

مقارنة قوة الارتباط لنظامين من أنظمة ترميم الخزف إلى خزف الزيركون مع الترميل أو من دونه (دراسة مخبرية)

إشراف الأستاذ الدكتور
عمر العادل**

إعداد طالب الدكتوراه
محسن الحمزي*

الملخص

خلفية البحث وهدفه: مقارنة قوى القص وتقييمها SBS لارتباط نظامين من أنظمة الكمبيوتر المستخدمة في ترميم كسور التعويضات الخزفية إلى خزف الزيركون مع الترميل أو من دونه.

مواد البحث وطرائقه: حضر 48 قرصاً أسطوانياً من خزف الزيركون بقطر 7mm وسماكة 4mm طبقاً لتعليمات المصنع المنتج، وضعت العينات في قوالب اكريلية خاصة، ونعمت السطوح الظاهرة من العينات بورق الزجاج، فُسِّمَت العينات عشوائياً إلى مجموعتين رئيسيتين تبعاً لنظام الترميم الذي طُبِّق الأولى: مجموعة نظام Ceramic Repair system (Ivoclar/Vivadent) (CR) والثانية نظام (Ultradent.U.S.A) (PR) Porcelain Repair system، كل منها فُسِّمَت إلى ثلاث مجموعات فرعية بحسب معالجة السطوح: CR ترميل (S)، حمض فوسفور 37% (Ph)، ترميل مع حمض فوسفور (S+PH) ولنظام PR: ترميل (S)، حمض فلور الماء 9.0% (HF)، ترميل مع حمض فلور الماء (S+HF). طُبِّق النظامان على الزيركون، وفقاً لتعليمات الشركات المنتجة.

النتائج: سجلت قيم SBS بالميجاباسكال MPa في نظام CR: (11.02 ± 1.36 S) و (6.88 ± 0.24 Ph) و (S+Ph 7.46 ± 1.51)، وكانت في نظام PR (10.99 ± 0.35 S)، و (10.70 ± 1.25 HF)، و (8.19 ± 2.24 S+HF). أظهر اختبار ANOVA وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين كل من النظامين ومعالجات السطوح المختلفة $P < 0.05$.

الاستنتاجات: إن استخدام الترميل S مع كلا النظامين CR و PR كان له تأثير واضح في زيادة قوة الارتباط، كما أن استخدام HF في نظام PR كان له تأثير الترميل نفسه في زيادة قوة الارتباط.

الكلمات المفتاحية: معالجة السطوح، التخريش بالأحماض، حمض فلور الماء، حمض الفوسفور، قوى القص.

* قسم التعويضات الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

** أستاذ قسم التعويضات الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة دمشق.

Comparing the Bond Strength of two Ceramic Repair Systems to Zirconia Ceramic with and without Sandblasting. (An in-Vitro Study)

Mohsen Al-hamzi*

Omar Al-Adel**

Abstract

Background& Objective: The Purpose of this study was to evaluate and compare the shear bond strength (SBS) of two composite repair systems to zirconia-ceramic with and without sandblasting.

Materials & Methods: Forty eight specimens (7 mm diameter x 4 mm thickness) of a zirconia ceramic (Zirkonzahn Germany) were fabricated following the manufacturer's instructions, and divided into 2 groups according to the repair CR system (Ivoclar/Vivadent) and PR system(Ultradent.U.S.A), (n=24); group was divided into 3 subgroups according to surface treatment of zirconia specimens (n=8); CR (Sandblasting S.; Phosphoric acid etching Ph; and sandblasting with phosphoric acid S+Ph) and PR (Sandblasting S; Hydrofluoric acid etching HF; and sandblasting with Hydrofluoric acid S+HF), Then CR and PR systems were applied to each bonding area, according to the manufacturer's instructions. All specimens were tested for (SBS).

Result: The (mean±SD) values (Mpa) for CR system were: (S.11.02±1.36); (Ph 6.88±0.24); (S+Ph.7.46±1.51). While for PR were: (S.10.99 ±0.35); (HF.10.70±1.25); (S+HF. 8.19±2.24). One way ANOVA showed statistical significant differences in the bond strength between both systems and any surface treatments tested (P< 0.05).

Conclusion: S increased the SBS of CR and PR systems applied to zirconia-ceramic, HF increased the SBS of PR system to the zirconia-ceramic.

Keywords: Surface treatments , Acid etching, hydrofluoric acid, Phosphoric acid, Shear bond strength.

* Fixed Prosthodontics Department, College of Dentistry, Damascus University.

** Prof. Fixed Prosthodontics Department, College of Dentistry, Damascus University.

مقدمة:

ظهر خزف الزيركون في صناعة التعويضات الثابتة منذ سنوات، وهناك عدة أنواع أشهرها وأكثرها استخداماً Yttria Tetragonal Zirconia Polycrystal (Y-TZP) الذي يتمتع بمواصفات تشبه المعدن في متانته ومقاومته العالية للكسر مقارنة بالأنواع الأخرى من الخزف الكامل (الخزف الصرف)¹⁻⁴ مما دفع بعضهم لتسميته بالخزف الفولاذي Ceramic steel⁵، وقد بلغت مقاومة الانثناء 1200 MPa-flexural strength 900⁶، ومقاومة الكسر 9 Mpa m^{1/2}-fracture toughness 10، كما يشبه الخزف الكامل والأسنان الطبيعية في لونه^{5,7} ومع ذلك كله فإن انكسار الخزف الصرف، أو الخزف المنصهر على المعدن في فم المريض من أكثر المشكلات التي قد يواجهها طبيب الأسنان، والتي قد يكون من أسبابها: التصميم السيئ للقلب الداخلي Core أو الهيكل Framework، أو سوء تخطيط الدعامات وتحضيرها، والتماس الإطباق المبكر، والتقنيات الخاطئة في تطبيق الخزف، والتلوث. وهناك أسباب علاجية المنشأ مثل عمل جراحي داخل الفم، أو التعرض للرضوض والصدمات المفاجئة⁸⁻⁹. ومع صعوبة وأحياناً استحالة إزالة التعويض الثابت من الفم لترميمه خارج الفم، وجدت مواد أو أنظمة بإمكانها ترميم هذه التعويضات داخل الفم Intra oral repair systems دون الحاجة إلى إزالتها وترميمها خارج الفم، ثم إعادة وضعها من جديد، مما يقلل من الكلفة المادية وإزعاج الطبيب والمريض على السواء.¹⁰⁻¹³

بينت العديد من الدراسات أن استخدام الأحماض المخرشة ليس لها تأثير فعال في المعادن وخاصة الثمينة منها، ولا في الخزف العالي المقاومة المتمثل في خزف الزيركون والخزف الألمنيومي¹⁴⁻¹⁵، ولكن أنظمة الإصلاح تحوي في موادها على حمض الفوسفور أو حمض فلور الماء،

وتوصي باستخدامها مع المعدن والخزف مثال ذلك نظام Ivoclar Ceramic Repair Kit (CR) لشركة ايفوكلار (vivadent) ونظام Porcelain Repair Kit (PR) لشركة اولترادنت (Ultradent.U.S.A)، الأولى توصي باستخدام حمض الفوسفور والثانية حمض فلور الماء. وقد وضحت العديد من الدراسات أن استخدام هذه الأنظمة إلى وحدها قد لا يحقق ارتباطاً مناسباً بين الكمبوزت والمعدن أو الخزف، بل يفضل استخدام معالجات أخرى للسطوح المكسورة، منها الترميل Sandblasting باستخدام حبيبات أكسيد الألمنيوم، أو الترميل بحبيبات أكسيد الألمنيوم المغلفة بالسيليكات¹⁵⁻¹⁷. هناك دراسات بينت أن من أكثر أسباب فشل التعويضات الخزفية كسور هذه التعويضات بعد النخر السني¹². وبينت أن الكسر في تعويضات الزيركون يحدث للقشرة الخزفية، بسبب تصدعات Cracks غير مرئية تنشأ إما بسبب أخطاء مخبرية أو بسبب القوى الإطباقية العالية والمتكررة، تتسع هذه التصدعات وتنتقل إلى منطقة الاتصال بين القشرة والهيكل الزيركوني؛ مما يسبب انفصال القشرة عن الهيكل.¹⁸ لذلك فإن تشظي القشرة الخزفية وانفصالها عن هيكل الزيركون أمر ممكن الحدوث¹⁹⁻²⁰

هناك دراسات عديدة أجريت على ترميم كسور الخزف المنصهر على المعدن أو إصلاحها، وبعض أنواع الخزف الصرف^{12,16,21-25}، إلا أن الدراسات في مجال إصلاح خزف الزيركون فقيرة جداً في الأدب الطبي على خزف الزيركون، وقد تركزت جلها على قوة ارتباط اسمنت الريزين إلى خزف الزيركون، لغرض الإلصاق أو تثبيت التعويضات (Cementation) في فم المريض²⁶⁻²⁸، وليس لغرض ترميم الكسور.

هدف الدراسة:

هدفت هذه الدراسة إلى: مقارنة قوة ارتباط نظامين من أنظمة الكمبيوتر المستخدم في ترميم كسور التعويضات الخزفية إلى خزف الزيركون (هما نظامي PR و CR). وتقييم أثر الترميل بأكسيد الألمنيوم 50 ميكرونًا في كلا النظامين في قوة ارتباط الكمبيوتر المرمم إلى سطح الزيركون. وتقييم أثر التخريش بالحمض المرفق مع كل نظام في قوة ارتباط الكمبيوتر المرمم إلى سطح الزيركون.

المواد والطرائق:

عينة البحث:

حضّر 48 قرصاً أسطوانياً من خزف الزيركون (Zirkonzahn Germany) بقطر 7mm، وسماكة 4mm طبقاً لتوصيات المصنع المنتج وتعليماته. حيث حضرت أقراص من مادة الكمبيوتر المرفقة مع النظام، وبجهاز النسخ أو التفريز اليدوي Manual milling نسخت أقراص الزيركون ومن ثم أدخلت الفرن لتليدها Sintering، التي يتم فيها التقسية والحصول على تقلص يعوض التمدد الحاصل في المادة الناتج من عملية التفريز، وبعد ذلك أنهيت برؤوس الإنهاء الخاصة شكل (1). ثبتت الأقراص على سطح زجاجي بشمع الإصاق وأحيطت العينات بأسطوانات بلاستيكية بقطر 18mm وارتفاع 24mm بحيث يكون سطح العينة في منتصف الاسطوانة، ومزج الأكريل الذاتي التصلب (RESPALNF Italy) self curing acrylic، وسُكب في الاسطوانات البلاستيكية حتى الامتلاء، تركت حتى تمت عملية التماثر وتصلب الأكريل، ثم نزعتم القوالب الاكريلية وغسلت بالماء الحار لإزالة شمع الإصاق، والمونومير الحر free monomer. أنهيت السطوح الظاهرة من العينات ونعمت باستخدام ورق الزجاج # 600 Sand paper (INDASA; Portugal) P320، وذلك للحصول على نعومة متجانسة لسطوح الارتباط.²⁷

30-29. غُطيت السطوح بواسطة شريط لاصق تقب تقباً

دائرياً بقطر 5.5 مم في مركز كل عينة لكي نحصل على مساحة معيارية متساوية للإصاق الكمبيوتر المرمم شكل رقم (2) ومن ثم غسلت وحزنت في الماء المقطر في أوعية زجاجية.

توزيع العينات:

قُسمت العينات بشكل عشوائي إلى مجموعتين رئيسيتين تبعاً لنظام الترميم المستخدم، المجموعة الأولى: CR System عينة 24. والمجموعة الثانية: 24 PR System عينة.

(CR= Ceramic Repair, Intro Pack; Ivoclar vivadent, Liechtenstein)

شكل (3) وجدول رقم (1)

شكل رقم (PR= Porcelain Repair Kit, Ultradent.U.S.A)

(4) وجدول رقم (2)

وقُسمت كل مجموعة رئيسية إلى ثلاث مجموعات فرعية طبقاً لنوع المعالجة السطحية، كما هو مبين في الجدول رقم (3)

المعالجات السطحية: Surface treatments:

بعد تقسيم العينات وترقيمها أجريت المعالجات للسطوح تبعاً لكل نظام كما يأتي:

أولاً نظام CR: المجموعة الأولى (S): رمّل سطحها

بجبيبات أكسيد الألمنيوم Al3O2 (EdelKorund

Germany) بحجم 50 ميكرونًا بضغط 2.5 bar ومسافة 10

mm بين رأس جهاز الترميل وسطح العينة، ومدة عشر

ثوان، ثم غسلت بتيار من الهواء والماء ونُشفت بالهواء

الخالي من الزيت. المجموعة الثانية (Ph): خرّشت فقط

بحمض الفوسفور 37 % Phosphoric acid gel مدة دقيقة،

وغسلت ونُشفت كالسابق. المجموعة الثالثة (S+Ph):

الترميل بجبيبات أكسيد لألمنيوم Al3O2 كالسابق ثم

خرّشت بحمض الفوسفور 37 % مدة دقيقة وغسلت ونُشفت

كالسابق.

ثانياً نظام PR:

المجموعة الأولى (S): رُمِّل سطحها بحبيبات أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 كالسابق.

المجموعة الثانية (HF): خُرِّشت فقط بحمض فلور الماء Hydrofluoric acid gel 9.5 % مدة دقيقة وغسلت ونُشفت كالسابق. المجموعة الثالثة (S+HF): رُمِّلت بحبيبات أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 كالسابق ثم خُرِّشت بحمض فلور الماء . 9.5 % مدة دقيقة وغسلت ونُشفت كالسابق.

تطبيق مادة الترميم:

بعد إجراء المعالجات السابقة اتبعت تعليمات الشركات المنتجة في تطبيق كل نظام كما يأتي:

أولاً نظام CR: مكونات النظام موضحة في الجدول رقم (1). طُبِّق السيلان Silane بفرشاة خاصة وبخ الهواء الخالي من الزيت وترك يجف مدة 60 ثانية طُبِّق المهَيِّئ Metal / Zirconia Primer بفرشاة خاصة وبخ الهواء الخالي من الزيت وترك يجف مدة 120 ثانية، طُبِّقت المادة الرابطة bonding agent وبخ الهواء الخالي من الزيت وصلبت مباشرة بالضوء Light cure device مدة 20 ثانية، وبعد ذلك طُبِّقت مادة الكمبروت إلى سطح الزيركون باستخدام أنابيب بلاستيكية شفافة بقطر 5.5 mm وارتفاع 3mm وضغطت بلطف على السطح، أُزيلت الزوائد من الكمبروت بالمسير Dental probe وجرى التصليب الضوئي مدة 40 ثانية من عدة جهات بزمن إجمالي لكل عينة قدره 120 ثانية. شكل رقم (5)

ثانياً نظام CR: مكونات النظام موضحة في الجدول رقم (2). بعد إجراء المعالجات السابقة، طُبِّق السيلان بفرشاة خاصة وبخ الهواء الخالي من الزيت وترك يجف مدة 60 ثانية، طُبِّقت المادة الرابطة bonding agent وبخ الهواء الخالي من الزيت وصلبت مباشرة بالضوء مدة 20 ثانية، وبعد ذلك طُبِّقت مادة الكمبروت على السطح، وأُجريت بقية الخطوات كما هو في نظام CR System. بعد ذلك

خزنت العينات كاملة في الماء المقطر مدة 72 ساعة، إلى حين إجراء اختبار قوى القص.

قياس قوى القص: Shear Bond Strength Test (SBS)

اختبرت مقاومة قوى القص بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكية العام INSTRON-ENGLAND 1195، بسرعة 5 مم بالدقيقة حتى يحدث القص (انفصال نماذج الترميم الخزفي عن العينات) شكل رقم (6)، وذلك بتسليط قوة بالكيلو جرام على العينات حتى يحدث فصل بين العينة والكمبوزت وعدلت فيما بعد إلى النيوتن ثم إلى الميغاباسكال. Mpa وفقاً للعلاقة الآتية:

تحديد قوى القص بالنيوتن ($1Kg = 9.81 N$)، حديد قوى القص بالميقاباسكال ($SBS = F/SA$)

إذ: F (N) - القوة المطبقة بالنيوتن، SA (mm²) - مساحة سطح القص، (SBS/MPa) - قوى القص بالميقاباسكال.

الدراسة الإحصائية: Statistical Analysis

سُجِّلت النتائج وحللت باستخدام البرنامج الإحصائي Spss 18. الإصدار الثامن عشر، وأُجريت اختبارات الإحصائيات الوصفية، والتحليلية التي شملت اختبار تحليل التباين ANOVA واختبار Bonferroni.

النتائج:

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأعلى والأدنى لقيم قوى القص SBS لكلا النظامين، مع معالجات السطوح المختلفة مبينة في الجدول رقم (5). إذ كانت:

للترميل في نظام CR ($11.02 \pm 1.36 MPa$) وفي نظام PR (10.99 ± 0.35)، وحمض الفوسفور (6.88 ± 0.24)، الترميل وحمض الفوسفور (7.46 ± 1.51).

في حين كانت لحمض فلور الماء (10.70 ± 1.25)، والترميل وحمض فلور الماء (8.19 ± 2.42)

أظهرت الاختبارات الإحصائية لقيم قوى القص باستخدام اختبار ANOVA وجود فروق دالة إحصائية بين المجموعات وضمنها لكلا النظامين مع المعالجات المختلفة

سابقة بيّنت أن حمض الفوسفور أو حمض فلور الماء لا يستطيعان تخريش سطح المعدن أو خزف الزيركون أو الخزف الألمنيومي المقوى بشكل مؤثر.^{14، 35-36} كما أن العديد من البحوث أكدت أن الارتباط الجيد بين الخزف والكمبوزت يجري بإيجاد وسائل تحقق ثباتاً ميكانيكياً منها الترميل، وثباتاً كيميائياً بمواد كيميائية كالسيلان (المبدئ) Silane، والبريمر (المهيئ) Primer^{14، 35، 37-38} بيّنت هذه الدراسات وغيرها، أن استخدام الترميل قد يزيد من قوة ارتباط الكمبوزت إلى الخزف أو إلى المعدن؛ وذلك لأنه يعمل على زيادة خشونة السطح، ومساحة سطح الارتباط، وأيضاً يزيل التلوث العضوي من السطوح المعالجة³⁹⁻⁴⁰. لذا فقد أضافت الدراسة الحالية عينات من الزيركون لمعالجة سطحها بالترميل بحبيبات أكسيد الألمنيوم 50 ميكرونًا، لتقييم مدى تأثيره في قوة الارتباط، ومقارنة ذلك بتأثير حمض الفوسفور الموجود مع نظام الإصلاح CR، وحمض فلور الماء الموجود في نظام الإصلاح PR. في الدراسة الحالية كان متوسط قيم قوى القص للعينات المدروسة التي عولج سطحها بالترميل فقط لنظام CR (S 1.36 ± 11.02)، ولنظام PR (S 10.99 ± 0.35)، يلاحظ أن الترميل كان له تأثير فعال في كلا النظامين بصورة متشابهة. وهذا قد يعود لفعالية الترميل في زيادة خشونة السطح، وإزالة التلوث العضوي³⁹. درس Torres et al 2009 وزملاؤه²⁶ قوة ارتباط اسمنت الريزين إلى أربعة أنواع من الخزف الكامل من ضمنها خزف الزيركون باستخدام معالجات سطحية مختلفة من ضمنها الترميل بحبيبات أكسيد الألمنيوم 50 ميكرونًا، ووجدوا أن الترميل زاد من مقاومة قوى القص بين الريزين وخزف الزيركون، وهذا يتفق مع الدراسة الحالية. أظهرت قيم قوى القص للمعالجة بحمض فلور الماء في نظام PR تأثيراً مشابهاً لتأثير الترميل إذ كان متوسط قيم

للسطوح ($P < 0.05$) جدول رقم (6). ولمعرفة أي المتوسطات يختلف عن الآخر بين الفئات المدروسة، أُجري اختبار Bonferroni الذي أظهر وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات كما يأتي:
في نظام CR كانت نتائج الترميل أفضل من نتائج كل من حمض الفوسفور وحده والترميل وحمض الفوسفور $P=0.000$. وفي نظام PR كانت نتائج الترميل وحده أو حمض فلور الماء أفضل من نتائج الترميل وحمض فلور الماء لدى تطبيقهما معاً $P < 0.05$. وعند إجراء اختبار Bonferroni للمقارنة بين المعالجات المختلفة لكلا النظامين كانت هناك فروق دالة إحصائية. الأشكال (7 و 8).

المنافشة:

كما هو حال في الأنواع المختلفة من التعويضات الخزفية إن حدوث الكسر في تعويضات الزيركون أمر غير مستبعد الحدوث ضمن ظروف سريرية مختلفة، وخاصة انكسار القشرة الخزفية المغطية وانفصالها^{19، 31-33}. تعددت الطرائق والأنظمة التي يمكن بها ترميم أو إصلاح كسور التعويضات الخزفية بهدف ترميم هذه الكسور داخل الفم إن أمكن دون محاولة إزالتها، لما لذلك من مضاعفات نفسية ومادية لكل من المريض والطبيب¹²،^{25، 34}، فقد تنافست الشركات على تقديم المواد والطرائق التي تلبي الحلول لمثل هذه المشكلات بصورة مقبولة. توجد حالياً في الأسواق العالمية أنواع متعددة من أنظمة إصلاح كسور التعويضات الخزفية، وليس من السهل الحكم أيها أفضل^{11، 25}، لذلك فقد اختير النظامان المذكوران من أنظمة الترميم للمقارنة لعدة أسباب منها: عدم وجود دراسة مخبرية سابقة قارنت بينهما الذي تبين من خلال مراجعة الدراسات السابقة في الأدب الطبي المنشور، وسهولة التطبيق، واختلافهما في التركيب، واختلاف بلد التصنيع وعراقتها، وتوفرها في السوق المحلية. هناك دراسات

قوى القص (10.70 ± 1.25 HF)، في حين كانت قيم قوى القص أقل للترميل وحمض الفوسفور في نظام CR (7.46 ± 1.5 S+Ph) والترميل وحمض فلور الماء في نظام PR (8.19 ± 2.24 S+HF). ، وقد سجلت أقل قيمة لحمض الفوسفور في نظام CR (6.88 ± 0.24)، ولكنها لا تختلف إحصائياً عن الترميل وحمض الفوسفور للنظام نفسه $P > 0.05$.

أظهر نظام PR تفرقه على نظام CR باستخدامه حمض فلور الماء وهذا يتفق مع دراسة سابقة²² على الخزف المنصهر على المعدن لنظامي CR وPR نفسهما المستخدم في الدراسة الحالية، ودون استخدام الترميل، وكانت نتائجه مقارنة لنتائج هذه الدراسة، إذ كان متوسط قوى القص لنظام CR: (8.74 ± 2.38 MPa)، في حين لنظام PR: (15.29 ± 4.37 MPa)، وهذا يؤكد التأثير الجيد لحمض فلور الماء في تخريش سطح الخزف الفلديسباري (الدراسة السابقة)، وتأثيره الأقل في سطح الزيركون (الدراسة الحالية). وبيّنت الدراستان التأثير الضعيف لحمض الفوسفور. من جهة أخرى اختلفت الدراسة الحالية مع الدراسة السابقة في قوة ارتباط النظامين إلى المعدن إذ سجل قيم قوى القص لنظام CR (4.82 ± 1.72 MPa)، ولنظام PR (1.72 ± 0.52)، وهذه القيم تعدّ قليلة مقارنة بالدراسة الحالية، ويُفسر الاختلاف في أن الدراسة السابقة كانت على المعدن، وأنّ التخريش بالأحماض لا يؤثر كثيراً في سطح المعدن، ويؤثر تأثيراً جيداً في سطح الخزف الفلديسباري¹⁴.

ليس فعالاً في تخريش سطح الزيركون. في دراسة سابقة²¹ لقوة ارتباط الكمبوزت إلى الخزف المنصهر على المعدن باستخدام معالجات سطوح مختلفة (الترميل بأكسيد الألمنيوم وحده، والترميل مع حمض فلور الماء، وحمض فلور الماء وحده)، فقد راوحت قيم قوى القص في دراستهم بين (16.6 ± 1.2) - (7.41 ± 1.5 MPa)، وكانت أفضل النتائج قد سجلت للمعالجة المشتركة بالترميل وحمض فلور الماء (15.2 ± 1.6 MPa)، وهذا يختلف مع الدراسة الحالية، ويمكن تفسير ذلك الاختلاف في أن دراستهم كانت على الخزف المنصهر على المعدن، وأيضاً النظام الذي استخدموه هو نظام ProBond System الذي لم يستخدم في الدراسة الحالية. إن استخدام الترميل وحده أو حمض فلور الماء وحده كان لهما تأثير إيجابي في زيادة قوة الارتباط أكبر من تأثير حمض الفوسفور، وبغض النظر عن أن قوة الارتباط مع المعالجات السطحية المستخدمة في الدراسة الحالية كانت أقل مما هو حاصل بين الكمبوزت والخزف التقليدي أو بين الكمبوزت والميناء أو العاج، إلا أنها وافقت - إلى حد ما - دراسة سابقة أيضاً على الخزف المنصهر على المعدن²³، إذ كانت النتائج للترميل بحبيبات أكسيد الألمنيوم 50 ميكروناً (8.80 ± 3.32 MPa)، وحمض فلور الماء (15.36 ± 3.21 MPa)، وحمض الفوسفور (8.47 ± 2.21 MPa)، وقد كان تفوق حمض فلور الماء على حمض الفوسفور لديه ذا دلالة إحصائية $p < 0.001$. وهذه الزيادة تدلّ على أن حمض

أظهر النظام CR متوسط قوى قص أعلى عندما عولج السطح بالترميل وحده وبفارق إحصائي مهم $P=0.000$ مقارنة بمعالجة السطح بحمض الفوسفور وحده. كما أن المعالجة بالترميل مع حمض الفوسفور في نظام CR أظهرت قيمة أقل من الترميل وحده وبدلالة إحصائية

أظهر النظام CR متوسط قوى قص أعلى عندما عولج السطح بالترميل وحده وبفارق إحصائي مهم $P=0.000$ مقارنة بمعالجة السطح بحمض الفوسفور وحده. كما أن المعالجة بالترميل مع حمض الفوسفور في نظام CR أظهرت قيمة أقل من الترميل وحده وبدلالة إحصائية

أظهر النظام CR متوسط قوى قص أعلى عندما عولج السطح بالترميل وحده وبفارق إحصائي مهم $P=0.000$ مقارنة بمعالجة السطح بحمض الفوسفور وحده. كما أن المعالجة بالترميل مع حمض الفوسفور في نظام CR أظهرت قيمة أقل من الترميل وحده وبدلالة إحصائية

السيليكا تلتصق بسطح الزيركون، ومن ثم تتفاعل كيميائياً مع السيلان³⁶. كما أنهم استخدموا قوى الشد وليس قوى القص.

ونظراً إلى عدم وجود دراسة مخبرية سابقة شملت هذين النوعين من الأنظمة على خزف الزيركون، فإن الدراسة الحالية لم تتمكن من إجراء مقارنة بشكل كامل ودقيق، لذلك فقد جرت المقارنة ببعض الدراسات بشكل جزئي، وبغض النظر عن نوع المادة المراد ترميمها، أو نوع النظام المستخدم.

الاستنتاج:

توصلت الدراسة إلى الاستنتاجات الآتية: إن نظام PR أظهر قوة ارتباط أكبر من نظام CR وبدلالة إحصائية. تبين أن المعالجة بالترميل كان له تأثير واضح في زيادة قوة الارتباط في كلا النظامين PR و CR. إن التخریش بحمض فلور الماء أظهر تقوفاً في زيادة قوة الارتباط على التخریش بحمض الفوسفور. المعالجة المشتركة (ترميل + تخریش) لم يكن لها تأثير في زيادة قوة الارتباط مثل الترميل وحده أو التخریش بحمض فلور الماء وحده.

فلور الماء كان له تأثير أفضل في الخزف المنصهر على المعدن ذي السطح غير المتجانس القابل للتخریش^{14، 35}، وأن التأثير الأقل في خزف الزيركون قد يكون سببه عدم استطاعة الأحماض تخریش سطح الزيركون ذي السطح المتجانس عالي المقاومة^{14، 35}.

توافقت الدراسة الحالية مع دراسة سابقة لـ Della Bona et al. 2007 إذ وجدوا أن التخریش بحمض فلور الماء قد حقق قوة ارتباط مقدارها 10.4 ± 3.1 Mpa، ولكن هذه القيمة أضعف مما حصلوا عليه بالترميل بأكسيد الألمنيوم 50 ميكرونًا إذ كانت قيمة قوى القص 13.9 ± 3.1 MPa.

كما أن كيم وزملاءه Kim, et al 2005¹⁶ اختبروا قوة ارتباط الكمبيوترات إلى ثلاثة أنواع من الخزف الكامل من ضمنها خزف الزيركون باستخدام 3 معالجات سطحية ترميل ب 50 ميكرونًا أكسيد الألمنيوم وترميل مع حمض فلور الماء وترميل بنظام السيليكا Silica coating technique، وتبين أن أفضل معالجة حققت قوة ارتباط أقوى مع خزف الزيركون كانت باستخدام الترميل بنظام Silica coating technique، الذي لم يستخدم في الدراسة الحالية. وقد فُسر ذلك أن الترميل بحبيبات أكسيد الألمنيوم المغلف بالسيليكا يزيد من قوة الارتباط، لأن

جدول رقم (1) يوضح التركيب الكيميائي لخزف الزيركون (Y-TZP).

المادة	الوزن
ZrO ₂ + (HfO ₂)	النسبة الرئيسية
Y ₂ O ₃	5.26-4.95
Al ₂ O ₃	0.35-0.15
SiO ₂	0.02 حدا أعلى
Fe ₂ O ₃	0.01 حدا أعلى
Na ₂ O	0.04 حدا أعلى

جدول رقم (2): مكونات نظام الإصلاح Ceramic Repair من شركة Ivoclar Vivadent المستخدم في الدراسة

المادة Material	تعريفها	التركيب Composition
حمض الفوسفور Phosphoric Acid Total Etch	حمض تخریش يستخدم لتنظيف سطوح الخزف أو المعدن	حمض الفوسفور بتركيز % 37 مع الماء وعناصر متخنة وملونات
السيلان Monobond-s-bonding Silane.	العامل المبدئي للارتباط بين الخزف والكمبوزت ويؤدي دوراً في الالتصاق الكيميائي	3-Methacryloxypropyl-trimethoxysilane (1wt%) في محلول الماء والإيثانول

المهبي Metal / Zirconia Primer	مادة جديدة أضيفت إلى النظام نهياً لالتصاق الكمبوزت إلى المعدن أو الزيركون وتسمح بارتباط قوي	حمض الفوسفور وكرليت وميثاكريليت في محلول عضوي
المادة الظليلة Monopaque	كمبوزت ظليل لتغطية سطح المعدن وإخفاء لونه	TEGDMA، UDMA ، Bis-GMA
الرابط Heliobond	عامل ربط ضوئي التصلب	Bis-GMA and triethylene glycol dimethacrylate (99 wt%). Catalysts and stabilizers <1%
الكمبوزت Tetric EvoCeram light-curing nano-hybrid composite	كمبوزت هجين ضوئي التصلب لترميم كسور الحزف	مادة أساسية من 17 - 18% Dimethacrylates وزناً، ومواد مألوفة تتألف من Barium glass، و 83% - 82 Ytterbium trifluoride وزناً، و 1% مواد حافظة وملونات

جدول رقم (3): مكونات نظام الإصلاح Ceramic Repair Kit (PR) من شركة ULTRADENT المستخدم في الدراسة.

المادة Material	تعريفها	التركيب Composition
حمض فلور الماء Porcelain Etch	حمض تخريش يستخدم لتنظيف سطوح الخزف أو المعدن	حمض فلور الماء 9 %
السيلان Silane	العامل المبدئ يحد كوسيط رابط بين الكمبوزيت والخزف	وميثاكريلوكسي Isopropanol بروبيول-تري ميثوكسي سيلان
PQ1 Bonding Agent	عامل ربط ضوئي التصلب (الخزف والمعدن)	2-هيدروكسي إيثيل ميثا كريلات % 15 (التركيز التقريبي) والكافور
المادة الظليلة PermaFlo Opaquer	كمبوزت ظليل لتغطية سطح المعدن وإخفاء لونه	Bis-GMA
الكمبوزت Amelogen Plus	كمبوزت هجين ضوئي التصلب لترميم كسور الحزف	هيدوكسي-تري ميثاكريلوكسي بروبيوكسي فينيل.

جدول رقم (4) توزيع العينات وتقسيمها إلى مجموعات طبقاً لنوع النظام المستخدم وطبقاً لنوع المعالجة للسطوح.

عدد العينة	المجموعات الفرعية معالجات السطوح المطبقة	المجموعات الرئيسية النظام المستخدم
8	ترميل دون حمض فوسفور S	نظام CR
8	حمض فوسفور دون ترميل Ph	
8	ترميل وحمض فوسفور S + Ph	
8	ترميل دون حمض فلور الماء S	نظام PR
8	حمض فلور الماء ودون ترميل HF	
8	ترميل وحمض فلور الماء S+HF	
48		المجموع

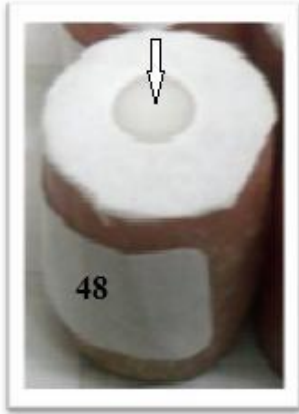
جدول رقم (5): يبين المتوسط الحسابي والاحراف المعياري والقيمة الصغرى والعظمى لقيم قوى القص SBS (بالميجاباسكال Mpa) لكلا

النظامين، مع معالجات السطوح المختلفة.

Maximum	Minimum	Std.D	Mean	N	Surface Treatment	System
12.44	8.26	1.36	11.02	8	ترميل دون حمض فوسفور	CR
7.23	6.61	0.24	6.88	8	حمض فوسفور دون ترميل	
9.78	5.16	1.51	7.46	8	ترميل وحمض فوسفور	
12.90	9.91	0.35	10.99	8	ترميل دون حمض فلور الماء	PR
12.36	8.88	1.25	10.70	8	حمض فلور الماء ودون ترميل	
11.45	5.21	2.24	8.19	8	مع ترميل وحمض فلور الماء	
				48		

جدول (6) يبيّن نتائج اختبار التباين ANOVA لدراسة دلالة الفروق بين الفئات المدروسة في متوسط قوى القص

نوع النظام	مجموع المربعات	درجات الحرية	مربع المتوسط	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
System	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig	
CR	80.407	2	40.204	25.171	0.000	توجد فروق دالة
	33.541	21	1.597			S
	113.948	23				
PR	37.848	2	18.924	6.926	0.005	توجد فروق دالة
	57.379	21	2.732			S
	95.228	23				



شكل (2) ترقيم العينات وقرص الزيركون في القالب الاكريلي مع المساحة المعيارية السهم.



شكل (1) قرص الزيركون قبل وضعه ضمن القالب الاكريلي



شكل (4) يبين نظام PR المستخدم في الدراسة Ceramic Repair Kit Ultradent USA



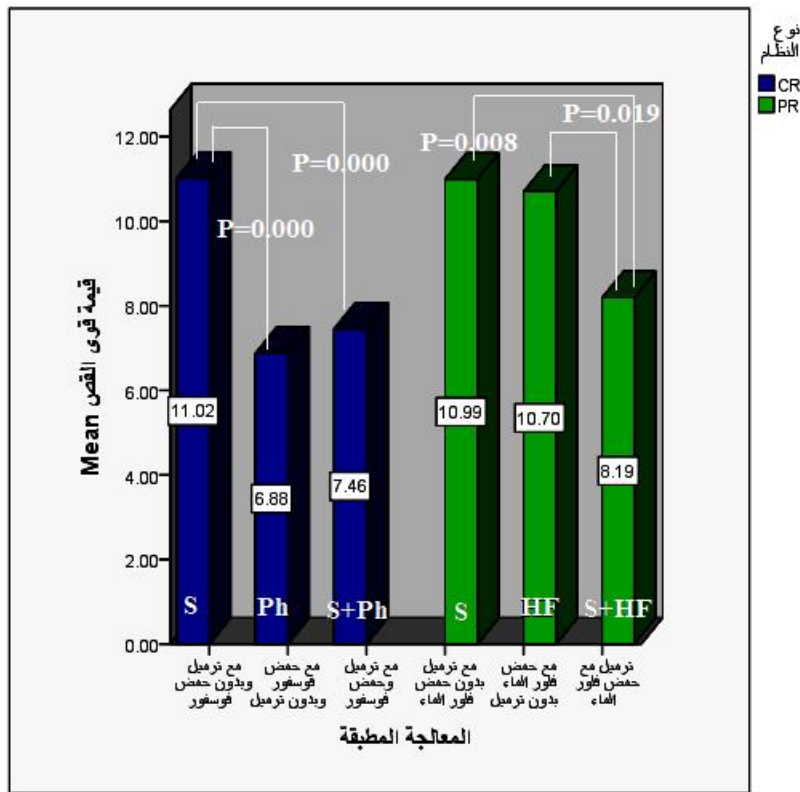
شكل (3) يبين نظام CR المستخدم في الدراسة. Ceramic Repair Intro Pack; Ivoclar vivadent, Liechtenstein.



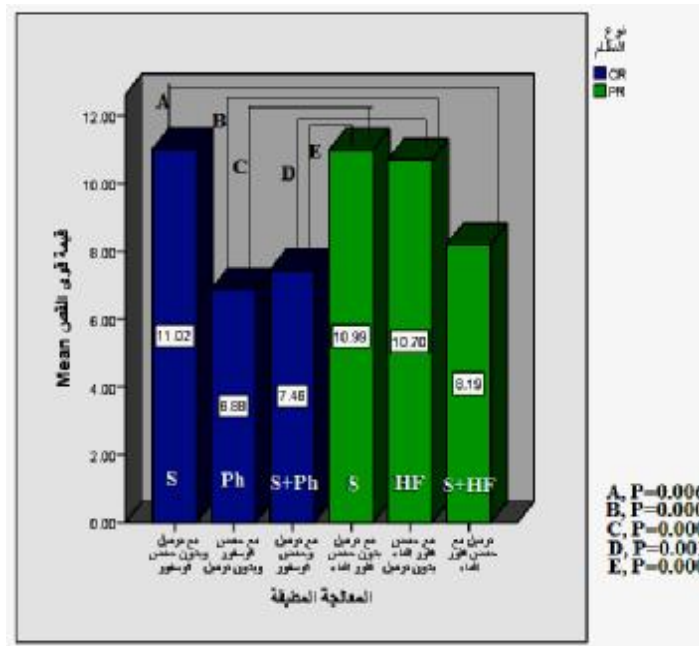
شكل (6) العينة في أثناء إجراء قوى القص، باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية العام



شكل (5) أقراص الكمبيوتر مرتبطة بسطح الزيركون وجاهزة لإجراء اختبار قوى القص



شكل رقم (7) يبين المقارنات بين المعالجات المختلفة لكل نظام على حدة Bonferroni



شكل رقم (8) يبين المقارنات بين المعالجات المختلفة لكلا النظامين Bonferroni

References

1. Luthardt RG, Holzhu"ter M, Sandkuhl O, Herold V, Schnapp JD, Kuhlisch E ea. Reliability and properties of ground Y-TZP-Zirconia ceramics. J Dent Res 2002;81:487-91.
2. Tinschert J, Zvez D, Marx R, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. J Dent 2000;28(7):529-35.
3. Heintze SD, V. R. Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review. Int J Prosthodont. 2010;23(6):493-502.
4. Tsalouchou E, Cattell MJ, Knowles JC, Pittayachawan P, McDonald A. Fatigue and fracture properties of yttria partially stabilized zirconia crown systems. Dent Mater 2008;24(3):308-18.
5. Piconi C, G. M. Zirconia as a ceramic biomaterial, a review. Biomaterials 1999;29:1-25.
6. Filser F, Kocher P, Weibel F, Luthy H, Scharer P, LJ. G. Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). Int J Comput Dent 2001;4:89-106.
7. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, 2004;20:449-56. SM. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part 2. Zirconia-based dental ceramics. Dent Mater 2004;20:449-56.
8. Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. Int J Prosthodont 2002;15(3):299-302.
9. Chung KH, Hwang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. J Prosthet Dent 1997;78(3):267-74.
10. Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. J Oral Rehabil 1999;26(2):130-7.
11. Reston EG, Filho SC, Arossi G, Cogo RB, Rocha Cdos S, Closs LQ. Repairing ceramic restorations: final solution or alternative procedure? Oper Dent 2008;33(4):461-6.
12. Latta MA, Barkmeier WW. Approaches for intraoral repair of ceramic restorations. Compend Contin Educ Dent 2000;21(8):635-9, 42-4; quiz 46.
13. Denehy G, Bouschlicher M, Vargas M. Intraoral repair of cosmetic restorations. Dent Clin North Am 1998;42(4):719-37.
14. Alex GD. Preparing Porcelain Surfaces for Optimal Bonding. Functional esthetic & restorative dentistry. 2007;2(1):38-49.
15. Della Bona A, M. B, Benetti, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. Braz Oral Res 2007;21(1):10-15.
16. Kim BK, Bae HE, Shim JS, Lee KW. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. J Prosthet Dent 2005;94(4):357-62.

17. Monaco C, Cardelli P, Scotti R, LF. V. Pilot evaluation of four experimental conditioning treatments to improve the bond strength between resin cement and Y-TZP ceramic. *J Prosthodont*. 2011;20(2):97-100.
18. Kelly J, Tesk J, Sorensen J. Failure of all-ceramic fixed partial dentures in vitro and in vivo: analysis and modeling. *J Dent Res*. 1995;74:1253-8.
19. Paolo F, Pierfrancesco RI, Luca R. An overview of zirconia ceramics: Basic properties and clinical applications. *J Dent* 2007;35:819-26.
20. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part 3: double veneer technique. *J Prosthodont* 2008;1.13-9:(1)7
21. Kupiec K, Wuertz KM, Barkmeier WW, TM. W. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-porcelain repair. *J Prosthet Dent* 1996;76:119-24.
22. Al-Dumini M. A Comparative study of three Systems used in Repairing the fractures of Porcelain Fused to Metal Restorations [Phd]: University of Damascus; 2009.
23. Al-Moaleem M. Evaluation of the Bonding Strength of the Intra-Oral Porcelain Repairing System with Different Surface Treatment, (In vitro & vivo study). [thesis of doctor]: Damascus university; 2006.
24. Kumbuloglu O, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Intra-oral adhesive systems for ceramic repairs: a comparison. *Acta Odontol Scand* 2003;61(5):268-72.
25. Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *Journal of Oral Rehabilitation* 2003.;30:194-203.
26. Torres SM, Borges GA, Spohr AM, Cury AA, Yadav S, Platt JA. The effect of surface treatments on the micro-shear bond strength of a resin luting agent and four all-ceramic systems. *Oper Dent* 2009;34(4):399-407 (Abstract.)
27. Aboushelib M, Ghoniem MN, Mirmohammadi H, Salameh Z. General principles for achieving adequate bond to allceramic restorations. *Journal of Dentistry and Oral Hygiene*. 2009b;1(3):03.41-6
28. Qeblawi DM, Muñoz CA, Brewer JD, Jr. ME. The effect of zirconia surface treatment on flexural strength and shear bond strength to a resin cement.*. *J Prosthet Dent*. 2010;103(4):210-20.
29. Yang B, Barloi A, Kern M. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. *J Dental materials* 2010;26:44-50.
30. Khoroushi M, Motamedi S. Shear Bond Strength of Composite-Resin to Porcelain: Effect of Thermocycling. *Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*. 2007;4(1):21-26.
31. Aboushelib MN, de Kler M, van der Zel JM, Feilzer AJ. Effect of veneering method on the fracture and bond strength of bilayered zirconia restorations. *Int J Prosthodont* 2008;21(3):237-40.
32. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II: Zirconia veneering ceramics. *Dent Mater* 2006;22(9):857-63.
33. Ozcan M. Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal restorations. *J of oral Rehabilitation* 2003;30:265-69.
34. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jr. Shear bond strengths of 2 intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent* 2001;86(5):526-31.
35. Mair L, Padipatvuthikul P. Variables related to materials and preparing for bond strength testing irrespective of the test protocol. *Dent Mater*. 2010;26(2):17-23.
36. Ozcan M, Valandro LF, Amaral R, Leite F, Bottino MA. Bond strength durability of a resin composite on a reinforced ceramic using various repair systems. *Dent Mater* 2009;25(12):1477-83.
37. Yanikoglu N. The repair methods for fractured metal-porcelain restorations: a review of the literature. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2004;12(4):161-5.
38. Blatz M, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2003a;89:268-74.
39. Al-Dohan HM, Yaman P, Dennison JB, Razzoog ME, Lang BR. Shear strength of core-veneer interface in bi-layered ceramics. *J Prosthet Dent* 2004;91(4):349-55.
40. Yang B, A.Barloi M.Kern. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. *J Dental materials* 2010;26:44-50.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2011/6/19.

تاريخ قبوله للنشر 2011/9/28.