الراتنج المركب المقوى بالألياف
Fiber Reinforced Composite

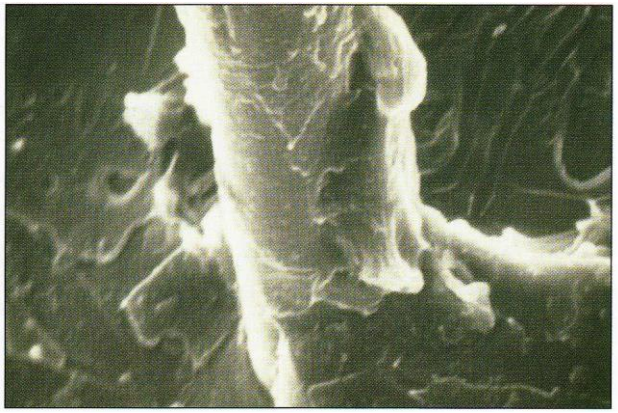
الراتنج المركب المقوى بالألياف:Fiber Reinforced Composite

- **تاريخ الألياف المقوية في طب الأسنان:**
- اتجه الباحثون في ستينيات وسبعينيات القرن العشرين لتقوية قواعد الأجهزة الكاملة بألياف الكربون أو الزجاج. بينما في ثمانينات القرن العشرين أعيدت المحاولات لتقوية هياكل التعويضات المدعومة بالزرعات وتصنيع المثبتات التقويمية والجبائر السنية المستخدمة في حالات الأمراض حول السنية.

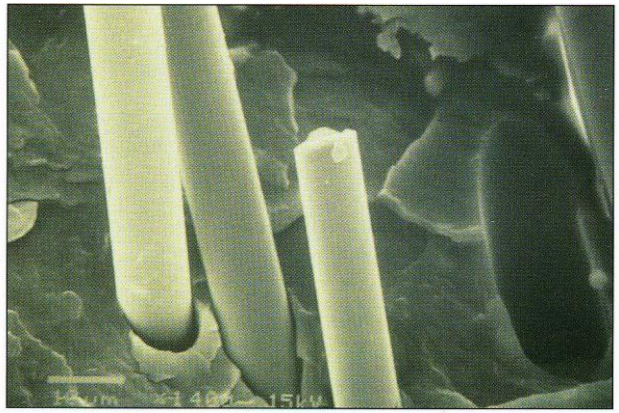
- أظهرت هذه المواد خصائصاً ميكانيكية جيدة لكنها فشلت في تحقيق الأهداف السريرية المرجوة منها بسبب خصائصها الميكانيكية غير الكافية وتطبيقاتها السريرية المربكة. وفي حين أن إضافة الألياف يحسن الخصائص الميكانيكية لكن درجة التقوية كانت أقل مما هو مرجو منها لسببين:

- ١- النسبة الحقيقية للألياف المندمجة ضمن القالب الراتنجي كانت منخفضة أقل من ١٥% من الحجم (المنتجات الحديثة يمكن أن تحوي ٥٠- ٧٠% من حجمها ألياف).

- ٢- إن الألياف المقوية ليست فعالة كما هو متوقع منها نظرياً بسبب الترطيب الضعيف لحزم الألياف بالراتنج ويعود ذلك إلى الارتباط غير الكافي (المزاوجة غير الكافية) insufficient coupling أو حتى فراغات بين الألياف والقالب الراتنجي المحيط.
- حيث أن المزاوجة الفعالة تؤدي لحدوث الفشل ضمن القالب الراتنجي بحد ذاته وليس في السطح البيني ألياف- قالب راتنجي.



تشريب ومزاوجة فعالة وبالتالي يحدث الفشل بعيداً عن السطح البيني ألياف- قالب راتنجي



تشريب ومزاوجة ضعيفة تنتج خواصاً ميكانيكية أضعف

صورة بالمجهر الإلكتروني تظهر درجة تشريب الألياف بالقالب الراتنجي

- **وفي أواخر ثمانينات القرن العشرين أدرك الباحثون أهمية المزاوجة الفعالة والتشريب التام لحزم الألياف بالراتنج وبدأ الباحثون بتطوير طرق مناسبة لذلك.**

حيث تم تطوير طريقتين:

- في الطريقة الأولى يقوم طبيب الأسنان أو المخبري بتطبيق راتنج منخفض اللزوجة low-viscosity يدوياً على حزم الألياف وبالرغم من أن هذه الطريقة تعطي ترطيباً كاملاً لكنها تزيد خطوة إضافية للإجراء التطبيقي.
- يضاف الراتنج في الطريقة الثانية لحزم الألياف بطرق خاصة تقوم بها الشركة المصنعة وهذا مايدعى بالألياف مسبقة التشريب بالراتنج pre-impregnated وتختلف هذه الطرق الخاصة من شركة لأخرى لكن معظمها يتم بواسطة سحب حزم الألياف من خلال ممر ملتف ومعقد حيث يتم دفع الراتنج بالقوة بين حزم الألياف وبذلك يتم تشريبها بالراتنج ويسمح بترطيب كامل للألياف.

- و أضحى بعدها معظم **الفشل السريري** الحادث للمثبتات التقويمية المصنعة من الراتنج المقوى بالألياف متمثلاً بفك التصاق المثبتات عن سطح السن.
- وكذلك في التعويضات الثابتة أصبح معظم الفشل السريري متوضعاً في السطح البيني إسمنت - تعويض ملصق أو في السطح البيني ألياف- كمبوزيت مغطي أوضمن الطبقة السطحية من الكمبوزيت المغطي.

- في معظم منتجات الـ FRC يتم استخدام **الطريقة المباشرة** (التطبيق المباشر في العيادة) أو **غير المباشرة** (التصنيع في المخبر)، وفي التعويضات السنية تقدم الطريقة المباشرة ميزة الالتصاق الأفضل مع النسج السنية وتعتبر أكثر محافظةً على النسج السنية من الطريقة غير المباشرة لأنها لاتحتاج لإزالة التثبيت، لكن من الشائع استخدام الطريقة المباشرة لتصنيع الجبائر اللثوية أو التقويمية بينما يتم استخدام الطريقة غير المباشرة في المخابر السنية لتصنيع التعويضات الثابتة وذلك لإنقاص زمن التطبيق في العيادة وإعطاء نتائج ميكانيكية وجمالية مثالية حيث أنها أقل اعتماداً على مهارات الطبيب.

- **تمتلك الألياف الزجاجية فعالية مقوية ونتائج تجميلية أكبر مقارنة مع ألياف الكربون وألياف الآراميد ويعتمد مقدار التقوية لهذه الألياف والنجاح السريري لها على:**
- - نوعية القالب الراتنجي المستخدم.
- - كمية الألياف في القالب الراتنجي.
- - نوع الألياف المستخدمة.
- - هندسة وشكل واتجاه الألياف.
- - التصاق الألياف مع القالب الراتنجي.
- - تشريب الألياف بالقالب الراتنجي ومعالجة السطح.
- - مقدار امتصاص الماء من قبل القالب الراتنجي للألياف.
- - التقلص التصلبي للقالب الراتنجي.

مواد الـ FRC والتعويضات الثابتة:

- يوجد نظامان تجاريان مسبقا التشريب من مواد الـ FRC لصنع التعويضات الثابتة في المخابر السنية، يستخدم كلا النظامين ألياف الزجاج لتصنيع هيكل التعويض framework ويتم بناء المحيط والشكل النهائي للتعويض من كمبوزيت ترميمي مقوى بذرات مالئة دقيقة.
- **النظام الأول:** Sculpture\fibrekor لشركة Jeneric\pentron وهو عبارة عن ألياف زجاجية لتصنيع هيكل التعويضات الثابتة مع مادة راتنجية مغطية.

- **النظام الثاني:** Targis\vectris لشركة Ivoclar vivadent

وهو متوفر بشكلين :ألياف وحيدة الاتجاه وألياف منسوجة ويتم تطبيق **الضغط والحرارة والضوء** على هذه الألياف أثناء التصنيع، والهدف من هذه المعاملة الخاصة للألياف هو أن الضغط يؤدي إلى التقليل من الفراغات لتحقيق اندماج كاف للألياف مع القالب الراتنجي وكذلك بين الألياف والكمبوزيت المغطي، كذلك يتم التقليل من الفراغات عن طريق المهارات الفنية لفني الأسنان الذي يولي اهتماماً خاصاً عند تصنيع هذه التعويضات، حيث أن اندخال الفقاعات الهوائية في المناطق الحرجة مثل مناطق الوصلات تؤدي لزيادة نسبة الفشل.

- في حين أن تطبيق الحرارة يرفع من نسبة التماثر (التفاعل التصلبي) أي يزيد درجة تحول وحيدات التماثر إلى عديدات تماثر.

مكونات التعويض الثابت المصنع من الـ FRC:

يتكون التعويض الثابت المصنع مخبرياً من مكونين أساسيين:

- **البنية التحتية:** وهي عبارة عن حزم من الألياف الزجاجية مسبقة التشريب بالقالب الراتنجي والذي يتكون عادةً من بيسفنول A غليسيديل دي ميثاكريلات (Bisgma) بالمشاركة مع تري إيتيلين غليكول دي ميثاكريلات (Tegdma).
- يغطي البنية التحتية **كمبوزيت دقيق الذرات**: particulate composite
- أظهرت الاختبارات الميكانيكية والتجارب السريرية أن هذين المكونين يقدمان تعويضاً ثابتاً راتنجياً بأفضل الخصائص حيث أن الألياف تقدم الصلابة والمقاومة في حين أن الكمبوزيت دقيق الذرات يقدم مقاومة السحل wear resistance والنواحي الجمالية.

البنية التحتية (الهيكل) :substructure (framework)

- إن الألياف وحيدة الاتجاه (المتوازية) مسبقة التشريب قادرة على مقاومة الحمولة من ٢- ٣ مرات أكثر من الألياف المنسوجة والتي تتطلب التشريب يدوياً.
- أما معامل الانحناء flexure modulus لهذه الألياف أكبر بـ ١٠ مرات من الألياف المنسوجة.
- تظهر مواد الـ FRC المصلبة بالحرارة والضوء والضغط والمستخدمة في التعويضات المصنعة مخبرياً مقاومة أكبر بـ ٧ مرات من الكمبوزيت الدقائقي المغطي لها وبالتالي فهي أكثر صلابة منه.
- وبما أن مواد الـ FRC ذات مظهر شفاف translucent appearance فإنها لا تحتاج سوى لطبقة رقيقة من **الكمبوزيت المغطي** لإعطاء النتائج الجمالية (الشكل التشريحي والمحيط واللون النهائي) وهذه الطبقة هي بحدود ٠,٥ ملم.

- فالمظهر الطبيعي لهذه التعويضات عند الحواف العنقية يلغي حاجة طبيب الأسنان لإخفاء هذه الحواف تحت اللثة حيث أن الحواف فوق اللثوية تحقق بسهولة انسجاماً مع البنى السنية غير المحضرة تماماً كما ينسجم التعويض مع الأسنان الطبيعية المجاورة.

مزايا واستطبابات تعويضات الـ FRC:

- الحصول على نتائج جمالية مثالية.
- صنع تعويضات خالية من المعدن.
- إنقاص انسحال الأسنان المقابلة مقارنةً بالتعويضات الخزفية المعدنية.
- استخدام تقنية الإلصاق (تثبيت إضافي).
- تعويض مرحلي وبجلسة واحدة لفقد سن وحيد.

مضادات استطباب تعويضات الـ FRC:

- عدم القدرة على السيطرة على السوائل.
- مسافة فقد طويلة.
- المرضى ذوو العادات الوظيفية الشاذة.
- أسنان مقابلة من تعويض خزفي غير ملمع.
- المرضى مدمنو الكحول.
- المرضى ذوو العناية الفموية السيئة.

تستخدم تعويضات الـ FRC في التحضيرات خارج التاجية extracoronal كذلك في التحضيرات داخل التاجية intracoronal

- ومع ذلك لا ينصح بعض المؤلفين باستخدام التحضيرات التاجية الكاملة مع تعويضات الـ FRC ويعتبرها كتعويضات مؤقتة طويلة الأمد.

- استخدامات الـ FRC في طب الأسنان:

- ١- صنع هياكل التيجان Frameworks.
- ٢- صنع تعويضات ثابتة أمامية أو خلفية.
- ٣-الأوتاد الجذرية مسبقة الصنع من الـ FRC.
- ٤- التعويض المباشر عن فقد في العيادة السنية.
- ٥- صنع الجبائر حول السنية periodontal splints
- ٦- صنع المثبتات التقويمية.
- ٧- تقوية قواعد الأجهزة المتحركة.
- ٨- وصلات وضمات الأجهزة المتحركة الجزئية.
- ٩- حافظات مسافة في طب أسنان الأطفال.
- ١٠- التعويضات المحمولة على الزرعات.
- ١١- تقوية الجبائر الإطباقية.

ميزات تعويضات الـ FRC على التعويضات التقليدية:

- تمتلك التعويضات الخزفية المعدنية سجل خدمة سريرية ممتاز وبالرغم من شعبيتها ونجاحها فإنها تظهر مواطن ضعف تكون السبب في العديد من المشاكل السريرية ومنها:
- البنية التحتية (المعدن) تكون قوية وصلبة لكنها ليست تجميلية وتبدي مخاطر حيوية خاصة عند استعمال الخلائط المعدنية الرخيصة والتي تعاني من التآكل والتشرد في الحفرة الفموية كما يمكن أن تسبب حساسية لبعض المرضى وكذلك مخاطر صحية حادة أو مزمنة لفنيي المخابر السنية.
- يتم تغطية المعدن بالأوباك لإخفاء اللون القاتم وهذا الأخير يغطى بالخزف لإعطائه مظهراً حيوياً لكن تبقى الناحية الجمالية غير محققة بشكل كامل.

- كما أن مادة الأوباك هي نفسها غير تجميلية وتتطلب سماكة إضافية من المادة الخزفية المغطية لإعطاء نتائج تجميلية مقبولة.
- مادة البورسلين مادة قصفة يمكن أن تنكسر مسببة فشلاً في التعويض.
- تمتلك مادة البورسلين قساوة أعلى من ميناء الأسنان الطبيعية مسببة بذلك انسحالها خاصة عند عدم التلميع الجيد لها وأحياناً تسبب انكسار الأسنان المقابلة.
- المواد المتماثرة الأكريلية مثل مثيل ميثاكريلات المستخدمة في صنع التعويضات المتحركة والتعويضات الثابتة المؤقتة هي مواد قابلة للانكسار بسهولة في الظروف السريرية.

ميزات استخدام تعويضات الـ FRC داخل التاجية:

- تصميم أكثر محافظةً على النسج السنية من التصاميم خارج التاجية.
- يستخدم عندما تكون الدعامات سليمة أو مرممة بترميمات صغيرة أو متوسطة.
- يستخدم عندما لا تكون الزرعات هي الخيار العلاجي المناسب.
- يستخدم كبديل للخيار العلاجي المحافظ الآخر وهو جسر ميريلاند لأن تعويض الـ frc له ميزات أكبر من ميريلاند حيث مشكلة فك الالتصاق تكون أكبر في جسر ميريلاند كذلك تلون الدعامات بلون رمادي بسبب شفوفية المعدن من خلالها وأيضاً مشكلة المحيط الزائد للمثبتات لذلك يعتبر تعويض الـ frc مفضلاً على ميريلاند.

اختيار المريض لتقنية جسور الحشوات الراتنجية المقواة بالألياف:

إن اختيار المريض لهذه التقنية هو متطلب أساسي لنجاح العمل السريري لذلك يجب تقييم كل حالة لتحديد مسافة الفقد والحالة الصحية للدعامات كذلك يجب تقييم الإطباق بشكل خاص.

وأيضاً فإن التصميم المناسب والتحضير المحكم والاختيار الصحيح للمواد وتقنيات الربط هي عوامل هامة لنجاح هذا النوع من الترميمات.

- ويبدأ الاجراء السريري بتحضير الحفر الملاصقة لتسهيل عمل خط إدخال جيد ويجب أن تكون جميع الزوايا الخطية الداخلية مدورة لتسهيل الانطباق وإنقاص تركيز الجهود أما الجزء الإطباقي من تحضير الحفرة فيجب أن يسمح بمسافة كافية لوضع الألياف وتأمين نتيجة تجميلية جيدة ومقاومة ضمن تاجية مناسبة.

البناء الهندسي والخصائص الميكانيكية للكمبوزيت المقوى بالألياف:

تصنف الألياف حسب شكلها الهندسي إلى:

- ١- الألياف وحيدة الاتجاه:unidirectional.

تكون طويلة ومستمرة ومتوازية وهي الأكثر استعمالاً.

- ٢- الألياف المضفورة (المجدولة) braided.
- ٣- الألياف المنسوجة :woven.

يكون قطر الألياف النموذجي من ٧- ١٠ ميكرون.

- يتم تقوية القالب الراتنجي في التطبيقات السنية بواسطة ألياف الكربون أو البولي ايثيلين أو الزجاج حيث تستخدم الألياف الزجاجية للتعويضات المصنعة في المخابر السنية أما ألياف البولي ايثيلين تستخدم في التطبيقات ضمن العيادة السنية بينما ألياف الكربون وبعض ألياف الزجاج فتستخدم في تصنيع الأوتاد الجذرية.

- بالمقارنة مع المواد السنية التقليدية فإن **الخصائص الميكانيكية** للكمبوزيت المقوى بالألياف معقدة في حين أن الخلائط السنية تكون موحدة الخواص isotropic ومتجانسة hemogeneous فهي تمتلك نفس الخواص في جميع الجهات المعرضة للاختبار بينما الـ FRC تمتلك خواصاً ميكانيكية متغيرة من موحدة الخواص إلى غير موحدة الخواص وغير متجانسة anisotropic and heterogeneous اعتماداً على اتجاه الألياف.
- حيث في الألياف وحيدة الاتجاه unidirectional تكون الألياف متوازية وباتجاه واحد وبالتالي تكون خواصها هي الأعظم highest عند اختبارها باتجاه الألياف أو بموازاتها وتكون هي الأضعف Lowest عند اختبارها باتجاه عمودي على اتجاه الألياف وإن هذا السلوك غير موحد الخواص يؤثر على مقاومة الانحناء ومعامل المرونة وعامل التمدد الحراري.

من المعروف أن الخصائص الميكانيكية الأكثر أهمية في التعويضات الثابتة هي المقاومة STRENGTH والصلابة STIFFNESS حيث أن الصلابة يعبر عنها بمعامل المرونة.

والجدول التالي يوضح معامل المرونة لبعض المواد والنسج السنية:

نوع المادة	معامل المرونة بالـ GPA
ايبوكسي ريزين	٤
العاج	١٥
حشوات الراتنج المركب	١٦
الألياف الزجاجية	٤٠
الميناء	٥٠
التيتانيوم	١١٠
ألياف الكربون	٧٥-٢١٥

- حيث يجب أن **تتمتع هياكل التعويضات الثابتة بمعامل مرونة عالٍ** لأنه يعتمد عليه في دعم المادة الراتنجية المغطية والتي هي أكثر قصافةً. هذه الحالة تشابه الهيكل المعدني الداعم للخزف في التعويضات الخزفية المعدنية.
- وعند أول استخدام للـ FRC في التعويضات الثابتة والذي كان لدعم التعويضات فوق الزرعات كانت مقاومة الانحناء حوالي ٢٥٠ MPA بينما تراوحت هذه القيمة في الأنواع التجارية المعاصرة ٣٠٠ - ١٠٠٠ MPA وذلك اعتماداً على طرق تحضير الألياف وهندسة السطوح.
- لذا عند اختيار أحد المنتجات التجارية للـ FRC نأخذ بعين الاعتبار الاستطباب السريري وسهولة التعامل اليدوي والثبات والنواحي الجمالية والخبرة السريرية لكن الأهم من ذلك كله **الخصائص الميكانيكية**.

المشاكل السريرية مع تعويضات الـFRC: clinical problems

يمكن تصنيف المشاكل التي تواجه طبيب الأسنان مع تعويضات الـ FRC كالتالي:

١ـ شفوفية المعدن بلون رمادي في القلوب والأوتاد المعدنية وقلوب الأملغم على الدعامات من خلال التعويض:

- إن الشفوفية الزائدة للبنية التحتية وللكمبوزيت دقيق الذرات تجعل من الصعوبة إخفاء لون المعدن التحتي ويمكن حل هذه المشكلة بعدم استخدام القلوب والأوتاد المعدنية أو الأملغم مع تعويضات الـ frc حيث تستبدل بأوتاد راتنجية مقواة بالألياف مع قلوب راتنجية أو أوتاد زركونيوم مع قلوب من خزف محقون.
- وفي حال وجود قلوب وأوتاد معدنية أو أملغمية يكون الحل بتطبيق أوباك راتنجي لإخفاء لون المعدن.

٢- فقدان لمعان سطح الكمبوزيت المغطي: loss of surface luster

- يوجد ميل لفقدان اللمعان الأصلي لسطح الكمبوزيت الدقائقي مع الوقت ولحسن الحظ فإن مدة بقاء تعويضات الـ FRC لا تتأثر بفقدان لمعان السطح كذلك لا يوجد دليل على زيادة تصبغ السطح مترافق مع فقدان لمعانه.

٣- الشفوفية الزائدة في مناطق الدمى: excessive translucency in pontic areas

- يظهر كلاً من الـ FRC والكمبوزيت الدقائقي شفوفية عالية وفي حين أن هذه الميزة يكون مرغوباً بها في مناطق المثبتات فإنها تشكل عائقاً تجميلياً في مناطق الدمى حيث لا توجد بنية سنية تحتية تمنع مرور الضوء وحيث أن مرور الضوء من خلال الدمى يعكس لوناً رمادياً للتعويض لذلك يكون الحل بتطبيق طبقة رقيقة من الأوباك الراتنجي على هيكل الـ FRC وهذا الأوباك يشكل عائقاً أمام مرور الضوء وبالتالي لايظهر اللون الرمادي في مناطق الدمى.

٤- الحساسية بعد الإلصاق:sensitivity after cementation

- من الشائع حدوث حساسية على المشروبات الباردة بعد إلصاق تعويضات الـ FRC ذات التحضيرات الكاملة (خارج تاجية) وذلك بسبب كشف عدداً كبيراً من الأقنية العاجية مما يجعل ختم هذه الأقنية بالإسمنتات صعباً لوجود السائل العاجي ضمنها.
- لذلك فإن العزل الجيد للدعامات والتطبيق الدقيق لأنظمة الربط العاجي حسب تعليمات الشركة الصانعة يقلل من الحساسية التالية.

٥ ـ انكسار الكمبوزيت الدقائقي المغطي: fracture of the particulate composite

- في حين أن الشركات الصانعة اعتبرت سهولة إصلاح كسر الكمبوزيت الدقائقي في تعويضات الـ FRC ميزة هامة في هذه التقنية إلا أن كسر جزء من الكمبوزيت الدقائقي يسبب مشكلة جدية اعتماداً على طبيعة الكسر وتصميم البنية التحتية.
- حيث أنه خلال تصنيع التعويض يتم تعريضه للضوء والحرارة والضغط وهذا ما يرفع معدل البلمرة وبالتالي فإن مجموعات الميثاكريلات غير المرتبطة والمتاحة تكون محدودة جداً وهذا ما ينقص احتمال حدوث روابط تكافؤية covalent bonding بين الكمبوزيت الموجود والكمبوزيت الذي ستتم به عملية الإصلاح.
- وتتراوح قوة الارتباط بين الراتنجين السابقين من ٢٥ - ٨٠ % من قوة الارتباط الأصلية.

٦- فك إلصاق المثبتات: debonding of the retainer

- يمكن أن تكون مشاكل الإلصاق الحادثة مع تعويضات الـ FRC بشكلين:
- - فقدان كامل للارتباط على كلا الدعامتين.
- - فقدان الارتباط على دعامة واحدة مع بقاء التعويض في الفم.

وفي كلا الحالتين يتم إعادة إلصاق التعويض في مكانه إن لم يكن هناك أي ضرر في التعويض أو الأسنان الداعمة.

طريقة تحضير حفر الصنف الثاني :inlay preparation

- نقوم أولاً بتقييم الإطباق وتحديد نقاط التماس الإطباقية بواسطة ورق عض Articulating paper ويجب أن تحضر حواف الحفرة بحيث تكون بعيدة عن نقاط التماس الإطباقية على الأقل بمقدار ١ ملم.
- تطبيق الحاجز المطاطي لأنه يؤمن رؤية أفضل وسيطرة أكبر على اللعاب.
- نبدأ أولاً بتحضير الحفرة الإطباقية من منطقة الوهدة المركزية بواسطة السنبلة رقم ١٧٠ أو بواسطة سنبلة كروية صغيرة أو مخروطية من التنغستن كارباید ونقوم بسحب وتحريك السنبلة خلال الميزاب المركزي بحيث نحصل على حفرة بعمق ١,٥-١,٨ ملم ويكون محور إدخال السنبلة عمودياً على الخط الوهمي الواصل بين الحدبات الدهليزية واللسانية وليس من الضروري أن يكون عمودياً على مستوى الإطباق فمثلاً في الضواحك السفلية نميل محور إدخال السنبلة بالاتجاه اللساني.

- نقوم بتوسيع الحفرة الإطباقية دهليزياً لسانياً بشكل محافظ قدر الإمكان ولمقاومة الانزياح الملاصق نعمل ذنب حمام صغير Dovetail.
- نبدأ بعدها بتحضير الحفرة الملاصقة بواسطة السنبلة رقم ١٦٩ ونمدد التحضير لثوياً قدر المستطاع حيث كلما زاد ارتفاع الحفرة الملاصقة زاد الثبات لكن بدون تجاوز الملتقى الميئائي الملاطي ونبقى فوق مستوى اللثة ونقوم بتوسيع الحفرة دهليزياً لسانياً حتى نخرج خارج مناطق التماس مع السن المجاورة وبحيث تتحرك السنبلة بموازاة السطح الملاصق غير المحضر وبذلك نحصل على جدار محوري محدب.
- بنفس السنبلة السابقة نقوم بتحديد الجدران اللسانية والدهليزية المحورية بحيث يكون انفراج divergence الجدران السابقة بحدود (٣- ١٢) درجة بينما نصح Gilmore بانفراج جدران بمقدار(٨- ١٢) درجة أي تكون جدران الحفرة العلبية أكثر اتساعاً في نهايتها الإطباقية .

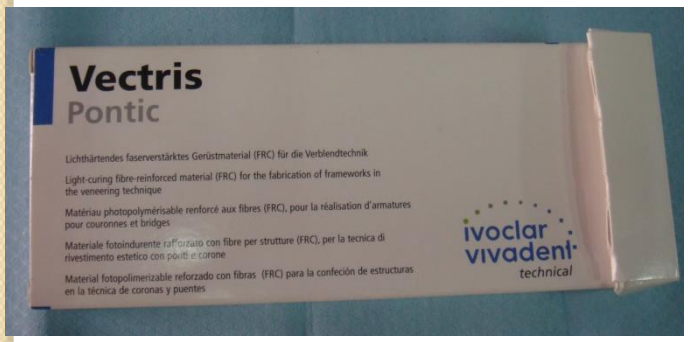
- نقوم بوصل البرزخ الإطباقي مع الحفرة العلبية الملاصقة مع توسيع للبرزخ الإطباقي عند اتصاله مع الحفرة الملاصقة.
- تدوير جميع الزوايا الخطية المحورية والزوايا الداخلية.
- استخدام إزميل مينائي enamel chisel لتحديد الجدران اللسانية والدهليزية للحفرة الملاصقة بشكل جيد لأن هذه الجدران هي التي تقاوم انزياح الترميم.
- تسوية أرض الحفرة الإطباقية والجدار اللثوي بالسنبلة رقم ٩٥٧ ذات الرأس العامل فقط.

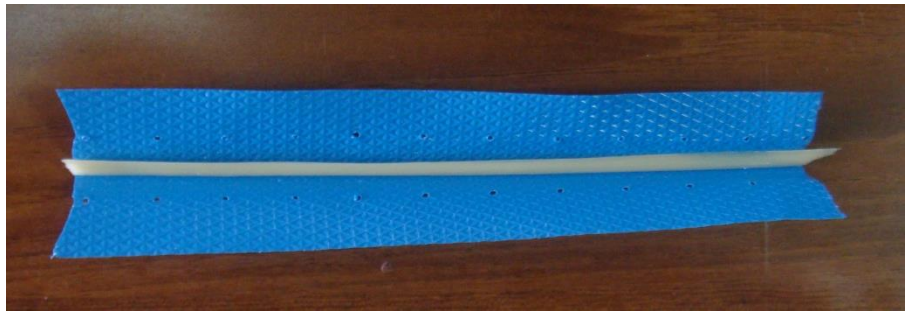
مكونات نظام Adoro\Vectris:

- يعتبر نظام Adoro\vectris نسخة مطورة لنظام Targis\vectris و يعتبر هذا الأخير من أقدم الأنظمة الراتنجية المقواة بالألياف.
- يتكون نظام Adoro\vectris من ألياف زجاجية مغمورة بقالب راتنجي وهي الـ vectris ومادة راتنج مركب مغطي للألياف وهو الذي يعطي التعويض شكله النهائي وهو الـ Adoro.

تركيب ألياف الـ vectris pontic:

- ثنائي ميثاكريلات بنسبة وزنية ٣٠-٣٢ %
- ألياف زجاجية بنسبة وزنية ٦٤ -٦٦ %
- ثنائي أكسيد السيليكون بنسبة وزنية ٣-٤ %
- مكونات أخرى: محفزات - أصبغة <١% من الوزن
- قطر ألياف الـ vectris pontic هو ١٦ ميكرون.





- تستخدم ألياف الـ vectris في تصنيع هياكل التعويضات الثابتة وتعتبر بديلاً عن الخلائط المعدنية والزركونيوم ميزتها أنها مادة بلون الأسنان شفافة ذات تصلب ضوئي تتكون من مجموعة حزم ليفية وحيدة الاتجاه مغمورة بقالب عضوي عديد التماثر وتحقق ارتباطاً قوياً معه ومع الكمبوزيت المغطي حيث أن المشاركة ما بين الترميل Sandblasting وتطبيق العامل المزاوج السيلاني Silanization تزيد من قوة الرابطة مابين الألياف الزجاجية والراتنج حيث وضعت عدة فرضيات لشرح آلية الربط بواسطة السيلان.
- والنظرية الأكثر قبولاً حالياً هي نظرية الرابطة المائية العكوسة The reversible hydrolytic bond مع بعض مفاهيم الرابطة الكيميائية . وتقوم هذه النظرية على أساس أن الروابط بين السيلان والذرات المعدنية (زجاج أو سيليكا) قابلة للبناء والتحطم بشكل عكوس بوجود الماء وبذلك تسمح بتحرر الإجهادات دون فقدان الارتباط .

- حيث أن العامل المزاوج السيلاني لديه القدرة على تشكيل **جسور كيميائية** مع الراتنج من جهة ومع المواد المعدنية (غير العضوية) من جهة أخرى.
- أيضاً لا ننسى فعل **الترطيب** الذي يقوم به السيلان بفضل لزوجته المنخفضة مؤدياً إلى تماس صميمي بين السطوح المترابطة وأيضاً يؤدي لنشوء قوى فاندرفالس Van der waals مزوداً بذلك **قوى فيزيائية** إلى جانب الروابط الكيميائية.

تركيب مادة الـ Adoro:

- وهي عبارة عن كمبوزيت ذي ذرات مالئة دقيقة micro filled يتصلب بالضوء والحرارة ويتمتع بميزات عديدة أفضل من الكمبوزيت الهجين وباقي أنواع الكمبوزيت من حيث مقاومة السحل وقابلية إنهاء السطح وسهولة التعامل اليدوي ومقاومة اللويحة ويحقق درجة عالية من الشفوفية والارتباط مع ألياف الـ vectris.

التركيب الكيميائي للـ Adoro :

يتوفر بعدة مجموعات لونية (عاجي- مينائي- عنقي- شفاف) ويتكون من:

- ثنائي ميثاكريلات بنسبة وزنية ١٧-١٩ %
- ثنائي أكسيد السيليكون ٨٢-٨٣ % من الوزن
- مكونات أخرى: محفزات وملونات <١% من الوزن
- حجم الذرات المالئة غير العضوية ١٠-١٠٠ نانومتر.

- يتم بناؤه بطريقة الطبقات بحيث يتحقق الارتباط بين الطبقات عن طريق الطبقة السطحية المثبطة بالأوكسجين حيث تتفاعل جزيئات الميثاكريلات الحرة الموجودة في هذه الطبقة مع الجزيئات الحرة في الطبقة الراتنجية المضافة وهكذا.

طريقة تصنيع جسور الحشوات الراتنجية المقواة بالألياف:

الخطوات كمايلي:

-عزل المثال الجبسي بمادة عازلة vectris model separator وتركه لمدة ٣ دقائق كي يجف.

- تطبيق طبقة من الراتنج المركب adoro على أرض الحفر الملاصقة والإطباقية.
- ثم قطع ألياف زجاجية vectris pontic بطول ١٠ ملم وهي ألياف وحيدة الاتجاه متوازية بكامل ثخانتها وهي بحدود (٢×٢) ملم وتطبيقها من أقصى الحفرة الملاصقة للضاحك لأقصى الحفرة الملاصقة للرحى.

- ـ تصليب المجموعة السابقة لمدة ٤٠ ثانية من كل جهة بجهاز تصليب ضوئي
- ـ وضع طبقة ثانية من الألياف على كامل طول التعويض (من الحفرة الإطباقية إلى الحفرة الإطباقية) بحيث حجم الألياف ٣١١ حجم السابقة ثم التصليب لمدة ٤٠ ثانية أيضاً.
- ـ وضع المجموعة السابقة في جهاز التصليب الضوئي الخاص بالألياف VS1 vectrisونشغل البرنامج p1 لتبدأ عملية البلمرة تحت الضغط والتخلية الهوائية.
- ـ ترميل السطح الخارجي للهيكل برمل أكسيد الألمنيوم ١٢٥ ميكرون وبضغط ١ بار.
- ـ تطبيق العامل المزاوج السيلاني vectris wetting agentعلى سطح الألياف المرملة بواسطة فرشاة صغيرة وتركه مدة ٦٠ ثانية ليجف ويزال الزائد من المادة بتيار هوائي .

- بناء هيكل الجسر وإعطائه أبعاده النهائية من الراتنج المركب adoro بطريقة الطبقات بحيث تقيس أبعاد الوصلات (بين الدمية والحشوة) ٣ ×٣ ملم.
- يتم تصليب كل طبقة من الراتنج المركب بجهاز التصليب الضوئي لمدة ١٠ ثوانٍ لكل طبقة.
- توضع المجموعة السابقة في جهاز التصليب النهائي وهو targis power (lumamat 100) وهو يحوي ٨ أزواج من المصابيح الهالوجينية لمدة ٢٥ دقيقة وبدرجة حرارة ٩٠ درجة مئوية.