Bonding of Orthodontic Composite Attachments to Ceramic Material: An *In-vitro* Study

By

Bashair Abdullah Alsaud, BDS

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Sciences in Orthodontics

Supervised By

Prof. Amal Ibrahim Linjawi

Dr. Ahmed Ibrahim Masoud

Prof. Dalia Abdullah Abuelenain

FACULTY OF DENTISTRY

KING ABDULAZIZ UNIVERSITY

JEDDAH - SAUDI ARABIA

Rajab 1444 H / February 2023

المستخلص

ربط لاصقات الكمبوزيت بحشوات السيراميك أصبحت عملية شائعة. من أجل معالجة المرضى الذين لديهم حشوات السيراميك بكفاءة عالية فإن أطباء تقويم الأسنان بحاجة إلى طرق جيدة لربط لاصقات الكمبوزيت بهذه الحشوات الاصطناعية.

في الوقت الحالي مع توفر العديد من طرق ربط لاصقات الكمبوزيت، يواجه أطباء تقويم الأسنان تحديات في تحديد أفضل الطرق لمعالجة أسطح السيراميك والمواد الملصقة بحيث تعطي قوة لصق جيدة ولا تؤثر على سطح السيراميك بعد إزالة اللاصقات. بالإضافة إلى أن اختيار أفضل نوع من الحشوات لربط الكمبوزيت بحيث تظل ثابتة طوال فترة العلاج تعتبر معضلة أخرى.

هدفت هذه الدراسة المخبرية إلى تقييم عدة طرق لمعالجة السطح والمواد الملصقة والحشوات وتأثيرها على قوة لصق لاصقات الكمبوزيت المثبتة على السيراميك (Lithium disilicate) بالإضافة إلى تقييم تأثير الطرق المعالجة على خشونة سطح السيراميك (Lithium disilicate)، وقد تضمن مئة وثمانون عينة من السيراميك (Lithium disilicate IPS e.max CAD) أبعادها ١٥ x ٧,٥ x ٢ مم^{٣}. ستون عينة قسمت بالتساوي حسب طريقة معالجة السطح إلى أربع مجموعات. المجموعة الأولى: مجموعة التحكم حيث لم تتم معالجة السطح، المجموعة الثانية: استخدام حمض الهايدروفلوريك بتركيز ٩,٦٪، المجموعة الثالثة: استخدام حمض الفوسفوريك بتركيز ٣٧٪، المجموعة الرابعة: استخدام كشط الهواء بواسطة حبيبات أوكسيد الألمونيوم (AL_2O_3). تم قياس خشونة السطح بواسطة جهازProfilometer وجهاز Atomic Force Microscopy (AFM). المئة وعشرون عينة المتبقية قسمت بالتساوي إلى ثلاث مجموعات حسب طريقة معالجة السطح الموضحة بالأعلى باستثناء مجموعة التحكم. المجموعات قسموا بعدها إلى مجموعتين حسب المادة الملصقة كالآتي: Assure universal adhesive (AU) أو Single Bond universal adhesive (SBU). وبعد ذلك قسموا حسب نوع الحشوات المستخدمة إلى Filtek™ Z350 XT composite أو Filtek™ Z350 XT flowable composite. جميع العينات بلاصقات الكمبوزيت المثبتة تعرضوا إلى ١٠,٠٠٠ دورة حرارية من الحمام المائي بالتبادل بين ٥ درجات مئوية و ٥٥ درجة مئوية لمدة ٣٠ ثانية تفصل بينهما ٥ ثواني باستخدام جهازThermocycler ثم تم تعريضها لاختبار قوة اللصق Shear bond strength (SBS) باستخدام جهازUniversal testing machine .

أوضحت النتائج أن المجموعة المعالجة بكشط الهواء كان لها أكبر تأثير ذو دلالة إحصائية على زيادة خشونة السطح، بينما مجموعة التحكم كان لها التأثير الأقل على خشونة السطح ($P < .05$). استخدام حمض الهايدروفلوريك كان له التأثير الأقوى على قوة اللصق يليه استخدام كشط الهواء دون وجود فروق ذات دلالة إحصائية هامة بين المجموعتين ($P < .9$). بالنسبة للمواد اللاصقة AU كان له تأثير أكبر و ذو دلالة إحصائية على قوة اللصق مقارنة باستخدام SBU ($P = 0.001$) . أيضا استخدام الحشوات Filtek™ Z350 XT

composite أدى إلى زيادة قوة اللصق بدلالة إحصائية مقارنة باستخدام Filtek™ Z350 XT flowable composite ($P = 0.003$). الجمع بين استخدام كشط الهواء مع AU وFiltek™ Z350 XT composite أعطى أعلى قوة لصق (SBS).

خلاصة هذا البحث أن استخدام حمض الهايدروفلوريك وكشط الهواء من التقنيات الموصى بها لقوة لصق موثوقة بين لاصقات الكمبوزيت والسيراميك Lithium disilicate لكنهما يؤثران على سطح السيراميك. استخدام حمض الهايدروفلوريك يوصى به في حالة استخدامه مع المادة اللاصقة AU. استخدام المادة اللاصقة AU يعطي قوة لصق أعلى مقارنة بالمادة SBU. بالإضافة أن استخدام حشوة Filtek™ Z350 XT يؤدي إلى زيادة قوة اللصق مقارنة باستخدام حشوة Filtek™ Z350 XT flowable composite.

Bonding of Orthodontic Composite Attachments to Ceramic Material: An *In-vitro* Study

By

Bashair Abdullah Alsaud, BDS

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Sciences in Orthodontics

Supervised By

Prof. Amal Ibrahim Linjawi

Dr. Ahmed Ibrahim Masoud

Prof. Dalia Abdullah Abuelenain

FACULTY OF DENTISTRY

KING ABDULAZIZ UNIVERSITY

JEDDAH - SAUDI ARABIA

Rajab 1444 H / February 2023

Abstract

Objectives: The aim of this in-vitro study is to evaluate the effect of different surface conditioning methods, adhesive systems and resin composites on the shear bond strength (SBS) of composite attachments bonded to lithium disilicate ceramics as well as to evaluate the effect of different surface conditioning methods on the surface roughness of lithium disilicate ceramic materials.

Methods: A total of 180 IPS e.max CAD specimens with the dimensions of 13 x 7.5 x 2 mm^3 were used in this study. 60 samples were divided according to the surface conditioning methods used (n=15). Group I: control/no surface treatment, group II: 9.6% hydrofluoric acid (HFA) etching, group III: 37% phosphoric acid (PhA) etching, group IV: air abrasion (AA) with 50 μm AL_2O_3. The surface roughness value was measured using a Profilometer and Atomic Force Microscopy (AFM). One hundred twenty specimens were divided into three groups according to the conditioning methods (n=40) described above without the control group. The groups were subsequently divided according to the adhesive (n=20) into: Assure universal adhesive (AU) or Single Bond universal adhesive (SBU). Furthermore, the groups were subdivided according to the composite type (n=10) into Filtek™ Z350 XT composite or Filtek™ Z350 XT flowable composite. All the ceramic blocks with the bonded composite attachments were subjected to 10,000 thermal cycles of alternate 30 seconds baths at 5°C and 55°C, with a 5 seconds interval between immersions using a thermocycler then to SBS test using Universal testing machine. Descriptive and group comparisons were calculated using independent sample t-test, one-way and multiple ANOVA, and post-hoc Tukey tests. A significance level of 0.05 was set for all analysis.

Results: The results showed that air abrasion group had significantly the highest surface roughness (1.20 ± 0.30 μm), while the lowest value was recorded for the control group (0.24 ± 0.08 μm) ($P < .05$). Moreover, hydrofluoric acid etching and air abrasion gained the highest SBS value (15.82 ± 4.72 and 14.91 ± 5.38 MPa) respectively ($P > 0.05$). For adhesive systems, AU had significantly higher SBS than SBU (14.04 ± 6.04 and 9.93 ± 6.80 MPa) respectively ($P = 0.001$). Furthermore, Filtek™ Z350 XT gave significantly higher SBS (13.79 ± 7.47 MPa) than Filtek™ Z350 XT flowable composite (10.18 ± 5.38 MPa) ($P = 0.003$). The combination of air abrasion with AU and Filtek™ Z350 XT composite gave the highest SBS (21.80 ± 3.86 MPa).

Conclusion: 9.6% Hydrofluoric acid and air abrasion are recommended techniques for reliable bond strength between composite attachments and lithium disilicate ceramic but they can affect the surface topography. PhA can be recommended if used with AU. AU gave a stronger bond than SBU. Moreover, Filtek™ Z350 XT gave higher bond strength than the flowable type.

Key words: Attachments; ceramics; clear aligner; composite; orthodontics; surface conditioning.