الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الاسنان
قسم مداواة الاسنان

ترميمات الكمبوزيت التجميلية المطبقة بتقنية الكتلة الواحدة

Resin Composite Application Using Bulk Fill Technique

مراجعة نظرية

بحث علمي مُعّد لنيل درجة ماجستير التأهيل والتخصص في طب الأسنان التجميلي

اعداد الباحث :
علاء عبد السلام صالح

إشراف :
الاستاذة الدكتورة
كيندا ليوس
استاذة في كلية طب الاسنان / قسم مداواة الاسنان

2024 م

تصريح

لا يوجد أي جزء من هذه الاطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو انجز للحصول على شهادة اخرى في هذه الجامعة أو في أي جامعة اخرى أو معهد تعليمي

الاهداء

إلى من بفضل برها أسير وببركة دعائها استنير

إلى من أشعلت لي أول شمعة ....

إلى دفء حياتي ونور دربي .... إلى من كانت أختي وصديقتي وسبب نجاحي ....

جنتي ... أمي الغالية

إلى رمز العطاء والتفاني .. إلى القلب الكبير الذي كان مصدراً للأمان ... إلى من أعطى وأعطى دون مقابل .

أبي الغالي

إلى رفيقة الدرب وصديقة الأيام بحلوها ومرها ... إلى من وقفت بجانبي وساندتني.... إلى نصفي الآخر وشريكة حياتي ....

زوجتي الغالية

إلى أجمل قدر في دنياي وأعظم كنز وهبني الله إياه ..... إلى من هم سندي وعوني وملاذي في كل حين .....

أخوتي واخواتي

إلى فلذات كبدي ورياحين حياتي .... أولادي حلا و عمر

إلى من قضيت معهم أجمل أيامي .....

إلى من شاركوني سنوات دارستي بحلوها ومرها .... إلى رفاق دربي .....

أصدقائي وزملائي

شكر وعرفان

بسم الله الرحمن الرحيم ..... والحمد لله رب العالمين .....

بعد أن من الله علي باتمام هذا البحث لا بد لي بأن أتوجه بأرقى كلمات الشكر والعرفان لاساتذتي الأفاضل في كافة الأقسام واخص بالذكر قسم المداوة وطب الأسنان التجميلي الذين أفادوني بعلمهم ومعرفتهم الواسعة .

و أخص بالذكر استاذتي الفاضلة الدكتورة كيندا ليوس في قسم المداواة في كلية طب الاسنان بجامعة دمشق .... فجزيل شكري و امتناني لهذه القامة العلمية على ما قدمه لي من توجيهات ومعلومات قيمة ساهمت في إثراء هذا البحث فله مني كل المحبة والتقدير والاحترام.....

كما أتوجه بالشكر الخالص إلى استاذي الغالي الأستاذ حسان عاشور رئيس قسم مداوة الأسنان في جامعة دمشق على إهتمامه وحبه فكانت مثلا يحتذى به في العطاء فلها مني كل التقدير والاحترام

و أتوجه بالشكر الجزيل إلى المدرس وائل اليوسف المدرس في قسم مداواة الاسنان في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق الذي تشرفت بحضوره لتحكيم هذا البحث و إغنائه بملاحظاته القيمة .

كما أتقدم بخالص الشكر الى عميد كلية طب الاسنان بجامعة دمشق الأستاذ الدكتور محمد عاطف درويش على كل ما قدمه و يقدمه للارتقاء بالسوية العلمية في كلية طب الأسنان بجامعتنا الغالية

جدول الاختصارات:

الاختصارات

المصطلح الاجنبي	المصطلح العربي
CQ Camphor Quinone	الكامفركينون
RBC Resin Based Composite	مواد الترميم ذات الأساس الريزيني
VHN Vicker Hardness Profile	مقياس القساوة المجهري
AFR Annual Failure Rates	معدل الفشل السنوي
Bis-GMA Bisphenol-A Glycidyl Methacrylate	بسفينول-أ غليسيديل ميتاكريلات
UV Ultra Violate	الأمواج فوق البنفسجية
UDMA Urethane Dimethacrylate	يوريثان ثنائي الميتاكريلات
EGDMA Ethylene Glycol Dimethacrylate	ايثيلين غليكول ثنائي الميتاكريلات
TEGDMA Triethylene Glycol Dimethacrylate	ثلاثي الايثيلين غليكول ثنائي الميتاكريلات

DMAEMA **Dimethylaminoethyl Methacrylate**	**ثنائي ميتيل أمينو ايتيل** **ميتاكريلات**
4EDMA **B 4Ethyl Dimethylaminobenzoate**	**ايتيل ثنائي ميتيل** **أمينو بنزوات**
CEMA **N, N-Cyanoethyl-Methylaniline**	**سيانو ايثيل ميتيل** **أنيلاين**

ذ

المقدمة

Introduction

المقدمة :

- حاول العلماء و الباحثون في طب الأسنان منذ عدة عقود إيجاد مادة مرممة تجميلية تحل محل خليطة الأملغم التقليدي (Lee H . 1985) واصبحت مواد الترميم التجميلية الخيار العلاجي الاول لدى الاطباء والمرضى على حد سواء (Al mansour 2015 . da Rose et al 2011)

- طوَرت الراتنجات المركبة مع بداية عام 1970 ، واستخدمت على نطاق واسع كترميمات تجميلية مباشرة كما أظهر طب الأسنان التجميلي تقدماً كبيراً في مجال المواد والتكنولوجيا منذ القرن الماضي.
إن المواد التي تم استخدامها في مجال الترميمات التجميلية عديدة نذكر منها :اسمنت السيليكات، الاسمنت الزجاجي الشاردي، راتنجات الإكريل، والكمبوزيت .
- بدأ التاريخ الحديث للمواد الترميمية التجميلية من قبل Fletcher الذي أدخل اسمنت السيليكات في عام 1878 ، وفي مرحلة لاحقة تم الاستغناء عن اسمنت السيليكات لما له من آثار سلبية تمثلت بالقوى الضعيفة، تسبب تهيج للنسيج اللبي، عدم تحقيق خاصية اللمعان، بالإضافة تحتاج إلى تحضير تقليدي كبير للحفر المعدة للترميم بالسيليكات.

- عام 1962 طور مادة بوليميرية مقاواة بجزيئات Bowen في محاولة من أجل تحسين الترميمات التجميلية أدخل السيليكات استخدمت كمادة مالئة .وسميت هذه المواد بالكمبوزيت.
على مدى العقدين الماضيين، كان هناك تقدم كبير في مجال تطوير وتطبيق الراتنجات المركبة .في البداية كان الكمبوزيت مادة ترميمية منصوح بها للأسنان الأمامية، ولكن حالياً أصبحت واحدة من أكثر المواد شيوعاً لترميم كلا المنطقتين الأمامية والخلفية للأسنان (Garg A and Garg N 2015)

كما واجهت ترميمات الكمبوزيت العديد من الصعوبات من خلال صعوبة تطبيقها والتعامل معها في ظل قيود العزل الكامل والمكان المحدود ووضرورة تشكيلها ومراعاة الشكل التشريحي للأسنان .
على الطرف الآخر كانت بديل ممتاز عن ترميمات الأملغم من خلال مراعاتها للون والشكل وقابلية التلميع إلا أنه كان هناك مشكلة التقلص التصلبي والحساسية التالية للأسنان المطبق عليها خاصة في حالة الترميمات الكبيرة ، لذلك كانت في الطرق التقليدية تطبق وتصلب على شكل دفعات في سياق الحد من التقلص التصلبي ،
كما وتتطلب ترميمات الكمبوزيت التقليدية تطبيقها على طبقات متتالية ، وذلك لتقليل الضغوط المترافقة مه التقلص التصلبي الذي يعتبر من اكثر مشاكل هذه الترميمات جدلا

وكما تنصح الشركات المصنعة لترميمات الكمبوزيت التقليدية بثخامة لا تتجاوز 2 ملم لكل طبقة يتم تطبيقها ، وذلك لضمان التماثر الجيد ودرجة التحول العالية وتخفيف الجهود الداخلية ومن سلبيات هذه التقنية انها حساسة وتستهلك الكثير من الوقت وامكانية التلوث بين الطبقات المتتالية .

- تم تقديم ترميمات الكمبوزيت Bulk fill للتغلب على بعض سلبيات ترميمات الكمبوزيت التقليدية .
- مكنت ترميمات الكمبوزيت المطبقة بطريقة الكتلة الواحدة Bulk Fill Composite الطبيب حالياً من اكمال عديد الترميمات الخلفية المباشرة بشكل أبسط وأسرع بما في ذلك ترميمات الصنف الخامس،
وختم الميازيب، والشقوق المنتشرة بالمقارنة مع التقنيات الأخرى السابقة التي تتطلب البناء المتزايد لترميمات الكمبوزيت.
ويمكن تطبيق هذه الترميمات ككتلة واحدة لعمق 4-6 ملم وتدعي الشركات المصنعة لهذه المواد خصائص ميكانيكية ومقاومة اهتراء افضل .

ذ

الهدف من الدراسة
Aim of the study

الهدف من الدراسة: Aim of the study

- التعرف إلى تقنيات الترميم بأكترمن طريقة والتركيزعلى تقنية الكتلة الواحدة وفروقاتها عن التقنيات التقليدية :

1 - باستعمال الكمبوزيت الكتلي السيالFlowable Bulkfill Composite

2 - باستعمال الكمبوزيت الكتلي القابل للنحت (Bulkfill Composite) Sculptable Composite

3 - عرض دراسات سابقة تتعلق بموضوع البحث .

المراجعة النظرية Literature review

1-1 مراجعة تاريخية لتطور الكمبويت

- استخدم أطباء الأسنان قبل اكتشاف مواد الراتنج المركب نوعين من المواد المرممة ذات الألوان الشبيهة بلون الأسنان الطبيعية لترميم الآفات النخرية في الأسنان الأمامية وهي: اسمنتات السيليكات ومادة البولي ميتيل ميتاكريلات ((PMMA) (Ritter & Walter 2019

. استخدمت اسمنتات السيليكات لأول مرة من قبل (Thomas Fletcher) في أواخر القرن التاسع عشر، وكانت المادة المرممة المباشرة التجميلية الوحيدة للأسنان الأمامية، تكونت اسمنتات السيليكات بشكل أساسي من مسحوق جزيئات فلورو – المينوسيليكات الزجاجية وسائل حمض الفوسفور (Antoniac 2016)، وحققت ناحية جمالية مقبولة إلى حد ما لكنها كانت ذات خواص فيزيائية ضعيفة، بالإضافة لغياب الثبات اللوني، والأهم انحلالها بسهولة بفعل السوائل الفموية، كان من المتوقع الترميمات السيليكات أن تدوم لمدة (3) إلى (5) سنوات ثم يجب استبدالها بترميمات جديدة، لكن هذه المادة تمتعت بميزة أساسية وهي تحريرها لكمية من الفلور أثناء انحلالها مما منع حدوث نكس نخر في الأسنان المرقمة بالسيليكات (Ritter & Walter، 20190).

وفي مرحلة لاحقة تم الاستغناء عن اسمنت السيليكات لما له من آثار سلبية تمثلت بالقوى الضعيفة، تسبب تهيج للنسيج اللبي، عدم تحقيق خاصية اللمعان، بالإضافة انها تحتاج إلى تحضير تقليدي كبير للحفر المعدة للترميم بالسيليكات ، أما المادة الأخرى ذات اللون الشبيه بلون الأسنان الطبيعية التي استخدمت كمادة مرممة مباشرة كانت الـ (PMMA)، حيث تكونت من مسحوق جزيئات الميتيل ميتاكريلات غير المتماثرة مع مبدئ التماثر وسائل عبارة عن ميتيل أحادي الميتاكريلات، وكسابقتها حققت هذه المادة ناحية جمالية مقبولة إلى حد ما، لكلها ترافقت مع مشكلة ضعف الخواص الفيزيائية والثبات اللوني، وأهم مساوئ هذه المادة كانت التقلص التصلبي الكبير (حوالي 3 أضعاف التقلص التصلبي لأنواع الراتنج المركب الحديثة، مما يؤدي لتشكل فجوات كبيرة من المادة المرممة وجدران الحفرة تسمح بحدوث شرب حفافي وبالتالي نكس نظر وبذلك وعلى الرغم من كون مادة الـ (PMMA) قد تطورت زمنياً بعد اسمنتات السيليكات، إلا أن أداءها السريري كان أسوا منها (2019) Ritter & Walter)، ولم تنفع المحاولات لتحسين مادة الـ (PMMA) في حل مشكلاتها السريرية، حتى الفترة ما بين نهاية الخمسينيات وبداية الستينيات عندما بدأ Dr Rafael Bowen) العمل على استخدام مشتقات الإيبوكسي والميتاكريلات ذات الوزن الجزيئي المرتفع ودمجها مع مالنات غير عضوية، فظهر ما يعرف بالقالب الراتنجي (Bis-GMA) أو (Bowen's resin) الذي كان كيمائي التماثر فقط في بداية ظهوره وفتح الطريق أمام التطوير التجاري لمواد حاوية على مالئات غير عضوية عرفت باسم الراتنج المركب وكان الاستخدام الأول لها بشكل معجون

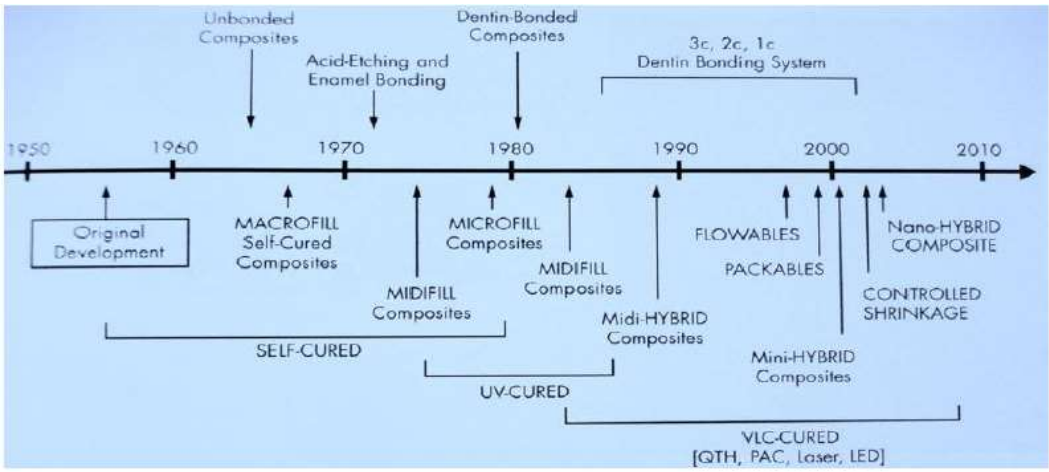
/ سائل من قبل (Robert Chang) عام (1969) و (Henry Lee) عام (1970) ، الذي سوق تجارياً لراتنج مركب بشكل معجون / معجون تحت اسم (Adaptic) (Rueggeberg, (2002)

- تطور استخدام الراتنج المركب بشكل كبير مع تطور طرائق لربط الترميم مع النسج المينائية بعد التخريش الحمضي. وقد لا يوجد أي اكتشاف صنع تغييراً جذرياً في معتقدات و طرائق ممارسة مهنة طب الأسنان مثل اكتشاف الربط عام (1955)، عندما قارن (Dr Micheak Buonocore بين معالجة النسج المينائية المحيطةبالحفرة المحضرة بوساطة محلول فوسفو موليبدات يُضاف إليه تنغستات الصوديوم و (10%) من حمض الأوكزاليك أو بوساطة حمض الفوسفور بتركيز (85) للحصول على ثبات ميكانيكي للبوليميرات، ووجد أن استخدام حمض الفوسفور كان أسهل ونتائجه أفضل 1955 ،Buonocore). ولكن لم تستخدم هذه الطريقة بشكل عملي مع المواد المرممة ذات الأساس الراتنجي حتى أواخر الستينيات (Buonocore, 1981

- بعد ذلك اتجه العلماء لتطوير مواد الراتنج المركب ذات التصلب الضوئي للتخلص من المزج وعيوبه ، حيث قدمت أول مادة تصلب بالاشعة فوق البنفسجية 350 نانومتر عام1970 ، إلى انه لم يثبت كفائته بسبب النقص في عمق التصليب ، أي بلمرة سطحية فقط ، مما جعل الابحاث تتجه الى راتنجات مركبة تتصلب بالضوء المرئي (الأبيض 427 – 491 نانومتر) حيث قدمت فوائد جمّة عام 1982 0لقد ادخلت الذرات المالئة الجهرية كجزيئات داعمة ، للحصول على راتنجات أكثر قابلية للصقل ، فظهر الراتنج المركب صغير الجزيئات ،ومن ثم فائق الدقة خلال السبعينات ، وفي الثمانينات أدخلت الراتنجات المركبة الهجينة ترافق ذلك مع تطور سريع لآلية ارتباط هذه المواد مع بنية السن (Garg et al, 2015،) .

وفي إطار هذه التحديثات المتتالية ظهر الراتنج المركب السَيال ، وأدت الدراسات القائمة على استخدام الراتنجات على الناحية الخلفية ، لإنتاج راتنج مركب قابل للدكَ كبديل للاملغم السني وتستخدم حالياً بشكل واسع على الأسنان الخلفية .

وأضافت التطورات الصناعية الحديثة تقنيات رائعة تتضمن تطبيق تقنية النانو في مجال المواد السنية الترميمية ، فظهر بعد عام 2000 النوع الأحدث من الراتنج المركب ، وهو الراتنج المركب النانومتري((Summitt 2006 .)



التطور التاريخي للراتنج المركب / شكل /

2-1 تصنيف انواع الكمبوزيت :

- طورت خلال فترة السبعينات مجموعة من مواد الكمبوزيت كانت تدعى بمواد الكمبوزيت التقليدية ذات الذرات المالئة الضخمة Macrofill وكانت تحتوي على ذرات ضخمة من السيليكات والكوارتز، الشكل (1) حيث حققت تحسنا كبيرا في الخواص الميكانيكية والفيزيائية وظاهرة امتصاص الماء والتقلص التصلبي والتمدد الحراري مقارنة مع الإكريل غير المملوء.

لكن عانت هذه المواد من ظاهرة خشونة السطح الخارجي بسبب السحل والتآكل الحاصل في القالب الراتنجي الناعم المحيط بالجزيئات المالئة ذات القساوة الأعلى .ولحل هذه المشكلة تمت إضافة ذرات مالئة صغيرة الحجم وموزعة بشكل واسع ضمن القالب الراتنجي .(2)

سامحة بذلك للجزيئات الأكبر بتشكيل % 90 - 80 من الوزن وتشكيل % 77 - 65 من الحجم الكلي للكمبوزيت حققت هذه الإضافة زيادة في نعومة سطح الترميمات الراتنجية النهائية كما ساهمت بإنقاص التقلص التصلبي وأدت إلى زيادة مقاومة الاهتراء. Mccabe et al, 2013

- استمرت التحسينات والتطويرات في حجوم الجزيئات المالئة، ونتج عن ذلك ظهور مواد الكمبوزيت ذات الذرات المالئة فائقة الدقة في العام 1975 و

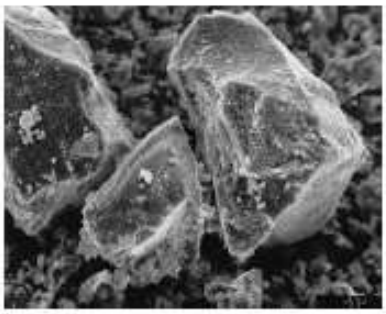
الكمبوزيت الهجين في العام1989

والكمبوزيت القابل للدك والكمبوزيت السيال في العام 1996

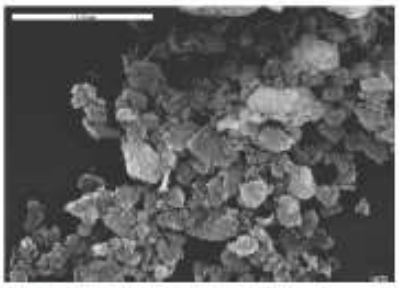
والكمبوزيت الهجين المعدل عام 2000 (Moezzyzadeh 2012)

وظهر في الآونة الأخيرة نوع من الكمبوزيت قليل التقلص

ويدعى بالكمبوزيت السيلوراني في العام 2007 Sakaguchi et al, 2012



الشكل (1): جزيئات الكوارتز ذات الأحجام المختلفة من 1-30 ميكرون الموجودة ضمن مواد الكمبوزيت التقليدية (Natarajarathinam 2010).



الشكل (2): الجزيئات المالئة صغيرة الحجم المضافة للكمبوزيت والمتراوحة في الحجم بين 0.1-10 ميكرون (Natarajarathinam 2010).

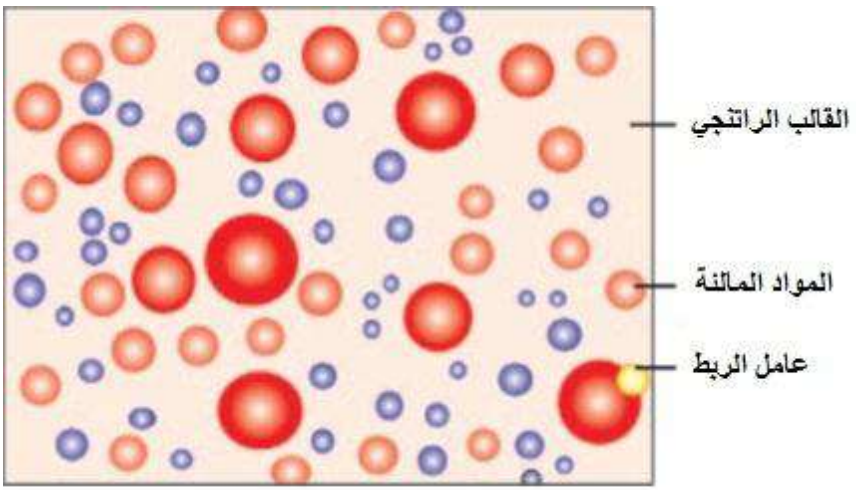
3-1 التركيب الكيميائي للكمبوزيت :

التركيب الكيميائي للراتنجات المركبة:

- الراتنج المركّب (الكمبوزيت)عبارة عن مركّب ثلاثي الأبعاد لمركّبين كيميائيين على الأقل مع سطوح واضحة تتألف بشكل عام مواد الراتنج المركّب من عدة عناصر ,العناصر الأساسية هي القالب الراتنجي أو العضوي , والجزئيات المالئة اللاعضوية ,بالإضافة إلى العنصر الرابط الذي يعتبر ضروري لربط الجزئيات المالئة مع القالب الراتنجي ومن الضروري أيضاً وجود نظام لتنشيط عملية التّماثر ,وقد طورت مواد إضافية ذات مقادير صغيرة من أجل الثّبات اللوني ومنع حدوث التّماثر المنجز قبل أوانه وبالطبع سوف تحتوي هذه المواد مكونات اللون لتلوين المادة لتلائم ألوان الأسنان. و تعتمّد خصائصها على عدَة عوامل تتعلق بالقالب البوليميري ,الجزيئات المالئة ,وعامل الربط بين القالب البوليميري و الجزيئات المالئة .

تتألف مواد RBC من أربع مكوزات أساسية هي :

- القالب العضوي (الراتنجي) organic matrix ، الجزيئات المالئة filler practicls ، عنصر المزاوجة (Lee et al 2006) coupling agent ، مبدئات التماثر (تتنشط كيميائيا أو ضوئيا) (Aschheim 2016)



رسم توضيحي لمكونات الراتنج المركب

1-3-1 القالب العضوي أو الراتنجي: Organic Resine Matrix

- يعد القالب العضوي المكون الأساسي لمواد RBC حين باقي المكونات تُضاف إليه، ويتألف من :
- وحيدات تماثر (Monomers) تتحول عند تماثرها من طور سائل إلى شبكة من البوليميرات المترابطة (Polymers)، وينتج عن عملية التماثر جذور حرة (Aschheim2015 b

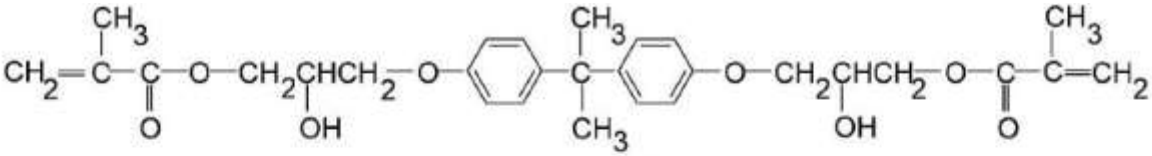
استخدمت مجموعة الميتاكريلات كقالب راتنجي كونها سريعة التماثر وأشهرها :

- (Bis-GMA) : Bisphenol A Glycidyl Methacrylate أكثر وحيدات التماثر المستخدمة كقالب راتنجي في مادة الراتنج المركب، يتميز بخواص ميكانيكية وفيزيائية عالية بسبب وزنه الجزيئي المرتفع لكن لزوجته المرتفعة تعيق إمكانية إضافة الجزيئات المالئة، لذلك يحتاج لوحيد تماثر مخفف أكثر مرونة **(Antoniac، 2016)**

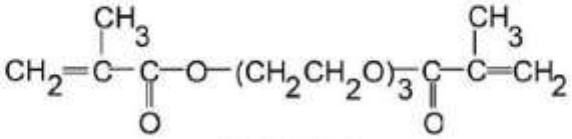
UDMA : Urethane Dimethacrylate يتميز بسلسلة قصيرة ولزوجة منخفضة مما يسهل إضافة الجزيئات المالئة بكمية كافية نسبياً دون الحاجة لإضافة وحيد تماثر مخفف، لكن الراتنجات المركبة ذات القالب الراتنجي (UDMA) تكون أكثر قصافة بعد التماثر وأكثر قابلية التقلص التصلبي من الرائتجات ذات القالب الراتنجي (Bis-GMA) LeGeros. 1967

TEGDMA : Triethylene Glycol Dimethacrylate يتميز بحجم جزيئاته الصغير مقارنة مع (Bis-GMA)، واحتوائه على نسبة عالية من الروابط المزدوجة، مما يسهل تفاعل البلمرة، ولكن يؤدي لتقلص تصلبي أكبر، وتأثير سلبي على خواص المادة مثل امتصاصها للماء، وغالباً يستخدم وحيد التماثر هذا كمخفف لزوجة لوحيدات التماثر الأخرى مثل (Bis-GMA) Asmussen 1982

(Bis-EMA) Ethoxylated Bisphenol-A-Dimethacrylate) مونومير لزج يشبه (Bis-GMA ولكنه أقل قابلية لامتصاص الماء، مما يسمح باستخدامه كبديل جزئي أو كلي لل Bis-GMA في الأنواع الحديثة من الرائج المركب (2002, Sideridou, Tserki&Papanastasiou)



Bis-GMA

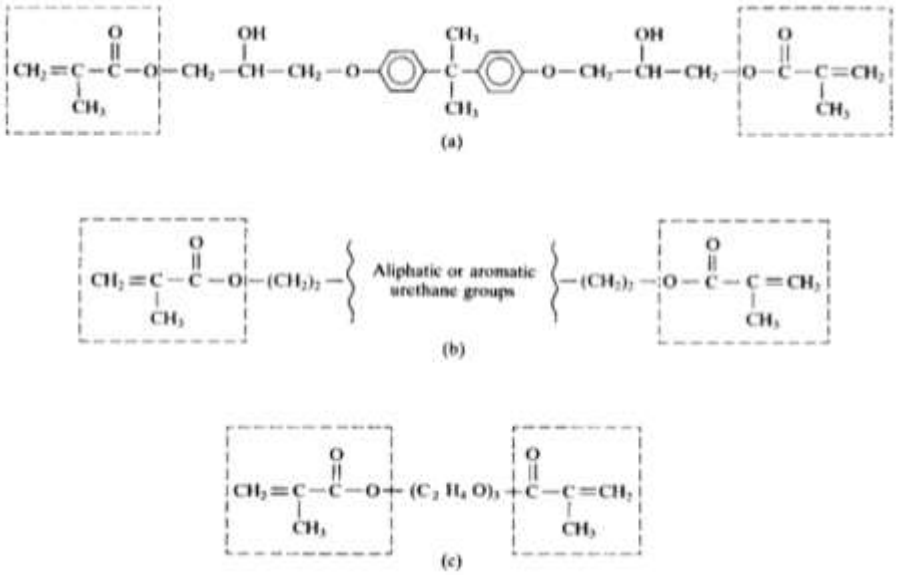


TEGDMA

يمتلك القالب الرتنجي العديد من الخواص المهمة ، فهو الجزء الذي يتماثر ليشكل كتلة صلبة ويرتبط مع بنية السن ، وبنفس الوقت يمتلك نواحي قصور فهو الجزء الاكثر ضعفاً والأقل مقاومة للاهتراء ، كما أنه يمتص الماء وقابل للتصبغ والتغير اللوني ، لذلك تحاول الشركات المنتجة التقليل من القالب الراتنجي من خلال زيادة محتوى الكمبوزيت بالمواد المالئة (Sterwart et al 2013)

1-1-3-1 مزج المونوميرات

في السنوات الماضية، استخدمت معظم الراتنجات المركبة (Bis-GMA) كوحيد تماثر أساسي في تركيب القالب الراتنجي، ثم استخدم مزيج من وحيدات التماثر مثل (UDMA) أو TEGDMA مع أو من دون Bis-GMA وأصبح مزيج Bis-GMA، و UDMA أكثر وحيدات التماثر المستخدمة في الراتنجات المركبة الرائجة حالياً (Antoniac، 2016).



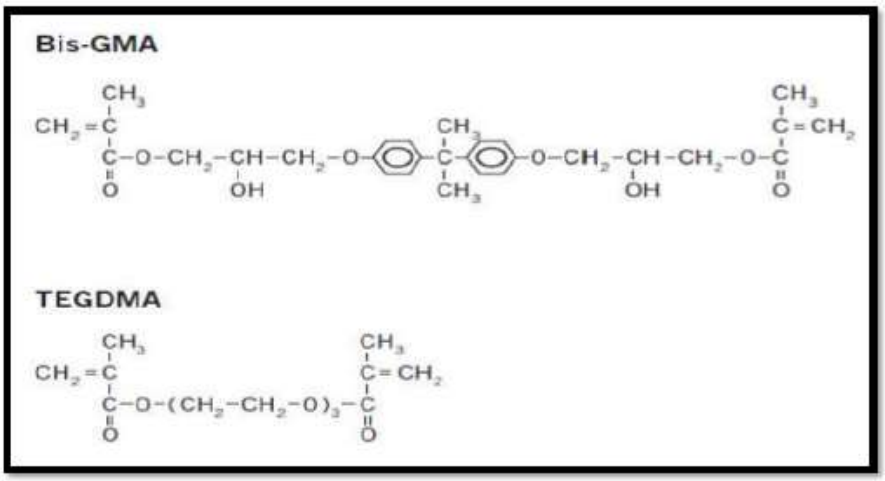
شكل (a) Bis-GMA،(b) UDMA ،©TEGDMA

يعد مونومير Bis-GMA من المونوميرات الأولى التي استخدمت في تشكيل القالب الراتنجي للمواد السنية ، ويحتوي على زمرتي فينيل تمنحان القساوة للمونومير وعلى مجموعتي هيدروكسيل تساعدان في الارتباط بين الجزيئيات . (Zimmerli et al., 2010) لكن يتمتع هذا المونومير بدرجة لزوجة عالية مما يجعل من الصعب تطبيقه سريرياً ولتسهيل التعامل السريري تمت إضافة مونوميرات أخرى ذات وزن جزيئي منخفض ولزوجة منخفضة مثل TEGDMA و EGDMA

Triethylene Glycol Dimethacrylate

Ethylene Glycol Dimethacrylate

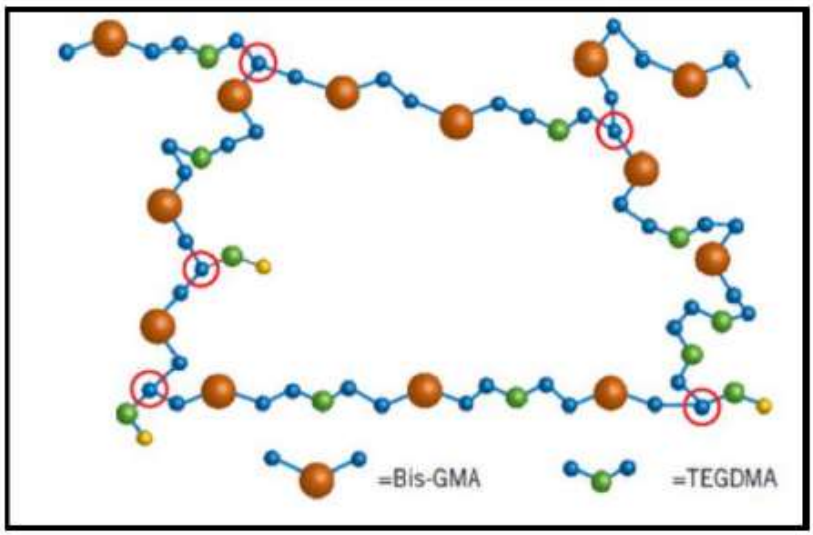
والتي تنقص من لزوجة Bis-GMA Peutzfeldt 1995



شكل 1: البنية التركيبية لمونومير Bis-GMA ومونومير TEGDMA (Natarajarathinam, 2010)

كما أن الزيادة في نسبة المونوميرات منخفضة اللزوجة يؤدي لزيادة التقلص التصلبي ، وغالباً يتم استخدام Bis-GMA 75% **و** TEGDMA 25 % للحصول على كثافة مادة مقبولة عند التطبيق.

(Gonçalves et al., 2008)



شكل 2: البنيةَ التركيبيةَ لقالب راتنجي يحوي كلا من مونوميري Bis-GMA و TEGDMA

.(Natarajarathinam 2010)

2-3-1 الجزيئات المالئة Filler Particles :

أدت عملية دمج الجزيئات المالئة ضمن القالب الراتنجي إلى تحسين خصائصه بشكل عام، حيث يؤدي وجود كمية أقل من الراتنج في البنية النهائية للكمبوزيت إلى إنقاص التقلص التصلبي بالمقارنة مع الكمبوزيت غير المملوء (إذا كانت المالئات المضافة الى القالب الراتنجي صغيرة فإنه يدعى بغير المملوء أي بنسبة **2-1 %** (Leinfelder 1993)

- تعمل الجزيئات المالئة غير العضوية على تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمواد RBC قد يكون منشأ الجزيئات المالئة من مادة يوتيربيوم ثلاثي الفلور Ytterbium trifluoride ، أو أكسيد المنيوم، أو ثنائي أكسيد السيليكون، أو من الكوارتز والزجاج والسيليكا . تشتق الجزيئات فائقة النعومة من السيليكا، في حين تشتق الجزيئات الناعمة من الكوارتز والزجاج .إن زيادة المحتوى من المواد المالئة ينقص التقلص التصلبي ومعامل التمدد الخطي وامتصاص الماء ويرفع من مقاومة الشد والانضغاط ومقاومة الاهتراء Kim et al., 2002

كما وتعتبر الجزيئات المالئة الأصغر ذات خواص إنهاء أفضل من الجزيئات المالئة الكبيرة غير المنتظمة

Marghalani, 2010

Class of Filler	Particle size
Macrofillers	10 to 100 µm
Small/fine fillers	0.1 to 10 µm
Midfillers	1 to 10 µm
Minifillers	0.1 to 1 µm
Microfillers	0.01 to 0.1 µm (agglomerated)
Nanofillers	0.005 to 0.1 µm*

تصنيف الكومبوزيت حسب حجم الذرات المالئة

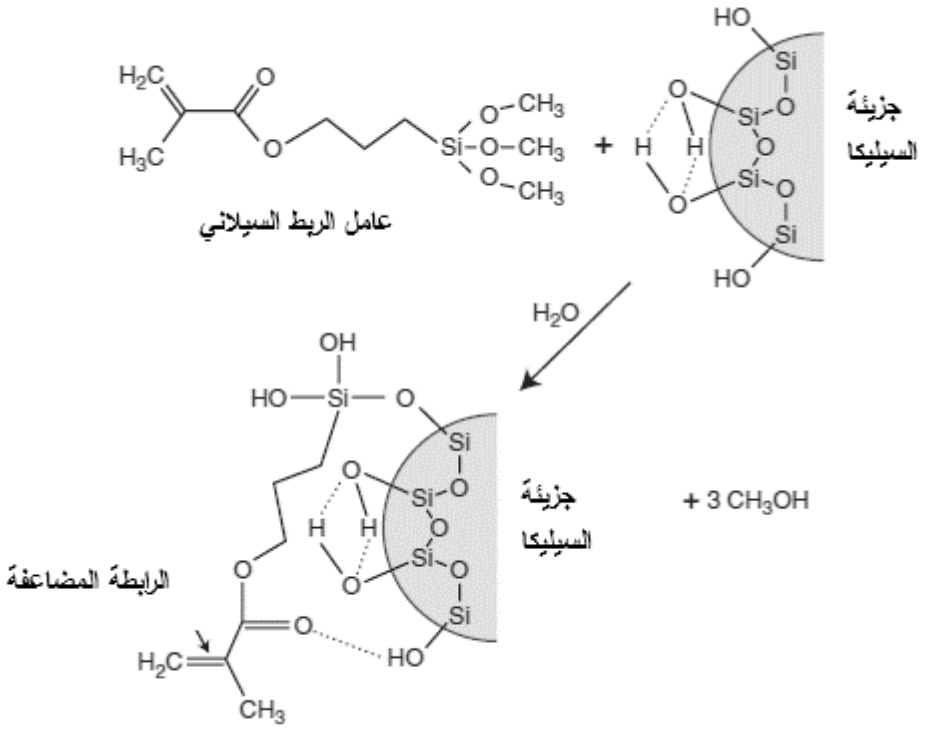
3-3-1 عامل الربط المزاوج Coupling Agent :

تحصل مواد RBC على الخواص الميكانيكية الجيدة والاستقرار من خلال الترابط الجيد بين القالب الراتنجي العضوي والجزيئات المالئة غير العضوية بوساطة عنصر المزاوجة السيلان Heymann et al 2012 -

تُغطى الجزيئات المالئة (في مواد الكمبوزيت الحديثة جميع الأنواع تعتمد على مالئات السيليكا) بمادة السيلان قبل إضافتها إلى القالب الراتنجي حيث يمتلك عامل المزاوجة نهايتين إحداها تحوي على مجموعة السيلان التي ترتبط مع المواد المالئة و النهاية الأخرى تحوي مجموعة الميتاكريلات التي ترتبط مع القالب الراتنجي (Ikejima et al., 2003) ، والهدف من إضافة عنصر المزاوجة هو نقل الجهود إلى الجزيئات المالئة بهدف تحسين الخواص الميكانيكية لمواد RBC (St-Pierre, 2011 .) (شكل 5)

وتعد السيلانات العضوية 3-Methoxy Propyltrimethoxysilane من أكثر عوامل الربط استخداماً ، والتي يكون عمل العوامل المزاوجة أفضل ما يكون مع ذرات السيليكا Garg et al, 2015

- يتم عادة تعديل المواد المالئة بشوارد أخرى لتضفي تغييرات مرغوبة في الخواص .تجعل شوارد الألمنيوم والليثيوم الزجاج أكثر قابلية للتكسر لتكوين ذرات صغيرة .بينما أضيفت شوارد اليوتيربيوم والزركونيوم والبورون والزنك والباريوم لكي تعطي ظلاليه للذرات المالئ .ويمكن للتعديل المفرط للمواد المالئة أن ينقص فعالية مادة السيلان المزاوجة.



شكل 5 البنية الكيميائية لعامل الربط السيلاني مع رسم توضيحي لآلية عمله

1-3-3 -1 وظائف عوامل الربط كما يلي :

-تشكل جسوراً تربط الجزيئات المالئة مع القالب الراتنجي بشكل محكم.

- تحسن الخواص الميكانيكية للراتنج المركب، وتقلل إمكانية انفصال الجزيئات المالئة عن القالب الراتنجي بفعل السحل السريري.

- تؤمن وسطاً يسمح بتوزع الجهود بين الجزيئات المتجاورة ضمن القالب الراتنجي.

- تؤمن وسطاً كارهاً للماء يقلل من امتصاص الراتنج المركب للماء.

(Sakaguchi, Ferracane, & Powers, 2018e)

مبدئات التفاعل: Polymerization Initiations

يتصلب الراتنج المركب إما ضوئياً أو كيميائياً، ولكن يعد التصلب الضوئي للراتنج المركب هو الأكثر شيوعاً، حيث يحدث بفعل ضوء مرئي أزرق طول موجته nn 450- 550 ، يتم امتصاصها من قبل حساسات للضوء مثل الكامفركينون، والتي تضاف لمزيج القالب الراتنجي والجزيئات المالية أثناء التصنيع، وتتفاوت كميتها بين (0.1)% حتى (1)%.

أما في حال التصلب الكيميائي للراتنج المركب فيحدث ذلك في درجة حرارة الغرفة بوساطة مسرع وهو أمين عضوي، وأساس وهو بيروكسايد عضوي ينتج عن مزجهما جذور حرة تكسر روابط الكربون الثنائية فيحدث التماثر بشكل سريع

(Sakaguchi, Ferracane, & Powers, 2018c)

- يقسم مزيج المونومير مع المواد المالئة في الشكل المتماثر كيميائياً إلى قسمين القسم الأول يضاف له المبدئ initiator والقسم الثاني يُضاف له منشط التفاعل activator ، يبدأ التفاعل عند تماس هذين المكونين أثناء المزج، المادة الأكثر استخداماً بنظام المبدئ –منشط البزويل بيروكسيد كمبدئ وثلاثي الأمين كمنشط تفاعل . (Holter et al., 1997)

– يبدأ التفاعل للنماذج المُصلّبة ضوئياً عند امتصاص الضوء من قبل مبدئات التفاعل الضوئية وعلى النقيض من التفاعل الكيميائي فإن نسبة التفاعل في النماذج المُصلّبة ضوئياً غير موحدة فهي تكون أسرع بالمناطق السطحية من المادة وتميل لأن تصبح أبطأ بالمناطق الأكثر عمقاً Cook and Standish, 1983) ، وعلى الرغم من ظهور أنظمة التنشيط بالأشعة فوق البنفسجية إلا أن المشاكل الصحية المرافقة لها أدى إلى تطوير وتوسيع استخدام مواد الكمبوزيت المُصلّبة بالضوء المرئي ؛ حيث يُمتص الضوء الأزرق فيها بوساطة مركبات تنتمي لمجموعة ألفا ثنائية الكينون وعادة ما يكون مركب **كامفركينون** .تعتبر المواد المُصلّبة ضوئياً ذات زمن عمل مناسب ولا تحتاج لمزج مما يقلل من المسامية بالمادة ويحسن من الاستقرار اللوني لعدم احتوائها على مسرّع أميني Holter et al 1997

- وقد تحدث كل من الباحث Durmaz وزملائه عام 2008 والباحث Moszner وزملائه عام 2009 عن نمط جديد من المُبدئات الضوئية ذات الأساس جيرامنيوم Germanium-Based Initiators والتي وجدوا أنها تبدي امتصاصاً أكبر للضوء الأزرق وبالتالي تملك قدرة أكبر على تحفيز التصلب الضوئي مقارنة مع CQ camphorquinone او
EMBO (ethyl 4-(N,N-dimethylamino) benzoate وذلك لمواد الكمبوزيت ذات نسبة التحميل من المواد المالئة التي تصل إلى 60 % وزناً، كما أنها تحسّن استقرار المادة تجاه الأشعة فوق البنفسجية Durmaz et al., 2008

مسرّع التفاعل: Acceleration System

وظيفته السماح بحدوث التصلب خلال زمن عمل مناسب ومن المواد المستخدمة:

dimethylaminoethyl methacrylate (DMAEMA

(4EDMAB) 4ethyl dimethylaminobenzoate

N,N -cyanoethyl-methylaniline (CEMA)

نظام التثبيط أو الاستقرارStabilizer or Inhibitor System :

وهي مواد تمنع تفكك الروابط المضاعفة لوحيدات التماثر أثناء التخزين

مثل مادة hydroquinone monomethyl ether ووظيفتها زيادة القدرة التخزيزية للمادة. (Mitchell 2008)

فلاتر لأطوال الأمواج فوق البنفسجية Absorbers of Ultra -Violet Wavelengths

كمادة 2 methoxybenzophenoone4hydroxy ووظيفتها تأمين الاستقرار اللوني وإزالة التأثرات غير المرغوبة للأشعة فوق البنفسجية على المركبات الامينية الداخلة بتركيب مبدئات التفاعل والذي قد يسبب تلون على المدى المتوسط والبعيد .

المواد الملونة : Colouring Agents :

أهم المواد الملونة هي أوكسيد الألمنيوم وثنائي أوكيد التيتانيوم بنسبة 1 – 7 بالألف وزناً Power 2013

إن أغلب الانواع التجارية للراتنجات المركبة تشمل 10 ألوان أو أكثر من الأصفر إلى الرمادي ،ويمكن في الحالات الخاصة التعديل على الألوان الموجودة تجارياً بإضافة أصبغة يدوياً للحصول على التطابق اللوني وشفوفية السن فأنتج الراتنج المركب المينائي ، والعاجي ، العنقي والظليل وغيرها في إطار تحسين النتائج الجمالية . Power 2013

تعمل هذه المركبات كمثبتات لونية تمتص الاشعة فوق البنفسجية (Sikri 2017)

4-1 تصنيف الراتنج المركب : Classification of Composite

صنفت مواد الكمبوزيت بطرق مختلفة تبعاً لنوع المونومير المستخدم
(Urethane ، Silorane ، Bis-GMA)

و تبعاً لألية التصليب (كيميائي – ضوئي – ثنائي التصلب)

أو تبعاً لحجم الجزيئات المالئة
(ذات الجزيئات المالئة الكبيرة Macrofill – ذات الجزيئات المالئة فائقة النعومة Microfil - ذات الجزيئات المالئة الناعمة Fine – ذات الجزيئات المالئة النانومترية Nanofill – ذات الجزئيات المالئة الهجينة Hybrid)

أو تبعاً لدرجة اللزوجة (سيَال – قابل للدكّ – كبسول)

1-4 -1 – التصنيف حسب طريقة التصلب : Curing mechanism classification

1-4-1 -1 الكمبوزيت ضوئي التصلب : light-cure resin

يبدأ التفاعل التصلبي بوجود مصدرللضوء ومبدىء تفاعل حساس للضوء مثل : الكامفركينون الذي يمتص الضوء الازرق بطول موجة (400- 500) نانومتر بنسبة 2 % أو أقل من وزن المعجون .يتكون من معجون واحد يحوي مبدئ التفاعل والأمين .زمن التصليب هو20- 40 ثانية لكل طبقة 2 ملم ، غير حساس للاوكسجين مما يجعله الاكثر استخداماً . يوضح الجدول التالي ايجابيات الكمبوزيت الضوئي وسلبياته :

Anusavi KJ, Chen CH, Rawls H 2012

إيجابيات	سلبيات
• لا يحتاج لمزج وبالتالي لا يتشـــكل مســـام أو تبقع. • لا يحوي المســـرع الأميني مما يضـــمن الثبات اللوني. • تحكم بزمن العمل. • إمكانية تصليب كمية صغيرة مما يتيح استخدام عدة ألوان، والتقليل من التقلص التصلبي.	• ذو عمق تصلبي محدد (2ملم). • يحتاج لضوء خاص. • الألوان الغامقه تحتاج لوقت تصليب أكبر. • طول موجة الضوء يجب أن يتناسب مع مبدء التفاعل. • الضوء مؤذي للطبيب مما يتطلب معدات مثل فلتر ونظارة.

2-1-4-1الكمبوزيت ذاتي التصلب (كيميائي او ذاتي التصلب) :

- يتكون من معجونين ، الأول مبدئ التفاعل (benzoyl peroxide) والاخر يحوي (aromatic tertiary amine)

وعند المزج يبدأ التفاعل التصلبي ،أهم مشكلة للكمبزيت ذاتي التصلب هو اندخال الاوكسجين عند المزج وبالتالي تشكل مسام تضعف الرتميم وتشكل طبقة مثبطة بالاوكسجين ، والمشكلة الاخرى عدم التحكم بوقت العمل بعد المزج ويظهر الجدول ايجابيات وسلبيات الكمبوزيت ذاتي التصلب :

Anusavi KJ, Chen CH, Rawls HR. **Philips Science of Dental Materials**. 2012

إيجابيات	سلبيات
• سهل التعامل: لا يحتاج لمعدات خاصة. • تخزين طويل الأمد • التحكم بزمن العمل عن طريق تغيير النسب.	• المزج يحصر الأكسجين وبالتالي تشكل مسام يضعف الترميم ويجعله عرضة للتبقع. • تأكسد الأمين يعطي اللون الأصفر. • صعوبة المزج المتساوي وبالتالي تصلب غير متساوي مما يضعف الترميم.

ذ

1-4-1-3الكمبوزيت ثنائي التصلب Dual-Cure :

- تتصلب بكلا الطريقتين الضوئية والكيميائية يبدأ التفاعل بتأثير الضوء المرئي ويكنمل التصلب كيميائيا ببطئ بغياب الضوء . (Ritter et al 2019)

1-4 – 2 يصنف االراتنج المركب حسب محتوى الجزيئات المالئة إلى:

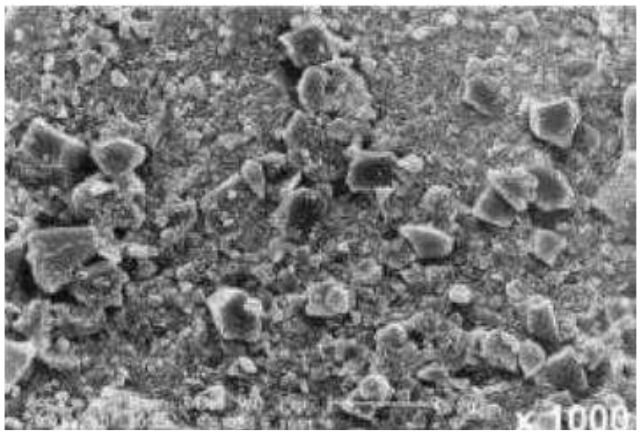
- يعد تصنيف Lutz and Phillips التصنيف الاكثر استخداما ويعتمد على تصنيف مواد الكمبوزيت تبعا لحجم الجزيئات المالئة :

1-4-1-2-1 الراتنجات المركبة التقليدية أو ذات الجزيئات المالئة الكبيرة: Macrofill Composite

-عرفت أولى مواد الكمبوزيت التي تم تقديمها في الستينيات من القرن الماضي باسم مواد الكمبوزيت التقليدية أو ذات الجزيئات المالئة الكبيرة .

- تمتلك هذه الراتنجات جزيئات مالئة كبيرة بمتوسط حجم 4 - 40 ميكرون، وتشكل75 -80 % وزناً ما نتج عنها ترميمات ذات خواص ميكانيكية جيدة إلا أن خشونة السطح ومعدل الاهتراء العالي كان أبرز سلبياتها .

(Ritter &walter 2019) (Xu 1999)



ذ

1-4-2-2 الراتنجات المركبة ذات الجزيئات المالئة الصغيرة: Microfill Composite

طوّر هذا النوع عام 1974 ، حيث يتمتع بجزيئات مالئة صغيرة جدا يتراوح حجمها بين 0.04 – 0.01 ميكرون وينتج عن ذلك نعومة السطح وخصائص تنعيم أفضل واكثر قابيلة للإنهاء ، وتشكل الجزيئات المالئة 35 -55 % وزناً ومع ذلك يظهر هذا النوع من الراتنج خواص فيزيائية وميكانيكية منخفضة ويميل إلى التكسّر.

(Natarajarathinam 2010)

1-4-2-3 الراتنجات المركبة الهجينة: Hybrid Composite

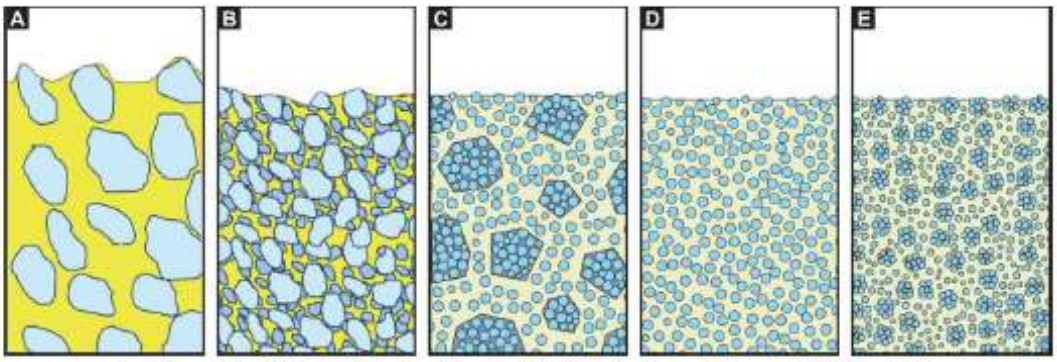
طوّرت بهدف دمج الخصائص الميكانيكية العالية للراتنج التقليدي ذو الجزيئات المالئة الكبيرة مع نعومة سطح الراتنج ذو الجزيئات المالئة الصغيرة ، وتمتلك هذه الراتنجات محتوى عال من الجزيئات المالئة 75 – 85 % وزناً ، ويبلغ متوسط حجم الجزيئات المالئة حوالي 0.4 ميكرون مما يؤمن خواص فيزيائية وميكانيكية جيدة وجعلها أكثر ملائمة لترميمات الأسنان الخلفية

(Craig &Povers 2006)

1-4-2-4 مواد الكمبوزيت ذات الجزيئات المالئة النانومترية: Nanofill Composite

يمتلك هذا الكمبوزيت جزيئات مالئة صغيرة للغاية 0.01 - 0.005 ميكرون .ومن الشائع أن تتضمن مواد الكمبوزيت الهجينة بعض الجزيئات المالئة النانومترية ضمن تركيبها لتحسين خصائص المادة أكثر .كما يمكن أن يتضمن الكمبوزيت النانومتري محتوى عال من الجزيئات المالئة مما ينتج عنه خصائص فيزيائية جيدة وتحسين الخصائص الجمالية وجودة الإنهاء والتلميع فكانت المركبات المثالية للترميمات الامامية (Xia et al 2008)

- أصبحت مواد الكمبوزيت النانومترية والنانومترية الهجينة الأكثر استخداما في العمل السريري بسبب خصائصها الجمالية والميكانيكية المحسّنة . (Heymann et al 2012)



الشكل (2-6) : رسم توضيحي لمحتوى الجزيئات المالئة ونوع الراتنج وعلاقتهما بنعومة السطح :
A الراتنج المركب التقليدي، B الراتنج المركب الهجين، C الراتنج المركب الميكرو هجين (مع جزيئات مالئة متماثرة)،
D الراتنج المركب الميكرو هجين، E الراتنج النانومتري تظهر فيه المجموعات والجزيئات النانومترية

- وقد وجدت دراسة Lempel و زملائه لتقييم التغيرات المختلفة الحاصلة في ترميمات الصنف الثاني باستخدام أربع أنواع من الراتنجات المركبة الميكروهجينة Filtek Z250, Herculite XR, Gradia Direct Posterior, Renewأن هذه الراتنجات الميكروهجينة قد أظهرت صمودا وثباتا سريريا مقبولا في ترميمات الصنف الثاني خلال فترة متابعة لمدة 10 سنوات، مع معدل بقاء أكثر من 97.8

Lempel et al, 2015

1-4-3 كما يتم تصنيف االراتنج المركب حسب اللزوجة والتطبيق السريري إلى نوعين هما :

- الكمبوزيت القابل للدك Packable Composite مرتفع اللزوجة
- الكمبوزيت السيّال Composite Flowable منخفض اللزوجة
- الكمبوزيت نصف سيال

1-4-3-1 - الكمبوزيت القابل للدك Packable Composite :

طوّرت الراتنجات القابلة للدك كي تمتلك خواص مشابهة للأملغم من حيث قابلية التكثيف ضمن الحفرة المحضرة، حيث تم زيادة لزوجة هذه الراتنجات من خلال زيادة محتوى وحجم الجزيئات المالئة التي تصل نسبتها لاكثر من 80 % وزنا و اضافة ألياف الزجاج أو تعديل القالب الراتنجي، وكان الهدف من هذه المواد هو الحصول على خصائص الدك والتكثيف كالأملغم لتأمين سهولة أكبر في ترميم المناطق الملاصقة مقارنة مع الراتنجات المركبة الأخرى لكنها اظهرت معدلات عالية من الفشل السريري.

Heymann et al, 2012

1-4-3-2 الكمبوزيت السيّال: Flowable Composite

قدم الكمبوزيت السيال عام 1996 يتميز بنفس حجم الذرات المالئة لكل من الكمبوزيت الهجين و التقليدي ، ولكن محتواه منها أقل الأمر الذي جعله أقل لزوجة ، درس من قبل Bayne وزملاؤه عام 1998 م حيث بينوا أنه يحتوي مالئات حوالي 20% أقل من الكمبوزيت التقليدي (2010).

تمتلك الراتنجات السيّالة محتوى أقل من الجزيئات المالئة حوالي % 44 إلى % 54 وزنا ، وتكون أقل لزوجة، وهي تعاني من انخفاض الخصائص الميكانيكية بسبب إنقاص محتوى الجزيئات المالئة، وتستخدم الراتنجات السيّالة بشكل رئيسي كمادة سادة أو لتأمين ختم الحواف اللثوية في حفر الصنف الثاني العميقة تحت الراتنجات المركبة.
Heymann et al, 2012 .

يملك الكمبوزيت السيال نسبة منخفضة من المادة المالئة مما ينعكس على خواصه الفيزيائية والميكانيكية التي تكون ضعيفة مثل مقاومة الاهتراء المنخفضة والمثانة الأقل التي يتمتع بها هذا النوع من الكمبوزيت مقارنة مع الراتنجات المركبة المحتوية على نسبة أعلى من المادة المالئة يستخدم في المناطق منخفضة الجهود.

لزوجته منخفضة لذا يطبق في المناطق التي يصعب الوصول إليها لتصحيح ترميمات الأملغم والكمبوزيت والتيجان، وكمادة سادة للوهاد والميازيب وكمادة مبطنة تحت ترميمات الكمبوزيت في الصنف الثاني وكمادة مرممة في حفر الصنف الثالث والخامس الصغيرة و Tunnel restorations ترميمات النفق

و مادة مبطئة أسفل ترميمات الكمبوزيت الكبيرة في الصنفين الأول والثاني والرابع والسادس .

1-4-3-3 كمبوزيت نصف سيال :

- تكون المواد سيالة تحت تأثير التنشيط بالأمواج فوق الصوتية لتعود للحالة الأكثر لزوجة بزوال التنشيط .

وظهر حديثاً مواد كمبوزيت سيالة وقابلة للدك يمكن تطبيقها كتلة واحدة معدة للاستخدام وملء كامل الحفرة السنية بسماكة قد تصل حتى 5 ملم (llie et al 2013)

4-1 -4 حسب كثافة المادة المالئة:

*** الكمبوزيت منخفض الكثافة:**
ويحتوي على نسبة أقل من 66% من الوزن الكلي للجزيئات المالئة.

*** الكمبوزيت متوسط الكثافة:**
ويحتوي على نسبة أكثر من 66% وأقل من % 75 من الوزن الكلي للجزيئات المالئة.

*** الكمبوزيت عالي الكثافة:**
ويحتوي على نسبة أكثر من 75% من الوزن الكلي للجزيئات المالئة.

و مع التطور العلمي الحاصل في الآونة الأخيرة ظهرت أنواع متطورة من الكومبوزيت نذكر منها:

1 - الكومبوزيت المضاد للميكروبات: antimicrobial composite

ظهرت الخاصيّة المضادة للجراثيم في هذه الأنواع من الكومبوزيت بعد إضافة ذرات الفضة أو التيتانيوم أو غيرها من المضادات الحيويّة إلى تركيب الكومبوزيت مما أدى زيادة التقبّل الحيوي لتلك الأنواع الراتنجيّة وتفعيل دورها في القضاء على الجراثيم .

2 - الكومبوزيت المدعم بالألياف: compositeFiber reinforced

وهو إحدى احدث أنواع الكومبوزيت الذي لم يقتصر استخدامه على المجال السنّي فحسب ,بل له العديد من الاستخدامات في المجالات الصناعية .وتتميز هذه الأنواع من الكومبوزيت بخفتها وقوتها وعدم قابليتها للاشتعال عند استخدامها في المجال الصناعي ,ولكن ما ا زلت تعتبر حديثة التطبيق في مجال التعويضات السنيّة
كما دخل الكومبوزيت المدعم بالألياف في مجال مداواة الأسنان الترميميّة وقد أصبح يستخدم مؤخراً في ترميم الأسنان سواءاً بالطرق المباشرة أو غير المباشر

الكومبوزيت المحرر للفلور Fluoride-releasing Resin Composite

هي مركبات راتنجية معدلة بالبولي أسيد Polyacids تحتوي على مالئات زجاجية مطورة أو محررة للفلوريد مثل فلور السترونتيوم) أو مرتشحة بالفلور. إن مستوى تحرير الفلور كان أقل بكثير مقارنة مع الكومبومير . تم إطلاق وصف " مواد نشطة بيولوجياً)RMGIC) Resin Modified Glass lonomer Cement(

على هذه المواد لأنها تطلق شوارد معززة لإعادة التمعدن، وقدl Smart Material / Bioactive Materia(
أظهرت الاختبارات على هذه المواد ضعف أدائها السريري (Mitchell، 2008)

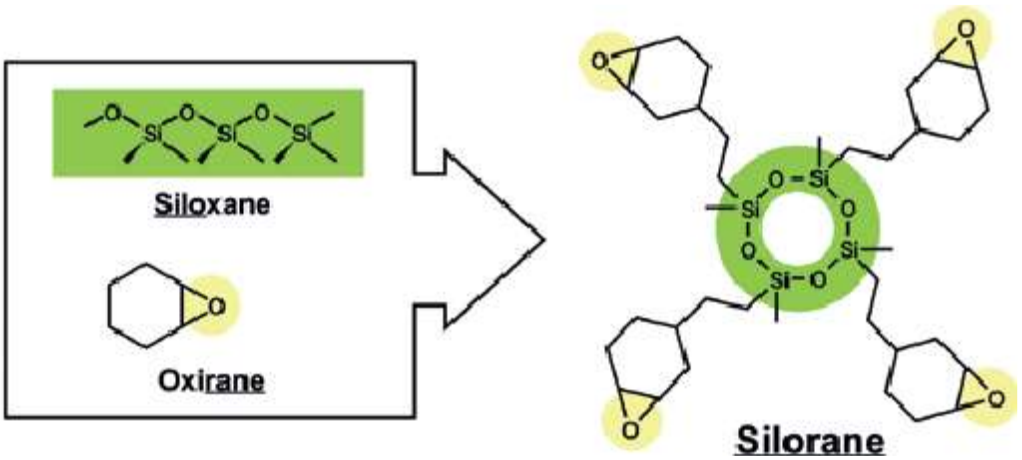
-تمتلك معظم المواد السنيّة عمراً زمنياً محدوداً ,تبدأ المواد بعده بالتحلّل تتدريجيّاً نتيجة للعوامل الخارجيّة المؤثرة عليها (كيميائية و فيزيائية وحيوية)والتي تؤدّي في النهاية إلى فشل الترميم ,وللقضاء على هذه المشكلة و لإطالة عمر الترميمات ظهرت مواد حديثة مشابهة في تركيبها لتركيب الكومبوزيت ,وتتكون من الايبوكسي الحاوي على كبسولات مملوءة بالراتنج ,وفي حال حدوث أي صدع في هذه المادّة الراتنجيّة تتحطم الكبسولات الحاوية على الراتنج ويقوم الراتنج بملء هذا الفراغ محفزاً بدوره آلية البلمرة وتصلّب الكومبوزيت وبالتالي اصلاح الصدع .

1- 5 الكومبوزيت السيلورانى Silorane Composite

يتركب القالب الراتنجي الخاص به من Siloxane و Oxirane، يحدث التماثر على حساب القالب تواتنجي ذو الحلقة المفتوحة إذ تتفتح حلقات وحيد التماثر وتتمدد باتجاه بعضها لترتبط مما يقلل من التقلص التصلبي. نسبة المواد المالئة فيه

%76% وزناً بحجم جزيئات 1.7-0.04 m، وغالبية المالئات من الكوارتز وفلوريد الإيريتيوم.

(Mitchell, 2008)



1-5-1 خصائص الراتنج السيلوراني :

1-5-1-1التقلص التصلبي المنخفض Low Polymerization shrinkage :

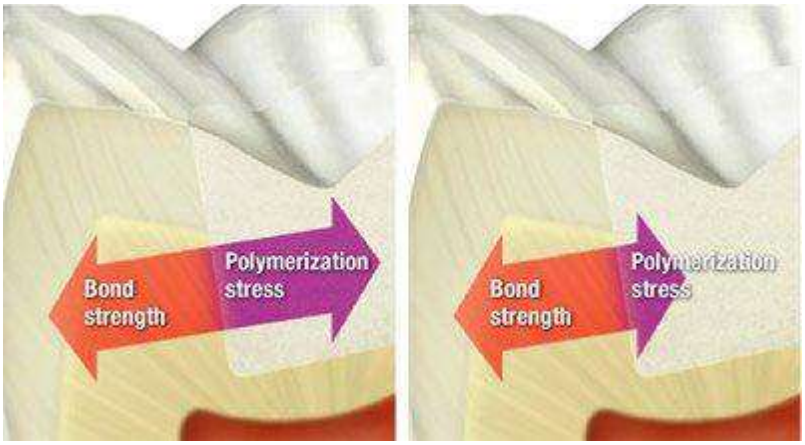
-إن التقلص التصلبي والإجهاد المتعلق به هو من أهم مشاكل الراتنجات المركبة الميتاكريلاتية التقليدية، وقد طوّر الراتنج السيلوراني للتغلب على هذه المشاكل من خلال بنيته الكيميائية، حيث يتعرض الراتنج السيلوراني لتقلص تصلبي منخفض بسبب التفاعل الحلقي المفتوح لمونومير الاوكزيران في حين يكون المركب الآخر السيلوكسان مسؤولا عن زيادة الخاصية الكارهة للماء لهذا الكمبوزيت . (llie et al 2009)

- قام Weinmann و زملاؤه عام 2005 بدراسة مقارنة بين الخصائص المميزة للراتنج المركب السيلوراني مع الخصائص المميزة للراتنج المركب الميتاكريلاتي بحيث تم استخدام أربعة أنواع من رتنجات الميتاكريلاتية Filtek Z250, Filtek P60,Tetric ceram, Spectrum TPH والراتنج السيلوراني Filtek P90

وأظهر الراتنج السيلوراني أخفض درجة من التقلص التصلبي بين الراتنجات المدروسة

كما وجدBurgess وزملاؤه 2010 أن الراتنج السيلوراني Filtek P90 يمتلك أقل قيم للتقلص التصلبي مقارنة مع الراتنجات المركبة الأخرى، بينما وجدوا أن الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للراتنج السيلوراني مشابهة لخصائص تلك الراتنجات (Burgesse et al 2010)

أوظهرت دراسة Bacchi و زملاؤه 2015 أن الراتنج السيلورانيFiltek P90 قد أبدى تقلصا تصلبيا و اجهادا أقل، إضافة إلى معامل مرونة أقل مقارنة مع الراتنجات المركبة التقليدية (Bacchi 2015)



) التقلص التصلبي المنخفض للراتنج السيلوراني مقارنة مع الراتنج التقليدي

2-1-5-1 قابلية الانحلال : Solubility

من المعروف عن المركبات التي تحتوي عادة على الاوكزيران ضمن بنيتها الكيميائية أنها تتفاعل مع الماء وهو ما يجعل استقرار الراتنج السيلوراني ضمن البيئة الفموية أمر مشكوك به، لكن الراتنجات السيلورانية تكون كارهة للماء بشكل كبير حيث أن السيلوكسان(أحد مكونات البنية الكيميائية للراتنج السيلوروني) يجعل مجموعات الاوكزيران محمية من التفاعل مع الماء وبالتالي يمكن اعتبار الراتنج السيلوراني أكثر استقرارا للاستعمال ضمن البيئة الفموية مقارنة مع الراتنج الميتاكريلاتي. (Eick et al 2006)

3-1-5-1 الديمومة Longevity :

تعتبر قابلية المواد الترميمية المباشرة للالتصاق مع اللويحة الجرثومية أو العضويات المجهرية الأخرى في الحفرة الفموية ذات أهمية لديمومة هذه المواد، وفيما يتعلق بهذه الناحية فإن الراتنج السيلوراي يبدي تقبلا حيوياً ممتازاً ، وكما ذكر سابقا فإن الراتنج السيلوراني كاره للماء في طبيعته مما يؤدي إلى كمية أقل من الجارثيم الملتصقة مقارنة مع االراتنج الميتاكريلاتي التقليدي، وقد تعتبر هذه الخاصية السبب وراء تحسن ديمومة الترميمات السيلورانية المباشرة والتي يمكن أن ينتج عنها تقليل النخور الثانوية كما وجدت بعض الدراسات أن الراتنج السيلوراني قد أظهر تسربا مجهريا أقل مقارنة مع الراتنج التقليدي (Buergers et al 2009)

2-5-1 خصائص الارتباط Bonding properties :

وهي أحد خصائص الراتنج السيلوراني التي تحتاج إلى تحسينات، حيث أن غياب الطبقة المثبطة بالأوكسجين للراتنج السيلوراني أثناء تفاعل التماثر الشاردي يجعل من جودة قوة الارتباط بين الطبقات المتتالية لهذه الراتنجات موضع تساؤل (Tezvergi et al 2008) إن الطبقة المثبطة بالأوكسجين الموجودة في الراتنج الميتاكريلاتي التقليدي هي المسؤولة عن المساعدة في الارتباط بين طبقات الراتنج، فعندما يتم وضع الراتنج على طبقات، فإن كل طبقة جديدة ترتبط كيميائيا ع الطبقة السابقة، ويحدث هذا الارتباط الكيميائي لأن تفاعل التماثر الميتاكريلاتي يثبّط بالأ وكسجين الموجود بالهواء مما ينتج عنه طبقة رقيقة غير متفاعلة على سطح طبقة الراتنج (عندما يتعرض السطح للهواء عند التصلب)

حيث أن الطبقة الرقيقة المثبطة بالأوكسجين لا تتصلب، وعندما يتم تطبيق الدفعة الثانية من الراتنج فإنها تستبعد الأوكسجين وتتحد الطبقة الرقيقة والطبقة الجديدة كيميائيا مع بعضها عندما يتم تصليب الطبقة الجديدة (Stewart et al 2013) في حين وجد Shawkat وزملاؤه في آخر دراسة لهم 2009 أن قوة الارتباط بين طبقات الراتنج المتتالية لا تعتمد بشكل كامل على التثبيط الأوكسجيني السطحي حيث أن قوة الارتباط بين الطبقات المتتالية للراتنج السيلوراني كانت مشابهة لمثيلتها في الراتنج المركب الميتاكريلاتي التقليدي . shawkat et al 2009

6-1 خصائص الراتنج المركب:

1-6-1 التقبل الحيويBiocompatibility :

يعتبر الراتنج المركب بشكل عام مادة ذات تقبل حيوي للاستعمال في الحفرة الفموية لكن يجب التعامل معها بحذر، وهناك اعتقاد أن الراتنج المركب الميتاكريلاتي يطلق مونوميرات غير متماثرة إلى الأنسجة السنية، وقد ترتشح هذه المونوميرات المتبقية من الراتنج وتؤدي إلى حساسية عالية وسمية للخلايا، مع ذلك هناك اقتراح باعتبار أن الجزيئات المرتشحة تشكل خطراً حيويا متدنياً (Brackett et al, 2007)

1- 6-2 عمق التصلبDepth of cure :

يعتبر عمق التصلب المحدود من العيوب المترافقة مع الراتنج المركب المتصلب ضوئيا وهو ما يشير إلى عدم محاولة تصليب كمية كبيرة من الراتنج أكثر من اللازم، وينبغي تصليب الراتنج على دفعات بحيث تتروح كل دفعة بين(1 -2.5) مليمتر لضمان تماثر مناسب، وهذه التقنية تتغلب على مشكلة عمق التصليب ولكنها تزيد من وقت العمل وصعوبة تطبيق الترميم Mccabe et al, 2013

لا يعد مفهوم مواد الكمبوزيت ذات عمق التصلب الكبير التي تسمح بتطبيق المادة كتلة واحدة مفهوماً جديداً ، ففي دراسة مخبرية للباحث Polydorou وزمائه عام 2008 قيم فيها عمق التصلب لمادتين من مواد الكمبوزيت التي تتمع بخاصية الشفوفية ، ووجدوا حدوث درجة تصلب مقبولة لعينات مادة Quixfil حتى عمق يتراوح بين 3.3 - 5.5 ملم تبعاً لنظام التصليب المستخدم (Polydorou et al 2008)

1-2-6-1 طرق زيادة عمق التصلب:

هناك ثلاث طرق لزيادة عمق تصلب الكمبوزيت:

1 -زيادة حجم الجزيئات المالئة :

حيث وجد Li - وزملاؤه عام 1985 أن إنقاص حجم الجزيئات المالئة يقلل من عمق التصلب ومن مقاومة الانضغاط بالمادة Li et al 1985 ، لكن هذه النتيجة لم تؤكد بحث Czasch وزميله Ilie عام 2013 ، حيث قارنا بين عمق التصلب لكل من مادتي SDR SureFil وبين مادة Venus Bulk Fill وبالرغم من اختلاف حجم الجزيئات المالئة بكلا المادتين كانت نتائج عمق التصلب لكليها متقاربة Czasch& ille 2013

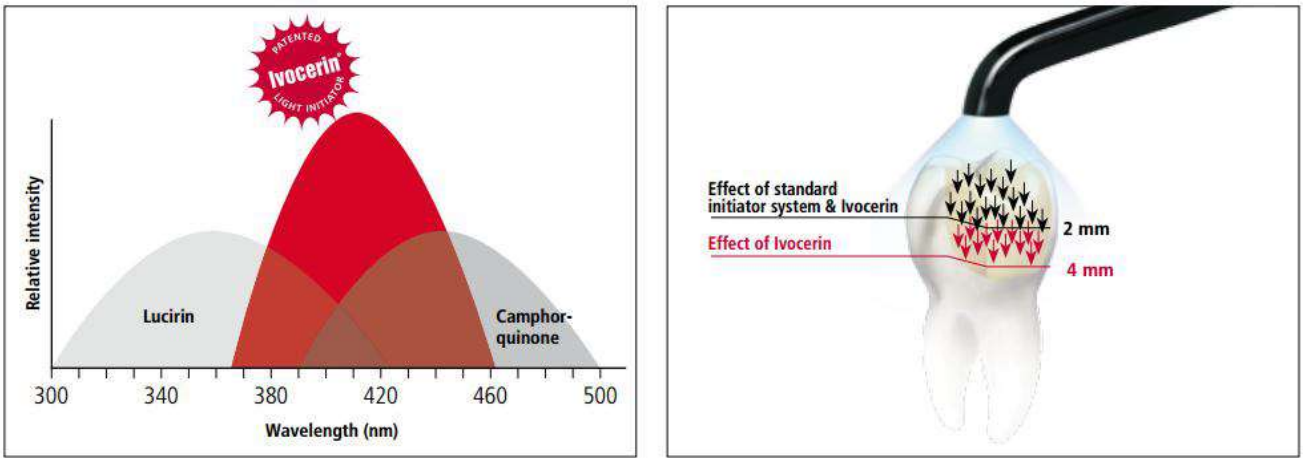
2 - زيادة شفوفية مواد الكمبوزيت

:وبالتالي السماح للمزيد من الفوتونات بالنفوذ إلى مناطق أعمق من الكمبوزيت لتنشيط الجزيئات المبدئة للتفاعل .
تتراوح شفوفية الكمبوزيت التقليدي من 10 – 12 % في حين تصل إلى 38 % في بعض منتجات الكمبوزيت المنجز بتقنية الكتلة الواحدة.

3 - **تحسين امتصاص الطيف الضوئي ورد فعل المبدئ لمضوء :**

بما أن عدد الفوتونات الواصل إلى عمق التحضير أقل بشكل واضح من الفوتوزات الواصلة للسطح من الضروري وجود عددٍ كاف من الجزيئات المبدئة للتفاعل لتأمين التصليب على عمق 4 مم أو أكثر.
وقد تحدث كلاً من الباحث
Moszner وزملائه عام 2008 والباحث Durmaz وزملائه عام 2008 عن نمط جديد من المبدئات ذات الأساس جيرامنيوم germanium-based Initiators والتي وجدوا أنها ذات قدرة كبيرة على امتصاص الضوء الأزرق وتحفيز التصلب الضوئي كما وأنها تحسن استقرار المادة اتجاه الأشعة فوق البنفسجية Durmaz et al 2008، Moszner et al 2008 إن المشتقات ثنائية البنزويل الجيرامنيومية تخضع خلال التعرض للضوء للتفكك إلى الجذور الحرة المكونة لها في حين تبقى ثابتة بالتخزين Moszner et al 2009

- تم إضافة مبدئ التفاعل Ivocerin مادة Tetric N Ceram إضافة لمبدئات التفاعل التقليدية Ucerinو Camphorquinon وكانت النتيجة القدرة على امتصاص أكبر لمضوء الأزرق ذو الطيف 460-370 نانومتر ، وبالتالي إن كامل سماكة المادة المطبقة كتلة واحدة تصل خلال 10 ثوان إلى عمق تصلب ثابت على عكس المواد التقليدية الأخرى التي تحوي على مبدئات التفاعل التقليدية والتي لا تكون قادرة على بدء عملية التصلب مع تناقص كمية الضوء الواصل إلى الطبقات العميقة، إضافة إلى أنه ونتيجةً لإدخال هذه المبدئات اقتصرت شفوفية المادة على 15 % مما حسن النواحي الجمالية للترميم أكثر من مواد الكمبوزيت المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة الأخرى والتي اعتمدت فقط على زيادة شفوفية المادة لتحسين عمق التصلب. Mahen 2009



شكل : مقارنة بين قدرة مبدئات التفاعل الضوئية على امتصاص الطيف الضوئي **Todd & Wanner 2011**

3-6-1 الخصائص الحرارية Thermal properties :

تمتلك الراتنجات المركبة عادة ناقلية حرارية منخفضة بينما يكون معامل التمدد الحراري عال لهذه الراتنجات مقارنة مع البنى السنيّة، ويؤدي عدم التوافق في معامل التمدد الحراري إلى تقلصات إجهادية عالية والتي تلعب دوراً ملحوظاً في تهيئة الظروف لتشكيل الصدوع المجهرية . Kahler et al, 2008

4-6-1 التقلص التصلبي Polymerization Shrinkage :

وهو أحد أهم عيوب الراتنجات المركبة، حيث تتعرض جمعيها للتقلص عند التماثر الضوئي، مسببة تغيرات في أبعاد الراتنج المتماثر ويتراوح التقلص الذي يعاني منه الراتنج المركب خلال التماثر الضوئي بين (1.35 – 7.1) % مما يؤدي إلى الفشل في التماسك والارتباط، ومعظم المواد تتقلص بحوالي (2-3) % فعندما تتفاعل المونوميرات المتجاورة خلال عملية التماثر الضوئي من أجل تشكيل الرابطة التشاركية، تنقص المسافة بين مجموعتي الذرات وبالتالي يحدث نقص في الحجم النهائي للمادة بعد التماثر، وهذا ما يؤدي بالنتيجة إلى التقلص الحجمي للراتنج المركب . Stewart et al, 2013

7-1 الصفات الفيزيائية والميكانيكية لمواد الكمبوزيت : Physical and Mechanical Properties of RBC

تعتمد الصفات الفيزيائية والميكانيكية لمواد الكمبوزيت بشكل رئيسي على المحتوى من المواد المالئة و نوع القالب الراتنجي ومدى الارتباط بينهما . (Heymann et al 2012)

- يتأثر كل من التقلص التصلبي وقساوة السطح والصلابة ومقامة الانسحال ومقاومة الكسر لمادة الكمبوزيت مباشرة بنسبة وحجم الجزيئات المالئة (Summit 2006) .

كما ترتبط نسب المواد المالئة الداخلة بتركيب مواد RBC بشكل هذا الحبيبات ، لذا فإن الحبيبات الكروية قد تؤمن ملىء أكبر ضمن مادة الكمبوزيت مقارنة مع الحبيبات الغير منتظمة والمسبقة التصلب .

بكل الأحوال هناك حدود لنسب المواد المالئة ضمن الكمبوزيت يجب عدم تجاوزها حتى لا ترتفع لزوجة المادة الامر الذي يجعلها صعبة التطبيق . (Summit 2006)

1- 8 كمبوزيت Bulk Fill :

-حين تم تطوير الكمبوزيت ضوئي التصليب كان يطبق على دفعات ,تتطلب عملية تصليبه استخدام ضوء بطول موجة محدد ليتمكن من تنشيط المبدئ الضوئي وفي حال عدم كفاية نفوذ الضوء يؤدي إلى بدء ضعيف للتفاعل التصلبي وبالتالي التصلب غير الكامل للكومبوزيت.يختلف عمق التصليب تبعاً لعوامل عدة منها ما يتعلق بالكمبوزيت كالمونوميرات الموجودة ,المبدئ, لون وظلالية المادة .ومنها مايتعلق بضوء التصليب مثل طول موجة الضوء ,كثافة الضوء,المسافة بين سطح الكمبوزيت ومصدر الضوء بالإضافة إلى زمن التصليب Filtek™ Bulk Filll Profile وحجم الجزيئات المالئة حيث يزداد عمق التصلب كلما ازداد حجم الجزيئات المالئة Li et al 1985

تستخدم تقنية الطبقات عند الترميم بالكمبوزيت وذلك لأسباب متعددة منها :تحقيق عمق التصليب المناسب, تقليل التقلص التصلبي, وجهود التصليب الناتجة عن التفاعل التصلبي كما أنها تؤدي إلى تكيف أفضل للترميم مع جدران الحفرة المحضرة و التقليل من الفراغات وبالتالي إنقاص حساسية مابعد المعالجة.ولكن من ناحية أخرى تعتبر هذه التقنية مستهلكة للوقت وخاصة في الأسنان الخلفية, كما تزداد احتمالية اندخال الفقاعات بين طبقات الكمبوزيت,والتلوث باللعاب خلال المدة التي يتم فيها تطبيق الكمبوزيت كل دفعة على حدة ثم تكييفها وتصليبها وبالتالي قد يصعب في بعض الحالات السيطرة على العزل حيث أن ترميمات الكمبوزيت يجب أن تطبق بحقل جاف تماماً Opdam et al (1996), Filtek™ Bulk Filll Profile

-تم تطوير كمبوزيت ال Bulk Fill في إطار الجهود المبذولة لتطوير مادة ترميمية تتجاوز تقنية الطبقات والسلبيات المرافقة لها وتختصر الوقت المستهلك أثناء الترميم وذلك لأنها تتصلب بفعالية بثخانة تصل إلى 4ملم وبالتالي تقلل من الوقت الذي يقضيه المريض على كرسي المعالجة مقارنة بالكمبوزيت التقليدي مع تقنية الطبقات حيث يتطلب وضع وتصليب كل طبقة بثخانة2 ملم كحد أقصى.
Czasch& Ilie (2013), Lee et al (2015

-تعتبر ترميمات ال Bulk Fill من الترميمات المصلبة ضوئياً التي تساعم في تبسيط إجراءات الترميمات الخلفية كما يمكن استخدامها لترميم الأسنان الأمامية مع إمكانية صقل عالية تبع اً للمصنعين باستطبابات متعددة منها : الترميمات المباشرة الأمامية والخلفية بما فيها تلك التي تشمل السطح الإطباقي, طبقة مبطنة أو قاعدية بناء القلوب, الترميمات غير المباشرة, الجبائر, إصلاح العيوب في ترميمات البورسلا

1-8-1 تركيب النظام الراتنجي لكمبوزيت Bulk Fill :

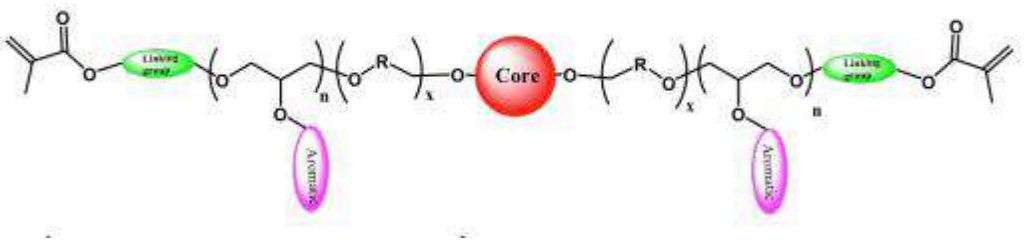
تم تطوير هذا النظام لغاية أساسية وهي إمكانية وضعه وتصليبه بفعالية بسماكة 5 ملم ولتحقيق هذه الغاية هناك عدة عوامل يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم القالب الراتنجي كالقدرة على تحرير أكبر قدر ممكن من ضغوط التقلص التالية للتصليب الضوئي بالإضافة إلى ذلك ونظراً لأن هذه المادة تصلب كتلة واحدة , يعتبر عمق التصلب من الخصائص الأساسية التي تم أخذها بعين الاعتبار أثناء تطوير هذه المادة وعلى خلاف الأنواع الأخرى المتوفرة من Bulk Fill كمبوزيت والتي تعتبر من الكمبوزيت السيال ، يمكن استخدام هذه المادة على السطح الإطباقي لأنها تؤمن مقاومة عالية للإهتراء كما تم الإهتمام بتطويرخصائص التعامل لهذه المادة وتكيفها مع جدران الحفرة.

تميل أنواع الكمبوزيت من الميتاكريلات إلى الانكماش خلال عملية البلمرة .يحدث الانكماش بدرجات متفاوتة تبعاً لنوع المونوميرات المستخدمة Filtek™ Bulk Fill Profile

- يحتوي القالب الراتنجي لكمبوزيت ال Filtek Bulk Fill على اثنين من المونوميرات الحديثة وهما:

AUDMA:

وهو مونومير حلقي مرتفع الوزن الجزيئي يقلل من عدد المونوميرات المتفاعلة في القالب الراتنجي .وهذا يساعد في التخفيف من التقلص الحجمي وزيادة صلابة القالب البوليميري الأخذ بالتطور والقالب البوليميري النهائي Filtek™ Bulk Fill Profile .



شكل ترسيمي لجزيء AUDMA

:AFM

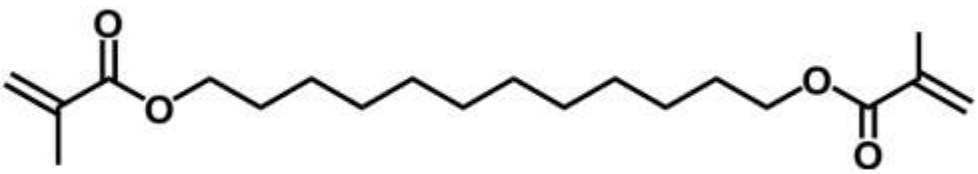
وهو مونومير يمثل صنف من المركبات تسمى addition-fragmentation monomers خلال عملية البلمرة يتفاعل ال مع أي زمرة ميتاكريلات في البوليمير الأخذ بالتشكل يتضمن ذلك تشكل الروابط التصالبية بين سلاسل البوليمرات المتجاورة .يحتوي على موقع ثالث فعال ينفصل بعملية تجزئة أثناء البلمرة وتعتبر هذه التجزئة آلية لإراحة الشبكة الآخذة بالتطور وتحرير الضغوط التالية في حين تكون الاجزاء المنفصلة قادرة على التفاعل مع بعضها أو مع أي موقع فعال في السلسلة الآخذة بالتطور.وبهذا يمكن تحرير الضغوط دون أن تتأثر الخصائص الفيزيائية للبوليمير الناتج. Filtek™ Bulk Fill Profile]

شكل ترسيمي لجزيء AFM

بالإضافة إلى:

DDDMA :

وهو جزيء عالي المرونة يمتلك هيكلاً كارهاً للماء مايزيد من حركة الجزيْ والفته تجاه الراتنجات ,كما يؤمن الراتنج أقل لزوجة وأقل تطاير يستخدم في المواد البيولوجية والتطبيقات السنية نظراً لكونه يتصلب بسرعة بنسبة تقلص أقل ويطلق حرارة أقل Filtek™ Bulk Fill Profile



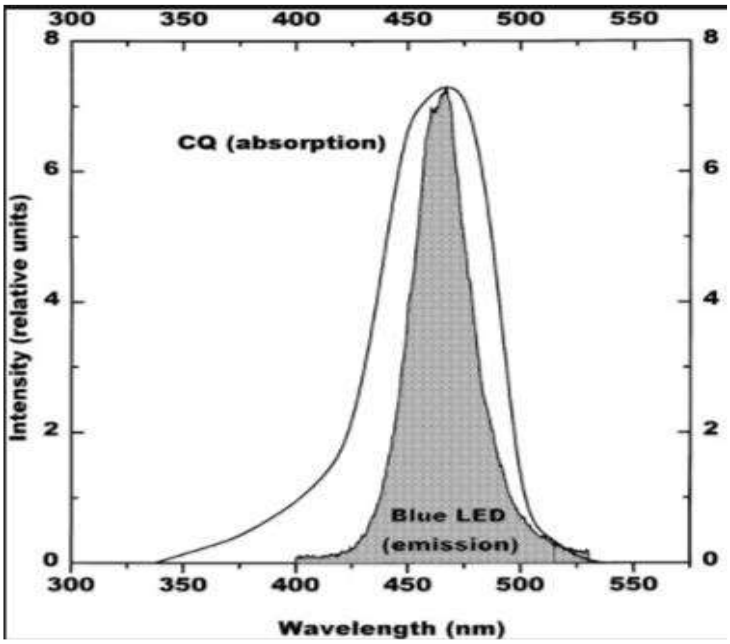
شكل ترسيمي لجزيء ال DDDMA

UDMA :

هو مونومير مرتفع الوزن الجزيئي منخفض اللزوجة جزئياً تمت إضافته إلى النظام الراتنجي لإنقاص لزوجة الراتنج كما أن الوزن الجزيئي المرتفع يخفف من الانكماش ويحافظ على شبكة صلبة مع كثرة الروابط المتصالبة

9-1 أجهزة التصليب الضوئى : Light Curing Units

لقد تم تصنيع عدد من أجهزة التصليب الضوئي ، ومعظمها تستخدم الضوء المرئي بطيفه الازرق بطول موجه يتراوح بين (400 – 500) نانومتر ، ويكون منبع الضوء في بعض الاجهزة بعيد وينتقل الضوء إلى منطقة الترميم من خلال حزمة الياف بصرية طويلة مرنة ، وهناك أيضاً أجهزة تصليب تحمل باليد وتنقل الضوء من خلال انبوب قصير .



1- 9- 1 أنواع مصابيح التصليب :

- المصباح الهالوجيني كوارتز تنغستن Tungsten Halogen (QTH) : تعتبر من مصابيح التصليب الاولى، ويكون المنبع الضوئي فيها هو مصباح الهالوجين تنغستن كوارتز.يمر الضوء الابيض المتولد عبر نفق يقوم بحذف كل اطوال الموجات عدا تلك الموجودة في الطيف الازرق.كما تتولد الحرارة مما يتطلب تزويده بمروحة تبريد.وتتناقص الشدة الضوئية للمصباح الهالوجيني تدريجيا مع الزمن مما يتطلب ضبط الجهاز كل فترة عن طريق قياس الشدة الموجودة الصادرة عنه لان تناقصها دون (400 cm^2/mw) يحول دون تصليب الكومبوزيت بشكل كاف.

كما تم حديثا تصنيع اجهزة تصليب هالوجينية محسنة ذات شدة عالية ذات تقنيات تصليب

(مستمرة ــ متدرجة ــ متصاعدة).

*سلبيات الجهاز (QTH) :

1-بطء زمن التصليب .

2-كبر حجم الجهاز نسبيا وثقل وزنه.

3-تناقص فعالية المصباح مع الزمن وحاجتها للاستبدال .

4-توليد الحرارة العالية .

5-حساسية للصدمات والاهتزاز.

6-حاجته لمراوح هوائية ومرشحات .

1-9-1-1- جهاز الانبعاث الضوئي ثنائي الاقطاب Light Emitting Diode (LED) :

أنصاف النواقل لإصدار الضوء الأزرق الفعال من LED يوظف جهاز الانبعاث الضوئي ثنائي الأقطاب والتي اعتمدت على كارباید السيليكون LED أجل التصليب الضوئي . بدايةً تم تقديم أجهزة الجيل الأول من لإصدار الضوء الأزرق ، إلا أن الشدة الضوئية لهذه الأجهزة كانت منخفضة وغير كافية لإحداث التصليب والتي اعتبرت أكثر فعالية في LED الضوئي . تم استخدام نترات الغاليوم في أجهزة الجيل الثاني من LED والتي اعتبرت اكثر فعالية في التصليب من الجيل السابق واستطاعت أن تؤمن شدة ضوئية عالية (١٠٠٠) MW/Cm^2 والذي سمح بإنقاص زمن التصليب.

ميزات جهاز LED :

1 يصدر ضوءاً أزرق بطيف موجي ضيق (450 – 490) نانومتر أكثر تركيزا (يتلائم مع طيف CQ) .

٢ -ليس بحاجة لمراوح تبريد لأنه لا يوجد إنتاج للحرارة أثناء التصليب ، حيث لا حاجة لتسخين سلك من التنغستين ولا إصدار لأشعة ضارة.

٣ -ليس بحاجة لوضع مرشحات لانعدام إصدار الأشعة الضارة فوق البنفسجية أو تحت الحمراء.

٤ -صغير الحجم وخفيف الوزن لانعدام وجود المراوح والمرشحات.

٥ -إصدار حراري منخفض وهذا يخفف الأذية لمكونات الجهاز والأذية المحتملة للب السني.

٦ -استهلاك طاقة منخفض ٦ واط يجعلها تعمل بالبطارية وبالتالي فهي لاسلكية.

٧ -زمن عمل طويل يتجاوز آلاف الساعات .

٨ -عديم الصوت لغياب المروحة.

٩ -الشدة الضوئية ثابتة نسبياً مع مرور الوقت وهذا يعطي قدرة تصليب ثابتة .

سلبيات جهاز LED :

١ -يجب إعادة شحن البطارية.

٢ -الطيف الموجي الضيق المتوافق مع طيف امتصاص CQ يجعل أجهزة ال LED من الجيل الثاني غير قادرة على تصليب أنواع الكمبوزت فاتحة اللون الحاوية على مبدئات تماثر غير CQ .

قامت الشركات المصنعة لأجهزة التصليب الضوئي بتقديم الجيل الثالث من أجهزة LED القادرة على إصدار أكثر من طول موجي بحيث تتمكن هذه الأجهزة من تصليب أنواع الكمبوزيت الحاوية على مبدئات تماثر غير CQ .

2-1-9-1 جهاز ليزر الآرغون Argon Laser :

إن أجهزة التصليب الضوئي الليزرية هي أجهزة عالية الشدة ، ويعتمد طول الموجة المنبعث على نوعالليزر (الآرغون ينتج الضوء الأزرق) . يعد جهاز ليزر الآرغون جهازاً عالي الشدة يتطلب وقتاً أقصر لتصليب الكمبوزت(١٠ ثوانٍ) وهو يعمل ضمن طول موجي محدد(٤٧٠ مانومتر) يتوافق مع طيف امتصاص CQ ولا يتطلب مرشحات لأنه يولد أشعة تحت حمراء قليلة وكمية الحرارة الناتجة قليلة أيضاً ، .ولأن الليزر هو شعاع ضيق من الضوء المتماسك فإنه لا يعاني فقد الطاقة مع المسافة كالذي يظهر في لذلك يعد جهاز ليزر الآرغون الجهاز المفضل للمناطق صعبة التداخل إلا أنه جهاز مكلف ماديًا .

3-1-9-1 جهاز قوس البلازما (Plasma Arc (PAC :

يعد جهاز قوس البلازما من أجهزة التصليب الضوئية عالية الشدة التي تحتاج طاقة كبيرة لتنتج ضوءاً بشدة أعلى من(١٨٠٠ Mw/Cm^2) تسمح بتقصير زمن التصليب (6 – 9) ثوان ، يؤدي توليد حقل كهربائي عالي التوتر بين مسريين كهربائيين من التنغستن محاطين بغاز Xenon الناقل للتيار الكهربائي إلى تحويل الغاز إلى مزيج من الأيونات

وتحرير طاقة على شكل قوس ضوئي(Plasma) .

يتم تحديد الطول الموجي للضوء المنبعث تبعاً للمادة المغطية للمصباح ، ويمر هذا الضوء عبر مرشحات للتخلص من الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية وللحصول على ضوء أزرق بطول موجي بين ٤٠٠ ٥٠٠ نانومتر.

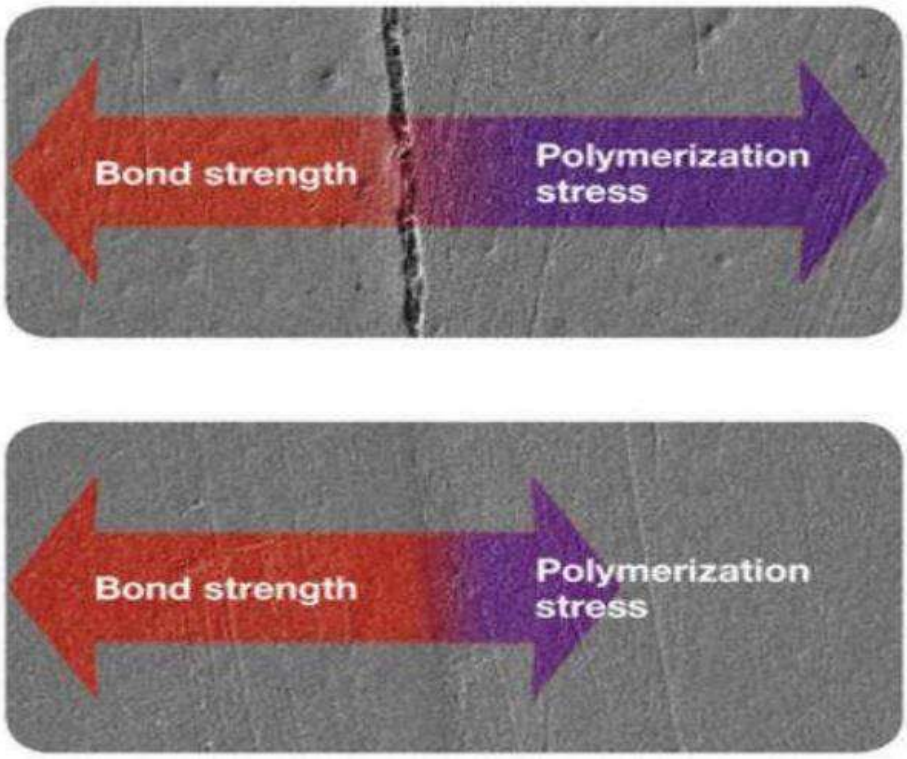
10-1 التفاعل التصلبي والتقلص التصلبي :

Polymerization Shrinkage & Polymerization Reaction

إن التفاعل التصلبي الذي يحدث في مواد RBC نتيجة لتحول الجزيئات الصغيرة من المونومير إلى سلاسل كبيرة من البوليمير، يخلق روابط تصالبية بين جميع المونوميرات ما ينقص المسافات بينها مسبباً نقصاً حجمياً بالترميم يقدر ب 5% - 1.5% (Chen et al., 2001) والذي قد يؤدي لتشكل فجوات حفافية في مناطق الاتصال مع السن

لا توجد مواد RBC خالية تماماً من التقلص التصلبي ، وتحدد كمية التقلص بكمية الروابط الكربوزية الثنائية المتشكلة والناتجة عن تحول المونومير Alvarez-Gayosso et al., 2004

تنسحب المادة نتيجة للتقلص التصلبي بعيداً عن السطح محدثاً ضعفاً بالارتباط وتشكل مسافات وفجوات مع سطح السن Lutz and Phillips, 1983 وقد عرَف Bowen التقلص الحاصل بأنه تقلص حجمي ناتج عن تشكل شبكة بوليميرية ذات بنية كثيفة حيث يؤثر هذا التقلص على الارتباط بين المادة المرممة وجدران الحفرة مما يؤدي إلى حدوث إجهادات تقلصية من شأنها أن تؤدي إلى فشل بالارتباط (Natarajarathinam 2010)



شكل ( ) : دور مقدار الجهد التقلصي لمواد الراتنجات المركبة في فشل الارتباط

Natarajarathinam 2010

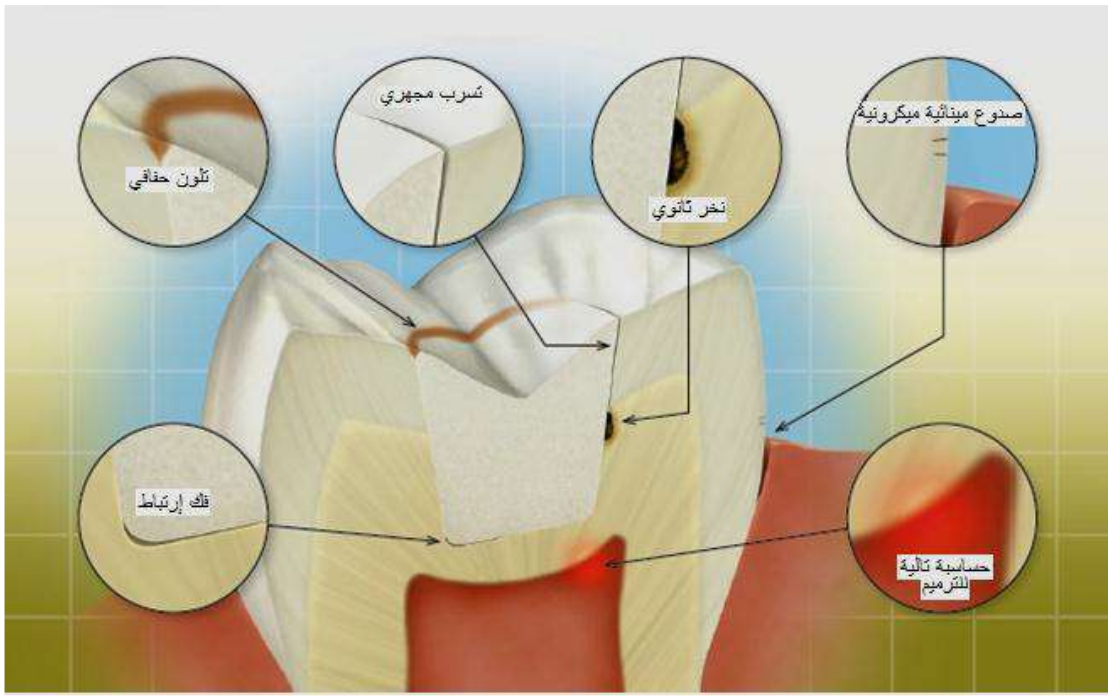
يقسم التقلص التصلبي الكلي في الرانتج إلى قسمين :

المرحلة قبل الهلامية pre-gel stag والمرحلة بعد الهلامية post-gel stag : تكون كثافة الشبكات المعترضة خلال المرحلة قبل الهلامية pre-gel stag منخفضة مع قدرة السلاسل البوليميرية على اتخاذ وضعيات جديدة نتيجة قدرتها على الانسياب محررة الجهود المتشكلة داخل بنية المادة (Calheiros et al., 2004) .

أما في المرحلة بعد الهلامية تنتج المزيد من الجهود الهامة سريرياً حول البنى السنية وفي منطقة الارتباط بين النسج السنية والكمبوزيت) akaguchi and Powers, 2012 .

- لا تتوزع الجهود الناتجة في المرحلة بعد الهلامية بشكل متساو على جدران الحفرة (Shono et al., 1999) ، كذلك تختلف قوة الاراتباط بين النسج السنية والكمبوزيت على امتدارد السطح الواحد ( ) ، وبالتالي تتشكل في ا لأماكن التي تفوق فيها قوى التقلص قوى ارتباط الكمبوزيت مع النسج السنية مؤدية لحدوث التلون الحفافي والتسرب الحفافي المجهري وما ينتج عنه من نخور ثانوية وحساسية تالية للترميم .

شكل



ذ

يلعب كلاً من الوزن الجزيئي وتركيب المونومير ، كذلك المرونة والانسيابية التى يبديها الكمبوزيت في المرحلة قبل الهلامية وكمية الراتنج المتماثرة ومعدل درجة التحول دوراً مهماً في تحديد مدى وحجم التقلص الحاصل في الكمبوزيت

Manhart et al 2002، Anusavice 2003 ، Park 2008

كما تلعب كمية المواد المالئة دوراً اساسيا في التقلص التصلبي حيث يقل التقلص التلصبي مع زيادة المحتوى من المواد المالئة (Li et al 2012)

وتعد مواد RBC الهجينة والنانومترية الهجينة مواد عالية الملئ مقارن مع مواد RBC ذات الحبيبات المالئة فائقة النعومة (Heymann et al 2012)

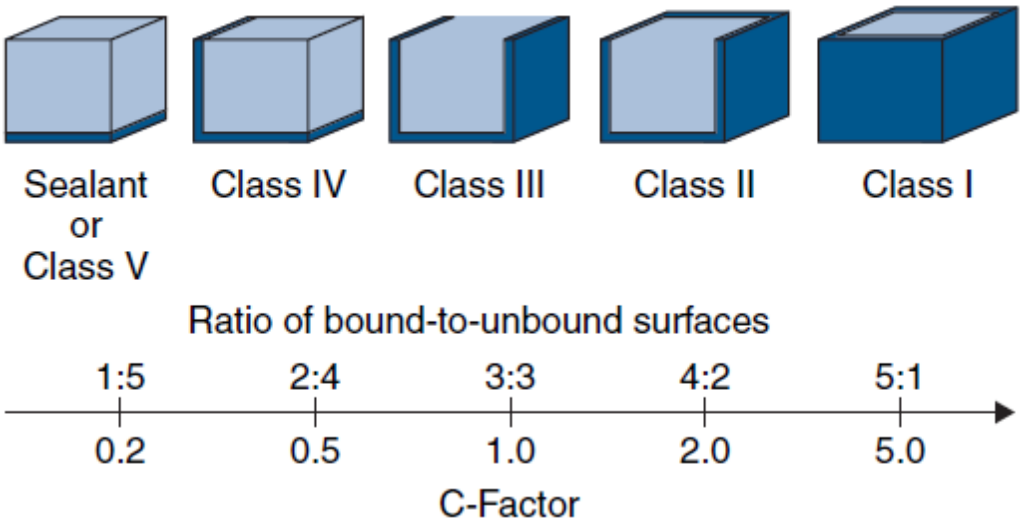
يتأثر التقلص التصلبي لمواد RBC أيضا بشكل وعمق الحفرة المحضرة وبدرجة لزوجة المادة Taylor & Lynch 1993

وتتناسب نسبة التقلص التصلبي مباشرة مع عامل C الذي يعرف بأنه نسبة الجدران المرتبطة إلى نسبة الجدران غير المرتبطة Summit 2006

إن ارتفاع العامل C إلى زيادة نسبة التقلص التصلبي حيث تفقد مواد RBC القدرة على تحرير الجهود الزائدة من خلال التدفق عبر الجدران غير المرتبطة والتي تعمل ك محرر للتشوهات اللدنة التي تحدث اثناء التقلص التصلبي (Karthick 2011 .)،Cakir 2007) .

تم تقييم تأثير ارتفاع عامل C بدراسة للباحث (Van Ende) وزملائه عام 2013 عند ارتباط أنماط مختلفة من مواد RBC مع العاج ، ووجدوا أن قيم قوى الارتباط كانت أقل بارتفاع عامل C في حين أن جميع أنواع RBC كانت جيدة الارتباط في الحفر ذات عامل C المنخفض Van Ende et al 2013 .

تظهر الدراسات السريرة أن نسبة حدوث فجوات حفافية لترميمات الراتنج المركب يتراوح ما بين 14 -54 % من مجمل السطح البيني ، والذي يعتمد على المادة المستخدمة والتقنية المتبعه غالباً ماتكون الفجوات عند نقطة الارتباط الاضعف والتي تكون عند العاج أو الملاط ، كما لا تظهر هذه الفجوات عند حواف الترميم (Yap, 2000)



11-1 التعديلات المطبقة في بنية الكمبوزيت لانقاص التقلص التصلبي

(sikri 2008 , llie & Hicke 2011 , Zimmerli et al 2010)

1 – **زيادة نسبة المواد المالئة ضمن القالب** الراتنجي سيؤدي إلى خفض التقلص التصلبي نتيجة لإنقاص كمية المونوميرات الداخلة في تركيب المادة .

2- **تعديل المونوميرات** : فالمونوميرات ذات الوزن الجزيئي المنخفض تتقلص بشكل أكبر من المونوميرات ذات الوزن الجزيئي المرتفع .

تحتوي معظم مواد الكمبوزيت على مونومير Bis GMA ومونومير UDMA وذلك بسبب الخواص الفيزيائية الجيدة لكليهما ، يضاف مونومير TEGDMA عادة لتعديل اللزوجة وتسهيل تطبيق المادة ضمن الحفرة الفموية ، ولكن بسبب وزنه الجزيئي المنخفض سيتقلص بشكل أكبر لذلك تقوم الشركات المصنعة بالتقليل من نسبته ضمن القالب الراتنجي .

3- **خفض معامل المرونة** :

اختلاف معامل التمدد الحراري بين الترميم والسن من شأنه أن يلعب دوراً مهماً في حدوث التسرب الحفافي (Heymann 2012) ويعَرف معامل التمدد الحراري بأنه التغير الحاصل في وحدة طول المادة عندما تتغير درجة حرارتها . تتعرض المواد المرممة بشكل مستمر للتغيرات الحرارية في الحفرة الفموية خاصة عند تناول الاطعمة والمشروبات ذت الدرجات المختلفة حرارياً مؤدية الى اجهادات غير مرغوبة على الختم الحفافي للترميمات (Sidhu et al., 2004.)

لذا من اخواص الفيزيائية المتطلب توفرها في المادة المرممة أن تمتلك معامل تمدد حراري مشابه للنسج السنية بحيث تمدد وتقلص متعاجل لكليهما (Sikri 2008) ، الا ان مواد الRBC تمتلك معامل تمدد مختلف عن الميناء والعاج (Hilton et al 1997) حيث يتراوح معامل التمدد الحراري للنسج السنية بين (11-4)* 10^{-6} درجة مئوية (Sidhu et al 2004)

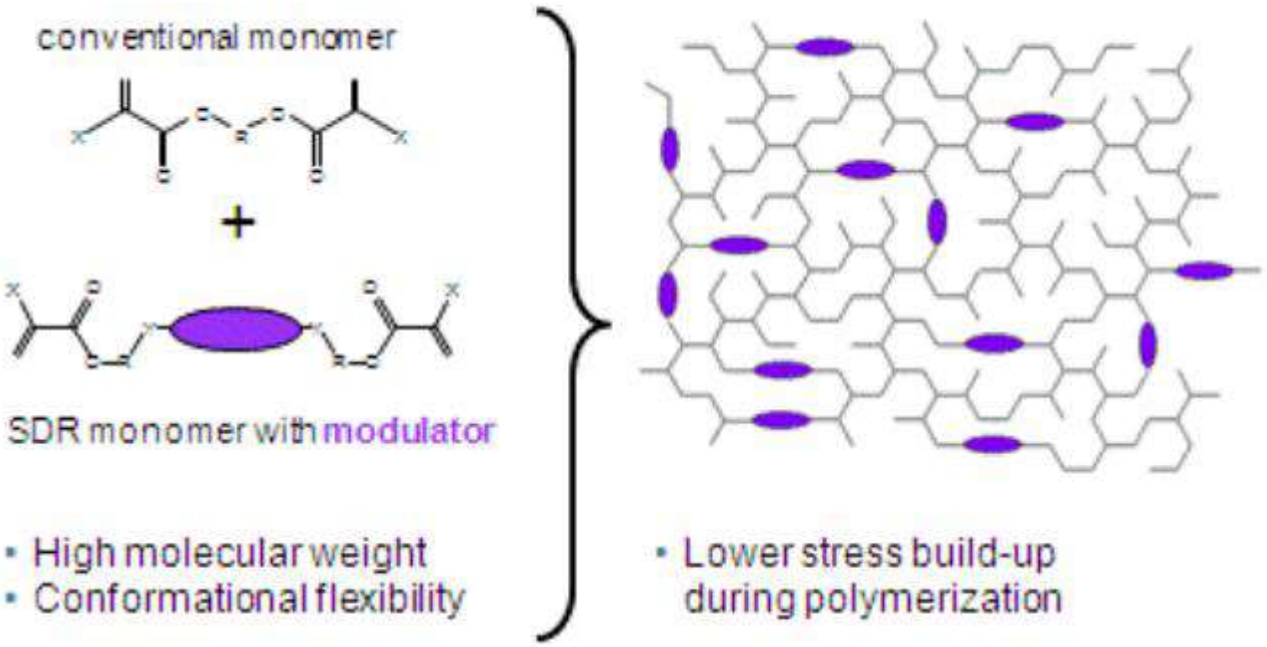
بينما يتراوح في المواد السادة للشقوق والوهاد (93.7-70.9) * 10^{-6} درجة مئوية .

وكلما كن الاختلاف بمعامل التمدد الحراري اكبر بين المادة المرممة والنسج السنية كان التسرب الحفافي اكير بسبب التغير المختلف بالابعاد ، الامر الذي يؤدي لحدوث فشل ارتباط دائم وتشكل الفجوات ، أو انكسار الحدبات في جال كان الارتباط قوياً.(Sidhu et al 2004، Estafan et al 2003 ،Craig& Powers 2002)

4- **استخدام مواد الكمبوزيت منخفضة التقلص التصلبي** : كالراتنج ذي الاساس السيلروبني ، والتي أظهرت تقلصاً تصلبياً أقل من 1 % وبالرغم من أنها تفوقت على مواد الكمبوزيت ذات الأساس الميتاكريلي من حيث التقلص التصلبي إلا أنها لم تتمكن من أن تلبي توقعات الاطباء الممارسين من حيث الحاجة إلى مواد رابطة محددة وعدم توافقها مع مواد الكمبوزيت ذات الاساس الميتاكريلي ، إضافة إلى نقص قدرتها على الانسيابية .

5- **<u>اضافة معدلات التقلص التلصبى</u>** : وهي عبارة عن مواد ذات وزن جزيئي عال تتوضع قي موركز هيكل الراتنج القابل للتصلب ، تعمل هذه المعدلات المركزية على تحرير الجهود من الشبكة المحيطية للراتنج (.) Todd & Wanner 2011)

اولى المواد التي ظهرت وفق هذه الطريقة التي عرفت بالاسواق بقابلية تطبيقها كتلة واحدة هي مادة (Dentsply)
M

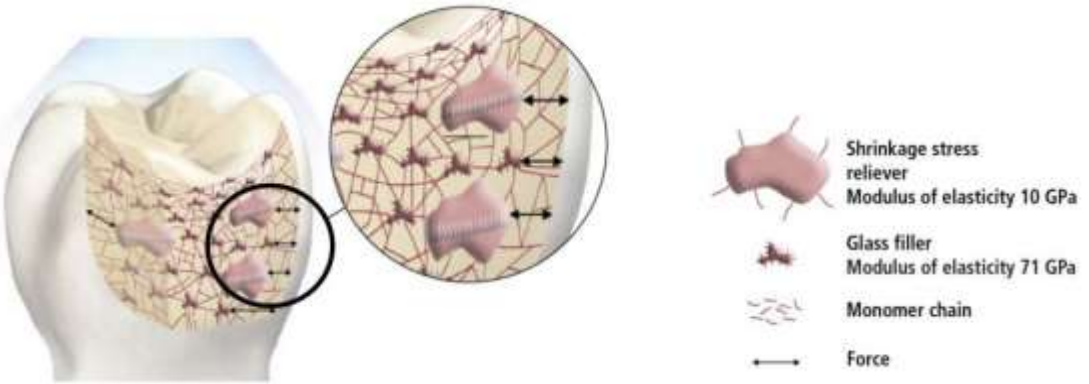


البينة التركيبية لمونومير SureFil SDR™ Natarajarathinam 2010

ارجع المنتجون سبب نقص التقلص التصلبي لهذه المادة لاستخدام المونوميرات المخَفضة للجهود التقلصية (SDR) ذات معامل مرونة منخفض ، ما يسمح بتحرر الجهود التقلصية بدون التأثير على معدل التحول (Heymann et al 2012،Jin et al 2009) .

على الرغم من أن هذه المواد أظهرت نقصاً واضحاً بالجهود التقلصية إلا أنها تبقى من فئة المواد السيَّالة والتي تظهر خواصاً ميكانيكية ضعيفة (Burgess & Cakir 2010)

6- **استخدام محررات الجهد :** وهي جزء من الجزيئات المالئة وتتكون من بوليمرات مسبقة التصلب ، تتصف هذه المواد بحجم كبير ذات اجمالي مساحة سطح اصغر ، ما يسمح بنسبة ملء أعلى بالمادة وبالتالي التقليل من التقلص التصلبي ، كما تمنع هذه المالئات أيضاً من حركة انكماش القالب الراتنجي أثناء التصلب وذلك بسبب الاحتكاك بين الراتنج وسطح هذه المواد أثناء عملية التلصب ، كما تتمع هذه المواد بمعامل مرونة منخفض يجعلها تعمل بمثابة نوابض مجهرية تحرر الجهد التقلصي (Todd & Wanner 2011)

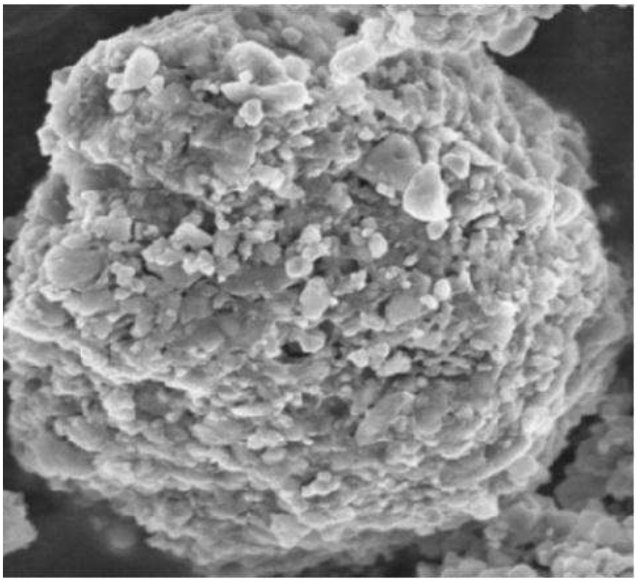


ذ

بوليمرات مسبقة التصلب تعمل كمحرر لمجهود التقلصية(. Todd & Wanner 2011):

وهذا ما نجده في مادة Tetric N Ceram Bulk حيث اضيفت حبيبات مالئة خاصة اطلق عليها اسم Isofiller

تعتبر مواد محررة للجهود التقلصية ، تتألف من بوليمير مسبق التصلب و يوتيبيروم ثلاثي الفلور شكل (9) ذات معامل مرونة يصل حتى 10 GPa وهو معامل مرونة منخفض مقارنة مع مرونة الجزيئات المالئة الزجاجية والذي يصل حتى 71 GPa (Manhart et al 2009



جزئ(. Todd & Wanner 2011) Isofiller شكل 9

8 - **<u>إضافة معدلات اللزوجة</u>** كما في مادة الـ Sonic Fill التي جمعت بين كل من خصائص الكمبوزيت القابل للنحت و خواص الكمبوزيت السَيال وذلك من خلال اضافة معدلات منشطة بالطاقة الصوتية ضمن بنية المادة ، وظيفتها تعديل لزوجه المادة حيث تنخفض درجة اللزوجة حتى 87 % عند تعرضها للأمواج الصوتية . تعزا لهذه الانسيابية العالية للمادة تحت تأثير الأمواج فوق الصوتية قدرة المادة على تحقيق الانطباق الجيد مع جدران الحفرة والتغلب على مشكلة التقلص التصلبي . في أن كثافة المادة نتيجة ارتفاع نسبة الجزيئات المالئة الداخلة في تركيبها لها الدور في الحفاظ على الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمادة (Yapp & Powers 2010

11-1 الطرق المتبعة للتقليل من التقلص التصلبي :

قد تم طرح العديد من التقنيات في سبيل زيادة الارتباط والتقليل من التقلص التصلبي :

التغطية بالراتنج Resin Coating

تم تقديم هذه الطريقة بداية في اليابان وأوروبا حيث يتم تغطية العاج المكشوف حديثاً بطبقة رقيقة من الراتنج السيال من أجل تشكيل طبقة هجينة تحاكي المركب العاجي الميناني وتدعى هذه الطريقة Resin Coating Jayasooriya (2003)

(Satoh, 1994)

حيث أظهرت هذه الطريقة زيادة في قوة الارتباط في العاج بنسبة 400% P. K. Magne, Tae Hyung Domenico Donovan, Terence E, 2005 Cascione, ، إن الطبقة الهجينة في الميناء تتطور بشكل سريع وذلك لأن الميناء يعتبر نسيج جاف، في حين إن طبيعة العاج تكون رطبة ومرنة مما يتطلب تقريباً ضعف الوقت لتشكيل ارتباط قوي مع العاج مما هو عليه مع الميناء (Irie (2002). ولكن عند نضج الطبقة الهجينة مع العاج فإن قوى الارتباط مع العاج تعادل ضعف قوى الارتباط مع الميناء (Van Meerbeek**, 2003**

الفصل مع الوقت Decoupling with time

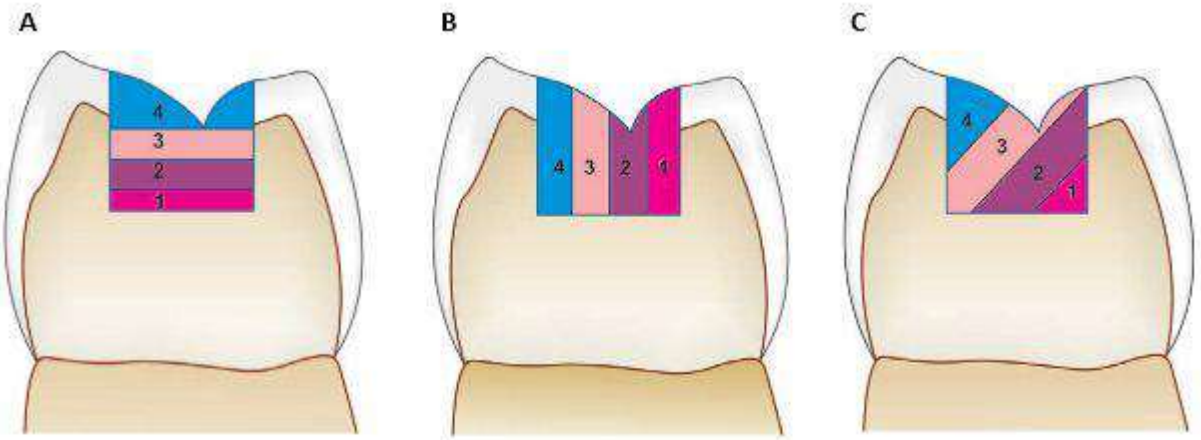
أن فصل أو تأخير ارتباط الطبقة الهجينة للعاج مع الطبقة التالية من الراتنج بفاصل زمني يحقق أقوى رابطة تساهمية بين الترميم والسن، يؤدي إتاحة الوقت الكافي لنظام الربط مع العاج من أجل تشكيل طبقة هجينة جيدة قادرة على مقاومة الجهود التقلصية المطبقة من الطبقات اللاحقة من الراتنج . إن المفهوم الذي يرتكز على ختم العاج أولاً بواسطة طبقة رقيقة من الراتنج ثم تطبيق الطبقات التالية للترميم بعد فترة من الزمن يدعى بالأدب الطبي باسم الفصل مع الوقت **Decoupling with time** والذي تتراوح عادة بين (5) إلى (30) دقيقة مما يساعد هذا المفهوم على التغلب على العديد من المشاكل المتعلقة بإجراءات الارتباط

Alleman DS, 2021

تقنية الطبقات المتعددة :

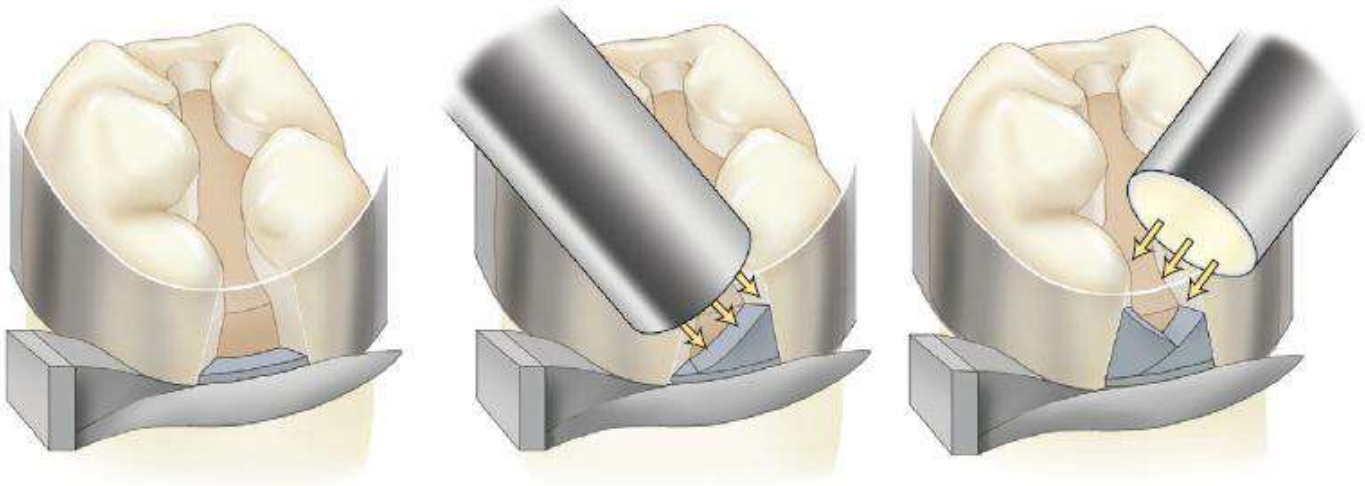
اقترح العديد من الباحثين استخدام تقنية الطبقات المتعددة عند تطبيق الراتنج المركب في الحفرة المحضرة لتقليل من التقلص التصلبي ، وباستخدام هذه التقنية يصبح مستوى الاجهادات ضمن الحفرة المرممَة أقل ، وقد أظهر الباحثون إمكانية الانقاص من شد الحدبات عند التصلب عندما يتم تطبيق الراتنج المركب على الأقل ب ثلاث دفعات بحيث تكون ثخانة كل دفعه أقل من 2 ملم (BICHACHO 1994) . وهناك تقنيات مختلفة لتطبيق الراتنج على دفعات منها تقنية التطبيق الافقي

(دهليزي – لساني) ، التطبيق العموي (لثوي – اطباقي) ، والطبقات المائلة كما هو موضح بالشكل



رسم توضيحي لتقنية الطبقات المتعددة، - شكل : A 2 (التطبيق العمودي، : B التطبيق الأفقي، : C الطبقات المائلة

رسم توضيحي لتطبيق الراتنج بتقنية الطبقات المائلة في حفر الصنف الثاني



1- تقنيات التصليب الضوئي

التعديل في نمط جهاز التصليب :

. Iالتصليب ذو البداية خفيفة الشدّة : Soft Start Polymerization يتم في هذه التقنية تطبيق شدة ضوئية بحوالي (100 cm2/mW (لمدة30) ثانية متبوعة بتعريض مباشر لضوء ذو شدة بحوالي 600cm2/mW لمدة 10 ثواني

. IIالتصليب النبضي المؤجل : Pulse Delayed Polymerization يتم تطبيق التصليب الضوئي الأولي بضوء منخفض الشدة لمدة قصيرة من الزمن ثم يتبع بتعريض نهائي بالشدة الضوئية الكاملة Mehl et al 1997

. IIIالتصليب الضوئي المتدرج : Ramped Curing حيث يبدأ المنبع الضوئي بشدة ضوئية منخفضة وتزداد تدريجيا لتنتهي بشدة ضوئية مرتفعة .هذه الطريقة تعطي وقتا للراحة من الإجهاد عند التصليب Mehl et al 1997 .) وتساهم في انقاص التقلص التصلبي

2- الطبقات المخفِّفة للإجهاد ذات معامل المرونة المنخفض :

يمكن امتصاص إجهاد التقلص المتولد من طبقة الراتنج المركب ذات معامل المرونة المرتفع من خلال طبقة متواسطة مرنة، وبذلك يتم تقليل الإجهاد على السطح البيني(سن-ترميم)، ويظهر ذلك سريريا من خلال إنقاص إنحناء الحدبات، ويمكن استخدام الراتنجات السيّالة لتخفيف الإجهاد الناتج عن التقلص التصلبي بسبب محتواها المنخفض من الجزيئات المالئة ومعامل المرونة المنخفض، كما يمكن استخدام الراتنج المعدل بالزجاجي الشاردي

Laughlin et al 2002

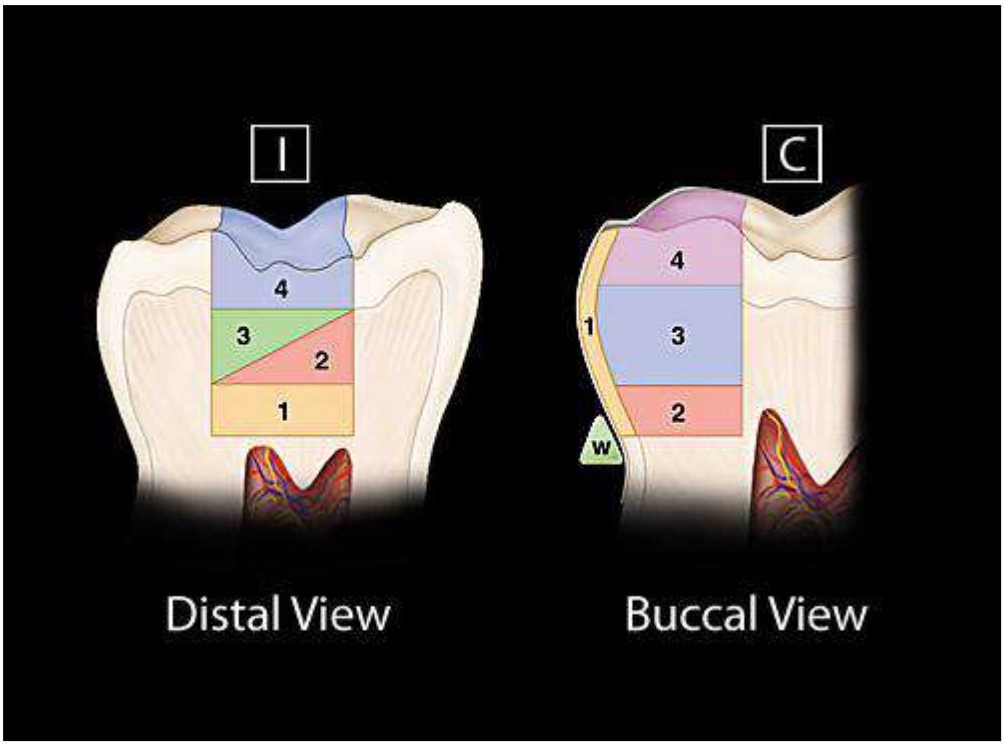
12-1 التقنيات المختلفة لتطبيق مواد RBC :

1-12-1 تقنية التطبيق على طبقات Incremental Placement Technique :

استخدمت تقنية تطبيق مواد RBC على طبقات بشكل واسع لاسيما في تحضيرات الصنف الثاني للتقليل من الاثر السلبي للتقلص التصلبي للمادة ومن تشكل الفجوات الحفافية ، حيث تقلل تقنية الطبقات على نسبة الجدران المرتبطة إلى الجدران غير المرتبطة (عامل C) مما يقلل الجهود التقلصية التي قد تتعرض لها الترميمات النهائية . Alqudaihi et al., 2018

بين كل من Aranhوزملاؤه 2004) (و Posku وزملاؤه) 2004 (و Lee وزملاؤه((2007

ان تطبيق الكمبوزيت الهجين بتقنية الطبقات المتتالية incremental Technique شكل ( ) قد أدى إلى حدوث تصلب كافي للكمبوزيت وقلل من تأثير التقلص التصلبي مما يعزز الانطباق الحفافي وتمنع حدوث تقلص تصلبي زائد مما يقلل الفجوات الحفافية وتشوه الحدبات وتقلل الحساسية التالية للترميم .



شكل الترميم بتقنية الطبقات Alqudaihi et al., 2018

- وجد park و زملاؤه 2008 في دراسه مخبرية أجراها لمعرفه تأثير تقنية تطبيق الكمبوزيت على طبقات على حدوث تشوه للحدبات باستخدام طرق مختلفة تبين أن حدوث تشوه الحدبات يحصل باستخدام تقنية طبيق الترميم كتلة واحدة والطبقات المتعددة ، ولكن بدرجات مختلفة حيث أحدث تطبيق الترميم دفعة واحدة تشوهاً أكبر للحدبات من تقنية الطبقات المتعددة .

– وفي دراسة أجريت من قبل الباحث Frankenbergr و زملاؤه (Frankenberger et al 2007) وجدوا أن تطبيق مواد RBC على شكل طبقات افقية كان ذو نتائج ارتباط افضل عند مقارنتها مع تطبيق المادة على شكل طبقات عمودية أو مائلة .

وعلى النقيض من ذلك وفي دراسه للباحث Versluis وزملاؤه عام 1996 بينت أن تطبيق مواد RBC بشكل طبقات افقية يزيد من التشوه بالأسنان المرممة ويزيد من التقلص التصلبي وتشكل الفجوات الحفافية (Versluis, 1996)

ملخص دراسات تقنية تطبيق الكمبوزيت على طبقات

الباحث	العام	نوع الدراسة	هدف الدراسة	نتائج الدراسة
Versluis وزملاؤه	1996	مخبرية	مقارنة بين تقنيتي الطبقات المتعددة المائلة والأفقية.	تطبيق مواد الكمبوزيت بشكل طبقات أفقية يزيد من التشوه بالأسنان المرممة ويزيد من التقلص التصلبي وتشكل الفجوات الحفافية.
Frankenbergr وزملاؤه	2007	مخبرية	مقارنة بين تقنيتي الطبقات المتعددة المائلة والأفقية.	تطبيق مواد الكمبوزيت على شكل طبقات أفقية كان ذو نتائج ارتباط أفضل عند مقارنتها مع تطبيق المادة على شكل طبقات عمودية أو مائلة
Park وزملاؤه	2008	مخبرية	مقارنة بين تأثير تطبيق تقنيات الكمبوزيت (تقنية الطبقات المتعددة وتقنية الكتلة الواحدة) في احداث تشوه الحدبات .	إحداث الترميم المنجز بتقنية الكتلة الواحدة تشوها أكبر للحدبات مقارنة مع تقنية الطبقات. لافرق بين تقنيتي الطبقات المتعددة (الأفقية والمائلة).

تنشيط Windows

1-12- 2 - تقنية تطبيق كرات الكمبوزيت مسبقة التصلب :

يتم استخدام كرات من الكمبوزيت مسبقة التصلب لبناء منطقة تماس جيدة وتحسن الانطباق والتقليل من التسرب الحفافي شكل

يتم بناء الطبقة الاولى في الجدار اللثوي دون تصليب كما في الطريقة التقليدية وبعدها توضع كره الكمبوزيت فوقها ضاغطة على شريط المسندة فتأخذ منطقة التماس شكل تحدب الكرة وتحسن من التماس والانطباق الحفافي .

Warren Jr and Clark, 1987

1-12-3 تقنية تطبيق مواد RBC المعرضة للحرارة Pre-heated Resin Based Composites

فؤائد تعريض الكمبوزيت للحرارة قبيل التطبيق: (Jin، 2013)

1- تحسين الخصائص الفيزيائية للكمبوزيت.
2- تحسين قوة الارتباط عن طريق زياردة الانطباق والتكيف بسبب انخفاض الزوجة الكمبوزيت المسخن وبالتالي القليل من التسرب الحفافي .
3- زيادة درجة التحويل بسبب تنشيط مبدئات التفاعل الضوئية الكامفر كينون) وبالتالي التقليل من نسبة المونوميرات الحرة

طرق تسخين الكمبوزيت :

1 – جهاز تسخين الكمبوزيت calset composite warmer

يمكن لهذا الجهاز رفع من حرارة الكمبوزيت ل 54 / 37 او 68 درجة سليسيوس وذلك باستخدام كمبوزيت بشكل كبسولات توضع في الجهاز ويستخدم لها مقبضة حقن خاصة .

2 - استخدام ضوء كرسي الوحدة السنية Jin 2013 Light of dental unit chair)

3 - المسك في اليد Hand hold (Jin, 2013)

يسبب مسك الكمبوزيت في اليد لمدة 3 ل 5 دقائق ارتفاع حرارته بشكل جيد

. تبين ونتيجة للأبحاث إمكانية تعريض مواد الكمبوزيت لدرجة حرارة تصل حتى 155 (Baig

.et al.، 2013

- إن تعريض مواد الكمبوزيت للحرارة يجعلها ذات لزوجة أقل مما يساعد على انطباق وترطيب أفضل لجدران السن. . وقد بينت دراسة الباحث Aksu عام 2004 والتي قيم فيها مقدار التسرب الحفافي الحاصل عند تطبيق مواد RBC المعرضة للحرارة أن التسرب الحفافي كان أقل عند تعريض مواد)Aksu and Linger, 2004(للحرارة مما هو عليه في الأنواع التقليدية والسيالة RBC . كما اختبرت دراسة أخرى للباحث Froes Salgado وزملائه عام 2010 الانطباق الحفافي ومقاومة الالتواء ومدى الروابط التصالبية ودرجة التحول بين مواد RBC المعرضة الحرارة (60) ومواد RBC المحفوظة بدرجة حرارة الغرفة، وتبين أن الانطباق الحفافي مع المواد المعرضة للحرارة أفضل من المواد المحفوظة بدرجة حرارة الغرفة في حين تماثلت النتائج بين المجموعتين فيما يخص مقاومة الالتواء والروابط التصالبية ودرجة التحول

(Froes-Salgado et al., 2010)

. وفي دراسات أخرى أجريت في هذا السياق بينت أن تعريض مواد RBC للحرارة من شانه أن يزيد معدل التحول للمونومير ويقلل من المونوميرات الحرة المتبقية بالمادة ويساعد في تقليل زمن التعرض لضوء التصليب، كما يعزز من انطباق المادة مع جدران السن (Daronch et al 2005 .

4-12-1 تطبيق مواد تبطين أسفل ترميمات Cavity Liners RBC

أستخدمت العديد من المواد أسفل ترميمات RBC بهدف تحسين انطباق مواد RBC مع الجدران اللثوية للحفرة ، اشتملت هذه المواد على اسمنت الزجاج الشاردي أو اسمنت الزجاج الشاردي المعدل بالراتنج أو الراتنجات المعدلة بعديدات الأحماض) الكمبومير). وقد تبين نتيجة الأبحاث أن هذه المواد المبطنة أسفل ترميمات RBC من شأنها أن تقلل تشكل الفجوات الحفافية وتزيد من الانطباق Frankenberger et al 1999, Peutzfelt & Asmussen 2002, Opdam et al 2003.) 2004 Chuang et al).

لكن بعض الدراسات لم تجد لهذه التقنية أي تأثير ايجابي إضافي عن Chuang et al 2001, Haak et al 2003, Sensi et al 2004 Lindberg) التقنيات الأخرى ويمكن استعمال الكمبوزيت السيال قليل اللزوجة) كمادة ممتصة للجهود Daronch et al. (2005) et al 2005, Ziskind et al 2005)، لأن له معامل مرونة أقل من الكمبوزيت المملوء بنسبة أكبر Cunha.2006

وفي دراسات حديثة استخدمت فيها مواد حديثة مثل Biodentine ومادة Theracal LC والتي تعد ريزين معدل بسليكات الكالسيوم وتم مقارنتها مع الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج Resin بعد تطبيقها في حفرة صنف ثاني على الجدار Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC(المحوري للحفرة الملاصقة بسماكة 0.8 ملم وملاحظه تفوق مادة البيودنتين Biodentine ومادة Theracal LC على الاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج

Darsan et al., 2018(

5-12-1 تقنية : Snowplow Technique Snowplow

- يتم وضع طبقة من مواد الكمبوزيت السيالة كمادة مبطنة أسفل مواد الكمبوزيت التقليدية وتصليبهما معاً للحصول على افضل انطباق حفافي Marginal adaptation للطبقات العميقة من الحفرة السنية المحضرة

. أجريت عدة دراسات المقارنة سماكة طبقة الكمبوزيت السيالة المطبقة أسفل ترميمات الكمبوزيت التقليدية في التأثير على مقدار التسرب الحفافي، ووجد أن أفضل النتائج كان عند تطبيق طبقة رقيقة من الكمبوزيت السيال وتصليبها بأن واحد مع الكمبوزيت التقليدي المطبق أعلاها، في حين أن أسوء النتائج كانت عند تطبيق الكمبوزيت السيال بثخانة عالية .

(Opdam et al., 2003)

- أظهر (Peutzfeldt et al.، 2002) في دراسة أجراها على حفر الصنف الثاني MOD أن التسرب الحفافي قد انخفض بشكل ملحوظ و خصوصا عند حواف العاج عند استخدام الكمبوزيت السيال.

- وجد (Eick et al.، 2007) في دراسة أجراها على حفر الصنف الخامس حيث كانت أقل قيمة للتسرب الحفافي مع المجموعة التي تم فيها استخدام الكمبوزيت السيال كمادة مبطنة (Eick et al., 2007)

. في دراسة (Reddy et al. (2013 التي اجريت لمقارنة تاثير ثخانة الكمبوزيت السيال بطرق تصليب مختلفة كمادة قاعدية اسفل الكمبوزيت التقليدي في حفر الصنف الثاني ومقارنتها مع المجموعة الشاهدة التي طبقت فيها تقنية الطبقات دون مادة قاعدية وتم توزيعها وفق المجموعات التالية:

المجموعة	ثخانة كمبوزيت السّيال	تقنية التصليب
I	0mm الشاهدة	تطبيق تقنية الطبقات دون سيّال والتصليب على طبقات.
II	0.5–1mm	تطبيق كمبوزيت فوق السيّال والتصليب معاً.
III	(1–1.5)mm	تطبيق كمبوزيت فوق السيّال والتصليب معاً.
IV	0.5–1mm	تصليب السيّال ثم وضع الكمبوزيت.
V	(1–1.5)mm	تصليب السيّال ثم وضع الكمبوزيت.

جدول 4: توزع عينة دراسة مقارنة تاثير ثخانة الكمبوزيت السيال بطرق تصليب مختلفة كمادة قاعدية اسفل الكمبوزيت التقليدي

توزع عينة دراسة مقارنة تاثير ثخانة الكمبوزيت السيال بطرق تصليب مختلفة كمادة قاعدية اسفل الكمبوزيت التقليدي

- بينت الدراسة بأن التسرب الحفافي في المجموعتين II و III) تقنية التصليب معاً) Co-cure technique كان أقل من المجموعتين ١٧ و ٧ تقنية التصليب كل طبقة على حدى pre-cure technique في حين اظهرت المجموعة الشاهدة | أعلى نسب للتسرب الحفافي) .Reddy et al

ملخص دراسات تقنيةSnowplow

الباحث	العام	هدف الدراسة	نتائج الدراسة
Peutzfeldt	2002	دراسة تاثير الكمبوزيت السيال كمادة مبطنة أسفل ترميمات الصنف الثانيMOD	انخفاض التسرب الحفافي بشكل ملحوظ عند استخدام الكمبوزيت السيال أسفل ترميمات الصنف الثاني
Eick	2007	دراسة تاثير الكمبوزيت السيال كمادة مبطنة أسفل ترميمات الصنف الخامس.	انخفاض التسرب الحفافي عند استخدام الكمبوزيت السيال كمادة مبطنة اسفل ترميمات الصنف الخامس.
Reddy	2013	مقارنة تاثير ثخانة الكمبوزيت السيال بطرق تصليب مختلفة كمادة قاعدية اسفل الكمبوزيت	وضع الكمبوزيت السيال بثخانة رقيقة ثم وضع طبقة كمبوزيت تقليدي والتصليب معاً Co-cure technique قلل من حدوث التسريب الحفافي مقارنة مع تصليب كل دفعة على حدا pre-cure technique في حين اظهرت العينة الشاهدة التي استخدمت الكمبوزيت التقليدي دون تبطين بالكمبوزيت السيال.

تنشيط Windows

ترميمات الكمبوزيت المطبقة بتقنية الكتلة الواحدة

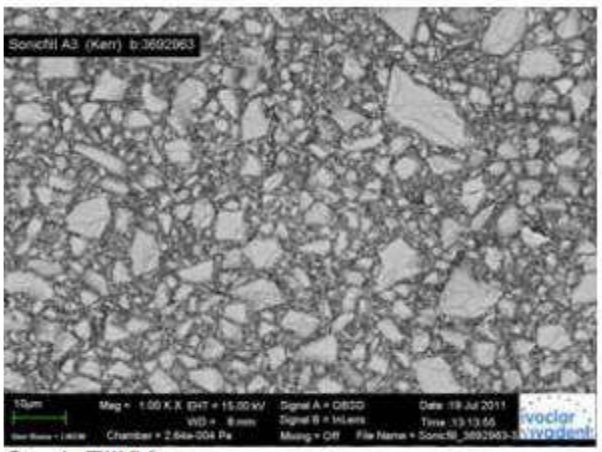
Resin Composite Application Using Bulk Fill Technique:

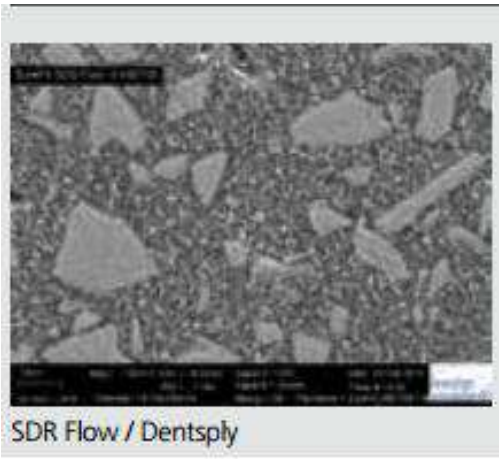
- استخدمت تقنية الطبقات المتعددة التقليدية لترميمات الكمبوزيت المباشر بحيث تطبق كل طبقة بسماكة أعظمية 2 ملم، وتصلب الطبقات المتزايدة بشكل فردي لمدة 10-40 ثانية تبعاً لشدة ضوء جهاز التصليب، ولون ودرجة شفوفيه مادة الكمبوزيت المستخدمة (llie et al (2014).

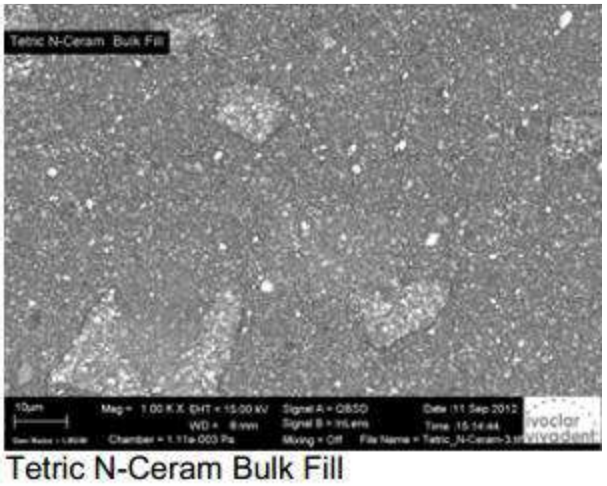
نتيجة لتزايد الحاجة لتقنيات ترميم تختصر الوقت والجهد وتكون أقل حساسية من تقنية الطبقات المتعددة لا سيما عند ترميم التحضيرات الواسعة، ظهر مفهوم تطبيق ترميمات الكمبوزيت بتقنية الكتلة الواحدة وقد ساعد في ذلك التطور الكبير في بنية وتركيب مواد الكمبوزيت الحديثة (Czasch and Illie 2013)

الى ان ظهر مؤخراً مفهوم تقنية الكتلة الواحدة للتخلص من فكرة التطبيق على دفعات، حيث تم مؤخراً إدخال رانجات مركبة كتلية الملء Bulk-Fill يمكن تطبيقها بسماكات تصل إلى 4-5 مم، ويمكن تصليبها ضوئياً على كامل السماكة إضافة إلى إمكانية التطبيق بسماكات كبيرة (Fronza et al. 2017) Czasch & Ilie 2013a)

اعتمدت هذه التقنية الجديدة على تغيير التركيب الكيميائي للمونوميرات لتحصل على مونوميرات ذات لزوجة منخفضة تسمح بالانسيابية اللازمة وذلك باستخدام مونوميرات الـ Bis-GMA خالية من جذر الهيدروكسيل أو استخدام يورتان ثنائي الميتاكريلات الألفاتي Dimethacrylates، أو يورتان ثنائي الميتاكريلات الأروماتي aromatic Urethane Aliphatic Urethane highly branched methacrylates أو الميتاكريلات المتفرعة بشدة Dimethacrylates (Moszner et al 2008)







شكل : حجم ونسب المواد المالئة برتكيب بعض مواد RBC المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة بشكليها السَيال والقابل للنحت

تتمتع هذه المواد بميزات هي:

تقليل التقلص التصلبي، وزيادة عمق التصليب (Czasch & llie، 2013).

لا تعد هذه المواد أصناف مستقلة، إنما ثم إجراء تغييرات في تركيبها بإدخال وحيدات تماثر معدلة، أو زيادة محتواها من المواد اللاعضوية، أو استخدام مبدئات ضوئية أكثر فعالية (Sebold et al.، 2020)

يرتكز التركيب الكيميائي على نفس المونوميرات والقالب الراتنجي وتقنية المالئات الموجودة في الكمبوزيت الهجين التقليدي مع إحداث بعض التغييرات من خلال :

1- إضافة مبدئ ضوئي جديد جعل للكمبوزيت كتامة أو عتامة أكثر أعطاه حيوية تجميلية أكبر فيصبح مقاربا للميناء (الكمبوزيت القابل للتشكيل Sculptable) وللعاج (الكمبوزيت السيال Flowable الذي يسمح بتغطية التلون الموجود تحته)

أهم المبدئات المستعملة حاليا bis-{ Ivocerin methoxybenzoyl) diethylgermane Ge-3

من شركة Ivoclar Vivadent الذي لديه استجابة عالية للضوء الازرق 370- 380 نانومتر

(R&D Ivoclar Vivadent 380

- يستخدم Tetric N-Ceram Bulk-fill مبدئ ضوئي جديد هو (Ivocerin) الذي يتكون من تفاعل

الكامفركوينون مع bis-4-methoxybenzoyl)، حيث يتميز هذا المبدئ باستجابته العالية للضوء الأزرق ذي

الطول الموجي 370-380 نانومتر Farahat et al., 2016

2 اعتمدت أنواع أخرى على إضافة مرشحات ضوئية عالية الحساسية تعمل على الحماية من الضوء المحيط

وتزيد من زمن العمل 3 دقائق مع الحفاظ على استجابة المبدئ العالية . de Araújo-Neto et al.، 2021

3- لم تقم أنواع أخرى بالتعديل في المبدئات، واكتفت بزيادة شفوفية المواد مما يسمح باختراق أكبر للضوء . Bucuta & Ilie, 2014

اعتمدت أنواع أخرى على إدخال مخففات جهد أو معدلات تماثر في تركيبها للحصول على تقلص تصلبي منخفض كما في Pereira et al., 2018. (Surefil SDR (Smart Dental Replacement

سمحت هذه التعديلات بتحسين عمق التصليب مما يؤدي لتماثر فقال ينتج عنه تعزيز للخواص الميكانيكية والفيزيائية Benetti et al., 2015 .

- تتميز ترميمات الكومبوزيت الكتلية بأنها تقنية أقل حساسية، وأكثر توفيراً للوقت

تدعي الشركات المصنعة أن التغير الكبير في القالب العضوي لهذه المواد الحديثة أظهر نقصا 60 – 70 %

(Burgess & Cakir 2010.) واضحاً في قيم التقلص التصلبي والجهود التقلصية بنسبة كما وتم إضافة بعض

المعدلات لتساعد على زيادة (llie & Hickel 2011 Czasch & Ilie 2013) عمق التصلب لهذه المواد، حيث يصل عمق تصلب الطبقة في بعض المواد حتى 4 ملم. توافرت بالأسواق التجارية العديد من مواد RBC المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة بتراكيب مختلفة الأمر الذي من شأنه أن يجعل الأداء السريري لهذه المواد مختلفاً. ومن الضروري التنويه إلى أن مواد الكمبوزيت المطبقة بتقنية الكتلة الواحدة لا تشكل مجموعة جديدة أو نوع فريد من المواد إنما هي عبارة عن مواد كمبوزيت تشترك بسمة واحدة وهي قدرتها على التطبيق بسماكة طبقة عالية (2011 Todd &Wanner

مميزات تقنية الكتلة الواحدة :

- تقنية سهلة التطبيق لإضافة لكونها أسرع .
- توفير الوقت .
- عمق تصلب اعلى .
- تقليل عدد الطبقات يقلل حدوث الفقاعات (4 ملم) للطبقة بدلا من (2 ملم) وبالتالي استخدام ادوات اقل بالاجمال وعد تشكل فقاعات بين الطبقات المصلبة)
- تقلل خطر الحساسية التالية للمعالجة(تحدث عادة في الترميمات ناقصة التصلب وهذا لا يحدث

هنا كون عمق التصلب أكبر بشكل ملحوظ من التقليدي.)

كنتيجة عامة توفير في الوقت حتى 47 % عند التطبيق2014 .ICDE .

توفير الوقت بتقنية الكتلة الواحدة

* تتوافر مواد الكمبوزيت المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة بشكل رئيسي :

1 – سيال Flowable

2 – قابل للنحت Sculptable

3- المفعلة بالصوت Sonic fill

4- ثنائية التصلب Dual Cure

تختلف عن بعضها بحجم ونسب الجزيئات المالئة الداخلة في تركيبها

- مواد الكمبوزيت المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة السيالة Composites Flowable Bulk-Fil

لزوجتها منخفضة بسبب محتواها المنخفض من المواد المالئة، إضافة لشفوفيتها العالية، مما يجعل عمق التصلب أكبر، وبالتالي التقلص التصلبي لها أقل من التقلص التصلبي للراتنجات السيالة التقليدية .

Kim Jet al., 2015) (et al., 2015(Kim, E.H.)

يستخدم هذا النوع في التحضيرات التي يصعب الوصول إليها، والتجاويف العميقة، ويطبق فوقها راتنج تقليدي.

- يعد هذا النوع هو أول نوع كتلي الملء تم تطويره.

أول مركب راتنجي كتلي الملء ذو الزوجة منخفضة (سيال) كان SDR من شركة (Dentsply Konstanz, Germany)، يشتمل SDR على معدل لتفاعل البلمرة، وهو عبارة عن مادة يوريثان ثنائي ميثاكريلات (Czasch & Ilie, 2013b)(يسمح معدل البلمرة البطيء بتقليل الإجهاد دون تقليل معدل التفاعل ،)UDMA(كمادة ترميم تحت ترميمات SDR علاوة على ذلك، فإن استخدام الراتنج التقليدي قد يسهل وضع المركب الراتنجي في التجاويف العميقة من خلال التغلب على عيوب تقنية الطبقات

van Dijken & Pallesen, 2014, 2017

- تبدي هذه المواد نتيجة لذلك خواصاً فيزيائية وميكانيكية أضعف مقارنة مع مواد الكمبوزيت الهجينة مثل انخفاض معامل المرونة ومقاومة الإهتراء وزيادة خشونة السطح إضافة إلى ضعف خواص الإنهاء والتلميع (2013) Pogio et al 2012 ll et al) لذا يستخدم الشكل السيال من هذه المواد عادة للتعويض عن العاج المفقود وتوصي الشركات بوضع طبقة أخيرة من الكمبوزيت التقليدي أعلاها للوصول لترميمات بأفضل الخواص الفيزيائية والميكانيكية . لكن هذا الأمر غير محقق بترميمات الصنف الثاني حيث تتماس كتلة المادة بسطح أو أكثر مع شريط المسندة مما يحول دون تغطية المادة السيالة بطبقة أخيرة من الكمبوزيت التقليدي وتبقى المادة غير محمية في مناطق التماس (2013) .(Ill et al

<u>يمكن تلخيص ميزات هذه المواد</u> بقدرتها على الترطيب وتحقيق الانطباق الجيد مع جدران التحضير وجميع الزوايا الخطية والنقطية الداخلية، إضافة إلى سهولة تطبيقها وعدم الحاجة إلى تكييف المادة مع الجدران بوساطة أدوات الدك التقليدية حيث تنساب الطبقة الأولى من المادة بسهولة وفاعلية التلائم الشكل الداخلي للحفرة المحضرة، ولا تحتاج طبعاً إلى طبقات قاعدية إضافية من مواد الكمبوزيت السيالة (2010(Lowe) .

أما **عيوبها**

فتتجلى بضرورة تغطيتها بطبقة 2 ملم من الكمبوزيت الهجين للحصول على ترميمات ذات خواص ميكانيكية جيدة ومقاومة للاهتراء إضافة إلى القدرة على التشكيل الإطباقي وتأمين النواحي الجمالية المطلوبة بالترميم من مساوئها أيضاً عدم القدرة على إيصالها للمناطق الوحشية للحفرة السنية عند ترميم الأسنان الخلفية العلوية أو قد يحدث خروج المادة من الحفرة وذلك بسبب الانسيابية العالية للمادة وبالتالي صعوبة تكييفها وتطبيقها في هذه المناطق ما يجعل النتائج السريرية طويلة الأمد لهذا الترميم ضعيفة، كما وتتعارض الشفوفية العالية للمادة مع النواحي الجمالية المرغوبة في الترميم .

(Hickel 2012 Poggio et al 2012)

تطبيق الكمبوزيت السيّال وفوقه طبقة كمبوزيت تقليدي

مواد كمبوزيت منجزة بتقنية الكتلة الواحدة ذات لزوجة عالية Fill High-Viscosity, Bulk Composites

تعد هذه المواد هي مواد الترميم المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة الحقيقية كونها قادرة على ملء كامل تجويف الحفرة المحضرة دون الحاجة إلى إضافة أي طبقات أخرى (Hickel (2012

اضافة لكون لزوجتها عالية بسبب محتواها العالي من المواد المالئة، مما يسمح بإمكانية تشكيلها حيث تبدي هذه الترميمات قواماً عجينياً، وتطبق دفعة واحدة دون الحاجة لتغطيتها بكومبوزيت تقليدي (2019) ،.Boaro et al).

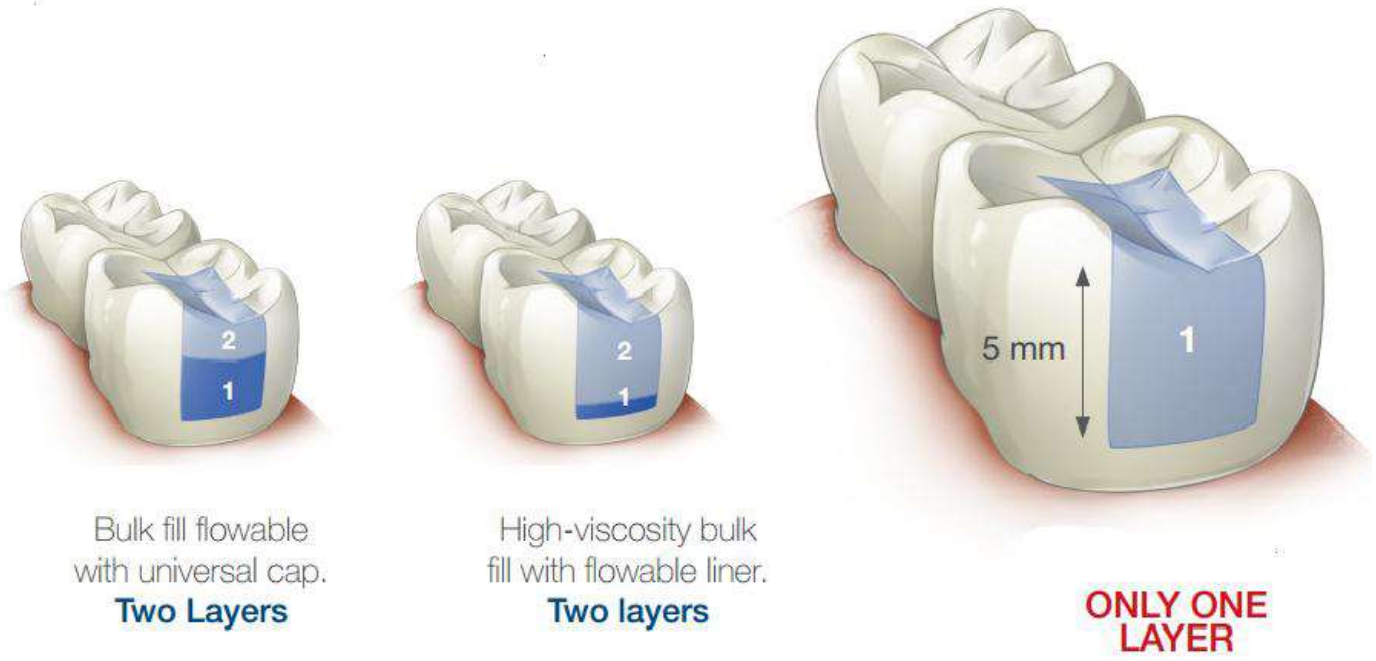
يمكن تلخيص **ميزات** هذا الصنف من المواد بأنها : لا تحتاج لإضافة طبقة علوية مغطية، حيث بمادة واحدة وبطبقة واحدة يمكن ملء كامل الحفرة السنية، كما ويسهل معها تحت وتشكيل السطح الإطباق نتيجة القوام المادة الكثيف .

أما **مساوئها**

فتكمن بضرورة دك وتكييف المادة مع الجدران الداخلية للحفرة باستخدام الأدوات اليدوية، كذلك تبدي هذه المواد مستوى من الشفوفية يتعارض مع النواحي الجمالية المطلوبة بالترميم (Manhart & Ilie 2011)

تختلف مواد هذه المجموعة عن بعضها بسماكة الطبقة المصلبة، تبلغ سماكة الطبقة المصلبة في معظم المنتجات 4 ملم، لذا قد تحتاج في الحفر العميقة لتطبيق طبقة من مواد الكمبوزيت السيالة أسفل هذه الترميمات لملء كامل الحفرة في حين تصل في منتجات أخرى حتى 5-6 ملم . (Ahmad 2013)

نماذج تطبيق مواد الكمبوزيت المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة.



نظام SonicFill المفعل بالصوت :

تم السعي للحصول على صفات كلا النمطين، أي الانطباق الحفافي الملائم وملء كامل فراغات وتفاصيل الحفر المحضرة التي يحققها الكمبوزيت السيال، والقابلية للنحت والتشكيل والمقاومة العالية التي يحققها الكمبوزيت القابل للتشكيل.

قامت شركة Kavo and Kerr بإنتاج مركب جديد مصمم خصيصاً للاستعمال الخلفي ومقدم مع قبضة صوتية تستعمل لنقل الكمبوزيت إلى الحفرة المحضرة بسرعة وفعالية وبدفعة واحدة.

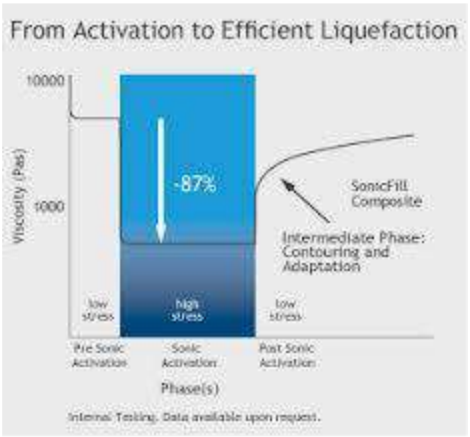
تم تسمية هذا **النظام SonicFill**

القبضة الصوتية والكمبوزيت المعياري

هذه المادة Sonic Fll جمعت بين كل خصائص الكمبوزيت القابل للنحت وخواص الكمبوزيت السيال وذلك من خلال اضافة معدلات منشطة بالطاقة الصوتية ضمن بنية المادة ، وظيفتها تعديل درجة اللزوجة عند تعرضها للامواج الصوتية

تعزا هذه الانسيابية العالية للمادة تحت تأثير الامواج الصوتية قدرة المادة على تحقيق الانطباق الجيد مع جدران الحفرة والتغلب على مشكلة التقلص التصلبي .

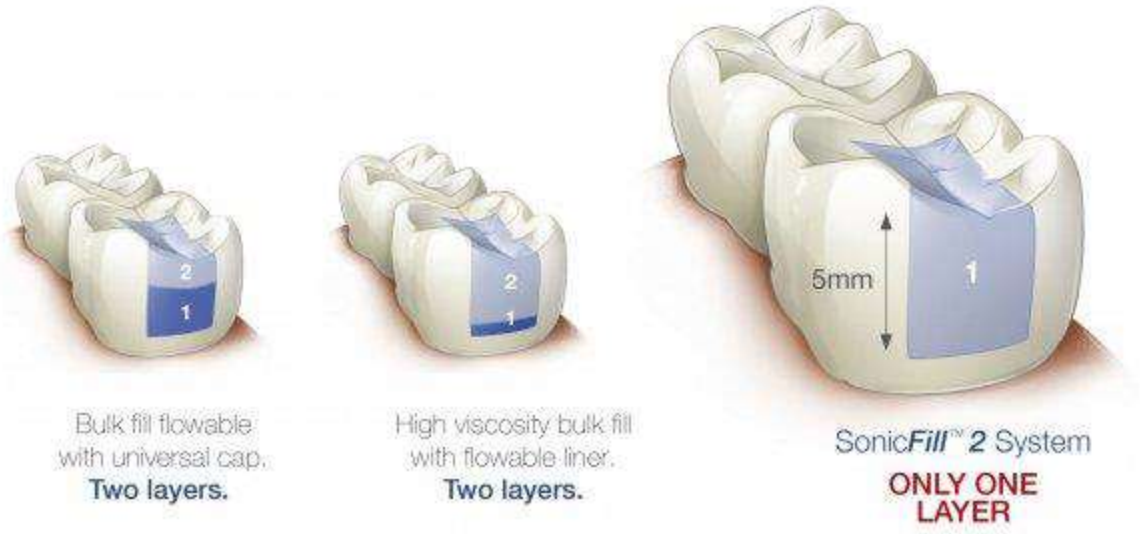
في أن كثافة المادة نتيجة ارتفاع نسبة الحجزيئات المالئة الداخلة في تركيبها لها الدور في الحفاظ على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للمادة (Yapp & Powers 2010)



لدينا مادة كمبوزيت معيارية عالية الملء تفعل عن طريق الطاقة الصوتية التي بدورها تقوم بخفض

اللزوجة بحيث يتم ملء الحفرة المحضرة وعند انتهاء التفعيل يعود الكمبوزيت إلى حالة عدم الهبوط

مما يجعل تشكيل المحيط التشريحي سريع وفعال التنخفض اللزوجة تبعا للدراسات المجراة إلى% 87



نماذج تطبيق مواد الراتنج المركب المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة

الصور في الشكل السابق من اليسار لليمين

- مواد كمبوزيت منخفض اللزوجة تحتاج لطبقة علوية مغطية من الكمبوزيت التقليدي
- مواد كمبوزيت عالية اللزوجة وعمل تصلب طبقة يصل حتى 4 ملم بحاجة لطبقة قاعدية لملأ كامل الحفرة
- مواد كمبوزيت عالية اللزوجة وعمق تصلب طبقة يصل حتى 5 ملم لا تحتاج لأي طبقة إضافية لملأ الحفرة (Ahmad (2013).

يلاحظ عند دراسة مواد الترميم الراتنجية المخصصة للاستخدام بتقنية الكتلة الواحدة أنه لابد من التعامل والتغلب على عدة نقاط مهمة

لتسهيل انجاز الترميمات بأفضل النتائج السريرية :

1- يجب الحد من التقلص التصلبي والجهد التقلصي وذلك لأن كمية الراتنج المصلبة كتلة واحدة كبيرة إضافة لارتفاع عامل C

2 - عمق التصلب ونفوذ الضوء يجب أن يكون على الأقل 4 ملم لنتمكن من تطبيق حقيقي مقبول سريرياً لمواد الكمبوزيت المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة.

3- تأمين زمن عمل كافي لتطبيق ونحت كتلة الترميم . Manhart & llie 2011

ذ

الخواص التي يتمتع بها SonicFill

- مقاومة الانحناء

يعد هذا الكمبوزيت من أقوى ترميمات الكمبوزيت المتاحة ويتمتع بمقاومة انحناء تقدر ب 185.8 ميغا باسكال .ففي دراسة لمجموعة من مواد كمبوزيت مختلفة تظهر مقاومة الانحناء وتبين تفوق مادة SonicFill بشكل ملحوظ.

- مقاومة الانضغاط

يعد هذا الكمبوزيت من أكثر الأنواع متانة حيث تفوق مقاومة الضغط 300 ميغا باسكال

- التقلص الحجمي

هذا الكمبوزيت مملوء بشكل عالي بوزن 83,5 % ولديه أقل مقدار تقلص يقدر ب. 1,60

ثنائية التصلب Dual-Cure :

- كان هذا النوع محاولة للحصول على تماثر فعال على كامل سماكة الترميم بدون إجراء أي تعديل في قوام المادة، وذلك من خلال الجمع بين كل من التصليب الضوئي، والتصليب الكيميائي، بتمكين سطح الترميم من المعالجة بالضوء من أجل التلميع، بينما سيتم معالجة العمق الكامل للترميم كيميائيا بمرور الوقت.

(Chesterman et al., 2017)

- من الضروري معرفة أن مواد Bulk Fill لا تعد نمط واحد من المواد .فهي تختلف من حيث التطبيق السريري وطريقة بناء الترميم .فيما يلي جدول يلخص أهم مواد Bulk Fill وكيفية التطبيق

Product	Manufacturer	Consistency	Increment Thickness	Application
Tetric N-Ceram Bulk Fill	Ivoclar Vivadent	Sculptable	4 mm	Single layer possible
QuiXX	Dentsply	Sculptable	4mm	Single layer possible
x-tra Fil	Voco	Sculptable	4 mm	Single layer possible
Beautifil Bulk Restorative	Shofu	Sculptable	4 mm	Single layer possible
Venus Bulk Fill	Heraeus Kulzer	Flowable	4 mm	Over-layered with conventional composite
SDR	Dentsply	Flowable	4 mm	Over-layered with conventional composite
SonicFill	Kerr	Flowable, sound activated, sculptable	5 mm	Single layer possible
x-tra base	Voco	Flowable	4 mm	Over-layered with conventional composite
Filtek Bulk Fill	3M Espe	Flowable	4 mm	Over-layered with conventional composite
Beautifil Bulk Flowable	Shofu	Flowable	4 mm	Over-layered with conventional composite

ذ

الباب الثانى

دراسات سابقة حول تقنية الكتلة الواحدة و مقارنتها مع الطرق الاخرى

الدراسات السابقة المنجزة حول تقنية الكتلة الواحدة :

- درس الباحث Eunice وزملاؤه عام 2012 التسرب الحفافي المجهري حول الترميمات المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة باستخدام الطاقة الصوتية بواسطة قبضة تصدر أمواجاً صوتية تحفز منشطات خاصة ضمن بنية المادة تعمل على خفض الزوجة المادة وتحقق انسيابية أكبر للمادة وتم تقييمها باستخدام العناصر المشعة ومقارنتها مع تطبيق مادة RBC تقليدية بتقنية الطبقات، ووجدوا أنه لا يوجد أي فروق إحصائية من حيث التسرب الحفافي المجهري بين تقنتي التطبيق المختبرتين (Eunice et al (2012).

- قارن الباحث Poggio وزملاؤه عام 2013 التسرب الحفافي المجهري الحاصل حول ترميمات الصنف الثاني في الحفر ذات الحدود المتوضعة أسفل الملتقى المينائي الملاطي باستخدام عدة تقنيات ترميم (تقنية الطبقات – استخدام RBC سيال أسفل مواد الترميم التقليدية – تقنية الكتلة الواحدة) ووجدوا أنه لم تستطع أي تقنية من التقنيات التخلص النهائي من التسرب الحفافي المجهري كذلك فإن نسبة التسرب الحفافي المجهري في الحواف أسفل الملتقى المينائي الملاطي إنما تعتمد على نوع المادة (Paggio et al (2013) .

- قارن الباحث Baiq وزملاؤه عام 2013 التسرب الحفافي المجهري حول ترميمات RBC المنجزة بعدة تقنيات مع وبدون استخدام مواد قاعدية، وجدوا أن جميع التقنيات غير قادرة على التخلص من التسرب الحفافي المجهري بشكل نهائي وأن أفضل النتائج كانت بتطبيق مواد RBC بتقنية الطبقات المائلة والمبطنة بمواد RBC السيال .

(Baiq et al 2013)

- في دراسة مقارنة لمجموعة مواد كمبوزيت ذات الدفعة الواحدة بسماكة طبقة 4 ملم ومقارنتها مع الكمبوزيت التقليدي بسماكة طبقة 2 ملم بينت أ ن أقل جهد تقلصي هو لمادة Tetric N Ceram Bulk Fill (. R&B Ivoclar Vivadent, 2013

- في دراسة مخبرية لمجموعة مواد كمبوزيت تم تعريض الترميمات لدورة مضغ 120000 دورة بقوة 50N ومقدار حركة جانبي 0.7 ملم .تم قياس الفقد العمودي بماسحة ليزرية ثلاثية الأبعاد تم اعتبار الفقد العمودي أقل من um200 منخفض، واعتبر الفقد بين um300-200 متوسط .بينت الدراسة أن الكمبوزيت الأكثر سحلا هو QuiX fill (Dentsply) أما الأكثر مقاومة للسحل هو Tetric N Ceram Bulk Fill/Venus Bulk Fill

R&B Ivoclar Vivadent, 2011

- أظهرت دراسة Yaroub وزملاؤه عام 2014 تشكل الفجوات الحقافية بحفر الصنف الثاني بين الميناء ومواد RBC منخفضة التقلص التصلبي (SonicFill Filtek (60) والمنجزة بعدة تقنيات (تقنية الكتلة الواحدة، تقنية الطبقات الأفقية) ووجدوا بفحص المقاطع بالمجهر الالكتروني أنه لم يتم إلغاء التسرب الحفافي المجهري نهائياً بجميع مجموعات الدراسة ولكن أعطت النتائج قيماً قليلة من تشكل الفجوات الحفافية عند استخدام مواد RBC منخفضة التقلص التصلبي

(Yaroub et al 2014)

- في دراسة مخبرية أخرى عام 2016 أيدت أيضا استخدام Tetric N Ceram Bulk Fill كحل بديل في الترميمات الخلفية Zhang et al, 2016

وذلك لعدة اسباب أهمها :

كون معدلات الفشل السنوي (Annual Failure Rates) AFR أقل من المعيار العلمي.

اضافة لكون الشد التقلصي كان أقل أثناء التصلب مقارنة مع الكمبوزيت التقليدي و لا يوجد للشد التقلصي أثر على تحريك الحدبات كما يعتبر الأقل شد تقلصي مقارنة ببقية أنواع الكمبوزيت

بالاضافة الى ان الانطباق الحفافي مماثل لانطباق الكمبوزيت التقليدي إذا تم تطبيقه بشكل صحيح

. Manhart et al, 2014

- درس الباحث Orlowski وزملاؤه عام 2015 التسرب الحفافي المجهري المرافق الأربعة أنواع من مواد RBC المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة

Fill Filtek Bulk Fill, SDR، SonicFill , Tetric EvoCeram Bulk

ووجدوا أن أفضل النتائج كانت مع SDR من يليها SonicFill ثم Filtek Bulk Fill

من ثم Tetric Evo Ceram

كما وأظهرت هذه الدراسة أن مادة RBC المطبقة كتلة واحدة بواسطة الطاقة الصوتية SonicFill ذات قدرة على الختم وإنقاص التلون الحفافي مقارنة مع مواد الكتلة الواحدة القابلة للنحت (2015) Orlowski et al).

- قارن الباحث Agarwal وزملاؤه عام 2015 الانطباق الحفافي المجهري لترميمات صنف ثاني علبية الشكل والمرممة بعدة مواد RBC منجزة بتقنية الكتلة واحدة ولكنها تختلف بدرجة لزوجتها

Tetric N Ceram.SonicFill, SDR – Tetric N Ceram Bulk Fill -Tetric N Flow with

أظهرت نتائج فحص مقاطع العينات بالمجهر الالكتروني أنه لا يوجد فرق بين هذه المواد من حيث الانطباق الحفافي بالميناء بينما أظهرت مادة Tetric Evo Ceram Bulk Fill نسبة أكبر لتشكل الفجوات الحفافية بالعاج، وبالنتيجة وجدوا أن الزوجة المادة تؤثر على قوة الانطباق مع اعاج Agarwal et al 2015

- هدفت دراسة للباحث Kalmowicz وزملائه عام 2015 إلى تقييم التسرب الحفافي المجهري في تحضيرات الصنف الأول والثاني بتطبيق المادة كتلة واحدة باستخدام الطاقة الصوتية ومقارنته مع تطبيق مادة RBC تقليدية على دفعات، ووجدوا أنه لا توجد أي فروق إحصائية بين تطبيق المادة على دفعات أو بتطبيقها دفعة واحدة باستخدام الطاقة الصوتية إلا أنه كان هناك فرقاً من حيث التسرب الحفافي المجهري بين ترميمات الصنف الأول وترميمات الصنف الثاني

Kalmowicz et al 2015

. قيم الباحث Van Dijken وزميله Pallesen في دراسة استمرت على مدى ثلاث سنوات ترميمات كمبوزيت منجزة بتقنية الكتلة الواحدة لمادة SureFil SDR والمغطاة بكمبوزيت نانومتري Ceram x mono ، ولم تظهر الدراسة أي نتائج فشل

Pallesen 2014 Van Dijken

ذ

. درس الباحث Peschke الأداء السريري لترميمات Tetric N Ceram Bulk Fill المنجزة من قبل ثلاث أطباء اسنان بعد توحيد نظام التخريش والربط وتوصل إلى أن تطبيق هذه الترميمات بسماكة تصل حتى 4 مل يعطي نتائج مقبولة سريرياً، حيث قيمت معظم الصفات المدروسة بدرجة ممتاز وذلك بعد 12 شهراً من المتابعة

. .(Peschke (2013

- أظهرت دراسة للباحث Manhart وزملائه أن النتائج السريرية للترميمات المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة عند الترميم بمادة Quixfil عالية اللزوجة لا تختلف عن النتائج التي حصل عليها عند الترميم بمادة كمبوزيت هجين Tetric Ceram بتقنية الطبقات (Manhart et al (2010

- كذلك درس الباحث Burgess وزميله Munoz عام 2014 تطبيق مادة SureFil SDR مع تغطيتها بطبقة من مواد RBC التقليدية على 170 ترميم صنف | واا قيم فيها خمس خصائص أساسية: الكسر - نقاط التماس – نكس النخر – الحساسية – الدليل اللثوي، وذلك على مدى 36 شهر وكانت النتائج أن مادة SureFil SDR المطبقة كتلة واحدة ذات أداء سريري مقبول على مدى 36 شهر الدراسة

Burgess & Munoz)2014

- قارن الباحث Bayraktar وزملاؤه عام 2016 ترميمات الكمبوزيت المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة مع ترميمات الكمبوزيت التقليدية على مدى 12 شهر. المواد المستخدمة بالدراسة كانت Clearfil Photo Posterior, Filtek Tetric Evo Ceram Bulk-Fill, SonicFill، Bulk-Fill Flowable. Filtek 60

وتوصلوا إلى أن ترميمات الكمبوزيت المنجزة بتقنية الكتلة الواحدة ذات أداء سريري مشابه لترميمات الكمبوزيت الخلفية التقليدية

Bayraktar et al 2016

الباب الثالث

حالات سريرية

Clinical Cases

المواد المستخدمة :

- تم انتقاء ثلاث مواد لتطبيق التقنيات المختلفة لترميمات الكتلة الواحدة:

1-1 المواد المرممة :

1-1-1 كمبوزيت 3M EPSE Filtek Bulk fill posterior

من انتاج شركة 3M EPSE USA وهو كمبوزيت هجين Nanohybird ظليل على الأشعة يستخدم في الترميم المباشر لجميع الأسنان الخلفية ويمكن تطبيقه ككتلة واحدة تصل سماكة الطبقة فيه حتى 4 ملم، يتوفر 5 درجات لونية A1 / A2 / A3 / B1 / C1

يتألف القالب الراتنجي من مونوميرات ثنائية الميتاكريلات وهي

AUDMA ,AFM,DDDMA,UDMA

أما المحتوى الكامل من المواد المالئة غير العضوية فيشكل % 76.5 وزنا ، أو % 58.4 حجما . تتألف المواد المالئة من

Zerconia20nm, silica4-11nm,

Zerconia silica cluster YbF3 100nm

ذ

2-1-1 كمبوزيت: Tetric N Flew Bulk Fill

من انتاج شركة Ivoclar Vivadent ، وهو كمبوزيت سيّال، ظليل على الأشعة يصلب بالضوء مصمم لترميم جميع الأسنان الخلفية .

مع ازدياد ظلاليته عند التصليب فإنه من المستطب استعماله لتغطية بنية الأسنان المتلونة .يطبق بسماكة 4 ملم في ترميمات الصنف

I,II، يتوفر بثلاث درجات لونية . IVA, IVB, IVW :يتم التصليب بضوء طول موجته يتراوح بين . 400-500 nm القالب الراتنجي يتألف من 28 (Monomethacrylates, Dimethacrylates) %وزنا . المالئات تتضمن زجاج الباريوم، يوتيربيوم ثلاثي

55

الفلور % 71 وزنا . المحتوى الكلي للمواد المالئة غير العضوية % 68.2 وزنا ،% 46.4 حجما . يتراوح حجم المواد المالئة بين . 0.1 - 30 um ووسطي حجم الذرات. 5 um

ذ

3-1-1 **3M ESPE Filtek Z250** كمبوزيت تقليدي

من انتاج شركة 3M EPSE USA وهو كمبوزيت هجينmicrohybrid ظليل على الأشعة يستخدم في الترميم المباشر لجميع الأسنان الخلفية ويمكن تطبيقه ككتلة واحدة تصل سماكة الطبقة فيه حتى 4 ملم، يتوفر 12 درجة لونية مناسبة

A1 / A2 / A3 / A3.5 / A4 / B1 / B2 / B3 / C2 / D3 / I / UD

يتألف القالب الراتنجي من مونوميرات :

BIS-GMA, UDMA, BISEMA,

أما المحتوى الكامل من المواد المالئة غير العضوية

فيشكل 82% وزنا ، أو 68 % حجما . تتألف المواد المالئة من zirconia/silica

وأحجام جزيئات بين 0.01 و 3.5 µm بحجم وسطي 0.6µm

4-1-1 كمبوزيت Beautiful Bulk restorative

من انتاج شركة Shofo المصنعة في اليابان وهو كمبوزيت Giomee Nanohybird ظليل على الأشعة يستخدم في الترميم المباشر لجميع الأسنان الخلفية ويمكن تطبيقه ككتلة واحدة تصل سماكة الطبقة فيه حتى 4 ملم. يتوفر بدرجتين لونيتان A / U . يتألف القالب الراتنجي من مولوميرات ثنائية الميتاكريلات Bis-GMA

Bis-MPEEP,

TEGDMA

(UDMA

أما المحتوى الكامل من المواد المالئة غير العضوية فيشكل 83.3% وزنا

68.6% حجماً. تتألف المواد المالئة من

Glass filler, S-PRG filler (fluoroboroaluminosilicate

وأكاسيد مختلطة. يتراوح حجم المواد المالئة بين. 4.0-0.01 um ووسطي حجم

الذرات 0.8ميكرون

ذ

2-1 المادة الرابطة Bisco All-Bond Universal

هي مادة رابطة شاملة(تستخدم بعد التخريش الحمضي أو بشكل ذاتي التخريش)، ذات تصليب ضوئي من انتاج Bisco تحوي مسرّع ومضاد حساسية .

3-1 مخرش Meta Etchant

هو جل مخرش من انتاج شركة Meta korea يتكون من حمض الفوسفور بتركيز 37 % وزنا في الماء، يستخدم لتخريش الميناء والعاج

ذ

4-1 مساند Matrices / Sectional Matrix انتاج شركة TOR VM

5-1 أوتاد خشبية انتاج شركة. TOR VM

ذ

6-1 مجموعة انهاء الكمبوزيت eve twist من انتاج شركة EVE

عبارة عن أقراص مطاطية بنظام المرحلتين 2 Step

7-1 أقراص انهاء و شرائط سحل متدرجة الخشونة انتاج شركةTOR VM

ذ

8-1 حاجز مطاطي. (قوس / مثقب / حامل مشابك / مشابك)

بالاضافة لقطع المطاط من شركة Sanctuary

ذ

9-1 مجموعة أدوات تطبيق كمبوزيت

10-1 جهاز تصليب ضوئي من شركة وودبيكر

شدته الضوئية تقدر بحوالي 1200 ميلي واط/سم ^{2} . الشكل

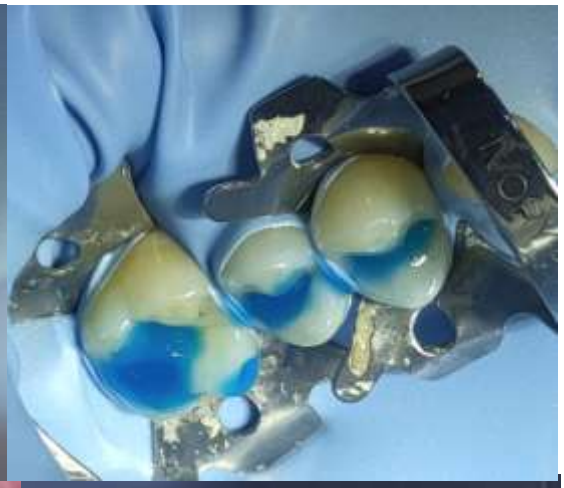
ذ

الحالات السريرية :

حالة رقم / 1/

-حالة سريرية لرحى اولى وضاحك اول وضاحك ثان علوية يمين يتم أولا العزل بالحاجز المطاطي ثم تحضير الحفرة بتجريف كامل النخر من أجل استقبال المادة المرممة، تم قياس عمق الحفرة (1.5-3 ملم .) تم اجراء التخريش الحمضي الانتقائي الذي يشمل الميناء فقط كون الرابط المستعمل ذاتي التخريش، التخريش لمدة 30 ثانية ثم الغسل لنفس المدة والتجفيف مع أهمية المحافظة على العاج رطبا ، يلي ذلك تطبيق المادة الرابطة ثم اجراء تيار هوائي بسيط والتصليب لمدة 20 ثانية حسب توصيات الشركة فيظهر العاج لماعا . يلي ذلك تطبيق الكمبوزيت ككتلة واحدة وتشكيله بحيث يتلاءم مع الشكل التشريحي النهائي للسن، ثم التصليب الضوئي لمدة 40 ثانية .تم إزالة الحاجز المطاطي والانهاء بالسنابل الماسية واقراص الانهاء يلي ذلك التلميع بالأقراص المطاطية

حالة / 1 /



ذ

حالة رقم / 2 /

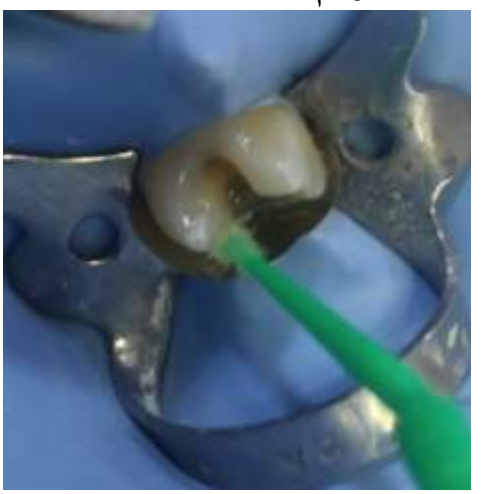
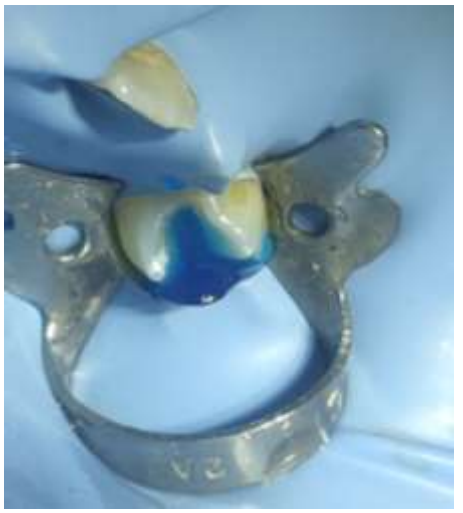
- حالة سريرية لضاحك ثاني علوي يسار تم أولا العزل بالحاجز المطاطي ثم تحضير الحفرة بتجريف كامل النخر من أجل استقبال المادة المرممة هنا الحفرة تقيس حوالي 5 ملم.

تم تركيب المسندة مع الوتد الخشبي، يلي ذلك التخريش الحمضي والغسل ثم التجفيف وتطبيق المادة الرابطة والتصليب الضوئي لمدة 20 ثانية فيظهر العاج لماعا .

ثم يطبق الكمبوزيت السيال ذو الكتلة الواحدة بسماكة 4 ملم ضمن توصيات الشركة والتصليب الضوئي لمدة 20 ثانية، يلي ذلك تطبيق طبقة من كمبوزيت تقليدي والتصليب لمدة 40ثانية حسب توصيات الشركة .تزال بعد ذلك المسندة والحاجز المطاطي ويجرى تصليب إضافي لكافة السطوح(دهليزي، حنكي، إطباقي)لمدة 10 ثانية لكل سطح .يلي ذلك عمليات الانهاء والتلميع .

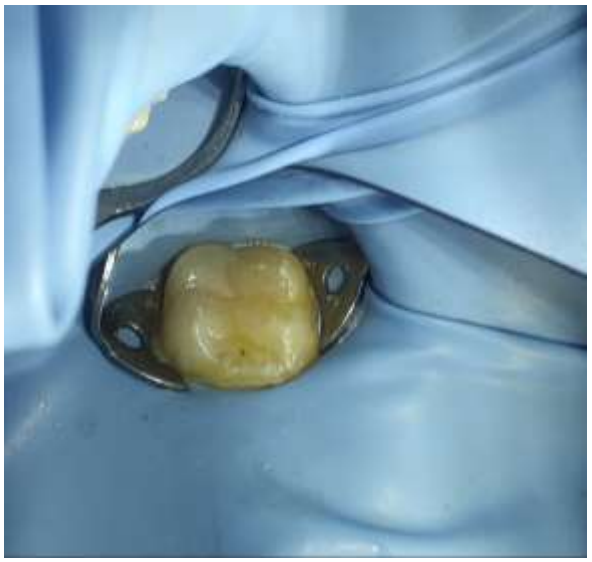
ذ

حالة رقم / 2 /

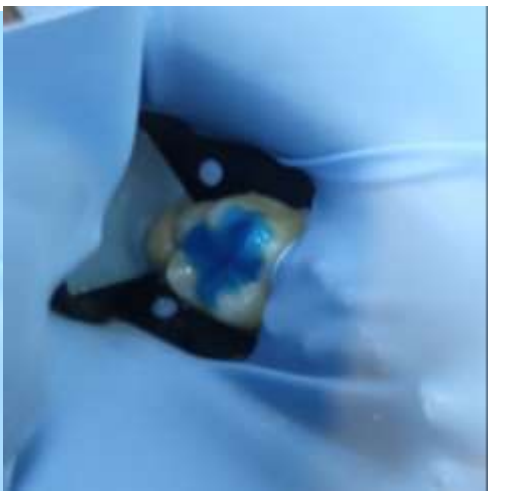



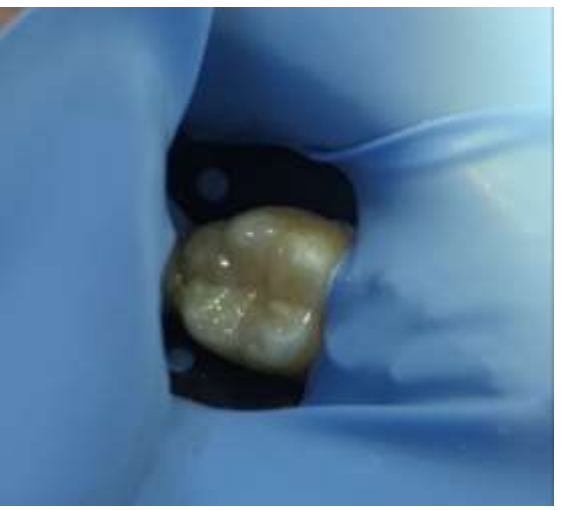
ذ

حالة رقم / 3 /



حالة رقم 4





ذ

حالة رقم 5

ذ

ذ

حالة رقم 7

ذ

المراجع: References -

- Ahmad I. Deep resins, white filling: A new technique for composite restorations. Cosmetic Dentistry. 2013,1:12-18.

- Anusavice KJ, Phillips RW, Shen C, Rawls HR, Phillips' Science of Dental Materials, 12th ed., Elsevier Health Sciences Division, Philadelphia, 2013, 592.

• Aydin B, Honley L. Antibacterial activity of dental composite containing Zinc Oxide nanoparticles. Journal of Biomedical Materials Research. 2010;94(1):22-31.

• Bacchi A, Feitoas VP, Da Silva Fonseca ASQ, Cavalcante LMA, Silikas N, Schneider LFJ. Shrinkage stress, And modulus of Dimethacrylate, ormocer, and Silorane composites. Journal of Conservative Dentistry: JCD, 2015;18(5):384.

• Bichacho N. The centripetal build-up for composite resin posterior restorations. Pract Periodontics Aesthete Dent. 1994;6(3):17-23.

• Bogra P, Gupta S, Kumar S. Comparative evaluation of Microleakage in class II cavities restored with Ceram X and Filtek P-90: An in vitro study: Contemporary Clinical Dentistry. 2010;3(1):9.

• Boroujeni PM, Mousavinasab SM, Hasanli E. Effect of configuration factor on gap formation in hybrid composite resin, low-shrinkage composite resin and resin-modified glass inomer. J Investig Clin Dent. 2015;6(2):156-160.

• Bowen RL, Use of epoxy resins in restorative materials. Journal of Dental Research. 1956;35(3):360-9.

• ABDALLA, A. & DAVIDSON, C. 1993. Comparison of the marginal integrity of in vivo and in vitro Class II composite restorations. *Journal of dentistry,* 21**,** 158-162 .

ABREU, J. L. B. D., PRADO, M., SIMÃO, R. A., SILVA, E. M. D. & DIAS, K. R. H. C. 2016. Effect of non-thermal argon plasma on bond strength of a self-etch adhesive system to NaOCl-treated dentin. *Brazilian dental journal,* 27**,** 446-451

ذ

.

- AKSU, M. & LINGER, J. 2004. Effect of pre-heating composite on microleakage in Class II restorations. *J Dent Res* .83 ,
- ALAGHEMAND, H., ESMAEILI, B., FIROUZ, P., SOLTANI, M. H., ROUHANINASAB, M. & BIJANI, A. 2014. A comparative study of the preventive effect of chlorhexidine o. 12% and nano zinc oxide particles on the distraction of collagen scaffolding of the hybrid layer by two immunohistochemistry and microleakage tests. *Dentistry and Medical Research,* 2**,** 33

ALBERS, H. F. 2002. *Tooth-colored restoratives: principles and techniques*, PMPH-USA .

- ALKATHEERI, M. S., PALASUK, J., ECKERT, G. J., PLATT, J. A. & BOTTINO, M . C. 2015. Halloysite nanotube incorporation into adhesive systems—effect on bond strength to human dentin.
- *Clinical oral investigations,* 19**,** 1905-1912 . -

ALLEN, E. P., BAYNE, S. C., BRODINE, A. H., CRONIN JR, R. J., DONOVAN, T. E., KOIS, J. C. & SUMMITT, J . B. 2002. Annual review of selected dental literature: Report of the committee on scientific investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. *The Journal of prosthetic dentistry,* 88**,** 60-88

- ALQUDAIHI, F., COOK, N., DIEFENDERFER, K., BOTTINO , 7- M. & PLATT, J. 2018. Comparison of Internal Adaptation of Bulk-fill and Increment-fill Resin Composite Materials. *Operative dentistry*

- J., JAMES, A., MACKENZIE, L., PAL, A., SANDS, P., THOMPSON, O. & PALIN, W. 2011. Two year clinical evaluation of a low-shrink resin composite material in UK general dental practices. *Dental materials,* 27**,** 622-630 .

ذ

•CALHEIROS, F. C., SADEK, F. T., BRAGA , 14- R. R. & CARDOSO, P. E. C. 2004. Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in class V restorations. *Journal of Dentistry,* 32**,** 407-412

CARRILHO, M., GERALDELI, S., TAY, F., DE GOES, M., CARVALHO, R ,. 15- TJÄDERHANE,

•L., REIS, A., HEBLING, J., MAZZONI, A. & BRESCHI, L. 2007. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *Journal of dental research,* 86**,** 529-533

• CHEN, H., MANHART, J., HICKEL, R. & KUNZELMANN, K.-H. 2001. Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins. *Dental Materials,* 17**,** 253-259

• COELHO-DE-SOUZA, F., CAMACHO, G., DEMARCO, F. & POWERS, J. 2008. Fracture resistance and gap formation of MOD restorations: influence of restorative technique, bevel preparation and water storage. *Operative dentistry,* 33**,** 37-43

18- CONDON, J. R. & FERRACANE, J. L. 2000. Assessing the effect of composite formulation on polymerization stress. *The Journal of the American Dental Association,* 131**,** 497-503 .

COOK, W. & STANDISH, P .1983 . Cure of resin based restorative materials. II. White light photopolymerized resins. *Australian dental journal,* 28**,** 307-311

• CURYLOFO, F. A., MESSIAS, D. C. F., SILVA-SOUSA, Y. T. C. & SOUZA-GABRIEL, A. E. 2014. Bond strength of restorative material to dentin submitted to bleaching and Er: YAG laser post-treatment. *Photomedicine and laser surgery,* 32**,** 495-499

• - CZASCH, P. & ILIE, N. 2013. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of a self-adhesive and four novel flowable composites. *Journal of Adhesive Dentistry,* 15

• - DARONCH, M., RUEGGEBERG, F. & DE GOES, M. 2005. Monomer conversion of pre-heated composite. *Journal of Dental Research,* 84**,** 663-667

• DARSAN, J., PAI, V. S., GOWDA, V. B., KRISHNAKUMAR, G. & NADIG, R. R. 2018. Evaluation of Gingival Microleakage in Deep Class II Closed Sandwich Composite Restoration: An In vitro Study. *Journal of Clinical & Diagnostic Research,* 12

• DAVIDSON, C. & FEILZER, A. 1997. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of dentistry,* 25**,** 435-440

• DE ANDRADE, E. D., RANALI, J., VOLPATO, M. C. & DE OLIVEIRA, M. M. M. 2000. Allergic reaction after rubber dam placement. *Journal of endodontics,* 26**,** 182-183
DE MUNCK, J., MINE, A., VAN DEN STEEN , 25- P. E., VAN LANDUYT, K. L., POITEVIN, A., OPDENAKKER, G. & VAN MEERBEEK, B. 2010. Enzymatic degradation of adhesive–dentin interfaces p by m - v . *European journal of oral sciences,* 118**,** 494-501
DELIPERI, S. & BARDWELL, D. N. 200 .2 26- An alternative method to reduce polymerization shrinkage in direct posterior composite restorations. *The Journal of the American Dental Association,* 133**,** 1387-1398

• Ahmad I. Deep resins, white filling: A new technique for composite restorations. Cosmetic Dentistry. 2013,1:12-18.

• - Anusavice KJ, Phillips RW, Shen C, Rawls HR, Phillips' Science of Dental Materials, 12th ed., Elsevier Health Sciences Division, Philadelphia, 2013, 592.

• Aydin B, Honley L. Antibacterial activity of dental composite containing Zinc Oxide nanoparticles. Journal of Biomedical Materials Research. 2010;94(1):22-31.

•Bacchi A, Feitoas VP, Da Silva Fonseca ASQ, Cavalcante LMA, Silikas N, Schneider LFJ. Shrinkage stress, And modulus of Dimethacrylate, ormocer, and Silorane composites. Journal of Conservative Dentistry: JCD, 2015;18(5):384.

• Bichacho N. The centripetal build-up for composite resin posterior restorations. Pract Periodontics Aesthete Dent. 1994;6(3):17-23.

• Bogra P, Gupta S, Kumar S. Comparative evaluation of Microleakage in class II cavities restored with Ceram X and Filtek P-90: An in vitro study: Contemporary Clinical Dentistry. 2010;3(1):9.

• Boroujeni PM, Mousavinasab SM, Hasanli E. Effect of configuration factor on gap formation in hybrid composite resin, low-shrinkage composite resin and resin-modified glass inomer. J Investig Clin Dent. 2015;6(2):156-160

.

• Bowen RL, Use of epoxy resins in restorative materials. Journal of Dental Research. 1956;35(3):360-9.

Brackett MG, Bouillaguet S, Lockwood P, Rotenberg S, Lewis J, Messer RL, et al. In vitro cytotoxicity of dental composites based on new and traditional polymerization

ذ

chemistries. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials. 2007;81(2):397-402.

- Braga R, Ferracane J. Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. Journal of Dental Research. 2002;81(2):114-8.

- 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):962-70.

- Buergers R, Schneider-Brachert W, Hahnel S, Rosentritt M, Handel G. Streptococcal adhesion to novel low-shrink Silorane-based restorative. Dental Materials. 2009;25(2):269-75.

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. Journal of Dental Research. 1955;34(6):849-53.

- Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. Compend Contin Educ Dent.
2010;31(2):10-15.

- Cakir D. Polymerization shrinkage-a clinical review. Aegis Communications.2007, 3:23-42.

• Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. Dental Materials. 2009;25(11):1338-46.

• Stewart MA, Gladwin M, Bagby MD. Clinical Aspects of Dental Materials: Theory, Practice, and Cases, 4th ed., Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2013, 514.

• Summitt JB. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach. 3rd ed., Quintessence Pub, 2006, 599.

• Tezvergi l, Mutluay A, Lassila L, Vallittu P. Incremental layers bonding of Silorane composite: the initial bonding properties. Journal of Dentistry. 2008;36(7):560-3.

• Todd JC, Wanner M. (2011). Scientific Documentation Tetric Evo Ceram Bulk Fill. Ivoclar Vivadent.

• Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high c-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bott0m dentin. Dent Mater 2013;29(3):269-277.

•Van Noort R, Barabour ME. Introduction to Dental Materials. 4th ed., Mosby Elsevier; 2013, 246.

• Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce
polymerization shrinkage stresses? J Dent Res. 1996;75(3):871-878.

• Vogel K, Rheinberger V. Shrinkage and contraction force of bulk filling and microhybrid composites. R&D, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein. 2012.

• Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. Dental materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials. 2005;21(1):68-74.

• Yeolekar TS, Chowdhary NR, Mukunda K, Kiran N. Evaluation of Microleakage and marginal ridge fracture Resistance of primary Molars Restored with three restorative materials: A Comparative in vitro study. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry. 2015;8(2):108.

• Yoshida K, Tanagawa M, Atsutam M. Characterization and inhibitory effect of antibacterial resin composites incorporating silver-supported materials. Journal of Biomedical Materials Research. 1999;47(4):516-522.

• Zhang ML, Qiu LH, Yu JT, Zhan FL. Comparison of wear resistance and flexural strength of three kinds of bulk-fill composite resins. Shanghai Journal of Stomatology. 1 Jun 2016, 25(3):292-295.

•- HILTON, T. J., FERRACANE, J. L. & BROOME, J. C. 2013. Summitt's fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach, Quintessence Publishing Company Incorporated .

•- HOLTER, D., FREY, H., MULHAUPT, R. & KLEE, J. 1997. Branched bismethacrylates based on bis-GMA--a systematic route to low shrinkage composites. Polymer Preprints(USA), 38**,** 84-85 .

•- IKEJIMA, I., NOMOTO, R. & MCCABE, J. F. 2003. Shear punch strength and flexural strength of model composites with varying filler volume fraction, particle size and silanation. Dental Materials, 19**,** 206-211 .

•- 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 .

•- JIN, M.-U. 2013. Prepare the pre-heated composite resin. Restorative dentistry & endodontics, 38**,** 103 .

•- KASRAEI, S., YARMOHAMMADI, E. & GHAZIZADEH, M. V. 2016. Microshear bond strength of OptiBond All-in-One self-adhesive agent to Er: YAG laser treated enamel after thermocycling and water storage. Journal of lasers in medical sciences, 7**,** 152 .

•- KIM, J., UCHIYAMA, T., CARRILHO, M., AGEE, K. A., MAZZONI, A., BRESCHI, L., CARVALHO, R. M., TJÄDERHANE, L., LOONEY, S. & WIMMER, C. 2010. Chlorhexidine binding to mineralized versus demineralized dentin powder. Dental Materials, 26**,** 771-778 .

48- KIM, K.-H., ONG, J. L. & OKUNO, O. 2002. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *The Journal of prosthetic dentistry,* 87**,** 642-649 KLEIN

ذ