعة منها (Cheung, 2005) إلى:

1- أوتاد مصنوعة من التِّيتانيوم: تملك مقاومة انكسار منخفضة، فهي سهلة الانكسار عند إزالتها في حالة إعادة المعالجة مقارنةً بمثيلتها المصنوعة من الستانلس ستيل.

2- أوتاد مصنوعة من الستانلس ستيل: تعدُّ الأكثر شيوعاً والأكثر استخداماً لفترة طويلة من الزَّمن، إلَّا أَنَّها سبَّبت حساسيَّةً عند تطبيقها لبعض المرضى، وفُسِّر ذلك باحتوائها على النِّيكل، كما أَنَّها ذات قابليَّةٍ للتآكل (corrosion) مع مرور الوقت.

3- أوتاد الزيركونيا: تتميَّز بتقبُّلٍ حيويٍّ ممتازٍ، وبمواصفاتٍ جماليّةٍ عاليةٍ، كما أَنَّها تمتلك مقاومة عالية للالتواء والكسر، إلّا أَنَّ صلابتها العالية (ridgity) قد تجعلها أكثر ميلاً للتسبب بكسر الجذر إذا ما قورنت بأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف، إضافة إلى صعوبة ارتباطها مع مواد الرّاتنج المركّب، وأخيراً الصعوبة البالغة المرافقة لإزالتها في بعض الحالات التي تتطلب ذلك كانكسار الوتد أو الحاجة لإعادة المعالجة اللبية (Ozkurt et al., 2010).

4- أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (FRC posts).

2.1 أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف:

لقد أدَّت الحاجة المتزايدة إلى الأوتاد والقلوب التجميليّة تحت التَّعويضات الخزفيَّة الكاملة إلى ظهور مجموعة من الأوتاد غير المعدنيّة (Baba et al., 2009) نذكر منها:

1- أوتاد راتنج الإيبوكسي epoxy resin المقوّى بألياف الكربون.

2- أوتاد راتنج الإيبوكسي epoxy resin أو راتنج الميتاكريلات methacrylate المقوّى بألياف الزجاج أو ألياف الكوارتز.

3- أوتاد الزيركونيا.

4- الأوتاد المقوّاة بألياف البولي إيتلين polyethylene.

إنّ اللون الغامق لأوتاد ألياف الكربون (Lamichhane et al., 2014)، وصعوبة ارتباط أوتاد الزركونيا مع الأسمنتات الرّاتنجيَّة، أدى إلى الانتشار الواسع لأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بألياف الزجاج أو الكوارتز، إذ تتمتع بخواص بصريّة تساهم في إعادة إنتاج المظهر الطبيعي للسّن المرممة، علاوة على ارتباطها الجيد مع الأسمنتات الرّاتنجيَّة (Goracci and Ferrari, 2011).

1.2.1 تركيب أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف:

تتركب أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف من ألياف الكوارتز أو الزجاج أو الكربون تجمع بينها مادة مالئة من راتنج الإيبوكسي أو الميتاكريلات، وتتوزع هذه الألياف بشكل تكون فيها موازية للمحور الطولي للوتد وبقطر يتراوح بين (6-15) ميكرون، وبكثافة fiber density (عدد الألياف في ملم^2 من المقطع العرضي للوتد) تتراوح بين 25-35 حسب نوع الوتد،

وبذلك تشغل الألياف 30–50% من مساحة المقطع العرضي للوتد (Goracci and Ferrari, 2011).

يتم تحسين الارتباط بين القالب الرّاتنجي وألياف الكوارتز أو الزجاج بمعاملة الألياف بالسّيلان (silanization) قبل دمجها (embedding)، وتسمح قوة الارتباط البيني بين الألياف والقالب الرّاتنجي بنقل الحمولة (القوّة) من القالب الرّاتنجي إلى الألياف، كما تعتبر أساسية للاستفادة من خصائص التّقوية (Grandini et al., 2005b).

2.2.1 شكل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف:

تتوفر أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بعدّة أشكال (Goracci and Ferrari, 2011):

1- أسطوانية Cylindrical.

2- أسطوانية مخروطية Cylindroconical.

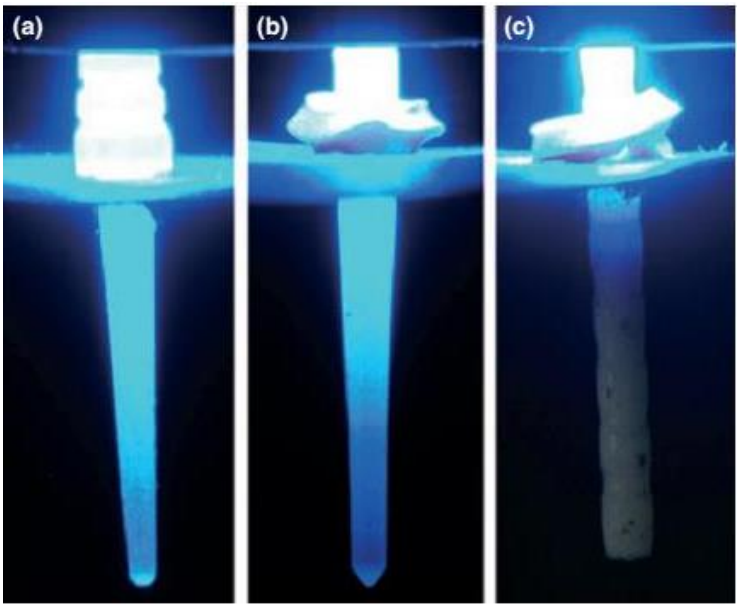
3- مخروطية Conical.

4- مخروطية مضاعفة الاستدقاق Double-tapered.

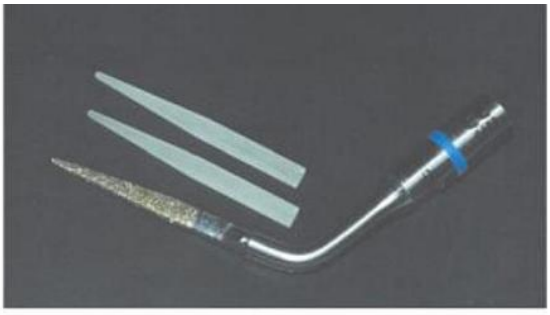
تعدُّ الأوتاد الأسطوانية أكثر ثباتاً من الأوتاد المخروطيّة (Baba et al., 2009)، كما تتميز الأوتاد المخروطيّة مضاعفة الاستدقاق بأنّها أكثر تلاؤماً مع شكل الأقنيّة الجذريّة المعالجة لبّيّاً مما يسمح بتقليل كمية العاج الضرورية لتحضير غمد الوتد (Schwartz and Robbins, 2004).

تمتلك بعض الأوتاد المسوّقة تجارياً رأساً تاجياً أو تسننات serrations، من أجل زيادة ثباتها، الشّكل(1-1)، كما يوجد نوع جديد من أوتاد الألياف الزجاجية بيضويّة الشّكل

oval-shaped glass fiber posts، الشّكل (1–2)، يستطب في الأقنيّة بيضويّة الشّكل لتحقيق انطبّاق أفضل على جدران القناة الجذريّة (Coniglio et al., 2009)، ويتم تحضير غمده بواسطة رأس فوق صوتي بيضويّ الشّكل ultrasonic oval-shaped tip يسمح بتحضير محافظ قدر الإمكان (Coniglio et al., 2008a).



الشّكل (1–1): أشكال مختلفة من الأوتاد وبدرجات مختلفة من الشفافية a) مخروطي مع رأس تاجي مثبت b) وتد مخروطي مضاعف الاستدقاق c) وتد مسنن. نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2011).



الشّكل (1–2): أوتاد الألياف الزجاجية بيضوية الشكل Ellipson مع رأس التحضير الموافق لها نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008).

3.2.1 مزايا أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف:

1- تمتلك أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف معامل مرونة حوالي (20 GPa) وهو قريب من معامل مرونة العاج (18 GPa) (Galhano et al., 2005; Novais et al., 2009) ممّا يسمح بتوزيع أكثر تجانساً للإجهادات ويقلل من خطر انكسار الجذر (Bateman et al., 2003; Lamichhane et al., 2014).

2- تمتاز أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بلونها المشابه للون الأسنان الطبيعية (tooth-colored) أو بكونها شافة (translucent) – ويستثنى من ذلك أوتاد ألياف الكربون التقليدية– ممّا يمنحها خواص تجميليّة عالية ويلغي الحاجة إلى الإجراءات التي تُجرى عادة لإخفاء لون الأوتاد المعدنيّة (masking or opaquing) ويوفر الوقت والمواد ويسمح باستخدامها مع التعويضات الخزفية الكاملة أو ترميمات الكمبوزيت المباشرة (Fischer, 2008).

3- إنّ نمط الفشل الحاصل عند استخدام أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف غالباً ما يكون قابلاً للتَّرميم restorable إذ يغلب حدوث فقد ارتباط الوتد (Post debonding) القابل للاصلاح (Monticelli et al., 2003) ويقل حدوث كسر الجذر، وذلك لكون أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف أقل صلابة (less rigid) من مثيلتها المعدنيّة أو الزيركونيّة التي تؤدي صلابتها لتركز الإجهادات في القسم الذرويّ وتزيد من احتمال حدوث كسور الجذر العموديّة غير القابلة للترميم (Goracci and Ferrari, 2011; Schwartz and Robbins, 2004)، كما أظهرت دراسة (Pilo et al., 2002) أنّ مادة القلب تلعب دوراً في نمط الفشل

الحاصل إذ يكون نمط الفشل المرافق للقلوب المصنوعة من الرّاتنج المركّب (الكمبوزيت) المستخدمة عادة مع أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف أقلّ ضرراً من مثيلاتها المصنوعة من الأملغم أو الذهب.

4- إمكانيّة نزع الوتد retrievability بسهولة في الحالات التي تتطلب إعادة المعالجة اللبّيّة عن طريق الحفر من خلاله باستخدام السنبلة أو الرؤوس فوق الصوتية، كما يسمح اتجاه الألياف بالحفاظ على التزوي الصحيح للأداة المستخدمة في نزع الوتد ويقلل من الانثقابات الجذريّة المرافقة لهذا الإجراء (Schwartz and Robbins, 2004).

5- تتميَّز أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بأنّها غير عرضة للتيارات الغلفانية كما تمتاز بمقاومتها العالية للانحلال في الماء (Lamichhane et al., 2014).

6- تتميَّز أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بأنّها غير قابلة للتآكل corrosion ويشاركها بذلك أوتاد الزركونيا وأوتاد التيتانيوم في حين قد تتعرض أوتاد الستانلس ستيل أو الأوتاد المعدنيّة المصبوبة للتآكل خاصة عند وجود معدنين مختلفين بوجود الرطوبة (Fischer, 2008; Rosenstiel et al., 2006).

7- توفِّر على المريض والطبيب الوقت لأنه يمكن إلصاق الأوتاد وبناء القلوب فوقها في الجلسة نفسها وبذلك تنتفي الحاجة إلى إجراء الطبعة وإرسالها إلى المخبر (Giachetti et al., 2004)، كما تنتفي الحاجة إلى استعمال ترميم مؤقت لمدخل القناة الجذريّة، وبالتّالي الحد من خطر عودة الإنتان عن طريق التسرب الحفافي من

جهة مدخل القناة خاصَّةً أَنَّ إجراءات تفريغ القناة بالسَّنابل قد تكون راضَّة للختم الذرويّ (Demarchi and Sato, 2002) .

8- إنّ استخدام الأسمنت الرّاتنجي واللواصق العاجيّة في إلصاق أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف يؤمن ثباتاً أفضل للوتد (Schwartz and Robbins, 2004) وتقوية للجذر ولو لفترة بسيطة من الزمن (Mannocci et al., 1999a; Mezzomo et al., 2003) وتسرباً مجهرياً أقلّ من التسرب الحاصل مع الأوتاد الملّصقة بالأسمنتات التقليدية (Bachicha et al., 1998; Mannocci et al., 2001a).

4.2.1 مساوئ أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف:

1- تنخفض مقاومة أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف للانثناء عند حفظها في الماء (Mannocci et al., 2001b) أو عند إخضاعها لدورات حرارية (Drummond, 2000)، كما قد تؤدي التّعديلات على سطحها إلى تغيير خواصها الفيزيائية إذ تؤدي التسننات على سطح أوتاد ألياف الكربون إلى إنقاص صلابتها (rigidity) مقارنة بمثيلتها الملساء (Love and Purton, 1996).

2- قد يؤدي استخدام أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الجاهزة دائرية المقطع في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة أو الشريطيِّة إلى زيادة تشكل الفراغات والفقاعات ضمن طبقة الأسمنت (Vichi et al., 2002)، كما قد يؤدي الاختلاف بين الشّكل التشريحي للقناة الجذريّة وشكل الوتد إلى عدم انطبّاقه الكامل داخل القناة الجذريّة وإلى عدم تجانس ثخانة طبقة الأسمنت (Bru et al., 2013; Grandini et al.,

2005a)، كما لا ينصح باستخدامها في الأقنيّة الواسعة جداً (flared canals) والتي غالباً ما تشاهد عند المرضى صغار السن ويفضل تدبير مثل الحالات بالأوتاد المصبوبة (Rosenstiel et al., 2006).

3- الظلالية الشعاعية: يلعب تركيب الوتد دوراً في ظلاليته الشعاعية، إذ تأتي أوتاد ألياف الكربون في المرتبة الأولى من حيث الظلالية الشعاعية تليها أوتاد ألياف الكوارتز والزجاج فيما قد تكون الظلالية الشعاعية الضعيفة لأوتاد البولي إيتلين عاملاً هاماً في الحد من انتشارها (Goracci and Ferrari, 2011)، ومع ذلك تبقى ظلالية أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف أقل مقارنة بأوتاد الزركونيا أو الأوتاد المعدنيّة (Soares et al., 2005).

4- تعدُّ تقنية إلصاق أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف تقنية حساسة جداً لشروط التطبيق (technique sensitive) إذ يتطلب إلصاقها بالأسمنت الرّاتنجي مجموعة من الخطوات الحساسة كمعاملة جدران القناة بالحمض وتطبيق اللاصق العاجي وصعوبة التأكد من وصولهما عميقاً على كامل القناة الجذريّة المحضرة (Schwartz and Robbins, 2004)، يضاف إلى ذلك ضرورة استخدام الأسمنتات ذاتية أو ثنائيّة التّصلّب نظراً لمحدودية انتقال الضوء عميقاً داخل الجذر حتى مع استخدام الأوتاد الشافة الناقلة للضوء (Ferrari et al., 2001) ، كما يشار إلى خصوصية الارتباط مع العاج الجذري وخاصة في القسم الذرويّ من غمد الوتد المحضر نظراً لاختلاف طبيعة العاج من حيث كثافة القنيّات العاجيّة (dentinal tubule) (Ferrari et al., 2000a)، وعدم تجانس درجة تشكل

الطبقة الهجينة (dentin hybridization) (Vichi et al., 2002)، وصعوبة الوصول والعمل (less accessibility) (Zicari et al., 2008).

5.2.1 لمحة عن شكل الأقنيّة الجذريّة وتشريحها وعلاقتهما بأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف:

تعدُّ معرفة عدد جذور الأسنان وشكلها واختلافاتها وكذلك عدد الأقنيّة الجذريّة وشكلها عاملاً هاماً في إنجاز المعالجة اللبّيّة وترميم الأسنان المتهدمة والمعالجة لبّيّاً بالأوتاد والقلوب عامة وأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف خاصةً (Schwartz and Robbins, 2004).

تهدف إجراءات المعالجة اللبّيّة إلى تحقيق شكل قمعي مستمر ومتجانس للقناة الجذريّة لإزالة البقايا اللبّيّة والعاج المؤوف والجراثيم وضمان حشو مثالي للقناة الجذريّة وتحقيق الختم الذرويّ ولذلك ينصب التركيز خلال المعالجة اللبّيّة على تشريح الثلث الذرويّ للقناة الجذريّة (Peters, 2004).

تصنيف الأقنيّة الجذريّة حسب شكل مقطعها العرضي:

قسم Lautrou عام 1980 الأقنيّة الجذريّة حسب شكل مقطعها العرضي إلى مجموعتين أساسيتين صفائحية (laminar) و أنبوبية (tubular)، الأقنيّة الصفائحية ممكن أن تكون هلالية أو مستقيمة أو بشكل رقم "8"، في حين تكون الأقنيّة الأنبوبية دائرية أو بيضويّة أو مثلثية (Porciani et al., 2008a).

تعدُّ الأقنيّة التي تبدي اختلافاً كبيراً بين بعديها الأنسي الوحشي والدهليزي اللساني والتي تكون نسبة قطرها الكبير إلى قطرها الصغير على بعد 5 ملم من الثقبة الذرويّة أكبر أو

تساوي 2 أقنية بيضويّة الشّكل (Wu et al., 2000)، ويعدُّ توسيعها بشكل متجانس أمراً صعباً باستخدام الطرق التقليدية (Porciani et al., 2008a).

ومع الانتشار الواسع لاستخدام أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في ترميم الأسنان المتهدمة والمعالجة لبّياً برزت ضرورة الاهتمام بتشريح الثلثين التّاجي والمتوسط اللذين سيتم تحضيرهما لاستقبال الوتد لما تقدمه من معلومات تفيد في اختيار الوتد ذي الانطبّاق الأفضل في المسافة الجذريّة المحضرة (Porciani et al., 2008a)، وقد أشارت مجموعة من الدّراسات السريرية إلى أنّ فقدان ارتباط الوتد (Post debonding) هو السبب الرئيسي لفشل التعويضات المثبتة بالأوتاد (Cagidiaco et al., 2007; Monticelli et al., 2003)، وتزداد حالات الفشل هذه بغياب السوار العنقي التّاجي (ferrule) أو بوجود زيادة كبيرة في الأسمنت وخاصة في الثلث التّاجي (Cagidiaco et al., 2007; Ferrari et al., 2000b; Ferrari et al., 2007; Porciani et al., 2008a).

يساعد الحصول على طبقة رقيقة ومتجانسة من الأسمنت على التقليل من ظاهرة فقدان ثبات الوتد كما يساهم في تحسين عملية نقل الإجهادات إلى الجذر والتي تتأثر جزئياً بثخانة الأسمنت وانطبّاق الوتد داخل القناة الجذريّة (Porciani et al., 2008a).

يعدُّ تشريح القناة الجذريّة قبل بدء الإجراءات العلاجية وتصميم الأداة المستخدمة في تحضير غمد الوتد العاملين الأساسيين في نجاح التعويضات المثبتة بالأوتاد على المدى البعيد، فكما هو معلوم أنّ معظم الأقنيّة الجذريّة لاتبدي مقطعاً دائرياً (Peters, 2004) في حين أنّ معظم أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الجاهزة دائرية المقطع مما يفرض استخدام أدوات أكبر لتعديل شكل القناة ليتوافق مع شكل الوتد مع ما يحمله ذلك من آثار

ضارة نتيجة التضحية بنسج سنية سليمة، وبالتّالي إنقاص مقاومة الجذر وزيادة احتمال انكساره (Schwartz and Robbins, 2004)، أو استعمال وتد أصغر حجماً مع ما يرافق ذلك من زيادة كبيرة في ثخانة الأسمنت وبالتّالي زيادة فرص حدوث انفكاك الوتد والفشل السريري (Porciani et al., 2008a).

لقد تم اقتراح العديد من الحلول لتحسين انطبّاق أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف لتوافق تشريح الأقنيّة الجذريّة كتبطين وتد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب للحصول على ما يسمى بالوتد التشريحي (Grandini et al., 2003) أو تكثيف وتدين إضافيين أو أكثر أصغر حجماً إلى جانب الوتد الرئيسي (Li et al., 2011; Neto et al., 2011; Porciani et al., 2008b) أو تعديل الوتد بسنبلة ماسيّة ليتوافق مع شكل القناة (Grande et al., 2006)، أو استخدام رؤوس فوق صوتية بيضويّة الشّكل لتحضير مسكن لأوتاد بيضويّة الشّكل تطابق شكل رأس التحضير (Coniglio et al., 2008a; Coniglio et al., 2011).

يمكن تحسين فرص النجاح السريري للأسنان المرممة باستخدام أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بزيادة انطبّاقها داخل الأقنيّة الجذريّة، والمرتبط بمعرفة واسعة بتشريح الأقنيّة الجذريّة وشكلها واختلافاتها.

6.2.1 بعض التقنيات الحديثة في أوتاد الألياف Potential new trends in fiber posts:

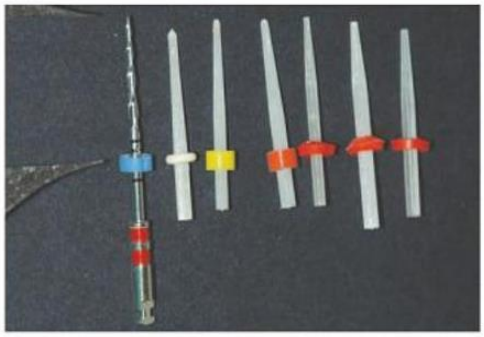
1- تحضير غمد الوتد بأدوات النيكل تيتانيوم Ni-Ti:

حقق استخدام أدوات النيكل تيتانيوم الدوّارة تحضيراً محافظاً للقناة الجذريّة مقارنةً بأدوات الستانلس الستيل اليدوية مع الأخذ بالحسبان تشريح القناة الجذريّة وتحقيق قمعية التحضير preparation conicity.

يعدُّ الوضع مثالياً في حال الحاجة إلى توسيع بسيط للقناة الجذريّة لاستقبال الوتد بعد الانتهاء من المعالجة اللبّيّة ولتحقيق هذا الهدف تم تصميم أداة (NiTi Mtwo drill VDW GmbH, Munich, Germany)، الشّكل (3-1) والتي تتميز بأنّ حجمها يتوافق مع حجم أصغر وتد FRC متوفر، الشّكل (4-1) وبقدرتها على إزالة الكوتابيركا دون التأثير في جدران القناة العاجية وذلك لأنّ الأداة لا تقطع جانبياً (Goracci and Ferrari, 2008).

يجب أنّ يتبع إزالة الكوتابيركا غسل القناة بشكل جيد باستخدام EDTA والرؤوس فوق الصوتية (Coniglio et al., 2008b) وذلك لإزالة بقايا الكوتابيركا والمادة الحاشية (sealer) بشكل كامل، وبذلك تسمح خصائص القطع التي تمتع بها الأداة وحجمها بالمحافظة على النسج العاجية وتحقيق ارتباط جيد مع الجدران العاجية النظيفة (Goracci and Ferrari, 2008).

الشّكل (1–3) : سنبلة NiTi Mtwo نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008).



الشّكل (1–4): التوافق بين قياس الأداة وقياس أصغر وتد FRC متوفر نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008).

2- التكثيف الجانبي لأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف Lateral condensation of fiber posts:

إنّ ثبات الأوتاد غير فعّالة (حياديّة) التثبيت Passive posts يزداد عند وجود انطبّاق جيد بين الوتد والمسافة الجذريّة المحضرة كما ويزداد الثّبات عندما تكون ثخانة طبقة الأسمنت رقيقة ومتجانسة (Grandini et al., 2005a; Schmage et al., 2005).

إنّ عدم تجانس ثخانة طبقة الأسمنت قد يؤدي لنقل غير متجانس للإجهاد إلى الجذر مما قد يؤثر في استقرار الوتد stability على المدى الطويل (Schmage et al., 2005).

تم اقتراح هذه التقنية لاستخدامها في حالات الأقنيّة الجذريّة ذات الانفتاح التّاجي الكبير flared canals أو الأقنيّة غير الدائرية إذ تشابه هذه التقنية عملية التثكيف الجانبي لأقماع الكوتابيركا إذ يتم اختيار وتد رئيسي master post ويضاف إلى جانبه عدد من الأوتاد الإضافيّة (accessory posts) (Li et al., 2011; Neto et al., 2011).

يتم اختيار الوتد الرئيسي بحيث يحقق انطبّاقاً جيداً في القسم الذرويّ في حين تتم إضافة الأوتاد الإضافيّة الأصغر حجماً في القسمين المتوسط والتّاجي للمسافة الجذريّة

المحضرة ليتم ملؤها بأكبر قدر ممكن، الشّكلين (1–5) و(1–6)، وتهدف هذه التقنية لتحسين انطبّاق مجموعة الأوتاد داخل المسافة الجذريّة المحضرة وتقليل ثخانة الأسمنت حولها (Goracci and Ferrari, 2008) وتقليل الحاجة إلى إزالة المزيد من العاج الجذري لتحقيق التوافق بين شكل الوتد وشكل القناة الجذريّة (Maceri et al., 2007). أظهرت الدّراسات نجاعة هذه التقنية في تقليل ثخانة الأسمنت وتحسين مقاومة الأسنان المرممة للانكسار في حين لم تحسن من ثبات الأوتاد (Li et al., 2011; Neto et al., 2011; Porciani et al., 2008b).

الشّكل (1–5): وتد رئيسي مع ثلاثة أوتاد أصغر لترميم قناة بيضويّة (Abrasive Technology) نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008).

الشّكل (1–6): تقنية التكثيف الجانبي باستخدام وتد رئيسي DT Light مع وتدين إضافيين Fibercone نقلاً عن (Goracci and Ferrari, 2008).

3– الأوتاد البيضويّة Oval shaped posts :

يسمح رأس Ellipson فوق الصوتي بيضويّ الشّكل Ellipson Tip (Satelec, Acteon Group, Merignac, France)، الشّكل (1–2) بتنظيف أفضل للمسافة الجذريّة في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة مقارنة برأس فوق صوتي دائري (Coniglio et al., 2008a)، كما يمكن استخدامه مع أوتاد بيضويّة الشّكل Ellipson posts (RTD, ST.Egreve, France) فيحضر غمد الوتد بواسطته (Cheleux, 2008).

4- تقنية تبطين الأوتاد بالرّاتنج المركّب (الوتد التشريحي) Fiber posts relining (anatomic post):

يمكن استخدام هذه التقنية في الأقنيّة البيضويّة أو الأقنيّة ذات الانفتاح التّاجي الكبير flared canals، وذلك لتحقيق انطبّاق أفضل وخاصة في الثلث التّاجي وبالتّالي تقليل ثخانة الأسمنت والفقاعات الهوائية المتشكلة (Faria-e-Silva et al., 2009; Grandini et al., 2005a).

يتم إنجاز هذه التقنية بعزل السن المراد ترميمها وتحضير غمد الوتد بالسنبلة المرفقة مع نظام الأوتاد المستخدم، ثم يتم تطبيق مادة عازلة قابلة للانحلال في الماء (الغليسرين مثلاً) في المسافة الجذريّة المحضرة ويطبق الرّاتنج المركّب lightcurable hybrid composite core على الوتد المحضر للإلصاق حسب تعليمات الشركة المصنعة (prebonded post)، ثم يتم إدخال الوتد المبطن بالرّاتنج المركّب في المسافة الجذريّة المحضرة والمعزولة مسبقاً، وبعد التأكد من خلوها من المناطق المُثبِتة undercuts ثم يجري التصليب الضوئي عبر الوتد الشّاف الناقل للضوء، وبعد التّصلّب يتم إخراج الوتد وبذلك نكون حصلنا على الوتد التشريحي (Boksman et al., 2011)، وينصح بإجراء تصليب ضوئي إضافي للراتنج المركّب خارج القناة الجذريّة للتأكد من تصلبه بشكل كامل (Faria-e-Silva et al., 2009).

يتم بعد ذلك غسل القناة الجذريّة والوتد المبطن بشكل جيد بالماء لإزالة أثر المادة العازلة المستخدمة ثم تتم متابعة خطوات إلصاق الأوتاد الاعتيادية (تخريش القناة وتطبيق

المادة الرابطة وتصليبها ثم إلصاق الوتد التشريحي بالأسمنت الرّاتنجي) (Boksman et al., 2011).

من ميزات استخدام هذه التقنية أنّ التقلص التماثري الحاصل على مستوى الوتد التشريحي يحصل في المسافة الحرة free space وليس بين الترميم والسن وبالتّالي تحييد دور العامل S-factor (shrinkage stress factor) ، وضمان تجانس طبقة الأسمنت وثخانتها الأصغرية (Boksman et al., 2011)، بالإضافة لما أظهرته الدّراسات من نتائج مشجعةٍ لهذه التقنية في زيادة ثبات الأوتاد (Faria-e-Silva et al., 2009; Macedo et al., 2010).

يُعاب على هذه التقنية حاجتها إلى خبرة الممارس وكثرة الخطوات المطلوب إنجازها.

5- تعديل شكل الوتد ليتوافق مع شكل القناة:

يمكن استخدام هذه التقنية في الأقنيّة التي لا تبدي مقطعاً دائرياً كالأقنيّة البيضويّة إذ تؤخذ طبعة للقناة المحضرة باستخدام وتد بلاستيكي وراتنج ذاتي التماثر pattern resin ثم يتم عمل قالب للمسافة الجذريّة بوضع الوتد البلاستيكي السابق في السيليكون ذي اللزوجة المنخفضة (light body).

يجري بعد ذلك تعديل شكل أكبر وتد راتنج مركّب مقوّى بالألياف متوفر كقياس (2.2 ملم) بسنبلة ماسيّة ليتوافق مع شكل المسافة الجذريّة المحضرة ويشغلها على كامل طولها بشكل حيادي بالاستعانة بالقالب سابق الذكر (Grande et al., 2006).

يُعاب على هذه الطريقة حاجتها إلى وقت إضافي لإتمام الإجراءات الثانوية (أخذ الطبعة وتشكيل القالب وتعديل شكل الوتد)، بالإضافة إلى عدم معرفة أثر تعديل الوتد بالسنابل

الماسيّة في خصائصه الميكانيكية وبشكل خاص سلامة بنيته (Boksman et al., 2011).

3.1 الأسمنتات التقليدية وإلصاق الأوتاد الجذريّة:

يملك أسمنت فوسفات الزنك تاريخاً طويلاً من النجاح عند استخدامه في إلصاق الأوتاد والقلوب المعدنيّة يعود إلى خصائصه التي يتمتع بها كسهولة التعامل معه وزمن عمله الطويل نسبياً وتوافقه مع أوكسيد الزنك والأوجينول المستخدم في المواد الحاشية للأقنية الجذريّة Root canal sealers بالإضافة إلى السهولة النسبية المرافقة لإزالة الوتد المعدني الملصق بأسمنت فوسفات الزنك عن مثيله الملصق بقوة بالأسمنت الرّاتنجي وبالتّالي تقليل احتمال كسر الجذر (Cheung, 2005).

يحقق أسمنت فوسفات الزنك الإلصاق من خلال التداخل (التشابك) الميكانيكي مع الشذوذات في العاج وبنية التعويض (Chiayi, 2003).

تعد مشكلة التسرب الحفافي المشكلة الرئيسية المرافقة لاستخدام أسمنت البولي كربوكسيلات والأسمنت الزجاجي الشاردي، بالإضاقة إلى امتلاكهما معامل مرونة أقل بكثير من مثيليهما في أسمنت فوسفات الزنك والعاج (Cheung, 2005).

4.1 الأسمنتات الرّاتنجيَّة:

شاع في السنوات الأخيرة استخدام الأسمنتات الرّاتنجيَّة ويعود ذلك إلى مجموعة من الميزات التي تتفوق فيها على الأسمنتات التقليدية كقدرتها على تقليل التسرب الحفافي (Bachicha et al., 1998; Gu and Kern, 2003; Mannocci et al., 2001a)، وتقوية الجذر ولو لفترة بسيطة من الزمن (Mannocci et al., 1999a; Mezzomo et al., 2003)،

بالإضافة إلى قدرتها على زيادة الثّبات بسبب خواصها الالتصاقية (Schwartz and Robbins, 2004)، وتوفرها بألوان متعددة وإمكانية استخدامها مع التعويضات الخزفية الكاملة وتحقيق أفضل النتائج التجميليّة (el-Mowafy, 2001; Schwartz and Robbins, 2004; Tian et al., 2014).

تستخدم الأسمنتات الرّاتنجيَّة لإلصاق التيجان والجسور الخزفية والحاصرات التَّقويميَّة والوجوه التجميليّة والجسور اللصّاقة (Hatrick et al., 2003).

1.4.1 تركيب الأسمنتات الرّاتنجيَّة:

الأسمنتات الرّاتنجيَّة هي راتنجات مركَّبة سيَّالة flowable ذات لزوجةٍ viscosity منخفضة، تشابه في تركيبها تركيب مواد الحشو composite filling ذات الأساس الرّاتنجي فهي تتألف من قالب راتنجي وحبيبات مالئة لاعضويّة معاملة بالسيلان (silane-treated)، ويمكن إنجاز الارتباط مع الميناء باستعمال تقنية التخريش الحمضي Acid-etch technique في حين يتم تحفيز الارتباط مع العاج عن طريق وحيدات التماثر (المونوميرات) الوظيفيّة المدمجة في الأسمنتات الرّاتنجيَّة وعوامل الربط العاجيّة (Chiayi, 2003).

تتصلب الأسمنتات الرّاتنجيَّة بالتماثر (Yu et al., 2014) والذي يمكن إنجازه بوساطة:

1- التحفيز بالبيروكسايد أمين (الأسمنتات ذاتية التّصلّب أو التماثر) Self-cure autopolymerizable

2- التنشيط بالضوء (الأسمنتات ضوئيّة التّصلّب) Light-cure.

3- استخدام الآليتين معاً (الأسمنتات ثنائيّة التّصلّب) Dual-cure.

- القالب الرّاتنجي Resin matrix:

يعدّ راتنج (BIS-GMA) أحد أكثر الرّاتنجات المستعملة في طب الأسنان شيوعاً، ويركَّب عن طريق تفاعل البيسفينول (A) مع الغليسيدال ميتاكريلات، وهو وحيد تماثر ثنائي الوظيفة طويل الجزيء وثابت نسبياً، الأمر الَّذي يسمح له بتشكيل عديد تماثر تصالبي الارتباط والحصول على تقلُّصٍ أقلَّ، ويملك راتنج (BIS-GMA) لزوجةً عالية لذلك يمزج عادة مع راتنج ذي وزن جزيئي منخفض مثل (TEGDMA) (ثلاثيّ إتيلين غليكول دي ميتاكريلات) لإنقاص لزوجته والسماح بتحمّيله بقدر أكبر من الجزيئات المالئة وبالتّالي تحسين خواصه السريرية (Albers, 2002; Garg et al., 2013).

يمتلك (TEGDMA) رابطتين مضاعفتين فعَّالتين على كلتا نهايتيه (ثنائي الوظيفة) كما هو الأمر بالنسبة إلى (BIS-GMA)، وبالتّالي فهما يشكِّلان ارتباطات تصالبيَّة واسعة الانتشار بين سلاسل عديدات التماثر، مما يجعل القالب الرّاتنجيِّ الناتج صلباً ذا مقاومةٍ عاليةٍ للتَّليُّن بالحرارة أو الانحلال في المحلات كالماء والكحول، لذلك يستخدم هذا المزيج من وحيدَي التماثر بشكل واسع في الأَنواع الحالية من الأسمنتات الرّاتنجيَّة (Craig and Powers, 2002).

يستخدم أحياناً في بعض الأَنواع، راتنج آخر ثنائي الوظيفة هو يوريتان دي ميتاكريلات (UDMA) ويمتاز بلزوجته المنخفضة الَّتي تسهل تحمّيله بالجزيئات المالئة دون الحاجة إلى إضافة وحيدات التماثر منخفضة الوزن الجزيئي، إلا أَنَّه أكثر قصافةً ويخضع لتقلُّصٍ تصلبيٍّ أكبر مما يخضع له BIS-GMA، لذلك فهو يستخدم عادة بالتشارك مع راتنج BIS-GMA (Albers, 2002).

- المواد المالئة اللاعضوية Inorganic fillers:

تتألَّف من مواد لاعضوية كالكوارتز quartz، وحبيبات الزجاج مثل (سيليكات الألمنيوم والليثيوم وسيليكات الألمنيوم والباريوم، وسيليكات الألمنيوم والسترونيوم) وتكون بأحجام مختلفة (Albers, 2002).

تهدف إضافة الجزيئات المالئة إلى التَّقليل من كميَّة القالب الرّاتنجيِّ وبالتّالي الحدُّ من خصائصه السَّلبية إلى جانب الاستفادة من خصائص الجزيئات المالئة في تقوية القالب الرّاتنجيِّ، والَّتي تتجلَّى في رفع سويَّة الخصائص الميكانيكيّة والفيزيائيّة كمقاومة الانضغاط compressive والشدِّ tensile والالتواء flexure والانكسار fracture، وإنقاص مقدار التَّقلُّص التّصلّبيِّ وامتصاص الماء وتخفِّيض معامل التَّمدد الحراري ليقترب من مثيله في النُّسج السِّنيَّة إضافة إلى دورها في الظلالية الشعاعية وتحسين خواص التعامل وزيادة الشفافية translucency (Garg et al., 2013).

- العوامل المزاوجة Coupling agents :

تقوم العوامل المزاوجة بربط الجزيئات المالئة (المحبة للماء) إلى القالب الرّاتنجيِّ (الكاره للماء)، الأمر الَّذي يعدُّ هامَّاً جدَّاً للأداء السَّريري، يدعم هذا الرَّبط الخصائص الفيزيائيَّة والميكانيكية للأسمنت الرّاتنجيِّ بجعل القالب الرّاتنجيِّ والجزيئات المالئة وحدةً متكاملةً، إذ يسمح للقالب الرّاتنجيِّ الأكثر مرونةً بنقل الإجهاد إلى الجزيئات المالئة الأكثر قساوةً وصلابةً، كما أَنَّ هذا الرَّبط يثبط الارتشاح بمنعه للسَّوائل من التغلغل على طول سطح التَّماسِّ بين القالب الرّاتنجيِّ والجزيئات المالئة (Garg et al., 2013).

أكثر عوامل الربط استخداماً هي السِّيلانات العضويَّة، والَّتي تكون جزيئاتها ثنائيّة الوظيفة، إذ ترتبط مجموعات السّيلانول الموجودة على أحد الطَّرفين مع مجموعات الهيدروكسيل الموجودة على سطح الجزيئات المالئة مشكلة رابطة السِّيلوكسان siloxane bond، في حين ترتبط مجموعات الميتاكريلات على الطَّرف الآخر مع الرّاتنج (Ravi et al., 2013).

- مبدئات التَّماثر Initiators:

هي عبارة عن عناصر كيميائيَّة تضاف إلى القالب الرّاتنجيِّ لتساعد في تشكيل الجذور الحرَّة free radicals الضَّروريَّة لبدء عملية التَّماثر polymerization process.

في الأَنظمة المنشَّطة كيميائيَّاً يتفاعل بنزويل البيروكساید مع الأمين الثّالثي لتشكيل الجذور الحرَّة، أمَّا في الأَنظمة المصلَّبة بالضوء فيُثار الكامفركينون المضاف عند تعرُّضه للضَّوء ويتفاعل مع الأمين الثّالثي لتتشكَّل الجذور الحرَّة (Albers, 2002).

2.4.1 تصنيف الأسمنتات الرّاتنجيَّة:

تُصنف الأسمنتات الرّاتنجيَّة تبعاً لحجم ذرات المادة المالئة الداخلة في تركيبها (Sümer and Değer, 2011) إلى:

- أسمنتات ذات مواد مالئة فائقة النُّعومة (micro filler) يبلغ قطرها حوالي 0.04 ميكرونات.
- أسمنتات هجينة ذات مواد مالئة يتراوح قطرها بين (0.7-1.7) ميكرونات.

كما يمكن تصنيف الأسمنتات الرّاتنجيَّة حسب نمط تصلّبها (Stamatacos and Simon, 2013) إلى:

1- أسمنت ذاتي (كيمائي) التّصلّب Self-cure (Chemical) resin cement.

2- أسمنت ضوئي التّصلّب Light cure resin cement.

3- أسمنت ثنائي التّصلّب يتصلب بالآليتين السابقتين معاً Dual cure resin cement.

- الأسمنتات الرّاتنجيَّة المحفَّزة ذاتيّاً أو كيميائية التّصلّب:

تتوافر هذه الأنظمة بشكلين إما سائل ومسحوق أو معجونين، وتتماثر نتيجة التفاعل بين بنزويل البيروكسايد والأمين الثّالثي الذي يولد الجذور الحرة التي بدورها تبدأ التفاعل، ويتراوح زمن مزجها بين 20 و 30 ثانية ويذكر من عيوبها صعوبة إزالة الزّوائد إذا بقيت حتى تمام التماثر لذا يفضل إزالتها مباشرة بعد وضع الترميم في مكانه، ومحدودية زمن العمل ومحدودية الألوان المتوفرة (Chiayi, 2003; Stamatacos and Simon, 2013).

تستخدم الأسمنتات الرّاتنجيَّة ذاتية التّصلّب في المناطق التي يصعب فيها إنجاز التصليب الضوئي لذلك تستخدم عادة في إلصاق التِّيجان والجسور المعدنيّة الكاملة، والتِّيجان والجسور المعدنية الخزفية، والأوتاد الجذريّة، والحشوات الضمنيَّة والمغطية المصنوعة من المعدن والجسور اللصاقة المعدنيّة (von Fraunhofer, 2013).

- الأسمنتات الرّاتنجيَّة ضوئية التّصلّب:

تتوافر بشكل معجون واحد يوضع ضمن محقنة بلاستيكية عازلة للضَّوء ويحوي جميع العناصر المسؤولة عن بدء التَّماثر، ويستخدم عادة الكامفركينون (camphorquinone) كمبدىء ضوئيٍّ يُثار عند تعرضه للضوء ويتفاعل مع الأمين الثّالثي مما يؤدي لتشكل الجذور الحرة وبالتالي بدء عملية التماثر (Albers, 2002).

يضاف إلى تركيب الأسمنت ضوئي التّصلّب مثبطات التّفاعل (inhibitors) التي تتفاعل مع الجذور الحرَّة بشكلٍ أسرع من تفاعل الجذور الحرَّة مع وحيدات التماثر عند تعرُّض المعجون لضوءٍ خفيف الشِّدة كضوء الغرفة (Hatrick et al., 2003).

من ميزات هذا النظام وقت العمل الإضافي الذي يسمح به نمط التصليب الضوئي وعدم الحاجة إلى إجراء المزج، إضافةً إلى تمتع هذه الأسمنتات باستقرار لوني أكبر من مثيلتها ذاتية التصلب أو ثنائيّة التّصلّب مما يجعلها الخيار الأفضل عند إلصاق التعويضات التجميليّة الخالية من المعدن (Stamatacos and Simon, 2013).

يُعاب عليها نقص عمق التّصلّب المرافق لزيادة ثخانة الخزف، إذ تصبح كثافة الضَّوء وتركيزه منخفضاً أو معدوماً في المناطق العميقة أو عندما تكون ثخانة الخزف كبيرة (أكبر من 2 ملم) (Hatrick et al., 2003).

تستخدم هذه الأسمنتات عادة في إلصاق الترميمات الخزفيَّة ذات الثَّخانة الأقلَّ من 1.5 ملم والمثبِّتات التَّقويميَّة الخاليّة من المعدن، وجبائر النُّسج ما حول السِّنِّيَّة الخاليّة من المعدن (von Fraunhofer, 2013).

- الأسمنتات الرّاتنجيَّة ثنائيّة التّصلّب:

هي أَنظمةٌ مؤلّفةٌ من مكوِّنَين (سائل ومسحوق أو معجونين)، تحوي في تركيبها المبدئات المسؤولة عن التماثر الكيمائي والمبدئات الضوئية (كامفركينون) التي تتفعل باستخدام الضوء، وهي تحتاج إلى المزج بالطّريقة نفسها المستخدمة في مزج الأسمنتات ذاتيّة التّصلّب (Sümer and Değer, 2011).

تستطيع المثبِّطات أَن تعاكس إنتاج الجذور الحرَّة ممَّا يسمح بزمن عمل كبير لحين التَّعرُّض للضَّوء حينها يتصلَّب الأسمنت بسرعة ويستمر التّصلّب الكيميائي سامحاً بزيادة قوة الأسمنت، وهكذا يتمُّ تصليب الحوافِّ الَّتي يصل إليها الضَّوء مباشرةً ويتابع الأسمنت تصلبه بآليَّةٍ كيميائيَّةٍ (Chiayi, 2003).

يستخدم هذا النوع من الأسمنتات عادة في إلصاق الحشوات الضِّمنيَّة والمغطية الخالية من المعدن، والتيجان والجسور الخزفيَّة والأوتاد الجذريّة (von Fraunhofer, 2013).

وأخيراً تصنف الأسمنتات الرّاتنجيَّة حسب نوع اللاصق المستخدم (Stamatacos and Simon, 2013) إلى:

1- الأسمنتات المعتمدة على نظام التخريش والغسل (Total etch/Etch and rinse resin cements):

يستعمل حمض الفوسفور 30-40% في هذا النظام لتخريش العاج والميناء إذ يسمح هذا الإجراء بإزالة طبقة اللطاخة وفتح القنيات العاجية (Binus et al., 2013)، ويتم بعد ذلك تطبيق اللاصق على التحضير لإنجاز الارتباط بين السن والأسمنت.

توفر هذه الأنواع قوة الارتباط الأعلى مع النسج السنية ولكنها تحتاج إلى أكبر عدد من الخطوات لإنجاز ارتباط الخزف والمعدن والرّاتنج المركّب إلى الأسنان وقد يؤدي تعقيد هذه الخطوات وكثرتها إلى تعريض عملية الارتباط للخطر لأنّ كل خطوة قد تشكل مصدراً للتلوث (Stamatacos and Simon, 2013)، ويذكر من الأنواع التجارية أسمنتا:

.RelyX ARC (3M ESPE), Variolink II (Ivoclar Vivadent Inc)

2- الأسمنتات ذاتية التخريش (Self-etch resin cements):

تحظى هذه الفئة بشعبية بين أطباء الأسنان لسهولة استعمالها، إذ تسمح الأسمنتات المعتمدة على هذا النظام بتقليل الخطوات اللازمة لإنجاز الارتباط وبالتّالي تقليل أخطاء الممارس وحساسية التقنية وزيادة سهولة الاستخدام، وتشير بعض الدّراسات إلى أنّ هذه الفئة تؤمن قيم ارتباط أقل من سابقتها مع العاج الجذري (Goracci et al., 2005b; Radovic et al., 2008a)، كما يشار أيضاً إلى وجود عدم توافق بين الأسمنتات ثنائيّة أو ذاتية التّصلّب واللواصق ذاتية التخريش بمرحلة واحدة كنتيجة لوجود المجموعات الحمضية غير المتفاعلة في اللواصق بتماس مباشر مع المركبات الأمينية في الأسمنتات مما يؤدي إلى عوق تماثر الأسمنتات كنتيجة لانخفاض درجة الحموضة (PH)، وتصبح هذه المشكلة أقل أهمية عند استعمال اللواصق ذاتية التخريش بمرحلتين أو اللواصق المعتمدة على نظام التخريش والغسل لأن المجموعات الحمضية المتبقية قليلة أو غير موجودة (Sanares et al., 2001)، لذلك من الضروري استعمال الأسمنت واللاصق الخاص بالشركة نفسها (Stamatacos and Simon, 2013; Tay et al., 2003)، ومن الأمثلة التجارية على هذه الفئة أسمنت Panavia F2.0 المستخدم في هذا البحث.

3- الأسمنتات ذاتية الإلصاق Self-adhesive resin cements :

تتكون هذه الفئة من منتج واحد (All in one cements) يوفر قوة ارتباط جيدة مع الميناء والعاج والخزف بخطوة واحدة دون الحاجة إلى تطبيق عامل رابط bonding agent بشكل منفصل (Ferracane et al., 2011).

يتم تحميل (تطعيم grafting) حمض الفوسفور على سلاسل الكربون في الرّاتنج والذي يتفاعل عند المزج مع الجزيئات المالئة والعاج بوجود الماء مشكلاً الارتباط من خلال تفاعل حمض أساس وفي الوقت نفسه يتماثر الرّاتنج لعديد تماثر (بوليمير) ذي روابط متصالبة (Simon and de Rijk, 2006)، ويمكن تحسين الارتباط إلى الميناء بإنجاز مايدعى التخريش الانتقائي selective etch بتطبيق مخرش وعامل رابط قبل تطبيق الأسمنت، ويجدر بالذكر أن التخريش الانتقائي أثر سلباً في الارتباط مع العاج وأدى إلى انخفاض في قوة الارتباط (De Munck et al., 2004).

يذكر من الأسماء التجارية أسمنتا:

.RelyX™Unicem (3M ESPE)/ Maxcem Elite™ (Kerr Corporation)

3.4.1 ميزات الأسمنتات الرّاتنجيَّة (Hussain, 2004):

1- انحلاليَّة منخفضة جدًّاً إذ تعد الأقل بين الأسمنتات.

2- تتمتع بخصائص ميكانيكية وتجميلية عالية (توافرها بألوان متعددة وثبات اللون النسبي).

3- يؤمن استخدامها في بعض الحالات كالتحضيرات الجائرة والأسنان ذات التاج السريري القصير نتائج أفضل من الأسمنتات التقليدية (Sümer and Değer, 2011).

4.4.1 سيئات الأسمنتات الرّاتنجيَّة (Sümer and Değer, 2011):

1- قد تكون مخرشة للنسيج اللبي خاصة في التحضيرات القريبة من اللب.

2- ممكن أن يؤدي التقلص التّصلّبي إلى حدوث تسرب مجهري microleakage ويمكن تخفيف هذه المشكلة باستعمال عوامل الربط العاجية dentin bonding agents (Hussain, 2004).

3- الحاجة إلى خطوات إضافيّة حساسة لتحضير سطح التعويض الداخلي ولإنجاز الارتباط مع النسج السنية.

4- الكلفة العالية نسبياً.

5- ثخانة طبقة الأسمنت film thickness العالية نسبياً مقارنة بالأسمنتات الأخرى.

6- صعوبة إزالة الأسمنت الزائد بعد تصلبه (Hatrick et al., 2003).

5.4.1 ارتباط أسمنتات الإلصاق الرّاتنجيَّة مع أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف:

أجريت العديد من الدّراسات لتحسين ارتباط المواد الرّاتنجيَّة المستخدمة في الإلصاق أو بناء القلوب مع سطح أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (Aksornmuang et al., 2004; Monticelli et al., 2008; Vano et al., 2006b).

يعدُّ تحقيق ارتباط كيمائي بين راتنج الإيبوكسي في القالب الرّاتنجي للأوتاد وراتنج الميتاكريلات في الأسمنتات الرّاتنجيَّة أمراً صعباً نظراً لكون متعدد تماثر (polymer) القالب الرّاتنجي للأوتاد يبدي درجة عالية من التحول (high degree of conversion) وبنية غنية بالروابط المتصالبة (highly cross linked strcuture)، وبالتّالي تتوفر مواقع قليلة جداً للتفاعل، على كل حال فإنّ الارتباط الكيمائي ممكن بين الأسمنت الرّاتنجي والألياف أو جزيئات المواد المالئة المكشوفة exposed fibers and filler particles على سطح الأوتاد (Monticelli et al., 2008).

لقد اقترحت العديد من الطرق لتحسين الارتباط إلى سطح الأوتاد من أهمها السيلنة (silanization) حيث يزيد السيلان من ترطيب سطح الأوتاد (wettability) كما يساهم في تشكيل جسور كيمائية بين مجموعات الميتاكريلات في الأسمنت ومجموعات الهيدروكسل في أوتاد الزجاج أو الكوارتز (Goracci and Ferrari, 2011).

يجدر بالذكر أنّ هناك آراء متضاربة حول فعالية السيلنة في تحسين الارتباط إلى سطح الأوتاد (Aksornmuang et al., 2004; Perdigao et al., 2006)، بالإضافة إلى عدم فعاليتها مع أوتاد ألياف الكربون التي لاتبدي عدداً كافياً من مجموعات الهيدروكسيل على سطحها (Goracci and Ferrari, 2011).

يمكن استعمال بعض المواد الكيمائيّة مثل بيروكساید الهيدروجين 10% لتخريش سطح الوتد إذ يقوم بحل الطبقة السطحية من راتنج الإيبوكسي وبالتّالي يزيد مساحة سطح الألياف المكشوفة المعرضة للسيلنة علاوة على مواقع الارتباط الميكانيكي المجهري الإضافيّة التي تخلقها الفراغات بين الألياف (Monticelli et al., 2008).

كما يمكن تحسين الارتباط بالطلاء بالسيلكا ثم السيلنة والذي يمكن إنجازه مخبرياً أو في العيادة باستخدام نظام CoJet (Radovic et al., 2008b) وقد جرى مؤخراً تسويق أوتاد مطلية مسبقاً بالسيلكا ومسيلنة، ويعدُّ الطلاء بالسيلكا ثم السيلنة الطريقة المفضلة لتحسين ارتباط الأسمنتات الرّاتنجيَّة مع أوتاد الزركونيا (Ozkurt et al., 2010).

6.4.1 ارتباط أسمنتات الإلصاق الرّاتنجيَّة مع العاج الجذري:

يعدُّ فقدان ارتباط الوتد (Post debonding) السبب الرئيسي والأكثر شيوعاً لفشل الترميمات المثبتة بأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (Cagidiaco et al., 2007;

(Monticelli et al., 2003)، وبما أنّ هذه الأوتاد غير فعّالة التثبيت (Passive posts) فإنّ لأسمنت الإلصاق المستخدم واجراءات الإلصاق أثراً كبيراً في الأداء السريري لهذه الأوتاد (Goracci and Ferrari, 2011).

يعدّ تحقيق ارتباط جيد مع العاج الجذري وخاصة في الجزء الذرويّ تحدياً سريرياً نتيجة مجموعة من العوامل السلبية مثل سوائل الإرواء المستخدمة في المعالجة اللبّيّة كهيبوكلوريت الصوديوم وEDTA ومواد حشو الأقنيّة اللبّيّة كالأوجينات والتي وجد لها أثر ضار في الإلصاق من خلال تغيير بنية العاج أو عوق تماثر الأسمنتات الرّاتنجيَّة (Breschi et al., 2008; Dietschi et al., 2008).

إنّ تحضير القناة الجذريّة لاستقبال الوتد يزيل جزءاً من العاج الجذري المتأثر بسوائل الإرواء ومواد الحشو ولكنه يؤدي لتشكل طبقة لطاخة ثانوية ثخينة من بقايا الكوتابيركا ومواد الحشو (Goracci and Ferrari, 2011)، لذلك ينصح بتنضير جيد للقناة الجذريّة قبل إلصاق الأوتاد باستخدام الرؤوس فوق الصوتية وEDTA سويةً لهذه الغاية (Coniglio et al., 2008b)، كما لا يُنصح بتحضير غمد الوتد مباشرة بعد استخدام أوكسيد الزنك والأوجينول كمادة حاشية إذ وجدت دراسة (Vano et al., 2006a) أنّ ثبات الأوتاد الملّصقة مباشرة بعد الانتهاء من المعالجة اللبّيّة كان أقل بشكل دالٍ احصائياً من الأوتاد الملّصقة بعد يوم أو أسبوع، ويعزى ذلك لإمكانية انتشار المادة الحاشية غير المتصلبة من الذروة إلى جدران القناة الجذرية كنتيجة لاستعمال الأقماع الورقية وفرشاة تطبيق المادة الرابطة.

تضاف صعوبة العمل ومحدويته في المسافة الجذريّة المحضرة إلى تعقيدات الإلصاق ويصبح استعمال الأقماع الورقية في التجفيف والفراشي الصغيرة في تطبيق اللاصق أمراً

منصوحاً به، ومن أجل تسهيل خطوات العمل تم تقديم الأسمنتات الرّاتنجيَّة ذاتية الإلصاق كبديل أسهل لإلصاق الأوتاد مع أنّ قوة ارتباطها مع العاج أقل من مثيلتها المعتمدة على نظام التخريش والغسل وذلك لاعتمادها على مونوميرات حمضية في خسف الأملاح (deminerliztion) والاختراق (infiltration) (Goracci and Ferrari, 2011).

لا ينصح باستعمال الأسمنتات الرّاتنجيَّة ضوئية التّصلّب في إلصاق الأوتاد نظراً لصعوبة وصول الضوء للثلث الذرويّ حتى عند استخدام الأوتاد الشافة (Goracci et al., 2008)، وينصح باستعمال الأسمنتات ثنائيّة التّصلّب لتحقيق تماثر جيد كما ينصح بتصليبها ضوئياً وعدم الاكتفاء بالتّصلّب الكيمائي لما يؤمنه ذلك من تحسن في خواصها الميكانيكية (Goracci and Ferrari, 2011; Kumbuloglu et al., 2004).

يضاف إلى الصعوبات السّابقة أثر العامل الشّكلي C-factor (نسبة مساحة السطوح المرتبطة في الحفرة إلى مساحة السطوح الحرة غير المرتبطة) حيث تكون قيمته عالية جداً في غمد الوتد مما يزيد من آثار التقلص التّصلّبي بشكل كبير وقد يؤدي لفجوات عند سطح الاتصال البيني بسبب انفصال الرّاتنج عن العاج (Bouillaguet et al., 2003; Tay et al., 2005)، وأخيراً جدير بالذكر أن ارتباط الأسمنتات الرّاتنجيَّة مع العاج يتم بشكل أساسي بآلية ميكانيكية مجهرية من خلال ارتشاح (infilitration) وحيدات التماثر الحمضية للسطح العاجي مخسوف الأملاح المعدنيّة جزئياً مما يسمح بتشكل ما يدعى منطقة الاندخال البيني الرّاتنجي العاجي Resin dentin interdiffusion zone (RDIZ)، والاستطالات الرّاتنجيَّة Resin tags والفروع الجانبية اللاصقة Adhesive lateral branches (Ferrari et al., 2001)، كما يذكرُ الارتباط الكيميائي والاحتكاك

الانزلاقي (Goracci et al., 2005a; Sümer and Değer, 2011) كآليات مؤثرة في هذا الارتباط.

5.1 الدّراسات السّابقة ذات الصلة:

- أجرت Perez وزملاؤها اختبار الدفع Push-out على عيّنة بحثهم المؤلفة من 18 سناً بعد توزيعها عشوائياً في مجموعتين حسب ثخانة طبقة الأسمنت، ألصقت في المجموعة الأولى أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بألياف الكوارتز (Light Post , Bisco, USA) أسطوانية الشكل وذات القياس 3، وألصقت في المجموعة الثانية أوتاد (Light Post , Bisco) ذات القياس 1، ولم يجد الباحثون أي فروق جوهرية بين المجموعتين وبالتّالي استنتجوا أنّ ثخانة طبقة الأسمنت الرّاتنجي لا تؤثر في قوة ارتباط أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف مع العاج (Perez et al., 2005).
- أجريت دراسة باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح لمعرفة أثر تبطين أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب في ثخانة طبقة الأسمنت وتجانسها، فأجريت المعالجة اللبّيّة ثم حضرت الأقنيّة الجذريّة لعيّنة البحث المؤلفة من 20 سن أمامي ثم قسمت لمجموعتين، ألصقت في المجموعة الأولى 10 أوتاد (DT Light post, RTD, France) بينما ألصقت في المجموعة الثانية 10 أوتاد مبطنة بالرّاتنج المركّب (Anatomic Post'n Core, RTD, France).

أظهرت نتائج المراقبة بالمجهر الالكتروني الماسح أن طبقة الأسمنت حول الأوتاد المبطنة بالرّاتنج المركّب كانت أكثر انتظاماً وأقل ثخانةً في القسمين التاجي والمتوسط من القناة الجذريّة وخلصت الدراسة إلى أن الأوتاد المبطنة بالرّاتنج

المركّب حققت انطباقاً أفضل في القناة الجذريّة من مثيلتها غير المبطنة (Grandini et al., 2005a).

- كما وجدت دراسة D'Arcangelo وزملائه فروقاً جوهرية في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف باختلاف ثخانة طبقة الأسمنت الرّاتنجي إذ إنّ الدراسة المجراة على 80 ثنية علوية حُضرت أقنيتها لأقطار مختلفة لاستقبال أوتاد (Endo Lightpost, RTD, France) المقوّاة بألياف الكوارتز ولتحقيق ثخانات مختلفة من الأسمنت (Panavia 21, Kuraray, Japan) حول الأوتاد بينت انخفاضاً واضحاً في ثبات الأوتاد ترافق مع زيادة كبيرة في ثخانة طبقة الأسمنت (D'Arcangelo et al., 2007a).
- قام الباحث محمد الطيان وزملاؤه بمقارنة ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف المصنعة مسبقاً (prefabricated rigid posts) مع ثبات الأوتاد المصنعة بطريقة مباشرة من حزم الألياف المرنة flexible direct fiber-bundle posts system، كما درسوا أثر حجم الأسمنت حول الأوتاد في الثّبات، استُخدم لإنجاز الدراسة 36 ضاحكة بشرية وحيدة القناة قسمت لثلاث مجموعات حسب نوع الوتد المستخدم، جرى في المجموعتين الأولى والثانية تصنيع الأوتاد بالطريقة المباشرة باستخدام حزم الألياف المرنة (EverStick post, StickTech, Finland) إذ تم في المجموعة الأولى تصنيعها بالطريقة الموصى بها من الشركة الصانعة (حزمة متوسطة القطر 1.2 ملم كوتد رئيسي وحزمة صغيرة القطر 0.9 ملم كوتد اضافي) وأما في المجموعة الثانية فصنعت الأوتاد بطريقة sequential-overlap المقترحة

من الباحث (حزمة متوسطة القطر 1.2 ملم كوتد رئيسي وحزمة كبيرة القطر 1.5 ملم جرى تقسيمها طولياً بثخانة حوالي 0.2 ملم واضافتها بالتسلسل إلى جانب الوتد الرئيسي)، بينما استخدمت في المجموعة الثالثة أوتاد جاهزة قياس 2 (DT Light post, RTD, France)، ألصقت الأوتاد في المجموعتين الأولى والثانية بأسمنت (Variolink II, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) في حين ألصقت الأوتاد في المجموعة الثالثة بأسمنت (Sealbond cement, RTD, France).

تم اجراء اختبار السحب Pull-out ووجد الباحث بعد إجراء التحاليل الإحصائية المناسبة أنّه لا يوجد فرق جوهري في ثبات الأوتاد الجاهزة والأوتاد المصنعة بطريقة مباشرة من حزم الألياف المرنة، وأنّ انخفاض حجم الأسمنت المرافق للأوتاد الإفرادية ليس له أثر في ثبات الأوتاد (Al-Tayyan et al., 2008).

- وفي دراسة أخرى لمعرفة أثر استخدام أنواع مختلفة من الأسمنتات الرّاتنجية في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف، قسمت عينة البحث المؤلفة من 66 ضاحكة سفلية مقلوعة لأسباب تقويمية بعد تحضيرها لاستقبال أوتاد الألياف الزجاجية (FRC Postec Plus, Ivoclar Vivadent , Liechtenstein) إلى ثلاث مجموعات متساوية حسب نوع الأسمنت الرّاتنجي المستخدم.

حُفظت الأسنان في الماء المقطر لمدة 14 يوماً، ثم أجري اختبار السحب Pull-out وسجلت البيانات ثم حللت إحصائياً وخلص البحث إلى أن ثبات الأوتاد الملصقة بالأسمنت ثنائي التّصلّب (Variolink II, Ivoclar Vivadent) كان أعلى من مثيلتها الملصقة بالأسمنتين الآخرين، بينما تفوق أسمنت (Multilink,

Ivoclar Vivadent) ذاتي التّصلّب على الرّاتنج المركّب السّيّال (Tetric Flow, Ivoclar Vivadent) ضوئي التّصلّب (الحوراني وأبونصار، 2008).

- قامت Ohlmann وزملاؤها عام 2008 بدراسة لتحري أثر استخدام الرّاتنج المركّب السّيّال المخصّص للإلصاق وبناء القلوب وطريقة تهيئة عاج القناة والوتد في ثبات أوتاد الألياف الزجاجية (ER dentin post, Komet, Germany) باستخدام اختبار الدفع Push-out، فكان للعوامل الثلاثة أثرٌ جوهري في الثّبات، إذ أظهرت النتائج تفوقاً للرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب (Rebilda DC, Voco, Germany) المخصّص للإلصاق وبناء القلوب على الأسمنت الرّاتنجي ثنائي التّصلّب (Variolink II, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) مع العلم أنّ كليهما ثنائي التّصلّب، كما أعطى اللاصق ثنائي التّصلّب Excite DSC (Ivoclar/Vivadent) قوى ارتباط أعلى جوهرياً من مثيلتها عند استخدام اللاصق (Solobond Plus, Voco) ضوئي التّصلّب، كما أعطت الطريقة الاحتكاكية الكيمائية Tribochemical coating قيم ارتباط أعلى من التخريش بحمض فلور الماء 5% ومن عدم تهيئة الوتد، وأخيراً أظهرت المقاطع المأخوذة من المنطقة التّاجية قوى ارتباط أعلى جوهرياً من المقاطع المأخوذة من المنطقتين المتوسطة والذرويّة (Ohlmann et al., 2008).
- وجد Coniglio وزملاؤه انخفاضاً جوهرياً في ثخانة الأسمنت وخصوصاً في الثلث الذرويّ حول الأوتاد بيضويّة الشّكل (Ellipson post, RTD, France) الملّصقة في أقنية بيضويّة عند تحضير غمدها برأس ماسي ناعم الحبيبات fine grit tip

بيضويّ الشّكل (Ellipson tip, RTD/Satelec, France) في حين أظهرت الأوتاد دائرية الشّكل (DT Light Post, RTD, France) عند تحضير غمدها بسنبلة (MTwo PF, VDW, Munich, Germany)، ثخانة الأسمنت الأعلى عند إلصاقها في الأقنيّة البيضويّة وأوصت الدراسة باستخدام الأوتاد بيضويّة الشّكل عوضاً عن دائرية الشّكل في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة لتقليل ثخانة الأسمنت حول الوتد (Coniglio et al., 2009).

- درس Faria-e-Silva وزملاؤه أثر تبطين أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب في ثباتها، فجمعت 20 ثنية بقرية وعولجت لبّيّاً ثم وسعت أقنيتها باستخدام سنبلة ماسيّة مخروطية لتحاكي الأقنيّة الواسعة flared canals، قسمت العيّنة بعد ذلك إلى مجموعتين الأولى ألصقت فيها الأوتاد (Fiberkor , Penetron Corp., USA) دون تبطين، والثانية بطنت فيها الأوتاد بالرّاتنج المركّب (Filtek Z-250, 3M ESPE, USA)، ألصقت المجموعتان بأسمنت راتنجي ثنائي التّصلّب (RelyX ARC, 3M ESPE, USA).

أخضعت العيّنة بعد ذلك لاختبار الدفع Push-out لقياس قوة الارتباط على ثلاثة مستويات (تاجي– متوسط– ذروي) وفحصت العينات بالمجهر الإلكتروني الماسح لدراسة نمط الفشل الحاصل ثم أجريت التحاليل الإحصائية المناسبة.

حققت الأوتاد المبطنة ثباتاً أعلى من مثيلتها غير المبطنة ولم يلاحظ فروق جوهريّة في الثّبات بين المستويات الثلاثة في مجموعة الأوتاد المبطنة، ولوحظ أنّ كل حالات الفشل حدثت على مستوى السطح البيني (أسمنت راتنجي – عاج جذري)

وبالتّالي تعدُّ هذه الطريقة مفيدة في زيادة ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في الأقنيّة الواسعة (Faria-e-Silva et al., 2009).

- وفي دراسة مشابهة أجريت لمعرفة أثر طول الوتد وتبطينه ونوع الأسمنت المستخدم في ثباته، أجريت المعالجة اللبّيّة ثم وسعت الأقنيّة الجذريّة لعيّنة البحث المؤلفة من 180 ثنية بقرية بسنبلة ماسيّة مخروطية لتحاكي الأقنيّة ذات الانفتاح التاجي الكبير ثم حضرت لأطوال مختلفة 5, 7.5, 10 ملم لاستقبال الأوتاد (Reforpost, Brazil)، وجرى تبطين نصفها بالرّاتنج المركّب (Filtek Z250 ,3M ESPE, USA) وألصقت بثلاثة أنواع من الأسمنتات: أسمنت راتنجي ثنائي التّصلّب (RelyX ARC, 3M ESPE, USA) وأسمنت راتنجي ذاتي الإلصاق (RelyX Unicem, 3M ESPE, USA) وأسمنت زجاجي شاردي معدل بالرّاتنج (RelyX Luting 2, 3M ESPE, USA).

أخضعت العينات لاختبار السحب Pull-out وسجلت البيانات ثم جرى تحليلها إحصائياً وخلص البحث للنتائج التالية:

- زيادة الثّبات مع زيادة طول الوتد الملصق داخل القناة الجذريّة.
- أدى التبطين بالرّاتنج المركّب إلى تحسين ثبات الوتد.
- حقق أسمنتا RelyX ARC, RelyX Unicem قيماً متشابهة وأفضل من قيم أسمنت RelyX luting 2.

ومنه نجد أنّ طول الوتد وتقنية التبطين ونوع الأسمنت كلها عوامل مهمة في تحسين ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (Macedo et al., 2010).

- وفي دراسة أخرى أجريت على 42 سناً بشرياً مقلوعاً لمعرفة أثر تبطين أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف ونوع الأسمنت الرّاتنجي المستخدم في ثباتها، تم تبطين أوتاد الألياف الزجاجية (Luxapost, DMG, Germany) بالرّاتنج المركّب (Filtek Z250 ,3M ESPE, USA) في نصف عينة البحث وتركت بقية الأوتاد دون تبطين، ثم جرى إلصاق الأوتاد بثلاثة أنواع مختلفة من الأسمنتات الرّاتنجية ثنائية التصلب هي (Luxacor, DMG) و(Calibra, Dentsply De Trey, Germany) و(RelyX Unicem, 3M ESPE, USA)، وخلص البحث إلى أن ثبات الأوتاد المبطنة بالرّاتنج المركّب كان أعلى بشكل جوهري من ثبات الأوتاد غير المبطنة، كما حسن أسمنت RelyX Unicem من ثبات الأوتاد بشكل جوهري (Kang et al., 2011).
- كما قام Coniglio وزملاؤه عام 2011 بدراسة لتحري ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف دائرية الشّكل وبيضويّة الشّكل عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة باستعمال نوعين مختلفين من الأسمنتات الرّاتنجيَّة.

تكونت عيّنة الدراسة من 20 ضاحكة بيضويّة القناة وقسمت إلى مجموعتين أساسيتين حسب الأداة المستخدمة في تحضير غمد الوتد وشكل الوتد المستخدم :

❖ وتد بيضويّ الشّكل Ellipson (RTD/Satelec, France) + رأس فوق صوتي بيضويّ الشّكل Ellipson tip (RTD/Satelec, France).

❖ وتد دائري DT Light-Post (RTD, France) + سنبلة MTwo PF (VDW, Munich, Germany).

ثم قسمت كل مجموعة لمجموعتين فرعيتين حسب نوع الأسمنت المستخدم للإلصاق Corcem AutoMix (RTD, France), Gradia Core (GC Corporation, Japan) ، تم إجراء اختبار الدفع Push-out ثم تم حساب قوة الارتباط بالميغاباسكال بعد حساب مساحة سطح الارتباط حسب شكل الوتد المستخدم (البيضويّ، الدائري) وبعد إجراء الاختبارات الإحصائية، خلصت الدراسة إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في ثبات كل من الأوتاد دائرية الشّكل وبيضويّة الشّكل عند إلصاقها في الأقنيّة البيضويّة، وعدم وجود تأثير لنوع الأداة المستخدمة في تحضير غمد الوتد أو نوع الأسمنت المستخدم في الثّبات (Coniglio et al., 2011).

- قام Signore وزملاؤه بدراسة سريرية راجعة Retrospective cohort study لمعرفة الفعالية السريرية لأوتاد الألياف الزجاجية بيضويّة الشّكل المستخدمة في ضواحك معالجة لبّيّاً وبيضويّة الأقنيّة ومرممة بتيجان خزفية كاملة لمدة 45 شهراً.

تألفت عيّنة الدراسة من 134 مريضاً و154 ضاحكة بدرجات مختلفة من ضياع الأنسجة السنية ومرممة بأوتاد بيضويّة الشّكل، شملت معايير القبول :

ضواحك ذات أقنية بيضويّة الشّكل ومعالجة لبياً دون وجود أي أعراض وتحقق ختم ذروي 4 ملم كحد أدنى إضافة إلى استعمال الحاجز المطاطي وحاجتها إلى التعويض باستخدام قلب ووتد نتيجة ضياع الأنسجة السنية التّاجية.

قسمت العيّنة تبعاً لعدد الجدران التّاجية المتبقية بعد المعالجة اللبّيّة وقبل بناء القلب واستخدم تحليل Kaplan-Meier لتحديد معدل البقاء survival rate لترميمات القلوب والأوتاد.

تم فحص الأسنان سريرياً وشعاعياً وكان معدل البقاء الكلي 95.45% وظهرت فروق جوهرية بين الأسنان التي لم يبق فيها أي جدار تاجي ومثيلتها التي تمتلك جدراناً متبقية، بينما لم يلاحظ فروق جوهرية بين الأسنان التي تملك جداراً واحداً والأسنان التي تملك جدارين بالنسبة لمعدل البقاء الكلي، وبالتّالي حققت الأوتاد البيضويّة أداء سريرياً جيداً وأظهرت الأسنان التي تمتلك ثلاثة أو أربعة جدران تاجية متبقية معدل البقاء الأعلى (Signore et al., 2011).

- في دراسة أجراها Li وزملاؤه عام 2011 لمعرفة أثر استخدام الأوتاد الإضافيّة في ثبات ومقاومة انكسار الأسنان المعالجة لبّيّاً ذات الأقنيّة المنفتحة تاجياً بشكل كبير over-flared canals.

تألفت عيّنة البحث من 100 ثنية علوية سليمة تم توسيع أقنيتها (flaring) باستخدام سنبلة مخروطية، ثم جرى تعويضها باستخدام أحد الخيارات التالية:

المجموعة الأولى (CM): عوضت باستخدام قلب ووتد معدني مصبوب.

المجموعة الثانية (DT): عوضت باستخدام وتد راتنج مركّب مقوّى بالألياف (DT Light Post, Bisco Inc, USA).

المجموعة الثالثة (ML): عوضت باستخدام وتد راتنج مركّب مقوّى بالألياف ذي تحزيزات (Macro-Lock, RTD, France).

المجموعة الرابعة (2FC): عوضت باستخدام وتد (ML) ووتدين إضافيين (Fibercone, RTD, France).

المجموعة الخامسة (5FC): عوضت باستخدام وتد (ML) وخمسة أوتاد إضافيّة.

ألصقت الأوتاد في مجموعة الأوتاد المعدنية المصبوبة بالأسمنت الزجاجي الشاردي (Fuji, GC Inc)، في حين ألصقت الأوتاد في بقية المجموعات بالأسمنت الرّاتنجي (PermaCem, DMG, Germany).

قسمت العيّنة إلى قسمين، الأول خضع لاختبار مقاومة الانكسار والثاني لاختبار السحب Pull-out، تم تسجيل البيانات ثم تحليلها إحصائياً وخلصت الدراسة إلى:

1. أدت إضافة الأوتاد الإضافيّة إلى تحسين مقاومة الانكسار بشكل جوهري وجاءت قيم مقاومة الانكسار كما يلي: CM=5FC=2FC >ML >DT.
2. لم تؤدِ إضافة الأوتاد الإضافيّة إلى تحسين الثّبات إذ أظهرت مجموعة الوتد والقلب المصبوب فرقاً جوهرياً في الثّبات عن باقي المجموعات في حين لم تظهر فروق ذات دلالة إحصائية في المجموعات (5FC, 2FC, ML) وأعطت مجموعة DT الثّبات الأقل (Li et al., 2011).

- وفي دراسة مشابهة تم استخدام أوتاد إضافيّة إلى جانب الوتد الرئيسي لتحري أثر إضافتها في ثبات أوتاد الألياف الزجاجية في الأقنيّة ذات الانفتاح التاجي الكبير باستخدام اختبار السحب Pull-out، إذ تم تقسيم عيّنة البحث إلى ثلاث مجموعات استخدم في المجموعة الأولى أوتاد بقياس 1 (Reforpost, Brazil) وفي الثانية

أوتاد بقياس 3 (Reforpost, Brazil) أما في المجموعة الثالثة فاستخدمت أوتاد بقياس 3 مع وتدين إضافيين (Reforpin, Brazil).

وخلص الباحثون إلى أنّ استخدام أوتاد ذات قطر أكبر مع أوتاد إضافيّة أو بدونها لم يوثر في الثّبات (Neto et al., 2011).

- في دراسة لتقييم ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف باستعمال الرّاتنج المركّب السيال قليل الإجهاد التماثري low polymerization stress جرت مقارنة ثبات الأوتاد الملّصقة بأسمنت (Calibra, Dentsply Caulk,USA) ثنائي التصلب، ومثيلتها الملصقة بالرّاتنج المركّب السيال ضوئي التصلب (SureFil, Dentsply De Trey, Germany)، إذ تم إلصاق خمسة أنواع من أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في 30 ضاحكة:
  - ❖ LP: DT Light Post (RTD, France).
  - ❖ R: Radix Fiber Post (Dentsply Maillefer, Switzerland).
  - ❖ SL: DT Light SL (VDW, Germany).
  - ❖ F: FibreKleer (Jeneric Pentron, USA).
  - ❖ ER: ER Dentin Post (Komet, Germany).

أخضعت العينات لاختبار الدفع Push-out ثم تمت دراسة نمط الفشل الحاصل.

استنتج الباحثون أنّ نوع الوتد يشكل عاملاً مؤثراً في ثبات الأوتاد إذ حققت أوتاد LP ثباتاً أعلى من أوتاد SL,F كما كان ثبات أوتاد ER,R أعلى من ثبات أوتاد F، في حين لم يجد الباحثون أثراً لنوع الأسمنت في الثّبات، كما وجد الباحثون أنّ ثبات الأوتاد كان أكبر في الثلث التّاجي منه في الثلثين المتوسط والذرويّ.

لوحظ أنّ فشل الأوتاد الملّصقة باستعمال الرّاتنج المركّب السيال S حدث بمعظمه على المستوى البيني (وتد–أسمنت)، وبالنتيجة خلص الباحثون أنّه من الممكن استخدام الرّاتنج المركّب السيال لإلصاق الأوتاد وبناء القلوب فوقها (Giovannetti et al., 2012).

- وجدت دراسة Ozcan وزملائه فروقاً جوهرية في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (Snowlight, Carbotec, France) باختلاف ثخانة طبقة الأسمنت الرّاتنجي ونوعه إذ بينت الدراسة المجراة على 60 ناباً علوياً تفوقاً لأسمنت (Variolink II /Exite DSC, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) (نظام التخريش والغسل) على أسمنتي (Panavia F2.0/ED primer, Kuraray, Japan) (ذاتي التخريش) و(Kuraray) Clearfil SA Cement (ذاتي الإلصاق)، كما لوحظ انخفاض قوة ارتباط الوتد مع العاج الجذري بزيادة ثخانة طبقة الأسمنت في مجموعتي Variolink II و Clearfil SA Cement (Ozcan et al., 2013).
- وفي دراسة أخرى أجريت لمعرفة قوة الارتباط والانطبّاق لأوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف دائرية الشّكل وبيضويّة الشّكل عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة بيضويّة الشّكل.

قسمت عيّنة الدراسة المؤلفة من 40 ضاحكة بيضويّة القناة إلى أربع مجموعات حسب نوع الأداة المستخدمة لتحضير غمد الوتد وشكل الوتد المستخدم كما يلي:

- ❖ المجموعة الأولى : 10 أسنان حُضرت بالسنبلة الخاصة بنظام الأوتاد وألصقت فيها أوتاد دائرية الشّكل.
- ❖ المجموعة الثانية : 10 أسنان حُضرت بالسنبلة السّابقة وألصقت فيها أوتاد بيضويّة الشّكل.
- ❖ المجموعة الثالثة : 10 أسنان حضرت برأس فوق صوتي بيضوي الشّكل (Ellipson tip, RTD/Satelec, France).وألصقت فيها أوتاد دائرية الشّكل.
- ❖ المجموعة الرابعة : 10 أسنان حُضرت برأس فوق صوتي بيضوي الشّكل وألصقت فيها أوتاد بيضويّة الشّكل.

استعملت أوتاد (RelyX fiber post, 3M ESPE, USA) دائرية الشّكل وأوتاد (Ellipson post, RTD, France) بيضويّة الشّكل وألصقت الأوتاد في كل المجموعات بأسمنت (RelyX Unicem 2, 3M ESPE, USA) ذاتي الإلصاق.

تم تحضير مقاطع بثخانة 1ملم ومعاينتها تحت المجهر وتم حساب المساحة التي تشغلها الأوتاد داخل المسافة الجذريّة المحضرة ثم تم إجراء اختبار الدفع Push-out لحساب قوة الارتباط ثم فحصت العينات بالمنظار المُجسِّم (40X) لدراسة نمط الفشل الحاصل.

أظهرت نتائج الدراسة انطبّاقاً أفضل للأوتاد بيضويّة الشّكل ودائرية الشّكل في الجزء الذرويّ من المسافة الجذريّة المحضرة، كما أظهرت الدراسة ثباتاً أعلى للأوتاد

بيضويّة الشّكل في المجموعة الثانية في المنطقة التّاجية، كما لوحظ أنّ فشل الارتباط بين الأسمنت والعاج كان الأكثر مشاهدةً في كل المجموعات.

وخلصت الدراسة إلى أنّ الأوتاد دائرية الشّكل حققت انطبّاقاً مماثلاً للأوتاد بيضويّة الشّكل في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة ولكن أدى استخدام الرأس فوق الصوتي بيضوي الشّكل لتحضير غمد الوتد إلى قيم ارتباط أقل عند استخدامه مع الأوتاد دائرية الشّكل (المجموعة الثالثة) (Scotti et al., 2014).

- وفي دراسة أخرى تم استعمال التصوير المقطعي المحوسب الميكروني لتقييم الحجم والمساحة التي يشغلها كل من الوتد والأسمنت والفقاعات الهوائية في المسافة الجذريّة لضواحك بيضويّة الأقنيّة ملصق فيها أوتاد بيضويّة المقطع ودائرية المقطع، وقد وجد الباحثون أنّ مساحة الفقاعات الهوائية كانت أكبر بشكل دال احصائياً في الثلث الذرويّ للأوتاد البيضويّة، كما وجدوا أيضاً أنّ حجم الأسمنت والفقاعات الهوائية كان أكبر في الثلث التّاجي بصرف النظر عن شكل الوتد وأنّ حجم الأسمنت الكلي المرافق لاستخدام الأوتاد البيضويّة كان ضعف مثيله المستخدم مع الأوتاد الدائرية ودالاً إحصائياً (Rengo et al., 2014).

ومع اختلاف نتائج الدّراسات السّابقة حول تأثير شكل القناة الجذريّة وتأثير تعديل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في ثباتها، نجد أَنَّ هناك حاجة لمزيد من التحري في هذا المجال ومقارنة النتائج بنتائج هذه الدّراسات وإيجاد تفسير لها، ووضع توصيات ومقترحات تفيد طبيب الأسنان في ممارسته.

الباب الثاني

مواد وطرائق البحث

Materials & Methods

1.2 عيّنة البحث:

تألّفت العيّنة من 40 ضاحكة بشريّة وحيدة الجذر غير مستأصلة اللبّ وحيدة وبيضويّة القناة مقلوعة حديثاً لأسباب تقويميّة أو لثويّة أو تعويضيّة، وُزّعَت حسب نمط التّعديل المراد إجراؤه على الأوتاد على أربع مجموعات.

2.2 الأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث:

- قبضة معوجّة منخفضة السّرعة (NSK, Japan) مزوّدةٌ بتبريدٍ خارجيّ.
- قبضة عالية السّرعة (NSK, Japan).
- قلم تعليم بحبر دائم (Schneider, Germany).
- مقياس طول بدقة 0.05 ملم (SIBUR, Italy)، الشّكل (2-1).

الشّكل (2-1): المقياس المستخدم لقياس الأطوال.

- قرص فصل ماسيّ مع الحامل الخاص به:

(EDENTA Golden S.A.W, TOPDENT, Switzerland)، الشّكل (2-2).

الشّكل (2-2): قرص الفصل الماسيّ مركباً على حامله الخاص.

- مبارد لبّيّة K-File #10 (RADIX, Czech Republic)، الشّكل (2-3).
- مبارد لبّيّة K-File (#15-#40) (RADIX, Czech Republic)، الشّكل (2-3).
- مبارد تحضير آليّة نيكل تيتانيوم (PROTAPER, DENTSPLY MAILLEFER, Switzerland) بطول 31 ملم وقياس (SX-F3)، الشّكل (2-4).
- أدوات تكثيف جانبيّ إصبعيّة (THOMAS, France)، الشّكل (2-5).

الشّكل (2-3): المبارد اللبّيّة K-File متعددة القياسات.

الشّكل (2-4): سنابل التحضير الآليّ PROTAPER.

الشّكل (2-5): أدوات التكثيف الجانبيّ الإصبعيّة.

- مدك لقطع الكوتابيركا.
- مِسطرة لبّيّة.
- جهاز تحضير الأقنيّة الجذريّة (X- Smart, DENTSPLY, Switzerland).

- محقنة بلاستيكيّة نبوذة للغسل (ICOPIUMA SPAZIONULLO, Italy)، طول إبرتها 12 ملم، وقطرها 30 gauge.
- سنابل Gates Glidden (THOMAS, France) من القياسات (#2 ,#3)، الشّكل (2–6).

الشّكل (2–6): سنابل Gates Glidden.

- موسعات آلية للأقنيّة اللبّيّة Peeso Reamers (THOMAS, France) من القياسات (#1 ,#2)، الشّكل (2–7).

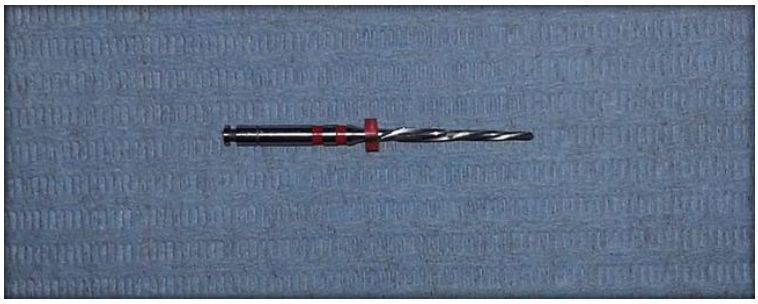
الشّكل (2–7): موسعات آلية للأقنيّة اللبّيّة Peeso Reamers.

- سنابل ماسيّة قمعيّة وشاقّة (Komet, Brasseler, Germany)، الشّكل (2–8).

الشّكل (2–8): سنابل ماسيّة قمعيّة وشاقّة.

- أقلام طلاء لتلوين العيّنات.

- سنابل تحضيرِ الأقنيّة الجذريّة الخاصة بنظام الأوتاد المستخدم في البحث قياس #1 (RTD, St. Egrève, France)، الشّكل(2-9).



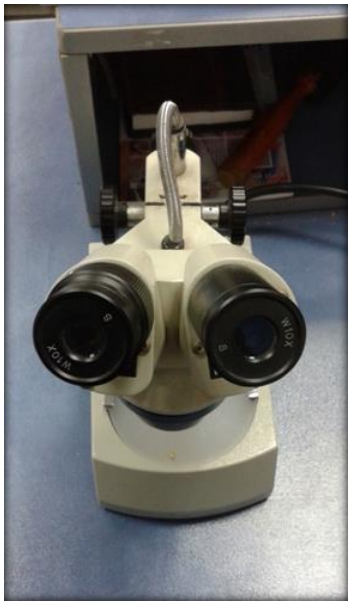
الشّكل (2-9): سنبلة تحضير الأقنيّة الجذريّة الخاصة بنظام الأوتاد المستخدم في البحث.

- سباتول بلاستيكي (Spatula).
- سباتول معدني (Spatula).
- رأس تطبيق الرّاتنج المركّب السيال ثنائي التّصلّب الخاص بالأقنيّة اللبّيّة (RTD, St. Egrève, France).
- مِلقط معدني.
- فرشاة تطبيق المادة الرّابطة الخاصة بالأقنيّة اللبّيّة (Endo Tim, Voco GmbH, Germany).
- أوراق مزجٍ للأسمنت الرّاتنجي.
- لوحٌ زُجاجي.
- أداةُ حشو مواد لدنة.
- كأس زجاجي لمزجِ الأكريل.
- علبٌ بلاستيكيّة بشكل متوازي مستطيلات لصنع القواعد الأكريليّة العلويّة.
- قوالب لصنع القواعد الأكريليّة السفليّة.

- المِخطاط السِّنّي، الموجود في قسم التعويضات الثابتة في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق، الشّكل (2-10).

الشّكل (2-10): المِخطاط السّنّي.

- منظار مُجسِّم Stereoscope (MEIJITECHNO, Japan)، الموجود في قسم علوم الحياة في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق، الشّكل (2-11).



الشّكل (2-11): المنظار المُجسِّم Stereoscope.

- جهازُ تصليب ضوئيّ LED شدّته 1200 ميلي واط/سم^2

(Coxo DB686 Mocha, Guangdong, China)، الشّكل (2–12).

الشّكل (2–12): جهاز التصليب الضوئيّ المستخدم في إنجاز البحث.

- جهازُ الاختبارات الميكانيكيّة (INSTRON 1195, Instron Limited, UK)، المتواجد في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية في جامعة دمشق، الشّكل (2–13).

الشّكل (2–13): جهازُ الاختبارات الميكانيكيّة INSTRON 1195.

- حساس أشعة رقمي Digital sensor (Sopix HR, ACETON Group, France).
- وحدةُ أشعةٍ سينيّةٍ (Xgenus, Italy).
- وحدةُ تعقيمٍ بالحرارةِ الجافّةِ لحضن العيّنة (Memmert, Germany).
- برنامج SPSS for windows v15.0 لإجراء التحاليل الإحصائية.
- برنامج Microsoft Excel 2010.
- برنامج التصوير الشعاعي الرقمي SOPRO Imaging v1.1.
- برنامج Digora for windows v2.5 لتحليل الصور الشعاعية.

3.2 المواد المستخدمة في البحث:

- أقماع ورقيّة (#15–#40) (ENDO TEC, Bulgaria).
- أقماع كوتابيركا قياسيّة (#15–#40) (ENDO TEC, Bulgaria)، الشّكل (2–14).
- أقماع كوتابيركا خاصة بنظام PROTAPER ذات القياسات (F1-F3) (Sure-endo, Korea)، الشّكل (2–15).

الشّكل (2–14): أقماع الكوتابيركا القياسيّة.

الشّكل (2–15): أقماع الكوتابيركا الخاصة بنظام PROTAPER.

- محلول مائيّ للكلورأمين T (Chloramine T) بنسبة 0.5%.

- هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 5.25%.
- مادة حاشية (Sealer) أساسها ماءات الكالسيوم.
- مادةٌ مزلِّقةٌ للأدوات اللبّيّة (EDTA gel 15%, NZDENTAL, Auckland).
- مادة عازلة ومانِعة لتشكّل الطّبقة المثبّطة بالأكسجين (غليسرين جل) OXYGUARD II (Kuraray, Okayama, Japan)، الشّكل (2-24).
- سيليكون إضافيّ عجينيّ القوام Putty (elite HD+, Zhermach, Italy)، الشّكل (2-16).

الشّكل (2-16): سيليكون إضافيّ عجينيّ القوام Putty.

- أكريل ذاتيّ التّصلّب (مسحوق وسائل) (RESPAL NF, SPD, Italy)، الشّكل (2-17).

الشّكل (2-17): أكريل ذاتيّ التّصلّب (مسحوق + سائل).

إنّ الموادّ التي يتضمّنها كلٌّ من نظام أوتاد الألياف وأنظمة إلصاقها الرّاتنجيّة المستخدمة في البحث ظاهرة في الأشكال من (2–18) إلى (2–26)، ويبين الجدول (2–1) تراكيبها:

الجدول (2-1): تراكيب أنظمة الإلصاق الرّاتنجيّة ونظام الأوتاد المستخدَمة في البحث.

المادّة	اللصاقة	النّمط	التّركيب
Panavia F 2.0 Kuraray, Okayama, Japan	Paste A: LOT 00530A Paste B: LOT 00266A Exp. 2015-08	أسمنت راتنجيّ ثنائيّ التّصلّب	المعجون A: Hydrophobic aromatic and aliphatic dimethacrylate, hydrophilic aliphatic dimethacrylate, MDP, Silanated silica filler, Silanated colloidal silica, dl-Camphorquinone, Catalysts, Initiators المعجون B: Hydrophobic aromatic and aliphatic dimethacrylate, hydrophilic aliphatic dimethacrylate, Silanated barium glass filler, Surface treated sodium fluoride, Catalysts, Accelerators, Pigments حجم الحبيبات المالئة اللاعضويّة: 0.04 µm–19 µm النّسبة الحجميّة للمالئات اللاعضويّة: 59%
CORECEM RTD, St.Egreve,France	REF 1410120 LOT 214621303 Exp. 2015-08	راتنج مركب سيّال ثنائيّ التّصلّب	Di and polyfunctional Methacrylates Barium glass fillers, silica, catalyst & initiator, stabilizers. النّسبة الوزنية للمالئات اللاعضويّة النانومترية: %66
Nexcomp META BIOMED,Korea	LOT NXR12082002 Exp. 2015-09	راتنج مركب	Bis-Gma, UDMA, Bis-Ema, Barium aluminum boro silicate. حجم الحبيبات المالئة اللاعضويّة: 40.0 nm

Liquid A: HEMA, MDP, Water, 5-NMSA, Accelerators. Liquid B: 5-NMSA, Water, Catalysts, Accelerators.	لاصق ذاتيّ التّصلّب ذاتي التخريش بخطوة واحدة	Liquid A:LOT 00307B Liquid B:LOT 00181B Exp. 2015-08	ED PRIMER II Kuraray, Okayama, Japan
BisGMA, HEMA, dimethacrylates, ethanol, water, a novel photoinitiator system and a methacrylate functional copolymer of polyacrylic and polyitaconic acids, silica nanofiller.	لاصق ضوئيّ التّصلّب أحاديّ العبوة بخطوتين Etch & rinse	LOT N243510 Exp. 2015-07	Adper Single Bond 2 3M ESPE, USA
Methacryloxypropyl-trimethoxysilane, Isopropyl Alcohol.	عامل مزاوجة	Exp. 2015-07	Silane Ultradent, USA
Phosphoric acid 37 wt% in water Thickening agent, pigments.	مخرّش للميناء والعاج	Exp. 2015-10	Prime-dent USA
Glycerol, Polyethyleneglycol, Catalysts, Accelerators, Dyes.	مادة عازلة ومانعة للتثبيط بالأوكسجين (غليسيرين جل)	LOT 00655A Exp. 2015-08	OXYGUARD II Kuraray, Okayama, Japan
ألياف الكوارتز (60% حجماً) في قالب من راتنج الإيبوكسي. quartz fibers (60% volume) in epoxy resin matrix.	أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف	REF 2110343	D.T. Light-Post Illusion X-RO Size 1 RTD, St.Egreve, France
ألياف الكوارتز (60% حجماً) في قالب من راتنج الإيبوكسي. quartz fibers (60% volume) in epoxy resin matrix.	أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الإضافيّة	REF 1910221	Fibercone Accessory fiber posts RTD, St.Egreve, France

الشّكل (2–18): Panavia F 2.0 Dual cure resin cement Kit

الشّكل (2–19): CORECEM Dual cure flowable composite

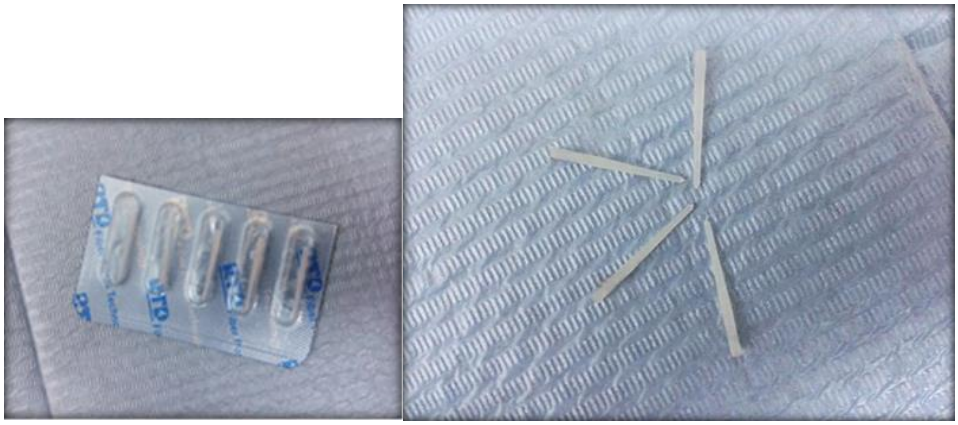
الشّكل (2–20): Nexcomp Nano hybrid composite resin

الشّكل (2–21): Ultradent Silane

الشّكل (2–22): Adper Single Bond 2

الشّكل (2–23): Prime-dent Phosphoric acid

الشّكل (2–24): OXYGAURD II



الشّكل (2–25): DT Light-Post Illusion X-RO Size#1

الشّكل (2–26): Fibercone Accessory fiber posts

4.2 طريقة العمل:

1.4.2 جمع العيّنة:

جُمعت عيّنة البحث البالغ عددها 40 ضاحكة بشريّة مقلوعة حديثاً لأسبابٍ تقويميّةٍ أو لثويّةٍ أو تعويضية مع مراعاة الشروط التالية:

1- أن تكون الأسنان متقاربة الأطوال.

2- أن تكون السّن وحيدة الجذر وحيدة القناة.

3- أن تكون الأقنيّة الجذريّة متقاربة الأحجام وذات مقطع بيضويّ الشّكل.

4- عدم وجود أي دليلٍ على معالجةٍ ترميميّة أو قنويّةٍ سابقةٍ.

5- أن تكون السّن خاليةً من التّصدعات.

6- أن يكون الجذر سليماً خالياً من أي امتصاص خارجيّ أو داخلي.

7- أن تكون السّن مكتمّلة الذروة.

8- أن تكون القناة قابلة للسّبر الكلّي حتّى الثّقبة الذرويّة بواسطة مبرد K-File قياس #10.

وقد اخترنا جمع أسنان العينة من الضواحك نظراً لسهولة الحصول عليها سليمةً من النّخورِ والعيوبِ الأخرى، وبشكلٍ لا يتنافى مع أخلاقيّاتِ البحثِ العلميِّ، ولكون الضواحك العلوية والسفلية تبدي أقنية بيضويّة على بعد 5 ملم من الذروة بنسبة (63% و27%) على التوالي عندما تكون وحيدة الجذر وحيدة القناة (Wu et al., 2000)، إضافة إلى كونها من أكثرِ الأسنانِ حاجة إلى المعالجةِ بأوتادِ الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بسبب موقعها الذي يفرض اعتبارات تجميليّة.

لانتقاء الأسنان ذات الأقنيّة البيضويّة تمّ إجراء صورتي أشعة لكل سن، الأولى بالاتجاه الدّهليزيّ اللسانيّ والأخرى بالاتجاه الأنسيّ الوحشيّ، ثمّ تمّ قياس قطر القناة على بعد 5 ملم من الذروة على كلّ من الصورتين بعد معايرتهما شاقولياً وأفقياً (بإدخال طول السن الحقيقي وعرضه الحقيقي عند الملتقى الميناني الملاطي على الصورة الشعاعية) باستخدام برنامج Digora for Windows v2.5 وتمّ اعتبار الأقنيّة التي يكون فيها القطر الأكبر / القطر الأصغر ≤ 2 أقنيّة بيضويّة (Wu et al., 2000)، الشّكل (2–27) وقد استبعدت الأسنان التي لا تحقق الشرط السابق.

الشّكل (2–27): عيّنة مقبولة لتحقيقها شرط الدّراسة (بيضويّة القناة).

2.4.2 مرحلة تهيئة العيّنة:

نُظِفت سطوح الأسنان الخارجيّة من النّسج الرّخوة والقلح باستعمال أدوات التقليح اليدويّة وحُفِظت في محلول مائيّ للكلورأمين T بتركيز 0.5% بدرجة حرارة الغرفة ولمدة لا تتجاوز ستة أشهر، باعتباره المحلول المُوصى به حسب مقاييس منظمة المعايير القياسية العالمية

(ISO/TS 11405, 2003) لتطهيرِ الأسنانِ المقلوعةِ disinfection قُبيل استعمالها في الدّراسات حول الإلصاق (Rolland et al., 2007).

رُسم مكان قطع تيجان الأسنان عن جذورها فوق الملتقى المينائيّ الملاطيّ بمسافة 1 ملم باستعمال قلم تعليم دائم ثمّ قصَّت تيجان الأسنان بشكل عموديّ على المحور الطولي للسّن بواسطة قرص فاصل ماسيّ مثبّت على الحامل الخاص به على قبضة معوّجة منخفضة السّرعة مع التبريد المستمّر بالماء الغزير، الشّكل (2–28)، ثمّ سوّي سطح القطع باستعمال سنبلة شاقّة مركبة على قبضة توربينية مع التبريد المستمّر بالماء الغزير، الشّكل (2–29).

الشّكل (2–28): قص التّاج بواسطة القرص الفاصل الماسيّ.

الشّكل (2–29): السن بعد قص التّاج السريريّ.

3.4.2 مرحلة التحضير القنوي:

أجريت المعالجة اللبّيّة باستخدام مبارد (ProTaper) المركبة على جهاز التحضير الآلي للأقنيّة وباستخدام تقنيّة Crown down على الشّكل التالي:

1. إزالة الرفوف العاجية باستخدام سنبلة ماسيّة شاقّة مركّبة على قبضة ذات سرعة عالية مع استخدام التبريد بالماء.
2. التأكد من نفوذيّة القناة باستعمال مبارد K-File قياس 10.
3. تحضير ثلثي القناة (التّاجي والمتوسط) بمبردي التشكيل S1 وS2 المركّبين على جهاز التحضير الآليّ للأقنيّة مع الغسل بهيبوكلوريت الصوديوم بين المبارد.
4. تحديد الطول العامل للقناة بإنقاص 0.5 ملم من طول مبرد K-File قياس 15 بعد خروجه من الثقبة الذرويّة مباشرة.
5. تحضير القناة على كامل الطول العامل باستخدام مبارد S1, S2, F1, F2 على الترتيب مع الغسل بهيبوكلوريت الصوديوم بين المبارد.

تمّت مراعاة النواحي التّالية في التّحضير:

1- إرواء القناة بشكل جيّد بهيبوكلوريت الصوديوم بين كل مبرد وآخر.

2- استعمل كل مبرد لتحضير 5 أقنيّة فقط تجنباً لانكساره وقد تمّ استبعاد كل أداة ظهر عليها تشوه.

3- استعمل كل مبرد لمدة لاتزيد عن 6 ثوانٍ داخل القناة.

4- استخدم مبرد K-File قياس 15 من الفولاذ اللاصدئ لإعادة التسليك (recapitulation) بعد إخراج كل مبرد من القناة للحفاظ على نفوذيتها وعدم تراكم البقايا.

5- تمّ توحيد قياس المبرد الذرويّ الرئيسي (MAF) ليكون F2 في جميع عيّنات هذه الدّراسة وذلك لتوحيد حجم التحضير الذرويّ وإبعاد تأثير هذا المتغير عن الدّراسة.

6- غُسِلت العيّنة بكميّة 3 مل من الماء المقطّر بوصفه سائل إرواء نهائي.

جُفِفت الأقنيّة بواسطة الأقماع الورقية وحُضِرت للحشو بالكوتابيركا.

4.4.2 مرحلة الحشو القنوي الجذريّ:

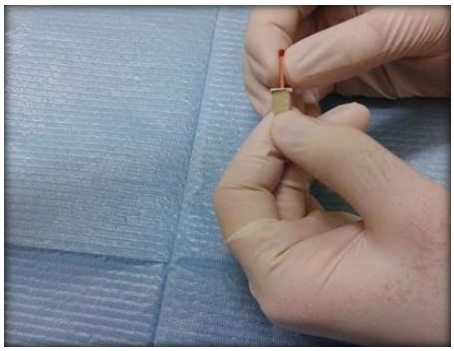
بعد إنهاء التحضير القنويّ تمّ تجفيف الأقنيّة بالأقماع الورقيّة وحشوها بأقماع الكوتابيركا باستخدام تقنيّة التكثيف الجانبيّ (لكونها من أكثر طرق حشو الأقنية الجذرية انتشاراً) كما يلي:

1- إدخال قمع F2 إلى القناة والتأكد من وصوله إلى الطول العامل مع وجود مقاومة لسحبه من القناة (tug-back)، وذلك للتّأكد من الختم الذرويّ، الشّكل (2-30).

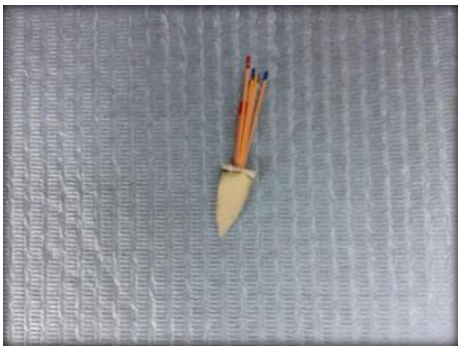
2- إدخال المادة الحاشية sealer إلى القناة بواسطة أداة الحشو (البوربات) (lantula) المثبّتة على قبضة معوّجة منخفضة السّرعة.

3- إضافة أقماع الكوتابيركا القياسيّة بوصفها أقماعاً ثانويّةً إلى جانبِ القمعِ الرّئيسيِّ F2 بعد تأمين الفراغ الملائم لها بواسطة أداة تكثيف جانبيّ إصبعيّة (spreader)، الشّكل (2-31).

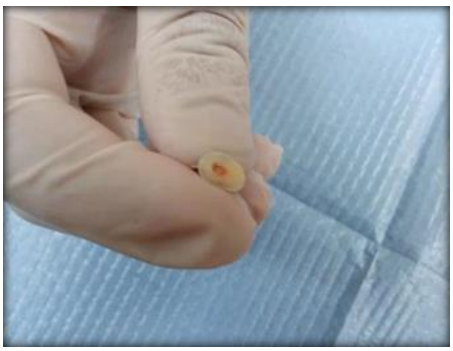
بعد الانتهاء من الحشو قُطع الجزء الزائد من أقماع الكوتابيركا إلى مستوى السّطح التّاجي للجذر بواسطة أداة محماة (مدك)، الشّكل (2–32).



الشّكل (2–30): تجربة القمع الرئيسي F2.



الشّكل (2–31): السّن بعد حشوها بأقماع الكوتابيركا بتقنيّة التكثيف الجانبيّ.



الشّكل (2–32): السّن بعد قطع أقماع الكوتابيركا.

ونشير إلى أنه تمّ اختيار مادة ماءات الكالسيوم كمادة حاشيّة (selar) لكونها لا تؤثر في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الملّصقة بالأسمنتات الرّاتنجيّة كغيرها من المواد التي تؤثر في تماثر الأسمنتات الرّاتنجيّة وبالتّالي ثبات الأوتاد كمادة أوكسيد الزنك والأوجينول (Alfredo et al., 2006; Demiryurek et al., 2010)، إضافةً إلى فاعليتها العلاجيّة وتميّزِها في ترميمِ المنطقةِ الذوريّةِ وتندبها وتأثيرها المضادِ للجراثيم في الوسط السّنيّ (Pawinska and Skrzydlewska, 2003).

حُفِظت العيّنة لمدة 24 ساعة بجو رطوبة 100% وبدرجة حرارة 37˚ (وضعت جميع العيّنات على شبكة معدنية ضمن وعاء مغلق مُلِيء جزؤه السّفلي بالماء، ثمّ وضعت ضمن وحدة تعقيم بالحرارة الجافّة مضبوطة على درجة حرارة 37˚).

5.4.2 مرحلة التفريغ القنوي:

حُضِّرت أقنيّة الأسنان لاستقبال الأوتاد، وذلك بتفريغها من الكوتابيركا باستخدام سنابل Peeso Reamers ذات القياسات (1، 2) المركّبة على قبضة معوّجة منخفضة السّرعة مع التّبريد المستمّر بالماء الغزير على التوالي، وذلك حتّى طول 8 ملم من سطح القطع، ثمّ تمّ إكمال التحضير باستخدام السّنبلة المرفقة مع الأوتاد (RTD, St.Egreve, France) ذات القياس 1 المركّبة على قبضة معوّجة منخفضة السّرعة مع التّبريد المستمّر بالماء الغزير حتّى الوصول إلى عمق التّحضير النهائي 9 ملم اعتباراً من سطح القطع، إذ وجدنا أن الطول الوسطي لجذور الضواحك بعد قص تيجانها 14 ملم وبذلك يكون طول القسم المُثبَّت من الوتد داخل الجذر مساوياً لثلثي طول الجذر ويسمح بالإبقاء على 5 ملم من الكوتابيركا في المنطقة الذروية للحفاظ على الختم الذروي.

تمّ إجراء برد محيطيّ بسيط باستخدام مبرد H-File للتأكد من إزالة أيّ بقايا محتمّلة للكوتابيركا أو المادة الحاشية على جدران القناة الجذريّة، ثمّ جرى توسيع (flare) القسم التّاجي من غمد الوتد بشكل حيادي (passively)، باستعمال سنابل Gates-Glidden ذات القياسات (2، 3) لإزالة أيّ تثبيت محتمّل في القناة (Al-Tayyan et al., 2008)، ويجدر بالذكر أنه جرى الغسل بمحلول هيبوكلويت الصوديوم بين المراحل السّابقة.

استُعمِلَت كلّ أداةٍ من الأدوات السّابقة لتحضير 10 أسنان ضمن كلّ مجموعةٍ ثمّ استُبعِدَت، وذلك لإلغاء أيّ أثرٍ مُحتمّلٍ لاهتراء سنابل التّحضير في نتائج الاختبار، وأخيراً غُسلت الأقنيّة بالماء (بوصفه سائل إرواء نهائي) بواسطة محقنةٍ سعتها 5 مل وذلك لتفادي التّأثير المثبّط المحتمل لسائل هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) في عملية تماثر الأسمنتات الرّاتنجيّة، إذ وجد Ishizuka وزملاؤه أن استعمال هيبوكلوريت الصوديوم مع لاصق ذاتيّ التّخريش كالمستخدم في هذا البحث وخاصة عند زيادة زمن المعاملة به أدى إلى انخفاض في قوّة الارتباط (Ishizuka et al., 2001).

جُففت الأقنيّة الجذريّة المحضرة بالأقماع الورقيّة، وجرى التأكد من وصول الوتد إلى الطّول المحدَّد في مفردات العيّنة جميعها بضبط المحددة المطاطيّة بشكل يكون فيه طول الوتد من سطحها السفلي حتّى ذروته 9 ملم.

قُسّمت عيّنة الدّراسة المؤلفة من 40 ضاحكة بشكل عشوائي (بالاستعانة ببرنامج Microsoft Excel 2010 وحسب الصيغة الرياضية المذكورة في الملحق) إلى 4 مجموعات وذلك تبعاً لنوع التّعديل المراد إجراؤه على الأوتاد، الشّكل (2-33) كما يلي:

1- المجموعة الأولى (الشاهدة): 10 أسنان يلصق فيها وتد قياس #1.

2- المجموعة الثانية: 10 أسنان يلصق فيها وتد قياس #1 معدّل بإضافة وتدين إضافيين.

3- المجموعة الثالثة :10 أسنان يلصق فيها وتد قياس #1 معدّل بالرّاتنج المركّب.

4- المجموعة الرابعة:10 أسنان يلصق فيها وتد قياس #1 بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب المخصص للإلصاق وبناء القلوب.

قبل الشروع بإجراءات الإلصاق تمّ صنع قالب من السيليكون الإضافي عجينيّ القوام (putty)، لتغطية كامل سطوح الجذر ماعدا سطح القطع ومدخل القناة الجذريّة لتفادي أيّ أثر محتمّل لضوء التصليب عبر جدران الجذر الجانبيّة (Mallmann et al., 2007) وبذلك كانت أقنيّة الأسنان جاهزةً لتثبيت الأوتاد داخلها.

الشّكل (2–33): العيّنة بعد توزيع الأسنان عشوائيّاً.

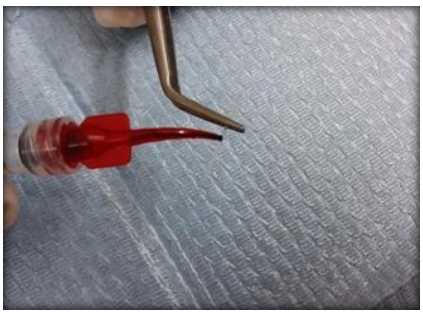
6.4.2 مرحلة إلصاق الأوتاد:

تهيئة الأوتاد:

هُيئت الأوتاد في المجموعات كلها بالطريقة نفسها، وذلك بمسحها بقطنة مبللة بالكحول (وهو إجراء موصى به من المصنع)، ثمّ معاملة جزء الوتد المراد إلصاقه داخل القناة الجذريّة بالعامِل المُزاوِج السّيلان (Silane, Ultradent, USA)، وذلك بتطبيقه على سطح الوتد بالفرشاة المرفقة مع رأس التطبيق، الشّكلين (2–34) و(2–35)، ثمّ تركه ليجف لمدّة دقيقةٍ على الأقلّ، وبعد هذه المرحلة تمّ التّعامل مع الوتد دون لمس المنطقة المُعالَجة منه.

ويجدر بالذكر أن آلية عمل السيلان تعتمد على توسطه ارتباطاً كيميائيّاً بين البنية اللاعضويّة للوتد والعضويّة للرّاتنج، كما يزيد من قابليّة التّرطيب wettability لسطح الوتد (Goracci and Ferrari, 2011)، كما أن الدراسات أظهرت تحسناً ملحوظاً في قوّة ارتباط أوتاد راتنج الإيبوكسي المقوى بألياف الكوارتز كالأوتاد المستخدمة في هذا البحث عند تطبيق السيلان واللاصق العاجي معاً، إذ يؤدي تطبيقهما معاً إلى التّشكل الآني لروابط السيلوكسان وتماثر المجموعات الوطيفيّة في الرّاتنج (Aksornmuang et al., 2004; Aksornmuang et al., 2006; Monticelli et al., 2008)، ولذلك اخترنا تطبيق السيلان واللاصق العاجي للأسباب السابقة إضافة لما قد يحمله من أثر في ترطيب سطح الوتد.

الشّكل (2–34): تطبيق السّيلان على الوتد.

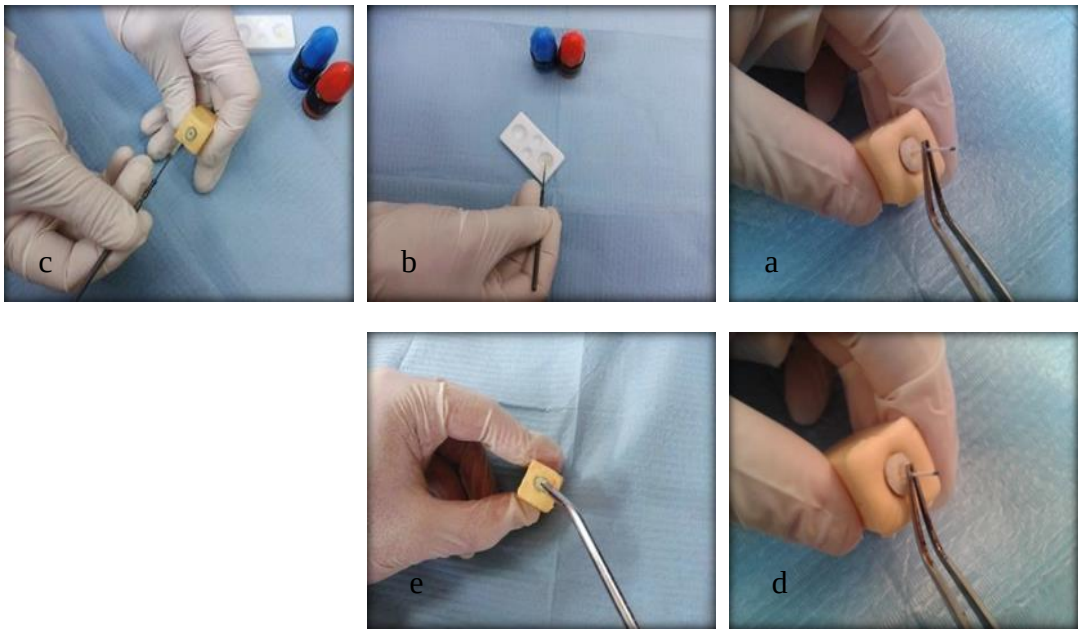


الشّكل (2–35): تطبيق السّيلان على الوتد الإضافيّ.

المجموعة الأولى (الشاهدة):

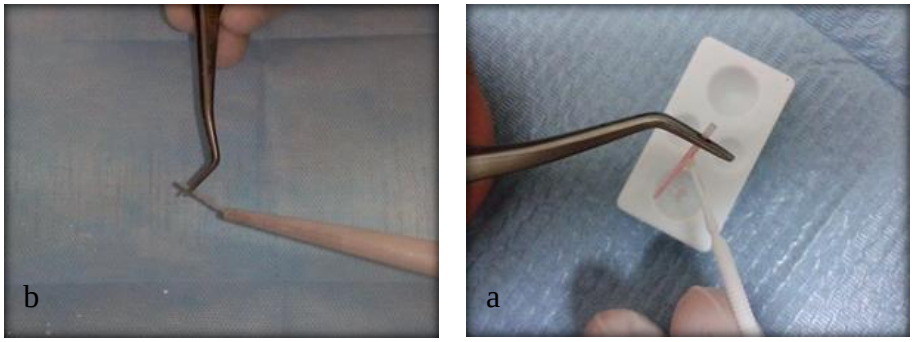
جُفّفَ غمد الوتد بأقماع ورقيّةٍ لإزالة أيّة كميّةٍ متبقّيةٍ من الماء داخله، الشّكل (2–36:a)، ثمّ مُزِج مكوّنا اللاصق ذاتيّ التخريش المرفق مع نظام الإلصاق Panavia F2.0 بإضافة قطرة من Liquid A إلى قطرة من Liquid B ومزجهما معاً، الشّكل (2–36:b)، ثمّ طبق المزيج داخل القناة الجذريّة بواسطة فرشاة خاصة بالتطبيق في الأقنيّة اللبّيّة، الشّكل (2–36:c)، وذلك لأنّ استخدامها يؤدي إلى زيادة طول الاستطالات الرّاتنجيّة وعددها كما يزيد

منطقة الاندخال البينيّ الرّاتنجيّ العاجيّ و يجعلها أكثر تجانساً على كامل غمد الوتد (Ferrari et al., 2001; Vichi et al., 2002b)، ترك اللاصق لمدة 30 ثانية ثمّ تمّت إزالة الكميّة الزائدة منه بواسطة الأقماع الورقيّة، الشّكل (2–d:36)، وجفف اللاصق بشكل كامل بتيّار هوائي لطيف، الشّكل (2–e:36)، كما طبق أيضاً المزيج نفسه على الوتد، الشّكل (2–a:37) ثمّ عرّض لتيّار هوائيّ لطيف لترقيق طبقته، الشّكل (2–b:37).



الشّكل (2–36): مراحل تهيئة غمد الوتد

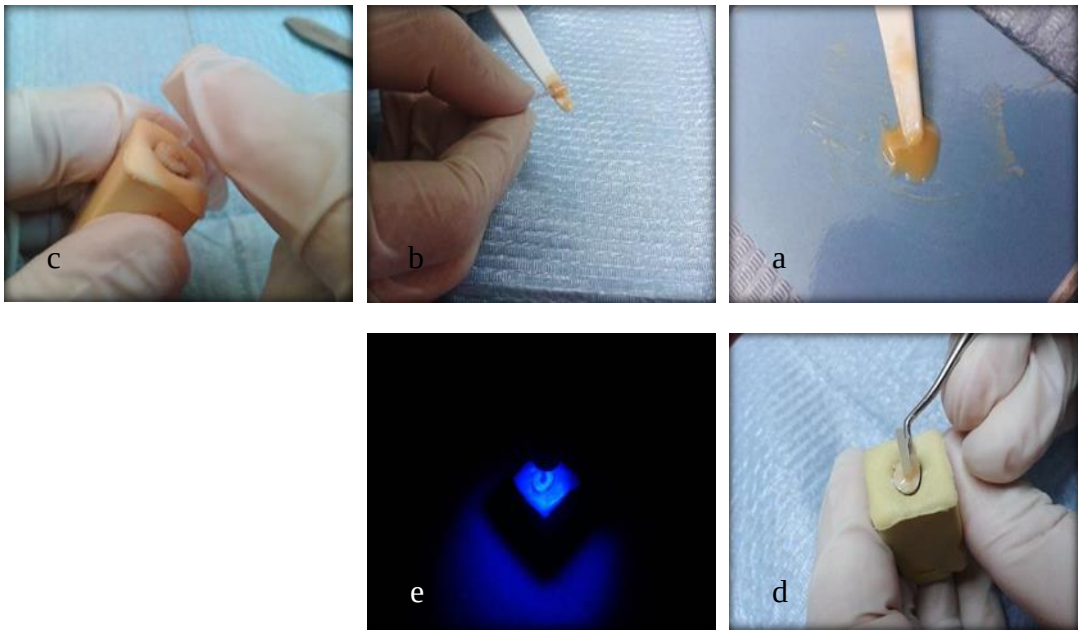
a. تجفيف غمد الوتد بالأقماع الورقيّة b. مزج مكوّني اللاصق Liquid A+ Liquid B c. تطبيق اللاصق ضمن غمد الوتد d. إزالة الفائض من اللاصق بالأقماع الورقيّة e. تجفيف اللاصق بتيّار هوائيّ لطيف.



الشّكل (2–37): a. تطبيق اللاصق على الوتد b. ترقيق اللاصق بتيّار من الهواء.

مُزِج الأسمنت ثنائيّ التّصلّب Panavia F2.0 بنسبة 1:1 من المعجون A والمعجون B على ورق المزج الخاص، وذلك باستعمال ملوقة بلاستيكيّة لكي لا تندخل ذرات المعدن ضمن القالبِ الرّاتنجيّ للأسمنت لمدّة 20 ثانية، الشّكل (2–38:a)، ثمّ طبّق الأسمنت على الوتد فقط حسب تعليمات الشركة الصّانعة، الشّكل (2–38:b)، ويفسر ذلك بأنّ تطبيق الأسمنت داخل غمد الوتد ثم إدخال الوتد قد يسبب عدم انطبّاقه في مكانه بسبب التّصلّب المبكر للجزء الذرويّ والذي يعزى إلى التفاعل التّصلّبي اللاهوائي للأسمنت (Akgungor and Akkayan, 2006; Mannocci et al., 1999b)، إضافةً إلى كون تماس الأسمنت مع اللاصق المطبّق في القناة الجذريّة يسبب تسريع تصلبه، أدخل الوتد بعد ذلك إلى القناة الجذريّة بحركة اهتزازيّة بسيطة (إجراء موصى به من الشركة الصانعة لمنع انحصار الفقاعات الهوائيّة) حتّى استقراره في مكانه داخل غمده بواسطة الضّغط الإصبعيّ، الشّكل (2–38:c)، وتمّ التّأكّد من دخوله إلى العمق المطلوب عن طريق قياس الجزء المتبقي من الوتد خارج الجذر (11 ملم).

أُزيلَت الزّوائد، الشّكل (2–38:d)، ثمّ عُرّض الأسمنت لضوء تصليب ذي شدّة ضوئيّة تبلغ 1200 ميلي واط/سم² عبر الوتد لمدّة 40 ثانية، الشّكل (2–38:e)، كما طبّقت المادة المانعة لتشكل الطبقة المثبّطة بالأوكسجين OXYGUARD II لمدة 3 دقائق فوق الأسمنت حول الوتد مكان دخوله في الجذر لضمان حصول التمّاثر اللاهوائي بشكل كاملٍ أزيلت بعدها بقطنة صغيرة وغسلت بشكل جيّد بالماء وحُفِظ الجذر في درجة حرارة الغرفة حتّى اكتمّال العيّنة.



الشّكل (2–38): مراحل إلصاق الأوتاد في المجموعة الأولى (الشاهدة)

a. مزج الأسمنت بنسبة 1:1 على ورق المزج الخاص b. تلويق الوتد بالأسمنت c. إدخال الوتد في غمده بالضغط الإصبعيّ

d. إزالة الكمية الزائدة من الأسمنت e. تصليب الأسمنت ضوئياً لمدّة 40 ثانية.

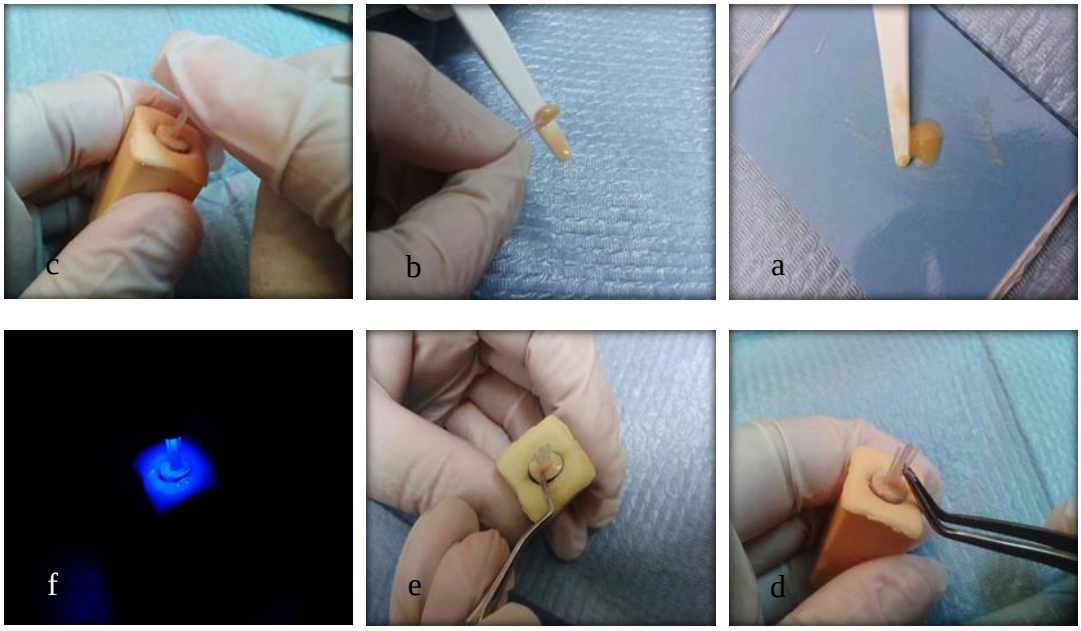
المجموعة الثانية (الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة):

هُيئت الأوتاد الرئيسيّة والإضافيّة والجدران العاجيّة للأقنيّة الجذريّة بالطريقة نفسها المتّبعة في المجموعة السّابقة.

مُزج الأسمنت ثنائيّ التّصلّب Panavia F2.0 بنسبة 1:1 من المعجون A والمعجون B على ورق المزج الخاص، وذلك باستعمال ملوقة بلاستيكيّة لمدّة 20 ثانية، الشّكل (2–a:39)، ثمّ طُبِق الأسمنت على الوتد الرئيسيّ، الشّكل (2–b:39)، وأدخل إلى القناة الجذريّة بحركة اهتزازية بسيطة حتّى استقراره في مكانه داخل غمده بواسطة الضّغط الإصبعيّ، الشّكل (2–c:39)، وتمّ التّأكّد من دخوله للعمق المطلوب عن طريق قياس الجزء المتبقي من الوتد خارج الجذر (11 ملم)، ثمّ وضعت طبقة من الأسمنت على الوتد

الإضافيّ وأدخل إلى القناة إلى جانب الوتد الرئيسيّ بواسطة ملقط سنّي وكررت العمليّة مع الوتد الإضافيّ الآخر، الشّكل (2-39:d).

أُزيلَت الزّوائد، الشّكل (2-39:e)، ثمّ صُلِب الأسمنت، الشّكل (2-39:f)، وحُفِظ الجذر كما وصف في المجموعة السابقة.



الشّكل (2-39): مراحل إلصاق الأوتاد في المجموعة الثانية (الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة)

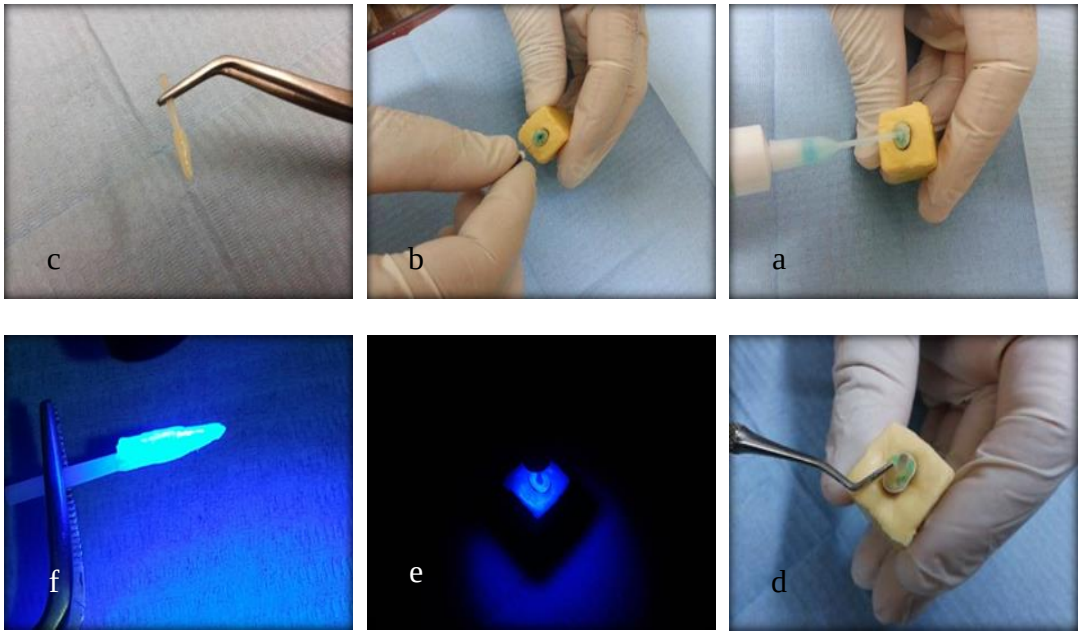
a. مزج الأسمنت بنسبة 1:1 على ورق المزج الخاص b. تلويق الوتد الرئيسيّ بالأسمنت c. إدخال الوتد الرئيسيّ في غمده بالضغط الإصبعي d. إدخال الوتد الإضافيّ إلى جانب الوتد الرئيسيّ e. إزالة الكميّة الزائدة من الأسمنت f. تصليب الأسمنت ضوئياً 40 ثانية.

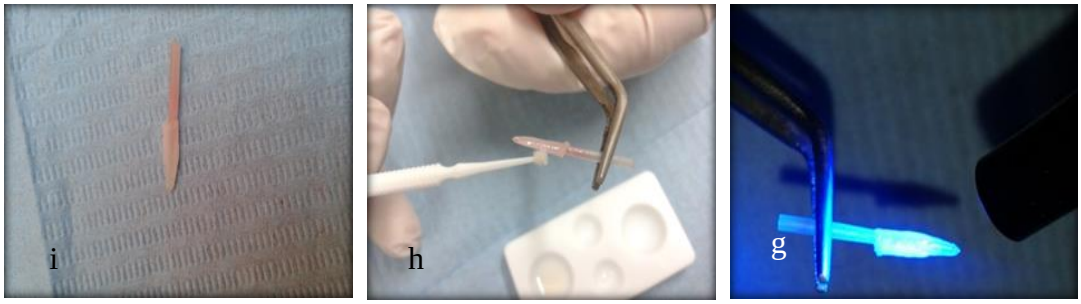
المجموعة الثالثة (الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب):

هُيئت الأوتاد في هذه المجموعة بالطريقة المتّبعة في المجموعتين السّابقتين، ثمّ عُزلت القناة الجذريّة بعد التأكد من خلوها من أيّ تثبيت بالغليسرين جل (OXYGUAD II)، الشّكل (2-40:a)، واستخدم مبرد K-File لتحريك المادة العازلة داخل غمد الوتد لضمان توزّعها بشكل جيّد، الشّكل (2-40:b) ثمّ أزيلت الزوائد بالأقماع الورقيّة.

طُبّق الرّاتنج المركّب على الوتد المهيأ مسبقاً، الشّكل (2-c:40)، وأدخل إلى القناة الجذريّة وتمّ التأكد من وصوله للعمق المطلوب بقياس الجزء المتبقي من الوتد خارج الجذر(11 ملم)، ثمّ أزيلت الزوائد، الشّكل (2-d:40)، وعُرِض الرّاتنج المركّب لضوء تصليب ذي شدّة ضوئيّة تبلغ 1200 ميلي واط/سم² عبر الوتد لمدّة 20 ثانية، الشّكل (2-e:40).

عُلّم الجذر ورأس الوتد قبل إخراجه بالجهة نفسها بقلم تعليم دائم (لتسهيل عمليّة الإلصاق لاحقاً)، ثمّ أخرج بعدها الوتد المعدّل (المُبطّن) بالرّاتنج المركّب من القناة وعرّض مرة أخرى لضوء التّصليب لمدة 40 ثانية على كلا الجهتين (20 ثانية لكل جهة)، الشّكلين (2-f, :40 g)، لضمان تمّاثر الرّاتنج المركّب بشكل كامل، غُسلت بعدها القناة الجذريّة والوتد المعدّل بالرّاتنج المركّب من المادة العازلة بشكل جيّد بالماء ثمّ طبّق عليه اللاصق، الشّكل (2-h:40).





الشّكل (2–40): تعديل الوتد بالرّاتنج المركّب

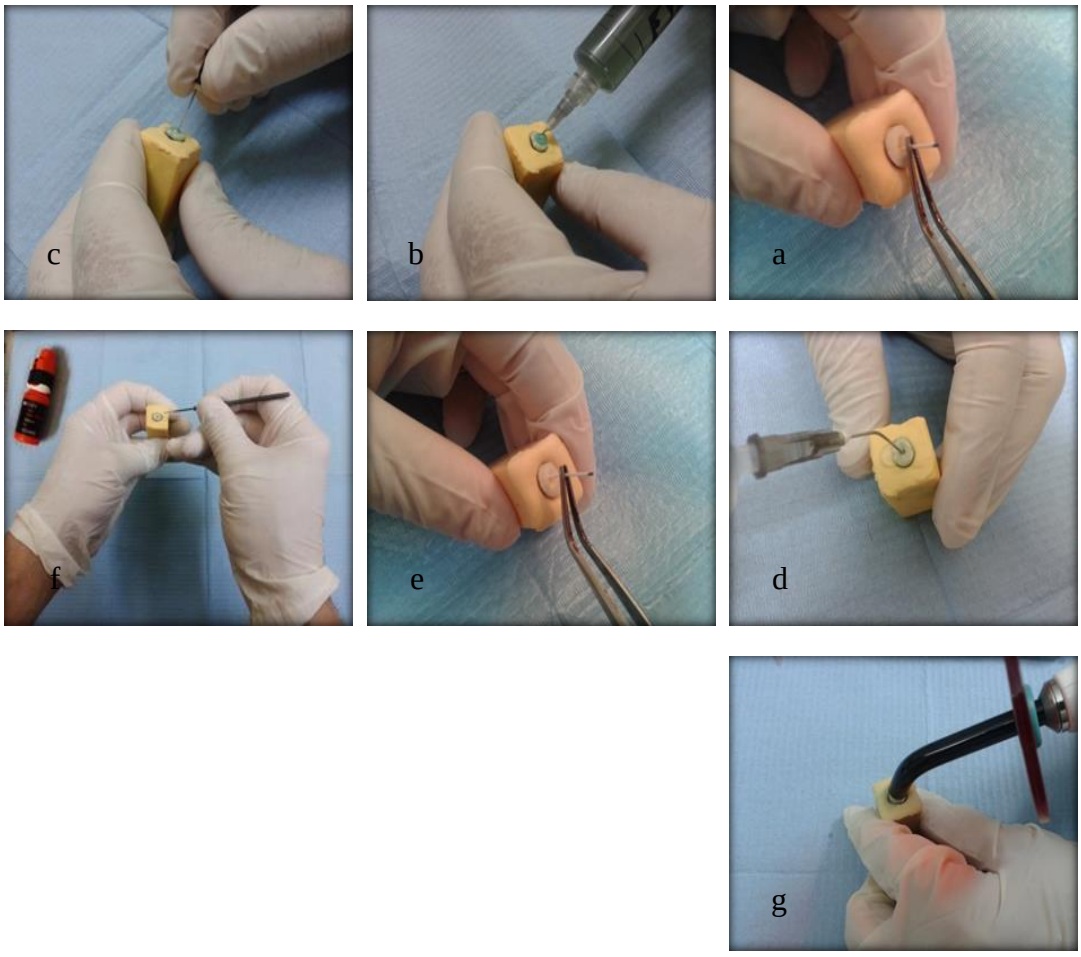
a. تطبيق المادة العازلة في القناة الجذريّة b (OXYGUARD II). تحريك المادة العازلة بمبرد K-File لضمان توزّعها بشكل جيّد c. تطبيق طبقة من الرّاتنج المركّب على الوتد المهيأ مسبقاً d. إدخال الوتد في غمده وإزالة الزوائد e. تصليب الرّاتنج المركّب ضوئياً لمدة 20 ثانية f, g. تصليب الرّاتنج المركّب ضوئياً 40 ثانية (20 ثانية لكل جهة) h. تطبيق اللاصق على الوتد المعدّل بالرّاتنج المركّب i. الوتد المعدّل بالرّاتنج المركّب جاهز للإلصاق.

هُيِّئت الجدران العاجيّة للأقنيّة تمّهيداً لاستقبال الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب بالطريقة المتّبعة في المجموعتين السابقتين، ثمّ جرى إلصاق الوتد المعدّل بالرّاتنج المركّب، الشّكل (i:40–2)، وحفظ الجذر كما وصف في المجموعتين السابقتين.

المجموعة الرابعة (الأوتاد المعدّلة (الملصقة) بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب المخصص للإلصاق وبناء القلوب):

هُيئت الجدران العاجيّة لإلصاق الأوتاد في هذه المجموعة بتجفيف غمد الوتد بالأقماع الورقيّةٍ لإزالة أيّة كميّةٍ متبقيّةٍ من الماء داخله، الشّكل (a:41–2)، ثمّ طُبِّق حمض الفوسفور 37% ضمن الغمد لمدّة 15 ثانية بواسطة محقنة لها رأس طويل ورفيع، الشّكل (b:41–2)، وحرّك الحمض داخل القناة بمبرد K-File، الشّكل (c:41–2)، لضمان وصوله إلى كامل عمق الغمد وغُسل بعدها بالماء، الشّكل (d:41–2)، ثم جُفّف غمد الوتد بعد ذلك بأقماع ورقيّةٍ بلطفٍ، (e:41–2) لإبقاء العاج رطباً ولكن دون ترك بقايا من الماء داخله.

طُبِّق بعد ذلك اللاصق (Adper Single Bond 2) داخل القناة الجذريّة بواسطة فرشاةٍ صغيرةٍ خاصّةٍ بالتطبيق في الأقنيّة اللبّيّة، الشّكل (2–41:f)، وترك لمدة 10 ثوان قبل إزالة الكميّة الزائدة منه بالأقماع الورقيّة ثمّ صُلِّب باستخدام جهاز تصليب ضوئيّ ذي شدّة ضوئيّة تبلغ 1200 ميلي واط/سم² لمدة 20 ثانية حسب تعليمات الشركة المصنّعة وذلك بتمّاس رأسه مع سطح القطع المستوي وبشكل يعامده، الشّكل (2–41:g).



الشّكل (2–41): مراحل تهيئة غمد الوتد في المجموعة الرابعة

a. تجفيف غمد الوتد بالأقماع الورقيّة b. تخريش القناة الجذريّة بحمض الفوسفور 37% c. تحريك الحمض بمبرد K-File لضمان وصوله لكامل عمق الغمد d. غسل القناة الجذريّة بالماء e. تجفيف غمد الوتد بالأقماع الورقيّة f. تطبيق اللاصق في غمد الوتد g. تصليب اللاصق لمدة 20 ثانية.

ونشير إلى أننا لم نؤجل تصليب اللاصق ضوئيّاً إلى ما بعد وضع الأسمنت والوتد لأن ذلك قد يؤثر في اللاصق غير المتصلّب ويؤدي إلى انتشاره (spread off) بسبب ضغط الأسمنت والوتد عليه ممّا قد يؤثر في منطقة الاندخال البينيّ الرّاتنجيّ العاجيّ (Ferrari et al., 2001).

هُيئت الأوتاد في هذه المجموعة بمسحها بالكحول ثمّ تطبيق السّيلان كما وصف سابقاً ثمّ جرى تطبيق اللاصق (Adper single bond 2) على الوتد، الشّكل (2-42:a)، وتطبيق تيّار هوائيّ لطيف لمدّة 5 ثوان ثمّ تصليب اللاصق لمدة 20 ثانية على الجهتين، الشّكل (2-42:b).

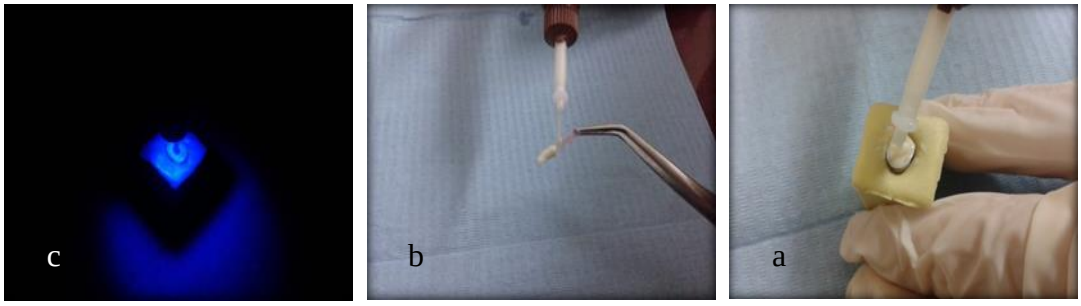
الشّكل (2-42): تهيئة الوتد في المجموعة الرابعة

a. تطبيق اللاصق على الوتد b. تصليب اللاصق على الوتد 20 ثانية.

مُزِج الرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب المخصص للإلصاق وبناء القلوب (Corecem) بواسطة الرؤوس الخاصة بالمزج المرفقة به وبمساعدة العبوة مزدوجة الدّفع، وقد حُقن الرّاتنج المركّب السّيّال الممزوج في القناة من الأسفل إلى الأعلى بالاستعانة بالرأس المخصص للإلصاق في الأقنيّة اللبّيّة المرفق مع الرّاتنج المركّب السّيّال، الشّكل (2-43:a)، لتجنب انحصار الفقاعات الهوائية، ثمّ أُدخِل الوتد بعد تطبيق طبقة من الرّاتنج المركّب السّيّال عليه،

الشّكل (2–b:43)، في القناة حتّى استقراره في مكانه داخل غمده بواسطة الضّغط الإصبعيّ، وتمّ التّأكّد من دخوله حتّى عمق 9 ملم كما وصف سابقاً.

أُزِيلَت الزّوائد ثمّ عُرّض الرّاتنج المركّب السّيّال لضوء تصليب ذي شدّة ضوئيّة تبلغ 1200 ميلي واط/سم² لمدّة 60 ثانية، الشّكل (2–c:43)، وحُفِظ الجذر كما وصف سابقاً.



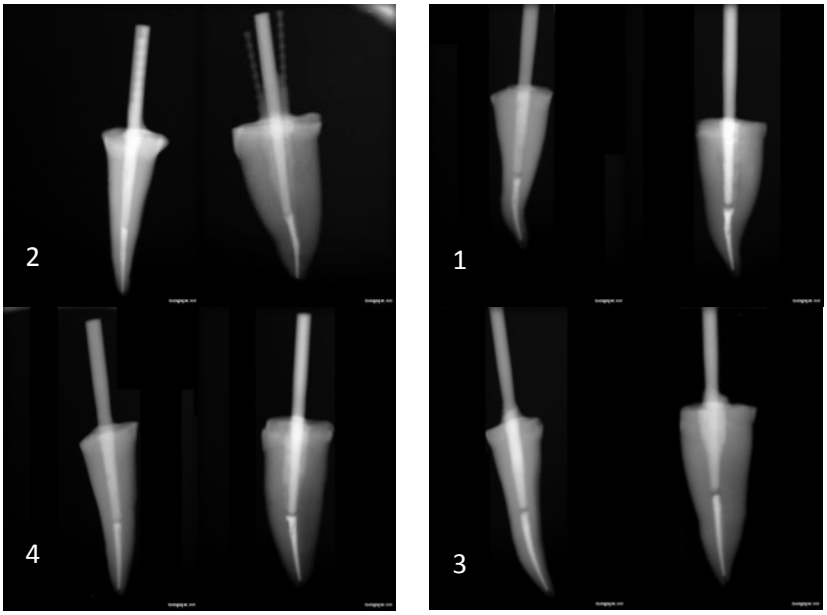
الشّكل (2–43): مراحل إلصاق الأوتاد في المجموعة الرابعة (الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب)

a. تطبيق الرّاتنج المركّب السّيّال داخل القناة الجذريّة b. تطبيق الرّاتنج المركّب السّيّال على الوتد

c. تصليب الرّاتنج المركّب السّيّال ضوئياً لمدة 60 ثانية.

ويجدر بالذكر أننا لم نستخدم اللاصق ذاتيّ التّخريش المستخدم في المجموعات الثلاث الأولى مع هذه المجموعة لأن بعض الدّراسات وجدت عدم توافق بين بعض الأسمنتات ثنائيّة التّصلّب واللّواصق ذاتية التّخريش بمرحلة واحدة وبشكل خاص عندما لا تكون للشّركة نفسها (Stamatacos and Simon, 2013; Tay et al., 2003)، بالإضافة إلى أن الشركة الصّانعة للراتنج المركّب السّيّال تنصح باستخدام اللّواصق المعتمدة على نظام التّخريش والغسل (الجيلين الرّابع والخامس).

صُورت بعض المفردات شعاعيّاً بعد إجراء الإلصاق، كما يوضح الشّكل (2–44).



الشّكل (2–44): صور شعاعيّة لمفردات من المجموعات الأربع.

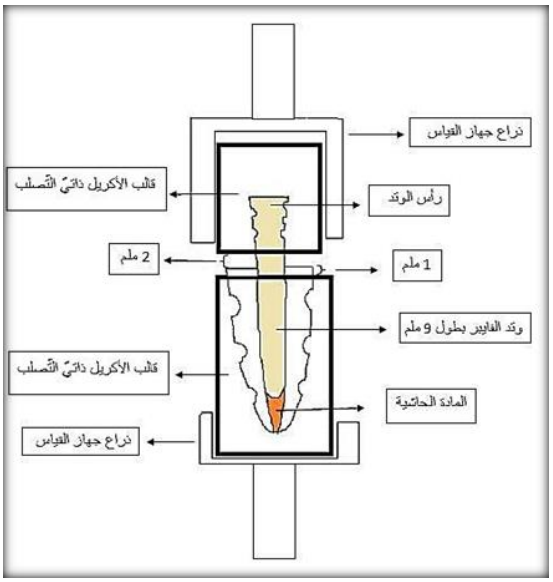
بعد الانتهاء من إجراءات الإلصاق، الشكل (2–45)، أُجريت ميازيب في السّطوح الدّهليزيّة واللسانيّة من الجذور باستعمال سنبلة شاقّة مركّبة على قبضةٍ توربينيةٍ بسرعة عالية مع الإرواء بالماء الغزير من أجل ضمان ثباتها في القاعدة الأكريليّة، كما حُززت الأوتاد في القسم التّاجي بسنبلة قمعية مركّبة على قبضةٍ توربينيةٍ بسرعة عالية مع الإرواء بالماء الغزير لزيادة الثّبات الميكانيكيّ لقالب الأكريل ذاتيّ التّصلّب الذي سيبنى عليه لاحقاً وبالتّالي التقليل من فرص حصول الفشل على مستواه، الشكل (2–46)، ولم تحزز الأوتاد الإضافيّة لأن قسمها التّاجي محزز مسبقاً من الشركة الصّانعة.

الشّكل (2–45): العيّنة بعد الإلصاق.

الشّكل (2–46): السّن بعد إجراء ميازيب التثبيت.

5.2 تحضير القوالب الأكريلية:

يوضح الشكل الترسيميّ التّالي وضع الوتد ضمن القناة الجذريّة وكلاً من القاعدة الأكريلية العلويّة والسفليّة.



الشّكل (2–47): شكل ترسيميّ للوتد والقواعد الأكريلية نقلاً عن(العمري وجاموس، 2013) بتصرف.

استخدِم المِخطاط السِّني وذلك للتأكد من وضع السّن والوتد ضمن الأكريل بشكل عموديّ من أجل تطبيق قوة الشَّدّ وفق المحور الطّولي للوتد.

بدايةً تمّ تثبيت الوتد على الرأس ذي الميزاب بالمخطاط السّنيّ بمطاطٍ تقويميّ للتّأكد من عدم حركته، الشّكل (2–48).

الشّكل (2–48): تثبيت السّن على المخطاط السّني.

مُزج الأكريل ذاتيّ التّصلّب بنسبة 1:3 من المسحوق والسّائل بكأس زجاجي ومُلئِت كامل القاعدة السّفليّة بالمزيج، وغُرس الجذر فيها بشكل يبقى مقدار 1 ملم منه ظاهراً كما في الشّكل الترسيمي، بقيت السّن معلقة على المِخطاط السّني حتّى تمّام تصلب الأكريل، وبذلك صُنعت القاعدة السّفليّة، الشّكل (2–49).

الشّكل (2–49): وضع الجذر ضمن القاعدة المملوءة بالأكريل ذاتيّ التّصلّب لصنع القواعد السّفليّة.

ولصنع القالب الأكريلي الخاص بالجزء التّاجي من الوتد ثبتت القاعدة السّفليّة على المِخطاط السّني بواسطة لاصق شفاف، وبعد مزج الأكريل مُلىء قالب القاعدة العلويّة بالأكريل ذاتيّ التّصلّب ثمّ غُرس الوتد فيه، وبقيت القاعدة السّفليّة معلقة حتّى تمّام التّصلّب كما يوضح الشّكل (2–50).

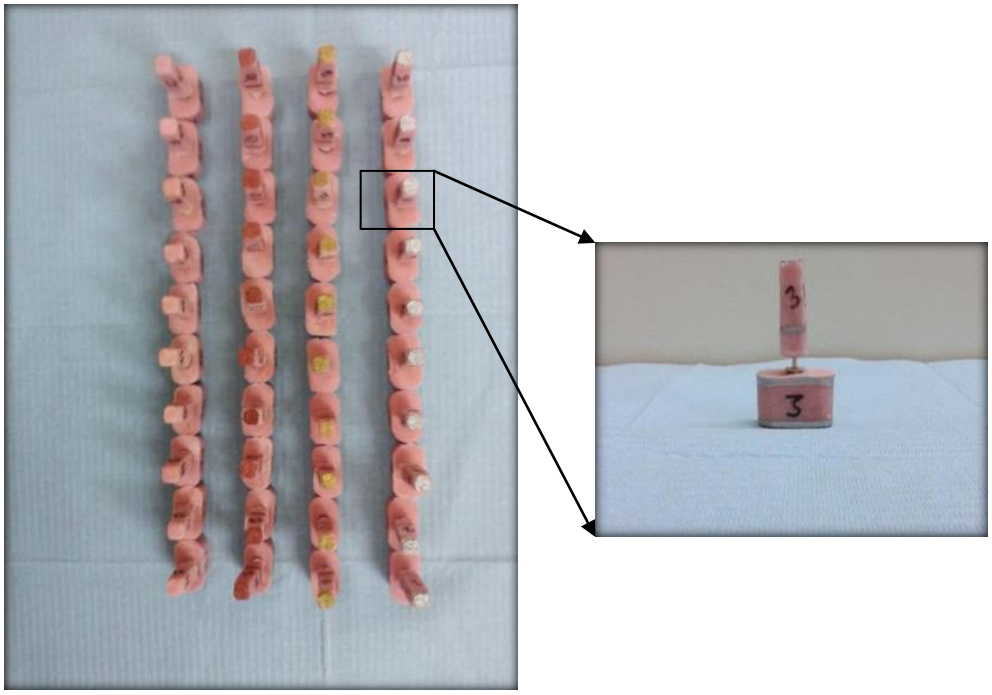
وبذلك تمّ صنع جميع القواعد السّفليّة والقوالب العلويّة للعيّنات بالطريقة نفسها.

الشّكل (2–50): وضع الوتد ضمن العلبة البلاستيكيّة المملوءة بالأكريل ذاتيّ التّصلّب لصنع القواعد العلويّة.

لتمّييز العيّنات تمّ ترقيم القواعد العلويّة والسّفليّة وتلوين قسم منها بأقلام الطّلاء، الشّكل (2-51)، حسب الجدول التالي:

الجدول (2-2): تقسيم العيّنة حسب نوع التّعديل المنجز على الأوتاد.

عيّنة البحث	الأرقام	الرمز اللوني
المجموعة الأولى (الشاهدة)	10-1	فضي
المجموعة الثانية (الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة)	20-11	ذهبي
المجموعة الثالثة (الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب)	30-21	بني
المجموعة الرابعة (الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب)	40-31	دون تلوين

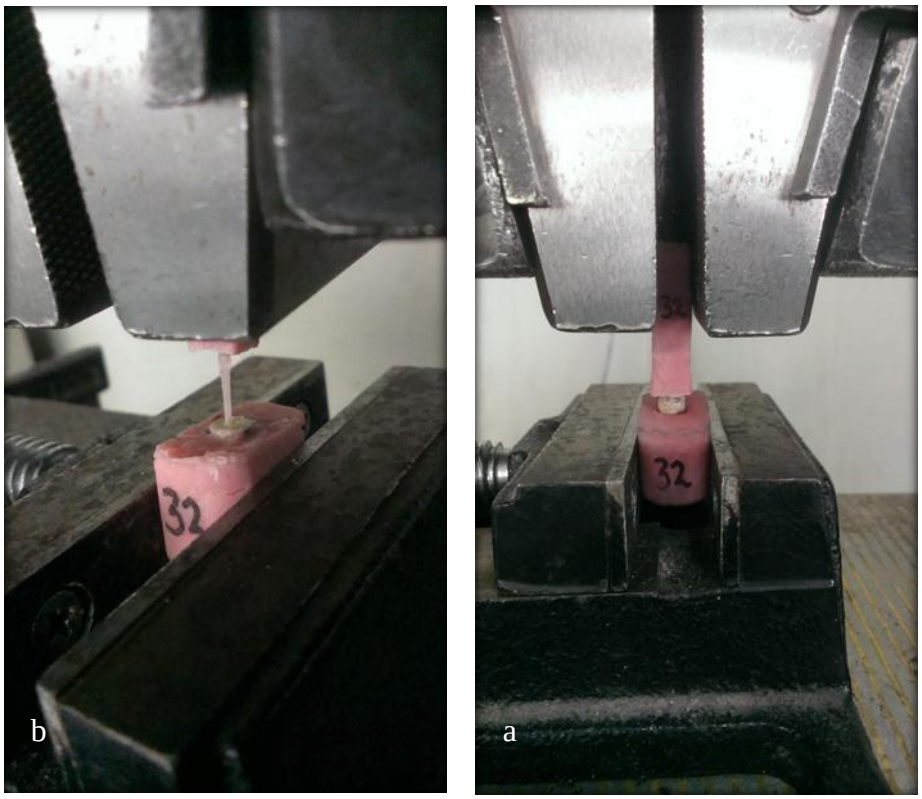


الشّكل (2–51): عيّنة البحث قبل إجراء الاختبارات الميكانيكيّة.

6.2 الاختبارات الميكانيكيّة:

أخضِعَت جميع مفردات العيّنة لاختبار السحب Pull-out test – بعد حفظها بالحاضنة لمدّة 24 ساعة – بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكيّة العام Instron 1195، وقد تمّت تهيئة العيِّنات لملاءمة رأسَي الجهاز.

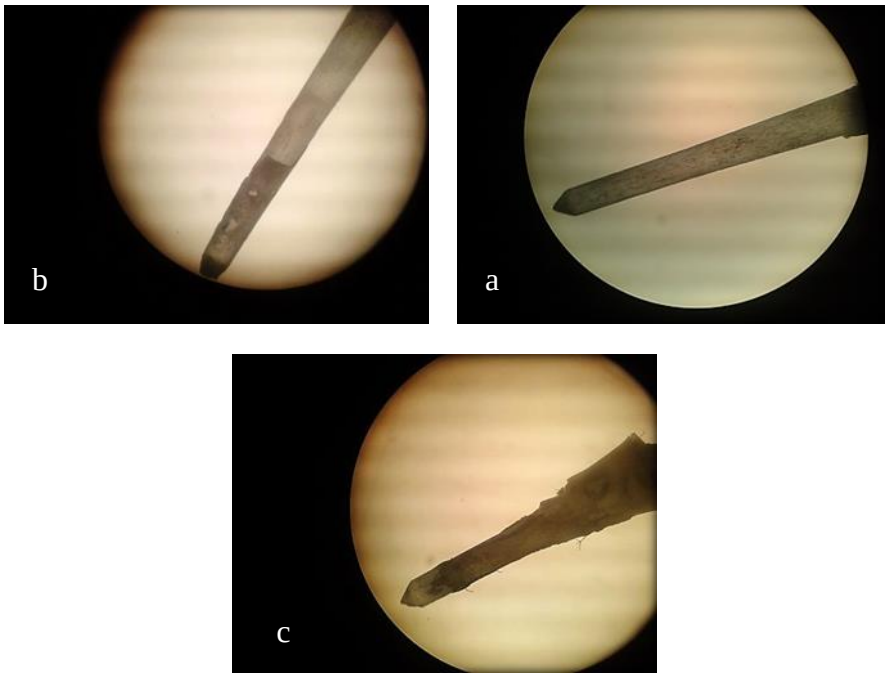
أُجري الاختبار لكلّ عيّنة، إذ تمّ وضعها على جهاز الاختبار بشكلٍ تكون فيه قوّة الشّدّ وفق المحور الطولي للوتد، الشّكل (2–52:a)، وأُجرِي الاختبار بحيث يتحرك رأسا الجهاز متباعدَين بسرعة 1 ملم/دقيقة حتّى حدوث الفشل، وسُجِّلت أعلى قيمةٍ للقوّة عند حدوث الفشل بالكيلوغرام الثّقليّ، والّتي تمثّل مقاومة الوتد لخروجه من غمده، الشّكل (2–52:b)، ثمّ تمّ التّأكّد من حدوث الفشل عن طريق سحب الوتد خارجاً، للتّأكّد من خروجه من غمده. سُجّلِت النّتائج في جداول إحصائية، لمعرفة إن كان لنوع التّعديل أثر في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الملّصقة في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.



الشّكل (2–52): a. تثبيت العيّنة على جهاز الاختبارات العام b. خروج الوتد من غمده

تمّت دراسة نوع الفشل الحاصل على مستوى سطح الالتصاق بين الوتد والأسمنت، بعد إجراء اختبار السحب Pull-out وذلك بفحص الوتد باستخدام المنظار المُجسِّم وتحت التكبير (20X) حسب المعيار التّالي: تمّ اعتبار الفشل **التصاقياً** (Adhesive) مع الوتد عندما تكون نسبة طبقة الأسمنت اللاصق (أو الراتنج المركب) المرتبطة بسطح الوتد أقل من 10% من مجموع مساحة سطح الوتد، الشكل (2–53:a)، واعتبار الفشل **تماسكياً** ضمن الأسمنت (Cohesive) عندما تكون نسبة طبقة الأسمنت اللاصق المرتبطة بسطح الوتد أكثر من 40% من مجموع مساحة سطح الوتد، الشكل (2–53:b)، واعتبار الفشل **مختلطاً** (Mixed) عندما تكون نسبة طبقة الأسمنت اللاصق المرتبطة بسطح الوتد بين 10 و40% من مجموع مساحة سطح الوتد، الشكل (2–53:c)، تمّ تقدير النسبة عند فحص

العيّنات من قبل الباحث والتأكد من هذا التقدير بإعادة التقدير من قبل المشرف، لم يكن هناك فرق بين التقديرين.



الشّكل (2–53):أنماط الفشل المُشاهد في مفردات عينة البحث

a. فشل التصاقي b. فشل مختلط c. فشل تماسكي

الباب الثالث

النتائـج
Results

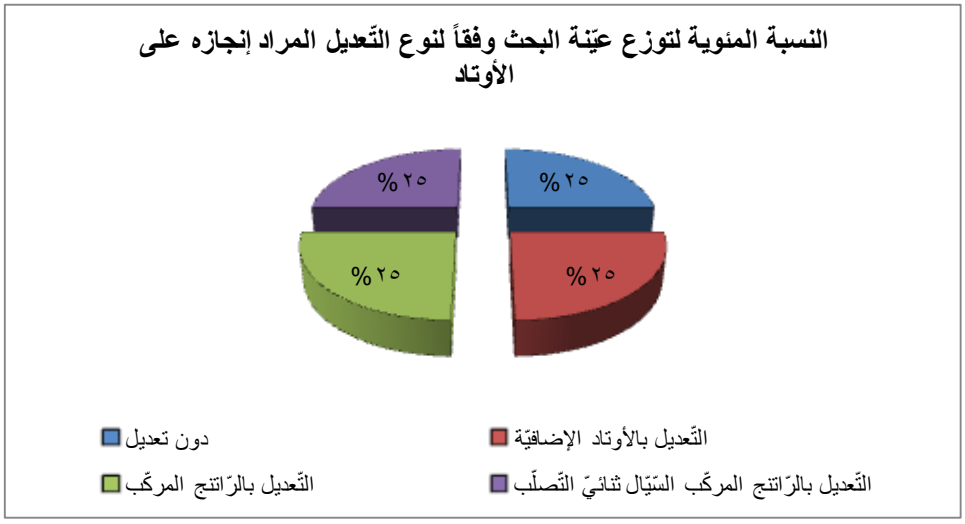
1.3 وصف العيّنة:

تألفت عيّنة البحث من 40 ضاحكة بشريّة وحيدة الجذر غير مستأصلة اللبّ وحيدة وبيضويّة القناة مقلوعة حديثاً لأسباب تقويميّة أو لثويّة أو تعويضيّة، قسّمت عشوائياً وفقاً لنوع التّعديل المراد إنجازه على الأوتاد الملّصقة فيها إلى أربع مجموعات كما يلي:

توزع عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المراد إنجازه على الأوتاد:

الجدول (3-1): توزع عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المراد إنجازه على الأوتاد.

نوع التّعديل	عدد الأسنان	النسبة المئويّة
دون تعديل (المجموعة الشّاهدة)	10	25
التّعديل بالأوتاد الإضافيّة	10	25
التّعديل بالرّاتنج المركّب	10	25
التّعديل بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب	10	25
المجموع	40	100



المخطط (3-1): النسبة المئويّة لتوزع عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المراد إنجازه على الأوتاد.

2.3 الدّراسة الإحصائيّة:

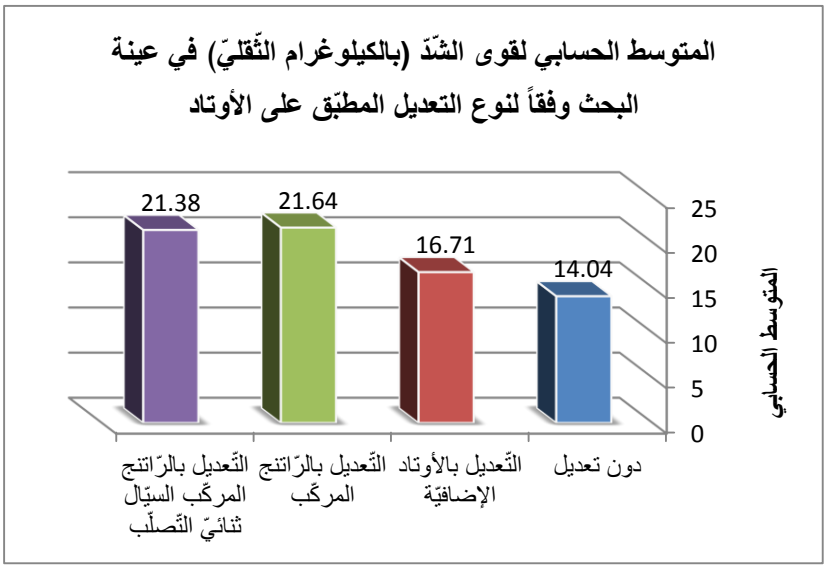
تمّ قياس مقدار قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) لكل سن من الأسنان المدروسة في عيّنة البحث والتي تعبر عن مقاومة الوتد لخروجه باختبار السّحب (Pull-out)، ثمّ دُرس تأثير نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد في قوى الشّدّ وكانت نتائج التحليل كما يلي:

1.2.3 الدّراسة الإحصائيّة الوصفيّة:

حُسِبت متوسطات قوى الشّدّ "بالكيلوغرام الثّقليّ" لكلّ مجموعة في عيّنة البحث ثمّ حسبت المتغيّرات الإحصائيّة الأخرى ونظمت في الجدول (3-2)، ويمثّل المخطط (3-2) رسماً بيانيّاً للمتوسطات الحسابيّة لقوى الشّدّ في مجموعات البحث الأربع.

الجدول (3-2): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد.

المتغيّر المدروس	نوع التّعديل المطبّق	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ)	دون تعديل	10	14.04	5.04	1.59	8.5	25.2
	التّعديل بالأوتاد الإضافيّة	10	16.71	5.27	1.67	9	25
	التّعديل بالرّاتنج المركّب	10	21.64	6.67	2.11	13.4	32.7
	التّعديل بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب	10	21.38	4.81	1.52	13.4	30.7



المخطط (3-2): المتوسط الحسابي لقوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد.

2.2.3 الدّراسة الإحصائيّة التحليليّة لتأثير نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد في قوى الشّدّ:

تمّ إجراء تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين المجموعات الأربع المدروسة (المجموعة الشّاهدة (دون تعديل)، مجموعة الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة، مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب، مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب) كما يلي:

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

يُلاحظ في الجدول (3-3) أنّ قيمة مستوى الدّلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان نوع التّعديل المطبّق أي إنّه عند مستوى الثّقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائيّة في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين اثنتين على الأقل من مجموعات الدّراسة (المجموعة الشّاهدة (دون تعديل)، مجموعة الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة، مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب، مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ

التّصلّب).

الجدول (3-3): نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين المجموعات الأربع المدروسة.

المتغيّر المدروس		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدّلالة	دلالة الفروق
قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ)	بين المجموعات	412.365	3	137.455	4.550	0.008	**توجد فروق دالة**
	داخل المجموعات	1087.593	36	30.211			
	المجموع	1499.958	39				

ولمعرفة أي المجموعات تختلف عن الأخرى جوهرياً في قيم قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) تمّ إجراء المقارنة الثنائيّة بطريقة Bonferroni، إذ يُلاحظ في الجدول (3-4) أنّ قيمة مستوى الدّلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم قوى الشّدّ بين المجموعة الشّاهدة وكلّ من مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب كلّ على حدة، أي إنّه عند مستوى الثّقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائيّة في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين المجموعة الشّاهدة وكلّ من مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب كلّ على حدة وبدراسة الإشارة الجبريّة للفروق بين المتوسطات نستنتج أنّ قيم قوى الشّدّ في المجموعة الشّاهدة كانت أصغر من مثيلاتها في كلّ من مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب كلّ على حدة.

أمّا بالنسبة لبقية المقارنات الثنائيّة بين المجموعات فيُلاحظ أنّ قيمة مستوى الدّلالة أكبر من القيمة 0.05، أي إنّه عند مستوى الثّقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائيّة في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين هذه المجموعات.

الجدول (3-4): نتائج المقارنة الثنائيّة بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائيّة في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين المجموعات الأربع المدروسة.

المتغيّر المدروس	التّعديل (I)	التّعديل (J)	الفرق بين المتوسطين (I−J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدّلالة	دلالة الفروق
قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ)	دون تعديل (المجموعة الشّاهدة)	التّعديل بالأوتاد الإضافيّة	−2.67	2.458	1.000	لا توجد فروق دالة
		التّعديل بالرّاتنج المركّب	−7.60	2.458	0.023	**توجد فروق دالة**
		التّعديل بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب	−7.34	2.458	0.030	**توجد فروق دالة**
	التّعديل بالأوتاد الإضافيّة	التّعديل بالرّاتنج المركّب	−4.93	2.458	0.315	لا توجد فروق دالة
		التّعديل بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب	−4.67	2.458	0.393	لا توجد فروق دالة
	التّعديل بالرّاتنج المركّب	التّعديل بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب	0.26	2.458	1.000	لا توجد فروق دالة

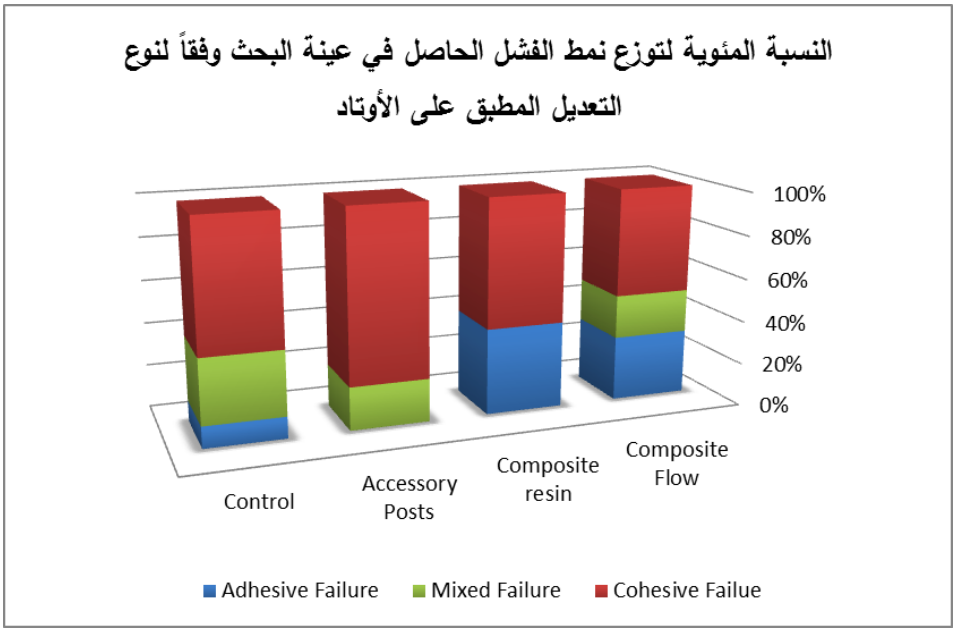
3.3 دراسة نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث:

- **نتائج مراقبة نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد:**

تمّ فحص الأوتاد بعد إجراء اختبار السّحب (Pull-out) باستخدام المنظار المُجسِّم تحت التكبير (20X) لدّراسة نمط الفشل الحاصل ويبين الجدول (3-5) نتائج هذه الدّراسة.

الجدول (3-5): نتائج مراقبة نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد ونسبته المئويّة.

نوع التّعديل المطبّق	نمط الفشل الحاصل (نسبته المئويّة)		
	التصاقي	تماسكي	مختلط
الأوتاد دون تعديل	1 (%10)	6 (%60)	3 (%30)
الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة	0 (%0)	8 (%80)	2 (%20)
الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب	4 (%40)	6 (%60)	0 (%0)
الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب	3 (%30)	5 (%50)	2 (%20)
الكلّي	8 (%20)	25 (%62.5)	7 (%17.5)



المخطط (3-3): النّسبة المئويّة لتوزع نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد.

يُلاحظ من الجدول السابق أنّ نمط الفشل السّائد كان تماسكياً ضمن الأسمنت في كل مجموعات الدراسة وذلك حسب المعيار المذكور في طريقة العمل.

- **دراسة تأثير نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد في نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث:**

تمّ إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نوع الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد كما يوضح الجدول (3-6):

الجدول (3-6): نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة تكرارات نوع الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد.

المتغيران المدروسان : نمط الفشل الحاصل × نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد				
عدد الأوتاد	قيمة كاي مربع	درجات الحريّة	قيمة مستوى الدّلالة	دلالة الفروق
40	8.474	6	0.205	لا توجد فروق دالة

يُلاحظ من الجدول أعلاه أنّ قيمة مستوى الدّلالة أكبر من القيمة 0.05، أي إنّه عند مستوى الثّقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائيّة في تكرارات نوع الفشل الحاصل في عيّنة البحث مهما كان نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد.

الباب الرابع

المناقشة
Discussion

1.4 مناقشة مواد وطرائق البحث:

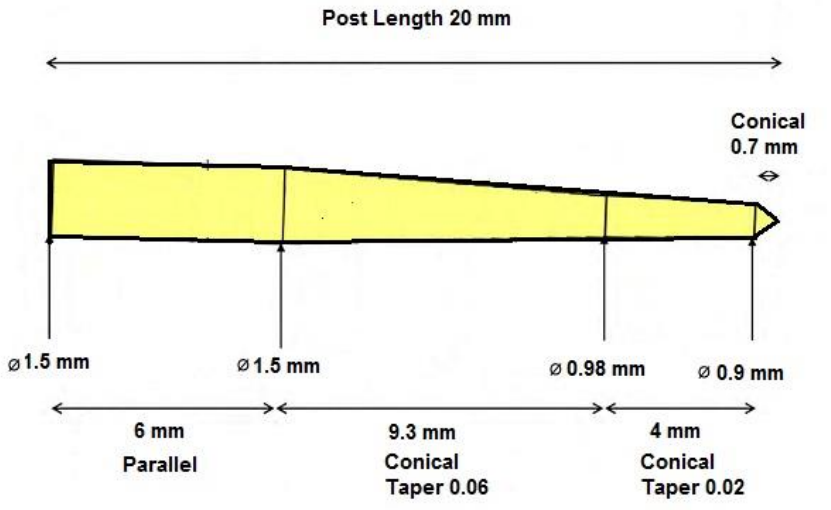
الأوتادُ الجذريّة:

استخدمنا في دراستنا أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بألياف الكوارتز نظراً لزيادة استعمالها وبشكل خاص مع التعويضات الخزفيّة الكاملة بسبب خصائصها التجميليّة العاليّة.

أبعاد الوتد الجذريّ المُستَخدَم:

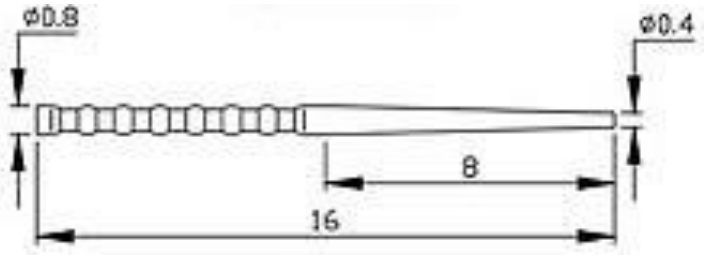
استُخدِم في هذا البحث القياس 1 من نظام أوتاد الألياف D.T. Light-Post Illusion X-RO ليناسب جميع أسنان العيّنة إذ تمّ استبعاد الأسنان غير المناسبة، إضافة لشكل الأوتاد المخروطي مضاعف الاستدقاق (double taper) الذي يشبه شكل القناة الجذريّة ممّا يسمح بالحفاظ على النّسج العاجيّة قدر الإمكان وبالتّالي الإقلال من إضعاف الجذر.

بلغ قطر الوتد عند ذروته 0.9 ملم وقطره عند الجزء التّاجي 1.5 ملم، الشّكل (4–1).



الشّكل (4–1): شكل ترسيميّ لأبعاد الوتد الجذريّ المستخدَم في البحث "نقلاً عن (Jongsma et al., 2010) بتصرف".

أمّا بالنسبة للوتد الإضافي فبلغ قطره عند ذروته 0.4 ملم وقطره عند الجزء التّاجي 0.8 ملم، الشّكل (4–2).



الشّكل (4–2): شكل ترسيميّ لأبعاد الوتد الإضافيّ المستخدَم في البحث "نقلاً عن دليل استعمال المنتج".

اختيار الأسمنت الرّاتنجي:

لقد استخدمنا في هذه الدّراسة النمط ثنائيّ التّصلّب من الأسمنت الرّاتنجي والرّاتنج المركّب السّيّال لضمان حصول التماثر بشكل جيد وبشكل خاص في المناطق العميقة من المسافة الجذريّة المحضرة ونظراً لما أظهرته الدّراسات من تفوقه على النمطين ذاتيّ التّصلّب وضوئي التّصلّب عند استخدامه في إلصاق أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (العمري وجاموس، 2013، الحوراني وأبونصار، 2008).

الاختبارُ الميكانيكيّ:

اقترحت عدّة اختبارات لتقييم قوّة ارتباط أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف ومن أكثرها انتشاراً اختبارا الدّفع (Push-out) والسحب (Pull-out) ولكل منهما ميزاته فاختبار السحب Pull-out يسمح بتقييم قوى الشّد والقصّ بآن واحد، كما أنه عند حصول فشل تمّاسكي (cohesive failure) في الوتد سريرياً فإنه يتجلى غالباً بتشظي (shedding) كامل الوتد في حين تكون حالات بقاء جزء من الوتد داخل القناة عند انكساره نادرة الحدوث (Tian et al., 2012)، وبالتّالي يسمح اختبار السحب بدراسة ثبات الوتد بوصفه وحدة كاملة على كامل طول القناة الجذريّة، أمّا اختبار الدّفع Push-out فيجرى على شرائح قليلة الثخانة ولا يتطلب تطبيق حمولات عالية جداً حتى حدوث الفشل بالإضافة إلى إمكانية الحصول على

عدد كبير من العيّنات باستخدام عدد قليل من الأسنان ودراسة قوّة الارتباط على مستويات مختلفة من القناة الجذريّة، لكن إجهادات تحضير العيّنة وقص المقاطع بالمنشار قد تؤثر في العاج أو الوتد أو الأسمنت وقد تؤدي إلى إضافة جهود مبكرة لا تشبه الحمولات الوظيفيّة (Goracci et al., 2007).

لقد اعتُمد للأسباب السّابقة الذكر إجراءُ اختبارِ السحب Pull-out لتقييم تأثير تعديل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في ثباتها عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

ضمن محدوديات هذه الدراسة يمكن القول إنّه تمّ إنجاز هذه الدّراسة مخبرياً في بيئة قاربت قدر المستطاع البيئة الفموية عبر حفظ العيّنة بدرجة حرارة 37° ورطوبة 100%.

تمّ حصر موعد إجراء الاختبار الميكانيكي للعيّنات في هذه الدّراسة بعد 24 ساعة من حفظها حسب أغلب الدّراسات السابقة (Macedo et al., 2010; Teixeira et al., 2009)، وحسب توصيات منظمة المعايير القياسية العالمية (ISO/TS 11405, 2003).

2.4 مناقشةُ نتائجِ البحثِ:

أظهرت نتائج تحليلِ التّباين أحادي الجانب ANOVA لدّراسة دلالة الفروق في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ)، وعند مستوى الثّقة 95% فروقاً ذات دلالةٍ إحصائيّةٍ في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين اثنتين على الأقل من المجموعات المدروسة، ولذلك تمّ إجراء المقارنة الثنائيّة بطريقةِ Bonferroni لدّراسة دلالة الفروق الثنائيّة بين كلّ زوج من المجموعات المدروسة، وقد أظهرت نتائج المقارنة الثنائيّة عند مستوى الثّقة 95% وجود فروقٍ ذات دلالةٍ إحصائيّةٍ في متوسط قوى الشّدّ (بالكيلوغرام الثّقليّ) بين المجموعة الشّاهدة (الأوتاد غير المعدّلة) وكلّ من مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب ومجموعة الأوتاد

المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب كلٌّ على حدة، ولم تبدِ بقية المقارنات الثنائيّة أيّة فروقٍ ذات دلالةٍ جوهريةٍ، وبالتّالي وبعد دراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نَستنتجُ أنَّ ثبات الأوتاد في المجموعة الشّاهدة كان أقلّ من مثيليه في كلّ من مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب كلٌّ على حدة.

يمكن أن تُعزى الفروقُ الجوهريّةُ بين المجموعةِ الشّاهدة ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب إلى انخفاض ثخانة طبقة الأسمنت المرافقة للأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب (المبطّنة) عن مثيلاتها في المجموعة الشّاهدة وبالتّالي التقليل من تشكل الفقاعات والعيوب والفجوات داخل الأسمنت والتي قد تكون مركزاً لحدوث الفشل وبالتّالي إنقاص ثبات الأوتاد (D'Arcangelo et al., 2007a; Grandini et al., 2005a)، يضاف إلى ذلك أنّ تقليل ثخانة طبقة الأسمنت يمكن أن يساهم في تقليل الإجهاد التّصلّبي (polymrization stress) والذي يزداد بزيادة حجم الأسمنت الرّاتنجي (Braga et al., 2006)، كما تبدي الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب تماساً صميمياً أكبر مع جدران القناة الجذريّة من مثيلتها غير المعدّلة، ويساهم هذا الانطبّاق الجيد للأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب في زيادة الضغط المطبّق على الأسمنت خلال الإلصاق (Faria-e-Silva et al., 2009) والذي ينتقل بدوره إلى السطح البيني (لاصق– أسمنت) مما يساعد على منع اندخال الماء وتشكل الفقاعات المائية (Blisters)، كما يسمح بتأمين تماس أفضل للمركب (وتد–أسمنت) مع العاج (Chieffi et al., 2007) ممّا ينجم عنه احتكاكٌ انزلاقيٌّ (sliding friction) أكبر وبالتّالي ثباتٌ أكبر (Faria-e-Silva et al., 2009; Macedo et al., 2010)، وتعتبر

بعض الدّراسات الاحتكاك الانزلاقي العامل الأساسي في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف (Goracci et al., 2005a) نظراً لخصوصية الإلصاق وارتفاع قيمة العامل الشّكلي (C-factor) في القناة الجذريّة (Tay et al., 2005).

يمكن أن تُفسر الفروقُ الجوهريّةُ بين المجموعةِ الشّاهدة ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب المخصص للإلصاق وبناء القلوب بالقدرة الجيّدة على التّكيّف (adaptability) التي تسمح بها خواص الرّاتنج المركّب السّيّال ممّا يؤدي إلى انطبّاق أفضل وبالتّالي ثباتٍ أكبر (Ohlmann et al., 2008; Sadek et al., 2007)، كما قد يكون لقلّة تشكل الفجوات (voids) على طول السّطوح البينيّة (وتد– راتنج مركب سيّال، راتنج مركب سيّال–عاج) كنتيجة للمزج الآلي للرّاتنج المركّب السّيّال وتطبيقه داخل القناة وعلى الوتد أثرٌ في زيادة ثبات الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال على مثيلتها غير المعدّلة والتي تمّ فيها تطبيق الأسمنت على الوتد فقط ومزجه يدوياً ممّا يزيد من احتمال تشكل العيوب والفجوات وانحصار الفقاعات الهوائية أثناء المزج والتي قد تكوّن نقاط ضعف تسمح بحدوث الفشل بحمولات أقل (Aksornmuang et al., 2007; Ohlmann et al., 2008)، كما قد يكون لنوع اللاصق ذاتي التّخريش المستخدم مع المجموعة الشّاهدة دورٌ في انخفاض ثباتها إذ تشير بعض الدّراسات إلى تفوّق اللّواصق المعتمدة على نظام التّخريش والغسل كاللاصق المستخدم مع مجموعة الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السّيّال على اللّواصق ذاتية التّخريش في قوّة ارتباطها مع العاج (Goracci et al., 2005b; Radovic et al., 2008a)، وقد تؤثر طبقة اللطاخة في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف من خلال تأثيرها في انطبّاق المادة الرابطة على جدران القناة الجذريّة (Ohlmann et al.,

2008)، ويسمح استخدام حمض الفوسفور مع اللواصق المعتمدة على نظام التّخريش والغسل بحلّ طبقة اللّطاخة بشكل كامل وبالتّالي تشَكُل طبقة هجينة واستطالات راتنجية واضحة (distinctive resin tags) في حين تعدّل اللّواصق ذاتية التّخريش فقط طبقة اللّطاخة دون إزالتها وبالتّالي تشَكُل طبقة هجينة أقلّ وضوحاً واستطالات راتنجية أصغر (smaller resin tags) (Binus et al., 2013).

وأخيراً قد يكون لاختلاف حجم الحبيبات المالئة ونسبتها وتركيب كل من الأسمنت الراتنجي والراتنج المركب السيال واختلاف خصائصهما الميكانيكية دور في الفروق الجوهرية الملاحظة (Takahashi et al., 2002).

لم نجد فروقاً جوهرية بين المجموعة الشّاهدة ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة وقد يعزى ذلك لعدم وجود تأثير جوهري لزيادة قطر الوتد في ثباته إذ يمكن اعتبار الوتد الأساسي مع الأوتاد الإضافيّة وتداً واحداً ذا قطر أكبر (Neto et al., 2011; Mirmohammadi et al., 2013).

1.2.4 مناقشة نتائج دراسة نمط الفشل الحاصل في عيّنة البحث وفقاً لنوع التّعديل المطبّق على الأوتاد:

تبين عند دراسة نوع الفشل الحاصل بين الأسمنت والوتد أنّ نمط الفشل السّائد كان تماسكياً ضمن الأسمنت في كل مجموعات الدراسة وذلك حسب المعيار المذكور في طريقة العمل، إذ لوحظ وجود طبقة من الأسمنت على سطح الوتد قد تكون ناتجة عن تكسر طبقة الأسمنت أو عن انفصال طبقة الأسمنت عن العاج الجذري، وهذا يدل على أنّ التصاق الأسمنت مع الوتد كان أقوى أو يساوي التصاقه مع العاج الجذري.

أظهرت نتائج الدّراسة الإحصائيّة باستخدام اختبار كاي مربع عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائيّة في تكرارات نوع الفشل الحاصل في عيّنة البحث مهما كان نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد وبالتّالي ليس هناك علاقة بين نوع التّعديل المطبّق على الأوتاد ونمط الفشل الحاصل.

- يمكننا القول إنّ هناك توافقاً منطقياً بين نتائج هذه الدّراسة ونتائج دراسة Faria-e-Silva وزملائه إذ وجدوا أنّ تبطين أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب حسّن من ثباتها في الأقنيّة ذات الانفتاح التّاجي الكبير في كل المستويات (تاجي–متوسط–ذروي) (Faria-e-Silva et al., 2009).
- اتّفقت هذه الدراسةُ مع دراسةِ Macedo وزملائها عام 2010 إذ وجدت أنّ لتبطين أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب دوراً في تحسين ثباتها وذلك عند استخدام اختبار السحب (Pull-out) كما وجدت أنّ لطول الوتد الملصق في القناة ولنوع الأسمنت المستخدم في الإلصاق أثراً في ثباته (Macedo et al., 2010).
- وبشكل مشابه اتفقت دراستنا مع دراسة أخرى وجدت أن تبطين أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب حسن بشكل جوهري من ثباتها مقارنة بمثيلتها غير المبطنة (Kang et al., 2011).
- اتّفقنا مع دراسة لتحري أثر استخدام الأوتاد الإضافيّة في تحسين ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الملّصقة في الأقنيّة الجذريّة ذات الانفتاح التّاجي الكبير إذ لم يجد الباحثون فروقاً جوهرية في ثبات الأوتاد الملّصقة وحدها ومثيلتها الملّصقة بإضافة وتدين إضافيين أو خمسة أوتاد إضافيّة (Li et al., 2011).

- كما اتّفقنا مع دراسة قام بها Neto وزملاؤه عام 2011 واستخدم فيها اختبار السّحب لدّراسة أثر استخدام أوتاد ذات أقطار مختلفة مع أوتاد إضافيّة أو بدونها في زيادة قوّة ارتباطها، وخلص الباحثون إلى أنّ زيادة قطر الوتد واستخدام الأوتاد الإضافيّة لا يحسّن من ثبات الأوتاد ممّا يدعم فرضيتنا باعتبار الأوتاد الإضافيّة إلى جانب الوتد الرئيسي وتداً واحداً ذا قطر أكبر قد يكون السبب وراء عدم وجود فروق جوهرية بين المجموعة الشّاهدة ومجموعة الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة (Neto et al., 2011).
- تعارضت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة (Giovannetti et al., 2012) إذ لم يجد الباحثون فروقاً جوهرية بين ثبات الأوتاد الملّصقة بالأسمنت الرّاتنجي Calibra (Dentsply) ومثيلتها الملّصقة بالرّاتنج المركّب السّيّال SureFil SDR (Dentsply) وقد يعود هذا التعارض إلى كون الرّاتنج السّيّال SureFil SDR ضوئي التّصلّب إضافةً لاختلاف نوع الاختبار الميكانيكيّ المستخدم لأن استخدم الباحث اختبار الدّفع Push-out في حين استخدمنا اختبار السّحب Pull-out.
- كما اختلفت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة Binus وزملاؤه حيث لم تلاحظ فروق جوهرية في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الملصقة بأسمنت Multilink (Ivoclar Vivadent) ثنائي التصلب ومثيلتها الملصقة بالراتنجات المركبة السيّالة ثنائية التصلب المخصصة للإلصاق وبناء القلوب MultiCore Flow (Ivoclar Vivadent) و LuxaCore Z (DMG)، وقد يكون لاستخدام الباحث لأسنان بقرية لإنجاز بحثه أثر في هذا الاختلاف (Binus et al., 2013).

- وبشكل مشابه اختلفت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة (Juloski et al., 2013) حيث أظهرت الأوتاد الملّصقة بالأسمنت الرّاتنجي ثنائي التّصلّب Nexus Third Generation (Kerr) ثباتاً مشابهاً لمثيلتها الملّصقة بالرّاتنج المركّب السّيّال SureFil SDR (Dentsply) وأعلى من مثيلتها الملّصقة بالرّاتنج المركّب السّيّال ذاتيّ الإلصاق Vertise Flow (Kerr) ويمكن أن نعزو هذا الاختلاف لاختلاف نوع الاختبار الميكانيكي ولاختلاف نوعي الرّاتنج المركّب السّيّال المستخدمين وكونهما ضوئيا التّصلّب.
- اتّفقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة قامت بها Ohlmann وزملاؤها عام 2008 والتي خلصت إلى أنّ أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الملّصقة بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب Rebilda DC (Voco) المخصّص للإلصاق وبناء القلوب أظهرت ثباتاً أعلى من مثيلتها الملّصقة بالأسمنت الرّاتنجي ثنائي التّصلّب Variolink II (Ivoclar Vivadent) (Ohlmann et al., 2008).

ويجدر بالذكر أنه قد لا يكون من الملائم مقارنة نتائج الدّراسات المخبرية فيما بينها نظراً لاعتماد نتائجها على ظروف التّجربة وتصميمها ويبقى الهدف من المقارنة المناقشة بأسلوب علمي بهدف الارتقاء بالبحث العلمي.

إسهامات البحث (Our contribution):

يجب أن نشير أن معظم الدراسات المنشورة في الأدب الطبي على حد معرفتنا ركزت على أحد طرق تعديل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف والتي من شأنها تحسين ثبات الأوتاد ومقاومة انكسار الأسنان المرممة بها في الأقنية ذات الانفتاح التاجي الكبير، في حين

حاولنا في دراستنا بحث ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في الأقنية الجذريّة البيضوية وذلك من خلال مقارنة طرق التعديل المختلفة التي من شأنها زيادة انطباق الأوتاد وبالتالي ثباتها ويمكن إنجازها سريرياً في وقت قصير دون الحاجة لأوتاد أو مواد خاصة أو إجراءات مخبرية إضافية مما يساعد الممارس على حل المشكلات التي قد تواجهه ويسهم في إبقاء العمل محصوراً في العيادة وبالتالي توفير الوقت والجهد والكلفة، كما حاولنا قدر المستطاع بأن تكون طريقة العمل وظروفه مشابهة للواقع السريري.

محدوديات البحث (Limitations):

لابد من ذكر بعض التحديات التي واجهتنا خلال إنجاز هذه الدراسة فقد كان من الصّعب دراسة نوع الفشل الحاصل بين العاج والأسمنت بسبب وجود بعض التّعقيدات التّقنية الخاصة بعمل مقاطع طولانية في الجذور بعد انفصال الأوتاد عنها، ولعلّ هذا من محدوديات الدّراسة التي لم نتمكن من تجاوزها، غير أنّ ملاحظة نوع الفشل بين الأسمنت والأوتاد قدّم معلومات مفيدة عن موضع الانفصال ونسبته وقدّم تأكيداً على أهمية العمل الذي قمنا به في هذا البحث.

كما تضاف بعض الصعوبات التقنية المتعلقة بجهاز الاختبارات الميكانيكية المستخدم لإنجاز هذه الدراسة والتي حدت من قدرتنا على إجراء اختبارات أخرى لدراسة ثبات الأوتاد كاختبار الدفع مثلاً، وبعض الصعوبات المادية التي أثرت في اختيارنا لحجم العينة وعدد الأسمنتات المستخدمة.

الباب الخامس

الإستنتاجات
Conclusions

تبعاً لمحدوديات هذه الدّراسة، يمكن استنتاج مايلي:

1- يُحسّن تعديل (تبطين) أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب من ثباتها عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

2- لم يُحسّن استخدام الأوتاد الإضافيّة إلى جانب الوتد الرئيسيّ من ثباته عند إلصاقه في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

3- تبدي أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الملّصقة في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة باستخدام الرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب المخصّص للإلصاق وبناء القلوب ثباتاً أعلى من مثيلتها الملّصقة بالأسمنت الرّاتنجيّ ثنائيّ التّصلّب.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات
Suggestions & Recommendations

1.6 مقترحات لأبحاث مُستقبليّة:

بناءً على نتائج هذه الدّراسة يمكن اقتراح مايلي:

1- إجراء دراسة مخبريّة لمقارنة ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف الدائريّة بمثيلتها البيضويّة عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

2- إجراء دراسة مخبريّة لمعرفة أثر تعديل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في مقاومة انكسار الأسنان بيضويّة الأقنيّة المرممة بها.

3- إجراء دراسة مخبريّة حول تأثير الأنماط المختلفة من الأسمنتات واللّواصق في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف داخل الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

4- إجراء دراسة مخبريّة لمعرفة تأثير ثخانة طبقة الأسمنت الرّاتنجي في ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف والتسرب الحفافي حولها ومقاومة الأسنان المرممة بها للانكسار.

5- إجراء دراسة سريريّة لمعرفة أثر تعديل أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في ديمومة ونجاح ترميم الأسنان المتهدمة والمعالجة لبّيّاً.

2.6 التّوصيات:

من خلال نتائج هذه الدّراسة، ومناقشتها يمكن التوصل إلى التّوصيات التّالية:

1- تعديل (تبطين) أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالرّاتنج المركّب لزيادة ثباتها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة أو استخدام الرّاتنج المركّب السّيّال ثنائي التّصلّب المخصص للإلصاق وبناء القلوب عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة نظراً لما يقدمه من ثبات جيد وتقليل لمناطق الاتصال البيني بين المواد المختلفة والتي قد تشكل مناطقَ محتملة لحدوث الفشل، نتيجة عدم الحاجة إلى استخدام مادة للإلصاق وأخرى لبناء القلوب، وما يترتب على ذلك من تسهيل للعمل السريريّ وتوفيرٍ للوقت والجهد والكلفة.

2- لا يُنصح باستخدام الأوتاد الإضافيّة لزيادة ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة نظراً لعدم قدرتها على زيادة ثبات الأوتاد المعدّلة بها عن مثيلتها غير المعدّلة.

الباب السابع

المراجع
References

References:

A

1. Akgungor G and Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *The Journal of prosthetic dentistry,* 2006; 95(5): 368-378.
2. Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M and Tagami J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. *J Dent,* 2004; 32(6): 443-50.
3. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM and Tagami J. Regional bond strengths of a dual-cure resin core material to translucent quartz fiber post. *Am J Dent,* 2006; 19(1): 51-5.
4. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM and Tagami J. Mechanical properties and bond strength of dual-cure resin composites to root canal dentin. *Dent Mater,* 2007; 23(2): 226-34.
5. Al-Tayyan MH, Watts DC, Kurer HG and Qualtrough AJ. Is a "Flexible" Glass Fiber-Bundle Dowel System as Retentive as a "Rigid" Quartz Fiber Dowel System? *Journal of Prosthodontics,* 2008; 17(7): 532-537.
6. Albers HF. *Tooth-colored Restoratives: Principles and Techniques.* 9th ed., Hamilton, London:BC Decker Inc, 2002: 81-83,87,88.
7. Alfredo E, De Souza ES, Marchesan MA, Paulino SM, Gariba-Silva R and Sousa-Neto MD. Effect of eugenol-based endodontic cement on the adhesion of intraradicular posts. *Braz Dent J,* 2006; 17(2): 130-3.
8. Asmussen E, Peutzfeldt A and Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent,* 2005; 94(4): 321-9.

B

9. Baba NZ, Golden G and Goodacre CJ. Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results. *J Prosthodont,* 2009; 18(6): 527-36.
10. Bachicha WS, Difiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP and Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod,* 1998; 24(11): 703-8.
11. Bateman G, Ricketts DN and Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. *Br Dent J,* 2003; 195(1): 43-8; discussion 37.
12. Binus S, Koch A, Petschelt A and Berthold C. Restoration of endodontically treated teeth with major hard tissue loss--bond strength of conventionally and adhesively luted fiber-reinforced composite posts. *Dent Traumatol,* 2013; 29(5): 339-54.
13. Boksman L, Hepburn AB, Kogan E, Friedman M and De Rijk W. Fiber post techniques for anatomical root variations. *Dent Today,* 2011; 30(5): 104, 106-11.
14. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer J-M and Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dental Materials,* 2003; 19(3): 199-205.

15. Braga RR, Boaro LC, Kuroe T, Azevedo CL and Singer JM. Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and 'C'factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. *Dental Materials,* 2006; 22(9): 818-823.
16. Breschi L, Mazzoni A and Ferrari M. Adhesion to intra-radicular dentin. *In:* Ferrari M, Breschi L and Grandini S (eds.) *Fiber Posts and Endodontically Treated Teeth: A Compendium of Scientific and Clinical Perspectives.* 1 st ed. Wendywood, South Africa: Modern Dentistry Media, 2008: 19–24.
17. Bru E, Forner L, Llena C and Almenar A. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. *J Clin Exp Dent,* 2013; 5(3): e150-3.

C

18. Cagidiaco MC, Radovic I, Simonetti M, Tay F and Ferrari M. Clinical performance of fiber post restorations in endodontically treated teeth: 2-year results. *Int J Prosthodont,* 2007; 20(3): 293-8.
19. Cheleux N. The ellipson concept: an ultrasonic canal preparation combined with an oval fiber post. *Int Dent SA,* 2008; 10(2): 68-73.
20. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc,* 2005; 136(5): 611-9.
21. Chiayi S. Dental Cements. *In:* Anusavice KJ and Phillips RW (eds.) *Phillips' science of dental materials.* 11th ed. St. Louis, Mo: Saunders, 2003: 464,486,487.
22. Chieffi N, Chersoni S, Papacchini F, Vano M, Goracci C, Davidson CL, Tay FR and Ferrari M. The effect of application sustained seating pressure on adhesive luting procedure. *Dent Mater,* 2007; 23(2): 159-64.
23. Coniglio I, Carvalho CA, Magni E, Cantoro A and Ferrari M. Post space debridement in oval-shaped canals: the use of a new ultrasonic tip with oval section. *Journal of endodontics,* 2008a; 34(6): 752-755.
24. Coniglio I, Garcia-Godoy F, Magni E, Carvalho CA and Ferrari M. Resin cement thickness in oval-shaped canals: oval vs. circular fiber posts in combination with different tips/drills for post space preparation. *Am J Dent,* 2009; 22(5): 290-4.
25. Coniglio I, Magni E, Cantoro A, Goracci C and Ferrari M. Push-out bond strength of circular and oval-shaped fiber posts. *Clin Oral Investig,* 2011; 15(5): 667-72.
26. Coniglio I, Magni E, Goracci C, Radovic I, Carvalho CA, Grandini S and Ferrari M. Post space cleaning using a new nickel titanium endodontic drill combined with different cleaning regimens. *Journal of endodontics,* 2008b; 34(1): 83-86.
27. Craig RG and Powers JM. *Restorative dental materials.* 11th ed., St. Louis:Mosby, 2002: 232.

D

28. D'arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F and D'amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent,* 2007a; 98(3): 193-8.
29. D'arcangelo C, D'amario M, De Angelis F, Zazzeroni S, Vadini M and Caputi S. Effect of application technique of luting agent on the retention of three types of fiber-reinforced post systems. *J Endod,* 2007b; 33(11): 1378-82.
30. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P and Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater,* 2004; 20(10): 963-71.

31. Demarchi MGDA and Sato EFL. Leakage of interim post and cores used during laboratory fabrication of custom posts. *Journal of endodontics,* 2002; 28(4): 328-329.
32. Demiryurek EO, Kulunk S, Yuksel G, Sarac D and Bulucu B. Effects of three canal sealers on bond strength of a fiber post. *J Endod,* 2010; 36(3): 497-501.
33. Dietschi D, Duc O, Krejci I and Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int,* 2008; 39(2): 117-29.
34. Drummond JL. In vitro evaluation of endodontic posts. *Am J Dent,* 2000; 13(Spec No): 5B-8B.

E

35. El-Mowafy O. The use of resin cements in restorative dentistry to overcome retention problems. *J Can Dent Assoc,* 2001; 67(2): 97-102.

F

36. Fakiha Z, Al-Aujan A and Al-Shamrani S. Retention of cast posts cemented with zinc phosphate cement using different cementing techniques. *J Prosthodont,* 2001; 10(1): 37-41.
37. Faria-E-Silva AL, Pedrosa-Filho Cde F, Menezes Mde S, Silveira DM and Martins LR. Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J Appl Oral Sci,* 2009; 17(6): 600-4.
38. Fernandes AS, Shetty S and Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent,* 2003; 90(6): 556-62.
39. Ferracane JL, Stansbury JW and Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil,* 2011; 38(4): 295-314.
40. Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S, De Sanctis M and Goracci C. Post placement affects survival of endodontically treated premolars. *J Dent Res,* 2007; 86(8): 729-34.
41. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC and Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent,* 2000a; 13(5): 255-60.
42. Ferrari M, Vichi A and Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater,* 2001; 17(5): 422-9.
43. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F and Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent,* 2000b; 13(Spec No): 9B-13B.
44. Fischer DE. Benefits of fiber posts: clinical application of a new post system. *Dent Today,* 2008; 27(2): 138, 140, 142 passim.

G

45. Galhano GA, Valandro LF, De Melo RM, Scotti R and Bottino MA. Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts. *J Endod,* 2005; 31(3): 209-11.
46. Garg N, Garg A and Mittal N. *Textbook of Operative Dentistry.* 2nd ed., New Delhi, India:Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013: 300-301.

47. Giachetti L, Russo DS, Bertini F and Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *Journal of dentistry,* 2004; 32(8): 629-634.
48. Giovannetti A, Goracci C, Vichi A, Chieffi N, Polimeni A and Ferrari M. Post retentive ability of a new resin composite with low stress behaviour. *J Dent,* 2012; 40(4): 322-8.
49. Goodacre CJ and Spolnik KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. *J Prosthodont,* 1994; 3(4): 243-50.
50. Goracci C, Corciolani G, Vichi A and Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res,* 2008; 87(12): 1122-6.
51. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR and Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod,* 2005a; 31(8): 608-12.
52. Goracci C and Ferrari M. Potential new trends:post space preparation with Nickel-Titanium instruments using new types of fiber posts and techniques *In:* Ferrari M, Breschi L and Grandini S (eds.) *Fiber Posts and Endodontically Treated Teeth: A Compendium of Scientific and Clinical Perspectives.* 1 st ed. Wendywood, South Africa: Modern Dentistry Media, 2008: 80-83.
53. Goracci C and Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J,* 2011; 56 Suppl 1(77-83.
54. Goracci C, Grandini S, Bossu M, Bertelli E and Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent,* 2007; 35(11): 827-35.
55. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR and Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent,* 2005b; 30(5): 627-35.
56. Grande NM, Butti A, Plotino G and Somma F. Adapting fiber-reinforced composite root canal posts for use in noncircular-shaped canals. *Pract Proced Aesthet Dent,* 2006; 18(9): 593-9; quiz 600.
57. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A and Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent,* 2005a; 7(3): 235-40.
58. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR and Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent Mater,* 2005b; 21(2): 75-82.
59. Grandini S, Sapio S and Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *Journal of Adhesive Dentistry,* 2003; 5(243-247.
60. Gu XH and Kern M. Marginal discrepancies and leakage of all-ceramic crowns: influence of luting agents and aging conditions. *Int J Prosthodont,* 2003; 16(2): 109-16.

H

61. Hagge MS, Wong RD and Lindemuth JS. Effect of three root canal sealers on the retentive strength of endodontic posts luted with a resin cement. *Int Endod J,* 2002; 35(4): 372-8.
62. Hatrick CD, Eakle WS and Bird WF. *Dental materials: clinical applications for dental assistants and dental hygienists.* 1 st ed.:Saunders, 2003: 180-183.

63. Hussain S. *Textbook of Dental Materials.* 1st ed., New Delhi, India:Jaypee Brothers Medical Publishers, 2004: 183.

I

64. Ishizuka T, Kataoka H, Yoshioka T, Suda H, Iwasaki N, Takahashi H and Nishimura F. Effect of NaClO treatment on bonding to root canal dentin using a new evaluation method. *Dent Mater J,* 2001; 20(1): 24-33.

J

65. Jongsma LA, Kleverlaan CJ and Feilzer AJ. Influence of surface pretreatment of fiber posts on cement delamination. *Dent Mater,* 2010; 26(9): 901-7.
66. Juloski J, Goracci C, Radovic I, Chieffi N, Vichi A, Vulicevic ZR and Ferrari M. Post-retentive ability of new flowable resin composites. *Am J Dent,* 2013; 26(6): 324-8.

K

67. Kang Y, Cho Y, Yu K, Lee W and Kim A. Comparison of Push-out Bond Strengths According to Relining Procedure and Cement Type on Fiber Post. *Journal of Dental Rehabilitation and Applied Science,* 2011; 27(3).
68. Kremeier K, Fasen L, Klaiber B and Hofmann N. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater,* 2008; 24(5): 660-6.
69. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A and Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont,* 2004; 17(3): 357-63.

L

70. Lamichhane A, Xu C and Zhang FQ. Dental fiber-post resin base material: a review. *J Adv Prosthodont,* 2014; 6(1): 60-5.
71. Li Q, Xu B, Wang Y and Cai Y. Effects of auxiliary fiber posts on endodontically treated teeth with flared canals. *Oper Dent,* 2011; 36(4): 380-9.
72. Love RM and Purton DG. The effect of serrations on carbon fibre posts-retention within the root canal, core retention, and post rigidity. *Int J Prosthodont,* 1996; 9(5): 484-8.

M

73. Macedo VC, Faria E Silva AL and Martins LR. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J Endod,* 2010; 36(9): 1543-6.
74. Maceri F, Martignoni M and Vairo G. Mechanical behaviour of endodontic restorations with multiple prefabricated posts: a finite-element approach. *J Biomech,* 2007; 40(11): 2386-98.
75. Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF and Muench A. Microtensile bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using translucent and opaque fiber-reinforced composite posts. *J Prosthet Dent,* 2007; 97(3): 165-72.
76. Mannocci F, Ferrari M and Watson TF. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber, and zirconium dioxide ceramic root canal posts. *J Adhes Dent,* 1999a; 1(2): 153-8.

77. Mannocci F, Ferrari M and Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *J Prosthet Dent,* 2001a; 85(3): 284-91.
78. Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M and Watson TF. Confocal and scanning electron microscopic study of teeth restored with fiber posts, metal posts, and composite resins. *J Endod,* 1999b; 25(12): 789-94.
79. Mannocci F, Sherriff M and Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. *J Endod,* 2001b; 27(12): 758-61.
80. Mezzomo E, Massa F and Libera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quintessence Int,* 2003; 34(4): 301-6.
81. Mirmohammadi H, Gerges E, Salameh Z and Wesselink PR. Effect of post diameter and cement thickness on bond strength of fiber posts. *Quintessence Int,* 2013; 44(10): 801-10.
82. Monticelli F, Grandini S, Goracci C and Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. *Int J Prosthodont,* 2003; 16(6): 593-6.
83. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M and Ferrari M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: a literature review. *Oper Dent,* 2008; 33(3): 346-55.
84. Muniz L and Mathias P. The influence of sodium hypochlorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. *Oper Dent,* 2005; 30(4): 533-9.

N

85. Neto GPA, Pinto WRS, Klautau EB and Alves BP. Pull-out strength of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different diameters. *RGO,* 2011; 59(4): 609-614.
86. Novais VR, Quagliatto PS, Bona AD, Correr-Sobrinho L and Soares CJ. Flexural modulus, flexural strength, and stiffness of fiber-reinforced posts. *Indian J Dent Res,* 2009; 20(3): 277-81.

O

87. Ohlmann B, Fickenscher F, Dreyhaupt J, Rammelsberg P, Gabbert O and Schmitter M. The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts. *J Dent,* 2008; 36(1): 87-92.
88. Ozcan E, Cetin AR, Tuncdemir AR and Ulker M. The effect of luting cement thicknesses on the push-out bond strength of the fiber posts. *Acta Odontol Scand,* 2013; 71(3-4): 703-9.
89. Ozkurt Z, Iseri U and Kazazoglu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dent Mater J,* 2010; 29(3): 233-45.

P

90. Pawinska M and Skrzydlewska E. Release of hydroxyl ions from calcium hydroxide preparations used in endodontic treatment. *Rocz Akad Med Bialymst,* 2003; 48(145-9.
91. Perdigao J, Gomes G and Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater,* 2006; 22(8): 752-8.

92. Perez B, Barbosa SH, Melo RM, Zamboni SC, Ozcan M, Valandro LF and Bottino MA. Does the thickness of the resin cement affect the bond strength of a fiber post to the root dentin? *The International journal of prosthodontics,* 2005; 19(6): 606-609.
93. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP and Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int,* 2005; 36(9): 737-46.
94. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod,* 2004; 30(8): 559-67.
95. Pilo R, Cardash HS, Levin E and Assif D. Effect of core stiffness on the in vitro fracture of crowned, endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent,* 2002; 88(3): 302-6.
96. Porciani PF, Coniglio I, Magni E and Grandini S. Fiber post fitting to canal anatomy: a review of the morphology and shape of root canal system. *Int Dent SA,* 2008a; 10(6): 52-58.
97. Porciani PF, Vano M, Radovic I, Goracci C, Grandini S, Garcia-Godoy F and Ferrari M. Fracture resistance of fiber posts: combinations of several small posts vs. standardized single post. *Am J Dent,* 2008b; 21(6): 373-6.

Q

98. Qualtrough AJ, Chandler NP and Purton DG. A comparison of the retention of tooth-colored posts. *Quintessence Int,* 2003; 34(3): 199-201.

R

99. Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N and Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci,* 2008a; 116(6): 557-63.
100. Radovic I, Monticelli F, Cury AH, Bertelli E, Vulicevic ZR and Ferrari M. Coupling of composite resin cements to quartz fiber posts: a comparison of industrial and chairside treatments of the post surface. *J Adhes Dent,* 2008b; 10(1): 57-66.
101. Ravi RK, Alla RK, Shammas M and Devarhubli A. Dental Composites - A Versatile Restorative Material: An Overview. *Indian Journal of Dental Sciences,* 2013.
102. Rengo C, Spagnuolo G, Ametrano G, Juloski J, Rengo S and Ferrari M. Micro-computerized tomographic analysis of premolars restored with oval and circular posts. *Clin Oral Investig,* 2014; 18(2): 571-8.
103. Rolland SL, Carrick TE, Walls AW and Mccabe JF. Dentin decontamination using chloramine T prior to experiments involving bacteria. *Dental Materials,* 2007; 23(12): 1468-1472.
104. Rosenstiel SF, Land MF and Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics.* 4th ed., St. Louis, Mo:Mosby/Elsevier, 2006: 343,344,358.

S

105. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PE and Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dent Mater,* 2007; 23(1): 95-9.
106. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR and Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater,* 2001; 17(6): 542-56.

107. Schaeffer MA, White RR and Walton RE. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *J Endod,* 2005; 31(4): 271-4.
108. Schmage P, Ozcan M, Mcmullan-Vogel C and Nergiz I. The fit of tapered posts in root canals luted with zinc phosphate cement: a histological study. *Dent Mater,* 2005; 21(9): 787-93.
109. Schwartz RS, Murchison DF and Walker WA, 3rd. Effects of eugenol and noneugenol endodontic sealer cements on post retention. *J Endod,* 1998; 24(8): 564-7.
110. Schwartz RS and Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod,* 2004; 30(5): 289-301.
111. Scotti N, Forniglia A, Bergantin E, Paolino DS, Pasqualini D and Berutti E. Fibre post adaptation and bond strength in oval canals. *Int Endod J,* 2014; 47(4): 366-72.
112. Signore A, Kaitsas V, Ravera G, Angiero F and Benedicenti S. Clinical evaluation of an oval-shaped prefabricated glass fiber post in endodontically treated premolars presenting an oval root canal cross-section: a retrospective cohort study. *Int J Prosthodont,* 2011; 24(3): 255-63.
113. Simon JF and De Rijk WG. Dental Cements. *Inside Dentistry,* 2006; 2(2): 42-47.
114. Soares CJ, Mitsui FH, Neto FH, Marchi GM and Martins LR. Radiodensity evaluation of seven root post systems. *Am J Dent,* 2005; 18(1): 57-60.
115. Stamatacos C and Simon JF. Cementation of indirect restorations: an overview of resin cements. *Compend Contin Educ Dent,* 2013; 34(1): 42-4, 46.
116. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent,* 1999; 81(4): 380-5.
117. Sümer E and Değer Y. Contemporary permanent luting agents used in dentistry: A literature review. *Int Dent Res,* 2011; 1(1): 26-31.

T

118. Takahashi A, Sato Y, Uno S, Pereira PN and Sano H. Effects of mechanical properties of adhesive resins on bond strength to dentin. *Dent Mater,* 2002; 18(3): 263-8.
119. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN and Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod,* 2005; 31(8): 584-9.
120. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM and Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent,* 2003; 5(1): 27-40.
121. Teixeira CS, Silva-Sousa YT and Sousa-Neto MD. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. *J Endod,* 2009; 35(7): 1034-9.
122. Terry DA and Swift EJ. Post-and-cores: past to present. *Dent Today,* 2010; 29(1): 132, 134-5.
123. Tian T, Tsoi JK-H, Matinlinna JP and Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dental Materials,* 2014.
124. Tian Y, Mu Y, Setzer FC, Lu H, Qu T and Yu Q. Failure of fiber posts after cementation with different adhesives with or without silanization investigated by pullout tests and scanning electron microscopy. *J Endod,* 2012; 38(9): 1279-82.

125. Torbjorner A and Fransson B. Biomechanical aspects of prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont,* 2004; 17(2): 135-41.

V

126. Vano M, Cury AH, Goracci C, Chieffi N, Gabriele M, Tay FR and Ferrari M. The effect of immediate versus delayed cementation on the retention of different types of fiber post in canals obturated using a eugenol sealer. *J Endod,* 2006a; 32(9): 882-5.
127. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR and Ferrari M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J,* 2006b; 39(1): 31-9.
128. Vichi A, Grandini S, Davidson CL and Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater,* 2002; 18(7): 495-502.
129. Von Fraunhofer JA. *Dental Materials at a Glance.* ed.:Wiley, 2013: 62.

W

130. Wu M-K, R'oris A, Barkis D and Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology,* 2000; 89(6): 739-743.

Y

131. Yu H, Zheng M, Chen R and Cheng H. Proper selection of contemporary dental cements. *Oral Health Dent Manag,* 2014; 13(1): 54-9.

Z

132. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I and Van Meerbeek B. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater,* 2008; 24(7): 967-77.

المراجع العربية:

1- الحوراني، أحمد. أبونصار، جهاد. ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالالياف الملّصقة بأسمنتات راتنجية مختلفة (بحث مخبري). (ماجستير)، سورية، جامعة دمشق، 2008، ص94.

2- العمري، بتول. جاموس، عصام. تقييم تأثير المواد الحاشية للأقنية الجذريّة على ثبات أوتاد الألياف الملّصقة بالأسمنتات الرّاتنجية (دراسة مخبرية). (ماجستير)، سورية، جامعة دمشق، 2013، ص78، 109

3- زيتون، أماني. علاف، ميرزا. تأثير مُعاملة سطح أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف على قوّة ارتباطها مع الأسمنت الرّاتنجي (دراسة مخبرية). (ماجستير)، سورية، جامعة دمشق، 2013، ص88.

الخلاصة

Abstract

الخُلاصة باللغة العربيّة:

تُلصق أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف بالأسمنت الرّاتنجي وقد دعت الحاجة إلى دراسة العوامل التي تؤثر في ثبات الأوتاد، ومايزال موضوع الاختلاف الشّكلي بين الوتد والأقنيّة الجذريّة البيضويّة وتأثيره في ثبات الأوتاد أمراً مثيراً للجدل.

الهدف: مقارنة ثبات كل من أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف المعدّلة وغير المعدّلة عند إلصاقها في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة.

المواد والطرائق: حُضِّرت الأقنيّة الجذريّة بيضويّة الشّكل لأربعين ضاحكة بشريّة مقلوعة حديثاً وحيدة الجذر وحيدة القناة بعد قص تيجانها ومعالجتها لبّيّاً لاستقبال أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بألياف الكوارتز (DT Light-Post Illusion X-RO, RTD, St.Egreve, France)، ثمّ جرى توزيعها عشوائيّاً حسب نوع التّعديل المراد إنجازه على الأوتاد على أربع مجموعات متساوية. المجموعة الأولى (الشّاهدة) (n=10) تُركت فيها الأوتاد دون تعديل، المجموعة الثانية (n=10) عُدّلت فيها الأوتاد بإضافة وتدين إضافيين إلى جانب الوتد الرئيسيّ، المجموعة الثالثة (n=10) عُدّلت (بُطّنت) فيها الأوتاد بالرّاتنج المركّب، المجموعة الرابعة (n=10) أُلصقت فيها الأوتاد بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب المخصص للإلصاق وبناء القلوب (CORECEM, RTD, St.Egreve, France)، أُلصقت الأوتاد في المجموعات الثلاث الأولى بالأسمنت الرّاتنجي ثنائيّ التّصلّب (Panavia F2.0, Kuraray, Okayama, Japan).

حُفظت الجذور في جو رطوبة 100% ودرجة حرارة 37˚ لمدة 24 ساعة، ثمّ أخضعت لاختبار السحب (Pull-out) بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكيّة العام، سُجّلت مقاومة الوتد لخروجه من غمده في كل عيّنة بالكيلوغرام الثّقليّ، وأجريت الدّراسة الإحصائيّة لنتائج الاختبارات بواسطة اختبار التباين وحيد الجانب One-way ANOVA واختبار Bonferroni ($\alpha = 0.05$)، كما تمّت دراسة نمط الفشل الحاصل باستخدام المنظار المُجسِّم تحت التكبير (20X)

النتائج: أبدت الأوتاد المعدّلة (المبطّنة) بالرّاتنج المركّب ثباتاً أعلى من الأوتاد في المجموعة الشّاهدة ($P < 0.05$)، كما أظهرت الأوتاد المعدّلة (الملصقة) بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب المخصص للإلصاق وبناء القلوب ثباتاً أعلى من الأوتاد في المجموعة الشّاهدة ($P < 0.05$)، في حين لم تلاحظ فروق جوهرية في بقية المقارنات الثنائيّة بين المجموعات ($P > 0.05$)، كان نمط الفشل السائد تماسكياً ضمن الأسمنت في كل المجموعات.

الاستنتاجات: يزداد ثبات أوتاد الرّاتنج المركّب المقوّى بالألياف في الأقنيّة الجذريّة البيضويّة عند تبطينها بالرّاتنج المركّب أو عند إلصاقها بالرّاتنج المركّب السّيّال ثنائيّ التّصلّب المخصّص للإلصاق وبناء القلوب.

الكلمات المفتاحية: الأقنيّة الجذريّة البيضويّة، أوتاد الألياف، المعالجة اللبّيّة، الأسمنت الرّاتنجي.

الخُلاصة باللغة الإنجليزيّة:

Background: Fiber reinforced composite resin (FRC) posts are luted with resin cements. Many factors affect posts retention; however, there is a concern regarding the mismatch between the posts and oval root canals and its effect on posts retention.

Aim: To compare the retention of modified and unmodified fiber reinforced composite resin posts luted in oval root canals.

Materials and Methods: Forty extracted single rooted human premolars with single oval-shaped root canals were decoronated, endodontically treated, and prepared to recieve quartz reinforced composite resin posts (DT Light-Post Illusion X-RO, RTD, St. Egreve, France), then they were randomly assigned to four groups.

The posts in the first group (control) (n=10) were left unmodified. The posts in the second group (n=10) were modified with two accessory fiber posts alongside the master post. The posts in the third group (n=10) were modified (relined) with composite resin, whereas the posts in the fourth group (n=10) were luted with dual cure flowable composite used for both post cementation and core build-up (CORECEM, RTD, St. Egreve, France). The posts in the first three groups were cemented with dual cure resin cement (Panavia F2.0, Kuraray, Okayama, Japan). All samples were then stored in 100% relative humidity, at 37˚C for 24 hours then pull-out test was performed and data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Bonferonni's post hoc test ($\alpha = 0.05$). Failure mode was observed under stereoscope (20X magnification).

Results: The posts modified (relined) with composite resin showed higher retention values than unmodified posts in control group ($P<0.05$); the posts modified (luted) with dual cure flowable composite used for both post cementation and core build-up showed higher retention values than unmodified posts in control group ($P<0.05$). No significant differences were observed in the rest of pairs comparisons between groups($P>0.05$).

The predominant failure mode was cohesive within cement in all groups.

Conclusions: The retention of fiber reinforced composite resin posts in oval root canals increased when the posts were relined with composite resin or when they were luted with dual cure flowable composite used for both post cementation and core build-up; no beneficial effects in enhancing retention were observed when the posts were modified with accessory fiber posts.

Keywords: resin cement, fiber post, Endodontics, oval root canals.

الملحق
Appendix

- الصيغة الرياضية المستخدمة في توليد الأرقام العشوائية:

A1 = Rand()

A40 =Rand()

B1 =RANK(A1;A$1:A$40)

B40 =RANK(A40;A$1:A$40)

جدول يبين قيم قوى الشّدّ بالكيلوغرام الثّقليّ لعينات المجموعات الأربع المدروسة.

المجموعة / رقم العينة	المجموعة الشاهدة الأوتاد دون تعديل	الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة	الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب	الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السيال ثنائي التّصلّب
1	14	18	21	24.5
2	11	12.8	16.5	20
3	12.6	17.4	32.7	24
4	11.8	25	31.8	18
5	12.5	9.8	20.2	22.2
6	18.5	9	15.5	13.4
7	25.2	16.2	17.4	21.6
8	9.1	18.5	13.4	23
9	8.5	24	21.5	30.7
10	17.2	16.4	26.4	16.4

جدول يبين نتائج دراسة نمط الفشل الحاصل في عينات المجموعات الأربع المدروسة.

المجموعة / رقم العينة	المجموعة الشاهدة الأوتاد دون تعديل	الأوتاد المعدّلة بالأوتاد الإضافيّة	الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب	الأوتاد المعدّلة بالرّاتنج المركّب السيال ثنائي التّصلّب
1	C	C	C	C
2	M	C	A	C
3	M	C	C	M
4	C	C	A	A
5	C	M	A	C
6	A	C	C	A
7	M	C	C	C
8	C	M	C	M
9	C	C	C	C
10	C	C	A	A

C: Cohesive, A: Adhesive, M: Mixed