

دراسة مقارنة لشدة الارتباط مع العاج الجذري بين ترميمات الإسمنت الزجاجي الشاردي النانومتري ومادة رابطة للعاج من الجيل الخامس

محمد مازن يعقوب **

علا محمد ياسين *

الملخص

الهدف من البحث: هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة شدة الارتباط مع العاج الجذري بين مادة إسمنت زجاجي شاردي راتنجي معدل بالمائنات النانومترية (KetacN100,3M) ومادة رابطة للعاج من الجيل الخامس (Excite,Vivadent) مطبقة مع مادة كومبوزت Tetric (Ceram,Vivadent) وذلك لتحديد المادة الأنسب لترميم الآفات الممتدة على الجذر. طرائق البحث: تألفت العينة من 40 قاطعة أمامية سليمة تم قطع الجزء التاجي منها على مستوى الملتقى المينائي الملاطي والإبقاء على الجزء الجذري الذي تم تسوية سطحه الدهليزي لكشف العاج الجذري ثم تثبيته بواسطة الإكريل البارد ضمن قوالب بلاستيكية، قمنا بعد ذلك بتطبيق المواد المدروسة حسب تعليمات الشركة المنتجة بواقع 20 عينة لكل مادة، وذلك بالاستعانة بقوالب تيفلونية بداخلها اسطوانة مفرغة بقطر 2مم وارتفاع 2مم تستخدم كمسندة. وبعد تعريض العينات لدورات حرارية (500 دورة) اختبرت قوى القص التي تسقط على شدة الارتباط بواسطة جهاز Instron1195 بسرعة رأس 1مم/د. حلت النتائج إحصائياً بتطبيق اختبار T Student للعينات المستقلة وبمستوى دلالة (0.05%) النتائج: تبين تفوق شدة ارتباط مادة KetacN100 (12.95 Mpa) على المادة الرابطة للعاج Excite (10.27Mpa) مع العاج الجذري وبفارق مهم إحصائياً. الاستنتاج: تدل نتائج الدراسة على الثبات الجيد الذي تحققه مادة KetacN100 عند استخدامها لترميم الآفات الممتدة على الجذر. كلمات مفتاحية: الإسمنت الزجاجي الشاردي، المواد الرابطة للعاج، شدة الارتباط، العاج الجذري.

* مدرسة - قسم المداواة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

** مدرس - قسم التصميم الميكانيكي - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق.

A Comparative Study of Bond Strength of Nano Ionomer Restorations and Fifth Generation Bonding Material to Root Dentin

Oula M. Yassin *

M.Mazen Yakoub **

Abstract

Aim of Study : The purpose of this study was to compare the shear bond strength to root dentin of a nano- ionomer material (Ketac N100,3M) and a fifth generation bonding material (Excite,Vivadent) applied with a resin composite (Tetric-ceram,Vivadent), in order to determine the material of choice for restoring root extended lesions.

Materials & Methods : 40 extracted human incisors were used in this study. Teeth were sectioned along the cemento-enamel junction to separate the crowns and roots, and then the facial surfaces of the roots were flattened to expose dentin. Roots were mounted in plastic rings with acrylic resin. Materials were applied according to the manufacturer instruction (20 specimens for each material) by using a Teflon mold contains a holed cylinder inside with a diameter of 2mm and a height of 2mm works as a matrix. After thermo cycling(500 cycles) shear bond strengths were determined using Instron 1195 Machine at a crosshead speed of 1mm/min. Results were evaluated statistically using T student test ($P<0.05$).

Results :Statistical study revealed that the bond strength of Ketac N100 (12.95 Mpa.) was significantly stronger than that of Excite (10.27 Mpa.).

Conclusion : This study indicates to the good retention of Ketac N100 when applied as a restoration material for root extended lesions.

Keywords: GIC, Dentin Bonding Agent, Shear bond strength, root dentin.

* Instructor, Dept. of Mechanical Design Faculty of Mechanical & Electrical Engineeringm Damascus University.

** Instructor Dept. of Oper. Dent .& Endod. Faculty of Dentistry Damascus University.

مقدمة:

انتشر استخدام ترميمات الإسمنت الزجاجي الشاردي GIC بسبب خواصها المميزة، ولاقت رواجاً كبيراً بسبب قدرتها على تحرير الفلور وتأمين ارتباط كيميائي مع الأنسجة السنية وهو ما بهر الممارسين بسبب كثرة المشاكل الناجمة عن التقصص التصليبي الذي يتعرض له الكومبوزت والتي تسهم في فشل الترميم. لذلك نصحت العديد من الدراسات باستخدام GIC في ترميم الحفر التي لا تستطيع المواد الرابطة للعاج Dentin Bonding المستخدمة مع الكومبوزت أن تؤمن فيها ختماً حقيقياً جيداً ولاسيماً في الترميمات ذات الحواف العاجية غير المعرضة للجهود الإطباقية⁽¹⁾، وقد جاء تعديل GIC بالراتنج RMGIC ومن ثم بالمائتات النانومترية NanoFillers ليحسن الخواص الفيزيائية والتجميلية لهذه المادة مما زاد من استخدامها.

يعد ترميم الحفر السنية المتوضعة في المنطقة العنقية Cervical Region والممتدة على سطح الجذر تحدياً حقيقياً، إذ إن استخدام الكومبوزت في هذه المناطق غالباً ما يكون محفوفاً بالمخاطر بسبب صعوبة عزل هذه المناطق وانخفاض ارتباط المواد الرابطة للعاج مع الأنسجة العاجية الجزرية (Tsang و Stockton)⁽²⁾، لذلك جاء اقتراح استخدام مواد GIC في هذه المناطق بسبب قدرتها على الارتباط كيميائياً بالأنسجة السنية ومحدودية مراحل تطبيقها⁽¹⁾

أشارت العديد من الدراسات إلى الثبات الجيد الذي يبديه GIC وأجياله المعدلة بالراتنج في ترميم الآفات العنقية، وقد تحدثت vanDijken و Pallesen⁽³⁾ عن النتائج الإيجابية التي أظهرها (RMGIC) في دراسة سريرية طويلة الأمد (13 سنة) وذلك من حيث ثبات هذه المادة في ترميم الآفات العنقية ذات الحافات العاجية وتفوقها على عدد من ترميمات الكومبوزت. أمّا مخبرياً فقد أظهرت دراسة Almuammar وزملائه⁽⁴⁾ أن شدة ارتباط GIC بالعاج التاجي Coronal dentin هي الأضعف عند مقارنتها مع RMGIC ومواد رابطة للعاج التي أبدت أعلى شدة ارتباط بالعاج التاجي.

ويجب علينا ألا نغفل تأثير طبيعة العاج في شدة الارتباط، إذ تؤكد العديد من الدراسات أن قيم الارتباط العالية التي تبديها المواد الرابطة مع العاج التاجي لا يمكن تحقيقها مع العاج الجذري Root dentin وخاصة إذا كان متصلباً Sclerotic Dentin (Pashley و Tay)⁽⁵⁾، (Kwong و زملاؤه)⁽⁶⁾. ما يتعلق بمادة GIC فإن الوضع مختلف، لأن شدة ارتباطها بالعاج الجذري أكبر منها مع العاج التاجي (Berry و Powers)⁽⁷⁾.

لا تتوافر دراسات عن شدة ارتباط الجيل الجديد من الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالمئات النانومترية مع العاج الجذري بسبب حداثة عهد هذه المادة في الأسواق التجارية. في حين درست شدة الارتباط بالعاج لأنواع كثيرة من المواد الرابطة للعاج و GIC. ولم تظهر مقارنة شدة ارتباط كل من RMGIC ومواد رابطة مع العاج الجذري وجود فروق مهمة إحصائياً بين المادتين (Özer و زملاؤه)⁽⁸⁾

الهدف من البحث:

هدف هذا البحث إلى دراسة شدة ارتباط مادة إسمنت زجاجي شاردي راتنجي معدل بالمئات النانومترية (3M- KetacN100) بالعاج الجذري ومقارنتها بشدة ارتباط مادة رابطة للعاج من الجيل الخامس (Excite, Vivadent) مع العاج الجذري أيضاً الموجود في المناطق العنقية والمرشحة لاستقبال ترميمات GIC بكثرة، وهو ما يمكن أن يفيدنا في تحديد أسلوب الترميم الأمثل للآفات العنقية الممتدة على سطح الجذر.

مواد البحث وطرقه:

مواد البحث:

- مادة Ketac N100 لشركة 3M وهي مادة إسمنت زجاجي شاردي معدل بالمئات النانومترية تتكون من معجونين ضمن مكبس واحد clicker يتم مزجها بكميات

متساوية، مرفق معها مادة مبدئ Ketac Nano Primer وهو مادة ذات طبيعة حمضية مؤلفة من مونوميرات مشتركة قادرة على تعديل طبقة اللطاخة الشكل (1).

- مادة Excite لشركة Vivadent وهي مادة رابطة للعاج من الجيل الخامس تطبق على العاج المخرش بحمض الفوسفور تركيز 37% الشكل (2).

- مادة Tetric Ceram لشركة Vivadent وهي مادة كومبوزت للترميم الشكل (2).

عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 40 قاطعة أمامية سليمة، نظيفة وخالية من النخر، حفظت في محلول كلورمين T 0.5% لتطهيرها ثم تحفظ في مصل فيزيولوجي.

تحضير العينات:

قُطع الجزء التاجي بمستوى الملتقى المينائي الملاطي بواسطة قرص ماسي وأُبقى على الجزء الجذري العنقي الشكل (3)، ثم قمنا بتسوية السطح المدروس لكشف العاج والحصول على سطح عاجي جذري مستوي، وذلك بواسطة السنابل الماسية مع الإرواء. تُبنت الأسنان بواسطة الاكريل البارد ضمن قوالب بلاستيكية تتناسب مع جهاز قياس شدة الارتباط بعدها تم تعقيم السطح العاجي باستخدام الأقراص الزجاجية متدرجة النعومة مع الإرواء الشكل (4،5).

استخدمت قوالب نيفلونية مشطورة تحتوي بداخلها أسطوانة مفرغة بقطر 2 مم وارتفاع 2 مم الشكل (6) تعمل عمل مسندة لتطبيق المواد المدروسة على السطوح السنية العاجية بحيث تكون المادة بشكل أسطوانة مرتبطة بالعاج الشكل (7) وبواقع 20 عينة لكل مادة، وقد قسمت عينة الدراسة إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى: طُبِق عليها مادة الاسمنت الزجاجي الشاردي النانومتري Ketac N100 وقد طبق المبدئ المرفق على العاج العنقي نصف الجاف مدة 15 ثانية (مع التأكيد على بقاء السطح رطباً خلال هذه المدة والقيام بإعادة تطبيق المادة إذا دعت الحاجة) ثم تجفيفه بالهواء مدة 10 ثوان وتصليبه بجهاز تصليب ضوئي 3M ESPE

الشكل (8) مدة 10 ثوان (وهنا يجب أن يكون السطح لماً بعد التصليب) ثم مزجت المادة مدة 20 ثانية وطبقت ضمن قالب التفلوني بعد تثبيته على السطح المهيأ وصلبت مدة 20 ثانية.

المجموعة الثانية: طبّق عليها المادة الرابطة للعاج Excite وقد تم تخريش العاج بحمض الفوسفور 15 ثانية ثم طبقت المادة الرابطة بكمية وافرة وتركت لمدة 30 ثانية مع فركها، ثم طبق تيار هوائي لطيف وصلبت لمدة 20 ثانية بعد ذلك طبق الكومبوزت Tetric ضمن القالب وصلب لمدة 40 ثانية.

عرضت العينات لدورات حرارية (500 دورة حرارية تتراوح بين 5- 55 درجة مئوية مدة كل دورة 15 ثانية لكل درجة، وزمن النقل من درجة إلى أخرى 5 ثوان) في محاولة لمحاكاة الوسط الفموي ثم نقلت إلى كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة دمشق لتطبيق اختبار قوى القص الذي يعدّ من أكثر الاختبارات المستخدمة لتقييم شدة الارتباط⁽⁹⁾.

حددت شدة الارتباط عن طريق اختبار قوى القص على العينات بواسطة آلة من نوع INSTRON 1195 انكليزية الصنع الشكل (9)، حيث وضعت العينات المراد قياس شدة ارتباطها ضمن قالب معدني وسط طاولة عمل الجهاز وتم إنزال رأس أداة التطبيق (الشفرة) بحيث يكون منحى تطبيق القوى مماساً لسطح الارتباط الشكل (10)، وقد استخدم مجال تحميل أعظمي مساوٍ إلى 20 Kg بسرعة رأس التحميل 1 mm/min.

وقيست شدة الارتباط على القص لسطح الارتباط على مساحة ارتباط اسطوانة بقطر

2 mm وبذلك يكون سطح القص:

$$A = \frac{pd^2}{4} = \frac{p * 0.2^2}{4} = 0.0314 \{Cm^2\}$$

إجهاد القص على سطح الارتباط :

$$t = \frac{P}{A}$$

إذ: P: حمولة القص بالكيلو غرام.

A مساحة سطح العينة المعرض للقص.

قُدِّرَت بعد ذلك قيم قوى القص بالميجاباسكال وهي القيمة المعبرة عن شدة الارتباط.

يظهر الجدول (1) قيم حمولة القص بالكيلو غرام وقوى القص بالميجاباسكال

إجهاد القص MPa	حمولة القص Kg	Excite + Tetric C	إجهاد القص MPa	حمولة القص Kg	KetacN10 0
9.68	3.1	21	10.3	3.3	1
13.74	4.4	22	11.24	3.6	2
11.86	3.8	23	5.77	1.85	3
6.87	2.2	24	20.62	6.6	4
15	4.8	25	16.86	5.4	5
14.05	4.5	26	15	4.8	6
5.31	1.7	27	8.74	2.8	7
8.74	2.8	28	17.17	5.5	8
10	3.2	29	12.49	4	9
5.62	1.8	30	8.74	2.8	10
13.74	4.4	31	15.61	5	11
10.1	3.23	32	16.64	5.3	12
9.87	3.1	33	14.9	4.8	13
12.18	3.9	34	9.11	2.9	14
5.62	1.8	35	16.94	5.42	15
8.74	2.8	36	12.43	4	16
14.05	4.5	37	8.62	2.7	17
14.9	4.8	38	16.1	5.1	18
7.18	2.3	39	10.4	3.32	19
7.49	2.4	40	11.31	3.62	20

جدول رقم (1): قيم قوى القص بالميجاباسكال وحمولة القص بالكيلو غرام

الدراسة الإحصائية: استخدم اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لمقارنة متوسط قوى

القص بين مجموعة المادة KetacN100 ومجموعة المادة Excite+T

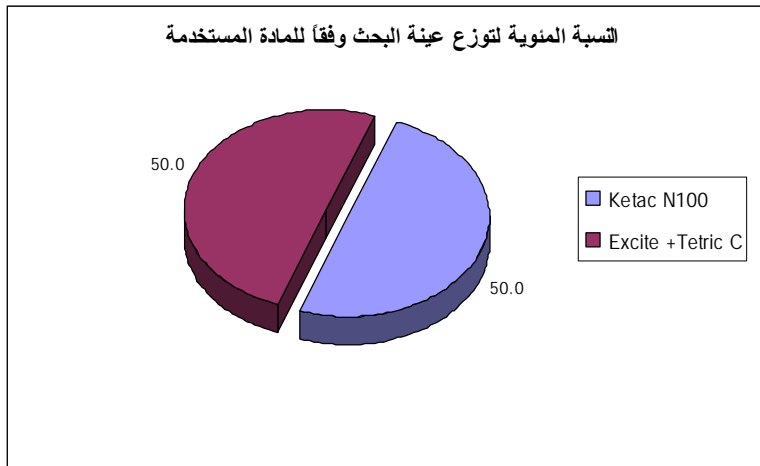
النتائج:

أولاً - وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 40 سناً قُسمت إلى مجموعتين رئيسيتين، وتوزعت وفقاً للمادة المستخدمة كما يأتي:

النسبة المئوية	عدد الأسنان	المادة المستخدمة
50.0	20	مادة Ketac N100
50.0	20	مادة Excite +T
100	40	المجموع

جدول رقم (2) يبين توزع عينة البحث وفقاً للمادة المستخدمة.



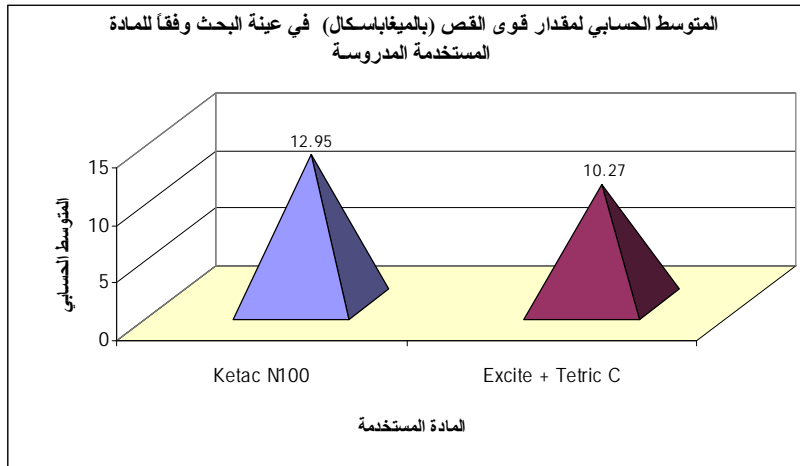
ثانياً - الدراسة الإحصائية التحليلية

قيست قوى القص (بالميغاباسكال) لكل عينة من العينات المدروسة في البحث ولدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى القص بين مجموعة المادة KetacN100 ومجموعة المادة Excite+T أُجري اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة كما يأتي:

- إحصاءات وصفية:

المتغير المدرّس	المادة المستخدمة	عدد الأسنان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
قوى القص بالميجاباسكال	مجموعة المادة Ketac N100	20	12.95	3.88	0.87	5.77	20.62
	مجموعة المادة+T Excite	20	10.27	3.30	0.74	5.31	15

جدول رقم (3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى القص في عينة البحث وفقاً للمادة المستخدمة.



- نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:

المتغير المدرّس	قيمة المحسوبة	t درجات الحرية	الفرق بين المتوسطين للفرق	الخطأ المعياري للفرق	قيمة الدلالة	مستوى دلالة الفرق
قوى القص (بالميجاباسكال)	2.352	38	2.68	1.14	0.024	توجد فروق دالة

جدول (1) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفرق في متوسط قوى القص بين مجموعة المادة Ketac N100 ومجموعة المادة+T Excite في عينة البحث

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في متوسط قوى القص بين مجموعة المادة Ketac N100 ومجموعة المادة Excite +T، ونظراً إلى الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسطين موجبة نستنتج أن قيم قوى القص ومن ثمَّ قيم شدة الارتباط في مجموعة المادة Ketac N100 كانت أكبر منها في مجموعة المادة Excite +T في عينة البحث.

المناقشة:

قمنا في هذا البحث بدراسة مخبرية لمقارنة شدة الارتباط بالعاج الجذري بين ترميمات الكومبوزت المترافقة مع مادة رابطة للعاج، من الجيل الخامس Fifth Generation ومادة اسمنت زجاجي شاردي راتنجي معدل بالملائات النانومترية.

تعتمد المواد الرابطة للعاج من الجيل الخامس على استخدام التخريش الحمضي المستقل Total Etch قبل تطبيق المادة الرابطة للعاج، وهو ما يؤدي إلى إزالة طبقة اللطاخة

Smear Layer بشكل كامل وإزالة تمعدن فوهات القنيات العاجية مما يسمح باندخال الأوتاد الراتنجية Resin Tags ضمن العاج، وهو ما شاهده Van Meerbeek وزملاؤه⁽¹⁰⁾ عند التطبيق على العاج التاجي. في حين تعتمد مواد RMGIC على استخدام مواد مبدئة حامضية Acidic Primers تعمل على تعديل طبقة اللطاخة وترطيب سطح السن لتسهيل ارتباط المادة بالأنسجة السنية، وهي تمتلك القدرة على الارتباط كيميائياً بالأنسجة السنية بسبب احتوائها على جذور الكربوكسيل القادرة على اختلاب شوارد الكالسيوم الموجودة في العاج والارتباط بها Bowen و Marjenhoff⁽¹¹⁾.

أنت شدة ارتباط مادة KetacN100 وهي مادة اسمنت زجاجي شاردي راتنجي معدل بالملائات النانومترية أعلى من شدة ارتباط مادة Excite، وهي مادة رابطة للعاج من

الجيل الخامس، وهنا نختلف مع ما وجدته Almuammar وزملاؤه⁽⁴⁾ من تفوق شدة ارتباط المواد الرابطة للعاج على شدة ارتباط GIC و RMGIC بالعاج التاجي، ويمكن أن نعزو هذا الاختلاف للمنطقة العاجية المجرى عليها الاختبار، فقد تحدث Steinfort وزملاؤه⁽¹²⁾ عن الاختلاف بين العاج التاجي والعاج الجذري من حيث التمدن. كما ذكر Yamamoto وزملاؤه⁽¹³⁾ وجود تباين في توزيع البناء الليفي بين كل من العاج التاجي والعاج الجذري وعدوا ذلك عاملاً مهماً في التأثير في طبيعة الارتباط.

أكدت عدة دراسات أن قدرة المواد الراتنجية على الارتباط بالعاج الجذري أقل من تلك التي تبديها مع العاج التاجي (Igarashi وزملاؤه⁽¹⁴⁾)، (Hayakawa وزملاؤه⁽¹⁵⁾)، كما ذكر De Goes وزملاؤه⁽¹⁶⁾ أن شدة ارتباط المواد الرابطة للعاج غالباً ما تقيّم بالنسبة إلى العاج التاجي فقط مغفلة الاختلاف بين العاج التاجي والجذري.

وقد حدد Tay وزملاؤه⁽¹⁷⁾ أهم الأسباب التي تجعل المواد الرابطة للعاج أقل قدرة على الارتباط مع العاج العنقي وعدوا أن زيادة التمدن في هذا العاج تجعله مقاوماً للتخريش وتمنع اندخال الأوتاد الراتنجية ضمنه. إن خصوصية العاج في المنطقة العنقية تجعله عرضة للتغيرات داخل الفموية حيث تصبح القننات العاجية أكثر نكلاً وأكثر مقاومةً للتخريش الحمضي (Miller و El-din)⁽¹⁸⁾، (Lindemuth و Duke)⁽¹⁹⁾.

إن زيادة نكس العاج العنقي التي تعيق اندخال المواد الرابطة للعاج ربما تكون هي المسؤولة عن تحسن ارتباط GIC بالعاج نفسه بحيث تستطيع جذور الكربوكسيل الحرة الموجودة في GIC أن ترتبط بكميات أكبر من الكالسيوم الموجود في العاج مما يزيد من شدة ارتباطها بالعاج العنقي، وإن ما ذكره Berry و Powers⁽⁷⁾ من تفوق شدة ارتباط GIC مع العاج الجذري على العاج التاجي فضلاً عن الدراسات التي تؤكد ضعف ارتباط المواد الرابطة بالعاج الجذري مقارنة بالعاج التاجي⁽¹⁴⁾ (15) يدعم الاستنتاج السابق.

الاستنتاجات

أنت شدة ارتباط الإسمنت الزجاجي الشاردي الراتنجي المعدل بالمئات النانومترية بالعاج الجذري أعلى ويفارق مهم إحصائياً من شدة ارتباط المواد الرابطة للعاج من الجيل الخامس بالعاج ذاته. كما تتأثر شدة الارتباط بالأنسجة العاجية بالمنطقة العاجية المجرى عليها الاختبار؛ وذلك لوجود فروق مهمة بين العاج التاجي والعاج الجذري. وهو ما جعلنا نقترح إمكانية استخدام مواد الإسمنت الزجاجي الشاردي لترميم الحفر الممتدة على العاج الجذري، أو تطبيق تقنية Sandwich Technique، وضرورة إجراء تحضير مثبت للحفر الممتدة على العاج الجذري عند ترميمها بالكومبوزت لضعف ثبات هذه الترميمات في الحفر ذات الامتداد الجذري. كذلك نقترح إجراء دراسات لمقارنة الارتباط بين العاج التاجي والعاج الجذري للتأكد من وجود اختلافات في طبيعة الارتباط بين نوعي العاج، ولتقييم قدرة الإسمنت الزجاجي الشاردي الراتنجي المعدل بالمئات النانومترية على الختم الحفافي مع العاج الجذري.

	
الشكل 2 مادة Excite ومادة Tetric Ceram	الشكل 1 مادة Ketac N100
	
الشكل 4 تثبيت الجذر ضمن القالب بالإكريل البارد	الشكل 3 الجزء الجذري المستخدم
	
الشكل 6 القالب التيفلوني المشطور	الشكل 5 بعض القوالب الجاهزة لتثبيت المواد المرممة عليها

	
الشكل 8 جهاز تصليب ضوئي 3M ESPE	الشكل 7 تطبيق المادة المرممة بشكل اسطواني
	
الشكل 10 تركيب العينة وإجراء الاختبار	الشكل 9 آلة الشد العمومية نوع INSTRON 1195

Reference

1. Albers H.F. Uses of Ionomers. Tooth Colored Restoratives 9th Ed, BC Decker Inc 2002; 5: 75-80.
2. Stockton L.W. Tsang S.T. Microleakage of Class II posterior composite restorations with gingival margins placed entirely within dentin. J Can Dent Assoc. 2007 Apr; 73(3):255
3. Van Dijken J.W, Pallesen U. Long-term dentin retention of etch-and-rinse and self-etch adhesives and a resin-modified glass ionomer cement in non-cariou cervical lesions. Dent Mater. 2007 Des 20
4. Almuammar MF. Schulman A, Salama FS. Shear bond strength of six restorative materials. J Clin Pediatr Dent. 2001 spring; 25(3):221-5
5. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. J Dent. 2004 Mar;32(3):173-96
6. Kwong S.M., Cheung G.S.P., Kei L.H., Itthagarun A., Smales R.J., Tay F.R., and Pashley D.H. Micro-tensile bond strength to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. Dent Mater. 2002 Jul; 18(5):359-69
7. Berry EA 3rd, Powers JM. Bond strength of glass ionomer to coronal and radicular dentin. Oper Dent. 1994 Jul-Aug; 19(4):122-6
8. Özer F. Ünlü N. Sengun A. Influence of dentinal regions on bond strengths of different adhesive systems. J. Oral. Rehabilitation 2003 Jun; 30(6): 659-63.
9. Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lambrechts P, Vanherle G., Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. J Dent Res. 2003; 82:136-40
10. Van Meerbeek B. Yoshida Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K, Pashley DH.. Hybridization effectiveness of a two-step vs a three-step smear layer removing adhesive system examined correlatively by TEM and AFM J Adhes Dent 1999;1 :7-23
11. Bowen RL. Marjenhoff WA. Dental Composites/ Glass Ionomers: The Materials. Adv Dent Res. 1992 Sep; 6:44-49
12. Steinfors J. Van den Bos T. Beertsen W. Differences between enamel-related and cementum-related dentin in the rat incisor with special emphasis on the phosphoproteins J. Biol. Chem. 1989; 264(4):2840-2845
13. Yamamoto T. Domon T. Takahashi S. Suzuki R. Wakita M. The fibrillar architecture of coronal and root dentin surfaces in human teeth Hokkaido J. of Dent. Science 2000; 21(2):359-64
14. Igarashi K. Hayakawa T. Mikiko F. Saikawa T. Misako N. Aida M. Studies of adhesion between resin cements to bovine dentin of after heat treatment 2003; 29(4):187-93
15. Hayakawa T., Mishima H., Yamakawa S., Masuda M., Aida M., Nemoto K., Kozawa Y., Influence of bovine dentin site on bond strength of resin cement J. of hard tissue biology 2001; 10(2):96-102
16. De Goes MF. Giannini M, Foxton RM, Nikaido T, Tagami J.. Microtensile bond strength between crown and root dentin and two adhesive systems J. Prosthet Dent 2007 Apr; 97(4):223-8

17. Tay FR, Kwong SM, Itthagarun A, King NM, Yip HK, Moulding KM, Pashley DH. Bonding of a self-etching primer to non-cariou cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation J Adhes Dent.2000 Spring;2(1):9-28
18. El-din AK, Miller BH. Resin bonding to sclerotic, noncariou, cervical lesions Quint.Int.2004 Jul-Aug; 35(7):529-40
19. Duke ES, Lindemuth J. Variability of clinical dentin substrates Am J Dent.1991 Oct; 4(5):241-6

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق: 2009/4/13.
تاريخ قبوله للنشر: 2009/8/9.