الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم مداواة الأسنان

تقييم الأداء السريري لمادة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً في ترميم الآفات العنقية النخرية

دراسة سريرية مضبوطة معشاة

رسالة قُدّمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان اختصاص مداواة الأسنان

إعداد

أحمد بلوق

المشرف

المدرس الدكتور وائل اليوسف

أستاذ في قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق

2026 م

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا بالموافقة على تشكيل لجنة الحكم

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم /١٥٨٢/ المتخذ
بالجلسة رقم /١١/ تاريخ ٢٠٢٦/٢/٢

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم /٢٣١/ تاريخ ٢٠٢٦/١/٦
وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم /٢٥٠/ لعام ٢٠٠٦ .
قرار مجلس جامعة دمشق رقم /١٧٤٣/ص.م تاريخ ٢٠٢٢/٥/١٧ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الطالب
قرار مجلس جامعة دمشق رقم /٢٥٦١/ص.م تاريخ ٢٠٢٥/٧/١٦ بشأن الموافقة على نقل الإشراف
يستفيد الطالب من المرسوم رقم /٢٢٥/ تاريخ ٢٠٢٣/٨/٢٩ويمنح سنة إضافية اعتباراً من ٢٠٢٥/٥/١٧ لغاية ٢٠٢٦/٥/١٦
يستفيد الطالب من المرسوم رقم /٩٨/ تاريخ ٢٠٢٥/٦/١٥ ويمنح سنة إضافية اعتباراً من ٢٠٢٦/٥/١٧ لغاية ٢٠٢٧/٥/١٦

وبنتيجة المذاكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأليف لجنة الحكم على رسالة الماجستير في قسم مداواة الأسنان التي أعدها الطالب **أحمد محمد علي بلوق** بعنوان : ((تقييم الأداء السريري لمادة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوية على جزيئات فعالة حيوياً في ترميم الآفات العنقية النخرية " دراسة سريرية مضبوطة معشاة)) بكلية طب الأسنان من السادة:

د. محمد الطيان	الأستاذ المساعد في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً
د. وائل المهدي	المدرس في قسم علم النسج حول السنية	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص : علم النسج حول السنية	عضواً
د. وائل اليوسف	المدرس في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً مشرفاً

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

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

تصريح

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الأطروحة بعنوان **(تقييم الأداء السريري لمادة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً في ترميم الآفات العنقية النخرية: دراسة سريرية مضبوطة معشاة)** لا يوجد أي جزء منه أخذ بالكامل من عمل آخر، أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو أية جامعة أخرى، أو أي معهد تعليمي، وأن الأعمال والنتائج المذكورة كلها هي نتيجة جهودي الشخصية وبتوجيه من الأستاذ المشرف، وأن أية معلومات أو نتائج أخرى قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

كما أصرح أنه لا توجد أي مصالح مالية مع أي جهة تجارية لها مصلحة في نتائج هذا البحث، وقد تم تمويل البحث من قبل (جامعة دمشق) ولا توجد شروط تتدخل في النتائج، ولا توجد أي علاقات قرابة أو انتماءات مهنية مع أفراد أو مؤسسات قد تؤثر على موضوعية البحث.

أتعهد بأن المعلومات المذكورة أعلاه صحيحة ودقيقة وأتحمل المسؤولية القانونية والعلمية في حال ثبت خلاف ذلك.

طالب الماجستير

أحمد بلوق

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الأطروحة هو نتيجة بحث علمي قام به الطالب أحمد بلوق تحت إشراف الأستاذ الدكتور وائل اليوسف – جامعة دمشق – كلية طب الأسنان – قسم مداواة الأسنان، وأية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

الأستاذ المشرف

أ.د. وائل اليوسف

الإهداء

إلى سندي وملجئي الآمن .. إلى داعمي ومشجعي الدائم .. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار

والدي الحبيب

إلى حصني وملاذي الدافئ... إلى بسمة الحياة وسر الوجود .. إلى من كان دعاؤها سرَ نجاحي وحنانها بلسمَ جراحي .. إلى شقيقة الروح

أمي الحبيبة

إلى من أعيش بدفء وجوده ،أستمد التفاؤل منه

أخي العزيز

كلمة الشكر

بعد شكر الله عز وجل ومع قلب الصفحة الأخيرة من هذه الرحلة الطويلة والشاقّة لا بد من البوح بمشاعر الامتنان والتقدير لكل من كان له أيادٍ بيضاء في إنجاز هذا العمل وأخص بالذكر:

الأستاذ الدكتور وائل اليوسف والأستاذة الدكتورة سعاد عبود في قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق واللذين شرّفاني بإشرافهما على هذا البحث فكانا خير سند وخير معلم. أساتذتي وقدوتي لكم مني كل الشكر والامتنان.

وأتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ الدكتور محمد الطيان رئيس قسم المداواة والأستاذ الدكتور وائل المهدي لتكرمهما بقبول تحكيم هذا العمل المتواضع وإغنائه بعلمهم وخبرتهم

كما أقف إجلالاً واحتراماً أمام هذا الصرح العلمي الشامخ الصامد رغم كل الصعاب:

جامعة دمشق

أتوجه بالشكر بشكل خاص إلى كلية طب الأسنان بجامعة دمشق متمثلةً:

بالأستاذ الدكتور عمر حشمة عميد الكلية، والأستاذ الدكتور مهند لفلوف نائب العميد للشؤون العلمية، والأستاذ الدكتور حسان عاشور نائب العميد للشؤون الإدارية. والشكر موصول لكل أعضاء قسم مداواة الأسنان من أساتذة وموظفين لما قدّموه لي من علم ودعم في مختلف سنوات دراستي.

Table of contents قائمة المحتويات

الجزء التمهيدي INTRODUCTORY PART 2

أهداف البحث AIMS OF THE STUDY 8

الباب الأول: المراجعة النظرية LITERATURE REVIEW 10

1-1 الآفات العنقية CERVICAL LESIONS 11

1-1-1 تصنيف الآفات العنقية Classification of Cervical Lesions 11

1-2 الاسمنت الزجاجي الشاردي GLASS IONOMER CEMENT 18

1-2-1 التركيب الكيميائي Chemical composition 18

1-2-2 التعديلات على التركيب Modifications to the structure 19

1-2-3 تصنيف مواد الأسمنت الزجاجي الشاردي Classification of GICs 20

1-2-4 تفاعل التصلب Setting reaction 22

1-2-5 الخواص الفيزيائية والميكانيكية والسريرية للإسمنت الزجاجي الشاردي Chemiacal & mechanical propertise of GIC 23

1-2-6 الإنهاء والتلميع finishing and polishing 26

1-3 الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RESIN-MODIFIED GLASS IONOMER CEMENT – RMGIC 26

1-3-1 التركيب الكيميائي Chemical composition 26

1-3-2 آلية التصلب Curing Mechanism 27

1-3-3 خصائص التصلب والمعاملة السريرية 27

1-3-4 الاستخدامات السريرية Clinical indications 28

1-3-5 المساوئ Disadvantages 28

1-4 الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BIOUNION FILLER (CAREDYNE-RESTORE GC) 28

1-4-1 التركيب الكيميائي Chemical composition 29

1-4-2 الخصائص الحيوية والفيزيائية Physical & Biological propertise 30

1-4-3 المزايا السريرية Clinical advantages 31

1-4-4 التطبيقات السريرية Clinical indications 32

1-4-5 مقارنة GIC BioUnion مع أنواع أخرى من الاسمنت الزجاجي الشاردي 32

1-5 معايير UNITED STATES PUBLIC HEALTH SERVICE (USPHS) لتقييم الترميمات السنية 33

1-6 تقييم الصحة اللثوية حول الترميمات السنية EVALUATING GINGIVAL HEALTH AROUND THE RESTORATIONS 34

1-7 دراسات سابقة حول الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BIOUNION FILLER وحول ترميم الآفات العنقية النخرية 37

الباب الثاني: المواد والطرائق MATERIALS & METHODS 40

2-1 تصميم الدراسة STUDY DESIGN 41

2-2 الموافقة الأخلاقية وتسجيل البروتوكول الدراسة ETHICAL APPROVAL AND REGISTRATION 41

2-4 معايير التضمين INCLUSION CRITERIA 43

2-5 معايير الاستبعاد EXCLUSION CRITERIA 43

2-6 التخصيص والتوزيع العشوائي للعينة ALLOCATION AND RANDOMIZATION 44

2-7 الأدوات والأجهزة والمواد المستخدمة في البحث TOOLS & DEVICES USED IN THE STUDY 45

2-9 التعمية BLINDING 51
2-10 المتغيرات الحصيلية المدروسة OUTCOME MEASURES 51
2-11 طرائق الدراسة الإحصائية لنتائج البحث STATISTICAL ANALYSIS 52
2-12 المتابعات السريرية لبعض حالات الدراسة CLINICAL FOLLOW UPS 54
الباب الثالث: النتائج والدراسة الإحصائية RESULTS AND STATISTICAL 57
3-1 وصف عينة الدراسة DESCRIPTIVE STATISTICS 58
3-1-1 توزع عينة البحث وفقاً لمادة المعالجة المتبعة sample distribution according to the restoration material 58
3-1-2 توزع عينة البحث وفقاً للجنس والتدخين ونوع السن المعالجة والعمر SAMPLE DISTRIBUTION ACCORDING TO SEX, SMOKING, AGE, AND TOOTH TYPE 58
3-2 الدراسة الإحصائية التحليلية STATISTICAL ANALYISIS 59
3-2-1 دراسة ثبات الترميم في عينة البحث restoration retention 60
3-2-2 دراسة التلون الحفافي في عينة البحث marginal discoloration 61
3-2-3 دراسة الانطباق الحفافي في عينة البحث marginal integrity 61
3-2-4 دراسة كسر الترميم في عينة البحثrestoration fracture 62
3-2-5 دراسة نكس النخر في عينة البحث secondary caries 63
3-2-6 دراسة الحالة اللثوية من خلال مشعر النزف عند السبر في عينة البحث gingival health throuth BOP 64
3-2-7 دراسة الفروق بين مشعرات الدراسة حسب الزمن بالنسبة لمجموعتي الدراسة 65
الباب الرابع: المناقشة DISCUSSION 72
4-1 مناقشة فكرة البحث 73
4-2 مناقشة منهجية البحث 74
4-3 مناقشة نتائج البحث 77
الباب الخامس: الاستنتاجاتCONCLUSIONS 79
الباب السادس: التوصيات والمقترحات RECOMMENDATIONS & SUGGESTIONS..... 81
6-1 التوصيات RECOMMENDATIONS 82
6-2 المقترحات SUGGESTIONS 82
الباب السابع: المراجع REFERENCES 83
الباب الثامن: الملاحق APPENDICES 95

List of Abbreviations قائمة المصطلحات

الاختصار	التعريف باللغة الأجنبية	التعريف باللغة العربية
GIC	Glass Ionomer Cement	الاسمنت الزجاجي الشاردي
BOP	Bleeding On Probing	النزف عند السبر
DEJ	Dentin Enamel Junction	الملتقى الميناني العاجي
RMGIC	Resin Modified Glass Ionomer Cement	الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج
NCCL	Non-Carious Cervical Lesions	الآفات العنقية غير النخرية
pH	Power of Hydrogen	درجة الحموضة
PI	Plaque Index	مشعر اللويحة
PD	Probing Depth	عمق السبر
CAL	Clinical Attachment Level	الارتباط السريري

قائمة الأشكال List of Figures

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1-1	مظاهر مختلفة لآفات نخرية عنقية: (A) آفة عنقية نخرية بدئية، (B) و(C) آفات عنقية نخرية متقدمة	12
2-1	المظاهر المختلفة للآفات النخرية غير العنقية: آفات التآكل الكيميائي Erosion – آفات التشظي Abfraction – آفات السحل Abrasion	17
3-1	الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler (Caredyne-Restore GC)	29
4-1	صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح ل BioUnion Filler	30
5-1	تحريض البيئة الحمضية لإطلاق شوارد الزنك من ال BioUnion Filler	31
1-2	المخطط التدفقي لتسلسل اختيار المرضى وتوزيعهم ومتابعتهم (ع.م: عدد المرضى، ع.ت: عدد الترميمات)	44
2-2	أدوات الفحص السريري	45
3-2	محقنة ماصة دافعة	45
4-2	المخدر الموضعي المستخدم	45
5-2	القبضة التوربينية والميكروتور وبعض السنابل المستخدمة	46
6-2	مسبر لثوي UNC CP15	46
7-2	مسحوق الخفان	46
8-2	خيوط تبعيد اللثة وأداة دك خيوط تبعيد اللثة	47
9-2	الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي المستخدم	47
10-2	الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً المستخدم	48
11-2	سنابل الإنهاء الماسية ورؤوس التلميع المطاطية	48
12-2	تطبيق خيط التبعيد اللثوي	49
13-2	ملء الحفرة بمواد الحشو (A) :الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً (B)الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي	50
14-2	حالة متابعة لمدة 12 شهراً تم ترميمها بالإسمنت الزجاجي الشاري الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً (A) :قبل المعالجة، (B)بعد تجريف النخر، (C)بعد تطبيق الترميم مباشرة، (D)بعد 3 أشهر، (E)بعد 6 أشهر، (F)بعد 9 أشهر، (G)بعد 12 شهراً.	54
15-2	حالة متابعة لمدة 12 شهراً تم ترميمها بالإسمنت الزجاجي الشاري التقليدي (A) قبل المعالجة، (B)بعد تجريف النخر، (C)بعد تطبيق الترميم مباشرة، (D)بعد 3 أشهر، (E)بعد 6 أشهر، (F)بعد 9 أشهر، (G)بعد 12 شهراً	55
16-2	حالة متابعة لمدة 12 شهراً لضاحكين حيث تم ترميم الضاحك الأول بالإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي والضاحك الثاني بالإسمنت الزجاجي الشاري الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً (A) :قبل المعالجة، (B)بعد تجريف النخر، (C)بعد تطبيق الترميم مباشرة، (D) بعد 3 أشهر، (E)بعد 6 أشهر، (F)بعد 9 أشهر، (G)بعد 12 شهراً	56

قائمة الجداول List of Tables

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1-1	مقارنة GIC BioUnion مع أنواع أخرى من الاسمنت الزجاجي الشاردي	33
1-2	يوضح مكونات الاسمنتات الزجاجية الشاردية المستخدمة في هذه الدراسة	51
2-2	معايير The United States Public Health Service (USPHS)	52
1-3	توزع عينة البحث وفقاً لمادة المعالجة المتبعة	58
2-3	توزع عينة البحث وفقاً للجنس والتدخين ونوع السن المعالجة والعمر	58
3-3	يبين الدرجات المعتمدة لثبات الترميم والتلون الحفافي والانطباق الحفافي وكسر الترميم ونكس النخر والنزف عند السبر في عينة البحث والقيمة الموافقة المعطاة لكل درجة	59
4-3	نتائج المقارنة لمشعر الثبات حسب مجموعتي الدراسة	60
5-3	نتائج المقارنة لمشعر الانطباق الحفافي حسب مجموعتي الدراسة	62
6-3	نتائج المقارنة لمشعر كسر الترميم حسب مجموعتي الدراسة	63
7-3	*نتائج المقارنة للمشعرات حسب الزمن بالنسبة لمجموعتي الدراسة*	67
8-3	نتائج الاختبارات التلوية مثنى مثنى لمتغير الثبات في كل مجموعة بالنسبة للأزمنة المدروسة	71

قائمة المخططات List of Charts

رقم المخطط	عنوان المخطط	رقم الصفحة
1-3	توزع عينة البحث وفقاً للجنس والتدخين ونوع السن المعالجة	59
2-3	يوضح تكرارات مشعر الثبات بعد أسبوع و3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة	61
3-3	يوضح تكرارات مشعر التلون الحفافي بعد 3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة	62
4-3	تكرارات مشعر الانطباق الحفافي بعد 3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة	63
5-3	تكرارات مشعر كسر الترميم بعد 3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة	64
6-3	تكرارات مشعر نكس النخر بعد 3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة	65
7-3	تكرارات مشعر النزف عند السبر بعد 3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة	66
8-3	تكرارات ألفا لمتغير الثبات والتلون الحفافي في مجموعة ال BioUnion عبر الزمن	68
9-3	تكرارات ألفا لمتغير الانطباق الحفافي وكسر الترميم في مجموعة ال BioUnion عبر الزمن	68
10-3	تكرارات ألفا لمتغير نكس النخر وعدم وجود نزف عند السبر في مجموعة ال BioUnion عبر الزمن	69
11-3	تكرارات ألفا لمتغير الثبات والتلون الحفافي والانطباق الحفافي في مجموعة ال Fuji IX عبر الزمن	69
12-3	تكرارات ألفا لمتغير كسر الترميم ونكس النخر وعدم وجود نزف عند السبر في مجموعة ال Fuji IXعبر الزمن	70

تقييم الأداء السريري لمادة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً في ترميم الآفات العنقية النخرية
دراسة سريرية مضبوطة معشاة

ملخّص

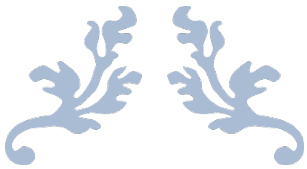
خلفية البحث وهدفه: تم مؤخراً التوصل إلى نوع جديد من الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler وكان قادراً على تحرير شوارد الزنك والفلور لترميم آفات السطوح الجذرية بشكل خاص. لذلك هدفت الدراسة الحالية مقارنة الأداء السريري والصحة اللثوية لترميمات الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً (BioUnion filler) مع الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي في معالجة الآفات العنقية النخرية.

المواد والطرائق: دراسة سريرية مقارنة مضبوطة معشاة أجريت في جامعة دمشق وسجلت الدراسة في السجل الأسترالي النيوزيلندي للتجارب السريرية (ACTRN12624000653561). تألفت عينة الدراسة من 46 ترميماً أجري لـ 23 مريضاً تراوحت أعمارهم بين 20 و70 سنة. تم إجراء العزل باللفافات القطنية وماصات اللعاب ثم نظف سطح السن بوساطة فرشاة مثبتة على قبضة ميكروتور مع مسحوق الخفان، بعد ذلك تم تطبيق خيط تبعيد لثوي و طبقت إجراءات موحدة لتحضير الآفة النخرية وازالة كامل العاج المؤوف. بعد ذلك مزج مسحوق وسائل كل من المادتين وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة وملئت الحفرة المحضرة بمادة الحشو دفعة واحدة ورمم شكل السن. أجريت المتابعة السريرية بعد 3 و6 و9 و12 شهراً لتقييم الإنطباق الحفافي والثبات والتصبغ الحفافي والكسر ونكس النخر وفقاً لمعايير ال USPHS بالإضافة إلى النزف اللثوي عند السبر. أجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS النسخة 25، مع اعتماد مستوى دلالة إحصائية $p < 0.05$.

النتائج: تضمنت العينة 46 ترميماً أجريت لـ 23 مريضاً تراوحت أعمارهم بين 20 و70 سنة (متوسط 39 سنة؛ 5.56% ذكور، 43.5% إناث). أظهر الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي ثباتاً أعلى بشكل دال إحصائياً بعد 3 أشهر مقارنة بال BioUnion (100% و82.6% على الترتيب، P=0.036)، في حين لم تكن الفروق في الثبات بين المادتين دالة إحصائياً في الفترات اللاحقة (6، 9، و12 شهراً). لم يسجل أي تلون حفافي في أي من الترميمات خلال فترة المتابعة. لوحظ وجود عيب بسيط بشكل V غير واصل للملتقى المينائي العاجي في حالة واحدة فقط من مجموعة BioUnion، بينما أظهرت مجموعة الإسمنت التقليدي انطباقاً حفافياً جيداً، دون فروق ذات دلالة إحصائية. سجلت كسور صغيرة جداً في مجموعة ال BioUnion (11% عند 6 و9 أشهر، 6% عند 12 شهراً) مقابل غيابها في مجموعة الإسمنت التقليدي، دون فروق إحصائية بين المجموعتين. لم يلاحظ أي نكس نخر في أي من الحالات، كما لوحظ النزف عند السبر بنسب متفاوتة في كلتا المجموعتين دون فروق ذات دلالة إحصائية

الاستنتاج: كلتا المادتين الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً BioUnion filler والإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي كانتا فعالتين في معالجة الآفات العنقية النخرية، ولكن تفوق الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي في الثبات في فترات المتابعة المبكرة.

الكلمات المفتاحية: آفات عنقية نخرية، الإسمنت الزجاجي الشاردي، BioUnion filler، الصحة اللثوية، USPHS.



Introductory Part الجزء التمهيدي

المقدمة Introduction

يتأثر سطح الجذر بتغيرات الحموضة في الحفرة الفموية بشكل أكبر من الميناء ويعزى ذلك إلى الخواص الكيميائية الحيوية لبنية الجذر، حيث إن الميناء تتكون بشكل كامل تقريباً من الهيدروكسي أباتيت بينما يكون سطح الجذر أقل تمعدناً من الميناء بشكل واضح نظراً لأن ثلث الملاط يتكون من مواد عضوية (Takahashi and Nyvad, 2016).

عند تطور نخور الصنف الخامس فإن حواف الحفرة قد تقع على الميناء فقط أو على سطح جذري أو قد تشمل كلاهما، الأمر الذي يشكل تحدياً للممارسين لتدبير هذا النوع من الآفات كونه لا يوجد مادة ترميم مثالية ترتبط بشكل جيد مع النسج السنية التاجية والجذرية (Burrows, 2020).

يعد الإسمنت الزجاجي الشاردي Glass Ionomer Cement (GIC) من المواد الترميمية المفضلة والمنصوح بها بشدة لترميم هذا النوع من الآفات النخرية العنقية نظراً لخصائصه وقدرته على الارتباط مع النسج السنية بروابط شاردية (Lin et al., 1992)، وتحرير شوارد الفلور وتحفيزه لإعادة تمعدن الميناء (Krämer et al., 2018).

بدأ استخدام الإسمنت الزجاجي الشاردي (GIC) بشكل واسع في الترميم منذ ظهوره نظراً لخصائصه المضادة للنخور وارتباطه الجيد مع النسج السنية، وقد تم مؤخراً التوصل إلى نوع جديد من الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات زجاجية فعالة حيوياً هي (BioUnion filler)، مكون من ثنائي أكسيد السيليكون (SiO_2)، أكسيد الزنك (ZnO)، أكسيد الكالسيوم (CaO)، والفلور (F). حيث كان قادرًا على تحرير شوارد الزنك والفلور والكالسيوم وتم تسميته من قبل الشركة المصنعة (Caredyne-Restore, GC, Tokyo, Japan) ويستخدم بشكل خاص لترميم آفات السطوح الجذرية (Imazato et al., 2020).

مشكلة البحث Research Problem

يشـــكل ترميم الآفات العنقية النخرية تحدياً كبيراً بالنســـبة للممارســـين نظراً لصـــعوبة العزل وتأثر مواد الترميم بالرطوبة المتواجدة قرب الحواف اللثوية أو تحتها بالإضـــافة لتركز جهود الالتواء في المنطقة العنقية أثناء عملية المضـــغ والتي تتباين مع معامل المرونة العالي للمواد الترميمية، مع وجود أملاح معدنية مندخلة في القنيات العاجية مشـبعة بها ومقاومة للمبدئات ذاتية التخريش والتخريش بحمض الفوسـفور (Wood et al., 2008, Heintze et al., 2010, Oginni and Adeleke, 2014, Szesz et al., 2017).

تظهر مادة BioUnion filler كمادة ترميم فعالة حيوياً وبعد مراجعة الأدب الطبي تبين عدم وجود دراسة سريرية تقيم الأداء السريري لهذه المادة في سياق ترميم الآفات العنقية النخرية وبناءً عليه تم القيام بالدراسة الحالية لتحري ديمومة وفعالية هذه المادة (BioUnion filler) عند ترميم الآفات العنقية النخرية سريرياً.

أهمية البحث Research Importance

تكمن أهمية هذا البحث بشكل خاص عند مرضى الخطورة النخرية المرتفعة حيث تقوم مادة ال BioUnion filler بتحرير شاردة الزنك بتراكيز أعلى في البيئة الحمضية مقارنةً مع البيئة المعتدلة إضافةً لتحرير شوارد الفلور والكالسيوم ولم يذكر في الأدب الطبي دراسة سريرية منشورة عن هذه المادة.

مبررات البحث Rationale for the Research

لا توجد مادة ترميم مثالية ترتبط بشكل جيد مع النسج السنية التاجية والجذرية (Wefel et al., 1985, Burrows, 2020) إضافةً لوجود القليل من الدراسات التي توصي باتباع طريقة موحدة معيارية لإزالة النخر والترميم والسيطرة على الرطوبة بالقرب من الحواف اللثوية (Brackett, 2002).

تساؤلات البحث Research Questions

1. ما هو معدل ثبات ترميم الآفات النخرية العنقية بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler؟

2. ما درجة التصبغ الحفافي لترميمات الآفات النخرية العنقية بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler ؟

3. ما درجة الانطباق الحفافي لترميمات الآفات النخرية العنقية بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler؟

4. ما درجة الكسر الحاصل لترميمات الآفات النخرية العنقية بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler؟

5. ما هو معدل حدوث نكس النخر على حواف ترميمات الآفات النخرية العنقية بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي علىBioUnion filler؟

6. ما هي حالة الصحة اللثوية من خلال مشعر النزف عند السبر BOP بعد ترميم الآفات النخرية العنقية بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler؟

فرضيات البحث Research Hypothesis

فرضية العدم 1: لا يوجد فرق في ثبات الترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

الفرضية البديلة 1: يوجد فرق في ثبات الترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

فرضية العدم 2: لا يوجد فرق في التصبغ الحفافي للترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

الفرضية البديلة 2: يوجد فرق في التصبغ الحفافي للترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

فرضية العدم 3: لا يوجد فرق في الانطباق الحفافي للترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

الفرضية البديلة 3: يوجد فرق في الانطباق الحفافي للترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

فرضية العدم 4: لا يوجد فرق في الكسر الحاصل للترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

الفرضية البديلة 4: يوجد فرق في الكسر الحاصل للترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

فرضية العدم 5: لا يوجد فرق في حدوث نكس النخر على حواف الترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

الفرضية البديلة 5: يوجد فرق في حدوث نكس النخر على حواف الترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

فرضية العدم 6: لا يوجد فرق في مشعر النزف عند السبر BOP بعد الترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

الفرضية البديلة 6: يوجد فرق في مشعر النزف عند السبر BOP بعد الترميم بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler للآفات العنقية النخرية مقارنة مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

محدوديات البحث Limitations

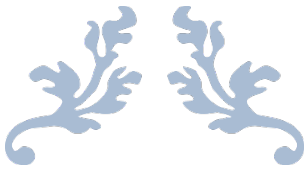
اقتصرت فترة المتابعة على 12 شهراً فقط، في حين أنّ الخصائص الحيوية لمادة الـ BioUnion مثل إطلاق شوارد الزنك والفلور والكالسيوم قد تحتاج فترات أطول (24–36 شهراً) حتى تظهر سريرياً بشكل أوضح. كما أن المقارنة اقتصرت على الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي دون إدخال مواد أخرى شائعة مثل الكمبوزت أو الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج، الأمر الذي يحد من إمكانية وضع النتائج في سياق أوسع للممارسة السريرية.

كذلك، اعتمدت الدراسة فقط على معايير سريرية (USPHS ومشعر BOP) دون إجراء تقييمات مخبرية مرافقة مثل اختبارات المتانة أو التصوير المجهري، مما يجعل التفسيرات المتعلقة بالخواص الميكانيكية افتراضية أكثر منها مثبتة بالأدلة. وأخيراً، لم يتم تقييم مشعرات أخرى ذات أهمية سريرية مثل رضا المريض عن الناحية الجمالية.

Aims of the study أهداف البحث

تهدف الدراسة الحالية إلى ما يلي:

1. تقييم الأداء السريري لمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler وفعاليتها في ترميم الآفات العنقية النخرية وذلك من حيث الانطباق الحفافي والتصبغ الحفافي والثبات والكسر ونكس النخر مقارنة مع مادة الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.
2. تقييم الصحة اللثوية حول ترميم الآفات العنقية النخرية بمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler من خلال مشعر النزف عند السبر Bleeding On Probing (BOP) مقارنة مع مادة الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.



Literature Review المراجعة النظرية

1-1 الآفات العنقية Cervical Lesions

إن الآفات العنقية هي خسارة بالنسج السنية عند الملتقى الميناني الملاطي، وهي شائعة الحدوث، ويمكن أن تصيب أي سطح (أي ربما تصيب السطوح اللسانية أو الدهليزية أو الملاصقة) (Soares et al., 2015). الآفة التي تتوضع على الثلث العنقي من السطوح اللسانية أو الدهليزية للسن تعد من آفات الصنف الخامس، بينما الإصابات المتوضعة على الثلث العنقي من السطوح الملاصقة في الأسنان الأمامية والخلفية تعد من آفات الصنفين الثالث والثاني على التوالي (Soares et al., 2015). يستخدم مصطلح الآفات العنقية من قبل معظم الأطباء بشكل غير دقيق للدلالة على آفات الصنف الخامس فقط.

1-1-1 تصنيف الآفات العنقية Classification of Cervical Lesions

تقسم الآفات العنقية إلى (Li et al., 2024):

الآفات العنقية النخرية Carious Cervical Lesion

الآفات العنقية غير النخرية Non-carious Cervical Lesions

1-1-1-1 الآفات العنقية النخرية Carious Cervical Lesion

يعد النخر Dental Caries عاملاً مهماً في خسارة النسج السنية، وتصنف الآفات العنقية النخرية ضمن آفات السطوح الملساء Smooth Surface Lesions، حيث يكون رأس المخروط في الميناء باتجاه الملتقى الميناني العاجي Dentine Enamel Junction (DEJ) (Fejerskov et al., 2015).

1-1-1-1-1 المظهر السريري Clinical Features

تظهر النخور العنقية عادةً في مناطق تراكم اللويحة الجرثومية، خصوصاً قرب الحافة اللثوية أو أسفل نقاط التماس بين الأسنان. وتتميز هذه النخور بأشكال مختلفة؛ فقد تكون سطحية وذات مظهر يشبه الصحن (saucer- shaped) أو تكون عميقة وضيقة بشكل وتدي (notch-shaped) (Hilton et al., 2013).

تكون الآفات البدئية على شكل مناطق بيضاء طبشورية عاتمة **(الشكل 1-1)**، تظهر عندما يكون الميناء جافاً فقط ولا تظهر على الميناء الرطب (Lopes et al., 2024). وتفقد هذه النسج شفوفيتها بسبب المسامية العالية نتيجة انخساف الأملاح، ولكن لا يلاحظ أي تغير في بنية سطح الآفة لدى فحصها بالمسبر (Guzmán-Armstrong et al., 2010). يمكن أن يعاد تمعدن الآفة في هذه المرحلة إذا طبقت الإجراءات الوقائية اللازمة (Lopes et al., 2024). عندما يصبح سطح الميناء أكثر خشونة وأكثر ليونة، يدل هذا على أن الآفة فعالة ومع استمرارها يلاحظ فقد في النسج السنية وهذا يشكل تحفراً واضحاً **(الشكل 1-1)** (Guzmán-Armstrong et al., 2010).

الشكل 1-1. يوضح مظاهر مختلفة لآفات نخرية عنقية: (A) آفة عنقية نخرية بدئية، (B) و(C) آفات عنقية نخرية متقدمة

1-1-1-1-2 التشخيص Diagnosis

تعد آفات السطوح الملساء في الجزء العنقي من السن، سهلة الكشف سريرياً عند إزالة اللويحة الجرثومية وتجفيف السطح باستخدام لفافات القطن والهواء (Heymann et al., 2013). لا يعد التصوير الشعاعي أداة تشخيصية فعالة في كشف الآفات الممتدة على السطوح الدهليزية واللسانية، وذلك لأنها تمتد بمحاذاة مسار الأشعة السينية، ما يحد من القدرة على تمييزها، وقد يؤدي إلى تداخلها البصري مع امتداد الحجرة اللبية (Heymann et al., 2013).

1-1-1-1-3 المعالجة الوقائية (Brookes et al., 2021, Fejerskov et al., 2015, Mount and Hume, 2000)

1. تعديل النظام الغذائي: ينصح المريض بالتقليل من تناول السكريات، خاصةً بين الوجبات، مع تعزيز استهلاك الأغذية الصحية الغنية بالعناصر المعدنية والفيتامينات. يقلل تناول السكريات من فرص انخفاض pH الحفرة الفموية وبالتالي يقلل من خطر نزع التمعدن.
2. استخدام العوامل الكيميائية المضادة للجراثيم: يوصى باستخدام المضامض الفموية مثل الكلورهيكسيدين (Chlorhexidine) للحد من نمو المكورات العقدية الطافرة Streptococcus mutans وغيرها من الجراثيم المسببة للنخر. يمكن استخدام الفلور الموضعي (مثل محاليل الفلورايد أو الجل) لتعزيز إعادة التمعدن. في بعض الحالات الخاصة، يمكن استخدام مضادات حيوية موضعية مثل الفانكومايسين، رغم أن استخدامها في طب الأسنان محدود.
3. العناية الفموية والعلاج الداعم حول السني: إزالة القلح والترسبات وتعزيز العناية الفموية اليومية عبر التفريش الصحيح والمنتظم مرتين يومياً، واستخدام الخيوط أو الفراشي بين السنية.
4. تعزيز مقاومة سطوح الأسنان وتطبيق الفلور: يؤدي التطبيق الموضعي المتكرر للفلور إلى زيادة مقاومة الميناء لنزع المعادن ويسهم في إعادة التمعدن. ينصح باستخدام معاجين تحتوي على 1000–1450 ppm فلور يومياً.
5. تحفيز تدفق اللعاب: اللعاب يعمل كعامل وقائي طبيعي، من خلال تعديل درجة الحموضة وتعويض المعادن. يمكن تحفيز إفراز اللعاب بمضغ العلكة الخالية من السكر أو استخدام بدائل اللعاب في حالات نقص الإفراز.

1-1-1-1-4 المعالجة الترميمية Restorative Treatment

عندما يمتد النخر ليصل إلى الملتقى الميناني العاجي (DEJ)، يصبح التداخل السريري ضرورياً لإزالة النسج المصابة وتطبيق ترميم يعيد للسن الناحية الوظيفية والشكلية والتجميلية. قد تدمج الإجراءات الوقائية مع الترميمية

ضمن خطة علاجية شاملة، خصوصاً في حالات تطور النخر بسرعة أو عند وجود عوامل خطورة عالية (Fejerskov et al., 2015).

في حالات النخور الجائحة (Rampant Caries)، يوصى بتطبيق تقنية السيطرة على النخر (Caries Control Technique)، والتي تتضمن إزالة جميع النسج النخرية بقدر الإمكان في جلسة واحدة، وتطبيق ترميمات مؤقتة بهدف تقليل الحمل الجرثومي داخل الفم ومنع تقدم الآفات (Guzmán-Armstrong, 2005)، يتبع ذلك برنامج توعوي وإجراءات وقائية منظمة، ويستبدل الترميم المؤقت لاحقاً بترميم دائم بعد التأكد من حالة اللب.

من حيث المواد الترميمية، كانت ترميمات الأملغم والذهب المباشر من الخيارات التقليدية المستخدمة في تحضيرات الصنف الخامس (Class V)، لكنها استبدلت تدريجياً بمواد أكثر جمالية وملاءمة مثل (Heymann et al., 2013):

- الراتنج المركب (Resin Composite) لخصائصه التجميلية العالية.
- الإسمنت الزجاجي الشاردي (GIC)، لقدرته على إطلاق الفلور وتعزيز إعادة التمعدن.
- الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج (RMGIC)، الذي يجمع بين خاصية الإطلاق المستمر للفلور والارتباط الكيميائي بالنسج السنية.
- الكمبومير (Compomer) والجيومير (Giomer)، وهي مواد هجينة تجمع بين خصائص المواد الراتنجية والإسمنت الزجاجي الشاردي.

1-1-1-2 الآفات العنقية غير النخرية Non-carious Cervical Lesions

تشير الآفات العنقية غير النخرية إلى خسارة في بنية السن الصلبة في منطقة العنق دون وجود سبب نخري. وتعد هذه الآفات شائعة نسبياً، حيث تم توثيق انتشارها لدى نحو 46.7% من البالغين، وتزداد نسبتها مع التقدم في العمر (Teixeira et al., 2020)، وتعد الضواحك من أكثر الأسنان عرضة للإصابة بهذه الآفات (dos Santos Soares et al., 2021).

1-1-1-2-1 العوامل المسببة Etiology

غالبًا ما تكون هذه الآفات نتيجة تآزر عدة عوامل، منها التآكل الكيميائي، الجهود الإطباقية، والحت. ورغم أن الحفرة الفموية مجهزة بنظام دارئ (Buffer system) يهدف لمنع حدوث هذه الآفات، إلا أن هذا النظام قد يفشل أحياناً (Soares and Grippo, 2020). كما ذكر سابقاً، من الصعب عزل سبب واحد لتشكل NCCL، ونظرًا لتعدد الأسباب، يصعب غالبًا تحديد عامل واحد مسؤول عن تطور NCCLs، لذا يمكن تصنيف هذه الآفات كما يلي: آفات التآكل الكيميائي Erosion – آفات التشظي Abfraction – آفات السحل Abrasion.

1-1-1-2-2 آفات السحل Abrasion

يعرف على أنه اهتراء مرضي للأسنان ينجم عن عملية غير طبيعية تتضمن جسم أو مادة أجنبية تدخل إلى الفم بشكل متكرر وتتداخل مع الأسنان (Mehta et al., 2012). يعد تفريش الأسنان المفرط والعنيف من أبرز العوامل المؤدية للسحل ومن العوامل المسببة الأخرى تدخين الغليون، قضم الأظافر، قضم قطع الجليد، الأطعمة القاسية، أو استخدام الأسنان كأداة لفتح الأغطية أو قطع الأشرطة والأسلاك (Kreulen et al., 2010).

يتميز العاج المكشوف في هذه الآفات بمظهر لامع وملمس ناعم، وقد تتعمق الآفات لتصل الحجرة اللبية، إلا أن العاج الثالثي غالباً ما يوفر حماية للب (Soares and Grippo, 2020, Cawson and Odell, 2014)، ومن العلامات السريرية المميزة لآفات السحل:

1. غالباً ما تتظاهر على المناطق العنقية للسن.
2. الضواحك والأنياب هي أكثر الأسنان عرضة.
3. الجهة اليسرى هي الأكثر إصابة وذلك لأن معظم المرضى يستخدمون اليد اليمنى في تفريش أسنانهم فتكون القوة المطبقة أكبر على الناحية اليسرى.

1-1-2-1-3 آفات التشظي Abfraction

لا يوجد اتفاق علمي تام حول آلية تشكّل هذه الآفات، إلا أنها تعزى إلى تركز الجهود الإطباقية في عنق السن، مما يؤدي إلى حدوث صدوع مجهرية تلتحم لتشكل آفة عنقية قد تتفاوت في شكلها. ويعتقد أن كز الأسنان (Bruxism) ونقاط التماس المبكرة (Premature contacts) والتحميل غير المحوري (Eccentric loading) من العوامل المساهمة في حدوثها (Soares and Grippo, 2020, Cawson and Odell, 2014).

1-1-2-1-4 آفات التآكل الكيميائي Erosion

هو التآكل الكيميائي للأسنان نتيجة تعرضها لمواد حامضية تسبب انحلال السطوح السنية، ويمكن تقسيم مصدر هذه الحموض إلى (Cawson and Odell, 2014, Soares and Grippo, 2020):

- **خارجية:** كالأطعمة الحامضية والمشروبات الخفيفة كالكوكا كولا ومشروبات الطاقة والمشروبات الكحولية.
- **داخلية:** مثل وصول حموضة المعدة إلى الفم لأسباب عديدة (القلس، القرحة، اضطرابات هضمية كالقهم Anorexia والنهم Bulimia والإقياءات المتكررة كما في الحمل أو لأسباب نفسية).

يعد التآكل الكيميائي من أبرز أسباب الآفات العنقية غير النخرية NCCLs وتتضمن الآلية الإمراضية تأثير أيونات الهيدروجين (H^+) الحمضية التي تفكك بلورات هيدروكسي الأباتيت، مما يؤدي إلى تحرر أيونات الكالسيوم (Ca^{+2}) ويختلف مدى التأثير باختلاف خصائص الحمض ومدة التعرض (Shellis et al., 2014)، ومن العلامات والأعراض السريرية المميزة لآفات التآكل الكيميائي (Hemmings et al., 2018):

1. غالباً يصيب السطوح الملساء كالسطوح الدهليزية واللسانية.
2. إذا أصاب السطوح الإطباقية نرى ارتفاع حواف الحشوات عن النسج السنية المحيطة.
3. زيادة الشفافية على الحد القاطع للأسنان الأمامية بسبب فقد النسج السنية إضافة إلى اللمعان.
4. حساسية زائدة لدى المرضى.

الشكل 2-1. يوضح المظاهر المختلفة للآفات النخرية غير العنقية: آفات التآكل الكيميائي Erosion – آفات التشظي Abfraction – آفات السحل Abrasion (Soares and Grippo, 2020)

1-1-1-2-5 علاج وإنذار الآفات العنقية غير النخرية NCCLs

تبدأ المعالجة بتحديد العوامل المسببة وتحييدها، الأمر الذي يحسّن من الإنذار ويبطئ تطور الآفة. قد يشمل ذلك تعديل الإطباق، توعية المريض، أو معالجة سلوكية. تتفاوت خطط المعالجة تبعاً لحالة المريض وشكواه، وتشمل (Soares and Grippo, 2020):

- **المعالجة غير التداخلية** (مثل المتابعة السنوية).
- **المعالجة العرضية** (كالتعامل مع فرط الحساسية).
- **المعالجة الترميمية أو الجراحية أو دمج الاثنين.**

المعالجة الترميمية: تشمل الترميمات المباشرة، نصف المباشرة، وغير المباشرة باستخدام مواد ترميمية متعددة. يعتبر الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج (RMGIC) المعيار الذهبي، حيث يظهر ثباتًا عاليًا (نحو 98% بعد عام). كما يستخدم الراتنج المركب Composite Resin (RC) مع أنظمة ربط مختلفة لتحقيق نتائج تجميلية جيدة، ويتراوح معدل الثبات بين 91.8% و97.5% خلال عام واحد (Peumans et al., 2014, Bezerra et al., 2020).

المعالجة الجراحية: تتضمن استخدام شرائح وطعوم لثوية، مع استراتيجيات مختلفة بناءً على عمق وموقع الآفة لتحقيق نتائج تجميلية ووظيفية مثالية (Bezerra et al., 2020, Soares and Grippo, 2020).

1-2 الاسمنت الزجاجي الشاردي Glass Ionomer Cement

تم تطوير الاسمنت الزجاجي الشاردي واستخدامه كمادة ترميمية تجميلية منذ عام 1970 على يد Kent وWilson يتألف تركيبه الأساسي من مسحوق زجاج السيليكات (زجاج سيليكات الألمنيوم) وسائل يتكون من حمض البولي أكريليك (Ad, 1972).

كان أول ظهور لهذه المواد في أوروبا، إلا أن الإقبال عليها في الولايات المتحدة الأمريكية كان محدوداً في البداية، وذلك بسبب الحاجة إلى شروط خاصة لتطبيقها، بالإضافة إلى متانتها وجماليتها الأقل مقارنة بترميمات الراتنج المركب. كما ساهم التصلب البطيء للأجيال الأولى من الاسمنت الزجاجي الشاردي، والذي كان يتطلب مرور أكثر من 24 ساعة لإنهاء وتلميع الترميم، فضلًا عن حساسيتها الشديدة للرطوبة والتلوث اللعابي، في الحد من استخدامها (Croll and Nicholson, 2002).

أُجريت تعديلات عديدة على هذه المواد مع مرور الزمن بهدف تحسين خصائصها الفيزيائية والميكانيكية والتجميلية. وقد تركزت معظم الجهود البحثية على تحسين هذه المادة نظراً لتمتعها بخاصية الارتباط الكيميائي مع النسج السنية، بالإضافة إلى قدرتها على تحرير الفلورايد إلى النسج السنية المجاورة، مما يمنحها تأثيراً مضاداً للنخر السني (Guggenberger et al., 1998).

1-2-1 التركيب الكيميائي

يعد الاسمنت الزجاجي الشاردي من المواد الاسمنتية المعتمدة على الماء، ويصنف حسب ISO كإسمنت متعدد الكينات. يتشكل من تفاعل سيليكات الألمنيوم والكالسيوم الحاوية على الفلور مع حمض البولي ألكونيك أو مع الماء (Sidhu, 2011).

يتألف المسحوق من السيليكا 29% (SiO_2)، أكسيد الألمنيوم 16.6% (Al_2O_3)، فلوريد الكالسيوم 34.2% (CaF_2)، كرايوليت 5%(Na_3AlF_6)، فلوريد الألمنيوم 5.3% (AlF_3)، فوسفات الألمنيوم 9.9% ($AlPO_4$) (Prosser et al., 1986).

يصهر هذا المزيج عند درجات حرارة تتراوح بين °C1500–1200، ثم يسكب في الماء أو أوعية معدنية، مما يؤدي إلى تشكيل زجاج سيليكات الألمنيوم والكالسيوم الحاوي على الفلور. بعد ذلك، يطحن إلى جزيئات بحجم يتراوح بين 4–50 ميكرون حسب نوع المادة واستخدامها. فكلما صغر حجم الجزيئات زادت سرعة التصلب، وتستخدم الجزيئات الناعمة عادةً لإلصاق التيجان والجسور والتبطين، أما الجزيئات الأكبر فتستخدم في الترميم (Mount and Hume, 2000).

السائل: في الأجيال الأولى، كان يتكون من محلول مائي لحمض البولي أكريليك بتركيز 40–55% إلا أن هذا التركيب كان يؤدي إلى ظاهرة "التغري"، حيث يفقد السائل صلاحيته خلال عدة أشهر وللتغلب على هذه المشكلة، أضيفت أحماض مثل الإيتاكونيك، الماليك، أو الإيتر كاربوكسيليك لتقليل اللزوجة، وكذلك حمض الطرطريك بنسبة 5–15% لإطالة زمن العمل وتحسين التحكم في تفاعل التصلب. كما ساهمت هذه الإضافات في تحسين الخواص الجمالية بإتاحة استخدام زجاج أكثر شفافية (Sidhu, 2011).

1-2-2 التعديلات على التركيب

شملت التعديلات كلاً من السائل والمسحوق (Sidhu, 2011, Croll and Nicholson, 2002):

السائل: تم تعديل حمض البولي أكريليك من خلال التماثر المشترك (copolymerization) مع أحماض مثل حمض الماليك، حمض الإيتاكونيك، وحمض الطرطريك، مما زاد من ثبات السائل وحسّن التفاعل أثناء المزج. لاحقًا، تم استخدام الماء المقطر كسائل مزج.

المسحوق: ركزت التعديلات على تقليل حجم الجزيئات، وإضافة مكونات جديدة لتحسين المقاومة والمتانة. أُضيفت خليطة الأملغم (جزيئات قصدير– فضة) لتشكيل ما سمي بـ "المزيج العجيب" miracle mixture، إلا

أنه لم يكن بجودة الأملغم السني بسبب ضعف الترابط بين المكونات. أضيفت جزيئات فضة – بلاديوم لاحقاً لتشكيل "الخليطة المعدنية الخزفية"، والتي امتازت بقوة عالية مقارنة بالإسمنت التقليدي، وإن كانت خصائصها التجميلية أقل جودة. كما أُضيفت مساحيق زجاجية أكثر شفافية لتحسين الناحية الجمالية، وعناصر مثل اللانثانيوم والسيترونتيوم لتعزيز الظلالية الشعاعية.

1-2-3 تصنيف مواد الإسمنت الزجاجي الشاردي

تُصنف مواد الإسمنت الزجاجي الشاردي إلى أربعة نماذج رئيسية، تختلف من حيث تركيبها، حجم جزيئاتها، وخصائصها الفيزيائية والوظيفية:

- ✓ **النموذج الأول: إسمنت الإلصاق (Mount and Hume, 2000)**
  - يتميز بحبيبات ناعمة يقل حجمها عن 1 ميكرون.
  - يستخدم لإلصاق التيجان والجسور.
  - يمتاز بسرعة التصلب، ومقاومة عالية لفقدان الماء.
  - يتمتع بظلالية شعاعية جيدة، ما يسهل تتبعه شعاعياً.
- ✓ **النموذج الثاني: إسمنت الترميمات (Mount and Hume, 2000)**
  - **الترميمات التجميلية**
  - يستخدم أساسًا على الأسنان الأمامية والمناطق غير المعرضة لقوى إطباقية عالية.
  - يتميز بحبيبات خشنة تصل حتى 50 ميكرون.
  - بطيء التصلب، ما يستدعي حمايته المباشرة والسريعة في البيئة الفموية.
  - **الترميمات المقواة (Cermets)**
  - تستخدم في المناطق الخلفية المعرضة لقوى إطباقية.
  - ذات ظلالية شعاعية وتصلب سريع، مما يتيح إمكانية إنهائها بسرعة.

✓ **النموذج الثالث: إسمنت التبطين والحشوات القاعدية ومواد سد الشقوق والميازيب (Mount and Hume, 2000)**

- يتكون من جزيئات يتراوح حجمها بين 25–35 ميكرون.
- يتميز بظلالية شعاعية، ويستخدم كطبقة حماية أو سد للفراغات السنية.

✓ **النموذج الرابع: الاسمنت الزجاجي الشاردي المتصلب ضوئياً (Mount and Hume, 2000)**

- من الأنواع الحديثة التي تتصلب بتأثير الضوء الهالوجيني.
- لا يحتاج إلى مزج يدوي، ويحدث فيه التماثر بفعل الضوء، مما يسهّل استخدامه ويقلل من الأخطاء السريرية.

كما يمكن أن يصنف الإسمنت الزجاجي الشاردي (GIC) زمنياً/تطورياً إلى:

❖ **الجيل الأول (التقليدي):** تم تطويره في سبعينيات القرن الماضي تركيبه عبارة عن تفاعل حمض بولي أكريليك مع زجاج فلوروألومينوسيليكاتي. يتميز بالارتباط الكيميائي بالعاج والميناء وتحرير الفلورايد إلا أن خصائصه الميكانيكية ضعيفة نسبيًا. يستخدم كحشوات عنقية وقاعدية وترميمات مؤقتة (Sidhu, 2011).

❖ **الجيل الثاني عالي اللزوجة (High Viscosity):** تم تعديله لتحسين الخصائص الميكانيكية **ومن الأمثلة عليها** Ketac Molar، Fuji IX يتميز بقساوة أعلى ومقاومة انضغاط أفضل ويستخدم في طب أسنان الأطفال، وفي الترميمات الدائمة للأسنان الخلفية (Frencken et al., 2012).

❖ **الجيل الثالث المعدل بالراتنج (Resin–Modified GIC):** أضيف إليه ميثاكريليت لتوفير إمكانية التصلب الضوئي. يتميز بزمن عمل أطول ومقاومة أفضل للرطوبة وقوة شد أفضل وإطلاق مستمر للفلوريد يستخدم كحشوات مؤقتة وطويلة الأمد في طب أسنان الأطفال (Bakhadher, 2019).

❖ **الجيل الرابع الحيوي أو الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً (Bioactive GIC):** تم إضافة زجاج فعال حيوياً إليه (Bioactive glass – BAG) بهدف تعزيز التقبل الحيوي، وتحريض ترسيب الأباتيت، ودعم

إعادة التمعدن. يتميز بإطلاق الكالسيوم والفوسفات وتحفيز تكوين الأباتيت الشبيه بالعاج وخواص علاجية للنسج المحيطة (Kim et al., 2021).

1-2-4 تفاعل التصلب

يتسم تفاعل التصلب في الاسمنت الزجاجي الشاردي ذاتي التصلب بمروره عبر ثلاث مراحل رئيسية:

- ✓ **مرحلة الانحلال (Sidhu and Nicholson, 2016)**
  - يتفاعل السائل متعدد الأحماض مع مسحوق الزجاج عند المزج.
  - ينحل حوالي 20–30% من الزجاج، مطلقًا شوارد الكالسيوم، الألمنيوم، الصوديوم، الفلور، وغيرها.
- ✓ **مرحلة ترسيب الأملاح والتصلب (Sidhu and Nicholson, 2016)**
  - تلتقط مجموعات الكربوكسيل المشحونة شوارد الكالسيوم ثنائية التكافؤ، ما يؤدي إلى التصلب السريري الأولي خلال 4–10 دقائق.
  - لاحقًا، تستبدل شوارد الكالسيوم بشوارد الألمنيوم على مدى 24–72 ساعة، مما يؤدي إلى تشكيل ملح بولي أكريلات الألمنيوم.
  - هذا التفاعل يحسن الخواص الفيزيائية، وينتج قالبًا أقل قابلية للانحلال في الماء.
  - تسهم شوارد الفلور والفوسفات في تشكيل أملاح غير منحلة، بينما تشكل شوارد الصوديوم حمض السيليكون، الذي يعزز ارتباط المسحوق بالقالب.
  - خلال النضج، تتفاعل شوارد السيليكون مع الماء غير المرتبط لتكوين بنية السيليكات المتحدة مع الماء.
- ✓ **مرحلة النضج (Sidhu and Nicholson, 2016, Francisconi et al., 2009)**
  - تتميز بزيادة حلمهة الأملاح داخل القالب، ما يحسن المتانة والخصائص التجميلية.
  - يحدث حلمهة تدريجية للشوارد المعدنية المتحررة، مما يقوي البنية النهائية.
  - من الضروري حماية المادة من امتصاص أو فقدان الماء، خاصة في الترميمات التجميلية بطيئة التصلب، حيث تبقى معرضة لذلك حتى 9 أشهر.

- أما المواد سريعة التصلب، فتظل معرضة لفقدان الماء لمدة تصل إلى أسبوعين.

وهنا لابد من الاشارة الى أهمية حماية الاسمنت من ضياع الماء او امتصاصه حيث الترميمات التجميلية بطيئة التصلب يجب حمايتها بشكل خاص في المراحل الأولى من التصلب. يتم ذلك عبر تطبيق مواد عازلة، مثل الفرنيش، بطبقتين مع فاصل زمني 30 ثانية بينهما، بسبب تبخر الإيتر وتركه طبقة مسامية بعد التطبيق الأول. يفضل استخدام المواد الراتنجية غير المملوءة المتصلبة ضوئيًا بدلًا من الفرنيش، نظرًا لطول فعالية الحماية التي توفرها (Sidhu and Nicholson, 2016, Francisconi et al., 2009).

1-2-5 الخواص الفيزيائية والميكانيكية والسريرية للإسمنت الزجاجي الشاردي

✓ **الارتباط بالعاج والميناء**

تعد قدرة الإسمنت الزجاجي الشاردي على الارتباط الكيميائي مع النسج السنية الصلبة من أهم خصائصه. أثبت هذا الارتباط باستخدام المجهر الإلكتروني، حيث تدخل سلاسل بولي أكريلات الكالسيوم في البنية الجزيئية لهيدروكسي الأباتيت، وتزيح شوارد الفوسفات لتحل محلها وتشكل طبقة غنية بالشوارد مترابطة بقوة مع سطح السن (Inoue et al., 2001).

تتم آلية الارتباط عبر ظاهرتي الانتشار والامتزاز، إذ تتكثف الجزيئات على السطح وتبدأ عملية الارتباط عند تماس المادة الممزوجة مع سطح السن. تستبدل شوارد الفوسفات بمجموعات الكربوكسيل، وتأخذ كل شاردة فوسفات شاردة كالسيوم للحفاظ على التوازن الكهربائي. ويكون الارتباط مع الميناء أقوى منه مع العاج، نتيجة انخفاض المحتوى العضوي في الميناء. للحصول على أفضل ارتباط، ينصح بتنظيف سطح السن من اللطاخة والبقايا وتطبيق حمض البولي أكريليك (Sidhu and Nicholson, 2016).

✓ **تحرير الفلور**

يعد تحرير الفلور من أبرز ميزات الإسمنت الزجاجي الشاردي. أظهرت الدراسات انخفاض معدل نزع الأملاح والنخور حول الترميمات التي تطلق الفلور. يكون التحرير مرتفعًا في البداية، ثم يتناقص تدريجيًا خلال أسبوع

ويتحول إلى نمط بطيء طويل الأمد قد يستمر من 2 إلى 3 أشهر أو حتى 6 إلى 8 سنوات (Mazzaoui et al., 2000).

تكمن الأهمية السريرية في إمكانية تقليل حدوث النخر، خاصة في المناطق اللثوية أو ذات السماكة المينائية القليلة. كما يمكن إعادة شحن الترميمات بالفلور من مصادر خارجية كالمعاجين والغسولات الفلورية. يساهم تحرير الفلور بإعطاء هذا الاسمنت التأثير المضاد للجراثيم، زيادة التمعدن، الوقاية من النخور، المحافظة على اللون والشفافية لفترات طويلة (Sidhu and Nicholson, 2016).

- ✓ **التقبل الحيوي**

يتمتع الإسمنت الزجاجي الشاردي بتقبل حيوي جيد للنسج الرخوة والنسيج اللبي، نظراً لانخفاض حموضة الأحماض المستخدمة ووزنها الجزيئي المرتفع، مما يحد من نفوذها داخل القنيات العاجية. بالمقارنة مع السيليكات أو فوسفات الزنك، يظهر الإسمنت الزجاجي استجابة التهابية أخف (KARAASLAN and TÜMEN, 2022).

- ✓ **تغيير الأبعاد وثباتها**

يتقلص الإسمنت الزجاجي الشاردي بنسبة تصل إلى 35%، وتحدث 70% من هذه النسبة خلال الدقيقة الأولى في المواد ضوئية التصلب، بينما يستغرق ذلك حوالي 10 دقائق في المواد ذاتية التصلب. كما يتعرض للتمدد عند امتصاصه للماء مما قد يؤدي إلى ضغط على جدران الحفرة. تصل نسبة امتصاص الماء إلى 100–250 بعد 7 أيام، في حين أن الحد المقبول هو 40 (Xie et al., 2000).

الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج أكثر امتصاصًا للماء من التقليدي، بسبب وجود مونوميرات محبة للماء، مما يتطلب حمايته من الرطوبة خصوصًا في الساعة الأولى (Xie et al., 2000).

- ✓ **التسرب الحفافي**

يعد التسرب الحفافي سببًا رئيسيًا لفشل الترميمات وإصابة اللب. يظهر سريريًا كتلوّن حول الترميم. وبفضل قدرة الإسمنت الزجاجي الشاردي على الارتباط الكيميائي، فإن تسربه الحفافي أقل من الراتنج المركب (الكمبوزت) (Panetta et al., 2023).

- ✓ **الانحلال وخشونة السطح**

التبلمر المبكر والتعرض للرطوبة أو الأوساط الحمضية يؤدي إلى تدهور سطح الترميم وزيادة خشونته، ما يعزز التلوث والتسرب. يوصى باستخدام محاليل فلوريد ذات pH مرتفع لحماية الترميم، خاصة في الحالات المبكرة بعد التطبيق. ينصح باستخدام الراتنج غير المملوء لضمان حماية الترميم من العوامل الخارجية (Savas et al., 2019).

- ✓ **الظلالية الشعاعية**

معظم أنواع الإسمنت الزجاجي التقليدي تفتقر إلى ظلالية شعاعية واضحة، مما يصعّب كشف النخور. تم تحسين الظلالية بإضافة معادن ثقيلة مثل الفضة أو أكسيد الباريوم، وهذا ما جعل استخدامه مناسباً في الأسنان الخلفية (Menezes-Silva et al., 2019).

- ✓ **مقاومة الكسر والسحل**

مقاومة الكسر في الإسمنت الزجاجي الشاردي ضعيفة نسبيًا، ولا ينصح باستخدامه في المناطق ذات الجهود الإطباقية العالية، لا تحسّن إضافة الفضة مقاومة الكسر لكنها تحسن مقاومة السحل (Nicholson et al., 2020). الإسمنت الزجاجي الشاردي مقاومته للسحل ضعيفة، ويحدث تغيّر في الشكل وزيادة في الخشونة مع الزمن. تتحسن المقاومة عندما تكون نسبة المسحوق إلى السائل مثالية، وتعزز بإضافة الفضة. مقاومة الانحناء تتراوح بين 15–20 ميغاباسكال، وهي أعلى من الكمبوزت. (Kim et al., 2021).

✓ **التطبيقات السريرية**

مادة تبطين، مادة سادة للشقوق والميازيب، مادة ترميم في حفر الصنف الأول والثاني (خاصة الصغيرة)، في حفر الصنف الثالث والخامس (Sidhu and Nicholson, 2016).

1-2-6 الإنهاء والتلميع

نظرًا لحساسيته للرطوبة والجفاف، يجب عدم إجراء أي إنهاء أو تلميع خلال الساعة الأولى من التطبيق. في بعض الأنواع قد تستغرق فترة النضج حتى 24 ساعة. ينصح فقط بإزالة الزوائد يدويًا أو باستخدام سنابل بسرعة بطيئة مع مادة مزلقة، ثم وضع طبقة واقية من الراتنج غير المملوء (Berg and Croll, 2015). يمكن إجراء التلميع بعد 24 ساعة باستخدام رؤوس مطاطية أو أقراص تلميع بسرعة مناسبة مع استخدام رذاذ مائي (Berg and Croll, 2015).

1-3 الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج Resin-Modified Glass Ionomer Cement – RMGIC

ظهرت المحاولات الأولى لإنتاج الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدّل بالراتنج بهدف الدمج بين المزايا الفيزيائية والكيميائية للإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي والراتنج المركب، مع تقليل عيوب كل منهما. وتعد هذه المواد هجينة تجمع بين التفاعل الحمضي-القاعدي للإسمنت الزجاجي، والتصلب الضوئي أو الكيميائي الخاص بالراتنج المركب (Mount and Makinson, 1982).

1-3-1 التركيب الكيميائي

يتكوّن الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدّل بالراتنج من مكوّنَيْن رئيسيَّيْن:

المسحوق: يحتوي على زجاج أساسه الألومينوسيليكات، مشابه للذي يستخدم في الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي مضاف إليه كمية صغيرة من الراتنج، غالباً **2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA)**، وهو مونومير قابل للتماثر الضوئي والكيميائي (Bakhadher, 2019).

السائل: يتكوّن عادة من: **حمض بولي أكريليك** أو مشتقاته (مثل بولي كربوكسيلات)، وهو المسؤول عن التفاعل مع الزجاج لإطلاق الأيونات، **HEMA** أو ميتاكريلات آخر لتعزيز القدرة على التصلب الضوئي. (Bakhadher, 2019).

1-3-2 آلية التصلب Curing Mechanism

يتميّز الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدّل بالراتنج RMGICs بأنها تخضع لنظامي تصلب متداخلين:

- ✓ تفاعل حمضي- قاعدي (Sidhu and Nicholson, 2016)
  - يبدأ مباشرة بعد المزج بين المسحوق والسائل.
- ✓ التماثر الضوئي أو الكيميائي (Sidhu and Nicholson, 2016)
  - يتم من خلال إشعاع ضوئي محفز (عادة من خلال مصباح LED).
  - معظم المواد تتضمن محفزات كيميائية إضافية تتيح التماثر الكيميائي حتى في حال غياب الضوء.

1-3-3 خصائص التصلب والمعاملة السريرية

رغم أن معظم مواد الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدّل بالراتنج RMGICs تصلب ضوئيًا، إلا أن لديها زمن عمل محدود مقارنةً بالراتنجات المركبة، ويعزى ذلك إلى عدّة عوامل (Mount and Hume, 2000, Cramer et al., 2011):

- **بدء التفاعل الحمضي-القاعدي مباشرة بعد المزج**، حتى قبل التعرض للضوء.
- **وجود محفزات كيميائية في التركيب**، تبدأ التماثر دون الحاجة لضوء خارجي.
- **حساسية المادة للضوء المحيط**، ما قد يؤدي إلى بدء التصلب مبكرًا عند تعرّضها للضوء البيئي في العيادة. (Lagarde et al., 2018).

1-3-4 الاستخدامات السريرية (Ge et al., 2024)

كمادة مبطنة أو حشوة قاعدية تحت الترميمات التجميلية، ترميمات صنف III وV في الأسنان الدائمة، ترميم الأسنان اللبنية، تثبيت التيجان والجسور المؤقتة أو الدائمة.

1-3-5 المساوئ (Dindar, 2023)

- مقاومة محدودة للتآكل مقارنة بالراتنج المركب.
- الحساسية للرطوبة خلال المراحل المبكرة من التصلب.
- خصائص ميكانيكية (مثل المقاومة للانضغاط والشد) أقل من تلك الخاصة بالراتنج المركب النقي.

1-4 الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler (Caredyne-Restore GC)

يعد **GC Caredyne-Restore** منتجاً حديثاً ومتطورًا من **الإسمنت الزجاجي الشاردي** تم تطويره وتصنيعه بواسطة شركة GC اليابانية (**الشكل 1-3**) خصيصاً لعلاج **النخور العنقية والجذرية**، لا سيما لدى المرضى المعرضين لخطورة نخرية مرتفعة مثل المرضى كبار السن أو أولئك الذين يعانون من تراجع اللثة. يتميز هذا النوع من ال GIC بخصائص ميكانيكية وحيوية فريدة تضعه في طليعة المواد المستخدمة في الترميمات الوقائية والعلاجية (Liu et al., 2021).

مالئات ال BioUnion هي جسيمات زجاجية حيوية مكونة من ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2)، أكسيد الزنك (ZnO)، أكسيد الكالسيوم (CaO)، والفلور (F)، وهي مصممة لإطلاق أيونات الزنك (Zn^{+2}) في البيئات الحمضية. دمج مالئات ال BioUnion يعزز الخصائص المضادة للجراثيم للإسمنت، مما يجعله فعالًا في تثبيط نمو الجراثيم الفموية، خصوصًا في الظروف الحمضية (Liu et al., 2021).

الشكل 1-3. الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion filler (Caredyne-Restore GC)

1-4-1 التركيب الكيميائي

يتكون GC Caredyne-Restore من مكونات أساسية تمنحه خصائصه الحيوية والميكانيكية:

المسحوق (Htet et al., 2025)

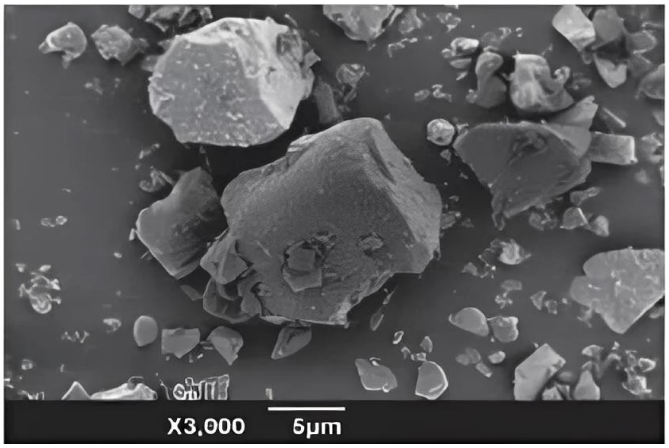
- ✓ **زجاج فلور سيليكات الزنك (BioUnion Filler)** مسؤول عن إطلاق أيونات الزنك (Zn^{+2}) في البيئات الحمضية.
- ✓ **زجاج فلور سيليكات الألمنيوم:** يعزز خصائص إطلاق الفلوريد والتفاعل مع بنية السن.

السائل (Htet et al., 2025)

- ✓ **حمض البولي أكريليك:** يساعد في الارتباط الكيميائي مع العاج والميناء.
- ✓ **حمض كربوكسيلي متعدد الأسس.**
- ✓ **ماء مقطر.**

يتفاعل المسحوق مع السائل في عملية تعرف بالتفاعل الحمضي- قاعدي لتشكيل المصفوفة الزجاجية التي تعطي الاسمنت خواصه الفيزيائية والميكانيكية، بما في ذلك القدرة على الإطلاق البطيء لأيونات الزنك (Zn^{+2}) في البيئات الحمضية، مما يعزز الخصائص المضادة للجراثيم (Htet et al., 2025). يمثل هذا التركيب نقلة

نوعية في تركيب ال GIC، حيث أضيفت ال **BioUnion Fillers (الشكل 1-4)** لتزويد المادة بخصائص فعالة حيوياً تساهم في الوقاية من النخر وتحفيز إعادة التمعدن (Imazato et al., 2020).

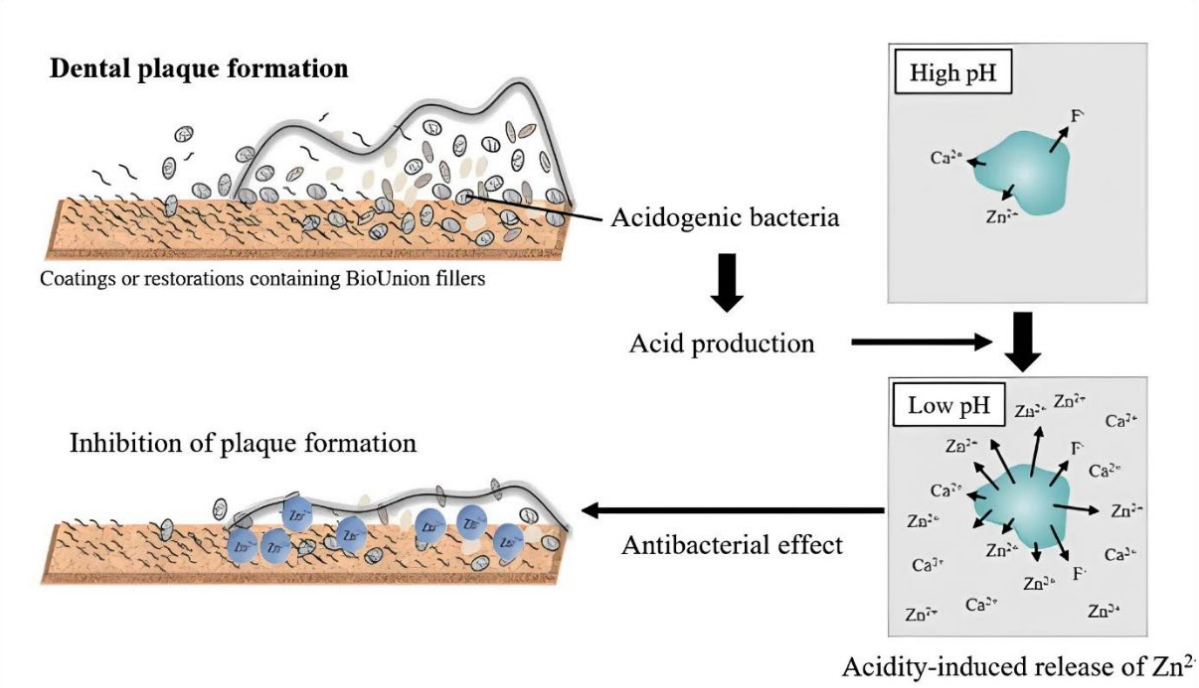


الشكل 1-4. يوضح صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح ل BioUnion Filler (Imazato et al., 2020)

1-4-2 الخصائص الحيوية والفيزيائية

- إطلاق شوارد الزنك Zn^{+2} في البيئات الحمضية: يظهر GC Caredyne-Restore قدرة على إطلاق شوارد الزنك بشكل انتقائي عند تعرضه لبيئة حمضية **(الشكل 1-5)**، مثل تلك التي توجد في حالات النخور الجذرية النشطة، تلعب هذه الشوارد دوراً في (Liu et al., 2021):
  - ✓ تثبيط نمو الجراثيم المسببة للنخر مثل Streptococcus mutans.
  - ✓ تعيق تكوّن الأغشية الحيوية (Biofilms) على سطوح الأسنان.
  - ✓ تلعب دوراً في حفاظ المادة على خصائصها الميكانيكية، حتى بعد تعرضها المتكرر للأحماض.
- إمكانية إعادة الشحن الشاردي: يمكن إعادة شحن المادة بشوارد الزنك باستخدام محلول يحتوي على $ZnCl_2$، مما يطيل من قدرتها على مقاومة الجراثيم (Kohno et al., 2021).
- إطلاق مستمر للفلوريد: مما يوفر حماية طويلة الأمد ضد النخر ويعزز إعادة تمعدن العاج والميناء (Htet et al., 2025).

- التفاعل الكيميائي مع بنية السن: يرتبط GC Caredyne–Restore كيميائياً بالعاج والميناء دون الحاجة لمادة رابطة وهذا يساعد في إغلاق القنيات العاجية المكشوفة، مما يقلل من حساسية الأسنان ويزيد من راحة المريض (Sagawa et al., 2024).
- تحمل البيئات الفموية الحمضية: يتمتع GC Caredyne–Restore بمقاومة عالية للتآكل والانحلال ويحافظ على ثباته في بيئات الفم الحامضية التي تسرع عادة من تآكل المواد الترميمية التقليدية (Htet et al., 2025).
- مقاومة ميكانيكية محسّنة: توفر BioUnion Filler تعزيزًا في مقاومة الضغط والشد مما يجعل Caredyne– GC Restore المادة مناسبة للاستخدام في مناطق الضغط العالي (Kohno et al., 2021).
- انخفاض الحساسية للرطوبة أثناء التصلب: تتميز هذه المادة بانخفاض حساسيتها للرطوبة مقارنة بـ GIC التقليدي، مما يسهل استخدامها في الظروف السريرية وخاصة عندما تكون السيطرة على الرطوبة أمراً صعباً أو غير ممكن (Liu et al., 2020).



الشكل 1–5. يوضح تحريض البيئة الحمضية لإطلاق شوارد الزنك من ال BioUnion Filler (Kohno et al., 2021)

1–4–3 المزايا السريرية (GC Corporation, n.d.)

- ✓ تقليل خطر النخور الجذرية، خاصة عند كبار السن والمرضى ذوي الخطورة النخرية المرتفعة.

- ✓ تعزيز الارتباط بالعاج والميناء دون الحاجة لمواد رابطة إضافية.
- ✓ تأثير مضاد للجراثيم يحد من تكوّن الأغشية الحيوية Biofilms.
- ✓ استجابة للبيئات الحمضية بإطلاق شوارد الزنك عند الحاجة.
- ✓ متقبل حيويًا.
- ✓ سهل التحضير والتطبيق السريري.

1-4-4 التطبيقات السريرية (GC Corporation, n.d.)

- ✓ ترميم الآفات العنقية من الصنف الخامس.
- ✓ ترميم النخور الجذرية.
- ✓ ترميمات قاعدية أو كمادة مبطنة (Liners/Bases) تحت الراتنج المركب.
- ✓ ترميم الأسنان الخلفية في الحالات التي تتطلب تحملًا أعلى للضغط.
- ✓ ترميم الأسنان اللبنية.

1-4-5 مقارنة GIC BioUnion مع أنواع أخرى من الاسمنت الزجاجي الشاردي (التقليدي – المعدل بالراتنج – عالي اللزوجة)

يوضح **الجدول 1-1** مقارنة GIC BioUnion مع أنواع أخرى من الاسمنت الزجاجي الشاردي من حيث التراكيب – المميزات – الخواص الحيوية – الخواص الميكانيكية – التحرير الشاردي – الاستخدام السريري.

الجدول 1-1. مقارنة GIC BioUnion مع أنواع أخرى من الاسمنت الزجاجي الشاردي

المعيار	GIC BioUnion (BioUnion Filler - GC)	Conventional GIC (Fuji IX, Ketac Molar)	Resin-Modified GIC (Fuji II LC, Vitremer)	High Viscosity GIC (Equia Forte)
التركيب	زجاج فلور سيليكات زنك زجاج(BioUnion Filler) – فلورسيليكات ألمنيوم – حمض بولي أكريليك	زجاج فلور ألومينوسيليكات + حمض بولي أكريليك	GIC تقليدي + مونوميرات راتنجية (HEMA, Bis-GMA)	مشابه ل Fuji IX ولكن مع تحسينات في حجم الجزيئات وتعديل السائل
الإضافة المميزة	Bioactive filler يحرر أيونات الزنك في البيئة الحمضية	بدون إضافات خاصة	وجود راتنج ← يزيد من الارتباط والمقاومة	تحسين الحجم والتركيب ← أداء أفضل
الخواص الحيوية	تحرير الزنك ← يثبط الجراثيم يمنع التصاقها على سطوح الأسنان	تحرير الفلور ← يمنع نكس النخر بدرجة متوسطة	تحرير فلور، لكن الفعالية المضادة للجراثيم أقل من BioUnion	تحرير فلور بمعدل مرتفع نسبيا"
الخواص الميكانيكية	مقاومة انضغاط جيدة وثابتة حتى بعد التعرض الحمضي المتكرر	مقاومة أقل من ال GIC المعدل، هش نوعاً ما، مقاوم للانضغاط	أعلى مقاومة للانضغاط والانحناء، ارتباط أفضل للأسنان	مقاومة محسنة للانضغاط والتآكل
التحرر الشاردي	فلور + زنك (يتحرر عند انخفاض الpH) + كالسيوم	فلور فقط	فلور + طفيف من الكالسيوم	فلور فقط
الاستخدام السريري	ترميم الآفات العنقية خاصة في البيئات الحمضية أو خطورة نخرية مرتفعة	ترميمات مؤقتة وترميمات الأسنان اللبنية (بيئات منخفضة الإجهاد)	ترميمات دائمة للصنف الخامس، ترميمات النخور الجذرية	ترميمات دائمة للأسنان الخلفية (مناطق الإجهاد المتوسط)
الدراسات السريرية	فقط بعض الدراسات المخبرية المحدودة	واسعة النطاق، مثبتة منذ عقود	موثقة جيدا"، أظهرت ثباتا" عاليا" على المدى الطويل	نتائج جيدة خاصة مع تغطية الراتنج (Coat Equia)

1-5 معايير United States Public Health Service (USPHS) لتقييم الترميمات السنية

معايير **USPHS** أو ما يعرف بنظام **Ryge Criteria**، تم تطويرها لتقييم الأداء السريري للترميمات السنية، وهي معايير موضوعية تعتمد على درجات تقييمية عادة ما تكون (Loguercio et al., 2018, Larasati et al., 2024):

- ✓ **Alpha** (أداء ممتاز)
- ✓ **Bravo** (مقبول سريرياً)
- ✓ **Charlie** (غير مقبول ويتطلب الاستبدال)

❖ الثبات Retention: وهو قدرة الترميم على البقاء في مكانه ضمن السن بعد مرور الزمن، يعتبر أهم معيار في التقييم؛ إذ أن فشل الترميم في البقاء يعني فشلًا كاملًا للعلاج. يتأثر الثبات بنوع ونظام الربط المستخدم (etch and rinse – self-etch, universal adhesive)، طبيعة السطح المعالج قبل الترميم (تخريش، تخشين، الخ)، والخصائص الكيميائية للمادة (مثل الاسمنتات الزجاجية الشاردية).

❖ تمادي الحواف Marginal Adaptation: وهو درجة الاتصال الدقيق بين الترميم وبين حدود الحفرة، يشير إلى الحواف غير المتمادية التي قد تخلق فجوات مجهرية تؤدي إلى تسرب جرثومي أو نكس نخر. يتأثر بدقة تطبيق المادة، نوع المادة، والتقلص التصلبي، ويتم فحصه بتمرير المسبر السني من سطح السن لسطح الترميم وبالعكس، للتحقق من وجود إعاقة أو عيب بشكل حرفV بين الترميم وسطح السن.

❖ تصبغ الحواف Marginal Staining: وهو جود تصبغات بنية أو سوداء على حدود الترميم، يشير دائماً إلى فشل سريري، لكنه قد يكون مؤشراً مبكراً على تسرب مجهري. يتأثر بجودة الختم الحفافي، امتصاص الماء والصبغات من البيئة الفموية، نوع المادة ومتانتها.

❖ الكسر Fracture: وهو فقدان جزء أو كل من المادة الترميمية، ويصنف إلى كسر مادي داخل المادة أو كسر الحواف بين السن/الترميم. يتأثر بمقاومة المادة للإجهادات، تقنية التطبيق، وسماكة الترميم.

- ملمس السطح Surface Texture: وهو درجة نعومة أو خشونة سطح الترميم، إذ أن السطوح خشنة تسهل تراكم اللويحة وقد تسبب تهيج اللثة. يتأثر بنوع المادة وبروتوكول الإنهاء والتلميع.
- الشكل التشريحي Anatomical Form: وهو مدى تطابق الترميم مع الشكل الأصلي للسن من حيث البروزات والانحدارات الطبيعية يؤثر على التماس الإطباقي والصحة اللثوية. يتأثر بتقنية التشكيل ومقاومة المادة للتآكل على المدى الطويل.
- نكس النخر Recurrence of Caries: وهو حدوث نخر جديد حول أو تحت الترميم، ويعد مؤشر رئيسي على فشل الترميم أو فشل العزل الجرثومي. يتأثر بجودة المادة في الختم ومقاومة التسرب، العناية الفموية للمريض، وتحرر الفلور من المادة.

1-6 تقييم الصحة اللثوية حول الترميمات السنية

نظراً لموقع هذه الآفات بالقرب من الحافة اللثوية، فإن ترميمها لا يتطلب فقط اختيار مادة ذات خواص ميكانيكية مناسبة، بل أيضاً مادة تتمتع بالتوافق الحيوي (Biocompatibility) مع النسيج اللثوي المحيط وتؤمن انطباقاً حفافيًا محكمًا لمنع تراكم اللويحة ونكس النخر (Zabeu et al 2022) .

لذلك، فإن أي مادة ترميمية تستخدم في معالجة هذه الآفات ينبغي أن تحقق توازناً دقيقاً بين: الخواص الالتصاقية والميكانيكية، التقبل الحيوي للأنسجة المجاورة، والقدرة على مقاومة التغيرات في بيئة الفم الرطبة والحمضية (Burrows 2020).

من ناحية بيولوجية، تشير الأبحاث إلى أن موضع الحافة الترميمية يلعب دوراً محورياً في تحديد الاستجابة اللثوية (SCHÄTZLE 2001) و(Padbury 2003). حيث أن تحديد موضع الحافة الترميمية بدقة يقلل من أثر هذا العامل على النتائج ويعزز موثوقية المقارنة.

الترميمات القريبة من الحافة اللثوية – كما في الآفات العنقية – قد تؤثر على الصحة اللثوية بشكل مباشر، خاصة في حال: وجود انطباق حفافي ضعيف، وجود سطح خشن بعد الترميم، تسرب المادة إلى الميزاب اللثوي، استجابة الجسم للمكونات الكيميائية للمادة، كل هذه العوامل قد تثير استجابة التهابية موضعية في اللثة تظهر من خلال النزف عند السبر (AL HABASHNEH et al 2019).

يتم تقييم الصحة اللثوية حول الترميمات السنية باستخدام كل من مشعر اللويحة (PI) وعمق السبر (PD) ومشعر النزف عند السبر (BOP) والارتباط السريري (CAL). تعد هذه المشعرات أساسية لفهم تأثير المواد الترميمية على النسج الداعمة، كما تستخدم لرصد التغيرات الالتهابية أو الانحسار المحتمل في النسج اللثوية المجاورة. يتيح استخدام هذه المشعرات تقييماً متكاملًا للصحة اللثوية حول الترميمات، وتساعد في مقارنة التأثيرات اللثوية بين المواد المختلفة، كالمقارنة بين الراتنج المركب والـ GIC، إذ بين Paolantonio وزملاؤه أن المواد ذات الحواف الناعمة والمحكمة والسطوح المصقولة ترتبط بمشعرات PI وBOP أفضل بكثير (Paolantonio et al., 2004).

- **مشعر اللويحة (Plaque Index – PI)**: يهدف إلى تقييم كمية اللويحة الجرثومية المتجمعة على سطوح الأسنان، خاصة عند الحافة اللثوية، وهو مؤشر على إمكانية حدوث التهاب لثوي لاحق. يعتمد على تقييم بصري أو باستخدام المسبر وفق سلم رقمي (Löe, 1967):
  - ✓ درجة 0: لا يوجد لويحة.
  - ✓ درجة 1: طبقة رقيقة من اللويحة على الحافة اللثوية، يمكن كشفها فقط من خلال كشطها بواسطة المسبر.
  - ✓ درجة 2: تراكم متوسط للويحة على الحافة اللثوية، دون تجمع للويحة في المسافات بين السنية. وتظهر اللويحة للعين المجردة.
  - ✓ درجة 3: كمية كبيرة من اللويحة على الحافة اللثوية وبين السنية. إذ قد يسهل سطح الترميم الخشن أو غير المحكم تراكم اللويحة.
- **عمق السبر (Probing Depth – PD)**: قياس العمق من الحافة اللثوية الحرة إلى عمق الميزاب أو الجيب بواسطة مسبر لثوي مدرج، إذ يتراوح عادة بين 1–3 مم في النسج السليمة. تدل زيادة العمق على وجود جيب لثوي أو تراجع سريري في الارتباط، ويستخدم مع مشعرات أخرى لتحديد ما إذا كان فقد الارتباط ناشئاً عن الالتهاب أو عن تراجع ميكانيكي. تسبب الترميمات غير الملائمة أو الزائدة عن حدود السن تهيجًا

مزمنًا يؤدي إلى تزايد عمق السبر، كما أن إعادة بناء التشريح الطبيعي للعنق السنّي يقلل من تطور الجيوب (Ramanauskaite et al., 2023).

- **مشعر النزف عند السبر (Bleeding on Probing – BOP)**: يهدف إلى تقييم وجود التهاب لثوي عند نقطة معينة، عبر اختبار استجابة الأنسجة عند السبر. يستخدم مسبر لثوي بضغط خفيف (لا يتجاوز 20–25 غرام) ويتم تسجيل النزف في حال ظهوره خلال 15 ثانية من السبر (+ يوجد نزف، – لا يوجد نزف). وهو مؤشر حساس لوجود التهاب لثوي، وله علاقة مباشرة بين حواف الترميم غير المحكمة وبين التهيج اللثوي الموضعي، إذ أن الترميمات الجيدة لا تسبب نزف عند السبر، أما الترميمات التي تمتد إلى الجيب اللثوي أو تنتهي بحواف خشنة فهي سبب رئيسي لظهور النزف (Checchi et al., 2009).
- **الارتباط السريري (Clinical Attachment Level – CAL)**: يحسب بجمع عمق السبر + تراجع اللثة ويشير إلى مدى الخسارة الفعلية في الجهاز الداعم (Collares et al., 2018).

1-7 دراسات سابقة حول الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion Filler وحول ترميم الآفات العنقية النخرية

قام Htet وزملاؤه بدراسة لتقييم فعالية الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion في تعزيز إعادة تمعدن العاج الجذري من خلال إطلاق أيونات Zn^{2+} وF^- و Ca^{2+}. تم تقسيم عينات عاجية جذرية بقرية إلى ثلاث مجموعات (مجموعة شاهدة بدون GIC، مجموعة GIC تقليدي Fuji IX، ومجموعة GIC – BioUnion) وتعرضت لدورات حمضية لمدة 4 أسابيع. أجري التقييم باستخدام تقنية التصوير المقطعي البصري باستخدام مصدر ممسوح (Swept-Source Optical Coherence Tomography) SS-OCT وتقنية التصوير الشعاعي المجهري العرضي (Transverse Microradiography) TMR إضافة لاختبارات القساوة

المجهرية والتحليل الطيفي (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) FTIR. أظهرت النتائج أن مجموعة GIC– BioUnion سجلت أقل فقد معدني وعمق آفة مقارنة بالمجموعات الأخرى، مع تحسن تدريجي في الصلادة والمحتوى المعدني. خلصت الدراسة إلى أن GIC– BioUnion كان الأكثر فعالية في تقليل نزع المعادن وتعزيز إعادة التمعدن (Htet et al., 2025).

ركزت مراجعة قام بها Imazato وزملاؤه على التقدم في تطوير مواد ترميمية ووقائية "فعالة حيوياً"، إذ تظهر العديد من هذه المواد فوائد واعدة في الدراسات المخبرية أو في ظروف تجريبية تحاكي البيئة السريرية. ومع ذلك، فإن المواد الجديدة التجارية الحاوية على surface pre-reacted glass-ionomer (S-PRG) أو BioUnion ما تزال بحاجة إلى مزيد من الأبحاث المكثفة لإثبات فعاليتها السريرية (Imazato et al., 2020).

قام Naksagoon وزملاؤه بدراسة تهدف إلى تقييم فعالية الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion Filler في مقاومة الجراثيم المسببة للنخر السني باستخدام نظام تدفق يحاكي استجابة ستيفان. نمت العقديات الطافرة Streptococcus mutans على أقراص من الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على الزنك (BioUnion Filler) أو الهيدروكسي أباتيت، مع تعريضها مرتين يوميًا لبيئة حمضية. أظهرت مجموعة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على الزنك انخفاضًا ملحوظًا في عدد الجراثيم (2.6 لوغ CFU/mm²) مقارنة بالمجموعة غير المعالجة، وذلك بفضل إطلاق الفلوريد والزنك، بينما لم تسجّل فروق في البيئات غير الحمضية (Naksagoon et al., 2021).

قام Sagawa وزملاؤه بدراسة هدفت إلى تقييم قدرة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion على تحسين خصائص الميناء المحيط بالترميمات. تم قياس قساوة ميناء الأسنان البقرية المغمورة في الإسمنت باستخدام اختبار فيكرز، كما تم تحليل سطوح الميناء بعد تعريضها لتآكل احتكاكي باستخدام المجهر الليزري المشترك والمجهر الإلكتروني الماسح. أظهرت النتائج زيادة ملحوظة في قيمة القساوة بعد يومين من التطبيق، كما انخفض عمق التآكل في الأسطح المعالجة مقارنة بغير المعالجة. وأظهر تحليل تبعثر الأشعة السينية X–

ray diffraction (XRD) إلى تشكل الهيدروكسي أباتيت. أشارت هذه النتائج إلى أن (GIC) المدعم بـ BioUnion يعزز الخواص الميكانيكية لسطح السن المجاور للترميم (Sagawa et al., 2024).

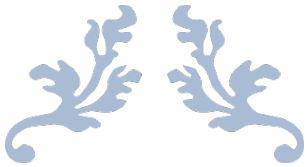
قام Liu وزملاؤه بتقييم خصائص الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion، من حيث قدرته الفريدة على تحرير أيونات الزنك (Zn^{+2}) في البيئة الحمضية. أظهرت النتائج أن كمية الزنك المتحررة من هذه المادة في أوساط حمضية كانت أعلى منها في الماء، وأن تأثيرها المثبط على المكورات العقدية الطافرة mutans Streptococcus ازداد بوجود السكروز نتيجة انخفاض pH الوسط. كما حافظ الترميم على تأثيره المضاد للجراثيم حتى بعد تعرضها المتكرر للحمض. تشير هذه النتائج إلى أن BioUnion filler تطلق الزنك بشكل معزز في البيئات الحمضية، مما يؤدي إلى تأثير قاتل أو مثبط للجراثيم المسببة للنخر (Liu et al., 2020).

هدفت دراسة Habashneh وزملاؤه إلى تقييم الصحة اللثوية حول الآفات العنقية المعالجة بإسمنت سيليكات الكالسيوم (Biodentine™) مقارنة بالإسمنت الزجاجي الشاردي (GIC). شملت العينة 28 مريضاً أصحاء لديهم آفات نخرية عنقية على السطوح الدهليزية للأسنان الخلفية. تم تقييم الصحة اللثوية بعد 1 و3 و6 أشهر، أظهرت النتائج أن مشعري اللويحة (PI) واللثة (GI) كانا أعلى بشكل ملحوظ في مجموعة Biodentine™ في جميع الفترات، كما لوحظ ازدياد في عمق الجيب عند 3 و6 أشهر. لم يكن هناك فرق في تراجع اللثة (GR) بين المجموعتين، في حين كانت نسبة النزف عند السبر (BOP) أعلى في مجموعة Biodentine™، أي أن ترميم الآفات العنقية باستخدام (Biodentine™) ارتبط بتراكم أكبر للويحة ومستوى أعلى من الالتهاب اللثوي مقارنة بـ(GIC) (Al Habashneh et al., 2019).

قام Nahar وزملاؤه بدراسة بهدف المقارنة السريرية بين الإسمنت الزجاجي الشاردي ومادة الجيومير في علاج النخور العنقية. شملت الدراسة 80 مريضاً تم تقسيمهم إلى مجموعتين: عولجت المجموعة الأولى بـ (GIC)، والثانية بالجيومير. تم تقييم الحساسية بعد الترميم، والتغير اللوني، وتخلخل الترميم، وحدوث نخور ثانوية. أظهرت النتائج أن مجموعة الجيومير حققت نتائج سريرية أفضل، حيث كانت معدلات الحساسية (10% مقابل 45%)

وتغير اللون (5% مقابل 12%) وفقدان الترميم (0% مقابل 2.5%) والنخور الثانوية (0% مقابل 2.5%) أقل مقارنة بمجموعة (GIC) (Nahar et al., 2021).

قام Koç–Vural بدراسة سريرية هدفت إلى مقارنة الفعالية السريرية لكل من الراتنج المركب والإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج في ترميم الآفات النخرية العنقية. شملت الدراسة 33 مريضًا، وتم استخدام تصميم الفم المشطور (split–mouth) لوضع 110 ترميمات (55 بالراتنج المركب و55 بالإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج). تم تقييم الترميمات وفق معايير USPHS المعدلة في فترات زمنية متعددة حتى 72 شهرًا. أظهرت النتائج أنه بعد 6 سنوات، لوحظ بقاء 75% من ترميمات بالراتنج المركب و74% من ترميمات الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج، دون فرق إحصائي معنوي في الثبات أو الانطباق الحافي بين المادتين. لوحظ ازدياد التلون الحافي بمرور الوقت في كلا المجموعتين، وكان أكثر وضوحاً في ترميمات الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج (P=0.014). تم تسجيل ثلاث حالات نخر ثانوي فقط (حالتان في الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج وواحدة في الراتنج المركب)، دون وجود شكاوى من الحساسية السنية (Koç–Vural et al., 2025).



Materials & Methods المواد والطرائق

2-1 تصميم الدراسة

دراسة سريرية مقارنة مضبوطة معشاة **Randomized controlled trial** تعتمد على متابعة العينات المعالجة بعد 3 و6 و9 و12 شهراً لمقارنة الأداء السريري لمادة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً **(BioUnion Filler)** مع مادة الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدية في ترميم الآفات العنقية النخرية.

دراسة سريرية مقارنة مضبوطة معشاة **Randomized controlled trial** تعتمد على متابعة العينات المعالجة بعد 3 و6 و9 و12 شهرًا لمقارنة الصحة اللثوية (النزف عند السبر) حول ترميمات الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً **(BioUnion Filler)** مع ترميمات الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدية في الآفات العنقية النخرية.

2-2 الموافقة الأخلاقية وتسجيل البروتوكول الدراسة Ethical approval and registration

أخذت الموافقة لإجراء هذا البحث من مجلس جامعة دمشق للبحث العلمي والدراسات العليا رقم /2619/ تاريخ 2022/05/09، كما أخذت موافقة خطية مكتوبة من المشاركين في هذا البحث حسب مضمون الموافقة المستنيرة الخاصة بالبحث، حيث تم إعلامهم بطبيعة البحث وأهدافه **(الملحقان 1 و2)**.

كما سجل بروتوكول البحث في ال(Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR برقم تسجيل ACTRN12624000653561 ويمكن إيجاد البروتوكول المسجل على الرابط التالي:

(https://www.anzctr.org.au/Trial/Registration/TrialReview.aspx?id=387523&isReview=true)

3-2 وصف وحساب حجم العينة Sample Size Calculation and Description

تم حساب حجم العينة باستخدام برنامج **Gpower 3.0.10**، تم تحديد معامل التأثير المستخدم في الحساب بالاستناد إلى نتائج دراسة استطلاعية (Pilot study) أُجريت بنفس تصميم الدراسة الحالية. شملت الدراسة الاستطلاعية 10 أسنان مصابة بآفات نخرية عنقية، قُسّمت بالتساوي إلى مجموعتين (5 أسنان لكل مجموعة)، وتم تقييم الأداء السريري للترميمات بعد فترة متابعة أولية 9 أشهر باستخدام معايير USPHS.

أظهرت نتائج الدراسة الاستطلاعية وجود فرق واضح بين المجموعتين من حيث الثبات، حيث بلغت القيمة المتوسطة لمجموع الدرجات السريرية (Mean ± SD) في مجموعة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً 2.7 ± 0.6، مقابل 3.6 ± 0.5 في مجموعة الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي. وبناءً على هذه النتائج، تم حساب معامل التأثير، والذي بلغ 0.95.

استُخدم هذا المعامل في حساب حجم العينة بالاعتماد على مستوى دلالة إحصائية قدره 0.05 ($\alpha = 0.05$)، وقوة دراسة مقدارها 80% (Power = 0.80)، بهدف الكشف عن فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين. وبناءً على هذه المعطيات، كان الحد الأدنى لحجم العينة المطلوب 40 سنًا مصابة بآفات نخرية عنقية.

ولأخذ احتمال الانسحاب خلال فترة المتابعة بعين الاعتبار، تمت إضافة معدل انسحاب (Dropout rate) بنسبة 15%، وذلك بزيادة ثلاث ترميمات لكل مجموعة، ليصبح حجم العينة النهائي 46 سنًا مصابة بآفات نخرية عنقية. تم توزيع العينة بشكل متساوٍ إلى مجموعتين بنسبة تخصيص 1:1 وفقًا لنوع المادة المرممة المستخدمة:

<u>مجموعة الدراسة (n = 23):</u> استُخدم فيها الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيويًا (BioUnion Filler) في ترميم الآفات النخرية العنقية.

<u>المجموعة الشاهدة (n = 23):</u> استُخدم فيها الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي في ترميم الآفات النخرية العنقية.

2-4 معايير التضمين Inclusion Criteria

- ✓ أن يكون المريض بعمر 19 عاماً أو أكثر (إطباق دائم ومستقر ل20 سن على الأقل).
- ✓ أن يتمتع المريض بصحة عامة جيدة.
- ✓ إمكانية التواصل مع المريض لإجراء جلسات المتابعة.
- ✓ امتداد الآفة النخرية ضمن العاج الجذري.
- ✓ أن يكون لدى المريض آفتان نخريتان عنقيتان على الأقل.
- ✓ أن تكون الآفة النخرية ذات عمق 1 ملم على الأقل.
- ✓ أن تكون الآفة النخرية العنقية على أسنان خلفية (ضواحك وأرحاء) أو أنياب سفلية.

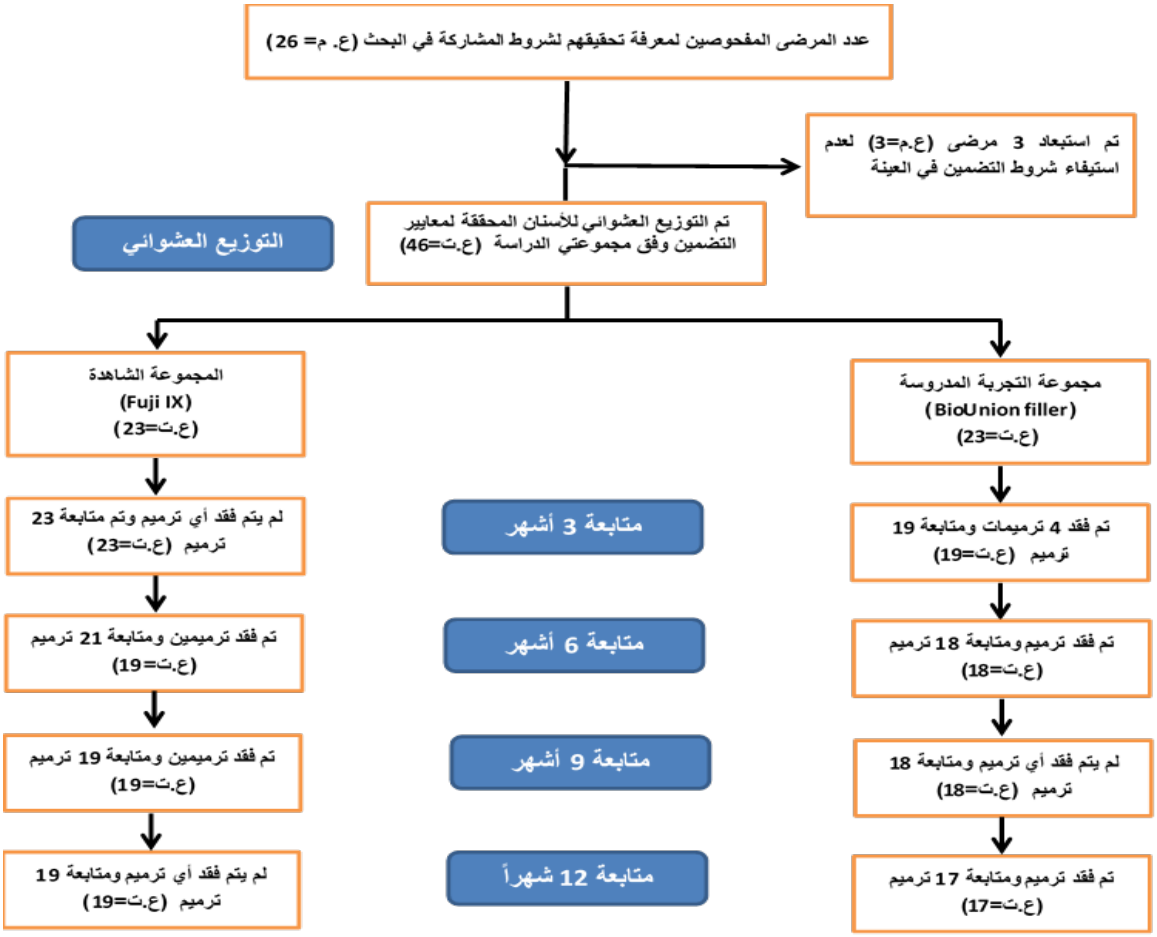
2-5 معايير الاستبعاد Exclusion Criteria

- ☒ وجود أمراض حول سنية متقدمة.
- ☒ وجود أمراض جهازية أو موضعية تمنع إمكانية تطبيق الإجراءات أثناء الدراسة.
- ☒ وجود أدلة على حالة كز (bruxism) حادة ومشاكل في المفصل الفكي الصدغي.
- ☒ وجود قصة حمل أثناء مرحلة الترميم أو المتابعة.
- ☒ وجود حساسية تجاه المواد الداخلة في تكوين المواد المطبقة.
- ☒ وجود أمراض حول ذروية ومظاهر إصابات لبية.
- ☒ أسنان غير حية أو معالجة لبياً.
- ☒ أسنان معالجة بتغطيات لبية.
- ☒ حالات فرط الحساسية السنية.
- ☒ وجود ترميمات سابقة.

6-2 التخصيص والتوزيع العشوائي للعينة Allocation and Randomization

كان التوزيع في هذه الدراسة على مستوى الأسنان المحققة لمعايير التضمين عند المريض عشوائياً حيث كتبت أرقام الأسنان (حسب نظام الترقيم العالمي) المحققة لمعايير التضمين على قصاصات ورقية ثم طلب من أحد طلاب الدراسات العليا في القسم القيام بالسحب، حيث تم ترميم أول سن بنتيجة القرعة العشوائية بالإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً (BioUnion Filler) والسن الآخر بالإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي.

فحص 26 مريضاً في بداية الدراسة واستبعد 3 مرضى لعدم تحقيقهم معايير التضمين ليتم الحصول على 23 مريضاً (46 آفة نخرية عنقية) وفي نهاية فترة المتابعة فقد 6 ترميمات في مجموعة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً (BioUnion Filler) و4 ترميمات في مجموعة الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي كما هو موضح في **الشكل (2-1)**.



الشكل 2-1 يمثل المخطط التدفقي لتسلسل اختيار المرضى وتوزيعهم ومتابعتهم (ع.م: عدد المرضى، ع.ت: عدد الترميمات)

2-7 الأدوات والأجهزة والمواد المستخدمة في البحث

1. أدوات الفحص السريري (مرايا داخل فموية – مسابر سنية – ملاقط سنية) **(الشكل 2-2)**.

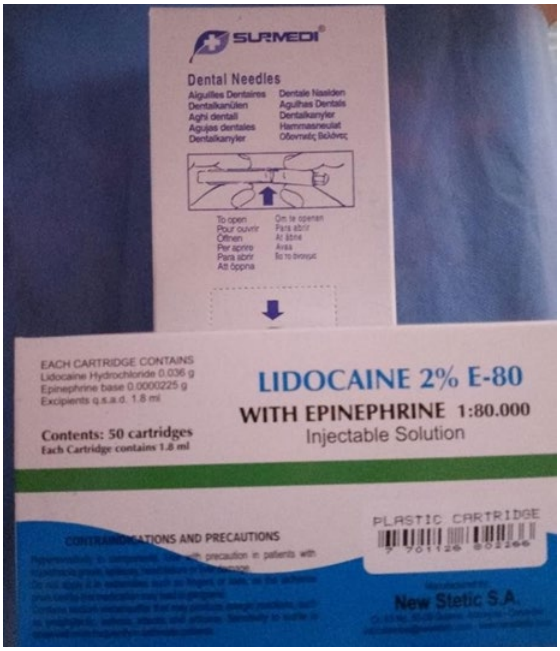
الشكل 2-2 أدوات الفحص السريري

2. محقنة ماصة دافعة مع رؤوس إبر قصيرة وطويلة **(الشكل 2-3)**.

الشكل 2-3 محقنة ماصة دافعة

3. مخدر ليدوكائين 2% مع ادرينالين 1:80000 (Lidocaine 2 % E-80, Newstetic, Colombia)

الشكل (2-4).



الشكل 2-4 المخدر الموضعي المستخدم

4. أدوات مكافحة العدوى ووسائل الحماية الشخصية (قفازات طبية – كمامات – مطهرات أسطح – مطهرات أيدي – شانات).

5. أدوات المعالجة السنية التقليدية بما فيها القبضة التوربينية بالإضافة إلى سنابل ماسية كروية وقبضة ميكروتور مع سنابل لتجريف النخر ومجارف عاجية بقياسات مختلفة **(الشكل 2–5)**.

الشكل 2–5 القبضة التوربينية والميكروتور وبعض السنابل المستخدمة

6. لوح زجاجي وسباتول وماصات لعاب.

7. مسبر لثوي CP15 UNC (Medesy; Maniago, Italy) **(الشكل 2–6)**

الشكل 2–6 مسبر لثوي UNC CP15

8. مسحوق الخفان (ProphPaste Pro–N100, Switzerland) **(الشكل 2–7)**

الشكل 2–7 مسحوق الخفان

9. خيوط تبعيد اللثة من شركة (Sure-cord®, Korea) وأداة لدك خيوط تبعيد اللثة من شركة (Gingival Cord Packer Universal, Medesy, Italy) (الشكل 2-8).

الشكل 2-8 خيوط تبعيد اللثة وأداة دك خيوط تبعيد اللثة

10. إسمنت زجاجي شاردي للترميم من شركة (Fuji IX, GC Corp, Japan) **(الشكل 2-9).**

الشكل 2-9 الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي المستخدم

11. الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً BioUnion Filler (Caredyne Restore CD; GC Corporation, Tokyo, Japan) **(الشكل 2-10)**

الشكل 2-10 الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً المستخدم

12. سنابل إنهاء ماسية ناعمة وفائقة النعومة (Komet, Gebr. Brasseler GmbH & Co., Germany) ورؤوس تلميع مطاطية من شركة (Optrapol, Ivoclar-Vivadent) **(الشكل 2-11)**.

الشكل 2-11 سنابل الإنهاء الماسية ورؤوس التلميع المطاطية

2-8 طريقة العمل Intervention

أجريت المعالجات في جامعة دمشق -كلية طب الأسنان -عيادة مداواة الأسنان وفق التالي:

أولاً- بعد إجراء الفحص السريري والحصول على صورة تشخيصية سريرية وتحقيق شروط التضمين سابقة الذكر، ملئت الاستمارة الخاصة بالبحث والتي تتضمن الحصول على موافقة المريض الخطية للمشاركة وذلك بعد تزويده بالمعلومات المتعلقة بالبحث والهدف منه والاختلاطات واردة الحدوث. كما تمّ التأكيد على أهمية العناية

الصحيحة بالأسنان، وشرح طريقة تفريش الأسنان لمدة دقيقتين ثلاث مرات يومياً (الطريقة العمودية المعدلة Roll technique) مع تجنب التحريك الأفقي العنيف، وكذلك تمت توعية المرضى حول الأغذية التي قد تساهم في تشكل الآفات العنقية وتجنب العادات الفموية السيئة.

ثانياً- بعد ذلك أُنجزت المعالجة وفق الخطوات التالية:

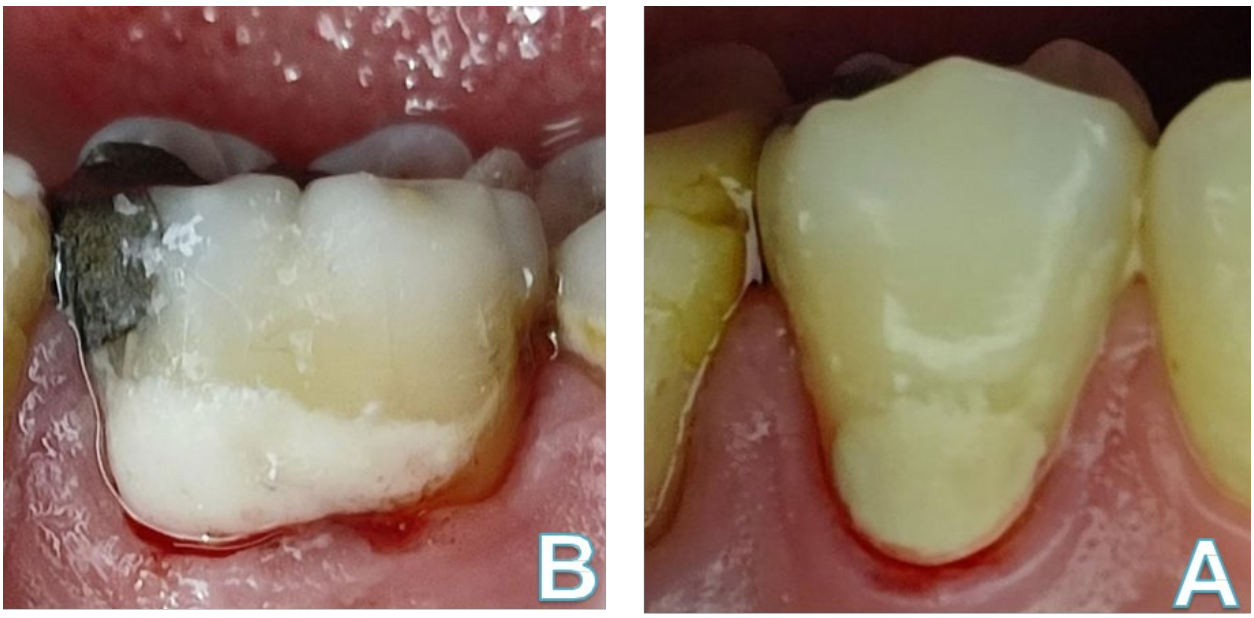
1. تخدير المريض باستخدام الليدوكائين 2% مع ادرينالين 1:80000 (Lidocaine 2 % E-80, Newstetic, Colombia) والعزل باستخدام اللفافات القطنية وماصات اللعاب.
2. تنظيف سطح السن بوساطة فرشاة مثبتة على قبضة ميكروتور مع مسحوق الخفان (ProphPaste Pro-N100, Switzerland) لإزالة طبقة اللويحة، بعد ذلك طُبق خيط تبعيد لثوي **(الشكل 2-12)** بأقل رض ممكن باستخدام Gingival Cord Packer Universal.

الشكل 2-12 تطبيق خيط التبعيد اللثوي

3. أُجري بروتوكول موحد لتحضير الآفة النخرية وإزالة كامل العاج المؤوف حيث تم التحضير الأولي للحفرة النخرية باستخدام سنبلة كروية ماسية (لم تستخدم السنبلة الكروية الماسية في تحضير أكثر من ثلاث آفات

نخرية حيث كان يتم استبدالها بعد ذلك)، ثم أزيل كامل العاج المؤوف باستخدام مجارف العاج وسنابل تجريف النخر المركبة على قبضة الميكروتور منخفضة السرعة.

4. تم تسجيل عمق الحفرة المحضرة بالملليمتر باستخدام مسبر UNC CP15 (Medesy; Maniago, Italy) بعد الانتهاء من تحضير الآفة النخرية بشكل كامل لتأكيد تحقيقها معايير التضمين.
5. مُزج مسحوق وسائل كل من المادتين (الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً BioUnion Filler والإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي) وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة (مكيال واحد إلى قطرة سائل واحدة) على لوح مزج باستخدام أداة المزج البلاستيكية المرفقة، حيث قسم المسحوق إلى قسمين وأضيف الجزء الأول إلى السائل وخلط المزيج جيداً، ثم أضيف الجزء المتبقي من المسحوق (مدة المزج 25–30 ثانية) ويوضح **الجدول 2–1** مكونات كلتا المادتين المستخدمتين في هذه الدراسة.
6. مُلئت الحفرة المحضرة بمادة الحشو دفعة واحدة ورمم شكل السن (وقت العمل دقيقتان، زمن التصلب دقيقتان وعشرين ثانية) **(الشكل 2–13)**.



الشكل 2–13 ملء الحفرة بمواد الحشو: (A) الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً BioUnion Filler، (B) الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي

الجدول 2-1 يوضح مكونات الاسمنتات الزجاجية الشاردية المستخدمة في هذه الدراسة

نوع الاسمنت الزجاجي الشاردي المستخدم	اسم المنتج ورقمه	المكونات	الشركة المصنعة
BioUnion filler GIC	Caredye Restore (1904081)	البودرة: fluorozincsilicate glass, fluoroaluminosilicate glass السائل: polyacrylic acid, polybasic carboxylic acid, distilled water	GC Tokyo, Japan
GIC	Fuji IX (1903071)	البودرة: Fluro alumino silicate glass, Polyacrylic acid powder السائل: polyacrylic acid, polybasic carboxylic acid	GC Tokyo, Japan

7. في النهاية تم إزالة زوائد الترميم والإنهاء باستخدام سنابل ماسية ناعمة وفائقة النعومة تحت الإرذاذ المائي بعد 6 دقائق من بدء المزج، ثم التلميع باستخدام الأقماع المطاطية وذلك وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة.

2-9 التعمية Blinding

لم يكن بالإمكان تعمية الفاحصين السريرين عن طبيعة الترميمات وتوزيعها خلال التقييم، كذلك الأمر بالنسبة للمرضى بسبب اختلاف في الخواص الفيزيائية لكلتا المادتين (اللون) وسهولة التمييز بينهما.

2-10 المتغيرات الحصيلية المدروسة Outcome Measures

تم البدء بالمتابعة (Baseline) بعد أسبوع من الترميم T0 لكي نتجنب النزف اللثوي الناجم عن استخدام خيوط التبعيد وأدوات التحضير والترميم الأمر الذي قد يؤدي إلى قراءات غير دقيقة لمشعر (BOP) في جلسة العمل. خلال كل جلسة متابعة، ملئت البيانات بشكل فردي من خلال الاستمارة المرفقة الخاصة بالبحث (الملحق 3) من كل مقيم على حدة (تمت الاستعانة بثلاث مقيمين من طلاب الدراسات العليا في قسم مداواة الأسنان)، وبعد ذلك قورنت البيانات المسجلة وفي حالة وجود اختلاف كان على المقيمَين أن يتوصلوا إلى توافق في التقييم وفي حال عدم التوافق يعتمد رأي الأغلبية. كما حجِبت التقييمات السابقة عن المقيمين خلال جلسات المتابعة.

تم تقييم الانطباق الحفافي والثبات والتصبغ الحفافي والكسر ونكس النخر وفقًا لمشعر The United States Public Health Service (USPHS) **(الجدول 2-2)** بواسطة أدوات الفحص الفموية (مرآة، مسبر سني) حيث تم تقييم ذلك بعد تطبيق الترميمات **خلال فترات المتابعة التالية**: بعد أسبوع T0، بعد ثلاثة أشهر T1، بعد ستة أشهر T2، بعد تسعة أشهر T3، بعد اثني عشر شهراً T4.

قُيمت حالة الصحة اللثوية حسب مشعر نزف اللثة عند السبر (في ثلاث نقاط: منتصف الترميم، أنسي الترميم، وحشي الترميم) خلال فترات المتابعة التالية: بعد أسبوع، بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر، بعد اثني شهراً.

الجدول 2-2 معايير The United States Public Health Service (USPHS)

العلامات السريرية	ألفا	برافو	تشارلي
الثبات	الترميم موجود	–	الترميم مفقود
الانطباق الحفافي	حواف الترميم متمادية مع بنية السن	عيب بشكل حرف V يؤدي إلى توقف المسبر جيئةً وذهاباً لا يصل إلى الملتقى الميناني العاجي	عيب بشكل حرف V يؤدي إلى توقف المسبر جيئةً وذهاباً ويصل إلى الملتقى الميناني العاجي
التصبغ الحفافي	لا يوجد	تصبغ سطحي طفيف موضع	تصبغ عميق
نكس النخر	لا دليل على وجود نخر حول حواف الترميم	–	يوجد نخر حول حواف الترميم
كسر الترميم	لا يوجد	كسر قطعة صغيرة (مقبول سريرياً)	فشل نتيجة كسر قطعة كبيرة

2-11 طرائق الدراسة الإحصائية لنتائج البحث

أُجريت جميع التحاليل الإحصائيّة باستخدام برنامج IBM SPSS Inc, Chicago, IL, USA, Version 25 و إعطاء حالات المرضى أرقام تسلسلية خاصة وإخفاء توزيع المرضى إلى مجموعتي الدراسة عن الباحث خلال

مرحلة التحليل الإحصائي لضمان التعمية (Blinding of statistician) وتجنب الانحياز في التحري (Detection Bias) وتم البدء بحساب الإحصاء الوصفي لكل متغير من متغيرات الدراسة، تمّ اعتماد مستوى الثقة (95%)، ومستوى دلالة (0.05) لتحديد وجود الفرق الدّال إحصائياً لكل متغير مدروس.

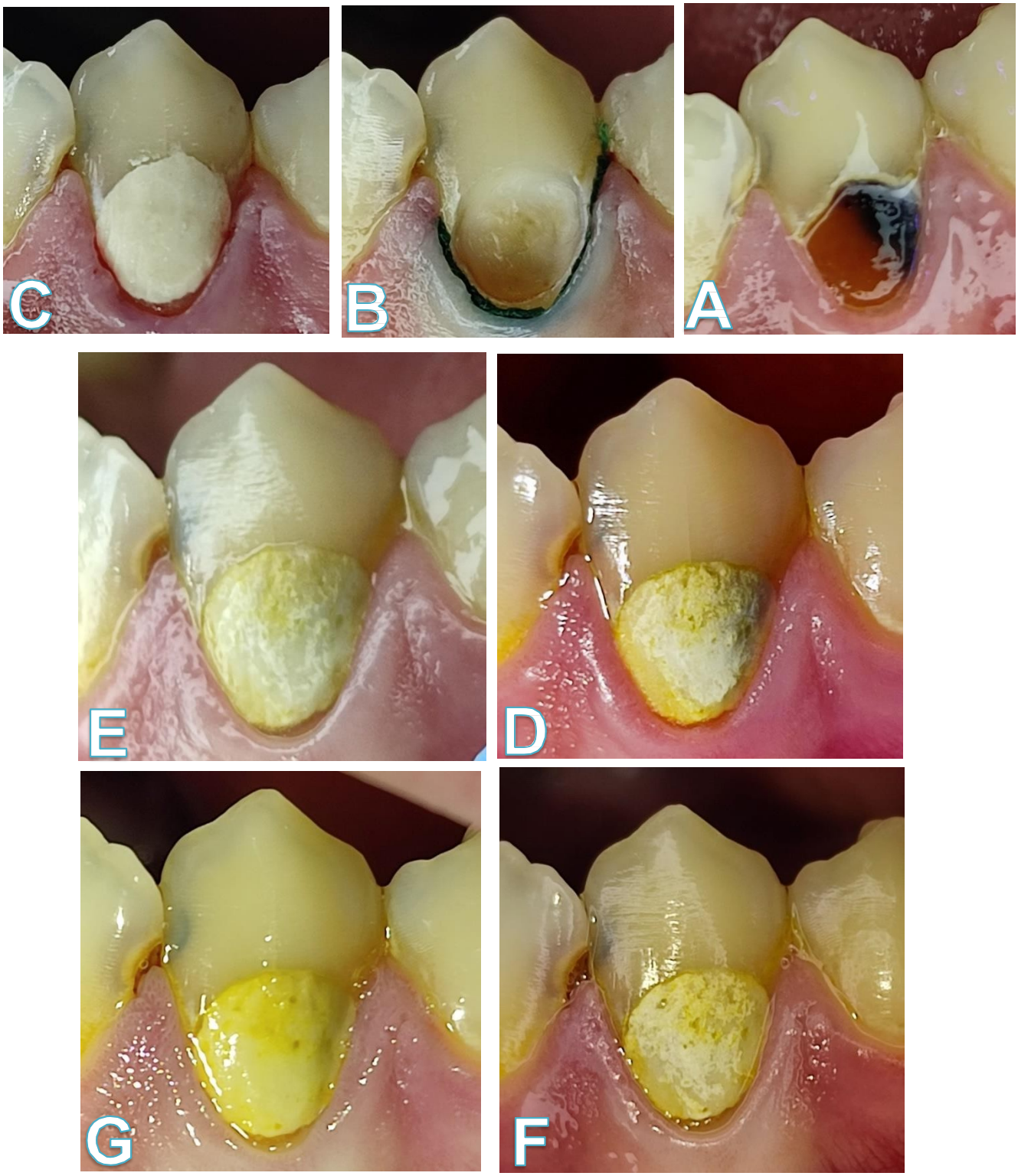
تمت دراسة توزع البيانات باستخدام اختبار Shapiro–Wilk لمعرفة ما إذا كان توزعها طبيعياً أو غير طبيعي، وذلك لتحديد نوع الاختبارات المستخدمة: الاختبارات المعلمية أو مقابلها اللا معلمي. حيث يكون توزع البيانات طبيعياً عندما تكون قيمة الاحتمالية (p–value) أكبر من 0.05 في حين يكون توزع البيانات غير طبيعي عندما تكون قيمة الاحتمالية (p–value) أقل أو تساوي 0.05. حيث تبين أن جميع البيانات تخضع لتوزع غير طبيعي.

تم إجراء اختبارات الفرق التالية:

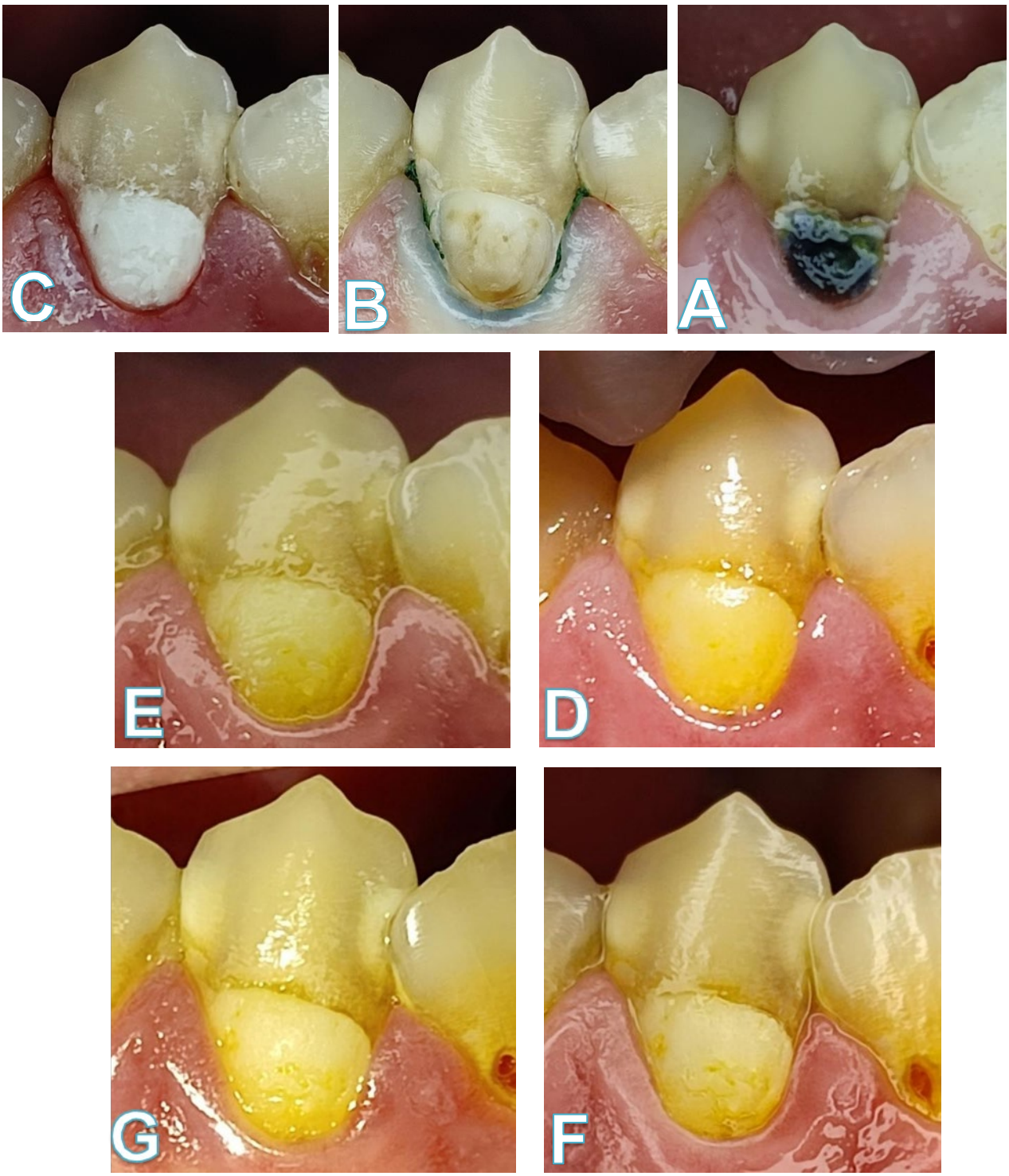
اختبار Chi–Square Pearson للتحقق من وجود اختلافات جوهرية بين المجموعات المدروسة.

اختبار Rank Signed Wilcoxon للتحقق من وجود فروق جوهرية في المتغيرات عبر الزمن في مجموعة الدراسة.

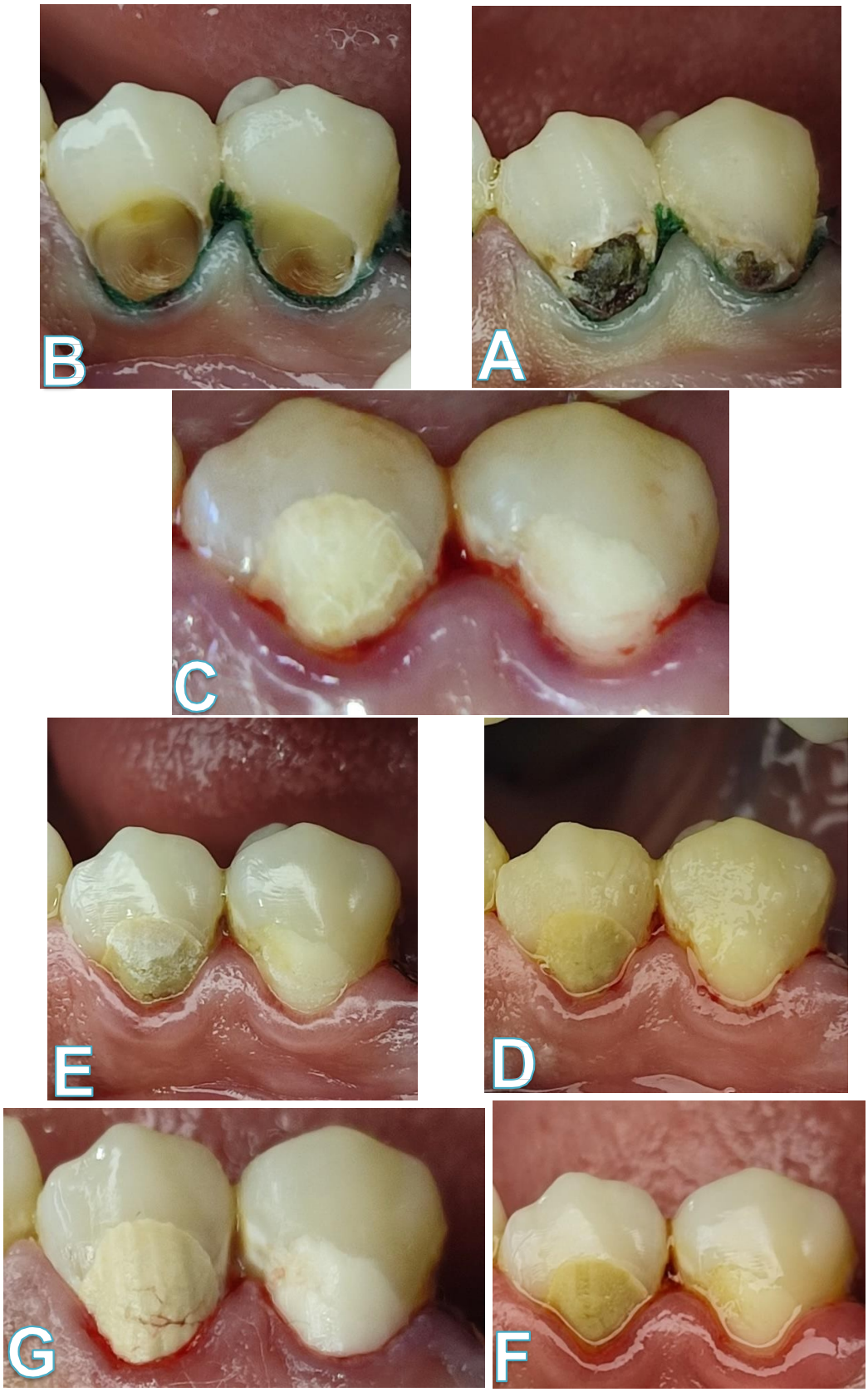
2-12 المتابعات السريرية لبعض حالات الدراسة



الشكل 2-14 حالة متابعة لمدة 12 شهراً تم ترميمها بالإسمنت الزجاجي الشاري الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً BioUnion Filler: (A) قبل المعالجة، (B) بعد تجريف النخر، (C) بعد تطبيق الترميم مباشرة، (D) بعد 3 أشهر، (E)بعد 6 أشهر، (F)بعد 9 أشهر، (G) بعد 12 شهراً.



الشكل 2-15 حالة متابعة لمدة 12 شهراً تم ترميمها بالإسمنت الزجاجي الشاري التقليدي Fuji IX: (A)قبل المعالجة، (B)بعد تجريف النخر، (C) بعد تطبيق الترميم مباشرة، (D) بعد 3 أشهر، (E) بعد 6 أشهر، (F)بعد 9 أشهر، (G) بعد 12 شهراً.



الشكل 2-16 حالة متابعة لمدة 12 شهراً لضاحكين حيث تم ترميم الضاحك الأول بالإسمنت الزجاجي الشاري التقليديFuji IX والضاحك الثاني بالإسمنت الزجاجي الشاري الحاوي على جزيئات فعالة حيوياً BioUnion Filler: (A)قبل المعالجة، (B)بعد تجريف النخر، (C) بعد تطبيق الترميم مباشرة، (D) بعد 3 أشهر، (E) بعد 6 أشهر، (F)بعد 9 أشهر، (G) بعد 12 شهراً

النتائج والدراسة الإحصائية

Results and statistical analysis

3-1 وصف عينة الدراسة

تألفت عينة الدراسة من 46 سناً مصابة بآفات نخرية جذرية لدى 23 مريضاً تراوحت أعمارهم بين 20 و70 سنة، وكان توزع المرضى وحالات المعالجة في عينة البحث كما يلي:

3-1-1 توزع عينة البحث وفقاً لمادة المعالجة المتبعة

رمم 23 سن بمادة BioUnion filler (50%) و 23 سن بمادة Fuji IX (50%) كما يوضح الجدول 3-1.

الجدول 3-1 توزع عينة البحث وفقاً لمادة المعالجة المتبعة

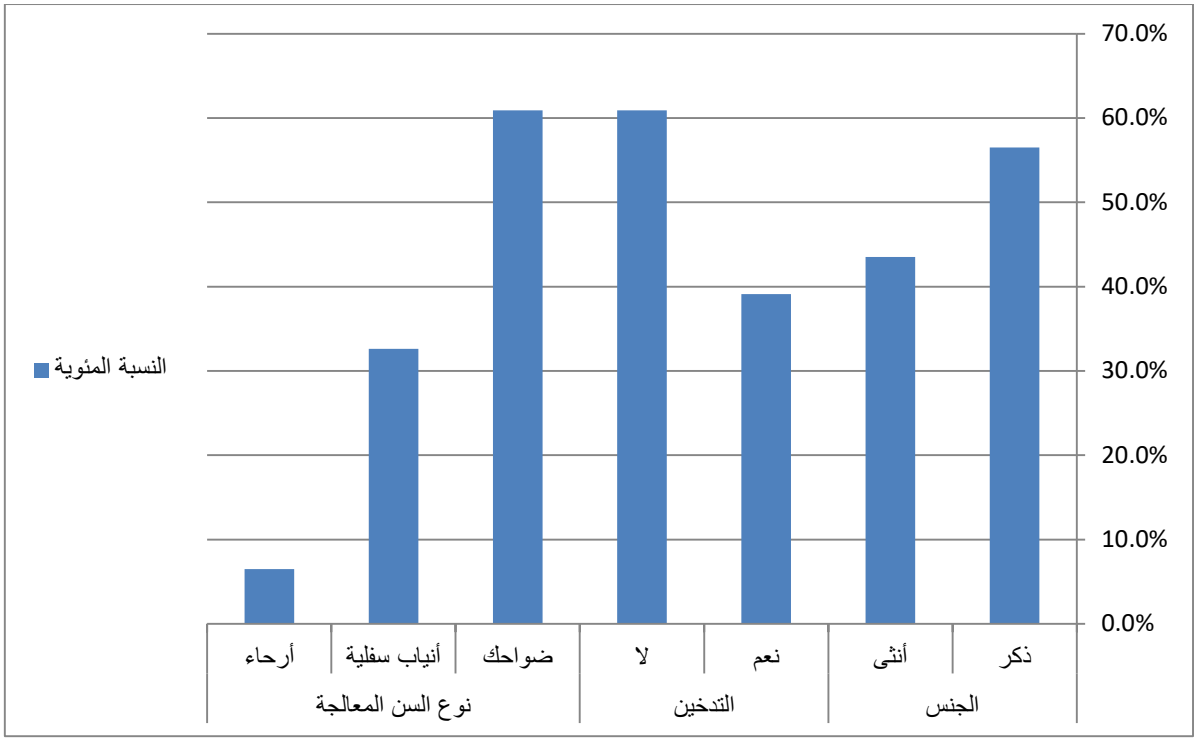
مادة المعالجة المستخدمة	عدد الأسنان	النسبة المئوية
مادة BioUnion filler	23	%50
مادة Fuji IX	23	%50
عينة البحث كاملة	46	%100

3-1-2 توزع عينة البحث وفقاً للجنس والتدخين ونوع السن المعالجة والعمر

يتبين من الجدول 3-2 أن 56.5% من العينة ذكور مقابل 43.5% إناث، وكان 39.1% من المرضى مدخنين وبلغ متوسط أعمار المرضى في عينة البحث كاملة 39 سنة. توزعت عينة البحث وفقاً لنوع السن المعالجة إلى ضواحك بنسبة 60.9% وأنياب سفلية بنسبة 32.6% ،ارحاء بنسبة 6.5% (الجدول 3-2 والمخطط 3-1).

الجدول 3-2 توزع عينة البحث وفقاً للجنس والتدخين ونوع السن المعالجة والعمر

المتغير		عدد الحالات	النسبة المئوية
الجنس	**ذكر**	26	%56.5
	أنثى	20	%43.5
التدخين	**نعم**	18	%39.1
	لا	28	%60.9
نوع السن المعالجة	**ضواحك**	28	%60.9
	أنياب سفلية	15	%32.6
	أرحاء	3	%6.5
العمر	**Mean ± SD**	11.58±38.78	



المخطط 3-1 توزع عينة البحث وفقاً للجنس والتدخين ونوع السن المعالجة

3-2 الدراسة الإحصائية التحليلية

تمت مراقبة كل من ثبات الترميم والتلون الحفافي والانطباق الحفافي وكسر الترميم ونكس النخر وفقاً لمعايير ال USPHS والنزف عند السبر في خمس فترات زمنية مختلفة (بعد أسبوع، بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر، بعد اثني عشر شهراً) وإعطاء كل درجة من درجات ثبات الترميم والتلون الحفافي والانطباق الحفافي وكسر الترميم ونكس النخر والنزف عند السبر قيمة متزايدة تصاعدياً وفقاً لشدة المتغير المدروس كما هو موضح في الجدول 3-3:

الجدول 3-3 يبين الدرجات المعتمدة لثبات الترميم والتلون الحفافي والانطباق الحفافي وكسر الترميم ونكس النخر والنزف عند السبر في عينة البحث والقيمة الموافقة المعطاة لكل درجة

الثبات	التلون الحفافي	الانطباق الحفافي	كسر الترميم	نكس النخر	النزف عند السبر	القيمة الموافقة المعطاة
وجود الترميم	لا يوجد تلون	الترميم متمادي مع ما تبقى من النسج المجاورة	لا يوجد كسر	لا يوجد نكس نخر	لا يوجد نزف	**1**
-	تصبغ سطحي	يوجد عيب بشكل حرف V يمتد عمقاً ضمن الميناء فقط	كسر صغير جداً	-	-	**2**
سقوط الترميم	تصبغ عميق	يوجد عيب بشكل حرف V يصل إلى الملتقى المينائي العاجي	كسر قطعة كبيرة	يوجد نكس نخر	يوجد نزف	**3**

3-2-1 دراسة ثبات الترميم في عينة البحث

يبين الجدول 3-4 والمخطط (3-2) نتائج مقارنة مشعر الثبات بين مجموعتي ال BioUnion وال Fuji IX

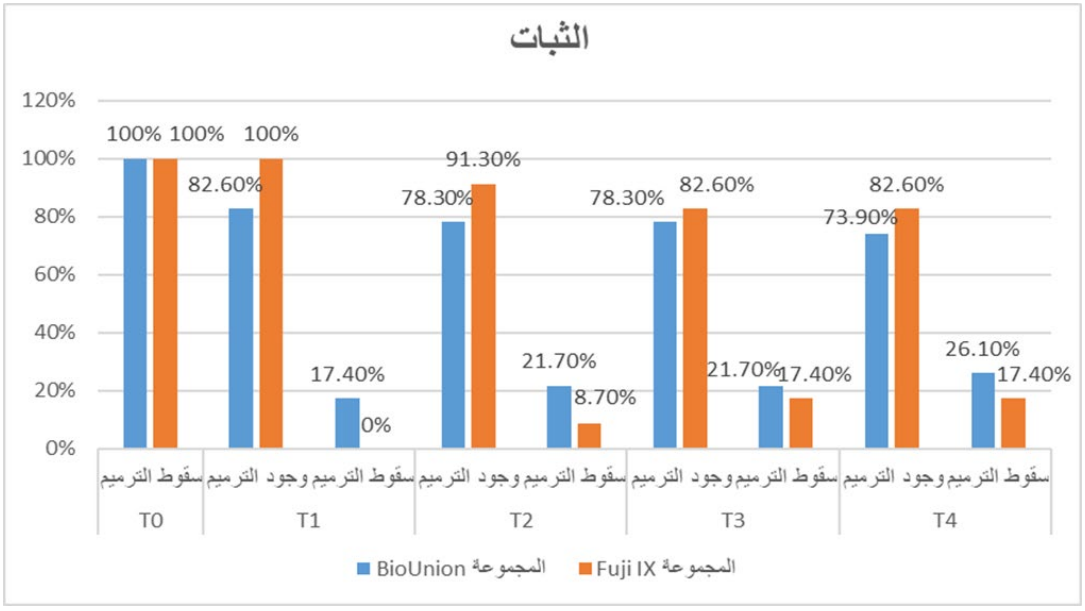
الجدول 3-4 نتائج المقارنة لمشعر الثبات حسب مجموعتي الدراسة

		BioUnion Filler					Fuji IX					p-value*				
		T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)					
الثبات	الترميم موجود	23 (100)	19 (82)	18 (78)	18 (78)	17 (74)	23 (100)	23 (100)	21 (91)	19 (82)	19 (82)	_	0.036*	0.218	0.71	0.475
	الترميم مفقود	0	4 (17)	5 (22)	5 (22)	6 (26)	0	0	2 (8.7)	4 (17.4)	4 (17.4)					
p-value*			0.02*.					0.01*.								

* significant at the 0.05 level.

T0 بعد أسبوع، T1: بعد 3 أشهر، T2: بعد 6 أشهر، T3: بعد 9 أشهر، T4: بعد سنة

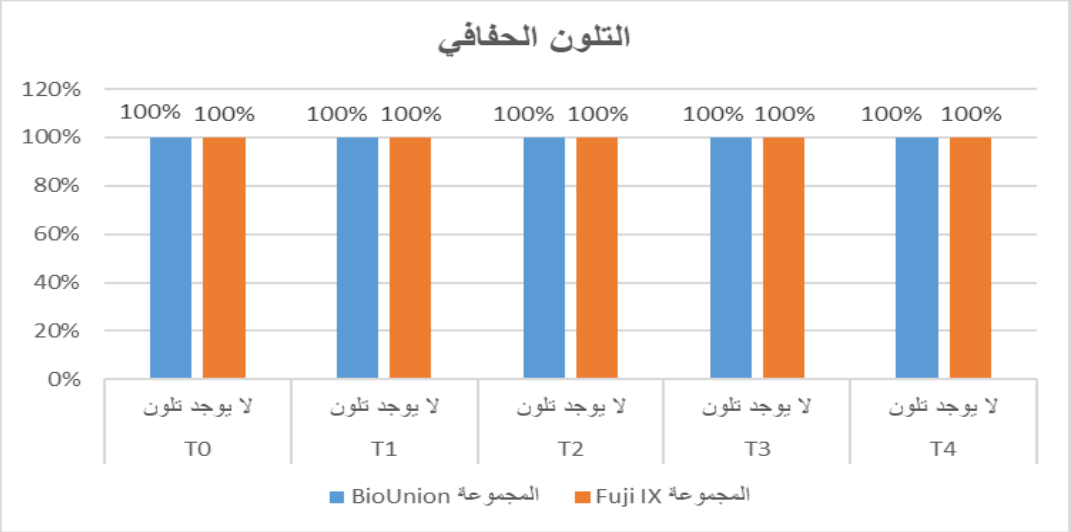
تبين نتائج الجدول 3-4 عدم سقوط أي ترميم بعد أسبوع من المراقبة، بينما سقط بعد 3 أشهر 17% من الترميمات في مجموعة ال BioUnion مقابل 0% في مجموعة ال Fuji IX مع وجود فروق ذات دلالة إحصائية (P=0.036)، بينما لم تظهر أي فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين بعد الشهر الثالث.



المخطط 3-2 يوضح تكرارات مشعر الثبات بعد أسبوع و3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة

3-2-2 دراسة التلون الحفافي في عينة البحث

يبين المخطط (3-3) نتائج مقارنة مشعر التلون الحفافي بين مجموعتي ال BioUnion وال Fuji IX تبين نتائج المخطط (3-3) عدم حدوث تلون حفافي في كلتا مجموعتي الدراسة وفي جميع الفترات الزمنية المدروسة وبالتالي عدم وجود أي فروق ذات دلالة إحصائية (P>0.05).



المخطط 3-3 يوضح تكرارات مشعر التلون الحفافي بعد أسبوع و3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة

3-2-3 دراسة الانطباق الحفافي في عينة البحث

يبين الجدول 3-5 والمخطط (3-4) نتائج مقارنة مشعر الانطباق الحفافي بين مجموعتي ال BioUnion وال Fuji IX

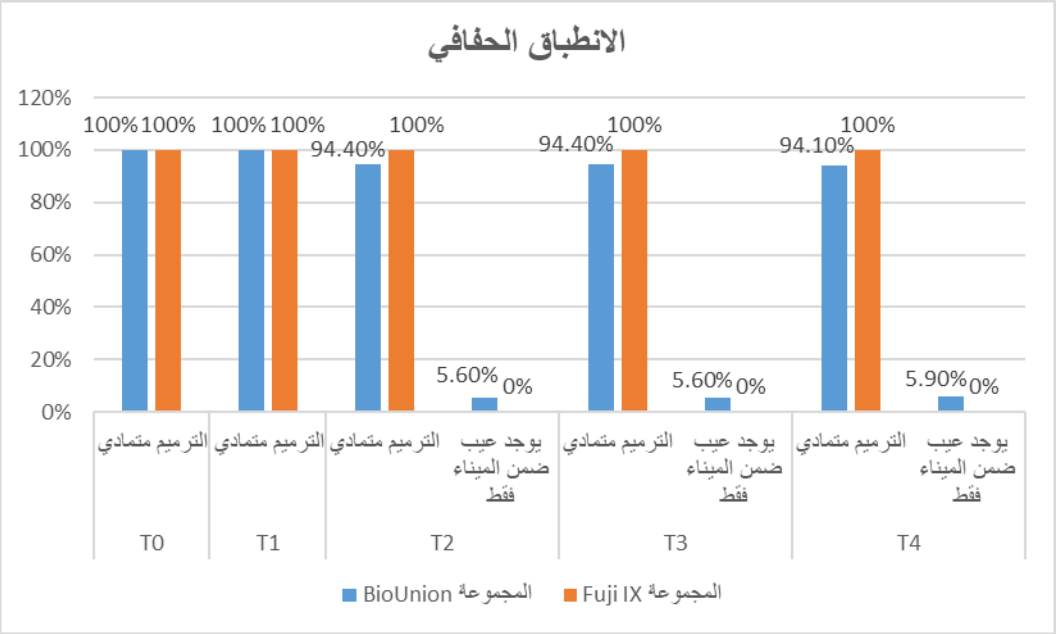
الجدول 3-5 نتائج المقارنة لمشعر الانطباق الحفافي حسب مجموعتي الدراسة

		BioUnion					Fuji IX						p-value*			
		T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)					
الانطباق الحفافي	Alpha	23 (100)	19 (100)	17 (94.4)	17 (94.4)	16 (94.1)	23 (100)	23 (100)	21 (100)	19 (100)	19 (100)	_	_	0.274	0.298	0.284
	Bravo	0	0	1 (5.6)	1 (5.6)	1 (5.9)	0	0	0	0	0					
	Charlie	-	-	-	-	-		-	-	-	-					

* significant at the 0.05 level.

T0: بعد أسبوع T1: بعد 3 أشهر T2: بعد 6 أشهر T3: بعد 9 أشهر T4: بعد سنة

تبين نتائج الجدول 3-5 أنه لا يوجد أي فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي الدراسة في جميع الفترات الزمنية المدروسة (P>0.05).



المخطط 3-4 يوضح تكرارات مشعر الانطباق الحفافي بعد أسبوع و3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة

3-2-4 دراسة كسر الترميم في عينة البحث

يبين الجدول 3-6 والمخطط (3-5) نتائج مقارنة مشعر كسر الترميم بين مجموعتي ال BioUnion وال Fuji IX

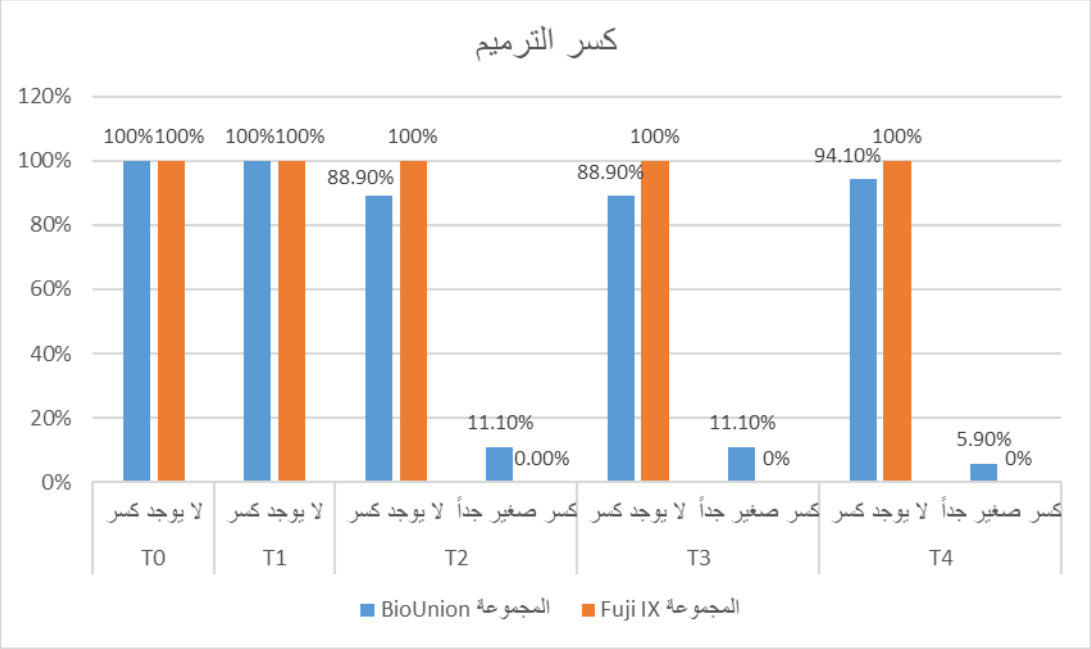
الجدول 3-6 نتائج المقارنة لمشعر كسر الترميم حسب مجموعتي الدراسة

		BioUnin					Fuji IX					p-value*				
		T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4					
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	T0	T1	T2	T3	T4
الكسر	Alpha	23 (100)	19 (100)	16 (88.9)	16 (88.9)	16 (94.1)	23 (100)	23 (100)	21 (100)	19 (100)	19 (100)	-	-	0.117	0.135	0.284
	Bravo	0	0	2 (11.1)	2 (11.1)	1 (5.9)	0	0	0	0	0					

* significant at the 0.05 level.

T0: بعد أسبوع, T1: بعد 3 أشهر, T2: بعد 6 أشهر, T3: بعد 9 أشهر, T4: بعد سنة

تبين نتائج الجدول 3-6 حدوث كسر صغير جداً في حالتين (11.1%) بعد 6 و9 أشهر في مجموعة ال BioUnion بينما كانت جميع الحالات في مجموعة ال Fuji IX سليمة وخالية من الكسر ولم يلاحظ أي فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي الدراسة في جميع الفترات الزمنية المدروسة (P>0.05).

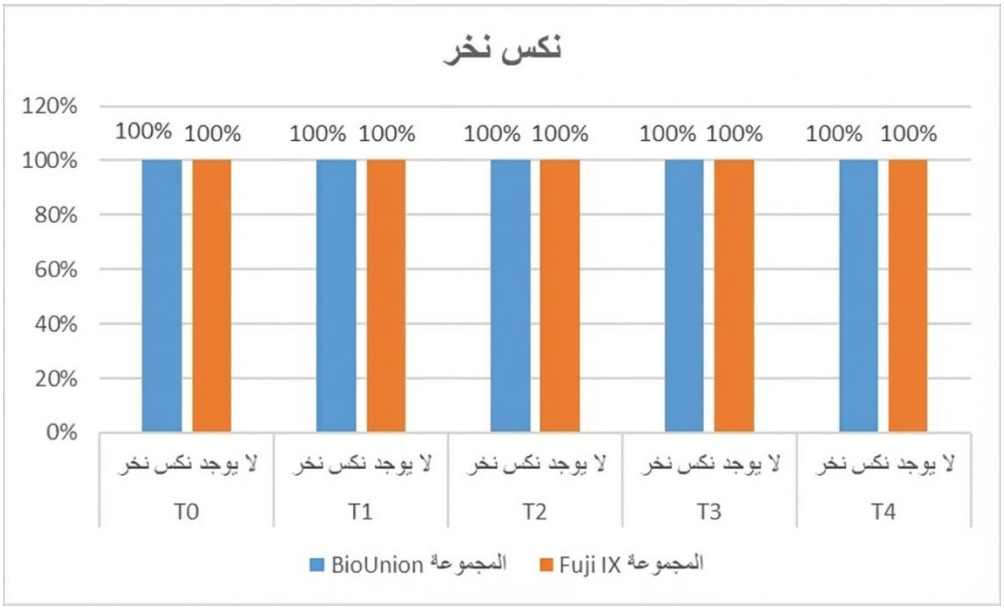


المخطط 3-5 يوضح تكرارات مشعر كسر الترميم بعد أسبوع و3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة

3-2-5 دراسة نكس النخر في عينة البحث

يبين المخطط (3-6) نتائج مقارنة مشعر نكس النخر بين مجموعتي ال BioUnion وال Fuji IX

تبين النتائج عدم حدوث نكس نخر في كلتا مجموعتي الدراسة وفي جميع الفترات الزمنية المدروسة وبالتالي عدم وجود أي فروق ذات دلالة إحصائية (P>0.05).

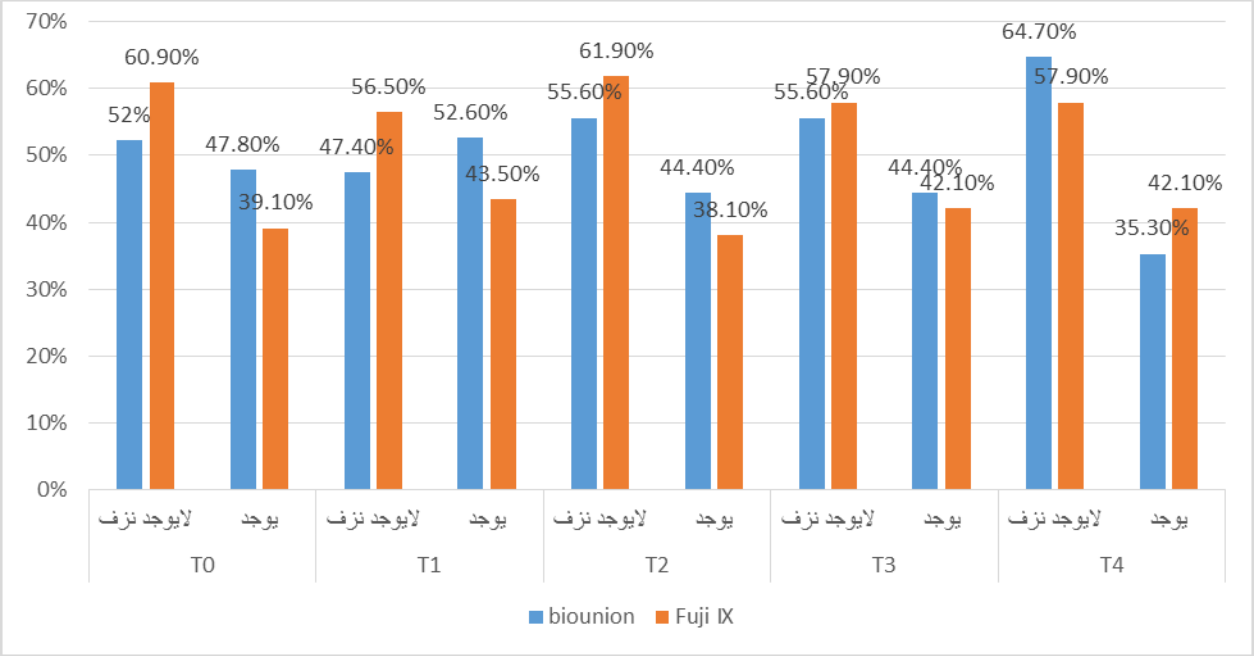


المخطط 3-6 يوضح تكرارات مشعر نكس النخر بعد أسبوع و3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة

3-2-6 دراسة الحالة اللثوية من خلال مشعر النزف عند السبر في عينة البحث

يبين المخطط (3-7) نتائج مقارنة مشعر النزف عند السبر بين مجموعتي ال BioUnion وال Fuji IX

عدم وجود أي فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي الدراسة في جميع الفترات الزمنية المدروسة من حيث النزف عند السبر (P>0.05).



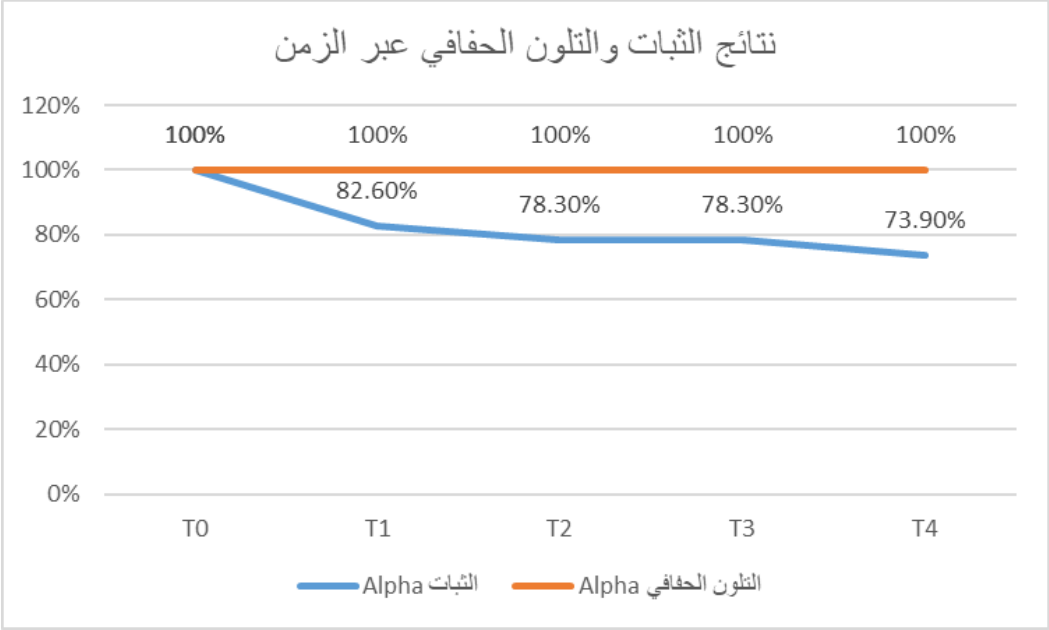
المخطط 3-7 يوضح تكرارات مشعر النزف عند السبر بعد أسبوع و3 و6 و9 و12 شهراً من العلاج حسب مجموعتي الدراسة

3-2-7 دراسة الفروق بين مشعرات الدراسة حسب الزمن بالنسبة لمجموعتي الدراسة

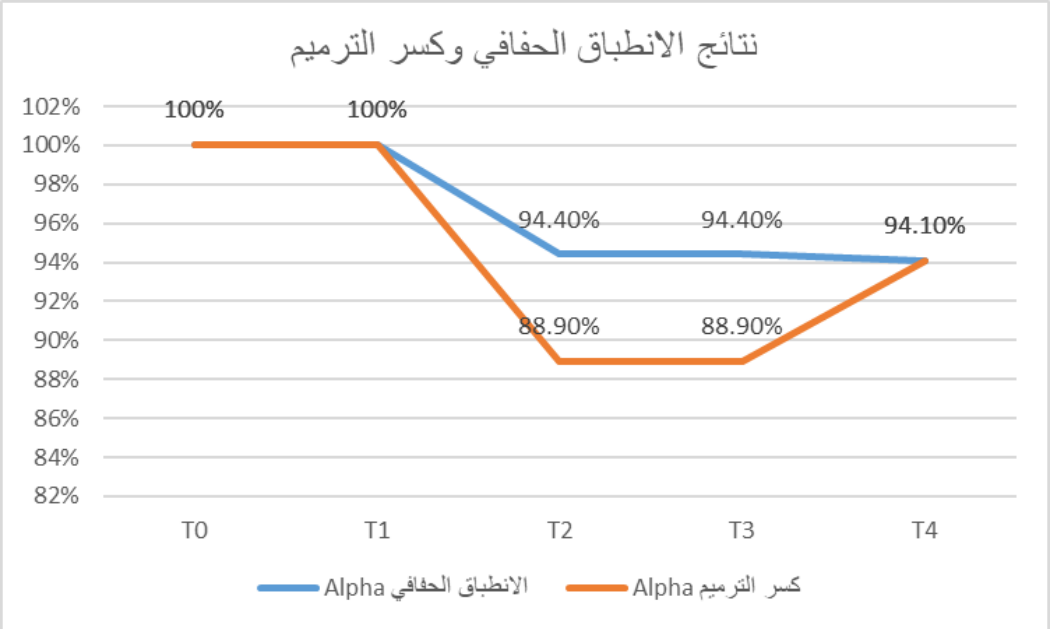
يبين الجدول 3-7 والمخططات (3-8 و3-9 و3-10 و3-11 و3-12) نتائج مشعرات الدراسة حسب الزمن بالنسبة لمجموعتي الدراسة ال BioUnion وال Fuji IX

الجدول 3-7 نتائج المقارنة للمشعرات حسب الزمن بالنسبة لمجموعتي الدراسة

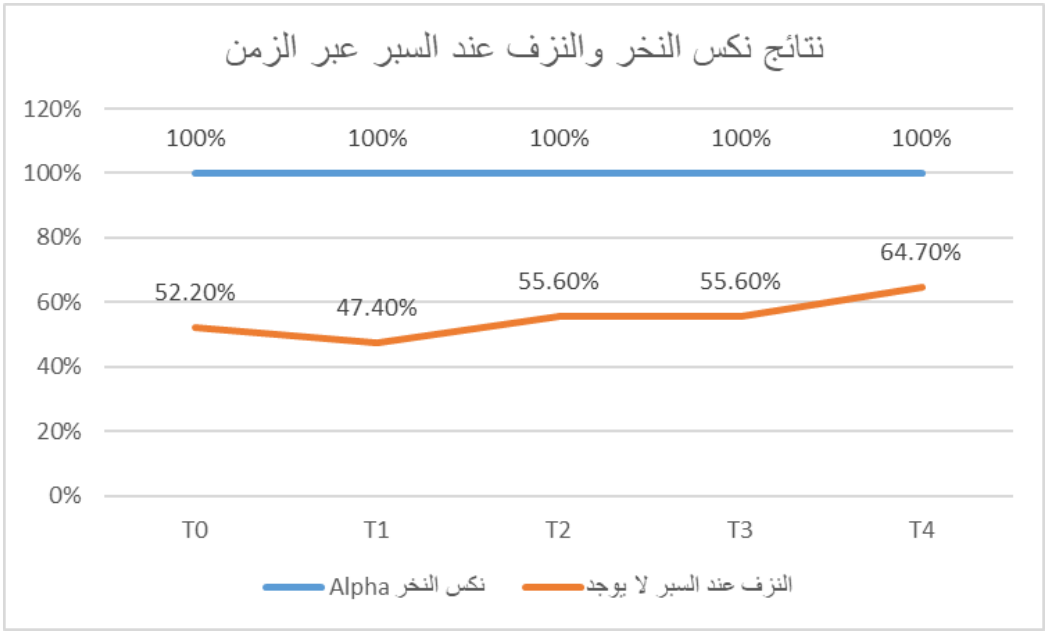
المتغير المدروس		BioUnion					P-value	Fuji IX					P-value
		T0	T1	T2	T3	T4		T0	T1	T2	T3	T4	
		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
الثبات	Alpha	(100%)23	(82.6%)19	(78.3%)18	(78.3%)18	(73.9%)17	**0.002**	23(100%)	23 (100%)	21(91.3%)	19(82.6%)	19(82.6%)	**0.01**
	Charlie	(0%)0	(17.4%)4	(21.7%)5	(21.7%)5	(26.1%)6		(0%)0	(0%)0	(8.7%)2	(17.4%)4	(17.4%)4	
التلون الحفافي	Alpha	(100%)23	(100%)19	(100%)18	(100%)18	(100%)17	-	(100%)23	(100%)23	(100%)21	(100%)19	(100%)19	-
الانطباق الحفافي	Alpha	(100%)23	(100%)19	(94.4%)17	(94.4%)17	(94.1%)16	0.406	(100%)23	(100%)23	(100%)21	(100%)19	(100%)19	-
	Bravo	(0%)0	(0%)0	(5.6%)1	(5.6%)1	(5.9%)1		(0%)0	(0%)0	(0%)0	(0%)0	(0%)0	
كسر الترميم	Alpha	(100%)23	(100%)19	(88.9%)16	(88.9%)16	(94.1%)16	0.406	(100%)23	(100%)23	(100%)21	(100%)19	(100%)19	-
	Bravo	(0%)0	(0%)0	(11.1%)2	(11.1%)2	(5.9%)1		(0%)0	(0%)0	(0%)0	(0%)0	(0%)0	
نكس النخر	Alpha	(100%)23	(100%)19	(100%)18	(100%)18	(100%)17	-	(100%)23	(100%)23	(100%)21	(100%)19	(100%)19	-
النزف عند السبر	لا يوجد	(52.2%)12	(47.4%)9	(55.6%)10	(55.6%)10	(64.7%)11	0.061	(60.9%)14	(56.5%)13	(61.9%)13	(57.9%)11	(57.9%)11	0.938
	يوجد	(47.8%)11	(52.6%)10	(44.4%)8	(44.4%)8	(35.3%)6		(39.1%)9	(43.5%)10	(38.1%)8	(42.1%)8	(42.1%)8	



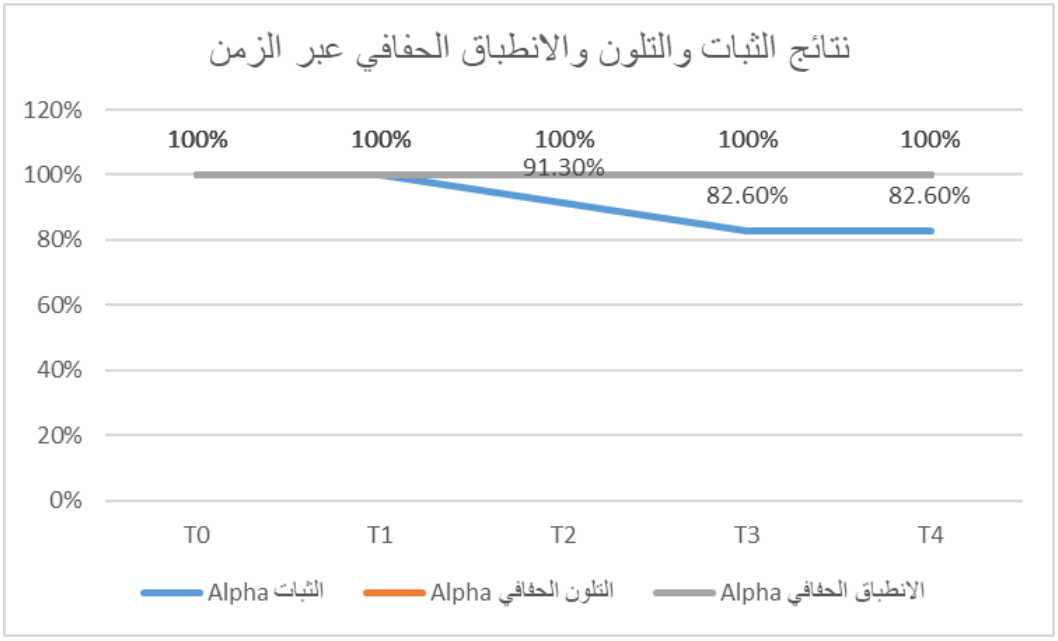
المخطط 3-8 تكرارات ألفا لمتغير الثبات والتلون الحفافي في مجموعة ال BioUnion عبر الزمن



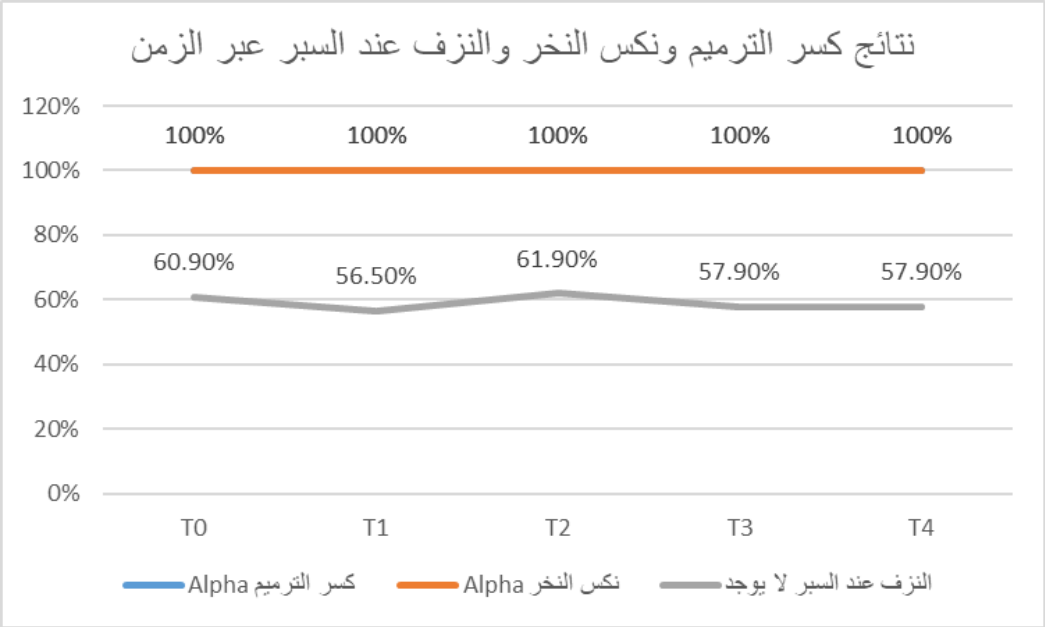
المخطط 3-9 تكرارات ألفا لمتغير الانطباق الحفافي وكسر الترميم في مجموعة ال BioUnion عبر الزمن



المخطط 3-10 تكرارات ألفا لمتغير نكس النخر وعدم وجود نزف عند السبر في مجموعة ال BioUnion عبر الزمن



المخطط 3-11 تكرارات ألفا لمتغير الثبات والتلون الحفافي والانطباق في مجموعة ال Fuji IX عبر الزمن



المخطط 3-12 تكرارات ألفا لمتغير كسر الترميم ونكس النخر وعدم وجود نزف عند السبر في مجموعة ال Fuji IX عبر الزمن

يلاحظ من الجدول 3-7 والمخططات (3-8 و3-9 و3-10 و3-11 و3-12) عدم وجود فروق دالة إحصائياً (P>0.05) في تكرارات ألفا لمتغير الانطباق الحفافي والتلون الحفافي ونكس النخر وكسر الترميم وعدم وجود نزف عند السبر بين الفترات الزمنية الخمسة المدروسة (بعد أسبوع، بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر، بعد اثنا عشر شهراً) في كل من مجموعتي ال BioUnion وال Fuji IX.

كما يتبين من الجدول 3-7 وجود فروق دالة إحصائياً في تكرارات ألفا لمتغير الثبات بين الفترات الزمنية الخمسة المدروسة (بعد أسبوع، بعد ثلاثة أشهر، بعد ستة أشهر، بعد تسعة أشهر، بعد اثنا عشر شهراً) في كل من مجموعتي ال BioUnion (P=0.02) وال Fuji IX (P=0.01)، ولمعرفة أي من الفترات الزمنية تختلف جوهرياً عن الفترات الزمنية الأخرى في تكرارات ألفا لمتغير الثبات تم إجراء اختبار Wilcoxon ونتائج الاختبار موضحة في الجدول (3-8) التالي:

Fuji IX		BioUnion			
P-value	Mean difference	P-value	Mean difference		
1.000	0.0	**0.046**	0.35	**T0 & T1**	الثبات
0.157	0.17	**0.025**	0.43	**T0 & T2**	
0.046	0.35	**0.025**	0.43	**T0 & T3**	
0.046	0.35	**0.014**	0.52	**T0 & T4**	
0.157	0.17	0.317	0.08	**T1 & T2**	
0.046	0.35	0.317	0.08	**T1 & T3**	
0.046	0.35	0.157	0.17	**T1 & T4**	
0.157	0.18	1.000	0.0	**T2 & T3**	
0.157	0.18	0.317	0.09	**T2 & T4**	
1.000	0.0	0.317	0.09	**T3 & T4**	

الجدول 3-8 نتائج الاختبارات التلوية مثنى مثنى لمتغير الثبات في كل مجموعة بالنسبة للأزمنة المدروسة

يلاحظ من الجدول (3-8) أن درجة ثبات الترميم بعد ثلاثة أشهر (P=0.046) وستة أشهر (P=0.025) وتسعة أشهر (P=0.025) واثني عشر شهراً (P=0.014) كانت أقل مقارنة مع الفترة الزمنية بعد أسبوع بفروق دالة إحصائياً في مجموعة ال BioUnion، أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من 0.05 وبالتالي لا توجد أي فروق ذات دلالة إحصائياً.

كما يلاحظ من الجدول (3-8) أن درجة ثبات الترميم بعد تسعة أشهر واثني عشر شهراً (P=0.046) كانت أقل مقارنة مع الفترة الزمنية بعد أسبوع بفروق دالة إحصائياً في مجموعة ال Fuji IX، كما لوحظ أن درجة ثبات الترميم بعد تسعة أشهر واثني عشر شهراً (P=0.046) كانت أقل مقارنة مع الفترة الزمنية بعد ثلاثة أشهر بفروق دالة إحصائياً، وأما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من 0.05 وبالتالي لا توجد أي فروق ذات دلالة إحصائياً.

Discussion المناقشة

4-1 مناقشة فكرة البحث

تُعدّ الآفات النخرية العنقية من التحديات السريرية الشائعة والمعقدة التي يواجهها طبيب الأسنان، خاصة لدى المرضى المتقدمين في السن أو ذوي الحالات عالية الخطورة النخرية. وتتميز هذه الآفات بتوضعها عند الملتقى المينائي العاجي في الثلث العنقي من السن، وهي منطقة حساسة تشريحياً ووظيفياً، إذ تتعرض لتأثيرات ميكانيكية متكررة (كقوى الشد والانثناء) وظروف بيئية فموية متغيرة (كمستوى الحموضة والتجفاف الموضعي) (Lee and Eakle, 1996, Wierichs et al., 2017).

تُعزى الآفات النخرية العنقية إلى عوامل متعددة منها: تراكم اللويحة الجرثومية، الانكشاف الجذري نتيجة الانحسار اللثوي، وضعف العناية الفموية، والتعرض المزمن للكربوهيدرات القابلة للتخمر، ما يجعلها آفات متعددة الأسباب (Multifactorial lesions) ذات طابع تطوري مزمن (Grippo et al., 2018).

ونظراً لموقع هذه الآفات بالقرب من الحافة اللثوية، فإن ترميمها لا يتطلب فقط اختيار مادة ذات خواص ميكانيكية مناسبة، بل أيضاً مادة تتمتع بالتوافق الحيوي (Biocompatibility) مع النسيج اللثوي المحيط وتؤمن انطباقاً حفافيًا محكمًا لمنع تراكم اللويحة ونكس النخر (Zabeu et al., 2022).

لذلك، فإن أي مادة ترميمية تستخدم في معالجة هذه الآفات ينبغي أن تحقق توازناً دقيقاً بين: الخواص الالتصاقية والميكانيكية، التقبل الحيوي للأنسجة المجاورة، والقدرة على مقاومة التغيرات في بيئة الفم الرطبة والحمضية (Burrows, 2020).

ظهر مؤخراً مواد محسّنة مثل الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على BioUnion Filler، الذي يفترض أن يُعزز من: ارتباط المادة مع النسج السنية عبر جزيئات فعالة حيوياً، الخواص الميكانيكية (الصلابة، مقاومة الكسر، مقاومة التآكل)، الخواص البيولوجية (مقاومة النخور الثانوية، التأثير المضاد للجراثيم) (Liu et al., 2021)، كل ذلك يجعل من المهم اختبار هذه الادعاءات ضمن بيئة سريرية حقيقية ومقارنتها مع الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي الذي لا يحوي تلك الجزيئات النشطة.

بناءً على ذلك، جاء هذا البحث لتقييم الأداء السريري لمادتين من الإسمنت الزجاجي الشاردي، إحداهما ذات تركيبة تقليدية والأخرى مدعّمة بجزيئات BioUnion النشطة حيوياً، بهدف تحديد مدى كفاءتهما في ترميم الآفات العنقية النخرية ومقارنة تأثيرهما على الصحة اللثوية المجاورة.

4-2 مناقشة منهجية البحث

تُعد هذه الدراسة من الدراسات السريرية المقارنة المضبوطة المعشاة (RCT)، والتي تعتبر المعيار الذهبي لتقييم فعالية التدخلات العلاجية في الممارسة السريرية، حيث توفر أعلى مستوى من قوة البرهان العلمي عند تنفيذها بطريقة منهجية وصحيحة (Bothwell et al., 2016)، وقد تم في هذه الدراسة اعتماد تصميم يعتمد على تقييم المتغيرات السريرية واللثوية خلال أربع فترات متابعة (3، 6، 9، 12 شهراً)، مما يتيح تتبع التغيرات بمرور الزمن، وهو ما يتماشى مع التوصيات المنهجية التي تؤكد أهمية التقييم الدوري للترميمات في الأدبيات (Heintze and Rousson, 2012).

تم التوزيع العشوائي على مستوى الأسنان داخل نفس الفم وهذا يقلل من تأثير المتغيرات الفردية بين المرضى (intrasubject variability)، ويعتبر أسلوباً فعالاً عند دراسة المواد الترميمية كما أشارت إليه دراسات مشابهة (Pozos-Guillén et al., 2017).

ورغم أن التعمية الكاملة لم تكن ممكنة (open-label design) بسبب اختلاف الخواص الفيزيائية للمادتين، إلا أن التعمية عند مستوى التحليل الإحصائي (blinding of statistician) تعد إجراءً جوهرياً للحد من الانحياز (Moustgaard et al., 2020).

تم إجراء الفحص السريري وأخذ صورة سريرية تشخيصية للتأكد من مطابقة معايير التضمين ولضبط التجانس في العينة السريرية، كما تم الحصول على الموافقة الخطية بعد الشرح الوافي لأهداف الدراسة والمخاطر المحتملة وهذا يعد من ركائز الأخلاقيات البحثية، وتتماشى مع إعلان هلسنكي (Sawicka-Gutaj et al., 2022).

تلقى جميع المشاركين تثقيفاً صحياً من حيث أساليب التفريش والتوعية الغذائية والعادات الفموية السيئة لكلتا المجموعتين، وهذا يمكن أن يقلل من معدلات تكرار النخر مستقبلًا، مما يسهم في استقرار الترميمات على المدى الطويل (Laske et al., 2019).

تم العزل أثناء العمل باستخدام اللفافات القطنية والماصات، ورغم بساطته فإنه يوفر مستوىً مقبولًا من التحكم بالرطوبة في الآفات العنقية خاصةً في الحالات التي لا تستدعي العزل بالحاجز المطاطي (Loguercio et al., 2015). بين كل من Oz وزملاؤه، Celik وزملاؤه، Loguercio وزملاؤه أن العزل باستخدام اللفافات القطنية يعتبر مقبولًا سريريًا عند تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي في ترميم الآفات العنقية (Loguercio et al., 2015, Oz et al., 2020, Celik et al., 2019).

تم التنظيف الأولي بفرشاة مع مسحوق الخفان قبل إجراء تجريف النخر وتهيئة الحفرة لإزالة اللويحة لضمان ارتباط جيد للمادة الترميمية، حيث أن وجود لويحة غير مرئية قد يؤثر سلبًا على ارتباط الإسمنت الزجاجي الشاردي بالنسج السنية. كما أن استخدام خيط تبعيد اللثة يظهر دقة سريرية في التعامل مع النسج اللثوية دون التسبب بأذى، وهو ما يوصى به بشكل خاص عند تحضير وترميم الآفات العنقية القريبة من الحافة اللثوية حيث بينت دراسة Eldin Shehab وزملاؤه تأثير أن خيط تبعيد اللثة يتطلب وقتًا أطول للتطبيق ولكنه يسبب ضررًا أقل للأنسجة اللثوية مقارنة بالمشبك تحت اللثوي مما يجعله خيارًا مفضلًا في الحالات التي تتطلب دقة وحذرًا في التعامل مع الأنسجة اللثوية (Shehab Eldin et al., 2021).

تم استبدال السنبلة الماسية الكروية بعد ثلاث استخدامات لتقليل احتمال نقل العدوى أو التآكل الميكانيكي للأداة، وتم قياس أبعاد الحفرة المحضرة باستخدام المسبر CP15 لضبط معايير التضمين وتعزيز موضوعية التقييم وتحقيق تجانساً مقبولًا في عمق وعرض الترميمات بين المرضى.

مزجت كلتا المادتين المدروستين وفقاً تعليمات الشركة المصنعة مع مراعاة النسب الدقيقة ومدة المزج، إذ أن أي خلل في النسب أو وقت المزج قد يؤثر على خصائص التصلب والارتباط بالنسج السنية (Sidhu and Nicholson, 2016).

تم الإنهاء والتلميع باستخدام السنابل الماسية الدقيقة والأقماع المطاطية لتحسين نعومة السطح وتقليل تراكم اللويحة لاحقًا والجمالية السريرية للترميم، إذ أن الإنهاء الجيد ينعكس إيجاباً على المخرجات السريرية طويلة الأمد لترميمات الإسمنت الزجاجي الشاردي (Boing et al., 2018).

تم تقييم الأداء السريري للترميمات المدروسة باستخدام معايير تقييم سريرية دقيقة مثل USPHS Criteria التي تشمل: الانطباق الحافي والتصبغ الحافي والثبات والكسر ونكس النخر، إذ يمنح هذا التقييم صورة شاملة حول مدى نجاح الترميم على المدى المتوسط إلى الطويل (Larasati et al., 2024)، وهو ما يسهم في اتخاذ قرارات سريرية مستندة إلى الأدلة (Evidence-Based Dentistry).

تم تقييم الصحة اللثوية حول الترميم باستخدام مشعر النزف عند السبر BOP، الترميمات القريبة من الحافة اللثوية – كما في الآفات العنقية – قد تؤثر على الصحة اللثوية بشكل مباشر، خاصة في حال: وجود انطباق حافي ضعيف، وجود سطح خشن بعد الترميم، تسرب المادة إلى الميزاب اللثوي (overhang)، استجابة الجسم للمكونات الكيميائية للمادة، كل هذه العوامل قد تثير استجابة التهابية موضعية في اللثة تظهر من خلال النزف عند السبر (Al Habashneh et al., 2019).

اتسمت منهجية هذه الدراسة بالصرامة من حيث التصميم والتطبيق، لمنح نتائجها قابلية عالية للتفسير والتعميم السريري، مع الإشارة إلى أن التحدي الأساسي يكمن في محدودية التعمية وعدم استخدام مجموعة شاهدة ثالثة مثل الراتنج المركب (الكمبوزت) والتي كان من الممكن أن تمنح الدراسة بعداً مقارناً أوسع.

4-3 مناقشة نتائج البحث

أظهرت نتائج هذه الدراسة أنّ الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي (Fuji IX) تميز بمعدل ثبات أعلى خلال فترة المتابعة الأولى (3 أشهر) مقارنة بالإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على جزيئات BioUnion، إلا أنّ هذا التفوق لم يستمر على المدى المتوسط (6–12 شهرًا). يمكن تفسير هذا التفوق المبكر لـ Fuji IX من خلال بنيته التقليدية المستقرة التي تسمح بتشكيل شبكة بولي أكريلات أكثر صلابة في المراحل الأولى من التصلب (Sidhu and Nicholson, 2016). في المقابل، فإن إدخال جزيئات فعالة حيوياً مثل ZnO وSiO_2 وCaO ضمن تركيب BioUnion قد يغير من ديناميكية التفاعل الحمضي–القاعدي الأولي، مما يؤدي إلى خصائص ميكانيكية أضعف مؤقتًا حتى اكتمال مرحلة النضج (Htet et al., 2025, Imazato et al., 2020).

تتماشى هذه النتائج مع ما أشار إليه Heintze وزملاؤه بأنّ معدلات فشل ترميمات الزجاجي الشاردي في المرحلة المبكرة غالبًا ما تعزى إلى هشاشة المادة أثناء الأسابيع الأولى، في حين يزداد ثباتها لاحقًا مع استمرار عملية النضج (Heintze et al., 2010).

أما بالنسبة للتصبغ الحفافي والانطباق الحفافي، فقد أظهرت النتائج غياب فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين، وهو ما يتفق مع دراسة Panetta وزملاؤه ودراسة Krämer وزملاؤه التي أوضحت قدرة الإسمنت الزجاجي الشاردي على تأمين ختم حفافي كيميائي جيد (Panetta et al., 2023, Krämer et al., 2018). ويُعزى ذلك أيضاً إلى قدرة مجموعات الكربوكسيل في حمض البولي أكريليك على تشكيل روابط كيميائية مع شوارد الكالسيوم في العاج والميناء (Inoue et al., 2001).

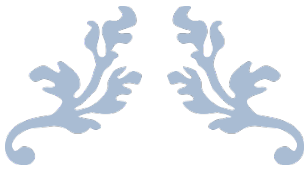
وفيما يتعلق بالكسور الصغيرة التي سُجّلت ضمن مجموعة BioUnion، فقد تُعزى إلى التوزع المجهري غير المتجانس للجزيئات الحيوية داخل المصفوفة الإسمنتية، الأمر الذي يخلق مناطق ضعف موضعية تحت تأثير قوى الانثناء في المنطقة العنقية. ومع ذلك، فإن محدودية هذه الكسور وعدم تأثيرها على الاستقرار العام يتفق مع نتائج Kim وزملاؤه ودراسة Htet وزملاؤه واللتين بينتا أن إدخال الزجاج الحيوي قد يُحدث تفاوتاً في الخصائص الميكانيكية لكنه لا يقلل من الفعالية السريرية (Kim et al., 2021, Htet et al., 2025).

كذلك، أظهرت دراسات مخبرية أن مادة Caredyne–Restore (BioUnion filler) قادرة على إطلاق شوارد الزنك بشكل انتقائي في الوسط الحمضي، مما يمنحها خصائص مضادة للجراثيم ويعزز إعادة تمعدن العاج (Liu et al., 2021, Kohno et al., 2021). ورغم أنّ هذه الفوائد لم تترجم إلى تفوق سريري ملموس خلال 12 شهرًا، إلا أنها قد تُسهم في تقليل معدلات النكس والنخر الثانوي على المدى البعيد، وهو ما يفسر غياب نكس النخر في مجموعتي الدراسة.

لم تسجّل أي حالة نكس نخر في أي من المجموعتين (الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي والاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler) خلال مدة الدراسة، وهذا ما يمكن تفسيره في الفعالية المضادة للجراثيم للمادتين نتيجة إطلاق الفلورايد المستمر بالإضافة لقدرة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler على إطلاق شوارد الزنك بشكل انتقائي عند تعرضه لبيئة حمضية والتي تلعب هذه الشوارد دوراً في تثبيط نمو الجراثيم المسببة للنخر مثل Streptococcus mutans.

كانت معدلات النزف متقاربة بين المجموعتين (الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي والاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler) مع ميل لنزف أقل في مجموعة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler في نهاية فترة المراقبة، وهذا يعزى إلى التوافق الحيوي الجيد للمادتين.

بالمحصلة، فإنّ هذه النتائج تؤكد ما ذكره Frencken وزملاؤه حول موثوقية الإسمنت الزجاجي الشاردي عالي اللزوجة كخيار ترميمي قصير–متوسط الأمد (Frencken et al., 2012)، وتطرح في الوقت نفسه مادة BioUnion كخيار واعد لمرضى الخطورة النخرية المرتفعة نظرًا لخصائصها الوقائية الفريدة. إلا أنّ غياب تفوقها السريري على المدى القصير يشير إلى ضرورة متابعة المرضى لفترات أطول وإجراء دراسات مخبرية مرافقة (اختبارات مقاومة الانحناء، SEM للسطوح المكسورة، وقياس التحرير الشاردي) لفهم التوازن بين الخصائص الميكانيكية المبكرة والفعالية الحيوية المتأخرة لهذه المادة.



Conclusions الاستنتاجات

ضمن حدود وإمكانيات هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي:

1. أظهر الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي Fuji IX ثباتاً أعلى مقارنة بالإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler خلال فترة المتابعة، وخاصة في الأشهر الثلاثة الأولى، رغم ذلك، لم تظهر الفروق بين المادتين دلالة إحصائية بعد الشهر الثالث، مما يشير إلى تقارب الأداء على المدى الطويل.
2. لم تسجل أي حالة تلون حفافي في مجموعتي الدراسة (الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي والاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler) خلال جميع فترات المتابعة، ما يعكس جودة الانطباق الحفافي لكلتا المادتين، حيث أبدت حالة واحدة فقط عيباً بسيطاً ضمن الميناء في مجموعة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler في حين حافظت مجموعة الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي على انطباق جيد في جميع الحالات.
3. ظهرت نسبة ضئيلة من كسر بسيط جداً في مجموعة الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler بينما حافظت الترميمات في مجموعة الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي على سلامة ترميماتها من الكسر طيلة فترة المتابعة.
4. لم تسجل أي حالة نكس نخر في مجموعتي الدراسة (الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي والاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler) خلال سنة من المتابعة، مما يدل على الكفاءة العلاجية للمادتين في منع تطور النخور الثانوية.
5. لم تؤثر المادتان المدروستان سلباً على الصحة اللثوية المجاورة حيث سجلت نسب متفاوتة من النزف عند السبر في المجموعتين، مع ذلك كان النزف عند السبر بعد سنة من المراقبة أقل بشكل طفيف لصالح الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler.

التوصيات والمقترحات

Recommendations & Suggestions

6-1 التوصيات Recommendations

ضمن حدود وإمكانيات هذه الدراسة:

1. ينصح بالاعتماد على الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي Fuji IX كخيار موثوق لترميم الآفات العنقية.
2. نوصي باستخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler في ترميم الآفات العنقية النخرية للأسنان الأمامية (ذات الجهود الإطباقية الأقل مع الأخذ بعين الاعتبار اختلاف لون المادة المرممة عن لون السن) مع مراقبة سريرية دورية خاصة في الأشهر الأولى.
3. ضرورة إرشاد المرضى للحفاظ على عناية فموية جيدة لتقليل التأثيرات اللثوية التي قد تطرأ، خاصة في منطقة الترميم.
4. ينصح الأطباء بإجراء فحص دوري كل 3 أشهر على الأقل خلال السنة الأولى لتقييم حالة الترميم والتدخل في حال وجود بداية فشل أو في حال فقدان الترميم.

6-2 المقترحات Suggestions

1. تحسين الخصائص الفيزيائية للإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler لزيادة ثباتها، حيث أظهرت معدلات سقوط أعلى من Fuji IX خصوصاً في الأشهر الأولى.
2. إجراء دراسات مخبرية ومجهرية لتفسير أسباب الكسر الجزئي لبعض ترميمات الزجاجي الشاردي الحاوي على ال BioUnion filler.
3. إجراء دراسة سريرية مع متابعة أطول زمنياً (سنتان أو أكثر) لتقييم الأداء بعيد المدى خصوصاً فيما يتعلق بالثبات ومقاومة الكسر.
4. توسيع العينة السريرية وإجراء الدراسة في بيئات سريرية متعددة (مرضى الكز السني كمثال) لتعزيز صلاحية التعميم.
5. إجراء دراسات مخبرية EDX لتحليل العناصر المعدنية ضمنBioUnion fillers تحت المجهر الالكتروني الماسح لتحديد التركيب الكيميائي الدقيق للمادة.

References المراجع

A

AD, WILSON, KENT BE. (1972). *A new translucent cement for dentistry: the glass-ionomer cement*. **Br Dent J**, 132(4), 133-135.

AL HABASHNEH, R., QABAHA, M., KHADER, Y., GHASSIB, I. & ATMEH, A. (2019). *Gingival health around cervical carious lesions restored with calcium silicate-based cement (Biodentine™) compared with glass-ionomer cement: a randomized clinical trial*. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, 20(6), 702-706.

B

BAKHADHER, W. (2019). *Modification of glass ionomer restorative material: A review of literature* .**EC Dent Sci**, 18(5), 1001-1006.

BERG, J. H. & CROLL, T. P. (2015). *Glass ionomer restorative cement systems: an update*. **Pediatric dentistry**, 37(2), 116-124.

BEZERRA, I. M., BRITO, A. C. M., DE SOUSA, S. A., SANTIAGO, B. M., CAVALCANTI, Y. W. & DE ALMEIDA, L .D. F. D. (2020). *Glass ionomer cements compared with composite resin in restoration of noncarious cervical lesions: A systematic review and meta-analysis*. **Heliyon**, 6(5), e03969-e03969.

BOING, T. F., DE GEUS, J. L., WAMBIER, L. M., LOGUERCIO, A. D., REIS, A. & MONGRUEL GOMES, O. M. (2018). *Are Glass-Ionomer Cement Restorations in Cervical Lesions More Long-Lasting than Resin-based Composite Resins? A Systematic Review and Meta-Analysis*. **Journal of Adhesive Dentistry**, 20(5), 435-452

BOTHWELL, L. E., GREENE, J. A., PODOLSKY, S .H. & JONES, D. S. (2016). *Assessing the gold standard—lessons from the history of RCTs*. **N engl j med**, 374(22), 2175-2181.

BRACKETT, W. (2002). *One-year clinical performance of a resin-modified glass ionomer and a resin composite restorative material in unprepared Class V restorations (vol 2, pg 27, 2002)*. **OPERATIVE DENTISTRY**, 27(3), 316-316.

BROOKES, Z. L., BELFIELD, L. A., ASHWORTH, A., CASAS-AGUSTENCH, P., RAJA, M., POLLARD, A. J. & BESCOS, R. (2021). *Effects of chlorhexidine mouthwash on the oral microbiome*. **Journal of dentistry**, 113(21), e103768-e103768.

BURROWS, S. (2020). *Root caries part 2: the restorative challenge*. **Dental Update**, 47(3), 199-212.

C

CAWSON, R. A. & ODELL, E. W. (2014). Chapter 6- *Tooth wear, resorption, hypercementosis, and osteointegration*. **In *Cawson's Essentials of Oral Pathology and Oral Medicine E-Book: Arabic Bilingual Edition*, Elsevier Health Sciences**, 87-89.

CELIK, E. U., TUNAC, A. T. & YILMAZ, F. (2019). *Three-year clinical evaluation of high-viscosity glass ionomer restorations in non-carious cervical lesions: a randomised controlled split-mouth clinical trial*. **Clinical oral investigations**, 23(3), 1473-1480.

CHECCHI, L., MONTEVECCHI, M., CHECCHI, V. & ZAPPULLA, F. (2009). *The relationship between bleeding on probing and subgingival deposits. An endoscopical evaluation*. **The open dentistry journal**, 28(3), 154-160.

COLLARES ،K., DEMARCO, F. F., HORTA, B. L. & CORREA, M. B. (2018). *Proximal restoration increases the risk of clinical attachment loss*. **Journal of clinical periodontology**, 45(7), 832-840.

CRAMER, N., STANSBURY, J. & BOWMAN, C. (2011). *Recent advances and developments in composite dental restorative materials*. **Journal of dental research**, 90(4), 402-416.

CROLL, T. P. & NICHOLSON, J. W. (2002). *Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature*. **Pediatric dentistry**, 24(5), 423-429.

D

DINDAR, M. B .(2023) .Chapter 4- *Glass ionomer cement: Past and future*. **In International Academic Research and Reviews in Health Sciences, Lambert Academic Publishing,** 91-107.

DOS SANTOS SOARES, A. R., CHALUB, L. L. F. H., BARBOSA, R. S., DE PAIVA CAMPOS, D. E., MOREIRA, A. N. & FERREIRA, R. C. (2021). *Prevalence and severity of non-carious cervical lesions and dentin hypersensitivity: association with oral-health related quality of life among Brazilian adults*. **Heliyon**, 7(3), e06492-e06492.

F

FEJERSKOV, O., NYVAD, B. & KIDD, E. (2015). Chapter 1 & 2 - *Dental caries-defintions and clinical features & Strategic public health consideration for caries control in populations*. **In Dental caries: the disease and its clinical management, John Wiley & Sons**, 3-31.

FRANCISCONI, L. F., SCAFFA, P. M. C., BARROS, V. R. D. S. P. D., COUTINHO, M. & FRANCISCONI, P. A. S. (2009). *Glass ionomer cements and their role in the restoration of non-carious cervical lesions*. **Journal of Applied Oral Science**, 17(5)**,** 364-369.

FRENCKEN ،J. E., LEAL, S. C. & NAVARRO, M. F. (2012). *Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview*. **Clinical oral investigations**, 16(5)**,** 1337-1346.

G

GE, K. X., LAM, W. Y.-H., CHU, C.-H. & YU, O. Y. (2024). *Updates on the clinical application of glass ionomer cement in restorative and preventive dentistry*. **Journal of Dental Sciences**, 19 (Suppl 1)**,** S1-S9.

GRIPPO, J. O., COLEMAN, T. A., MESSINA, A. M. & OH, D. S. (2018). *A literature review and hypothesis for the etiologies of cervical and root caries*. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 30(3)**,** 187-192.

GUGGENBERGER, R., MAY, R. & STEFAN, K. (1998). *New trends in glass-ionomer chemistry*. **Biomaterials**, 19(6)**,** 479-483.

GUZMÁN-ARMSTRONG, S. (2005). *Rampant caries*. **The Journal of school nursing**, 21(5)**,** 272-278.

GUZMÁN-ARMSTRONG, S., CHALMERS, J. & WARREN, J. J. (2010). *White spot lesions: Prevention and treatment*. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 138(6), 690-696.

H

HEINTZE, S. D. & ROUSSON, V .(2012) .*Clinical effectiveness of direct class II restorations-a meta-analysis*. **J Adhes Dent**, 14(5), 407-431.

HEINTZE, S. D., RUFFIEUX, C. & ROUSSON, V. (2010). *Clinical performance of cervical restorations—a meta-analysis*. **dental materials**, 26(10), 993-1000.

HEMMINGS, K., TRUMAN, A., SHAH, S. & CHAUHAN, R. (2018). *Tooth wear guidelines for the BSRD part 2: fixed management of tooth wear*. **Dental Update**, 45(7), 590-600.

HEYMANN, H. O., SWIFT, E. J., RITTER, A. V. & STURDEVANT, C. M. (2013). Chapter 2- *Dental caries: Etiology, clinical charactiristics, risk assessment, and management.* **In Sturdevant's art and science of operative dentistry, Elsevier Health Sciences**, 40-95.

HILTON, T. J., FERRACANE, J. L. & BROOME, J. C. (2013). Chapter 5 - *Caries management: Diagnosis and treatment strategies.* **In Summitt's fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach/edited by Thomas J. Hilton, Jack L. Ferracane, James C. Broome; Illustrations by JosÂ© â™ dos Santos Jr**, 207-270.

HTET, K., HIRAISHI, N., SANON, K., UBOLSAARD, P., SONE, K. P. & SHIMADA, Y. (2025). *Effect of zinc-releasing glass ionomer cement on preventing dentin demineralization*. **Journal of Dentistry**, 156(25), e105718-e105718.

I

IMAZATO, S., KOHNO, T ،.TSUBOI, R., THONGTHAI, P., XU, H. H. & KITAGAWA, H. (2020). *Cutting-edge filler technologies to release bio-active components for restorative and preventive dentistry*. **Dental materials journal**, 39(1), 69-79.

INOUE, S., VAN MEERBEEK, B., ABE, Y., YOSHIDA, Y., LAMBRECHTS, P., VANHERLE, G. & SANO, H. (2001). *Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive*. **Dental Materials**, 17(5), 445-455.

K

KARAASLAN, H. B. & TÜMEN, E. C. (2022). Chapter 8- *Classification, applications, properties of glass ionomer-based materials in pediatric dentistry from past to present1*. **In Research & Reviews in Health Sciences, Gece Kitaplığı publisher,** 115-135.

KIM, H.-J., BAE, H. E., LEE, J.-E., PARK, I.-S., KIM, H.-G., KWON, J. & KIM, D.-S. (2021). *Effects of bioactive glass incorporation into glass ionomer cement on demineralized dentin*. **Scientific reports**, 11(1), e7016- e7016.

KOÇ-VURAL, U., KERIMOVA-KÖSE, L. & KIREMITCI, A. (2025). *Long-term clinical comparison of a resin-based composite and resin modified glass ionomer in the treatment of cervical caries lesions*. **Odontology**, 113(1), 404-415.

KOHNO, T., LIU, Y., TSUBOI, R., KITAGAWA, H. & IMAZATO, S. (2021). *Evaluation of ion release and the recharge ability of glass-ionomer cement containing BioUnion filler using an in vitro saliva-drop setting assembly*. **Dental Materials**, 37(5), 882-893.

KRÄMER, N., SCHMIDT, M., LÜCKER, S., DOMANN, E. & FRANKENBERGER, R. (2018). *Glass ionomer cement inhibits secondary caries in an in vitro biofilm model*. **Clinical oral investigations**, 22(2), 1019-1031.

KREULEN, C., VAN'T SPIJKER, A., RODRIGUEZ, J., BRONKHORST, E., CREUGERS, N. & BARTLETT, D. (2010). *Systematic review of the prevalence of tooth wear in children and adolescents*. **Caries research**, 44(2), 151-159.

L

LAGARDE, M ،.FRANCOIS, P., LE GOFF, S., ATTAL, J.-P. & DURSUN, E. (2018). *Structural and long-term mechanical properties from a resin-modified glass ionomer cement after various delays of light-activation*. **Dental Materials Journal**, 37(6), 874-879.

LARASATI, N., RIZAL, M. & FAUZIAH, E. (2024). *Comparing modified USPHS and FDI criteria for the assessment of glass ionomer restorations in primary molars utilising clinical and photographic evaluation*. **European Archives of Paediatric Dentistry**, 25(3), 367-373.

LASKE, M ،.OPDAM, N. J., BRONKHORST, E. M., BRASPENNING, J. C. & HUYSMANS, M. (2019). *Risk factors for dental restoration survival: a practice-based study*. **Journal of dental research**, 98(4), 414-422.

LEE, W. C. & EAKLE, W. S. (1996). *Stress-induced cervical lesions: review of advances in the past 10 years*. **The Journal of prosthetic dentistry**, 75(5), 487-494.

LI, J., HU, P., GAO, H., SHEN, N. & HUA, K. (2024). *Classification of cervical lesions based on multimodal features fusion*. **Computers in Biology and Medicine**، 177(24), e108589 -e108589.

LIN, A., MCINTYRE, N. & DAVIDSON, R. (1992). *Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin*. **Journal of dental research**, 71(11), 1836-1841.

LIU, Y., KOHNO, T., TSUBOI, R., KITAGAWA, H. & IMAZATO, S. (2020). *Acidity-induced release of zinc ion from BioUnionTM filler and its inhibitory effects against Streptococcus mutans*. **Dental Materials Journal**, 39(4), 547-553.

LIU, Y., KOHNO, T., TSUBOI, R., THONGTHAI, P., FAN, D., SAKAI, H., KITAGAWA, H. & IMAZATO, S. (2021). *Antibacterial effects and physical properties of a glass ionomer cement containing BioUnion filler with acidity-induced ability to release zinc ion*. **Dental Materials Journal**, 40(6), 1418-1427.

LÖE, H. (1967). *The gingival index, the plaque index and the retention index systems*. **The Journal of Periodontology**, 38(6), 610-616.

LOGUERCIO, A., LUQUE-MARTINEZ, I., LISBOA, A., HIGASHI, C., QUEIROZ, V. O., REGO, R. & REIS, A. (2015). *Influence of isolation method of the operative field on gingival damage, patients' preference, and restoration retention in noncarious cervical lesions*. **Operative dentistry**, 40(6), 581-593.

LOGUERCIO, A. D., LUQUE-MARTINEZ, I. V., FUENTES, S., REIS, A. & MUÑOZ, M. A. (2018). *Effect of dentin roughness on the adhesive performance in non-carious cervical lesions: A double-blind randomized clinical trial*. **Journal of dentistry**, 69(18), 60-69.

LOPES, P. C., CARVALHO, T., GOMES, A. T., VEIGA, N., BLANCO, L., CORREIA, M. J. & MELLO-MOURA, A. C. V. (2024). *White spot lesions: diagnosis and treatment–a systematic review*. **BMC Oral Health**, 24(1), 1-18.

M

MAZZAOUI, S., BURROW, M. & TYAS, M. (2000). *Fluoride release from glass ionomer cements and resin composites coated with a dentin adhesive*. **Dental Materials**, 16(3), 166-171.

MEHTA, S. B., BANERJI, S., MILLAR ،B. J. & SUAREZ-FEITO, J.-M. (2012). *Current concepts on the management of tooth wear: part 1. Assessment, treatment planning and strategies for the prevention and the passive management of tooth wear*. **British dental journal**, 212(1), 17-27.

MENEZES-SILVA ،R., CABRAL, R. N., PASCOTTO, R. C., BORGES, A. F. S., MARTINS, C. C., NAVARRO, M. F. D. L., SIDHU, S. K. & LEAL, S. C. (2019). *Mechanical and optical properties of conventional restorative glass-ionomer cements-a systematic review*. **Journal of Applied Oral Science**, 27(19), e2018357- e2018357.

MOUNT, G. & HUME, W. (2000). *Preservation and restoration of tooth structure*. **British Dental Journal**, 188(3), 170-170.

MOUNT, G. & MAKINSON, O. (1982). *Glass-ionomer restorative cements: clinical implications of the setting reaction*. **Operative Dentistry**, 7(4), 134-141.

MOUSTGAARD, H., CLAYTON, G. L., JONES, H. E., BOUTRON, I., JØRGENSEN, L., LAURSEN, D. R., OLSEN, M. F., PALUDAN-MÜLLER, A., RAVAUD, P. & SAVOVIĆ, J. (2020). *Impact of blinding on estimated treatment effects in randomised clinical trials: meta-epidemiological study*. **bmj**, 368(20), el6802- el6802.

N

NAHAR, N., HASSAN, T. & UDDIN, M. K. (2021). *Clinical evaluation of glass-lonomer cement and giomer for the management of cervical caries*. **Chattagram Maa-O-Shishu Hospital Medical College Journal**, 20(2)**,** 60-64.

NAKSAGOON, T., TAKENAKA, S., NAGATA, R., SOTOZONO, M., OHSUMI, T., IDA, T., EDANAMI, N., MAEDA, T. & NOIRI, Y. (2021). *A repeated state of acidification enhances the anticariogenic biofilm activity of glass ionomer cement containing fluoro-zinc-silicate fillers*. **Antibiotics**, 10(8)**,** 1-12.

NICHOLSON, J. W., SIDHU, S. K. & CZARNECKA, B. (2020). *Enhancing the mechanical properties of glass-ionomer dental cements: a review*. **Materials**, 13(11)**,** e2510-e2510.

O

OGINNI, A. O. & ADELEKE, A. A .(2014) .*Comparison of pattern of failure of resin composite restorations in non-carious cervical lesions with and without occlusal wear facets*. **Journal of dentistry**, 42(7)**,** 824-830.

OZ, F. D., MERAL, E., ERGIN, E. & GURGAN, S. (2020). *One-year evaluation of a new restorative glass ionomer cement for the restoration of non-carious cervical lesions in patients with systemic diseases: a randomized, clinical trial*. **Journal of Applied Oral Science**, 28(20)**,** e20200311-e20200311.

P

PAOLANTONIO, M., D'ERCOLE, S., PERINETTI, G., TRIPODI, D., CATAMO, G., SERRA, E., BRUÈ, C. & PICCOLOMINI, R. (2004). *Clinical and microbiological effects of different restorative materials on the periodontal*

tissues adjacent to subgingival class V restorations: 1-year results. **Journal of clinical periodontology**, 31(3), 200-207.

PEUMANS, M., DE MUNCK, J., MINE, A. & VAN MEERBEEK, B. (2014). *Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review*. **Dental Materials**, 30(10), 1089-1103.

POZOS-GUILLÉN, A., CHAVARRÍA-BOLAÑOS, D. & GARROCHO-RANGEL, A. (2017). *Split-mouth design in Paediatric Dentistry clinical trials*. **Eur J Paediatr Dent**, 18(1), 61-65.

PROSSER, H., POWIS, D. & WILSON, A. (1986). *Glass-ionomer cements of improved flexural strength*. **Journal of dental research**, 65(2), 146-148.

R

RAMANAUSKAITE, A., OBREJA, K., SCHWARZ, F., JEPSEN ،K., COSGAREA, R., BUNKE, J., EISENBEISS, A.-K., SCHULZ, J., FLÖRKE, C. & EBERHARD, C. (2023). *Reliability of probing depth assessments at healthy implant sites and natural teeth*. **Clinical Oral Investigations**, 27(6), 2533-2545.

S

SAGAWA, M., NAMURA, Y., UCHIDA, Y., MIYAMA, W., NISHIMURA, S., YONEYAMA, T., TAKAMIZAWA, T. & MOTOYOSHI, M. (2024). *Changes in enamel hardness, wear resistance, surface texture, and surface crystal structure with glass ionomer cement containing BioUnion fillers*. **Dental Materials Journal**, 43(2), 247-254.

SAVAS, S., COLGECEN, O., YASA, B. & KUCUKYILMAZ, E. (2019). *Color stability, roughness, and water sorption/solubility of glass ionomer–Based restorative materials*. **Nigerian journal of clinical practice**, 22(6), 824-832.

SAWICKA-GUTAJ, N., GRUSZCZYŃSKI, D., GUZIK, P., MOSTOWSKA, A. & WALKOWIAK, J. (2022). *Publication ethics of human studies in the light of the Declaration of Helsinki–a mini-review*. **Journal of Medical Science**, 91(2), e700-e700.

SHEHAB ELDIN, N., SHAALAN, O. & IBRAHIM, S. (2021). *Assessment of technique sensitivity and gingival health in management of cervical lesions performed using subgingival clamp versus retraction cord: a randomized controlled clinical trial*. **Egyptian Dental Journal**, 67(2), 1663-1676.

SHELLIS ،R. P., FEATHERSTONE, J. & LUSSI, A. (2014). *Understanding the chemistry of dental erosion*. **Monographs in oral science**, 25(14), 163-179.

SIDHU, S. (2011). *Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject?* **Australian dental journal**, 56(Suppl 1), 23-30.

SIDHU, S. K. & NICHOLSON, J. W. (2016). *A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry*. **Journal of functional biomaterials**, 7(3), 16-28.

SOARES, P. V. & GRIPPO, J. O. (2020). Chapters 6-10 - *Section III diagnosis and treatment*. **In Noncarious cervical lesions and cervical dentin hypersensitivity: etiology ،diagnosis, and treatment, Quintessence Publishing Company,** 73-167.

SOARES, P. V., MACHADO, A. C., ZEOLA, L. F., SOUZA, P., GALVÃO, A., MONTES, T. C., PEREIRA, A. G., REIS, B. R., COLEMAN, T. & GRIPPO, J. (2015). *Loading and composite restoration assessment of various non-carious cervical lesions morphologies–3D finite element analysis*. **Australian dental journal**, 60(3), 309-316.

SZESZ, A., PARREIRAS, S., MARTINI, E., REIS, A. & LOGUERCIO, A. (2017). *Effect of flowable composites on the clinical performance of non-carious cervical lesions: A systematic review and meta-analysis*. **Journal of dentistry**, 65(17), 11-21.

T

TAKAHASHI, N. & NYVAD, B. (2016). *Ecological hypothesis of dentin and root caries*. **Caries research**, 50(4), 422-431.

TEIXEIRA, D. N. R., THOMAS, R. Z., SOARES, P. V., CUNE, M. S., GRESNIGT, M. M. & SLOT, D. E. (2020). *Prevalence of noncarious cervical lesions among adults: A systematic review*. **Journal of dentistry**, 95(20), e103285-e103285.

TYAS, M. J. (2008). *Clinical performance of glass-ionomer cements*. **J Minim Interv Dent**, 1(2), 88-94.

W

WEFEL, J., CLARKSON, B. & HEILMAN, J. (1985). *Natural root caries: a histologic and microradiographic evaluation*. **Journal of Oral Pathology & Medicine**, 14(8), 615-623.

WIERICHS, R., KRAMER, E. & MEYER-LUECKEL, H. (2017). *Risk factors for failure in the management of cervical caries lesions*. **Clinical Oral Investigations**, 21(6), 2123-2131.

WOOD, I., JAWAD, Z., PAISLEY, C. & BRUNTON, P. (2008). *Non-carious cervical tooth surface loss: a literature review*. **Journal of dentistry**, 36(10),759-766.

X

XIE, D., BRANTLEY, W., CULBERTSON, B. & WANG, G. (2000). *Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements*. **Dental Materials**, 16(2), 129-138.

Z

ZABEU, G. S., MOSQUIM, V., BASTOS-BITENCOURT, N. A., SANTIN, D. C., AGULHARI, M. A .S. & WANG, L. (2022). *Dental cervical lesions: how the etiologies imply in different approaches for long-lasting performance*. **Archives of Health Investigation**, 11(1), 125-133.

Appendices الملاحق

ملحق 1: ورقة المعلوماتInformation sheet

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

تقييم الأداء السريري لمادة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوية على جزيئات فعالة حيوياً في ترميم الآفات العنقية النخرية

دراسة سريرية مضبوطة معشاة

إعداد الباحث: أحمد بلوق
إشراف : أ.د سعاد عبود

أنت مدعو للمشاركة في هذه الدراسة البحثية والتي سوف يتم إجراؤها في قسم مداواة الأسنان في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق.

قبل أن تتخذ قرارك من المهم أن تفهم سبب القيام بهذا البحث وما الذي سيتضمنه الرجاء أن تأخذ الوقت الكافي لقراءة المعلومات التالية بحرص وانتباه.

إن الهدف من هذا البحث تقييم فعالية مادة جديدة في ترميم الأسنان الدائمة المصابة بآفات نخرية عنقية للمرضى المراجعين لقسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق.

ستتضمن المعالجة التخدير الموضعي والالتزام بالمراقبات الدورية (بعد 3 و6 و9 و12 شهراً).

ملحق 2: إقرار الموافقة للمشاركة بالبحث Informed consent form

موافقة مستنيرة خاصة ببحث ماجستير بعنوان تقييم الأداء السريري لمادة ترميمية فعالة حيوياً عند ترميم الآفات العنقية النخرية (الباحث أحمد بلوق رقم هاتف 0937414715)

قد قرأت أو تمت القراءة لي بلغتي الأصلية الورقة الخاصة بمعلومات المقدمة للمشاركين في البحث	نعم.□	لا □
تم إعطائي الوقت الكافي للتفكير بالمشاركة الطوعية في هذا البحث.	نعم.□	لا □
تم إعطائي الفرصة تعيين مترجم، ممثل قانوني، دعم من عائلتي أو أصدقائي لمساعدتي في طرح أسئلة وفهم الهدف من هذا البحث.	نعم.□	لا □
أنا راضٍ عن الإجابات المقدمة لي والمتعلقة بهذا البحث، وقد تم تقديم نسخة لي من *الورقة الخاصة بالمعلومات المقدمة للمشاركين في البحث*، وورقة *تصريح الباحث*.	نعم.□	لا □
أعلم أن المشاركة بهذا البحث طوعية.	نعم.□	لا □
أعلم مسؤولياتي كمشارك في هذا البحث.	نعم.□	لا □
قدمت الاذن للفريق البحثي لجمع معلومات متعلقة بي وتحليلها، حتى تلك المتعلقة بحالتي الصحية العامة	نعم.□	لا □
تم إعلامي بأنه سيتم الحفاظ على سرية معلومات هذا البحث.	نعم.□	لا □
أعلم أنه يحق لي معرفة نتائج هذا البحث وطلب نسخة من نتائجه.	نعم.□	لا □
أعلم أنه لن يتم تقديم أي مساعدات مالية لي لقاء مشاركتي في هذا البحث.	نعم.□	لا □
أعلم أنه يحق لي الانسحاب من البحث في أي وقت، دون تقديم سبب.	نعم.□	لا □
أعلم أنه في حال رغبتي بالانسحاب من البحث فإن المعلومات الخاصة بي التي قد تم جمعها قبل انسحابي من البحث يمكن أن تستخدم.	نعم.□	لا □
أعلم مَن الشخص الذي يمكنني التواصل معه عند وجود استفسارات متعلقة بالبحث بشكل عام.	نعم.□	لا □

استناداً إلى ما سبق أعطي الموافقة لمشاركتي

اسم المشارك.....

توقيع المشارك.....

التاريخ.....

ملحق 3: استمارة مريض

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

استمارة البحث

تقييم الأداء السريري لمادة الإسمنت الزجاجي الشاردي الحاوية على جزيئات فعالة حيوياً في ترميم الآفات العنقية النخرية

دراسة سريرية مضبوطة معشاة

اسم المريض: تاريخ الولادة: الجنس: ذكر.... أنثى....

العنوان: رقم الهاتف:

الرقم التسلسلي:	التاريخ:				
المتابعة	أسبوع	3 أشهر	6 أشهر	9 أشهر	12 شهر
الترميمات المفقوده					
	USPHS				
السن:					
الثبات					
التلون الحفافي					
الكسر					
الانطباق الحفافي					
نكس النخر					
مشعر النزف عند السبر اللثوي BOP					

Evaluation of the Clinical performance of GIC Containing Bioactive Particles in the restoration of Carious Cervical Lesions
A Randomized Controlled Clinical Trial

Abstract

Background and Objectives: A novel type of glass ionomer cement (GIC) containing BioUnion filler has been recently developed. This material demonstrated the ability to release zinc and fluoride ions, making it particularly suitable for restoring root surface lesions. Therefore, the present study aimed to compare the clinical performance and gingival health outcomes of GIC restorations containing BioUnion filler with those of conventional glass ionomer cement in the treatment of caries cervical lesions.

Materials and Methods: This randomized controlled clinical trial was conducted at Damascus University and registered in the Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ACTRN12624000653561). The study sample comprised 46 restorations placed in 23 patients aged between 20 and 70 years. Isolation was achieved using cotton rolls and saliva suctions. The tooth surface was cleaned using a brush mounted on a slow speed handpiece with pumice powder. A gingival retraction cord was placed, and standardized procedures were followed to prepare the lesion and completely remove demineralized dentin. The powder and liquid of both materials were mixed according to the manufacturer's instructions and placed into the cavity in a single increment, followed by anatomical contouring of the restoration. Clinical evaluations were performed at 3, 6, 9, and 12 months to assess marginal adaptation, retention, marginal discoloration, fracture, and secondary caries according to the United States Public Health Service (USPHS) criteria, in addition to gingival bleeding on probing. Statistical analysis was conducted using SPSS software version 25, with the significance level set at $p < 0.05$.

Results: The sample included 46 restorations in 23 patients aged 20–70 years (mean age: 39 years; 56.5% males, 43.5% females). The conventional GIC showed significantly higher retention at 3 months (100%) compared to BioUnion (82.6%) ($P = 0.036$). However, no statistically significant differences were observed between the two groups at 6, 9, and 12 months. No marginal discoloration was recorded in either group throughout the follow-up period. One minor enamel defect was observed in the BioUnion group, while the conventional GIC maintained full marginal adaptation, with no statistically significant differences. Very small fractures were recorded in the BioUnion group (11% at 6 and 9 months, 6% at 12 months), whereas no fractures were observed in the conventional GIC group; the differences were not statistically significant. No secondary caries was detected in any restoration. Gingival bleeding on probing was observed to varying degrees in both groups, with no statistically significant differences.

Conclusion: Both the BioUnion-containing glass ionomer cement and the conventional GIC proved effective in managing non-carious cervical lesions. However, the conventional GIC showed better performance in early evaluation criteria.

Keywords: caries cervical lesions, Glass ionomer cement, BioUnion filler, Gingival health, USPHS.

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty of Dentistry

Department of Endodontic and Restorative Dentistry

Evaluation of the Clinical performance of GIC Containing Bioactive Particles in the restoration of Carious Cervical Lesions

A Randomized Controlled Clinical Trial

A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Endodontic and Restorative Dentistry

By

Ahmed Ballouk

Supervisor

Prof. Wael Alyousef

professor in the Department of Endodontic and Restorative Dentistry at Damascus University

2026 CE