

دراسة مخبرية مقارنة لتحري عمق التصلب لكل من الراتنجات المركبة الكتلية مقارنةً مع التقليدية

اسم الباحث: الدكتور عدنان غزال

طالب دكتوراه في قسم مداواة الأسنان بكلية طب الأسنان جامعة حماه

الأستاذ المشرف: الدكتور عاطف عبدالله

الملخص

الهدف: هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة وتقييم عمق التصلب لعددٍ من المواد الراتنجية الكتلية والتقليدية المستخدمة في ترميم الأسنان الخلفية.

المواد والطرق: تم استخدام أربعة أنواعٍ من المواد الراتنجية في هذه الدراسة حيث قسّمت العينات كما يلي: المجموعة الأولى_ Beautifil II (راتنج تقليدي)، المجموعة الثانية_ Beautifil Bulk Restorative (راتنج كتلي)، المجموعة الثالثة_ SonicFill 2 (راتنج كتلي) والمجموعة الرابعة_ Filtek Z350 XT (راتنج تقليدي). تمّت صناعة 15 عينة أسطوانية من كل مادةٍ مختبرةٍ وذلك بالاستعانةً بقالبٍ معدنيٍّ حيث تم ملء القالب بالمادة وتصليبها ضوئياً بدفعةٍ واحدةٍ. تمّ حفظ العينات في الماء بدرجة حرارة 37° سيلزيوس لمدة 24 ساعة. لاحقاً تمّ قياس المساواة السطحية لكلٍ من السطح العلوي والسفلي لكلٍ عينةٍ باستخدام جهاز قياس المساواة المجهرية لفيكرز ومن ثمّ حساب النسبة بينهما (مساواة السطح السفلي/العلوي). تمّ إخضاع النتائج للتحاليل الإحصائية المناسبة.

النتائج: تبين وجود فروقٍ دالةٍ إحصائياً بين مجموعات الدراسة المختلفة فيما يتعلّق بعمق التصلب ($P > 0.05$). كان متوسط النسبة الأعلى (مساواة السطح السفلي/العلوي) في المجموعة الثالثة (80.67%) ثمّ المجموعة الثانية (79.53%) ثمّ المجموعة الأولى (66.53%) وأخيراً المجموعة الرابعة (64.00%).

الكلمات المفتاحية: عمق التصلب، الراتنجات الكتلية، SonicFill 2، Beautifil Bulk

،Restorative، Beautifil II، Filtek Z350 XT.

An In Vitro Comparative Study of Depth of Cure of Bulk-fill and Conventional Composites

Abstract

Objective: This study aimed to measure and compare the depth of cure of some bulk-fill and conventional composites used in posterior teeth.

Materials and Methods: In this in vitro study, four different types of composites were used: Group 1– Beautifil II (conventional); group 2– Beautifill Bulk Restorative (bulk-fill); group 3– Sonicfill 2 (bulk-fill) and group 4– Filtek Z350XT (conventional). 15 cylindrical samples were made in each group using a metallic mold in which the composites were placed and light cured in one increment. The cured samples were stored in water at 37°C for 24 hours. Later, The microhardness of both top (TM) and bottom (BM) surfaces of each sample were measured using Vickers microhardness instrument and then the bottom-to-top ratio (B/T) was calculated. Results were statistically analysed.

Results: There were statistically differences in B/T ratio between the tested groups ($P < 0.05$). The highest mean value of B/T was in group 3 (80.67 %), then group 2 (79.53 %), group 1 (66.53 %) and the lowest mean value was in group 4 (64.00 %)

Key Words: Depth of Cure, Bulk-fill Composites, Sonicfill 2, Beautifill Bulk Restorative, Beautifil II, Filtek Z350 XT.

المقدمة Introduction:

أعطت المواد الراتنجية التي استخدمت كمواد ترميمية سنوية أبعاداً جديدةً لطب الأسنان المحافظ والتجميلي وذلك بسبب خصائصها الميكانيكية المحسنة، سهولة المناولة manipulation وقدرتها على محاكاة الشكل الطبيعي للأسنان (Curtis et al., 2008,) (Hervás García et al., 2006).

تعاني الترميمات الراتنجية من حساسيتها لتقنية التطبيق حيث يتطلب استخدامها إجراء تصليبٍ ضوئي مناسبٍ لضمان حدوث التماثر الكامل للمادة (Moore et al., 2008). يمكن أن تتأثر وظيفة وديمومة هذه الترميمات سلباً إذا لم يتم تصليبها بشكلٍ كافٍ (Bayne, 2012).

يعتبر استخدام تقنية الترميم بالطبقات المتعددة (استخدام طبقات من المادة الراتنجية لا تزيد ثخانتها عن 2 مم) الطريقة المعيارية عند استخدام المواد الراتنجية المصلبة ضوئياً. يترافق استخدام تقنية الترميم بالطبقات المتعددة في الحفر العميقة مع خطر حدوث اندخال للفقاعات الهوائية أو عدم القدرة على الحفاظ على العزل الكافي وبالتالي احتمالية تلوث هذه الطبقات وتراجع الخصائص الميكانيكية للمادة (Flury et al., 2012). تتضمن المشاكل المرافقة لاستخدام هذه الطريقة أيضاً زيادة الزمن السريري للعمل والتعقيدات التقنية، تراجع قوى الارتباط إضافةً إلى تشكل الفجوات وفشل الارتباط بين طبقات الراتنج المستخدمة (Yu et al., 2017a).

نتج عن التطور الحاصل في صناعة المواد الراتنجية (تركيبها الكيميائي)، أنظمة التفعيل الضوئي وتقنيات التصليب الضوئي إصدار موادٍ حديثةٍ أطلق عليها اسم الراتنجات الكتلية Bulk-fill composites والتي تسمح بتطبيق الترميمات الراتنجية بثخانةٍ تصل إلى 4-5 مم بالدفعة الواحدة وتصليبها بسهولةٍ وبالتالي التعويض عن كلٍ من الميناء والعاج (Leprince et al., 2014, Vivadent).

إن تطبيق المواد الراتنجية بثخاناتٍ كبيرةٍ يمكن أن ينقص من الزمن السريري اللازم لإنجاز العمل خصوصاً في الأسنان الخلفية وبالتالي إنقاص الحساسية لتقنية التطبيق. تتوافر المواد الراتنجية الكتلية إما بالشكل السيل (مثل SureFil SDR من شركة Dentsply)، أو عالية اللزوجة (مثل Beautifil II Bulk Fill من شركة Shofu)، أو ثنائية الطور -عالية اللزوجة تصبح منخفضة اللزوجة عند تفعيل الاهتزازات الصوتية- (مثل SonicFill 2 من شركة Kerr)، أو ثنائية التصلب - كيميائي وضوئي - (مثل Fill-Up من شركة Coltene) (Coltenen, 2016, Vivadent).

ينبغي على المواد الراتنجية أن تمتاز بتقلصٍ تصلبيٍ منخفضٍ، عمق تصلبٍ مقبولٍ Depth of Cure (DOC)، انسيابيةٍ كافيةٍ (تمكينها من الوصول إلى كامل مناطق التحضير دون تشكيل أية فجواتٍ) وخصائصٍ فيزيائيةٍ ممتازةٍ مثل مقاومة السحل المقبولة والخصائص التجميلية (Hervás García et al., 2006, Jang et al., 2015).

يعرّف عمق التصلب بأنه الثخانة العظمى لطبقة الراتنج المركب التي يمكن ضمنها تطبيق وتصلب المادة بشكلٍ ملائمٍ. تنخفض طاقة الضوء المصلب بشكلٍ كبيرٍ جداً كلما انتقل إلى الطبقات الأعمق من المادة الراتنجية نتيجةً لخضوعه لعملية الامتصاص والتبعثر وهو ما يترافق مع تناقصٍ طرديٍ لدرجة التحول وتراجعٍ للخصائص الفيزيائية، التلاؤم الحيوي وصلابة المادة (Campodonico et al., 2011, Price et al., 2000).

يتأثر عمق التصلب للمواد الراتنجية بالعديد من العوامل مثل التركيب الكيميائي لوحيدات الجزيء، تركيب وحجم الحبيبات المألثة، زمن التصلب والشدة الضوئية (Karacolak et al., 2018). تم تقييم عمق التصلب للمواد الراتنجية الكتلية باستخدام عددٍ من الطرق. تضمنت هذه الطرق: طريقة الكشط الموصوفة ضمن معيار ISO 4049، اختبارات القساوة المجهرية، جهاز فوربيه لتحويل طيف الأشعة تحت الحمراء FTIR ومطياف رامان Raman spectroscopy. يمكن استخدام قيم القساوة لقياس عمق التصلب للمواد الراتنجية حيث تعتبر وسيلةً عمليةً لتحديد درجة التحول بشكلٍ غير مباشرٍ أيضاً (Leprince et al., 2012, Poggio et al., 2012, Yap, 2000). تعطى النتائج في هذه الطريقة عادةً على شكل نسبٍ

مئوية مثل معدل قساوة قاعدة العينة إلى سطحها أو كنسبة مئوية تحسب وفقاً للقيمة العظمى المقاسة للقساوة. يتم اعتماد النسبة الاعتباطية 80% لمعدل قساوة قاعدة العينات إلى سطحها كمعيار لنجاح التصليب (Bouschlicher et al., 2004, Moore et al., 2008).

الهدف من البحث Aim of the study:

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم ومقارنة عمق التصلب لعددٍ من المواد الراتنجية المستخدمة في ترميم الأسنان الخلفية: راتنجات كتلية (SonicFill 2 – Beautifil Bulk Restorative) وراتنجات تقليدية (Filtek Z350XT – Beautifil II) وذلك من خلال قياس قيم القساوة المجهرية لكلٍ من سطح وقاعدة العينات المصنّعة ومن ثمّ قياس النسبة بينهما.

المواد والطرق Materials and Methods:

تضمّنت الدراسة الحالية استخدام أربع موادٍ راتنجيةٍ مختلفةٍ (الشكل 1) (الجدول 1):

- المجموعة الأولى (Shofu) Beautifil II – B II – وهي مادة راتنجية حاوية على تقنية المالنات الزجاجية الشاردية مسبقة التفاعل Pre-reacted Glass Ionomer (PRG) أو ما يعرف بالجيومير.
- المجموعة الثانية (Shofu) Beautifil Bulk Restorative – BB – والتي تحتوي أيضاً على تقنية PRG (جيومير كتلي).
- المجموعة الثالثة (Kerr) SonicFill 2 – SF – وهو راتنج كتلي ثنائي الطور (يكون عالي اللزوجة ضمن الكبسولة ثمّ تنخفض لزوجته عند تفعيل القبضة الخاصة بالمادة).
- المجموعة الرابعة (3M) Filtek Z350XT – FZ – وهو عبارة عن مادةٍ راتنجيةٍ ذات حبيباتٍ فائقة الدقة.



الشكل 1. المواد المستخدمة في البحث

الجدول 1. معلومات تفصيلية عن المواد المستخدمة في البحث

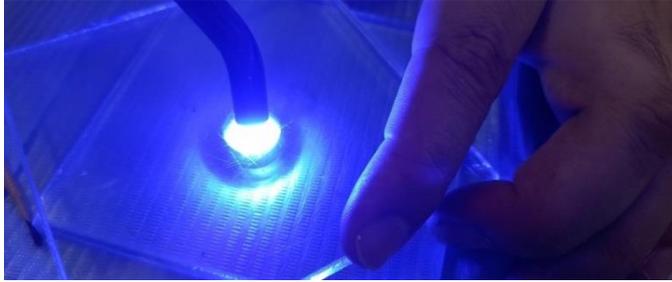
نوع المادة	اسم المادة	الرمز	الشركة المصنعة	نسبة الملء وزناً حجماً	التركيب	حجم الحبيبات المائنة
المجموعة الأولى - راتنج هجين ذو حبيبات فائقة الدقة nano-hybrid حاوٍ على تقنية S-PRG (جيومير)	Beautifill II	B II	Shofu Dental Corp, Kyoto, Japan	83.3% 68.6%	Bis-GMA, TEGDMA مالئات زجاجية وحبيبات S-PRG متعددة الوظيفة تتألف أساساً من زجاج الفلورو ألومينو سيليكات	4 - 0.01 ميكرو متر (وسطياً 0.8 ميكرو متر)
المجموعة الثانية - راتنج كتلي هجين ذو حبيبات فائقة الدقة nano-hybrid حاوٍ على تقنية S-PRG (جيومير كتلي)	Beautifill Bulk Restorative	BB	Shofu Dental Corp., Kyoto, Japan	87% 74.5%	Bis-GMA, UDMA, Bis-MPEPP, TEGDMA مالئات S-PRG المؤلفة ألومينو سيليكات، مبدئات التفاعل	غير متوفر
المجموعة الثالثة - راتنج كتلي مفعّل بالاهتزازات الصوتية	SonicFill 2	SF	Kerr Corp., Orange, CA, USA	83.5% n.a	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDM أكسيد السيليكا، الزجاج، أكاسيد معدنية	غير متوفر
المجموعة الرابعة - راتنج ذو حبيبات فائقة الدقة nanofilled	Filtek Z350 XT	FZ	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	78.5% 59.5%	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA السيليكا، الزركونيا والسيليكا\الزركونيا المتكثلة	20 نانو متر سيليكا، 4 - 11 نانو متر زركونيا

حساب حجم العينة Sample Size Calculation: تبيّن اعتماداً على برنامج GPower 3.1 أن حجم العينة اللازم في الدراسة تألف من 60 عينةً بافتراض أن المواد الراتنجية الكتلية الحديثة تمتلك عمق تصلبٍ وقساوةٍ مجهريةٍ أعلى بنسبة 10% مما فوق مقارنةً مع الراتنجات التقليدية، مجال الثقة 95% وقوة الدراسة 80%. وبالتالي تمّ تحضير 15 عينةً لكل مجموعةٍ مدروسةٍ ضمن الاختبار (الإجمالي 60 عينة).

صناعة العينات Specimen Fabrication: تمّ تجهيز العينات بواسطة قالبٍ معدنيّ يحتوي في مركزه على تجويفٍ أسطوانيّ ذي أبعادٍ 5 مم ارتفاعاً و 5 مم قطراً (الشكل 2). تمّ وضع القالب المعدني على لوحٍ زجاجيٍّ مغطّى بشريطٍ سيلونيديٍّ (مسندة ميلر) ومن ثمّ دكّ الراتنج المركّب ضمن الفجوة المركزية حتى امتلائها. تمّت عملية الدك في جميع المجموعات وفق تقنية الكتلة الواحدة بحيث تمّ ملء الفجوة المركزية بالكامل بطبقةٍ راتنجيةٍ واحدةٍ ومن ثمّ وضع شريطٍ سيلونيديٍّ ولوحٍ زجاجيٍّ آخر فوق القالب المعدني وضغط المادة للحصول على سطحٍ مستوٍ لها وإزالة الكمية الزائدة منها ومن ثمّ إجراء التصليب النهائي لمدة 40 ثانية (الشكل 3) مع الحفاظ على رأس جهاز التصليب اللاسلكي (TPC Advance LED) (60N Cordless Curing Light, ALED 60N) بتماسٍ مع اللوح الزجاج (ذي السماكة 1 مم) لضمان توحيد المسافة الفاصلة بين رأس التصليب والمادة الراتنجية في جميع العينات. تمّ إنجاز جميع إجراءات التصليب الضوئي باستخدام جهاز التصليب ذاته بنمط التصليب المستمر continuous mode وبشدةٍ ضوئيةٍ بلغت 1400 ميكرو واط/سم² بحيث تمّ ملء شحن الجهاز والتأكد من الشدة الضوئية له باستخدام جهاز قياس الشدة الضوئية قبل تصليب كل عينة. تمّت إزالة العينات من القالب بعد إكمال عملية التصليب الضوئي. تمّ تحضير 60 عينةً مخبريةً أسطوانية الشكل (15 عينةً لكل مجموعةٍ) وأعطيت كل عينةٍ رقماً تسلسلياً.



الشكل 2. القالب المعدني المستخدم في صناعة العينات



الشكل 3. طريقة تصليب العينات الراتنجية ضوئياً

تمّ حفظ العينات في الماء لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة الغرفة للسماح بخروج وحيدات الجزيء غير المتفاعلة من المادة الراتنجية ومنع تأثيرها على قيم القساوة المجهرية (HV) كما هو الحال في طريقة الكشط المتبعة في معيار ISO 4049. بعدها تمّ إنجاز اختبار القساوة المجهرية للعينات باستخدام جهاز فيكرز.

اختبار القساوة المجهرية Microhardness Test: تمّ أخذ عدة قراءات لقيم القساوة المجهرية لفيكرز لكل من السطح العلوي top microhardness والسفلي bottom microhardness للعينات المختبرة باستخدام مقياس فيكرز للقساوة Galileo Durometria (LTF SPA-Antegnate, Italy) ومن ثمّ حساب القيمة المتوسطة لهذه القراءات واعتمادها. تمّ إنزال رأس القياس الماسي (هرم فيكرز) وضغطه على العينات بقوة بلغت 100 نيوتن لمدة 15 ثانية (الشكل 4).

يمكننا الحصول على عمق التصلب للمواد الراتنجية اعتماداً على الثخانة من المادة التي تمّ تصليبها بشكلٍ ملائمٍ أو على العمق الذي تبلغ القساوة المجهرية للمادة فيه نسبةً اصطلاحيةً 80% بين السطح القاعدي إلى السطح العلوي. تمّت مقارنة قيم القساوة المجهرية للسطح القاعدي لجميع العينات مع السطح العلوي الموافق لكلٍ منها (حساب النسبة بين القساوة المجهرية للسطح السفلي إلى السطح العلوي (bottom-to-top microhardness) (Ilie et al., 2012, Leprince et al., 2015, Jang et al., 2013).



الشكل 4. جهاز اختبار القساوة المجهرية لفيكرز Galileo Durometria

الدراسة الإحصائية Statistical Analysis:

تم إخضاع النتائج المأخوذة للتحليل الإحصائي الوصفي (الجدول 2) كما تم إجراء المقارنة بين المجموعات من خلال اختبار تحليل التباين الأحادي One Way ANOVA. تم اعتبار مستوى الدلالة $P > 0.05$.

النتائج Results:

الجدول 2. التحليل الإحصائي الوصفي لنتائج الاختبار للمجموعات المدروسة

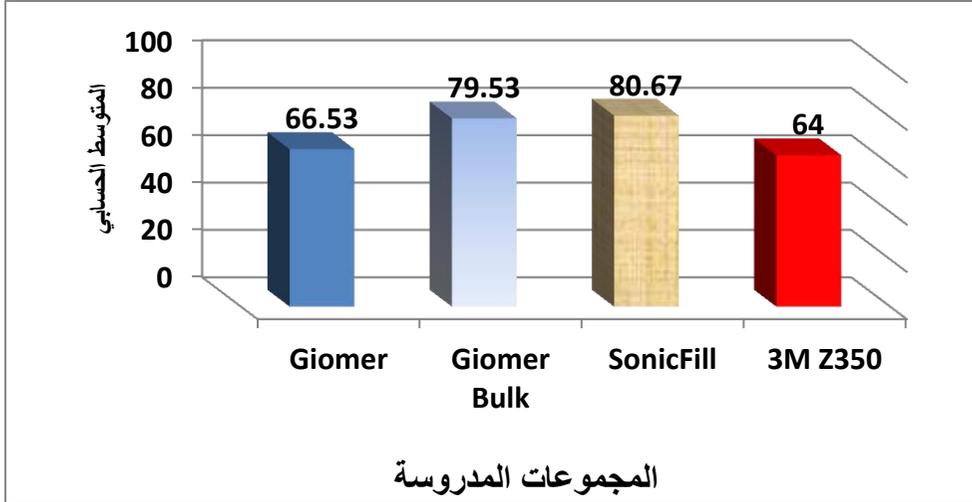
القياس	المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيمة الدنيا	القيمة العليا
نسبة القساوة القاعدية إلى السطحية	B II	66.53	4.98	59.0	75.0
	BB	79.53	9.06	63.0	89.0
	SF	80.67	10.81	64.0	98.0
	FZ	64.00	6.11	56.0	75.0

يمكننا ملاحظة ما يلي من الجدول 2:

بالنسبة لنسبة القساوة القاعدية إلى السطحية (المؤشر المستخدم لتقييم عمق التصلب) فقد حقق الراتنج 2 SonicFill أفضل النتائج حيث ترافق مع المتوسط الأعلى وفاق الراتنج Beautiful II بنسبة 21.25% والراتنج Filtek Z350XT بنسبة 26.05% والراتنج Beautiful Bulk Restorative بنسبة 14.33%.

ونوضح ذلك بالمخطط التالي (المخطط 1):

المخطط 1. متوسط النسبة بين القساوة القاعدية إلى السطحية لمجموعات الدراسة



- اختبار الفروق بين متوسطات النسبة بين القساوة المجهريّة القاعدية إلى السطحية bottom-to-top ratio في المجموعات المدروسة:

تمّ استخدام تحليل التباين ANOVA (الجدول 3) لاختبار معنوية الفروق بين متوسطات النسبة بين القساوة المجهريّة القاعدية إلى السطحية في المجموعات المدروسة وكانت النتائج كما يلي:

الجدول 3. نتائج تحليل ANOVA لاختبار النسبة بين القساوة القاعدية إلى السطحية

مصدر التباين	مجموعات المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	F	Sig.
بين المجموعات	3358.183	3	1119.394	17.142	000.
داخل المجموعات	3656.800	56	65.300		
الكلي	7014.983	59			

من الجدول السابق نلاحظ أن $P > 0.05$ وعليه توجد فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين متوسطات النسبة بين القساوة المجهريّة القاعدية إلى السطحية في المجموعات المدروسة ولاستنتاج أماكن تواجد تلك الفروق تمّ استخدام اختبار Benferroni ونوضحه في (الجدول 4):

الجدول 4. نتائج تحليل Benferroni لاختبار النسبة بين القساوة القاعدية إلى السطحية

مجموعة (I)	مجموعة (J)	فرق المتوسطات (I-J)	الانحراف المعياري	الدلالة
B II	BB	-13.00000*	2.95071	.000
	SF	-14.13333*	2.95071	.000
	FZ	2.53333	2.95071	1.000
BB	B II	13.00000*	2.95071	.000
	SF	-1.13333-	2.95071	1.000
	FZ	15.53333*	2.95071	.000
SF	B II	14.13333*	2.95071	.000
	BB	1.13333	2.95071	1.000
	FZ	16.66667*	2.95071	.000
FZ	B II	-2.53333-	2.95071	1.000
	BB	-15.53333*	2.95071	.000
	SF	-16.66667*	2.95071	.000

*. يعتبر الاختلاف دالاً إحصائياً عند مستوى 0.05.

حيث يتبين من الجدول السابق أن:

1. الفرق معنوي بين مجموعة Beautifill II وكلّ من المجموعتين Beautifill Bulk Restorative و SonicFill 2 ($P > 0.05$).

2. كما لوحظ أنّ الفرق معنوي بين مجموعة Filtek Z350XT وكلّ من المجموعتين Restorative و Beautifill Bulk SonicFill 2 ($P > 0.05$).

3. لا توجد فروق دالة إحصائياً بين مجموعتي Beautifill II و Filtek Z350XT (الراتجات التقليدية) أو بين مجموعتي Beautifill Bulk Restorative و SonicFill 2 (الراتجات الكتلية).

4. حققت الراتجات الكتلية المستخدمة في البحث (SF و BB) نسبة 80% لقساوة القاعدة إلى السطح وبالتالي فإن ادعاءات الشركات المصنعة لهذه المواد من ناحية عمق تصلبها مقبولة.

المناقشة Discussion:

في هذه الدراسة تم تقييم أثر استخدام تقنية الترميم بالكتلة الواحدة لأربعة أنواع من المواد الراتجية (اثان تقليديان واثان كتليان) على عمق التصلب الموافق (معدل القساوة القاعدية إلى السطحية). تبين أن عمق التصلب قد تأثر تبعاً لنوع المادة المستخدمة. أبدى الراتجان التقليديان (B II و FZ) قساوة سطحية أعلى مقارنةً مع الراتجين الكتليين (BB و SF) في حين ترافق الأخيران مع عمق تصلب أكبر. تبعاً لنتائج الدراسة الحالية تم إثبات ادعاء الشركات المصنعة للراتجات الكتلية فيما يخص عمق تصلبها الأكبر (4-5 مم) مقارنةً مع الراتجات التقليدية.

يستمر التماثر للمواد الراتجية المصلبة ضوئياً ببطء بعد إجراء التصلب ويمكن أن يتوقف بعد حوالي 24 ساعة (Yu et al., 2017a). تنقص بعض العوامل من نفوذية الضوء وبالتالي درجة التحول للمواد الراتجية. حيث تتضمن هذه العوامل تشتت الضوء الحاصل عند سطوح الحبيبات المألثة وامتصاصه من قبل مبدئات التفاعل الضوئية والمواد الصباغية (Van Ende, 2018). كما تؤثر شدة الضوء المصلب ونوعيته إضافةً إلى بعد رأس التصلب عن سطح الترميم الراتجي، ثخانة الطبقة الراتجية المراد تصلبها، لون المادة الراتجية وتركيبها (القالب العضوي وغير العضوي) على معدل التماثر الحاصل (Gonçalves et al., 2018). تتناقص شدة الضوء بازدياد البعد بين رأس التصلب وسطح الترميم. ينصح بوضع رأس

التصليب على بعد 1 مم عن سطح الترميم الراتنجي (Shortall et al., 1995). تتراجع الشدة الضوئية بحوالي 7% عند بعد 2 مم وتصل حتى 25% عند بعد 4 مم (Santos et al., 2019). لذلك استخدمنا في الدراسة الحالية لوحاً زجاجياً بثخانة 1 مم بحيث تم وضعه فوق العينات عند تصليبها لتوحيد بعده عن العينات. تم استخدام جهاز تصليب ضوئي من شركة TPC ذي شدة ضوئية 1400 ميكرو واط/سم².

قامت العديد من الدراسات بالتحري عن عمق التصلب للمواد الراتنجية المصلبة ضوئياً اعتماداً على قيم المساواة المجهرية السطحية والقاعدية للعينات حيث افترضت هذه الدراسات وجوب تحقيق مساواة قاعدية تبلغ 80% من المساواة السطحية للعينات حتى يعتبر عمق التصلب مقبولاً (Bouschlicher et al., 2004, Watts, 1984). يعتبر تحقيق درجة تحول عالية ومتجانسة لكامل ثخانة الطبقة الراتنجية المستخدمة مع تخفيض مراحل إنجاز الترميمات الراتنجية (استخدام تقنية الترميم بالكتلة الواحدة) الهدف الرئيس لكثير من أطباء الأسنان الممارسين. يتفق الباحثون على أن تطبيق وتصليب المواد الراتنجية بثخانات محدودة يحتاج وقتاً كبيراً لتنفيذه ويزيد من خطر حدوث التلوث بين الطبقات وهو ما يمكن أن يؤثر عكساً على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لهذه المواد (Abbas et al., 2003, Peutzfeldt and Asmussen, 2004, Moharam et al., 2017).

فيما يخص عمق التصلب فقد ترافقت الراتنجات الكتلية المستخدمة في الدراسة الحالية (BB و SF) بقيم أعلى بشكل دال إحصائياً ($P > 0.05$) مقارنة مع الراتنجات التقليدية (B II و FZ).

تتفق هذه النتائج مع دراسة Illie و Stark (Illie and Stark, 2014) حيث بين الباحثان أن عينات مادة SonicFill ترافقت بعمق تصلب أعلى وشفافية أفضل مقارنة مع بقية المواد المختبرة. صرح الباحثان بأن عمق التصلب الأكبر للراتنجات الكتلية يمكن أن يتم من خلال إنقاص نسبة المواد المألثة وزيادة حجمها. أما في مادة SonicFill فإنه وبالرغم من النسبة

العالية للمواد المائلة ضمنها إلا أن حجمها الأكبر يمكن أن يزيد من شفافية المادة (Kim et al., 2015).

بين **Jerri** وزملاؤه (Jerri, 2015) في دراستهم أن مادة SonicFill ترافقت مع قيم معدل التحول الأعلى مقارنة مع بقية الراتنجات الكتلية المختبرة (SonicFill، SDR، Surefil، Tetric EvoCeram و Fill GC flow). يمكن أن يعزى هذا الأمر إلى التركيب الكيميائي لهذه المادة والتي تحتوي 3-trimethoxysilylpropyl methacrylate (بنسبة 10-30%)، وTEGDMA و Bis-EMA. تمتاز وحيدات الجزيء هذه بكونها عالية المرونة وتمتلك وزناً جزيئياً ولزوجةً أقل. تسهم جميع هذه العوامل في امتلاك المادة لحركية عالية خلال التماثر وبالتالي زيادة درجة التحول (Ilie and Stark, 2014).

اختلفت نتائج دراسة **Tarle** وزملائه (Tarle et al., 2015) مع نتائج الدراسة الحالية حيث بين الباحثون أن مادة SonicFill لم تحقق نسبة 80% لمعدل قساوة قاعدة العينات إلى سطحها. يمكن أن يعزى هذا الاختلاف إلى استخدام الباحثين لمقياس القساوة نوب (KHN). تبين حديثاً أن توزع قيم القساوة المجهرية لنوب يكون غير متجانس حيث تكون منخفضة عند أو بالقرب من جدران القالب المستخدم لصناعة العينات مقارنة مع المركز. استخدم الباحثون في دراستهم قالباً نصف كروي (قطر 4 مم وارتفاع 8 مم) وقاموا بقياس قيم القساوة لنوب على طول السطح الموافق لجدران القالب المصنوع من الفولاذ اللاصدئ (Tarle et al., 2015).

أثبت الباحث **Moharam** وزملاؤه (Moharam et al., 2017) والباحث **Aldossarry** (Aldossarry, 2018) في دراستيهما وجود علاقة بين معدّلات القساوة المجهرية للمواد الراتنجية (القاعدية إلى السطحية) وطريقة تطبيق هذه المواد (سواءً بالطبقات المتعددة أو بالكتلة الواحدة) حيث استنتج الباحثون أن معدّلات القساوة تراجمت مع استخدام تقنية الترميم بالكتلة الواحدة وهو ما اختلف مع نتائج دراستنا الحالية. نعزو هذا الاختلاف إلى استخدام

الباحثين لطريقة الترميم بالطبقات المتعددة في صناعة العينات في حين تمت صناعة العينات في الدراسة الحالية وفق تقنية الكتلة الواحدة في جميع المواد وذلك لتحديد أثر تقنية الترميم والتركيز على أثر نوع المادة المستخدمة بحد ذاته (كتلية كانت أم تقليدية).

بين الباحثون Singla وزملاؤه (Singla et al., 2018) وAlshali وزملائه (Alshali et al., 2015) أن قيم عمق التصلب للراتنجات الكتلية كانت مشابهة للراتنجات التقليدية وهو ما اختلف أيضاً مع نتائج الدراسة الحالية. يمكن أن يعزى هذا الاختلاف إلى نفس السبب المذكور آنفاً وهو استخدام الراتنجات التقليدية وفق ثخانات لا تتعدى 2 مم.

اختلفت نتائج هذه الدراسة أيضاً مع دراسات Singla وزملائه (Singla et al., 2018)، Yu وزملائه (Yu et al., 2017b)، Dionysopoulos وزملائه (Dionysopoulos et al., 2016) وAl-Ahdal وزملائه (Al-Ahdal et al., 2015) فيما يخص عمق التصلب لمادة Beautifill Bulk Restorative. بين الباحثون أن هذه المادة لم تستطع تحقيق نسبة 80% لمعدل المساواة عند ثخانة 4 مم. يمكن أن يعزى هذه الاختلاف إلى اختلاف مدة التصلب المستخدمة حيث استخدم الباحثون زمن تصلب 20 ثانية في حين كان زمن التصلب المستخدم في الدراسة الحالية 40 ثانية. في حين اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسات Ilie وFleming (Ilie and Fleming, 2015) وTsujiimoto وزملائه (Tsujiimoto et al., 2017) فيما يخص عمق التصلب لهذه المادة.

الاستنتاجات Conclusion:

أثبتت نتائج الدراسة الحالية صحة ادعاء الشركات المصنعة للراتنجات الكتلية من حيث امتلاكها لعمق تصلب كافٍ يصل حتى 5 مم وهو ما يسمح بتطبيقها وفق تقنية الكتلة الواحدة كبديلٍ عن تقنية الترميم بالطبقات بنجاح الأمر الذي يعتبر مفيداً جداً خصوصاً في الأسنان الخلفية.

التوصيات والمقترحات: Recommendations and Suggestions:

- نوصي باستخدام المواد الراتنجية المركبة الكتلية في المنطقة الخلفية كبديل مقبول للراتنجات التقليدية يسهم في إنقاص الزمن اللازم لإنجاز هذه الترميمات وبالتالي إنقاص الحساسية لتقنية التطبيق.
- نقترح إجراء المزيد من الدراسات المخبرية والسريرية للتحري عن بقية الخصائص المرتبطة بالراتنجات المركبة الكتلية.

:References المراجع

- ABBAS, G., FLEMING, G., HARRINGTON, E., SHORTALL, A. & BURKE, F. 2003. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *Journal of dentistry*, 31, 437-444.
- AL-AHDAL, K., ILIE, N., SILIKAS, N. & WATTS, D. C. 2015. Polymerization kinetics and impact of post polymerization on the Degree of Conversion of bulk-fill resin-composite at clinically relevant depth. *Dent Mater*, 31, 1207-13.
- ALDOSSARRY, N. 2018. *Depth of Cure of Resin Composites: Effect of Incremental Layering versus Bulk Placement and Effect of Curing Light Type*, Nova Southeastern University.
- ALSHALI, R. Z., SALIM, N. A., SATTERTHWAITE, J. D. & SILIKAS, N. 2015. Post-irradiation hardness development, chemical softening, and thermal stability of bulk-fill and conventional resin-composites. *J Dent*, 43, 209-18.
- BAYNE, S. C. 2012. Correlation of clinical performance with 'in vitro tests' of restorative dental materials that use polymer-based matrices. *Dental Materials*, 28, 52-71.
- BOUSCHLICHER, M. R., RUEGGERBERG, F. A. & WILSON, B. M. 2004. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. *Operative dentistry*, 29, 698-704.
- CAMPDONICO, C. E., TANTBIROJN, D., OLIN, P. S. & VERSLUIS, A. 2011. Cuspal deflection and depth of cure in resin-based composite restorations filled by using bulk, incremental and transtooth-illumination techniques. *The Journal of the American Dental Association*, 142, 1176-1182.
- COLTENEN 2016. Fill-Up Scientific Documentation.
- CURTIS, A., SHORTALL, A., MARQUIS, P. & PALIN, W. 2008. Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin-based composite. *Journal of dentistry*, 36, 186-193.
- DIONYSOPOULOS, D., TOLIDIS, K. & GERASIMOU, P. 2016. The Effect of Composition, Temperature and Post-Irradiation Curing of Bulk Fill Resin Composites on Polymerization Efficiency. *Materials Research*, 19, 466-473.

- FLURY, S., HAYOZ, S., PEUTZFELDT, A., HÜSLER, J. & LUSSI, A. 2012. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dental materials*, 28, 521-528.
- GONÇALVES, F., CAMPOS, L. M. D. P., RODRIGUES-JÚNIOR, E. C., COSTA, F. V., MARQUES, P. A., FRANCCI, C. E., BRAGA, R. R. & BOARO, L. C. C. 2018. A comparative study of bulk-fill composites: degree of conversion, post-gel shrinkage and cytotoxicity. *Brazilian Oral Research*, 32.
- HERVÁS GARCÍA, A., LOZANO, M., CABANES VILA, J., BARJAU ESCRIBANO, A. & FOS GALVE, P. 2006. Composite resins: a review of the materials and clinical indications.
- ILIE, N., BUCUTA, S. & DRAENERT, M. 2013. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Operative dentistry*, 38, 618-625.
- ILIE, N. & FLEMING, G. J. 2015. In vitro comparison of polymerisation kinetics and the micro-mechanical properties of low and high viscosity giomers and RBC materials. *J Dent*, 43, 814-22.
- ILIE, N. & STARK, K. 2014. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent*, 42, 977-85.
- JANG, J., PARK, S. & HWANG, I. 2015. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Operative dentistry*, 40, 172-180.
- JERRI, B. A. Evaluate polymer degree of conversion of bulk-fill composite restoration. 2015.
- KARACOLAK, G., TURKUN, L. S., BOYACIOGLU, H. & FERRACANE, J. L. 2018. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulk-fill resin composites. *Dental materials journal*, 37, 206-213.
- KIM, E. H., JUNG, K. H., SON, S. A., HUR, B., KWON, Y. H. & PARK, J. K. 2015. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restor Dent Endod*, 40, 128-35.
- LEPRINCE, J. G., LEVEQUE, P., NYSTEN, B., GALLEZ, B., DEVAUX, J. & LELOUP, G. 2012. New insight into the "depth of cure" of dimethacrylate-based dental composites. *Dental Materials*, 28, 512-520.

- LEPRINCE, J. G., PALIN, W. M., VANACKER, J., SABBAGH, J., DEVAUX, J. & LELOUP, G. 2014. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *Journal of dentistry*, 42, 993-1000.
- MOHARAM, L.-M., EL-HOSHY, A.-Z. & ABOU-ELENEIN, K. 2017. The effect of different insertion techniques on the depth of cure and vickers surface micro-hardness of two bulk-fill resin composite materials. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9, e266.
- MOORE, B. K., PLATT, J. A., BORGES, G., CHU, T. G. & KATSILIERI, I. 2008. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Operative dentistry*, 33, 408-412.
- PEUTZFELDT, A. & ASMUSSEN, E. 2004. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *Journal of Dentistry*, 32, 109-115.
- POGGIO, C., LOMBARDINI, M., GAVIATI, S. & CHIESA, M. 2012. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 15, 237.
- PRICE, R. B., MURPHY, D. G. & DÉRAND, T. 2000. Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quintessence International*, 31.
- SANTOS, A., PROENÇA, L., POLIDO, M. & CRISTINA AZUL, A. 2019. Depth of cure of bulk-fill light cured composite resins with different initiators. *Annals of Medicine*, 51, 141-141.
- SHORTALL, A., WILSON, H. & HARRINGTON, E. 1995. Depth of cure of radiation-activated composite restoratives-Influence of shade and opacity. *Journal of Oral Rehabilitation*, 22, 337-342.
- SINGLA, M., RELHAN, N. & VIRDI, I. 2018. Comparative Evaluation of Depth of Cure of Three High Viscosity Bulk Fill Composites versus Conventional Composite: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry*, 14, 145-151.
- TARLE, Z., ATTIN, T., MAROVIC, D., ANDERMATT, L., RISTIC, M. & TAUBÖCK, T. T. 2015. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-

- viscosity bulk-fill resin composites. *Clin Oral Investig*, 19, 831-40.
- TSUJIMOTO, A., BARKMEIER, W. W., TAKAMIZAWA, T., LATTA, M. A. & MIYAZAKI, M. 2017. Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill comomers and resin composites. *Dent Mater J*, 36, 205-213.
- VAN ENDE, A. 2018. Bulk-fill composites. *Dental Composite Materials for Direct Restorations*. Springer.
- VIVADENT, I. Tetric EvoCeram Bulk Fill Scientific Documentation.[Internet]. Schaun: Ivoclar Vivadent; 2013 [cited 2013 Jun 25].
- WATTS, D. 1984. Characteristics of visible-light-activated composite systems. *Br Dent J*, 156, 209-215.
- YAP, A. 2000. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement: Impact of cavity depth and exposure time. *Operative Dentistry*, 25, 113.
- YU, P., YAP, A. & WANG, X. 2017a. Degree of conversion and polymerization shrinkage of bulk-fill resin-based composites. *Operative dentistry*, 42, 82-89.
- YU, P., YAP, A. & WANG, X. Y. 2017b. Degree of Conversion and Polymerization Shrinkage of Bulk-Fill Resin-Based Composites. *Oper Dent*, 42, 82-89.

