دراسة مخبرية مقارنة لتحري اختلاف قوة ارتباط الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج باستخدام مواد تهيئة مختلفة

محمد طلال منصور* عاطف عبدالله**

(الإيداع: 5 نيسان 2021، القبول: 10 حزيران 2021)

الملخص:

تحديد الطريقة الأفضل لتهيئة العاج السني البشري (التي تحقق أكبر قوة ارتباط) قبيل تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج كمادة ترميمية ، إذ يساهم ذلك في النجاح السريري للإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج تألفت عينة البحث من 100 ضاحكة بشرية مقلوعة لأسباب تقويمية (سليمة التيجان) ، قُسّمت عشوائياً بالتساوي لعينتين فرعيتين ، ثم قُسّمت كل عينة فرعية وفقاً لطريقة تهيئة سطح العاج المتبعة لخمس مجموعات متساوية تحوي كل منها 10 ضواحك فقط (تكييف سطح العاج بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق الاسمنت من دون نظام رابط ، تكييف سطح العاج بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم تطبيق الاسمنت ، تكييف سطح العاج بالاديتا جيل 17% ثم تطبيق الاسمنت ، تكييف العاج بحمض البولي اكريليك 10% ثم تطبيق الاسمنت ، تطبيق الاسمنت مباشرةً دون تكييف ولا تخريش ولا تطبيق نظام رابط).أجري قص أفقي لتيجان أسنان العينة لكشف العاج ، صبَّت ضمن قوالب اكريلية تناسب قياسات خلية التثبيت لأجهزة الاختبار الميكانيكية ، مخروط قالب أسطواني خاص لتطبيق عينات الاسمنت ، أجري اختباري الشد والقص على هذه العينات.وجدت الدراسة أن قيمة قوة الارتباط (بالميغاباسكال) في مجموعة تكييف سطح العاج بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق النظام الرابط كانت الأكبر بالمقارنة مع المجموعات الاربع الباقية . وبناءً عليه ننصح الممارسين السنّيين باستخدام طريقة التهيئة هذه لسطح العاج أثناء تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج.

الكلمات المفتاحية : قوة الارتباط ، الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج ، مواد تهيئة ، العاج ، طبقة اللطاخة

*طالب ماجستير في كلية طب الاسنان في جامعة حماه.

**أستاذ مساعد في كلية طب الاسنان في جامعة حماه

An In-Vitro Comparative Study To Investigate The Different Bonding Strengths Of Resin Modified Glass Ionomer Cement Using Different Conditioning Materials

Mohammed talal Mansour* **Dr. Atef Abdllah****

(Received: 5 April 2021,Accepted: 10 June 2021)

Abstract:

Determining the best way to prepare human dentin (which achieves the greatest bond strength) before applying the resin-modified glass ionomer cement as a reparative material, as this contributes to the clinical success of the resin-modified glass ionomer cement. The research sample consisted of 100 human premolars, which were extracted for orthodontics reasons (intact crowns)

It was divided evenly randomly into two subsamples, then each subsample was divided ,according to the method of preparing the followed dentin surface for five equal groups containing only 10 premolars (conditioning the surface of dentin with phosphorus acid 37% then applying cement without a bond system, conditioning the surface of dentin with phosphorus acid 37% and then applying a bond system, then applying the cement, applying the cement directly without contouring, no scratching, no applying of the bond system.A horizontal cut was performed for the crowns of the teeth of the sample to detect the dentin, and then casting them into acrylic molds which is suitable for the measurements of the stabilization cell of mechanical testing devices, then lathing a special cylindrical mold to apply the cement samples, and the tensile and shear tests were carried out on these samples.The study found that the value of the bond strength (in megapixel) in the group of conditioning of the surface of dentin with phosphorus acid 37% and then applying of the bond system was greater compared to the remaining four groups. Accordingly, we advise older practitioners to use this method of preparation of the dentin surface during applying of resin-modified glass ionomer cement

Keywords:bond Strength, resin-modified glass ionomer cement, conditioning materials, dentin , smear layer

*Master student at hama university

** co-professor at hama university

1. المقدمة والمراجعة النظرية للأدبيات الطبية:

يعد الاسمنت الزجاجي الشاردي إحدى المواد الترميمية المشابهة للعاج السني البشري في خصائصه ، لكن هذه المادة ذات خواص ميكانيكية ضعيفة نسبياً وهذا انعكس بشكل سلبي على ديمومتها السريرية Kent و Wilson (1972) بالإضافة لخواصها التجميلية الضعيفة مقارنةً مع ترميمات الراتنج المركب ، وكونها مادة محبة للماء بشكل كبير مما يجعلها أكثر قابلية للتلون بامتصاص السوائل Almuhaiza (2016)، وضعف التحكم بزمن العمل ، هذا كله دفع الشركات المنتجة لمحاولة الحصول على مادة هجينة تجمع الخواص الجيدة للإسمنت الزجاجي الشاردي والراتنج المركب وتتخلص من سلبياتهما قدر الإمكان ، الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC كان تلك المادة الهجينة التي طرحت في الأسواق للمرة الأولى عام 1991 ، حيث قامت الشركات المنتجة بتعديل الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي بإضافة قالب راتنجي HEMA لسائل عديدات الأحماض ، والكامفركينون إلى المسحوق كمحفز ضوئي لبدء تفاعل البلمرة، إحدى أهم الميزات التي قدمتها هذه المادة الترميمية الجديدة هي إمكانية التحكم بزمن العمل ، إضافة لحساسيتها الأقل تجاه الرطوبة بسبب احتوائها على القالب الراتنجي ، بالإضافة لإمكانية انهائها بشكل مباشر بعد التصليب الضوئي كما في ترميمات الراتنج الضوئي .

- **تركيب الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC**

يحوي ال RMGIC على نفس المكونات الاساسية للإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي (المسحوق جزيئات السيلكيا والسائل عديدات الأحماض) بالإضافة للمونومير HEMA غالباً يكون 2–هيدروكسي إيتيل ميتاكريلات ومبدئ الكامفركينون Camphorquinone . Mitra (1991)

- **آليات ارتباط الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC**

✓ ارتباط كيميائي chemical bonding

تمثله الروابط الكيميائية المتشكلة بين مجموعات الكربوكسيلات على جزيئات عديدات الأحماض مع شوارد الكالسيوم على سطح الميناء أو العاج Sidhu و Nicholson (2016)

✓ ارتباط ميكانيكي مجهري micromechanical interlocking

يشبه الارتباط الحاصل بين ترميمات الراتنج المركب الضوئي والنسج السنية ، حيث يندخل الراتنج السيال (النظام الرابط من الجيل الخامس) ذو اللزوجة المنخفضة بشكل أوتاد ضمن القنيات والغؤورات العاجية التي شكلها حمض الفوسفور 37%على البنى السنية المخرشة ، لكن أيضاً في الاسمنت الزجاجي التقليدي يتوقع حدوث مثل هكذا ارتباط بفعل التخريش الحمضي الذاتي لعديدات الأحماض الداخلة في تركيب سائل الإسمنت Ngo (1997) لكنه أقل فعالية بسبب عمق التخريش القليل الذي تسببه عديدات الأحماض بالمقارنة مع عمق الغؤورات التي يسببها التخريش بحمض الفوسفور 37% .

- **طبقة اللطاخة Smear Layer** طبقة بيولوجية مجهرية تتألف من بقايا عاجية والياف كولاجين وبلورات الهيدروكسي أباتيت المتحطمة وجراثيم ، تتشكل على سطح النسج السنية الصلبة أثناء تحضيرها بأدوات يدوية أو دوارة ، تعد هذه الطبقة من أهم العوامل التي تؤثر على نفوذية العاج السني وطاقته السطحية المهيّئة للارتباط مع المواد الترميمية ، لكن لوحظ أن إزالتها السريرية تؤدي لزيادة الحساسية السنية Migliau (2017) ، سماكتها تتراوح بين 5–1 ميكرون وهي طبقة مسامية بارتباط ضعيف مع النسج السنية الصلبة، تسمح للسوائل بالعبور من خلالها Buchalla (2007)، تقلل طبقة اللطاخة من النفوذية العاجية بشكل مؤقت حيث تقلل من كمية تدفق السوائل عبر القنيات العاجية ، من خلال تشكيلها سدادة بيولوجية للقنيات العاجية التي بدورها تحمي النسيج اللبي بشكل مؤقت من انتشار العناصر المخرشة من المادة المرممة وتقلل الفوعة الجرثومية

باتجاه اللب ، لكنها في ذات الوقت تعد طبقة غنية بالجراثيم ، التي تحللها بمرور الوقت مما يسمح بتحرير مواد سامة مخرشة باتجاه النسيج اللبي Migliau (2017) .

تقسم المواد الرابطة للعاج حسب اسلوب تعاملها مع طبقة اللطاخة بحسب German Cecillia 2005 ل:

- ❖ مواد ترتبط مع طبقة اللطاخة (المواد الرابطة من الجيلين الأول والثاني)
- ❖ مواد تعدل طبقة اللطاخة وتنفذ عبرها مشكلة بذلك ما يسمى طبقة هجينة(المواد الرابطة من الجيل الثالث)
- ❖ مواد تزيل طبقة اللطاخة وتشكل طبقة بينية بين العاج والمادة الترميمية (كما في الجيل الرابع فما فوق)

- **تكييف سطح العاج قبيل تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي GIC**

يعرف التكييف Conditioning انه العملية التي تهدف لرفع طاقة الارتباط لسطح الارتباط العاجي قبيل تطبيق المادة الترميمية ، يتم هذا عبر تطبيق مواد حامضية خفيفة تزيل طبقة اللطاخة أو تعدلها فقط دون أن تخسف الاملاح المعدنية بشكل جائر أو تسبب تخرب بمصفوفة الألياف الكولاجينية المكشوفة بفعل التكييف.

ظهرت عدة نظريات باستخدام أنواع مختلفة من الحموض لتحقيق هذه الغاية ، مثل اقتراح استخدام حمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية إلا أنه لوحظ أنه يسبب اتلاف لمصفوفة الياف الكولاجينية العاجية مخسوفة الاملاح ، بالإضافة لكونه يخسف الأملاح المعدنية للعاج بشكل جائر مما يضعف الارتباط الكيميائي بشكل واضح .

يعد التكييف بحمض البولي اكريليك المخفف بتراكيز تتراوح بين 10% إلى 30% ولمدة زمنية تتراوح بين 20–15 ثانية هو الأكثر انتشاراً والاكثر دعماً للارتباط الكيميائي ، حيث لوحظ أن تطبيق البولي اكريليك المخفف يزيل طبقة اللطاخة وينظف سطح العاج ويرفع بذلك طاقته السطحية للارتباط الكيميائية ، دون أن يسبب أي إضعاف لبنيته مما يزيد من قوة ارتباط الترميم مع العاج بشكل واضح Pickard (2003)، بعد التكييف بالحمض يتم الغسل اللطيف بالماء لإزالة الحمض وفضلات التحضير ثم يتم التجفيف اللطيف لتجنب بلمهة العاج ثم نطبق الاسمنت ونحصل بالتالي على أفضل ارتباط له Schmalz (2009) .

- **الطبقة الهجينة Hybrid Layer**

ذكر Tays (2004) وزملائه أن الطبقة الهجينة هي مكونات عضوية من العاج المخترق بالراتنج ، وأصبح مصطلح الطبقة الهجينة مقترن مع ارتباط الراتنج مع العاج المخرش Shalaby (2007) ، من ثم توالت الأبحاث التي أثبتت وجود هذه الطبقة وبينت تركيبها وشكلها لاسيما أبحاث Inokoshi و Van meerbeek التي قدمت الوصف الأول لهذه الطبقة ، التي عرفت أيضاً باسم منطقة الانتشار البيني للراتنج والعاج Resin–dentin inter–diffusion zone .

أهمية الطبقة الهجينة : تكمن في اعتماد أنظمة الربط العاجية Dentin bonding agents (DBAs) عليها، حيث يتم بواسطتها تأمين التشابك الميكانيكي المجهري للراتنج حول ألياف الكولاجين العاجية ، وذلك في العاج المكشوف الكولاجين بإنخساف أملاحه المعدنية بفعل التخريش الحمضي Tays , Burrow (2004) ، حيث تقوم المادة الرابطة بتشكيل أقفال ميكانيكية مجهرية (Micromechanical inter looks) Purk I (2004)

وبدون وجود هذه الطبقة الهجينة إن الارتباط لن يتشكل مع العاج وبذلك أصبح من الضروري إجراء بعض التعديلات على سطح العاج لتحقيق التشابك الميكانيكي المجهري للراتنج حول الكولاجين العاجي Tays and Burrow 2004 ، قال Ceballos 2003 إن ارتشاح أحاديات الجزيء الراتنجية ضمن شبكة ألياف الكولاجين في العاج مخسوف الأملاح المعدنية بفعل التخريش الحمضي ، لتشكيل الطبقة الهجينة والاستطالات الراتنجية لختم القنيات العاجية المفتوحة يعد الطريقة الأكثر

فعالية للارتباط مع العاج ، وهو ما يحقق التثبيت الميكانيكي المجهري للراتنج مع العاج ، إن أهم مشعرات المادة الرابطة الجيدة هو تشكل طبقة هجينة متجانسة Homogeneous hybrid layer Slaz , Moszner 2006

- **النظام الرابط Adhesive Bond**

راتنجات غير مملوءة مشابهة لتلك الموجودة في القالب الراتنجي ممددة بوحيدات تماثر محبة للماء لإنقاص لزوجتها ، موجودة ضمن سواغ مواد مذيبة Bishara (2007) ، يتصف الراتنج المركب ذو الذرات المالئة أنه أكثر لزوجة من الراتنج الاكريلي غير المملوء وأنه لا يلتصق بشكل جيد مع العاج المخرش ، لذلك تم تطوير المواد الرابطة للعاج لزيادة قابلية الترطيب والحصول على ارتباط أفضل إذ يتم إندخال الراتنج غير المملوء والأقل لزوجة ضمن الفجوات الناجمة عن التخريش الحمضي Manappallil (2003) ، إن تكييف العاج يعد خطوة مهمة لتغيير سطحه للحصول على ارتباط جيد ، حيث يعتمد تأثر العاج بالمكييف على نوع الحمض المستخدم و تركيبه و زمن التكييف Shashikiran (2008) .

2. هدف البحث Aim of the study:

تحديد الطريقة الأفضل لتهيئة سطح العاج السني قبيل تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC والتي تحقق أعلى قوة ارتباط مع العاج السني ، حيث يساهم هذا في النجاح السريري طويل الأمد لترميمات ال RMGIC .

3. المواد والطرائق

- ✓ **المواد التي استخدمت في إنجاز هذا البحث:**

أسنان بشرية مقلوعة سليمة التيجان (ضواحك علوية وسفلية أولى أو ثانية)

قبضة توربين / قبضة مايكروتور/ سنابل ماسية / سنابل مايكروتور/ حمض بولي اكريليك 10% من شركة Vladmiva الروسية / حمض فوسفور جيل 37% CX Dental syriana / جهاز تصليب ضوئي LED نوع Coxo / نظام رابط من الجيل الخامس نوع One Coat Bond SL من شركة Coltene السويسرية / اسمنت زجاجي شاردي معدل بالراتنج RMGIC (fusion i– seal) من شركة Prevest Denpro الهندية ، يتركب من : قالب راتنجي ميتاكريلات ، بودرة ألومينا فلورو سيليكات ، سولفات الباريوم / اديتا جيل EDTA Gel 17% من شركة Vladmiva الروسية / اكريل بارد لصنع قوالب العينات / مصل فيزيولوجي .

الشكل رقم(1): صورة المواد المستخدمة في البحث

الشكل رقم (2): صورة لبعض أسنان العينة قبل صبها ضمن قوالب اكريلية

✓ **وصف عينة البحث**

تألفت عينة البحث من 100 ضاحكة بشرية ذات تيجان سليمة مقلوعة لأسباب تقويمية، وكانت الضواحك البشرية في عينة البحث مقسمةً إلى عينتين فرعيتين اثنتين متساويتين تحوي كل منهما 50 ضاحكة وفقاً للهدف المنشود (عينة دراسة قوّة الشد ، عينة دراسة قوّة القصّ)، وكانت كل من العينتين الفرعيتين المدروستين مقسمةً إلى خمس مجموعات رئيسية متساوية تحوي كل منها 10 ضواحك وفقاً لطريقة التهيئة المتبعة (تكييف سطح العاج بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC دون تطبيق نظام رابط، تكييف سطح السن بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5ثوانٍ ثم تطبيق نظام رابط من الجيل الخامس وتصليبه ضوئياً لمدة 20 ثانية ثم المادّة المرمّمة RMGIC، تكييف سطح السن بجل EDTA Gel 17% لمدة 60 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC، تكييف سطح السن بحمض البولي أكريليك 10% لمدة 20 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC، تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC دون تكييف سطح السن أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط ، فقط غسل وتجفيف لمدة 5 ثوانٍ).

✓ **طريقة إنجاز البحث**

تحضير العينات : تمَّ جمع 100 ضاحكة بشرية مقلوعة ، ثم قص السطح الطاحن لها بشكل موازي للأفق بواسطة قرص فصل لإزالة طبقة الميناء وكشف العاج ، ثم تمَّ صبها ضمن قوالب اكريلية مصممة بقياسات محددة بحيث تناسب خلايا التثبيت لأجهزة الاختبار الميكانيكية (بشكل متوازي مستطيلات ارتفاعه 1,7 سم ، طوله 2,5 سم ، عرضه 1,8 سم) بحيث تمَّ تثبيت السن في منتصف الوجه المستطيل ذو الأبعاد (1,8&2,5)سم ، تحديداً في منطقة تقاطع أقطاره الوهمية. بعد اكتمال تحضير العينات السنية ، صممنا قالب معدني (تم تصنيعه يدوياً) بشكل اسطوانة مفرغة من المركز قطرها الداخلي 4 ملم وارتفاعها4 ملم لتطبيق عينات ال RMGIC على العاج السني المركزي ،تم فصل القالب المعدني لنصفين متساويين تماماً كي نتمكن من إزالته بشكل أفقي بعد تصلب الRMGIC البدئي(بعد 5 ثواني تصليب فقط) ثم نكمل التصليب لمدة 35 ثانية بدون القالب المعدني ، بحيث نضمن عدم تأثير قوة نزع القالب على ارتباط ال RMGIC مع العاج، بحيث يتم تهيئة (تكييف أو تخريش) سطح العاج السني ضمن بروتوكول التهيئة المحدد مسبقاً ، حيث استخدمنا جهاز تصليب ضوئي led بشدة ضوئية مناسبة تم التأكد من قيمتها بشكل دوري باستخدام جهاز مقياس الشدة الضوئية ، مدة التصليب الكاملة للعينات 40 ثانية فقط ، حيث تم وضع رأس جهاز التصلب بدايةً عمودي على الافق أعلى العينات وأقرب ما يمكن منها ودون أن يلامسها . بعد الانتهاء من التصليب الضوئي وضعت العينات لمدة 24 ساعة ضمن حاضنة مائية بدرجة حرارة 37 درجة مئوية ورطوبة 100% لمحاكاة ظروف البيئة الفموية . للتعبير عن قوة ارتباط مادة ترميمية مع النسج السنية يتم قياس قوتي الشد والقص ، بحيث تعبر هاتان القوتان عن مدى مقاومة الارتباط الحاصل بين المادة الترميمية والنسج السنية لقوة فصل يتعرض لها (قوة قص / قوة شد) ، وتمَّ تسجيل البيانات المرافقة(القوة العظمى التي حدث عندها فشل الارتباط بالنيوتن) مع تحديد نمط نموذج الفشل بمساعدة عدسة مجهرية مكبرة.

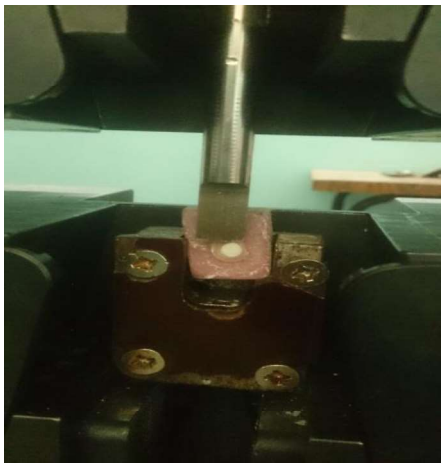
تم إجراء الاختبارات الميكانيكية على العينات في كلية الهندسة الميكانيكية بجامعة دمشق ، بالنسبة لعينات اختبار القص استخدمنا جهاز نوع Test وسرعة تحميل 0,5mm/min أما بالنسبة لعينات اختبار الشد استخدمنا جهاز نوع Zwick / Roell بسرعة تحميل 0,5mm/min ، بعد انتهاء الاختبارات الميكانيكية لعينات الشد والقص جميعها ، تم حساب قوة الارتباط وفق المعادلة (Eq1)

$$BS(MPA) = P\ max(N)\ /\ (\text{مساحة سطح الارتباط (الدائري)})$$

حيث:

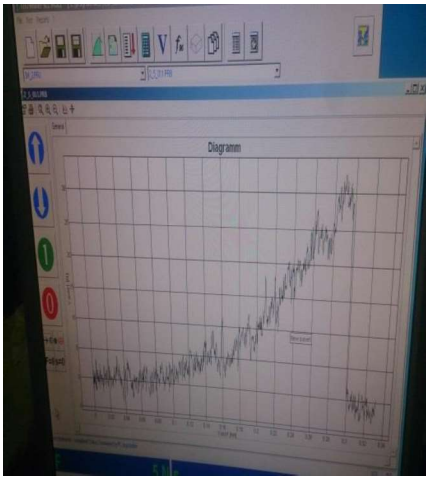
- ❖ BS : قوة الارتباط بالميغاباسكال
- ❖ P max : القوة العظمى المطبقة والتي عندها انفصلت العينة (نيوتن)
- ❖ مساحة المقطع العرضي للإسطوانة (التي تمثل سطح الارتباط المشترك بين ترميم ال RMGIC والعاج السني) هي مساحة دائرة قطرها 4 ملم .

الشكل رقم (3): لبعض العينات قبل اجراء اختبار القص



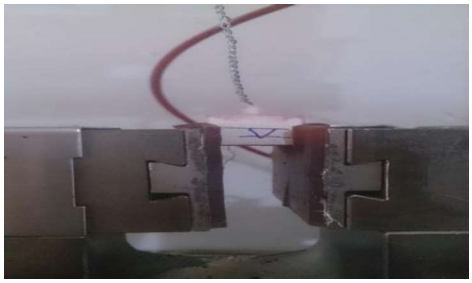
الشكل رقم (4): لعينة على جهاز اختبار قوة القص

الشكل رقم (5): لجهاز Zwick / Roell اختبار قوة الشد



الشكل رقم (6) : مخطط رسمه جهاز الاختبار لإحدى عينات القص

الشكل رقم (7): يظهر نمط فشل ترميم لإحدى العينات بعد اجراء اختبار القص تحت التكبير البدوي



الشكل رقم : (8) لإحدى عينات اختبار الشد على جهاز الاختبار الميكانيكي

وضعنا المعايير التالية لتحديد نمط فشل الارتباط الذي وصلت إليه العينات أثناء الاختبارات:

- فشل ارتباط : انفصلت فيه العينة في منطقة ارتباطها مع العاج
- فشل ترميم : انفصلت فيه العينة من الترميم ذاته
- فشل سني : انكسر جزء من السن أثناء الاختبار
- فشل مشترك : يشترك فيه نمطي فشل على الأقل

نبذة مختصرة عن الدراسة الاحصائية:

تمت الدراسة الاحصائية لهذا البحث على ثلاثة مراحل :

1. دراسة تأثير طريقة التهيئة المتبعة على قوة الارتباط (باختباري الشد والقص كلٍّ على حدى)

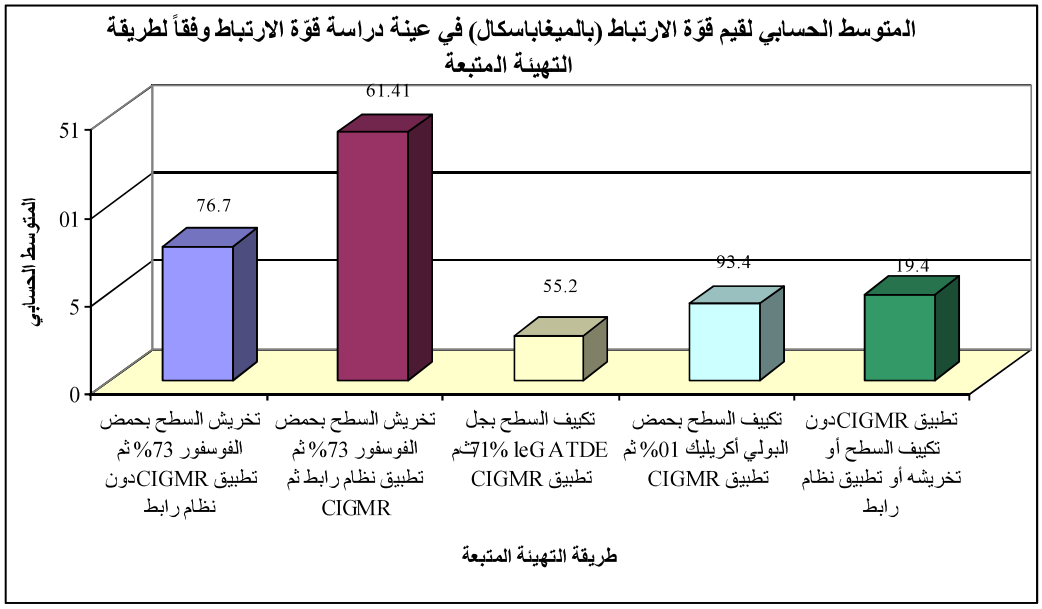
تمت بإجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم قوة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة التهيئة المتبعة في عينتي دراسة قوة الشد وقوة القص كلٍّ على حدى ، لوحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0,05 وهذا يعني أنه توجد فروق دالة احصائياً في قيم قوة الارتباط (بالميغاباسكال) بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة التهيئة المتبعة ، ولمعرفة أي من هذه المجموعات تختلف جوهرياً عن الاخرى في قوة الارتباط تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni بين كل زوج من مجموعات طريقة التهيئة المتبعة .

2. دراسة تأثير طريقة التهيئة المتبعة على نمط فشل الارتباط الحاصل

تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الحاصل بين مجموعات طريقة التهيئة المتبعة في عينتي دراسة قوة الارتباط (عينة اختبار الشد وعينة اختبار القص كلٍّ على حدى)

3. دراسة العلاقة بين نمط الفشل الحاصل وقيم قوة الارتباط

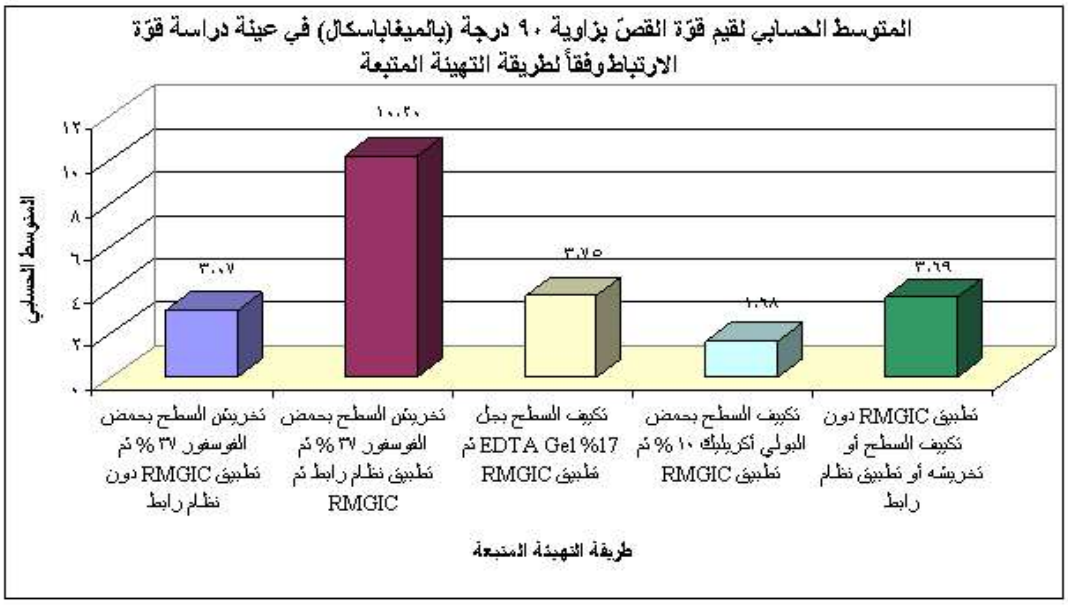
تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم قوة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل ارتباط ومجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل ترميم ومجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل سني ومجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل مشترك .



المخطط رقم (1): يمثل المتوسط الحسابي لقيم قوة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة دراسة قوة الشد وفقاً لطريقة التهيئة المتبعة

الجدول رقم (1): يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم قوّة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة التهيئة المتبعة في عينة دراسة قوّة الشد.

المتغير المدروس = قوّة الارتباط (بالميغاباسكال)					
طريقة التهيئة المتبعة (I)	طريقة التهيئة المتبعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تخريش السطح بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق RMGIC دون نظام رابط	تخريش السطح بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم RMGIC	-6.49	1.37	0.000	**توجد فروق دالة**
	تكييف السطح بجل EDTA Gel %17 ثم تطبيق RMGIC	5.12	1.37	0.005	**توجد فروق دالة**
	تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	3.28	1.37	0.211	لا توجد فروق دالة
	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	2.76	1.37	0.503	لا توجد فروق دالة
تخريش السطح بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم RMGIC	تكييف السطح بجل EDTA Gel %17 ثم تطبيق RMGIC	11.61	1.37	0.000	**توجد فروق دالة**
	تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	9.77	1.37	0.000	**توجد فروق دالة**
	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	9.25	1.37	0.000	**توجد فروق دالة**
تكييف السطح بجل EDTA Gel %17 ثم تطبيق RMGIC	تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	-1.84	1.37	1.000	لا توجد فروق دالة
	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	-2.36	1.37	0.929	لا توجد فروق دالة
تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	-0.52	1.37	1.000	لا توجد فروق دالة



المخطط رقم (2): يمثل المتوسط الحسابي لقيم قوّة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة دراسة قوّة القصّ وفقاً لطريقة التهيئة المتبعة.

الجدول رقم (2): يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم قوّة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة التهيئة المتبعة في عينة دراسة قوّة القصّ.

المتغير المدروس = قوّة القصّ بزاوية 90 درجة (بالميغاباسكال)					
طريقة التهيئة المتبعة (I)	طريقة التهيئة المتبعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تخريش السطح بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق RMGIC دون نظام رابط	تخريش السطح بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم RMGIC	-7.13	0.70	0.000	**توجد فروق دالة**
	تكييف السطح بجل EDTA Gel %17 ثم تطبيق RMGIC	-0.68	0.70	1.000	لا توجد فروق دالة
	تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	1.39	0.70	0.521	لا توجد فروق دالة
	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	-0.62	0.70	1.000	لا توجد فروق دالة
تخريش السطح بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم RMGIC	تكييف السطح بجل EDTA Gel %17 ثم تطبيق RMGIC	6.45	0.70	0.000	**توجد فروق دالة**
	تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	8.52	0.70	0.000	**توجد فروق دالة**
	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	6.51	0.70	0.000	**توجد فروق دالة**
تكييف السطح بجل EDTA Gel %17 ثم تطبيق RMGIC	تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	2.07	0.70	0.048	**توجد فروق دالة**
	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	0.06	0.70	1.000	لا توجد فروق دالة
تكييف السطح بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق RMGIC	تطبيق RMGIC دون تكييف السطح أو تخريشه أو تطبيق نظام رابط	-2.01	0.70	0.060	لا توجد فروق دالة

4. النتائج

- **بالنسبة لاختبار الشد**

✓ دراسة قوة الارتباط باختبار الشد

لاحظنا أن قيم قوّة الارتباط (بالميغاباسكال) في مجموعة تكييف سطح السن بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم المادّة المرمّمة RMGIC كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة التهيئة المتبعة الأربع الباقية. وكذلك استنتجنا أن قيم قوّة الارتباط (بالميغاباسكال) في مجموعة تكييف سطح السن بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC دون تطبيق نظام رابط كانت أكبر منها في مجموعة تكييف سطح السن بجل 17% EDTA Gel ثم تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC في عينة دراسة قوّة الشد . أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0,05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم قوّة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة التهيئة المتبعة المعنية في عينة دراسة قوّة الشد.

✓ دراسة نمط الفشل الحاصل باختبار الشد

عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في تكرارات نمط الفشل الحاصل بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة التهيئة المتبعة ،لاحظنا أن نسبة حدوث فشل الترميم في مجموعة تكييف سطح السن بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم المادّة المرمّمة RMGIC كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة التهيئة المتبعة الأربع الباقية

✓ دراسة العلاقة بين نمط الفشل الحاصل وبين قيمة قوة الارتباط

قيم قوّة الارتباط (بالميغاباسكال) في مجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل ارتباط كانت أصغر منها في مجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل ترميم في عينة دراسة قوّة الشد.

- **بالنسبة لاختبار القص**

✓ دراسة قوة الارتباط باختبار القص

استنتجنا أن قيم قوّة القصّ بزاوية 90 درجة (بالميغاباسكال) في مجموعة تكييف سطح السن بحمض الفوسفور 37%ثم تطبيق نظام رابط ثم المادّة المرمّمة RMGIC كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة التهيئة المتبعة الأربع الباقية ، وكذلك استنتجنا أن قيم قوّة القصّ بزاوية 90 درجة (بالميغاباسكال) في مجموعة تكييف سطح السن بجل 17% EDTA Gel ثم تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC كانت أكبر منها في مجموعة تكييف سطح السن بحمض البولي أكريليك 10% ثم تطبيق المادّة المرمّمة RMGIC في عينة دراسة قوّة القصّ.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0,05 ، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم قوّة القصّ بزاوية 90 درجة (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة التهيئة المتبعة المعنية في عينة دراسة قوّة القصّ.

✓ دراسة نمط الفشل الحاصل باختبار القص

لوحظ أن نسبة حدوث فشل الترميم في مجموعة تكييف سطح السن بحمض الفوسفور 37% ثم تطبيق نظام رابط ثم المادّة المرمّمة RMGIC كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة التهيئة المتبعة الأربع الباقية ،

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0,05 ، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في تكرارات نمط الفشل الحاصل بين مجموعات طريقة التهيئة المتبعة المعنية في عينة دراسة قوّة القصّ.

- ✓ دراسة العلاقة بين نمط الفشل الحاصل وبين قيمة قوة الارتباط باختبار القص

استنتجنا أن قيم قوّة القصّ بزاوية 90 درجة (بالميغاباسكال) في مجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل ارتباط كانت أصغر منها في كل من مجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشل ترميم ومجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشلاً سنياً ومجموعة الضواحك التي كان الفشل الحاصل فيها فشلاً مشتركاً على حدة في عينة دراسة قوّة القصّ.

5. المناقشة

أظهرت نتائج هذه الدراسة المخبرية أن الارتباط الأقوى الذي حققه الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC مع العاج السني البشري كان في مجموعة التخريش بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق نظام رابط Bond من الجيل الخامس نوع كولتن سويسري وتصليبه لمدة 20 ثانية ثم تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC وذلك في اختباري الشد والقص . تشير هذه النتيجة أن الارتباط الأولي للإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC مع العاج هو ارتباط ميكانيكي مجهري مثل الذي يحدث بين الراتنج المركب الضوئي التصلب والعاج السني ، والارتباط الكيميائي الذي يحدث هنا(ارتباط الاسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي مع االعاج السني) يعد ارتباط ثانوي موجود لكنه أقل أهمية، هذا يعني أن الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC يسلك سلوك مادة راتنجية في ارتباطه مع العاج السني ، مما يدحض ادعاء الشركات التجارية أن الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج لا يحتاج تخريش وتطبيق نظام رابط . إن تهيئة سطح العاج بالحموض المختلفة تؤدي لتخشين سطحه من خلال تشكيل غؤورات مجهرية متفاوتة العمق وهذا بدوره يزيد من مساحة سطح الارتباط وبالتالي قوة الارتباط ، كما أن عدم استخدام نظام رابط قلل من قوة الارتباط بالرغم من استخدام حمض الفوسفور 37% لعدم تكمن مادة ال RMGIC من الإندخال عميقاً ضمن القنيات العاجية المفتوحة بفعل التخريش ، بسبب لزوجة مادة ال RMGIC ووجود بعض الرطوبة ضمن القنيات العاجية بعد التجفيف اللطيف لها ، حيث لا يمكن تجفيفها لدرجة بلمهة العاج ، هذه الرطوبة تقلل من ارتباط ال RMGIC مع العاج المخرش ، لذلك كان تطبيق النظام الرابط هو الحل بلعبه دور الوسيط بين ال RMGIC وبين رطوبة القنيات العاجية، حيث يرتبط بشراهة بالقنيات العاجية الرطبة قليلاً عبر نهايته المحبة للماء مشكلاً ما يدعى بأوتاد الراتنج Resin Tags التي تشكل بدورها ما يسمى بالطبقة الهجينة Hybrid Layer التي تشكل اساس الارتباط ، في حين يرتبط النظام الرابط مع ترميم ال RMGIC كيميائياً عبر مونوميرات وظيفية HEMA ، وهكذا يتشكل ارتباط ميكانيكي مجهري يؤمن ارتباط قوي نسبياً – بالمقارنة مع الارتباط الكيميائي الضعيف –

اتفقت نتائج دراستنا هذه مع دراسة Paggio C (2014) ودراسة Ugurlu M (2020) في أن تطبيق نظام رابط Bond أدى لتحسن كبير وملحوظ في قوة ارتباط الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC مع العاج السني باختباري الشد والقص. لاحظنا أن نمط فشل الارتباط الحاصل باختباري الشد والقص في مجموعة تخريش سطح العاج بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية ثم الغسل والتجفيف اللطيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق النظام الرابط من الجيل الخامس (كولتن سويسري) وتصليبه لمدة 20 ثانية ثم تطبيق مادة ال RMGIC كان في غالبيته العظمى فشل ترميم وهذا يدل على أن قوة الارتباط في هذه المجموعة كانت أقوى من قوة تماسك مادة الترميم ذاتها ، هذا يعني أنه كلما قلت قوة الارتباط كلما كان

الفشل المحتمل حدوثه هو فشل ارتباط ، وكلما ازدادت قوة الارتباط (بالميغاباسكال) كلما كان الفشل المتوقع حدوثه هو أي نوع من أنواع الفشل الاخرى (فشل ترميم – فشل سني – فشل مشترك) باستثناء فشل الارتباط .

- في قياس قوة الارتباط باختبار الشد لاحظنا أن قوة الارتباط التي حققها تكييف سطح العاج بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق ال RMGIC بدون نظام رابط كانت أكبر منها في مجموعة تكييف سطح العاج بالاديتا جيل EDTA 17% لمدة 60 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق ال RMGIC ، إن حمض الفوسفور 37% والاديتا 17% كلاهما يعد من الحموض القوية التي تختلب شوارد الكالسيوم والفوسفور العاجية بشراهة ، هذا حكماً يؤثر بشكل سلبي على الارتباط الكيميائي لل GIC حيث لابد من توافر كمية لابأس بها من شوارد الكالسيوم والفوسفور (القليلة أصلاً في النسيج العاجي) كي ترتبط مع مجموعات الكربوكسيل الموجودة ضمن تركيب ال GIC ، لكن بنفس الوقت هذان الحمضان يدعمان الارتباط الميكانيكي المجهري من خلال تشكيل غؤورات مجهرية على سطح العاج ، تسهم في زيادة مساحة سطح الارتباط من جهة وتتدخل فيها مادة الRMGIC من جهة اخرى مما يزيد من الارتباط الميكانيكي المجهري ، إن عمق وكثافة الغؤورات المتشكلة على سطح العاج تختلف باختلاف نوع الحمض وقوته ، وكلما كانت هذه الغؤورات أكثر عمقاً وأكثر كثافة كلما ازدادت قوة الارتباط ، وحمض الفوسفور 37% أقوى من الاديتا جيل 17% لذلك أعطى قوة ارتباط أكبر .
- في قياس قوة الارتباط باختبار القص لاحظنا أن قوة الارتباط التي حققها تكييف سطح العاج بالاديتا جيل 17% لمدة 60 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق ال RMGIC كانت أكبر من قوة الارتباط التي حققها تكييف سطح العاج بحمض البولي اكريليك 10% لمدة 20 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق الRMGIC ، الاديتا جيل 17% حمض قوي بالمقارنة مع حمض البولي اكريليك ، كما ذكرنا سابقاً الاديتا جيل 17% حمض قوي يزيل طبقة اللطاخة بالكامل ويكشف القنيات العاجية ويتفاعل بشراهة مع شوارد الكالسيوم والفوسفور العاجية مما يضعف الارتباط الكيميائي للRMGIC ويزيد بالمقابل من الارتباط الميكانيكي المجهري ، في حين أن حمض البوالي اكريليك 10% يعد حمض خفيف ذو تأثير مخرش بسيط على سطح العاج ، ولا يستطيع إزالة طبقة اللطاخة بشكل كامل لكنه يعدلها فقط ، إن كون حمض البولي اكريليك حمض ضعيف فهو يختلب شوارد الكالسيوم والفوسفور العاجية بشكل بسيط وبكمية قليلة وهذا يدعم حدوث ارتباط كيميائي جيد ، لكنه بالمقابل سيضعف من الارتباط الميكانيكي المجهري بسبب قلة كثافة وعمق الغؤورات التي يصنعها على سطح العاج ، بالإضافة لكونه لا يستطيع كشف القنيات العاجية المغطاة بطبقة اللطاخة بشكل جيد مما لا يسمح بحدوث ارتباط ميكانيكي مجهري جيد ، مما سبق نستنتج أن الاديتا جيل 17% يدعم الارتباط الميكانيكي المجهري أما حمض البولي اكريليك 10% يدعم الارتباط الميكانيكي ، ومما لاشك فيه أن الرابطة الميكانيكية المجهرية أقوى من الرابطة الكيميائية الشاردية .

6. الاستنتاجات

في ظروف هذه الدراسة ، يمكن استنتاج أن المعالجة المسبقة لسطح العاج السني قبيل تطبيق الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC بحمض الفوسفور 37% لمدة 15 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق نظام رابط Bond من الجيل الخامس وتصليبه ضوئياً لمدة 20 ثانية أدت لتحسن كبير وملحوظ في قوة ارتباط ال RMGIC مع العاج السني البشري ، وكان نمط فشل ال RMGIC في الغالب فشل ترميم .

7. التوصيات

بناءً على ما سبق نوصي الممارسين السنيين بتخريش سطح العاج السني بحمض الفوسفور بتركيز 37% لمدة 15 ثانية ثم الغسل والتجفيف لمدة 5 ثوانٍ ثم تطبيق نظام رابط من الجيل الخامس وتصليبه ضوئياً لمدة 20 ثانية ثم تطبيق الاسمنت

الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج RMGIC وتصليبه لمدة 40 ثانية ، بحيث تحقق هذه الطريقة اعلى قوة ارتباط ممكنة لل RMGIC مع العاج السني ، وهذا يساهم في النجاح السريري طول الامد لهذه الترميمات .

8. المراجع

1. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. Br Dent J 1972;132:133-135.
2. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. Dent Mater J 2018;37:293-300.
3. Burgess J, Norling B, Summitt J. Resin ionomer restorative materials: the new generation. J Esthet Dent 1994;6:207-215.
4. Saad A, Inoue G, Nikaido T, Ikeda M, Burrow MF, Tagami J. Microtensile bond strength of resin-modified glass ionomer cement to sound and artificial caries-affected root dentin with different conditioning. Oper Dent 2017;42:626-635.
5. Imbery TA, Namboodiri A, Duncan A, Amos R, Best AM, Moon PC. Evaluating dentin surface treatments for resin-modified glass ionomer restorative materials. Oper Dent 2013;38:429-438.
6. Hoshika S, De Munck J, Sano H, Sidhu SK, Van Meerbeek B. Effect of conditioning and aging on the bond strength and interfacial morphology of glass-ionomer cement bonded to dentin. J Adhes Dent 2015;17:141-146.
7. Cardoso MV, Delmé KI, Mine A, Neves Ade A, Coutinho E, De Moor RJ, Van Meerbeek B. Towards a better understanding of the adhesion mechanism of resin-modified glass-ionomers by bonding to differently prepared dentin. J Dent 2010;38:921-929.
8. Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S, Peumans M, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Development of a self-etch adhesive for resin-modified glass ionomers. J Dent Res 2006;85:349-353.
9. Vargas MA, Fortin D, Swift EJ Jr. Bond strengths of glass ionomers using a dentin adhesive. Am J Dent 1995;8:197-200.
10. El-Askary F, Nassif M. Bonding nano-filled resin-modified glass ionomer to dentin using different self-etch adhesives. Oper Dent 2011;36:413-421.
11. Poggio C, Beltrami R, Scribante A, Colombo M, Lombardini M. Effects of dentin surface treatments on shear bond strength of glass-ionomer cements. Ann Stomatol (Roma) 2014;5:15-22.