

تأثير أنظمة إنهاء وتلميع مختلفة في قساوة الكمبيوترات السيلوراني والميتاكريلاتي

علا ياسين*

محمد فتحي غنمه**

الملخص

خلفية البحث وهدفه: هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير اختلاف نظام الإنهاء والتلميع المستخدم في قساوة كل من الكمبيوترات الميتاكريلاتي والسيلوراني.

مواد البحث وطرائقه: حُضِرَ 90 قرصاً اسطوانياً بواسطة قالب تيفلوني (قطر 5 مم وارتفاع 2مم) من نوعين من الكمبيوترات الميتاكريلاتي (Filtek Z250XT-3M ESPE) و(Charisma-Heraerus Kulzer) ونوع من الكمبيوترات السيلوراني (Filtek P90-3M ESPE)، 30 قرصاً لكل مادة، وصُلِبَتْ بجهاز التصليب الضوئي (Elipar -3M ESPE) (1000 mw/cm2 - 20 ثا)، حُفِظَتِ العينات بالماء المقطر 24 ساعة، ثم قُسمَت كل مجموعة إلى ثلاث مجموعات فرعية (n=10) وذلك بحسب نظام الإنهاء والتلميع المستخدم (Sof-lex XT Discs-3M ESPE)، (Sof-lex Spiral Wheels-3M ESPE) و (Astropol-Ivoclar Vivadent). قيسَت قساوة السطح باستخدام جهاز Shore D Hardness Tester TH210- TIME. حُلِّتِ النتائج إحصائياً باستخدام اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA واختبار Bonferroni عند مستوى الدلالة (p<0.05).

النتائج: في نظام الإنهاء Sof-lex XT كان متوسط قيم القساوة في Z250XT < C-H Kulzer < P90. وفي نظام الإنهاء Sof-lex Spiral Wheel فكان متوسط قيم القساوة في Z250XT < P90، و P90 < C-H Kulzer. أمّا في نظام الإنهاء Astropol فكان متوسط قيم القساوة في P90 < Z250XT .

الاستنتاج: تأثرت قساوة سطح الكمبيوترات بتركيب المادة ونظام الإنهاء المستخدم، فبينما تفوقت قيم قساوة سطح الكمبيوترات الميتاكريلاتي على السيلوراني عند إنهاؤها بأنظمة تعتمد على أقراص أكسيد الألمنيوم، تفوقت قيم قساوة الكمبيوترات السيلوراني على الميتاكريلاتي عند إنهاؤها بنظام يعتمد على أقماع المطاظ. الكلمات المفتاحية: الكمبيوترات الميتاكريلاتي، الكمبيوترات السيلوراني، قساوة السطح، أنظمة الإنهاء والتلميع.

* أستاذ مساعد-قسم مداواة الأسنان- كلية طب الأسنان-جامعة دمشق.

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

Effect of Different Finishing/Polishing Systems on Hardness of Silorane and Methacrylate Based Composite

Oula Yassin*

Mohamad Fathi Ghanameh**

Abstract

Background & Objective: The purpose of this study was to evaluate the effect of different finishing/polishing systems on the surface hardness of Silorane and Methacrylate based composite.

Materials and Methods: 90 cylindrical discs were prepared using a teflon mold (5mm diameter, 2mm height) of two methacrylate - based composites (Filtek Z250XT-3M ESPE), (Charisma-Heraerus Kulzer), and one silorane- based composite (Filtek P90-3M ESPE), 30 specimens of each, and were light cured by (Elipar -3M ESPE -1000 mw/cm²-20 seconds). Specimens were stored in distilled water for 24 h. Each material group was divided into 3 subgroups (n=10) according to the finishing /polishing system used (Sof-lex XT Discs-3M ESPE), (Spiral Wheels- Sof-lex -3M ESPE) and (Astropol -Ivoclar Vivadent). Surface hardness was tested using (Shore D Hardness Tester TH210- TIME). Results were statistically analyzed by one-way ANOVA and Bonferroni tests at the significance level (p<0.05).

Results: Mean hardness values arranged as following: Z250XT > C-H Kulzer > P90 when Sof-lex XT was used. Z250XT > P90. C-H Kulzer > P90 when Sof-lex Spiral Wheel was used. and P90 > Z250XT when Astropol was used.

Conclusions: Composite surface hardness was affected by the material composition and finishing /polishing system. Methacrylate-based composite had higher hardness value than silorane- based composite when finished by aluminum oxide -containing discs, while silorane- based composite showed higher hardness value than methacrylate-based composite when finished by rubber cups.

KeyWords: Silorane based composite, Methacrylate, based composite, surface hardness, finishing polishing systems

* Associate Professor-Operative & Endodontics Department-Faculty of Dentistry-Damascus University.

**Professor Assistant -Mechanical Conception Engineering Department-Faculty of mechanical and Electrical Engineering-Damascus University

مقدمة:

على إنفاص جهود التقلص التماثري¹¹ بالمقارنة بالكمبوزت الميتاكريلاتي التقليدي⁸.

يتألف السيلوران من مزيج من هيكل سيلوكسان Siloxane Backbone وحلقات الأوكسيران Oxirane Rings. يتمتع السيلوكسان بخواص كارهة للماء، وهو ما يجعل الكمبوزت السيلوراني قليل امتصاص الماء، وقليل التلون خارجي المنشأ الناتج عن وجود الماء¹² فضلاً عن انخفاض انحلاليته بالمقارنة بالكمبوزت الميتاكريلاتي¹³. أما جزيء الأوكسيران فهو المسؤول عن إنفاص التقلص في أثناء التصلب بسبب تمدد روابطه من خلال انفتاح الحلقات وتسطحها باتجاه بعضها بعضاً^{14,12}.

سجلت الدراسات المتعلقة بالكمبوزت السيلوراني قيم تقلص تماثري أقل من 1% حجماً¹⁵، وخواص فيزيوكيميائية وميكانيكية واعدة بالمقارنة بالكمبوزت الميتاكريلاتي¹²، وأداءً سريريًا مرضياً¹⁶.

تعدُّ قساوة السطح واحدة من أهم خصائص الكمبوزت التي تؤثر في نجاح الترميم سريريًا¹⁷. تعرف القساوة بأنها مقاومة المادة للتتلم Indentation أو الاختراق Penetration، وتستخدم للتنبؤ بمقاومة المادة للاهتراء وقابليتها للسحل، أو سحلها بواسطة الأنسجة السنية المقابلة¹⁸.

تتوافر حالياً أنواع عديدة من الكمبوزت تعتمد في تركيبها على نسب ملء وأحجام مالئات مختلفة تؤثر تأثيراً مباشراً في قساوتها¹⁹، كذلك تتأثر قساوة الكمبوزت بعوامل عديدة تتعلق بجهاز التصليب الضوئي كالمسافة بين رأس الجهاز والكمبوزت^{20,21}، وطريقة التصليب الضوئي، وزمن ضوء التصليب وشدته²². كما عُدَّت دراسات أخرى أن للون الكمبوزت ولون المسندة المستخدمة في أثناء تصليبه تأثيراً في قساوته^{23,17}.

قيمت دراسات عديدة قساوة الكمبوزت السيلوراني، أظهر بعضها انخفاض قساوته مقارنةً بالكمبوزت الميتاكريلاتي مع أن قساوته تحسنت عند تعرضه لطاقة أعلى^{25,24,7}

يعدُّ الكمبوزت السني من أكثر المواد استخداماً في الإجراءات الترميمية السنية على الأسنان الأمامية والخلفية^{1,2}؛ وذلك لما يتمتع به من جمالية عالية، وخواص فيزيائية جيدة³، ومحافظة على الأنسجة السنية، وتقوية الأسنان المرممة⁴.

ومع التطورات المتسارعة التي طرأت على المادة، إلا أنها لا تزال تعاني من المشكلات السريرية الناجمة بشكل أساسي عن إجهاد التقلص التماثري Polymerization Shrinkage Stress^{5,6} الذي يحدث على حساب قالب الراتنجي Resin Matrix بسبب تقارب المسافة بين وحيدات التماثر Monomers في أثناء تحولها لشبكة من عديدات التماثر Polymers⁷.

يقود التقلص التماثري للكمبوزت إلى مشكلات سريرية عديدة كتصبغ الحافات، والنخر الثانوي، والتسرب الحفافي، والحساسية التالية للترميم، وإخفاق الترميم على مستوى السطح البيني بين المادة المرممة والسن^{7,8}. ولتطوير مواد منخفضة التقلص، تركزت الجهود على زيادة نسبة المالئات، وهو ما حسن الخواص الميكانيكية للمادة. وبشكلٍ تالي، استطاعت تقنية النانو Nanotechnology أن تحسن من نسبة المالئات الداخلة وحجمها في تركيب الكمبوزت، إلا أن هذه الزيادة أدت إلى ارتفاع معامل مرونة المادة Elastic Modulus؛ وهو ما جعلها غير قادرة على امتصاص جهود التقلص بفعالية⁹.

وكبديل عن زيادة نسبة المالئات، إقترحت عدة تعديلات على البنية الكيميائية للقالب الراتنجي التقليدي BisGMA المستخدم في الكمبوزت الميتاكريلاتي، إلا أن أياً من هذه التعديلات لم يستطع التغلب على القيود التي يفرضها تركيب هذا القالب الراتنجي¹⁰. مؤخراً، قُدِّم الكمبوزت السيلوراني Silorane-based Composite كراتنج جديد قادر

يمكن استخدام أنواع مختلفة من الأدوات للإنهاء والتلميع كالسنابل الماسية، وشرائط الإنهاء الساحلة، ومعاجين التلميع والأقراص والرؤوس المحملة بالمواد الساحلة المختلفة كأكسيد الألمنيوم وذرات الماس³⁴. تتأثر كفاءة الإنهاء والتلميع بتركيب الكمبوزيت من حيث كمية المالنات وحجمها من جهة، وبطبيعة المادة الساحلة من جهة أخرى³⁵، ونظراً إلى أن قساوة المالنات أكبر بوضوح من قساوة القالب الراتنجي، فإن الأخير قد يعاني من إزالة انتقائية في أثناء إجراءات الإنهاء والتلميع، وهو ما يترك المالنات أكثر ظهوراً على السطح³⁰.

اتفقت عدة دراسات على أفضلية أقراص أكسيد الألمنيوم في تأمين سطح كمبوزيت ناعم؛ وذلك لقدرتها على قطع المالنات والقالب الراتنجي بشكل متساوٍ^{36,37,38}.

تناولت بعض الدراسات تأثير زمن الإنهاء التلميع في قساوة الكمبوزيت، وتفاوتت نتائجها بين مؤيد للإنهاء المباشر ومعارض له^{39,31}، إلا أنه لم يجز تناول تأثير اختلاف نظام الإنهاء والتلميع في قساوة الكمبوزيت.

الهدف من البحث:

هَدَفَتْ هذه الدراسة إلى تقييم تأثير اختلاف نظام الإنهاء والتلميع المستخدم (Sof-lex XT Discs-3M ESPE) ، (Sof-lex Spiral Wheels-3M ESPE) و (Astropol-Ivoclar Vivadent) في قساوة الكمبوزيت الميتاكريلاتي (Filtek Z250XT-3M ESPE) و (Charisma-Heraerus) Kulzer والسيلوراني (Filtek P90-3M ESPE).

مواد البحث وطرائقه:

تألقت عينة البحث من 90 قرصاً اسطوانياً صُنِعَتْ بواسطة قالب تيفلوني خاص الشكل (1) بقطر 5 مم وارتفاع 2 مم (لضمان التماثل) من مواد الكمبوزيت المدروسة في هذا البحث (30 قرصاً لكل مادة) وهي:

1- الكمبوزيت السيلوراني (Filtek P90-3M ESPE): كمبوزيت منخفض النقص هجين ضوئي التصلب يستخدم

Energy Dose^{26,25}، في حين لم تظهر دراسات أخرى تأثر قساوته بزمن التصلب³ أو بنوع جهاز التصلب الضوئي^{8,9}. كما سجلت دراسة أخرى²⁷ انخفاض قساوة أنواع مختلفة من الكمبوزيت السيلوراني والميتاكريلاتي بعد غمرها بمحلولي الكولا والقهوة مدة خمسة عشر يوماً.

وإلى جانب القساوة، تعدُّ قابلية الكمبوزيت للإنهاء والتلميع عاملاً مهماً في تحديد جمالية ترميماته وديمومتها سريرياً، إذ يؤدي عدم انتظام السطح الناجم عن ضعف تقنيات الإنهاء والتلميع المستخدمة إلى توضع اللويحة الجرثومية، وتخريش اللثة، والنخر الثانوي، فضلاً عن تصبغ الترميم وزيادة قابليته للسحل والاهتراء²⁸.

تبدي أنواع الكمبوزيت المختلفة قابلية إنهاء وتلميع متفاوتة، إلا أنه يصعب الحصول على سطح فائق اللمعان بسبب عوامل عديدة تتعلق باختلاف كمية المالنات وحجمها، واختلاف القساوة بين المالنات والقالب الراتنجي في الكمبوزيت نفسه²⁹.

يعرف الإنهاء Finishing بأنه الإنقاص أو التشذيب الخشن للترميم بهدف الحصول على الشكل التشريحي المثالي، في حين يشير التلميع Polishing إلى إنقاص الخشونة والخدوش الناتجة عن استخدام أدوات الإنهاء³⁰.

إن تصلب الكمبوزيت بتماس مع المسندة الشفافة Clear Matrix يعطيه السطح الأنعم³¹، إلا أنه يخلق طبقة غنية بالراتنج على سطح الترميم ذات مقاومة اهتراء ضعيفة مما يجعلها عرضةً للسحل في البيئة الفموية، وهو ما يكشف المالنات غير العضوية الخشنة ويؤدي بالسطح الناعم الناجم عن استخدام شريط المسندة بسرعة²⁸. كما أن استخدام المسندة محدد بتعقيدات الشكل التشريحي للسن، وهو ما يتطلب إجراءات إنهاء وتلميع أخرى لإعادة شكل السن³²، وللحصول على سطح أكثر مقاومة للاهتراء، ومن ثم أكثر جمالية³³.

حُفِظَتْ عينات كل مادة بالماء المقطر مدة 24 ساعة وبدرجة حرارة الغرفة لضمان اكتمال التماثر، ثم قُسمت كل مجموعة إلى ثلاث مجموعات فرعية (n=10) وذلك بحسب أنظمة الإنهاء المدروسة، وهي:

A. نظام إنهاء Sof-Lex XT 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) يتألف من أقراص متدرجة الخشونة مشربة بأكسيد الألمنيوم (coarse- medium-fine-super fine). طُبِّقَتْ بشكل متتالي باستخدام قبضة بطيئة السرعة بين (10000-30000 د/د) بحسب درجة خشونة القرص لمدة 15 ثانية لكل قرص وبضربات ثابتة وحيدة الاتجاه. وغُسِلَت العينات بعد كل مرحلة بتيار مائي وجُفِّقَتْ بتيار هوائي لمنع تراكم نواتج الإنهاء على سطح العينة.

B. نظام إنهاء Sof-lex Spiral Wheel (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) يتألف من عجلات مصنعة من مطاط لدن مشربة بأكسيد الألمنيوم متدرجة الخشونة (F,P) طُبِّقَتْ بشكل متتالي باستخدام قبضة بطيئة السرعة بين (10000-20000 د/د) من دون ارداد مائي؛ وذلك بعد إزالة الزوائد وتحديد الشكل التشريحي بأقراص Sof-Lex XT (coarse- medium).

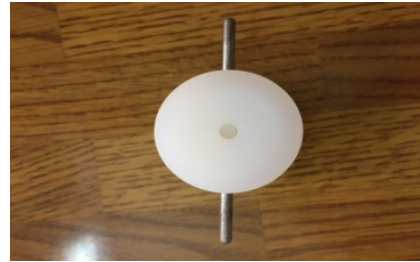
C. نظام إنهاء Astropol لشركة Ivoclar Vivadent يتألف من رؤوس وأقماع مطاطية متدرجة الخشونة (F,P,HP) مصنعة من المطاط السيليكوني، تحتوي على كارباميد السيليكون (F,P)، وذرات الألماس، وأكاسيد الألمنيوم والتيتانيوم والحديد (HP)، طُبِّقَتْ بشكل متتالي باستخدام قبضة بطيئة السرعة (10000 د/د) بحركة دائرية بسيطة دون ضغط مع تيار مائي.

رُمِزَتْ كل مجموعة بحسب نوع الكمبوزت ونظام الإنهاء المستخدم وأعطيت أرقاماً من 1-9، وحُفِظَتْ عينات كل مجموعة بالماء المقطر وبدرجة حرارة الغرفة إلى حين إجراء اختبار القساوة.

على الأسنان الخلفية، يحتوي مالتات لا عضوية بحجم (0.1-2 ميكرون) ونسبة 76% وزناً و55% حجماً، وقالباً راتنجياً سيلورانياً كارهاً للماء. لون A3.

2- الكمبوزت المبتاكريلاتي (Filtek Z250XT-3M ESPE): كمبوزت هجين ذو مالتات نانومترية ضوئي التصلب يستخدم على الأسنان الأمامية والخلفية، يحتوي مالتات لاعضوية خليطاً من السيليكا/الزركونيا معدلة السطح بحجم (0.1-10 ميكرون) والسيليكا معدلة السطح بحجم (20nm) ونسبة 81.8% وزناً و67% حجماً. يحتوي القالب الراتنجي على BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA, PEGDMA, TEGDMA. لون A3.

3- الكمبوزت المبتاكريلاتي (Charisma-Heraeus Kulzer) كمبوزت ذو مالتات زجاجية فائقة الدقة ضوئي التصلب يستخدم على الأسنان الأمامية والخلفية، يحتوي مالتات لاعضوية خليطاً من ثاني أكسيد السيليكا (0.02-0.07 ميكرون) وزجاج فلور ألمنيوم الباريم (0.02-2 ميكرون) بنسبة 58% حجماً. يعتمد القالب الراتنجي على BIS-GMA. لون A3.



الشكل (1) القالب التيفلوني المستخدم لتحضير أقراص الكمبوزت دُكَّتِ المادة ضمن القالب التيفلوني وعُطِّيتْ بشريط سيلونيدي، ثم صُلِّبَتْ بجهاز التصلب الضوئي LED (Elipar-3M ESPE) شدته الضوئية 1000 mw/cm^2 مدة 20 ثانية، وقد تم التأكد من الشدة الضوئية قبل تصلب كل عينة لضمان تماثر الكمبوزت. كما أُجْرِيَ التصلب بتأمين تماس مباشر بين رأس جهاز التصلب وشريط السيلونيدي المغطي للعينة.



الشكل (3) حامل العينات للنتائج Results

نتائج دراسة تأثير نوع الكمبوزيت المستخدم في قيم القساوة H في عينة البحث وفقاً لنظام الإنهاء المستخدم:

يبين الجدول رقم (1) النتائج الوصفية لقيم القساوة في كل مجموعة وفقاً لأنواع الكومبوزيت وأنظمة الإنهاء المستخدمة. ويظهر المخطط (1) المتوسط الحسابي لقيم القساوة H وفقاً لنوع الكمبوزيت ونظام الإنهاء المستخدم.

بيّنت نتيجة اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان نظام الإنهاء المستخدم، أي إنّه توجد فروق ذات دلالة إحصائية، لذلك أُجريت المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni، التي بيّنت أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 بالنسبة إلى المقارنات الثنائية المدروسة في مجموعة نظام الإنهاء Sof-lex XT كلّها، وكذلك عند المقارنة بين مجموعة P90 و Z250XT في نظام الإنهاء Astropol، وعند المقارنة بين مجموعة P90 وكل من مجموعة Z250XT ومجموعة C-H Kulzer على حدة في مجموعة نظام الإنهاء Sof-lex Spiral Wheel، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات تبين أن:

$$P90 < C-H Kulzer < Z250XT$$

في نظام الإنهاء Astropol كانت قيم القساوة H في P90 < Z250XT

في نظام الإنهاء Sof-lex Spiral Wheel كانت قيم القساوة H في P90 < Z250XT و P90 < C-H Kulzer.

قيست قساوة السطح باستخدام جهاز Shore D Hardness Tester TH210 من شركة TIME الشكل (2) المتوفر في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، الذي يسمح بقياس القساوة وفقاً للمقياس Shore D وهو ما يلائم مواد الكمبوزيت موضوع البحث، إذ حُدِّت ثلاث نقاط على كل قرص من الأقراص المدروسة في عينة البحث، بهدف إجراء ثلاثة قياسات للحصول على ثلاث قراءات، ثم حُسِبَ المتوسط الحسابي لها، ومن سُجِّلت النتائج في جداول خاصة، علماً أن القياسات أُجريت على العينات باستخدام حامل صنع خصيصاً ليتلاءم مع أبعادها الشكل (3).

أجريت الدراسة الإحصائية باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS الإصدار 13.0؛ وذلك لمعرفة تأثير نظام الإنهاء المستخدم في قساوة السطح وفقاً لنوع الكمبوزيت ولمعرفة تأثير نوع الكمبوزيت المستخدم في قساوة السطح وفقاً لنوع الكمبوزيت ولمعرفة تأثير نوع الكمبوزيت المستخدم في قساوة السطح وفقاً لنظام الإنهاء المستخدم. أُجريت اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم القساوة H بين أنواع الكمبوزيت الثلاثة المدروسة وفقاً لنظام الإنهاء المستخدم، و لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم القساوة H بين أنظمة الإنهاء المستخدمة وفقاً لنوع الكمبوزيت عند مستوى ثقة 95%، ثم استُخدم اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية.

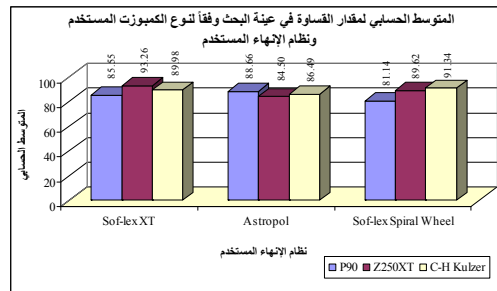


الشكل (2) جهاز قياس القساوة

Shore D Hardness Tester TH210

أمًا بالنسبة إلى باقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ القساوة H بين مجموعات الكمبيوتر المعنية في عينة أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي إنه لا البحث. توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط قيم جدول رقم (1) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم القساوة H في عينة البحث وفقاً لنظام الإنهاء المستخدم ونوع الكمبيوتر المستخدم.

المتغير المدروس	نظام الإنهاء	الكمبيوتر	عدد الأقراص	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
قيم القساوة H Shore D	Sof-lex XT	P90	10	85.55	1.23
		Z250XT	10	93.26	1.12
		C-H Kulzer	10	89.98	1.40
	Astropol	P90	10	88.66	1.91
		Z250XT	10	84.50	0.59
		C-H Kulzer	10	86.49	3.03
	Sof-lex Spiral Wheel	P90	10	81.14	2.29
		Z250XT	10	89.62	2.08
		C-H Kulzer	10	91.34	1.89



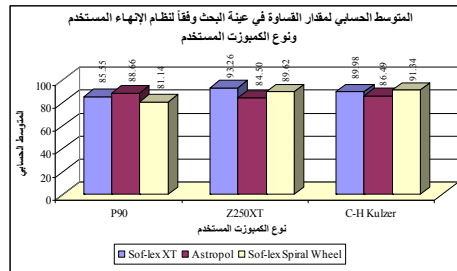
مخطط رقم (1) يمثل المتوسط الحسابي لقيم القساوة H في عينة البحث وفقاً لنوع الكمبيوتر المستخدم ونظام الإنهاء المستخدم.

نتائج دراسة تأثير نظام الإنهاء المستخدم في قيم القساوة H في عينة البحث وفقاً لنوع الكمبيوتر المستخدم: من القيمة 0.05 عند مقارنة متوسط قيم القساوة H في مجموعة C-H Kulzer بين نظام الإنهاء Sof-lex XT و نظام الإنهاء Astropol، أي إنه لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية بين نظامي الإنهاء المذكورين في مجموعة C-H Kulzer. ويظهر المخطط (2) المتوسط الحسابي لقيم القساوة H وفقاً لنظام الإنهاء المستخدم ونوع الكمبيوتر. بينت نتيجة اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان الكمبيوتر المستخدم، أي إنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية، لذلك أُجريت المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni التي بينت أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير المتوسطات تبين أن:

في مجموعة P90 كانت قيم القساوة H في نظام الإنهاء في مجموعة C-H Kulzer كانت قيم القساوة H في نظام Sof-lex XT < Sof-lex Spiral Wheel < Astropol . الإنهاء Sof-lex XT < Astropol < Sof-lex Spiral Wheel ، وفي نظام الإنهاء Sof-lex في مجموعة Z250XT كانت قيم القساوة H في Sof-lex Spiral Wheel < Astropol < Sof-lex Spiral Wheel < Astropol .

جدول رقم (2) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار القساوة H في عينة البحث وفقاً لنظام الإنهاء المستخدم ونوع الكمبيوتر المستخدم.

المتغير المدروس	الكمبيوتر	نظام الإنهاء	عدد الأقراص	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
قيم القساوة H Shore D	P90	Sof-lex XT	10	85.55	1.23
		Astropol	10	88.66	1.91
		Sof-lex Spiral Wheel	10	81.14	2.29
	Z250XT	Sof-lex XT	10	93.26	1.12
		Astropol	10	84.50	0.59
		Sof-lex Spiral Wheel	10	89.62	2.08
	C-H Kulzer	Sof-lex XT	10	89.98	1.40
		Astropol	10	86.49	3.03
		Sof-lex Spiral Wheel	10	91.34	1.89



مخطط رقم (2) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار القساوة H في عينة البحث وفقاً لنظام الإنهاء المستخدم ونوع الكمبيوتر المستخدم.

المناقشة:

مختلف الدراسات كانت تستخدم مقياس القساوة وفقاً لفيكرز تستخدم ترميمات الكمبيوتر بشكلٍ شائع على الأسنان الخلفية، وهو ما يعرض المادة لقوى إطباقية مستمرة قد تؤثر في ديمومة الترميم، ممّا تطلب تحسين الخواص الميكانيكية والتجميلية للمادة لإطالة عمرها السريري في وجه ما تتعرض له من جهود مستمرة، فضلاً عن تطوير أساليب الإنهاء والتلميع المستخدمة للتقليل من اهتراء سطح الترميم واحتمال تزايد خشونته.

و بسبب تنوع أساليب الإنهاء وأنظمتها وأدواته والمواد الساحلة الداخلة في تركيبها، كان لابداً من اختبار تأثير أنظمة إنهاء وتلميع مختلفة في قساوة كل من الكمبيوتر الميتاكريلاتي والسيلوراني.

حُفِظَت العيّنات بالماء المقطر مدة 24 ساعة قبل تعريضها لاختبار القساوة، وهو ما يضمن اكتمال تماثر الكمبوزت وينفي تأثير نضج الكمبوزت في قساوته، ويحصر المتغيرات المؤثرة في القساوة بنوع الكمبوزت ونظام الإنهاء²⁹. استُبعد استخدام العينة غير المنهارة والمعرضة للمسندة الشفافة Clear Matrix فقط كعينة شاهدة، إذ إنّ هذا الإجراء يخلق طبقة غنية بالراتنج على سطح الترميم ذات مقاومة اهتراء ضعيفة، ممّا يؤثر سلباً في قيم القساوة²⁸. أظهر التحليل الإحصائي للنتائج أن قيم قساوة السطح للكمبوزت السيلوراني (P90) أعلى منها في الكمبوزت الميتاكريلاتي (Z250XT)؛ وذلك عند إنهائها بنظام يعتمد على أقماع المطاط Astropol. إن اختلاف تركيب القالب الراتنجي في الكمبوزت السيلوراني عن الكمبوزت الميتاكريلاتي قد يكون هو السبب الرئيس في هذا الاختلاف، إذ يميّز الكمبوزت السيلوراني بطبيعة كارهة للماء نتيجة لوجود السيلوكسان، ممّا ينقص من امتصاص الماء وانحلاية القالب الراتنجي، في حين تتميز الراتنجات الميتاكريلاتية بتأثرها بالماء؛ ممّا يؤثر سلباً في قساوتها دون أن يكون له أثر في قساوة الكمبوزت السيلوراني⁴⁴. ونظراً إلى أن تطبيق نظام الإنهاء Astropol يتطلب التبريد المائي بحسب تعليمات الشركة المنتجة، فقد يكون لذلك تأثير سلبي في قساوة الكمبوزت الميتاكريلاتي. كما يمكن أن تسبب طبيعة الذرات الساحلة الموجودة في أقماع Astropol وأحجامها متناهية الدقة⁴⁵ إزالة المالتات النانومترية ضمن Z250XT؛ ممّا يترك سطحاً غنياً بالراتنج ومن ثمّ أقل قساوة²⁸. وهو ما يفسر تفوق قساوة Z250XT المنهى بأقراص Sof-lex XT على قساوته عند الإنهاء بأقماع Astropol.

الاستنتاجات:

- ضمن حدود هذه الدراسة المخبرية نستنتج ما يأتي :
1. تتأثر قساوة سطح الكمبوزت بتركيب المادة ونظام الإنهاء المستخدم.
 2. تفوقت قيم قساوة سطح الكمبوزت الميتاكريلاتي على الكمبوزت السيلوراني عند إنهائها بأنظمة إنهاء معتمدة على أقراص أكسيد الألمنيوم.
 3. تفوقت قيم قساوة الكمبوزت السيلوراني على الكمبوزت الميتاكريلاتي عند إنهائها بنظام يعتمد على أقماع المطاط.

أظهر التحليل الإحصائي للنتائج أن قيم قساوة السطح لنوعي الكمبوزت الميتاكريلاتي (CH Kulzer•Z250XT) أعلى منها في الكمبوزت السيلوراني (P90)، وذلك عند إنهائها بالأنظمة المعتمدة على أكسيد الألمنيوم (Sof-lex XT Spiral Wheel, Sof-lex XT). يتوافق ذلك مع أغلب الدراسات المشابهة^{7,8,9,17,41,43,42}، وهو ما يمكن تفسيره باختلاف أسلوب التماثر بين كلا نوعي الكمبوزت، إذ إنّ التفاعلات التصالبية Cross Linking في الكمبوزت الميتاكريلاتي MCRs تسبب ارتفاع نسبة التماثر وتترك نسباً أقل من المونوميرات الحرة مقارنةً بالتماثر، المعتمد على انفتاح الحلقة الملاحظ في الكمبوزت السيلوراني SCRs¹⁷. تؤثر نسبة المالتات اللاعضوية في الكمبوزت بشكل أساسي في قساوته، إذ تتخفف القساوة بتناقص نسبة المالتات، وهو ما يبرر انخفاض قساوة الكمبوزت السيلوراني (P90) ذي نسبة الملء (55% حجماً) عن قساوة كل من نوعي الكمبوزت الميتاكريلاتي Z250XT ذي نسبة الملء (67% حجماً)، و CH Kulzer ذي نسبة الملء (58% حجماً). يتوافق ذلك مع دراسات مشابهة^{7,8}.

أظهر التحليل الإحصائي للنتائج أن قيم قساوة السطح لنوعي الكمبوزت الميتاكريلاتي (CH Kulzer•Z250XT) أعلى منها في الكمبوزت السيلوراني (P90)، وذلك عند إنهائها بالأنظمة المعتمدة على أكسيد الألمنيوم (Sof-lex XT Spiral Wheel, Sof-lex XT). يتوافق ذلك مع أغلب الدراسات المشابهة^{7,8,9,17,41,43,42}، وهو ما يمكن تفسيره باختلاف أسلوب التماثر بين كلا نوعي الكمبوزت، إذ إنّ التفاعلات التصالبية Cross Linking في الكمبوزت الميتاكريلاتي MCRs تسبب ارتفاع نسبة التماثر وتترك نسباً أقل من المونوميرات الحرة مقارنةً بالتماثر، المعتمد على انفتاح الحلقة الملاحظ في الكمبوزت السيلوراني SCRs¹⁷.

تؤثر نسبة المالتات اللاعضوية في الكمبوزت بشكل أساسي في قساوته، إذ تتخفف القساوة بتناقص نسبة المالتات، وهو ما يبرر انخفاض قساوة الكمبوزت السيلوراني (P90) ذي نسبة الملء (55% حجماً) عن قساوة كل من نوعي الكمبوزت الميتاكريلاتي Z250XT ذي نسبة الملء (67% حجماً)، و CH Kulzer ذي نسبة الملء (58% حجماً). يتوافق ذلك مع دراسات مشابهة^{7,8}.

أظهر الكمبوزت الميتاكريلاتي النانومتري الهجين Z250XT قساوة أعلى من الكمبوزت الميتاكريلاتي فائق الدقة CH Kulzer؛ وذلك عند إنهائه بنظام Sof-lex XT، وهو ما يمكن تفسيره بارتفاع نسبة المالتات وحجمها (20nm-)

References

1. Rueggeberg FA. State of the art: Dental photocuring-A review. *Dental Materials*.(2011);27(1) 39-52.
2. Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *Dental Materials*.(2011);27(1) 29-38.
3. Poggio C, Lombardini M, Gaviati S, and Chiesa M. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes *J Conserv Dent*.(2012);15(3): 237–241.
4. da Rosa Rodolpho PA, Cenci MS, Donassollo TA, Loguercio AD & Demarco FF. A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *Journal of Dentistry*.(2006); 34(7): 427-435.
5. Demarco FF, Correia MB, Cenci MS, Moraes RR, & Opdam NJ. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dental Materials*.(2012); 28(1): 87-101.
6. Braga RR, Ballester RY, & Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. *Dental Materials*. (2005); 21(10): 962-970.
7. Son SA, Roh HM, Hur B, Kwon YH, Park JK. The effect of resin thickness on polymerization characteristics of silorane-based composite resin. *Restor Dent Endod*. (2014); 39(4): 310–318.
8. Torres SA, Silva GC, Maria DA, Campos WRC, Magalhães CS, Moreira AN, Degree of Conversion and Hardness of a Silorane-Based Composite Resin: Effect of Light-Curing Unit and Depth. *Operative Dentistry*(2014); 39-3: E137-E146.
9. Lee SK, Kim TW, Son SA, et al. Influence of light-curing units on the polymerization of low-shrinkage composite resins. *Dental Materials Journal*.(2013); 32(5): 688–694.
10. Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med*.(2004);15: 176-184.
11. Sakaguchi RL, Powers JM, editors. *Restorative Materials-Composites and Polymers*, Craig's restorative dental materials, 13th ed. Elsevier Mosby;(2012):162-165.
12. Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dent Mater J*.(2006);25:445–454.
13. Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater*.(2005); 21: 852-863.
14. Weinmann W, Thalacker C, & Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dental Materials*.(2005); 21(1):68-74.
15. Lien W, & Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dental Materials*.(2010); 26(4): 337-344.
16. Baracco B, Perdigão J, Cabrera E, Giráldez I, & Ceballos L. Clinical evaluation of a low-shrinkage composite in posterior restorations: One-year results. *Operative Dentistry*.(2012); 37(2): 117-129.
17. Mousavinasab SM, Berekatani M, Sadeghi E, Nourbakhshian F, Davoudi A. Evaluation of Light Curing Distance and Mylar Strips Color on Surface Hardness of Two Different Dental Composite Resins *Open Dent J*. (2014); 8: 144–147.
18. Yap AU. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement: Impact of cavity depth and exposure time. *Oper Dent*. (2000);25:113–20.
19. Friedman J. Care and maintenance of dental curing lights. *Dent Today*.(1991);10(1): 40–1
20. Rode KM, Kawano Y, Turbino ML. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Oper Dent*.(2007);32(6): 571–8.
21. Caldas DB, de Almeida JB, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA, Consani S. Influence of curing tip distance on resin composite Knoop hardness number, using three different light curing units. *Oper Dent*.(2003);28(3):315–20.
22. de Araujo CS, Schein MT, Zanchi CH, Rodrigues SA, Demarco FF. Composite resin microhardness, the influence of light curing method, composite shade, and depth of cure. *J Contemp Dent Pract*.(2008);9(4): 43–50.
23. El-Askary FS, El-Korashy DI. Influence of shade and light-curing distance on the degree of conversion and flexural strength of a dual-cure core build-up resin composite. *Am J Dent*.(2012);25(2): 97–102.
24. Porto IC, de Aguiar FH, Brandt WC, Liporoni PC. Mechanical and physical properties of silorane and methacrylate-based composites. *J Dent*.(2013) Aug;41(8):732-9.
25. D'Alpino PH, Bechtold J, dos Santos PJ, Alonso RC, Di Hipólito V, Silikas N, Rodrigues FP. Methacrylate- and silorane-based composite restorations: hardness, depth of cure and interfacial gap formation as a function of the energy dose. *Dent Mater*.(2011) Nov;27(11):1162-9.
26. Gonzalez MR, Poskus LT, Filho HS, Perez CR. Influence of irradiance and exposure time on the degree of conversion and mechanical properties of a conventional and silorane composite. *Indian J Dent Res*. (2013);24:719-22.

27. Karaman E, Tuncer D, Firat E, Ozdemir OS, Karahan S. Influence of Different Staining Beverages on Color Stability, Surface Roughness and Microhardness of Silorane and Methacrylate-based Composite Resins. *J Contemp Dent Pract.*(2014) May 1;15(3):319-25.
28. Bashetty K, Joshi S. The effect of one step and multi-step polishing systems on the surface texture of two different resin composites. *J Conserv Dent.*(2010);13:34-8.
29. Cenci MS, Venturini D, Pereira-Cenci T, Piva E, Demarco FF, The Effect of Polishing Techniques and Time on the Surface Characteristics and Sealing Ability of Resin Composite Restorations After One-year Storage. *Operative Dentistry.*(2008); 33-2: 169-176.
30. Yap AU, Lye KW, Sau CW. Surface characteristic of tooth coloured restoration polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent.*(1997);22:260-5.
31. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of Polishing Techniques and Time on Surface Roughness, Hardness and Microleakage of Resin Composite Restorations *Operative Dentistry.*(2006); 31-1: 11-17.
32. Özgünaltay G, Yazici AR, Görücü J, Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation*(2003) ;30(2): 218-224.
33. Roeder LB, Tate WH, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Oper Dent.*(2000);25:534-43.
34. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract.*(2007);8:27-35.
35. Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent.*(1991);65:491-5.
36. Berastegui E, Canalda C, Brau E, Miquel C. Surface roughness of finished composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*(1992) ;68(5): 742-749.
37. Taylor MJ, Lynch E. Marginal adaptation. *Journal of Dentistry*(1993);21(5): 265-273.
38. Lu H, Roeder LB, Powers JM. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*(2003);15(5): 297-303.
39. Lopes GC, Franke M, Maia HP. Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. *Journal of Prosthetic Dentistry.*(2002); 88(1): 32-36.
40. ASM HANDBOOK, Mechanical Testing and Evaluation, Vol 08, electronic version, 2003, ASM International
41. Bechtold J, Dos Santos PJ, Anido-Anido A, Di Hipolito V, Alonso RC, D'Alpino PH. Hardness, polymerization depth and internal adaptation of Class II silorane composite restorations as a function of polymerization protocol. *Eur J Dent.*(2012);6(2): 133-40.
42. Porto IC, de Aguiar FH, Brandt WC, Liporoni PC. Mechanical and physical properties of silorane and methacrylate-based composites. *J Dent.*(2013);41(8): 732-9.
43. Brandt WC, Lacerda RF, Souza-Junior EJ, Sinhoreti MA. Effect of photoactivation mode on the hardness and bond strength of methacrylate- and Silorane monomer-based composites. *J Adhes Dent.*(2013);15(1): 33-9.
44. Kusgoz A, Ülker M, Yesilyurt C, Yoldas OH, Ozil M, Tanriver M. Silorane-based composite: Depth of cure, surface hardness, degree of conversion, and cervical microleakage in Class II cavities. *J Esthet Restor Dent* (2011);23:324-35.
45. Marghalani HY, Effect of Finishing/Polishing Systems on the Surface Roughness of Novel Posterior Composites. *J Esthet Restor Dent*(2010); 22:127-138.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2015/5/12.

تاريخ قبوله للنشر 2015/7/2.