العلاقة بين قوة الإلصاق المقاومة لقوى القص والشد ونوع المادة اللاصقة المستخدمة في إلصاق الحاصرات التقويمية – دراسة مقارنة

إعداد طالب الدكتوراه
محمد غسان دندشلي*

إشراف الأستاذ الدكتور
محمد يوسف**

الملخص

خلفية البحث وهدفه: هدفت الدراسة إلى تقييم مدى مقاومة كل من المادة الأساسية ذاتية التخريش واسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج لكل من قوتي القص والشد، وذلك مقارنة بالراتنج ضوئي التصلب.

مواد البحث وطرائقه: ستون ضاحكاً علوياً بشرياً مقلوعة قسمت إلى ثلاث مجموعات بشكل عشوائي. ألصقت حاصرات معدنية على سطح الميناء بحسب واحد من الأنظمة الثلاثة: مجموعة أولى: خرشت الأسنان بحمض الفوسفور 37% وألصقت الحاصرات بالراتج ضوئي التصلب (Transbond XT). مجموعة ثانية: خرشت الأسنان بالمادة الأساسية ذاتية التخريش Transbond Plus وألصقت الحاصرات بالراتنج نفسه كما في المجموعة الأولى. مجموعة ثالثة: ألصقت الحاصرات بإسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج Fuji Ortho LC دون تخريش الميناء مع ترطيبه. قسمت كل مجموعة إلى مجموعتين فرعيتين متساويتين وحفظت العينات مدة 24ساعة بدرجة حرارة 4°م. نزعت الحاصرات باستخدام جهاز Instron بتطبيق قوة قص وقوة شد وسجلت قيم قوى القص وقوى الشد التي حصل عندها فشل الإلصاق.

النتائج: بلغ متوسط قوة الإلصاق المقاومة لقوة القص وقوة الشد (بالميغاباسكال) (10.01، 5.17 على التوالي) في المجموعة الأولى و(8.59، 5.31 على التوالي) في المجموعة الثانية و(5.08، 3.95 على التوالي) في المجموعة الثالثة. أظهر تحليل ANOVA واختبار Bonferroni وجود اختلاف نوعي في قوة الإلصاق المقاومة لكل من قوة القص وقوة الشد بين المادة ذاتية التخريش وأسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج، في حين لم يلاحظ وجود اختلاف نوعي بين الراتنج ضوئي التصلب وكل من المادة الأساسية ذاتية التخريش وأسمنت الزجاج.

الاستنتاج: أظهرت المادة الأساسية ذاتية التخريش قوة إلصاق أعلى من الراتنج ضوئي التصلب في حين أظهر أسمنت الزجاج قوة إلصاق أقل بشكل نوعي. إن استخدام المادة الأساسية ذاتية التخريش هو مناسب للإلصاق السريري للحاصرات التقويمية.

* قسم تقويم الأسنان والفكين- كلية طب الأسنان- جامعة دمشق.

** أستاذ- قسم تقويم الأسنان والفكين- كلية طب الأسنان- جامعة دمشق.

The Relationship between the Shear and Tensile Bond Strength and the Type of Adhesive Material for Bonding Orthodontic Brackets: Comparative Study

Mohammad Usef [*] **M.Gassan Dandashli**[**]

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the shear and tensile bond strengths of orthodontic brackets bonded with self etching primer and resin-reinforced glass ionomer cement in comparison with light cured resin adhesive. Materials and methods: Sixty extracted human upper premolars were randomly divided into 3 groups. Metal brackets were bonded to the enamel according to 1 of 3 protocols. Group I, teeth were etched with 37% phosphoric acid and brackets bonded with Transbond XT (3M Unitek). Group II, teeth were etched with self-etching primer Transbond Plus(3M Unitek) and brackets bonded with Transbond XT as in Group I. Group III, brackets were bonded with resin-reinforced glass ionomer cement Fuji Ortho LC (G.C. America, Chicago, Ill) without enamel etching in moist condition. Each adhesive group was divided equally into two sub groups . The specimens were stored in distilled water for 24 hours at 4 °C. Brackets were debonded by using a shear and tensile load on Instron testing machine. Shear and tensile bond strength values were recorded. Results: The mean bond strengths (in megapascals) were (8.59, 5.17 respectively) in group I, (10.01, 5.31 respectively) in group II, and (5.08, 3.95 respectively) in group III. ANOVA and Bonferroni test showed a statistically significant difference in mean shear and tensile bond strengths between group II and III whereas the difference between group I and II and between group I and III was not statistically significant. Conclusions: The tested self-etching primer and adhesive systems produced bond strength values higher than that of the light cured resin adhesive whereas the resin-reinforced glass ionomer cement showed a significantly reduced bond strength . Clinically, the use of self-etching primer and adhesive systems is suitable for orthodontic bracket bonding.

Key Words: Resin-reinforced glass ionomer cements, self-etching primer, Shear bond strength, Tensile bond strength, Adhesive Remnant Index; Phosphoric acid etching.

[*] Department of Orthodontics, Damascus University.
[**] Prof. Head of Orthodontics Department, Damascus University.

مقدمة:

درس كثير من الباحثين ارتباط المواد اللاصقة على الميناء ورغم أن العديد من البدائل قد اختبرت[1] مثل التخريش بالليزر [3,2] والتخريش بالهواء[5,4] والتخريش باستخدام محاليل النمو البلورية[6] ولكن يبدو أن استخدام حمض الفوسفور لتحضير سطح الميناء يعدُّ الطريقة الأكثر شيوعاً [5]. إلا أن من أكثر الآثار السلبية المحتملة لاستخدام حمض الفوسفور هي حصول نقص تكلس في الطبقة الأكثر سطحية من الميناء نتيجة لانخساف الأملاح المعدنية [8,7] وتشكل البقع البيضاء التي تعدُّ نخوراً بدئية [9] ، لذلك كان لابدَّ من تأكيد أهمية العناية بالصحة الفموية الجيدة من قبل المرضى المعالجين بالأجهزة التقويمية الثابتة [10] ونتيجة لذلك اقترح تطبيق الفلور موضعياً على السن المخرشة خلال الإلصاق، وكذلك استخدام المعاجين والمضامض الفموية الغنية بالفلور خلال المعالجة[11]. غير أن ذلك يتطلب تعاوناً كاملاً من قبل المريض خلال المعالجة [12]، وهو أمر قد لا يمكن التعويل عليه مما دعا إلى التركيز على وسائل أخرى لتطبيق الفلور في الحفرة الفموية من غير الاعتماد على تعاون المريض مثل إطلاق الفلور من قبل المواد اللاصقة [13]. فقد جرت محاولات عديدة لدمج مستويات من الفلور ضمن الراتنج المركب إلا أن الدراسات المخبرية أظهرت أن كمية تحرر الفلور ومدته من هذه المركبات هي كمية ضعيفة [14]، كما أظهرت دراسات أخرى عدم وجود أية فروق إحصائية واضحة بين استخدام الراتنج المركب الضوئي التصلب المحرر للفلور والراتنج المركب التقليدي غير المحرر للفلور[12].

قدم اسمنت الزجاج الشاردي من قبل Wilson وkent في عام 1970 [16,15] عن طريق مزج اسمنت السيليكات المتمتع بالصلابة وقدرته على تحرير الفلور مع اسمنت بولي كاربوكسيلات المتمتع بخاصية الالتصاق. وقد طور اسمنت الزجاج وسوق بوصفه مادة إلصاق مباشر للحاصرات التقويمية على الأسنان [17]. فهو يمتاز بالعديد من الميزات مثل تحريره طويل الأمد للفلور حول الحاصرات بعد تصلبه الأولي، وقدرته على امتصاص الفلور من المصادر الخارجية مثل المعاجين والمضامض الفموية معيداً بذلك شحن مستواه من الفلور[18]. هذا فضلاً عن قدرته على الالتصاق الكيميائي على سطح الميناء [19] دون الحاجة إلى إجراء التخريش الحمضي للسطح [20] مع قدرته على الالتصاق على سطح الميناء الرطب [18]مزيداً بذلك سرعة الإلصاق وسهولة التطبيق [17] ونزع الحاصرات مع إنقاص الأذية المينائية [18]. إلا أن قوة إلصاق اسمنت الزجاج هي قوة ضعيفة مقارنة بالراتنج المركب [21] فضلاً عن قابليته الأولية المرتفعة للانحلال[22]، لذلك فقد طور اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج ضوئي التصلب من خلال دمج راتنج وحيد الجزيء قابل للتماثر بمقدار 4-6% إلى اسمنت الزجاج التقليدي [22]، فبذلك فهو يجمع ميزات اسمنت الزجاج التقليدي الجيدة مع الميزات الفيزيائية والميكانيكية للراتنج المركب[16].

تستخدم أنظمة الإلصاق المعروفة ثلاث مراحل هي مهيأ السطح و المحلول البدئي و الراتنج اللاصق [24,23]. إن الميزة الفريدة لبعض أنظمة الإلصاق الجديدة هي جمع المادة المخرشة والعامل البادئ في محلول حمضي أساسي واحد، وذلك لاستخدامه في الوقت نفسه على كل من العاج والميناء [25]، وقد وجد أن هذا النظام الجديد هو نظام فعال في إلصاق الحاصرات التقويمية على الميناء[1]. حيث أمن تحسين كل من زمن الإلصاق والتكلفة على كل من الطبيب والمريض[23,16]، كما قلل من فرص التلوث العابر

بالرطوبة واللعاب[27,26] ، وبسَّط وسَّهل إجراءات الإلصاق [28]. تشكل أملاح الميثاكريليت الفوسفورية الحمضية العامل الفاعل في المحلول الذاتي التخريش فحمض الفوسفور ومجموعة الميثاكريليت تجمعان معاً ضمن وحيد جزيء يقوم بدور التخريش والمادة الأساسية بآن واحد[1]. حيث تقوم مجموعات الفوسفات من أملاح الميثاكريليت الفوسفورية الحمضية بحل الكالسيوم وإزالته من الهيدروكسي الاباتيت . لكن وعوضاً عن غسله جانباً عن سطح الميناء فإن شوارد الكالسيوم تشكل مركباً مع مجموعة الفوسفات الذي يندمج ضمن الشبكة [26,1]. وكذلك فإنَّ أملاح الفوسفوريك الحمضية المتبقية ستتبلمر مع تبلمر المادة الأساسية [27,1]، ومن ثَمَّ فانه لا يبقى أي أثر للمادة المخرشة على سطح الميناء، مما يجعل لا حاجة لإجراء غسيل لنواتج التفاعل[27]. إن حدوث التخريش واختراق المونومير للمواشير المينائية بآن واحد يجعل عمق التخريش مماثلاً لعمق اختراق المادة الأساسية مانعاً إمكانية حدوث سطح منخسف الأملاح لم يرتشح بالراتنج بشكل كامل.[28] هناك ثلاث آليات تعمل على إيقاف عملية التخريش. الأولى: اعتدال درجة حموضة أملاح الفوسفوريك الحمضية بالطريقة نفسها التي تعتدل بها درجة حموضة حمض الفوسفور، وذلك مع تشكيلها مركباً مع كالسيوم هيدروكسي الاباتيت. الثانية: ارتفاع درجة اللزوجة في أثناء مرحلة تطبيق الهواء على السطح بعد تطبيق المحلول، مما يعمل على تبطيء نقل المجموعات الحامضية إلى سطح الميناء. أخيراً يتوقف نقل المجموعات الحمضية إلى السطح مع تصليب المادة الأساسية ضوئياً[29].

هدفت الدراسة الحالية إلى تقييم مدى مقاومة كل من المادة الأساسية ذاتية التخريش واسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج لكل من قوتي القص والشد ومقارنتهما بقوة إلصاق الراتنج المركب ضوئي التصلب.

مواد البحث:

تألفت عينة الدراسة من 60 ضاحكاً علوياً بشرياً مقلوعة، وقد تضمنت معايير اختيار العينة أن يكون القلع حديثاً لم يمضِ عليه أي مدة زمنية مع سلامة السطح الدهليزي من النخر والترميمات السنية ومن التصدعات المينائية المشاهدة بالعين المجردة والناتجة عن استخدام كلابات القلع، وعدم خضوع الأسنان لتطبيق مواد كيميائية مثل فوق أكسيد الهيدروجين. غسلت الأسنان بعد قلعها مباشرة بالماء وأزيلت كل البقايا اللثوية والألياف الرباطية والقلح عنها، ثم وضعت في محلول فورم الدهيد 10% مدة 24ساعة. حفظت بعد ذلك الأسنان ضمن الماء المقطر بدرجة حرارة 4ºم. جرى تثليم الجذر لإحداث تثبيت ميكانيكي فيه، وثبتت الأسنان ضمن الراتنج الاكريلي المصبوب ضمن قوالب من الألمنيوم (على شكل متوازي مستطيلات بطول 10 سم، عرض 2 سم، ارتفاع 3 سم) إلى مستوى الملتقى المينائي الملاطي مع مراعاة كشف السطح الدهليزي كاملاً، وأن يكون المحور الطولي للتاج عامودياً على القالب، ثم أعيدت إلى الماء المقطر بدرجة حرارة 4ºم بعد تصلب الراتنج الاكريلي.

الحاصرات التقويمية المستخدمة:

استخدم في الدراسة حاصرات ضواحك علوية معدنية (Gemini Bracket MBT, 3M (Unnitek وقد حددت مساحة قاعدة الحاصرة ب 10.61 مم2.

قسمت الأسنان بشكل عشوائي طبقاً لمواد الإلصاق المستخدمة إلى ثلاث مجموعات:

- المجموعة الأولى: تألفت من 20 ضاحكاً حيث ألصقت الحاصرات باستخدام الراتنج المركب ضوئي التصلب Transbond XT وقد قسمت إلى مجموعتين تألفت كل واحدة منها من 10 ضواحك استخدمتا لتطبيق اختباري قوة القص و قوة الشد.

• المجموعة الثانية : تألفت من 20 ضاحكاً حيث ألصقت الحاصرات باستخدام المادة الأساسية ذاتية التخريش Transbond Plus، وقد قسمت إلى مجموعتين تألفت كل واحدة منها من 10 ضواحك استخدمتا لتطبيق اختباري قوة القص و قوة الشد.

• المجموعة الثالثة: تألفت من 20 ضاحكاً حيث ألصقت الحاصرات باستخدام اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج Fuji Ortho LC وقد قسمت إلى مجموعتين تألفت كل واحدة منها من 10 ضواحك استخدمتا لتطبيق اختباري قوة القص وقوة الشد.

• **طرائق البحث**:

إلصاق الحاصرات: نظفت السطوح الدهليزية لكل ضاحك مدة 5-10 ثوانٍ باستخدام فراشي تقليح ومسحوق الخفان، ثم غسلت السطوح بتيار من الماء والهواء المضغوط مدة 5-10 ثوانٍ وجففت ثانية بهواء مضغوط خالٍ من الزيت. جرى الإلصاق بحسب تعليمات الشركة المصنعة.

§ مجموعة الرتنج المركب ضوئي التصلب Transbond XT : خرشت السطوح الدهليزية بحمض الفوسفور 37% مدة 30 ثانية (ALPHA-7,Dental Technologies, USA)، ثم غسلت مدة 10ثوانٍ وجففت بتيار من الهواء المضغوط خالٍ من الزيت والرطوبة، ثم ألصقت الحاصرات موازية للمحور الطولي بالراتنج ضوئي التصلب Transbond XT(3M Unitek) بعد تطبيق المادة البدئيةTransbond XT وبعد أن أزيلت المادة اللاصقة الزائدة صلبت مدة 20 ثانية من الإنسي والوحشي باستخدام جهاز التصليب الهالوجيني Cromalux- E مع التأكد من شدة الضوء بشكل منتظم باستخدام جهاز مقياس الشدة Croma test .

§ مجموعة المادة الأساسية ذاتية التخريش 3M Unitek) (Transbond Plus : غسل السطح الدهليزي بالماء، وجفف بشكل غير كامل مع تركه رطباً كما توصي الشركة المصنعة، وبعد مزج المادة بحسب تعليمات الشركة المصنعة طبقت بفرك أداة التطبيق على السطح الدهليزي مع تطبيق ضغط بسيط مدة 3-5 ثوانS على الأقل لكل سن، ثم طبق نفخ لهواء لطيف خالٍ من الزيت و الرطوبة مدة 1-2 وألصقت الحاصرات بالراتنج المركب Transbond XT الذي صلب كما في المجموعة الأولى.

§ اسمنت الزجاج الشاردي المدعوم بالراتنج Fuji Ortho LC: مزج الاسمنت بحسب تعليمات الشركة المصنعة وألصقت الحاصرات على السطح الدهليزي مع تطبيق ضغط ثابت عليها وذلك بعد تبليله بالماء بواسطة لفافة قطنية، ثم أزيلت زوائد المادة وصلبت المادة باستخدام جهاز التصليب نفسه Cromalux- E، وذلك مدة 10 ثوانٍ لكل جهة من الجهات الإطباقية واللثوية والإنسية والوحشية، أي مدة 40 ثانية لكل حاصرة .

خزنت الأسنان جميعها ضمن الماء المقطر مدة 24 ساعة بدرجة حرارة 4°م.

طريقة اختبار قوة القص:

استخدم جهاز الاختبارات القياسي model 6025, Instron, (UK) Instron Universal Testing Machine لتطبيق اختبار قوة القص حيث ربطت الأسنان على الجهاز بحيث تكون قاعدة الحاصرة موازية لقوة القص وباستخدام شفرة معدنية حادة النهاية مثبتة على الفك العلوي المتحرك لجهاز الاختبار الميكانيكي طبقت القوة القاصة بسرعة رأس 1ملم/دقيقة .

طريقة اختبار قوة الشد:

ربطت الأسنان على الجهاز نفسه بحيث تكون قاعدة الحاصرة أفقية، كما ثبت خطاف بشكل حرف ل في الفك العلوي المتحرك لجهاز الاختبار الذي علق به سلكان علقا

تحت أجنحة الحاصرة. وقد طبقت قوة الشد عامودية على قاعدة الحاصرة بسرعة 1 ملم / دقيقة.

سجل مقدار كل من قوة القص وقوة الشد التي حصل عندها إخفاق الإلصاق بالكيلوغرام حيث حولت إلى وحدة النيوتن وحسبت قوة الإلصاق المقاومة لقوتي القص والشد من خلال المعادلة الآتية:

قوة الإلصاق (الميغاباسكال) = القوة (النيوتن) ÷ مساحة سطح قاعدة الحاصرة (10.61ملم2).

تحري المادة اللاصقة المتبقية :

فحص سطح الميناء في مكان حدوث الفشل لكل ضاحك، وذلك باستخدام مجهر ضوئي بتكبير16 مرة. واستخدم مشعر كمية المادة اللاصقة المتبقية Adhesive (ARI) Remnant Index حيث أعطيت درجات لمقدار المادة المتبقية على سطح الميناء وتشير الدرجة 1 إلى عدم وجود أي من المادة على الميناء، وتشير الدرجة 2 إلى أنَّ أقل من نصف المادة اللاصقة متبقية على الميناء وتشير الدرجة 3 إلى أنَّ أكثر من نصف المادة متبقية على الميناء، وتشير الدرجة 4 إلى أن المادة اللاصقة كلّها متبقية على الميناء.

الدراسة الإحصائية:

أجريت الإحصاءات الوصفية متضمنة حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية و أكبر و أصغر قيمة لكل مجموعة في كلا الاختبارين، كما درست الاختلافات النوعية من خلال إجراء اختبار تحليل التباين ANOVA لدراسة الاختلافات النوعية بين المجموعات الثلاث، كما أجريت المقارنات الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لمعرفة أي من المجموعات يختلف نوعياً عن الآخر. كما استخدم اختبار Kruskal-Wallis واختبار Mann-Whitney U لدراسة الاختلافات النوعية في توزع تكرارات درجة المادة اللاصقة المتبقية على السن ARI بين المجموعات الثلاث، والاختلافات النوعية الثنائية في توزع تكرارات درجة المادة اللاصقة المتبقية على السن ARI، وذلك عند مستوى دلالة P<0.05.

النتائج:

نتائج دراسة مقاومة قوة القص:

يظهر الجدول رقم (1) الإحصاءات الوصفية لقوة الإلصاق المقاومة لقوة القص للمجموعات الثلاث. وقد أظهرت نتائج تحليل ANOVA وجود اختلاف نوعي بين المجموعات في متوسط قوة الإلصاق المقاومة للقص (P=0.042)حيث أظهرت المادة الأساسية ذاتية التخريش متوسط قوة إلصاق (10.01 ±5.46 ميغاباسكال) أعلى من الراتنج ضوئي التصلب (8.58±4.07 ميغاباسكال)، في حين أظهر اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج قوة الإلصاق الأضعف (5.08±2.76 ميغاباسكال). كما أظهر اختبار Bonferroni وجود اختلاف نوعي بين المادة ذاتية التخريش واسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج. جدول رقم(2).

جدول رقم (1) يبّين N عدد الأسنان- X المتوسط الحسابي - SD الانحراف المعياري - Min اصغر - Max أكبر قيمة لقوة الإلصاق المقاومة لقوة القصّ (بالميغاباسكال).

+ وجود اختلاف نوعي0.05 ≥P.

المادة اللاصقة المدروسة	N	X	SD	Min	Max	P	Sig
راتنج ضوئي التصلب Transbond XT	10	8.59	4.08	3.7	18.49	0.042	+
مادة ذاتية التخريش Transbond Plus	10	10.01	5.46	3.7	20.33		
اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج Fuji Ortho LC	10	5.08	2.76	2.31	12.01		

جدول رقم (2) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni بين مجموعات المادة اللاصقة .

+ وجود اختلاف نوعي$P \leq 0.05$ - عدم وجود اختلاف نوعي $P> 0.05$.

المادة اللاصقة (I)	المادة اللاصقة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	P	Sig
راتنج ضوئي التصلب	مادة أساسية ذاتية التخريش	-1.42	1.000	-
	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	3.51	0.226	-
مادة أساسية ذاتية التخريش	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	4.93	0.045	+

نتائج دراسة مشعر ARI:

أظهرت نتائج اختبار Kruskal-Wallis وجود اختلافات نوعية في توزع تكرارت مشعر ARI وقد بلغ متوسط رتب الراتنج ضوئي التصلب 20.20 مع تكرار الدرجتين 3و4، مما يشير إلى فشل عند مادة-حاصرة مع بقاء لمعظم الراتنج على الميناء، كما بلغ متوسط رتب المادة ذاتية التخريش 17.10 مع تكرار للدرجتين 2 و3 مما يشير إلى أن معظم الفشل مخلطا ضمن المادة اللاصقة حيث كانت كمية الراتنج المتبقية على الميناء أقل من مجموعة الراتنج ضوئي التصلب، في حين أبدى اسمنت الزجاج فشلا عند ميناء-مادة. جدول رقم (3). كما أشارت نتائج تحليل Mann-Whitney U إلى وجود اختلاف نوعي بين اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج وكل من الراتنج ضوئي التصلب والمادة ذاتية التخريش. جدول رقم (4).

جدول رقم (3) يبيّن توزع تكرارات مشعر ARI ومتوسط الرتب بجسب اختبار Kruskal-Wallis. مشعر ARI: 1 سطح ميناء نظيف - 2 اقل من نصف المادة متبقية على سطح السن- 3 أكثر من نصف المادة متبقية على سطح السن- 4 كل المادة متبقية على سطح السن.

+ وجود اختلاف نوعي $P \leq 0.05$

	مشعر ARI						
المادة اللاصقة	ARI=1	ARI=2	ARI=3	ARI=4	متوسط الرتب	p	Sig
راتنج ضوئي التصلب	(0%) 0	(30%) 3	(30%) 3	(40%) 4	20.20	.011	+
مادة أساسية ذاتية التخريش	(10%) 1	(40%) 4	(20%) 2	(30%) 3	17.10		
اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	(50%) 5	(40%) 4	(0%) 0	(10%) 1	9.20		

جدول رقم (4) يبيّن نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في توزع تكرارات ARI

+ وجود اختلاف نوعي $P \leq 0.05$ - عدم وجود اختلاف نوعي $P> 0.05$.

المادة اللاصقة (أ)	المادة اللاصقة (ب)	قيمة U	p	Sig
راتنج ضوئي التصلب	مادة أساسية ذاتية التخريش	39.00	.381	-
	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	14.00	.005	+
مادة أساسية ذاتية التخريش	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	23.00	.032	+

نتائج دراسة مقاومة قوة الشد :

يظهر الجدول رقم (5) الإحصاءات الوصفية لقوة الإلصاق المقاومة لقوة الشد للمجموعات الثلاث .

أشارت نتائج تحليل التباين ANOVA إلى وجود اختلاف نوعي بين المجموعات في متوسط قوة الإلصاق المقاومة للشد (P=0.024) حيث أظهرت المادة ذاتية التخريش متوسط قوة إلصاق (5.31 ±1.00 ميغاباسكال) أعلى من

الراتنج ضوئي التصلب (5.17±1.25 ميغاباسكال)، في حين أظهر اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج قوة الإلصاق الأضعف (3.95±1.15 ميغاباسكال)، وقد لوحظ وجود اختلاف نوعي بين المادة ذاتية التخريش واسمنت الزجاج. جدول رقم(5و6).

جدول رقم (5) يبيّن N عدد الأسنان- X المتوسط الحسابي - SD الانحراف المعياري - Min أصغر قيمة - Max أكبر قيمة لقوة الإلصاق المقاومة لقوة الشد (بالميغاباسكال).

+ وجود اختلاف نوعي$P \leq 0.05$

Sig	P	Max	Min	SD	X	N	المادة اللاصقة المدروسة
+	0.024	6.79	3.14	1.25	5.17	10	راتنج ضوئي التصلب Transbond XT
		7.02	4.61	1.00	5.31	10	مادة ذاتية التخريش Transbond Plus
		6.01	2.16	1.15	3.95	10	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج Fuji Ortho LC

جدول رقم (6) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni بين مجموعات المادة اللاصقة .

+ وجود اختلاف نوعي$P \leq 0.05$ - عدم وجود اختلاف نوعي $P> 0.05$.

Sig	P	الفرق بين المتوسطين (I-J)	المادة اللاصقة (J)	المادة اللاصقة (I)
-	1.000	-0.14	مادة أساسية ذاتية التخريش	راتنج ضوئي التصلب
-	0.072	1.22	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	
+	0.038	1.36	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	مادة ذاتية التخريش

نتائج دراسة مشعر ARI: أظهرت نتائج اختبار Kruskal-Wallis وجود اختلافات نوعية في تكرارات مشعر ARI (P=.003)إذْ بلغ متوسط رتب الراتنج ضوئي التصلب 22.5 مع تكرار الدرجة 4 مما يشير إلى بقاء معظم المادة على الميناء مع فشل عند مادة-حاصرة، كما بلغ متوسط رتب المادة ذاتية التخريش 13.75 مع تكرار للدرجتين 3و4، مما يشير إلى أن معظم الفشل كان عند مادة-حاصرة إلا أن كمية الراتنج المتبقي على الميناء كانت أقل من الراتنج ضوئي التصلب، في حين كان فشل اسمنت الزجاج ميناء-مادة. جدول رقم (7). كما أشارت نتائج تحليل Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية، إلى وجود اختلاف نوعي بين الراتنج ضوئي التصلب وكل من المادة ذاتية التخريش واسمنت الزجاج. جدول رقم (8).

جدول رقم (7) يبيّن توزع تكرارات مشعر ARI ومتوسط الرتب بحسب اختبار Kruskal-Wallis. مشعر ARI: 1 سطح ميناء نظيف- 2 أقل من نصف المادة متبقية على سطح السن- 3 أكثر من نصف المادة متبقية على سطح السن- 4 كل المادة متبقية على سطح السن. + وجود اختلاف نوعي $P \leq 0.05$

	مشعر ARI						
المادة اللاصقة	ARI=1	ARI=2	ARI=3	ARI=4	متوسط الرتب	p	Sig
راتنج ضوئي التصلب	(0%) 0	(30%) 3	(20%) 2	(80%) 8	22.5	.003	+
مادة أساسية ذاتية التخريش	(0%) 0	(0%) 0	(30%) 3	(40%) 4	13.75		
اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	(50%) 5	(40%) 4	(0%) 0	(10%) 1	10.25		

جدول رقم (8) يبيّن نتائج اختبار Mann-Whitney U لدراسة دلالة الفروق الثنائية في توزع تكرارات ARI

+ وجود اختلاف نوعي $P \leq 0.05$ - عدم وجود اختلاف نوعي $P> 0.05$.

المادة اللاصقة (أ)	المادة اللاصقة (ب)	قيمة U	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
راتنج ضوئي التصلب	مادة أساسية ذاتية التخريش	20.000	.012	+
	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	37.500	.001	+
مادة أساسية ذاتية التخريش	اسمنت زجاج مدعوم بالراتنج	10.000	.325	-

المناقشة:

أحدث الإلصاق المباشر للحاصرات التقويمية ثورة وتحسيناً في الممارسة السريرية للتقويم. يشكل استخدام التخريش الحمضي متبوعاً بتطبيق المادة الأولية مرحلة أساسية من إجراءات الإلصاق من أجل السماح بإحداث ترطيب جيد للسطح المخرش واختراق الاستطالات الراتنجية له. على كل حال هناك ضرورة لتحسين قدرتنا في المحافظة على قوة إلصاق سريرية كافية مع إنقاص كمية الخسارة المينائية وتبسيط إجراءات الإلصاق وجعلها أقل حساسية للرطوبة [30].

قورنت في الدراسة الحالية ثلاثة أنظمة إلصاق استخدمت في إلصاق الحاصرات التقويمية من خلال تقييم مقاومتها لقوتي القص والشد.

أبدت المادة الأساسية ذاتية التخريش قوة إلصاق مقاومة لقوة القص أعلى من الراتنج ضوئي التصلب (10.01±5.46 ميغا باسكال،8.59±4.08 ميغاباسكال على التوالي)، إلا أن الاختلاف لم يكن نوعياً، في حين أظهر اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج قوة الإلصاق الأضعف (5.08±2.76 ميغاباسكال)، وقد كان الاختلاف نوعياً بين المادة ذاتية التخريش واسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج، ومما يلاحظ أن كلاً من المادة ذاتية التخريش والراتنج ضوئي التصلب قد حققتا قوة إلصاق مقبولة سريرياً (5.9 -7.9 ميغاباسكال) [31]، في حين أن متوسط قوة إلصاق اسمنت الزجاج كانت أقل من الحدود الدنيا المقبولة لتحقيق نجاح سريري. وقد يعزى ذلك إلى الاختلاف في آلية الارتباط بين اسمنت الزجاج والمجموعتين المتبقيتين مع سطح الميناء، فالارتباط في اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج يحدث بآلية كيميائية غير معروفة تماماً، وقد تعود نتيجة للتفاعل بين مجموعات الكاربوكسيل لحمض البولي مير وكالسيوم الميناء[19]، في حين أن ارتباط الراتنج يحدث بآلية ميكانيكية مجهرية تنجم سواء عن التخريش الحمضي بحمض الفوسفور أو بأملاح الفوسفوريك الحمضية واندخال المادة الأساسية ضمن الفجوات المجهرية المتشكلة والتصلب ضمنها.

وقد اتفقت نتائجنا مع نتائج دراسة Dorminey وزملائه[29] حيث سجل قوة إلصاق للمادة الأساسية ذاتية التخريش Transbond Plus (11.9±3.2 ميغاباسكال)، وللراتنج ضوئي التصلب Transbond XT (11.3±2.2)، كما أنَّه لم يلاحظ وجود اختلاف نوعي بين المادتين. كما سجل Arnold وزملاؤه[32] وPickett وزملاؤه[33] قوة إلصاق للراتنج ضوئي التصلب Transbond XT (9.7 ميغاباسكال و11.2 ميغا باسكال على التوالي) مقارنة مع (8.59±4.08 ميغا باسكال) في الدراسة الحالية، كما سجل Tolendo وزملاؤه [34] وCoups وزملاؤه(17) وOwens وزملاؤه(35) قوة إلصاق لاسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج ببيئة رطبة ودون تهيئة لسطح الميناء (3.98 ميغاباسكال، 5.86 ميغاباسكال، 5.3 ميغاباسكال على التوالي) مقارنة مع (5.08 ميغاباسكال) في الدراسة الحالية. في حين سجل

Chun وزملاؤه[36] قوة إلصاق لاسمنت الزجاج (2.96 ميغاباسكال) أقل مما في دراستنا، وقد يعود ذلك إلى استخدام اللعاب البشري في ترطيب سطح السن مقارنة باستخدامنا للماء في حين لاحظ ازدياد قوة الإلصاق عند تخريش الميناء قبل استخدام اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج مع ترطيب السن باللعاب البشري (5.31±2.46ميغاباسكال). كما سجل Rogelio وزملاؤه[37] وTurk وزملاؤه[38] وBuyukyllmaz وزملاؤه[1] قوة إلصاق للراتنج ضوئي التصلب Transbond XT (26.5 ميغا باسكال،16.82ميغاباسكال،13 ميغاباسكال على التوالي) وللمادة الأساسية ذاتية التخريش Transbond Plus (21.1ميغاباسكال، 19.11ميغاباسكال، 16 ميغاباسكال على التوالي) أعلى مما وجدناه في الدراسة الحالية. كما سجل Rieko[39] متوسط قوة إلصاق لاسمنت الزجاج (8.6± 3 ميغا باسكال /7.9±2.7 ميغا باسكال على التوالي) أعلى مما في الدراسة الحالية، وقد يعود ذلك إلى استخدامه قواطع بقرية، وإلى الاختلاف في زمن التخريش المطبق، وإلى تخريش الميناء قبل استخدام اسمنت الزجاج.

أظهرت المادة الأساسية ذاتية التخريش في اختبار قوة القص بحسب مشعر ARI بقاء أقل للمادة اللاصقة على الميناء من الراتنج ضوئي التصلب مع فشل مختلط أي ضمن المادة اللاصقة بالنسبة إلى المادة الأساسية ذاتية التخريش مقارنة بفشل في معظمه عند مادة –حاصرة للراتنج الضوئي، وبذلك تشكل هذه النتائج أمراً مثيراً للاهتمام بالنسبة إلى المقومين إذْ يتطلب هذا النموذج من الفشل وقتاً أقل لإزالة بقايا المادة عن الميناء بعد نزع الحاصرات . في حين أظهر اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج فشلاً في معظمه عند ميناء – مادة مع سطح ميناء نظيف في الغالب، وقد كان الاختلاف نوعياً في توزع تكرارات مشعر ARI بين اسمنت الزجاج وكل من ضوئي التصلب والمادة ذاتية التخريش. وقد يكون التبلمر غير الكامل للراتنج ضوئي التصلب تحت قاعدة الحاصرة [40] نتيجة عدم قدرة الضوء المرئي على اختراق القاعدة المعدنية مسؤولاً عن نموذج الفشل [34] فضلاً عن تأثير الهواء المحجوز خلف الشبكة المعدنية على التبلمر بسبب دور الأكسجين في إعاقة تبلمر الجذور الحرة الذي قد يؤدي إلى قوة إلصاق أضعف بين الشبكة والراتنج المركب [41]. في حين قد يعزى نموذج فشل اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج دون تخريش مع ترطيب سطح الميناء إلى ارتباط الاسمنت مع المعدن بشكل أفضل منه مع الميناء [42]. وقد اتفقت الدراسة الحالية مع نتائج دراسة Sfondrin وزملائه[43] بالنسبة إلى فشل إلصاق الراتنج ضوئي التصلب في حين كان معظم فشل إلصاق المادة ذاتية التخريش عند مادة –حاصرة. كما لاحظ Chun وزملاؤه[36] أن فشل إلصاق اسمنت الزجاج هو عند ميناء-اسمنت كذلك سجل Tolendo وزملاؤه[34] فشلاً عند ميناء-اسمنت مع اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج وعند مادة-حاصرة مع الراتنج ضوئي التصلب. كما لاحظ Millett وزملاؤه[44] أن معظم فشل إلصاق الراتنج ضوئي التصلب كان عند راتنج-حاصرة كما في الدراسة الحالية في حين كان معظم فشل إلصاق اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج مختلطاً، وهو ما يختلف مع الدراسة الحالية وقد يعزى ذلك لطريقة تحضير الأسنان وإلى استخدام التخريش الحمضي مع اسمنت الزجاج. كما سجل Rieko وزملاؤه[39] فشل إلصاق في معظمه عند ميناء- مادة لاصقة مع كل من الراتنج ضوئي التصلب والمادة ذاتية التخريش، وهو ما يختلف مع الدراسة الحالية، وقد يعود ذلك إلى استخدامه قواطع بقرية. كما تختلف نتائج الدراسة مع نتائج Buyukyllmaz وزملائه[1] حيث سجل فشل إلصاق للمادة ذاتية التخريش عند راتنج-حاصرة في حين كان الفشل مختلطاً في دراستنا، في حين اتفقنا معه بالنسبة إلى مكان فشل إلصاق الراتنج ضوئي التصلب.

أظهرت المادة ذاتية التخريش قوة إلصاق مقاومة لقوة الشد أعلى من الراتنج ضوئي التصلب (5.31±1.0 ميغا باسكال،5.17±1.25 ميغا باسكال على التوالي) إلا أن الاختلاف لم يكن نوعياً، في حين أظهر اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج قوة الإلصاق الأضعف (3.95±1.15 ميغاباسكال)، وقد كان الاختلاف نوعياً بين المادة ذاتية التخريش واسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج، ومما يلاحظ أن كلاً من المادة ذاتية التخريش والراتنج ضوئي التصلب قد حققت الحدود الدنيا لقوة الشد المقبولة في الاختبارات المخبرية لتحقيق نجاح السريري (4.9 ميغا باسكال) ([31] Reynolds 1975)، في حين لم يحقق اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج هذه القيمة. وقد يعزى ذلك إلى الأسباب نفسها التي ذكرت سابقاً.

وقد اتفقت نتائج الدراسة مع نتائج Komori and Ishikawa (7) حيث سجل قوة إلصاق لاسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج Fuji Ortho (4.4 ميغاباسكال). كما اتفقت مع نتائج دراسة Wang and Meng [45] حيث سجل قوة إلصاق للراتنج ضوئي التصلب (5.9±98. ميغاباسكال). في حين سجل Valente وزملاؤه[46] قوة إلصاق للراتنج ضوئي التصلب (12.5 ميغاباسكال) ولاسمنت الزجاج Fuji Ortho LC دون تخريش وعلى سطح ميناء جاف (6.9 ميغاباسكال)، وقد يعود ذلك إلى استخدامه حمض الفوسفور مع السيليكا مع الراتنج الضوئي وإلى الاختلاف في طريقة تطبيق اختبار قوة الشد. كما سجل Velo وزملاؤه[47] متوسط قوة إلصاق مقاومة للشد للراتنج ضوئي التصلب Transbond XT (15.71ميغا باسكال) وللمادة الأساسية ذاتية التخريش Transbond Plus (11.55ميغاباسكال)، وهي أعلى مما في دراستنا، وقد يعزى ذلك إلى إخضاعه الأسنان إلى التدوير الحراري فضلاً عن الاختلاف في طريقة تحضير الأسنان والاختلاف في جهاز الاختبارات الميكانيكية المستخدم.

لوحظ أن معظم فشل إلصاق الراتنج ضوئي التصلب والمادة الأساسية ذاتية التخريش كان عند مادة –حاصرة إلا أن كمية الراتنج المتبقي على سطح الميناء كان أقل مع المادة ذاتية التخريش منه مع الراتنج الضوئي، في حين أظهر اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج فشلاً في معظمه عند ميناء –مادة، وقد كان الاختلاف نوعياً في توزع تكرارات مشعر ARI بين اسمنت الزجاج والراتنج ضوئي التصلب.

وقد اتفقت نتائج الدراسة مع نتائج Valente وزملائه[46]، حيث سجل فشل إلصاق مختلطاً لاسمنت الزجاج Fuji Ortho LC دون تخريش وعلى سطح ميناء جاف و للراتنج ضوئي التصلب عند راتنج-حاصرة، في حين تختلف نتائجنا معه بالنسبة إلى اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج Fuji Ortho حيث سجل فشل إلصاق عند اسمنت-حاصرة مقارنة بفشل مختلط في دراستنا، وقد يعود ذلك إلى تخريشه الميناء بحمض 10% بولي اكريليك قبل تطبيق اسمنت الزجاج. كما تختلف النتائج مع نتائج Velo وزملائه[47] حيث سجل فشل إلصاق مختلطاً في مجموعة الراتنج ضوئي التصلب Transbond XT، في حين كان فشل إلصاق المادة الأساسية ذاتية التخريش عند ميناء-راتنج، وهو ما يتفق مع دراستنا، حيث كان الفشل عند راتنج-حاصرة. كما سجل Lega وزملاؤه[48] فشل إلصاق للراتنج كيميائي التصلب عند راتنج-حاصرة، وهو ما يتفق مع نتائج الدراسة الحالية.

الاستنتاج:

أظهرت مجموعة المادة الأساسية ذاتية التخريش قوة إلصاق مقاومة للقص وللشد أعلى بفرق غير دالٍ إحصائياً من الراتنج ضوئي التصلب بعد التخريش

بحمض الفوسفور مع بقاء أقل للراتنج على الميناء، في حين أظهر اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج قوة الإلصاق الأضعف. لذلك يعدُّ استخدام المادة الأساسية ذاتية التخريش لتهيئة سطح الميناء في إلصاق الحاصرات التقويمية إجراء مقبولاً سريرياً حيث تؤمن توفيراً بالوقت وسهولة وسرعة في الإلصاق . في حين أن استخدام اسمنت الزجاج المدعوم بالراتنج على ميناء رطبة دون تخريش قد لا يكون مقبولاً للإلصاق السريري للحاصرات.

Restraint

1. Buyukyllmaz T, gaard B, Dahm S. The effect on the tensile bond strength of orthodontic brackets of titanium tetra fluoride (TiF4) application after acid etching. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;108:256-61.
2. Lee BS, Hsieh TT, Lee YL, Wan-Hong Lan, Hsu YD, Wen PH, Lin CP. Bond strength of Orthodontic bracket after acid etched, Er:Yag Laser-irradiated and combined treatment on enamel surface. Angle Orthod 2003;73:565-570.
3. Serdar UM, Orhan M, Aslıhan US, Laser etching of enamel for direct bonding with an Er,Cr:YSGG hydrokinetic laser system, Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;122:649-56 .
4. Abu Alha ija ESD, Al Wahadni AMS, Evaluation of shear bond strength with different enamel Pre-treatments Eur J Orthod 2004; 26:179-148.
5. Singh C. Text book of Orthodontics, Second edition, Jaypee Brothers 2007.
6. Maijer RR, Smith DC, Crystal growth on outer enamel surface Am J Orthod Dentofacial Orthop 1986;89:183-193.
7. Komori A, Ishikawa H, Evaluation of a resin-reinforced glass ionomer cement for use as an Orthodontic bonding agent, Angle Orthod 1997; 67:189 – 196
8. Diedrich P. Enamel alteration from bracket bonding and debonding : a study with the scanning electron microscope. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1981 79:500-522.
9. O'Reilly M.M., Featherstone J. D. B., Demineralization and remineralization around Orthodontic appliancesAm J Orthod Dentofacial Orthop1987 Jul (33-40).
10. Tell RT, Sydiskis RJ, Isaacs RD, Davidson WM. Long-term cytotoxicity of orthodontic direct-bonding adhesives. *Am J Orthod.*1988;93:419–422.
11. Bishara SE, Chan D, Abadir EA. The effects on the bonding strength of fluoride application after etching. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;95:259-60.
12. Marcusson A, Norevall L, Person M,White spot reduction when using glass ionomer cement for bonding in Orthodontic a longizudinal and comparative study,European journel of Orthodontic; 199719:233-242.
13. Sadowsky PL, Retief DH, Bradley EL. Enamel fluoride uptake from orthodontic cement and its effect on demineralization. Am J Orthod 1981;79:523-34.
14. Coonar AK, Jones SP, PearosnGJ, An ex vivo investigation in to pofiles of three Orthodontic adchesives,Eur J Orthods 2001; 23:417-424.
15. Miller RJ, Manel L, Arbuckle G, Baldwin J, Phillips WR. A three-year clinical trial using glass ionomer cement for the bonding of the Orthodontics brackets. Angle Orthod 1996; 66: 309-312.
16. Mooahhed HZ,Ogaad B, Syuerud M. An in vitro comparison
of the shear bond strength of a resin reinforced glass iomomer cement and a composite adhesive for bonding Orthodontic brackets. Eur J Orthod 2005; 27:477-483.
17. Coups KS, Rossouw PE, Titley KC. Glass ionomer cements as luting agents for Orthodontic brackets. Angle Orthod 2003;73:436-444.
18. Ching SC, Ireland AJ, Sherriff M. In vivo investigation in to the use of resin-modified glass poly (alkenoate) cements as Orthodontic bonding agent, Eur J Orthod 2001; 123:403-409.
19. Kent B E, Lewis G G, Wilson A D The properties of a glass ionomer cement. Br Den J 1973; 135:322–326
20. Voss A, Hickel R, Molkner S. In vivo bonding of orthodontics brackets with glass ionomer cement. Angle Orthod 1993; 63 :149-153.
21. Cacciafesta V, Francesca MS, Klersy C, Giuseppe S; Polymerization with micro-xenon light of resin-modified glass ionomer: a shear bond strength study is15 minutes after bonding, Eur J Orthod 2002; 24:689-697.
22. Hegarty DG, Macfariane T. In vitvo bracket retention comparison of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based bracket adhesive system after a year, Am J Orthod dentofacial Orthop 2002;121:496-501.
23. Bishara SE, Ajloun R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of tow self etch primer/adhesive systems. Angle Orthod 2005;76:123-6.
24. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of self etch primer/adhesive on the shear bond strength of Orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;119:621–4.
25. Nishida K, Yamauchi J, Wada T, Hosoda H. Development of a new bonding system [Abstract 267]. J Dent Res 1993;72:137.

26. Rogelio J S, Hotta Y, Yamamoto K. Examination of enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy, Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:646-50
27. Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J. A comparison of shear bond strength and debonding Characteristics of Conventional, Moisture-Insensitive, and Self-etching Primers in vitro. Angle Orthod 2004; 74: 264-268.
28. Grubisae HS, Heo G, Raboud D, Glover KE, Major PW. An evaluation and comparison of Orthodontic brackets bond strength achieved with self-etching primer. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004; 126:213-9.
29. Dorminey JC, Dunn WJ, Taloumis LJ. Shear bond strength of Orthodontics brackets bonded with a modified 1-step etchant-and-primer technique. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003;124:410-3
30. Bishara SE, Gorden VV, Wald LV, Jakobsen JR. Shear bond strength of composite, glass ionomer and acidic primer adhesive systems. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;115:24-28.
31. Reynolds IR.A review of direct Orthodontic bonding. Br J Orthod 1975; 2:171–178.
32. Arnold RW, Combe EC, Warford JH. Bonding of stainless steel brackets to enamel with new self –etching primer. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 122:274-6.
33. Pickett KI, Sadowsky L, Jacabson A, Lacefield W. Orthodotic in vivo bond strength: Comparison with in vitro results. Angle Orthod 2001;71:141-148.
34. Tolendo M, Osorio R, Osorio E, Romeo A, Higuera BD, Garcia-Godoy F, Bond strength of orthodontic brackets using different light and self –curing cements, Angle Orthod 2003; 73:56-63.
35. Owens JR, Miller BH, A comparison of shear bond strength of three visible light-cured Orthodontic adhesives, Angle Orthod 2000;70:352-356.
36. Chun CH, Cuozzo PT, Francis K Mante FK. Shear bond strength of resin-reinforced glass ionomer cement: An in vitro Comparative study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999; 115 52-54.
37. Rogelio J. Scougall-Vilchis, Shizue Ohashi, Kohji Yamamoto, Effects of 6 self-etching primers on shear bond strength of Orthodontic brackets, Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135:422-42.
38. Turk T, Kdag-Truk E, Devrim I. Effect of self-etching primer on shear bond strength of Orthodontic brackets at different debond times. The Angle Orthod 2007; 177:108-112.
39. Rieko Y, Tohru H, Kazutaka K. Effect of using self-etching primer for bonding Orthodontic brackets, The Angle Orthod. 2002; 72: 558-564.
40. Graenlaw R, Way CD, Galil AK, In vitro evaluation of visible light-cured resin system used in bonding Am J Orthod Dentofacial Orthop1989 :96: 214-220.
41. Maijer R, Smith DC, Variables influencing the bond strength of metal Orthodontic brackets bases. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1981;79;20-34.
42. Cook PA, Youngson CC. An in vitro study of the bond strength of a glass ionomer cement in the direct bonding of orthodontic brackets. Br J Orthod 1988;15:247–253.
43. Sfondrin MF, Cacciafesta V, Seribante A, Angleis M, Relersy C, Effect of blood contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional and self-etching primes, Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125:357-60
44. Millett DT, Letters S, Roger E, Cummings A, Love J. Bonded molar tubes: An in vitro evalution. Angle Orthod 2001;71:380-385.
45. Wang W, Meng CL. A study of bond strength between light-and self cured Orthodontic resin. Am J Orthod Dentofacial Orthop1992;101:350-4.
46. Valente RM, Dummond JL, Evans CA. Etching conditions for resin-modified glass ionomer cement for Orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;121:516-20
47. Velo S, Carano A, Carano A. Self etching vs. traditional bonding systems in Orthodontics: An in vitro study. Orthod Craniofacial Res 2002; 5:166-169
48. Lega FR, Qaard B. Tensile bond force of glass ionomer cements in direct bonding of Orthodontic brackets: an in vitro comparative study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1991;100:357-61

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2010/5/11.
تاريخ قبوله للنشر 2010/8/25.