الحاجز المطاطي في الممارسة السريرية

مقدمة تاريخية:

- تم وصف الحاجز المطاطي لأول مرة في عام 1864م من قبل San Ford Bar وهو أول من شرح استخدامه في نيويورك، وبذلك أصبح الحاجز المطاطي مستطباً في العيادات السنية و المعالجات اليومية.
- وصف Hodson طرق استخدامه حيث كان تثبيت الحاجز المطاطي يعتمد بشكل أساسي على الأوتاد والخيوط السنية، أما الأقواس الوجهية فلم تكن موجودة. كتب Hodson عام 1870م تعليمات عن استخدام سبع نماذج من المشابك وأظهر إمكانية وضعها في الفم بدون استخدام حامل المشابك.
- أوجد Hickman عام 1880م مشبك شفوي وكان قريباً جداً مما نستخدمه اليوم.
- في عام 1890 تم صنع المشابك بثقبين على الفكين لحملها بحامل المشابك و وضعها في الفم، أما بالنسبة للقوس الوجهي فقد ظهر مع بداية القرن العشرين.

فوائد استخدام الحاجز المطاطي:

1. تأمين ساحة عمل جافة و غير ملوثة و واضحة، حيث يكون أداء المواد المرممة أفضل عند عدم ملامستها و امتزاجها مع الدم واللعاب.
2. تذكر المريض بإبقاء فمه مفتوحاً.
3. يمنع تطبيق الحاجز المطاطي مع الأوتاد الخشبية حدوث نزف لثوي.
4. تسهيل الوصول إلى موقع العمل وحرية الحركة من خلال السيطرة على النسج الرخوة للخدين واللسان وحمايتها من الأدوات المستخدمة.
5. الوقاية من بلع واستنشاق المواد المستخدمة كفتات الأملغم و حمض الفوسفور و بعض الأدوات المستخدمة في المعالجة و لاسيما عندما يكون المريض في وضعية الاستلقاء.
6. حماية المريض من المواد الكيميائية الخطرة.
7. منع حدوث منعكس الإقياء و الغثيان.

إن هذا المجال الواسع من فوائد استخدام الحاجز المطاطي يشجع على استخدامه لأجل كل الإجراءات السنية.

مضادات استطباب الحاجز المطاطي:

قد يكون من الصعب تطبيق الحاجز المطاطي إذا كان الطفل مصاباً بالتهاب شديد في الطرق التنفسية العلوية أو في حال انسدادها، وفي حال وجود جهاز تقويم ثابت أو عندما تكون الأسنان في المرحلة الأولية من البزوغ.

الأضرار الناتجة عن استخدام الحاجز المطاطي:

قد يحدث تطبيق الحاجز رضوضاً أو جروحاً بسيطة في اللثة الحفافية، وقد تسبب ضرراً بسيطاً في الملاط العنقي في أماكن تطبيق المشابك ويمكن تحجيم هذا الخطر بالاختبار الجيد للمشابك والانتباه أثناء التطبيق، وقد يحدث كسراً في حواف التيجان الخزفية إذا طبقت المشابك على هذه الحواف.

ذكرت حالات سقط فيها مشبك الحاجز المطاطي في المجرى التنفسي عند طفلين لذلك يكون استخدام الخيط السني لحمل المشبك مفيد لمنع هذا الخطر.

أدوات الحاجز المطاطي:

1- القطعة المطاطية.

2- الإطار (القوس الوجهي).

3- المشابك مجنحة أو غير مجنحة.

4- مادة مزلقة كالفازلين.

5- المثقب.

6- حامل المشابك.

7- أوتاد خشبية وخيط سني ومقص معوج.

تقنيات تطبيق الحاجز المطاطي:

التقنية الأولى: تطبيق المشبك قبل الحاجز المطاطي.

التقنية الثانية: تطبيق المشبك و الحاجز المطاطي معاً.

التقنية الثالثة: تطبيق المشبك بعد الحاجز المطاطي.

التقنية الأولى: تطبيق المشبك قبل الحاجز المطاطي:

تستخدم هذه التقنية لعزل الأسنان الخلفية، فهي سهلة وسريعة وتسمح برؤية الأسنان و المشبك خلال التطبيق. وفي هذه التقنية تكون الحافة اللثوية واضحة خلال التطبيق، وهذا يُمكّن الطبيب من تطبيق المشبك في مكانه بدقة مع خطر قليل لرض اللثة. إن المشابك المستعملة في هذه الطريقة هي المشابك غير المجنحة.

يتم تطبيق الحاجز المطاطي فوق المشبك على ثلاث مراحل:

1- شد الحاجز المطاطي فوق قوس المشبك.

2- يتم شد المطاط فوق الفك الدهليزي للمشبك.

3- ثم يتم شد الحاجز المطاطي فوق الفك اللساني للمشبك.

التقنية الثانية: تطبيق المشبك و الحاجز المطاطي معاً:

تستطب للأرحاء الثالثة، وعندما تكون الطرق الأخرى غير مستطبة. وفي هذه التقنية تكون الرؤية محدودة خلال تطبيق المشبك، ويتم استخدام المشابك المجنحة.

يتم ثقب الحاجز المطاطي و وضع المشبك ضمن الثقب، ثم حمل المشبك بواسطة حامل المشابك وحمله إلى الفم، وتطبيقه في الفم. بعدها يتم تحرير المطاط عن أجنحة المشبك.

التقنية الثالثة: تطبيق المشبك بعد الحاجز المطاطي:

تستطب هذه الطريقة لعزل سن أمامي و ممكن للضواحك الأولى. من الصعب استخدام هذه الطريقة بدون وجود مساعدة سنية. وهذه الطريقة مفضلة عند استخدام مشبك الفراشة لأنه كبير جداً حيث لا يمكن شد المطاط دون أن نثقب ثقب كبير و بذلك يكون الختم عند الحافة اللثوية غير كافي.

طريقة التطبيق:

1. إحداث ثقب مناسب في المطاط و تطبيقه فوق السن.
2. إبقاء المطاط مطبقاً في مكانه بواسطة ضغط الإصبع دهليزياً ولسانياً.
3. يشد المطاط ذروياً حتى تصبح مشاهدة اللثة ممكنة دهليزياً ولسانياً.
4. يطبق المشبك بعد ذلك ويحرر المطاط.
5. تعتبر هذه الطريقة من أصعب الطرق.

تنبيـــه:

- قبل تجريب المشبك على السن يتم إدخال خيط سني ضمن نقاط التماس التـــي ســـيمر عبرهـــا الحـــاجز المطاطي. إذا لم يكن بالإمكان مرور الخيط السني عبر نقاط التماس بسبب الترميمات المعيبة أو عوامـــل أخرى فإن تعديل نقاط التماس أو الحاجز المطاطي يكون ضرورياً قبل وضعه.
- يتم وضع المشبك على السن باستخدام حامل المشابك من الاتجاه اللساني إلى الدهليزي، مـــع التأكـــد أن أجنحة المشبك قد توضعت تحت مستوى الحفاف اللثوي ولا تؤذي النسج اللثوية.
- بعد وضع المشبك على السن يُرفع حامل المشابك وتُوضع الإصبع على الأجنحـــة الدهليزيـــة واللســـانية للمشبك ويُطبق ضغط لثوي للتأكد من أن المشبك مستقر وقد وضع لثوياً قدر الإمكان.

رفع الحاجز المطاطي:

بعد انتهاء المعالجة يتم رفع الحاجز المطاطي بشكل معاكس للخطوات التي تم القيام بها:

- يتم رفع الأوتاد و الخيوط و الشرائط المطاطية.
- قص الحاجز المطاطي عند السطوح الملاصقة و ذلك بشد الحاجز المطاطي دهليزياً و من الهام وضـــع الإبهام خلف الحاجز لحماية النسج الرخوة.
- رفع المشبك عن السن بواسطة حامل المشبك.
- من الهام فحص وجود بقايا مطاط .
- رفع القوس الوجهي وفرد المطاط للتأكد من عدم وجود أي فقد فيه، إن قطعة مطاط صـــغيرة يمكـــن أن تسبب خراج لثوي.

الصعوبات التي تواجه تطبيق الحاجز المطاطي:

1. التوضع السيئ للأسنان.
2. الفقد الكبير للنسج التاجية.
3. تيجان الخزف.
4. التعويضات الثابتة.
5. الأجهزة التقويمية الثابتة.
6. التيجان الطبيعية ذات الشكل غير المثبت.

مشاكل طبية:

1. التنفس الفموي.
2. الحساسية.

الجديد في الحاجز المطاطي:

OptraDam هو أول حاجز مطاطي يستخدم بدون مشابك أو قوس وجهي ويؤمن ساحة عمل جافة بشكل سريع وبسيط.

إن الحاجز المطاطي الجديد ومبعد الشفاه لهما نفس المبدأ وهما من اختراع طبيب ألماني اسمه دومونك هورفاث وتم تسويقهما من قبل شركة Ivoclar Vivadent.

أقسام OptraDam:

- حلقة مطاطية مدمجة ثلاثية الأبعاد تستقر ضمن الميزاب الدهليزي لإبعاد الشفتين والخد.
- جسم الحاجز مطاط لاتيكس منقط على شكل الفكين وبترقيم الأسنان.
- الفتحات مثقبة بنفس الطريقة الاعتيادية المطبقة في تثقيب الحاجز المطاطي التقليدي.

يوجد منه قياسين: Regular (R)، Small (S).

OptraDam

الميزات:

1. يمكن تطبيقه بشكل سهل وسريع بواسطة شخص واحد، هو أول حاجز مطاطي مشكل تشريحياً بدون مشابك معدنية، ويسمح بتأمين حقل جاف تماماً حيث تنجز المعالجة بسرعة وسهولة.
2. سهولة تأمين المدخل لحقل معالجة أكبر؛ يؤمن تبعيد لطيف لكل من الشفاه والخدود حيث يخلق مدخل أكبر لحقل المعالجة وبنفس الوقت ينجز عزل تام لكلا القوسين.
3. حاجز خالي من التوتر؛ بما أن شكل الحاجز المطاطي يلائم تشريح الفم فانه يستقر في الحفرة الفموية بوضع خالي من التوتر تماماً لذلك فإن المشابك المعدنية غير مطلوبة لتثبيته.

تنبيه: هذا المنتج يحتوي على اللاتكس الذي يمكن أن يسبب ردود فعل تحسسية.

المراحل العامة لترميم الأسنان المؤقتة الخلفية بالكومبوزيت

General Principles for Restoring Primary Posterior Teeth with Composite Resins

يجب أن يوصى ببعض المبادئ العامة عند استخدام الراتنجات لترميم الأسنان المؤقتة الخلفية منها:

- تطبيق الكومبوزيت هو تقنية حساسة، والترميم النهائي يكون سلبي بتأثره بأي تلوث بالرطوبة. إذا لم نستطع المحافظة على حقل عمل جاف فيكون الكومبوزيت على الأرجح هو الخيار الخطأ كمادة مرممة.
- بشكل عام تحضيرات الكومبوزيت في الأسنان المؤقتة هي أكثر محافظة من تحضيرات الأملغم، حيث أن الكومبوزيت لا يتطلب حجماً لمقاومة الكسر السريري كما يتطلب الأملغم، فالحفرة المحضرة للترميم بالكمبوزيت تكون أصغر وأقل عمقاً.
- الحفر غير النخرة والشقوق المجاورة للنخر لا تحتاج لأن تكون مشمولة بالتحضير كتمديد وقائي.
- التآكل الإطباقي هو من أكثر المشاكل شيوعاً في الكومبوزيت الخلفي ويكون التآكل أصغرياً فيما لو جعل التحضير صغيراً وخارج الإطباق.

- بسبب ارتباط الكومبوزيت ببنى السن أصبحت الحاجة للتثبيت الميكانيكي في التحضير غير ضرورية. ولكن يجب التذكر أن قوى ارتباط الراتنج مع الميناء أقوى من العاج ومع ذلك فإن تخفيض التثبيت الميكانيكي يعني الاعتماد الأعظمي على التثبيت المجهري للراتنج مع الميناء المخرشة، ولأن ميناء الأسنان المؤقتة تساوي تقريباً نصف ثخانة ميناء الأسنان الدائمة فالاعتماد على تثبيت الميناء المخرشة سيكون مشابه بشكل منخفض ولذلك من المفضل عمل تثبيت ميكانيكي أصغري في التحضيرات.

يمكن تطبيق الكومبوزيت لترميم الأسنان المؤقتة الخلفية وفقاً للمراحل العامة التالية:

1. تأمين مدخل ملائم للتمكن من إزالة النخر بشكل تام، ولا يحتاج الميناء غير المدعومة للإزالة إذا كان المدخل والرؤية واضحة.
2. إزالة العاج النخر، ويجب إزالة النخور العاجية العميقة باستخدام سنبلة مدورة ذات سرعة بطيئة.
3. تطبيق طبقة من الزجاج الشاردي ممتدة إلى الملتقى الميناني العاجي، وتصليبه ضوئياً لمدة 40 ثانية.
4. التخريش لمدة 20 ثانية فوق الحواف الميناني والسطح الطاحن، تغسل وتجفف، وليس من الضروري تخريش سطح الزجاج الشاردي، ستنتج خشونة كافية لسطح الزجاج من عملية الغسل.
5. تطبيق المادة الرابطة الراتنجية وترقيقها بالهواء وتصليبها 20 ثانية.
6. وضع الكمبوزيت الهجين في الحفرة وتصليبه (حتى مستوى الإطباق).
7. تطبيق المادة السادة فوق الترميم والشقوق الإطباقية الداخلية وتصليبها لمدة 20 ثانية، لا حاجة إلى إعادة التخريش للسطح الإطباقي قبل تطبيق المادة السادة في حال المحافظة على العزل.
8. إزالة الحاجز المطاطي وفحص الإطباق.

تحضير حفر الصنف الأول Class I Cavity Preparation

نفس مبادئ التحضير المتبعة عند الترميم بالأملغم، ولكن يكون التحضير أقل ما يمكن، ولا نحتاج إلى تمديد إلى الميازيب المجاورة أو حتى تحضير ذيل الحمام، بل نتقيد بحدود الآفة النخرية، ولا نحتاج أيضاً إلى تعميق الحفرة.

تحضير حفر الصنف الثاني Class II Cavity Preparation

أهم ما يميز هذه الطريقة بالتحضير لترميمات تجميلية هو عدم الحاجة إلى التمديد إلى السطح الطاحن وخاصة إذا كان سليماً من الآفة النخرية. تكون الحفرة العلبية مشابهة لتلك المحضرة عند الترميم بالأملغم من حيث

شكل تحضير الجدران لكن تكون غالباً أصغر بسبب عدم الحاجة إلى تحضير مثبت، ونحتاج في هذه الترميمات إلى إعادة نقاط التماس وتأمين العزل الجيد لتحسين الثبات وخاصة بالكومبوزيت وكل ذلك يشكل تحدي كبير لطبيب أسنان الأطفال.

ترميم القواطع والأنياب المؤقتة Restoration of Primary Incisors and Canines

يستطب ترميم القواطع والأنياب المؤقتة عند وجود: (1) النخر. (2) الرض. (3) العيوب التطورية لنسج السن الصلبة.

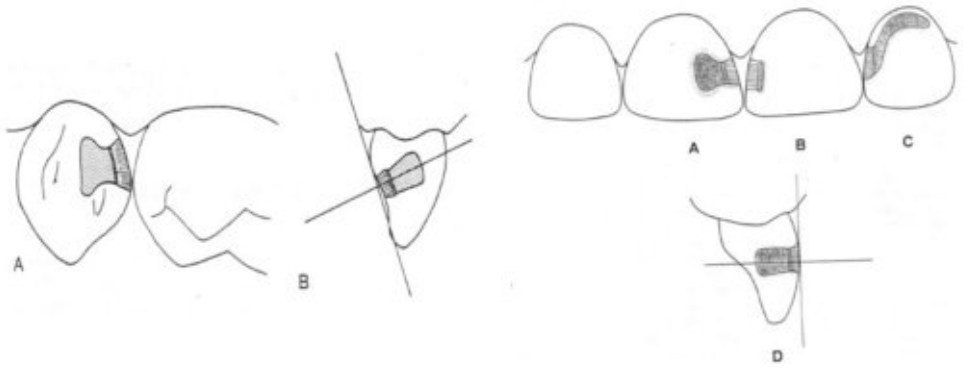
وعادةً توضع ترميمات الكومبوزت للصنف الثالث والخامس للأسنان الأمامية المؤقتة، ويمكن استخدامها أيضاً من أجل الصنف الرابع وإذا كان هناك فقد كبير في بنية السن فلابد من تغطية كاملة باستخدام تاج من أجل تأمين الترميم الأمثل.

تحضيرات حفر الصنف الثالث Class III Cavity Preparation

وهي تستخدم عندما تكون الاعتبارات الجمالية لها الأولية، غالباً ما ترمم بالمواد التجميلية وأهمها: الإسمنت الأنوميري الزجاجي، والراتنج المركب، والكومبومير. ولوجود تقنيات الربط لهذه المواد ببنية السن فإنها تغنينا عن بعض وسائل التثبيت التي تهدر نسجاً إضافية. تكون الخطوط الرئيسية لتحضير حفرة صنف ثالث كما يلي:

- تمتد الحفرة الملاصقة إلى مناطق التنظيف الغريزي بحيث يسمح لرأس مسبر بالمرور بين التحضير والسن المجاور.
- يأخذ التحضير شكلاً مثلثياً تقريباً.
- يجب أن تكون جميع الزوايا مدورة.
- الجدار المحوري للحفرة يساير السطح الخارجي للسن.
- عمق الحفرة الملاصقة 0.5 مم ضمن العاج.
- الجدار اللبي للحفرة يساير المحور الطولي للسن.
- يمكن عمل مثبتات إضافية بواسطة سنبلة قياس 0.25- 0.5 مم في الجهة الدهليزية واللسانية اللثوية أكثر من الجهة القاطعة.

- يتم إجراء ذيل الحمام في منتصف الثلث المتوسط للسطح اللساني ليقاوم الانزياح الجانبي للترميم. يمتد ذيل الحمام 0.5 مم ضمن العاج ويتبع بشكله المحيط الخارجي للسن، وكما في الصنف الثاني فإن البرزخ يجب أن يكون بزوايا مدورة وعرض كافٍ لتطبيق الأملغم أو الكمبوزيت، ولكن باستخدام تقنية التخريش الحمضي فإننا نستغني عن ذيل الحمام كوسيلة تثبيت.
- تشطب الزوايا الخارجية للحفرة بحدود 0.5 مم وبزاوية 45 درجة لزيادة سطح التماس للتثبيت.



تحضير حفرة صنف ثالث للترميم بالكمبوزيت على القواطع والأنياب المؤقتة

تنبيه: إذا لم يكن هناك مسافات بين الأسنان المؤقتة فإنه يمكن الوصول إلى السطح الملاصق الهدف من الجهة اللسانية لاعتبارات تجميلية، وفي بعض الحالات من الجهة الدهليزية كما هو الحال في القوس السنية السفلية لكون قاع الفم ضحلاً وحركة الطفل واللسان شديدة.

تحضيرات حفر الصنف الرابع Class IV Cavity Preparation

ترميم الحدود القاطعة المكسورة:

وهي إحدى أكثر التطبيقات السريرية المتكررة لتقنية التخريش الحمضي، حيث تطبق على الأسنان المؤقتة والدائمة وخصوصاً عند اليافعين، إذ تسمح بالترميم التجميلي والإسعافي، وتزودنا بترميم مثبت دون أو بأقل إزالة للنسج السنية.

هناك بعض التحضيرات المستخدمة لزيادة التثبيت منها: شطب الميناء باستخدام سنبلة بزاوية 45 درجة على طول حواف ميناء الكسر، أو جعل الميناء بشكل كتف ثم شطب حافة الكتف.

إن استخدام ذيل الحمام كوسيلة تثبيت على السطح الحنكي خصوصاً في حفر الصنف الرابع قد تراجع كثيراً بسبب:

1- ظهور تقنية التخريش الحمضي.

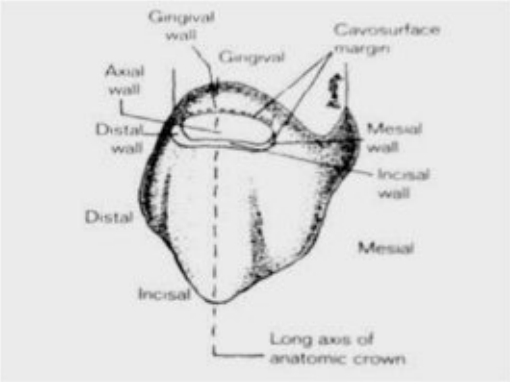
2- الاستهلاك الكبير لمادة السن بالإضافة إلى ما خسره السن نتيجة الكسر أو النخر.

كذلك استخدام الدبابيس والأوتاد قد قل استعمالها لزيادة التثبيت بعد استخدام تقنيات التخريش الحمضي.

تحضيرات حفر الصنف الخامس Class V Cavity Preparation

إن تخطيط حفرة صنف خامس يعتمد على حجم وموقع النخر، فقد يكون بشكل مستدير أو كلوي، ويجب أن يتم استخدام أكثر الطرق محافظة. ولتحضير هذه الحفر:

- نخترق السن من منطقة النخر بسنبلة تنغستن كاربيد قياس 330 حتى نصل إلى العاج، تقريباً 1.5 مم من السطح الميناني الخارجي.
- يجب أن يكون الجدار اللبي محدباً موازياً للمحور الطولي للسن.
- يتم إجراء التثبيت الميكانيكي للتحضير بواسطة سنبلة قمعية قياس 35 أو مستديرة رقم 0.5، وذلك بإنجاز وهدة عند الزاوية الخطية المحورية القاطعة والمحورية اللثوية.
- في حال استخدام الكمبوزيت يتم شطب كامل حواف الحفرة بزاوية 45 درجة مسافة 0.5 مم.



تحضير حفرة صنف خامس للترميم بالكمبوزيت

طرق تحضير الحفر بالتداخل الأصغري

أولاً: المعالجة الترميمية اللارضية Atraumatic Restorative Treatment (ART)

المعالجة الترميمية اللارضية هي طريقة لإزالة النخر وتحضير أصغري للحفرة باستخدام أدوات يدوية فقط وترميمها بالاسمنت الزجاجي الشاردي. وتعرف أيضاً بالمعالجة الترميمية البديلة، ويطلق عليها بعضهم المعالجة الترميمية اللارضية المبسطة والمعدلة Simplified and Modified Atraumatic Restorative Treatment (SMART). قُدمت هذه الطريقة في بداية التسعينات في البلدان المتقدمة. والهدف منها تقديم

مشاركة بين الترميم والمعالجة الوقائية للأسنان المؤقتة والدائمة حيث تكون المعالجة السنية غير ممكن الحصول عليها.

تتطلب هذه التقنية عدد قليل من الأدوات والمواد، ويتم استخدام أدوات يدوية فقط لتجريف النخر، والتخدير الموضعي غير متطلب إلا في حالات نادرة. يتم ملء الحفرة فيما بعد بـ GIC مكثف ومطور بشكل خاص، ويطبق بوساطة الإصبع لتكثيف المادة المرممة وإجبارها على الدخول ضمن الوهاد والميازيب الموجودة على السطح الإطباقي.

ما هي الحفر المناسبة لإجراء ART ؟

1. الحفر التي تشمل العاج فقط.
2. الآفات التي يسهل الوصول إليها بالأدوات اليدوية.
3. الحفر ذات السطح الواحد أكثر من الحفر ذات السطوح المتعددة. أثبتت الدراسات أن ترميمات ARTذات السطح الوحيد هي الأكثر بقاءً، وهي تحتاج إلى زمن قد يصل إلى 20 دقيقة لإنجازها.

تملك تقنية ART دوراً في معالجة كلٌ من:

4. مرضى الرهاب من طبيب الأسنان.
5. المرضى الكهول.
6. المرضى المعاقين عقلياً أو جسدياً.
7. تعتبر جزء من عملية التأقلم مع المعالجة السنية لدى الأطفال صغار السن.
8. الحالات الميدانية.
9. المرضى المعرضين للخطر طبياً.

مضادات استطباب ART:

1. أمراض اللب وعواقبها (التهاب اللب المزمن أو غير الردود، انكشاف اللب خراج أو ناسور).
2. تعذر الوصول للآفة بالأدوات اليدوية.

الأدوات المطلوبة في تقنية ART: ملاقط صغيرة، مسابر، مرايا فموية، مجارف بحجوم مختلفة، أزاميل/فؤوس، لوح زجاجي أو لوح مزج ورقي، سباتول، منحتة بلاستيكية مسطحة.

المواد المستخدمة: قفازات، لفافات قطنية، كريات قطنية، مادة ترميمية GI، مكيف العاج، هلام الفازلين، أوتاد،شرائط بلاستيكية، ماء، ورق العض.

إجراءات ART:

1. يعزل السن بلفافات قطنية.
2. يغسل السن بلفافة قطنية مشربة بالماء.
3. يوسع مدخل الآفة النخرية بالفؤوس لإزالة المواشير الميناائية غير المدعومة.
4. تزال كل النسج النخرة باستخدام المجارف اليدوية.
5. تغسل الحفرة بالماء وتجفف باللفافات القطنية.
6. تتم حماية اللب باستخدام بماءات الكالسيوم.
7. تكيف جدران الحفرة لتحسين الارتباط الكيميائي لـ GIC مع بنية السن. ويستخدم للتكييف السائل المزود مع GIC نفسه أو مكيف العاج (Polyacrylic acid 10%). تغسل الحفرة بعد التكييف لمدة 10-15 ثانية، وتجفف بالكريات القطنية. وفي حال حصول تلوث بالدم أو اللعاب فيتوجب إعادة الإجراء.
8. يمزج GIC وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة ويطبق ضمن الحفرة بشكل زائد قليلاً، ويطبق ضغط إصبعي خفيف فوق السطح الإطباقي (بوجود القفازات المدهونة بالفازلين).
9. تزال الزوائد بالمنحتة البلاستيكية، وتترك الوهاد والميازيب مختومة بالـ GIC.
10. تفحص العضة.
11. تزال المادة الزائدة بواسطة مجرفة حادة.
12. يعاد فحص العضة، وتزال النقاط العالية في حال وجودها.
13. تغطى المادة المرممة (GIC) بأكملها بالفازلين أو الفرنيش.
14. يوصى المريض بعدم العض على السن لمدة نصف ساعة.

إلى أية درجة يتوجب إزالة العاج المنخور؟

تعدّ كل مناطق النخور العاجية حسب مبادئ Black الترميمية مناطق تموت سني Dental Gangrene، ومن الضروري إزالتها بشكلٍ كامل، حيث يتوجب إزالة كل المادة المتلونة أو المصابة حتى الوصول إلى عاج قاسٍ، وذلك لإزالة كل العضويات الدقيقة ولتجنب النكس المحتمل للنخر.

تم في الستينات من القرن العشرين تقسيم العاج النخر إلى طبقتين منفصلتين من قبل Fusayama:

- الطبقة الخارجية: الطبقة المؤوفة Infected layer (الحاوية على الجراثيم)، ولها بنية كولاجينية متخربة وغير قابلة لإعادة التمعدن.
- الطبقة الداخلية: الطبقة المتأثرة Affected layer المخسوفة الأملاح والطرية (العقيمة غالباً)، تحتفظ هذه الطبقة بهيكلها الكولاجيني الأصلي ويمكن إعادة تمعدنها.

الأمر الذي أدى إلى نهج أكثر ضماناً في إزالة النخور مستهدفاً فقط الطبقة العاجية الخارجية المؤوفة.

حالياً تعدّ الإزالة الجزئية للنخر مفضلة على الإزالة الكاملة في الآفات العميقة وذلك لإنقاص خطر الانكشاف اللبي.

محاسن ART:

1. استخدام أدوات يدوية رخيصة وتحصيلها سهل أكثر من الجهاز السني الذي يعمل بالكهرباء.
2. الحصول على حفر صغيرة والمحافظة على النسج السنية السليمة لأن تقنية Art تعتمد على إزالة النسج السنية المخسوفة الأملاح يدوياً.
3. لا حاجة لتحضير المادة السنية السليمة لتأمين ثبات للترميم نظراً لاستخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي الذي يرتبط كيميائياً ببنية السن عبر آلية التبادل الشاردي، مما يؤدي لخلق سطح بيني ذي طبقة تبادل شاردي Ion-exchang layer مستقرة ومقاومة للحمض ومانعة للتسرب الحفافي والتلوث الجرثومي للب.
4. تحرر شوارد الفلور والكالسيوم والفوسفات والسترونتيم من الاسمنت الزجاجي الشاردي مما يؤدي إلى تمعدن النسج مخسوفة الأملاح، ويمنع تطور النخور الثانوية. ويمكن إعادة شحن الاسمنت الزجاجي الشاردي بالفلور بواسطة المعالجات الفلورية الموضعية والمعاجين.
5. إجراء غير مؤلم، تنخفض أو تزول فيه الحاجة لاستخدام المخدر الموضعي.
6. إمكانية تطبيقها ميدانياً.

مساوئ ART:

1. إجهاد يد الطبيب نتيجة الاستخدام المتكرر للأدوات اليدوية لمدة زمنية طويلة.
2. لا تدوم ترميمات ART طويلاً، فمعدل عمرها سنتين.

3. مقاومة الاهتراء المنخفضة وقوة الانضغاط المتدنية لمواد الاسمنت الزجاجي الشاردي المتوافرة مما جعل استخدامها محدوداً. إن تطبيق الراتنج المركب فوق سطح الاسمنت الزجاجي الشاردي (تقنية الساندويش Sandwich technique) كفيل بالتغلب على هذه العيوب.

ثانياً: الإزالة الميكانيكية الكيميائية للنخور السنية Chemo-Mechamical Caries Removal

تعتمد الإزالة الميكانيكية الكيميائية للنخور السنية على الانحلال الكيميائي للعاج النخر متبوعاً بإزالته بالتجريف اللطيف، حيث يتم إزالة العاج المؤوف والحفاظ على العاج المتأثر والقادر على إعادة التمعدن دون أن يسبب ذلك تخريشاً للب السني، أو إزعاجاً للمريض أثناء التجريف.

استعمل kronman وزملائه في عام 1970 مواد حالة للبروتين غير خاصة، هيبوكلوريد الصوديوم (Na ocl) على العاج النخر وقد حلّت هذه المواد المادة المتموتة والعاج السليم أيضاً وتم تعديلها فيما بعد.

وفي عام 1985 كان **Caridex** هو المنتج التجاري الأول المستخدم في الإزالة الميكانيكية الكيميائية للنخور السنية. ويتضمن التطبيق المتقطع للمادة المسخنة سابقاً والمركبة من N-monochloro-DL-2-aminobuturic acid (GK-101E) على الآفة.

مساوئ Caridex : الوقت الإضافي في التحضير والعمل، وغلاء ثمنها، ونظام التوصيل الضخم (الخزان ــ السخان ــ المضخة ــ القطعة اليدوية ــ رأس التطبيق).

Carisolv (الجيل الأول): نظام كيموميكانيكي حديث قُدم خلال الثمانينات من القرن الماضي، أكثر فعالية وأشد تأثير من Caridex، يجعل العاج النخر أكثر ليونة (بشكل انتقائي) مما يسهل إزالته، بينما لا تؤثر على العاج غير المنخور والسليم .

تم استبدال الحمض الأميني الوحيد بثلاثة حموض أمينية هي (Glutamic acid, Leucine, Lysine)، وتم زيادة تركيز هيبوكلوريد الصوديوم وزيادة كثافته بإضافة ميتيل السللوز للحصول على كميات أقل من السائل وتماس أفضل مع سطح السن.

يتألف الـ carisolv من سيرنغين، **السيرنغ الأول:**

- Glutamic acid, Leucine, Lysine
- Carboxymethyl cellulose لزيادة لزوجة الجيل
- Water, Sodium hydroxide, Sodium chloride
- Erythrosin صباغ أحمر
- PH = 11

السيرنغ الثاني: يحوي

- Sodium hypochlorite %0.5

Naocl هو محل بروتيني، وهو يفسد المادة العضوية بحرارة الغرفة.

Chlorine يفسد الكولاجين المُبَدَّل Denatured collagen ويسبب انحلال في الهيكلية الليفية الكولاجينية.

- Alanine aminotransferase

ترتبط هذه الحموض الأمينية فيما بعد بسلاسل البروتين في العاج النخر، وتحول دون انحلال العاج السليم بوساطة Hypochlorite.

طريقة العمل:

1. يتم إخراج المادة من البراد قبل ساعة تقريباً من المعالجة بناءً (تعليمات المصنع)، وتمزج محتويات السيرنغين قبل مدة قصيرة من الاستخدام حتى الحصول على لون متجانس. تبدأ فعالية الـ Carisolv بالتلف بعد تجاوز 20 دقيقة بناءاً على تعليمات الشركة المصنعة.
2. توضع المادة الممزوجة مباشرة بعد المزج على العاج النخر بمكثف دائري، ثم يزال العاج النخر بعد 30–60 ثانية بالأداة الخاصة دون تطبيق قوة.
3. تُطبَق المادة الممزوجة 3–6 مرات حتى يتوقف اللون الضبابي.

تتطلب هذه العملية 10دقائق على الأكثر فهي سريعة وسهلة التعلم، ولكن من المتطلب توافر مدخل سهل ومرئي للمادة وللأدوات، كنخور الجذور الشفوية أو النخور الإطباقية ذات مساحة 1–2 مم، وفي حال عدم توافره يُجرى بواسطة سنبلة ذات سرعة عالية.

تتطلب هذه التقنية استخدام أدوات يدوية مصممة خصيصاً ذات رؤوس تتراوح في قطرها بين 0.3–2 مم. تمتلك هذه الأدوات شكل وملمس المجارف، ولكنها مصممة لتطبيق المادة وللقيام بحركات خفق سريع (ضربات خاطفة ولطيفة) أي فعل كشط على عكس القطع الحاد الذي تقوم به السنابل أو المجارف وذلك لإنقاص خطر إزالة العاج السليم والاقتصار على إزالة النسج السنية النخرة فقط. تسمح أشكال الأدوات المختلفة وأحجام الرؤوس بالدخول إلى كافة مظاهر الآفة. وتساعد الأدوات أيضاً في توجيه المستخدم لتجنب النسج السليمة مما يساعد في تمييز العاج النخر عن غير النخر.

يصبح للعاج السليم شكلاً متجمداً (frosted) وغير ناعم (Matt)، يعوز هذا السطح طبقة اللطاخة (Smear layer)، وفي حال المحافظة عليه خالياً من التلوث يكون جيد للربط خاصة باستخدام الجيل الخامس والسادس من مواد ربط العاج.

نصائح تطبيقية:

1. تملك المادة الممزوجة زمن عمل قصير، ويجب أن تطرح بعد حوالي 30 دقيقة.
2. يجب استخدام هذه التقنية فقط باستخدام أدواتها اليدوية الخاصة.
3. يعدُّ تحضير الحفرة من الطرق المحافظة جداً، وقد تستلزم 15 دقيقة لإنجازها.
4. قدم المصنعون قبضة بطيئة لإنقاص زمن تطبيق الأدوات ولكن دون فائدة بالنسبة للأطفال الرافضين لاستخدام القبضات.
5. يجب الحصول على عزل جيد نظراً لأن للمادة الممزوجة رائحة وطعم.
6. إذا كان النخر العاجي قريباً جداً من القرن اللبي قد يحدث انكشاف لبي أثناء إزالة العاج النخر. فإذا كان هذا متوقعاً قبل المعالجة يجب التحكم بالألم وأن يتم تجهيز تغطية لبية غير مباشرة أو بتر لب حي.
7. فعالية الطرق الميكانيكية الكيميائية في إزالة العاج النخر عند الأطفال بواسطة Carisolv متقاربة مع نتائج الطرق التقليدية ولهذا فهي تستخدم كبديل مناسب.
8. لاقى استخدام Carisolv قبولاً جيداً خاصة على مستوى الأطفال، والمرضى القلقين، وعندما يكون إجراء التخدير الموضعي غير مستطب.
9. 82–92% من المرضى لا يوجد لديهم حاجة لإجراء التخدير الموضعي. وقد نحتاج إلى هذا التخدير عند تحضير حفرة في الميناء بأدوات دوارة ذات سرعة عالية اعتماداً على حجم الآفة.
10. يمكن اعتبار الحفرة المحضرة بالـ Carisolv خالية من النخر بنسبة 90–94%، وقد يحتوي الجدار اللبي والعاج الجذري على أعداد قليلة من العضويات الدقيقة. ويكون تشكل النسج القاسية سريعاً عند تعرض اللب لهذه المادة، وقد يرتبط هذا بارتفاع قيمة PH هذه المادة.

إزالة النخر:

استغرقت إزالة النخر بالطريقة الميكانيكية الكيميائية بواسطة Carisolv (6.9–13.9) دقيقة، بينما استغرقت (3.4–6.0) دقيقة باستخدام الأدوات الدوارة، وقد اعتبر أكثر من 50% من المرضى أن الوقت المستهلك باستخدام الـ Carisolv أقصر.

Carisolv (الجيل الثاني): أدت محاولات عديدة إلى إنتاج هذا الجيل من الـ Carisolv، وقد تم زيادة تركيز هيبوكلوريد الصوديوم إلى 0.95% لزيادة الفعالية، وحذفت فيه الصبغة الحمراء لأنها عُدَّت معيقاً بصرياً لتحري العاج السليم سريرياً.

مساوئ الإزالة الميكانيكية الكيميائية للنخور باستخدام Carisolv:

ضرورة استخدام الأدوات الدوارة للنفوذ إلى الآفات الصغيرة أو الملاصقة، وإزالة الميناء المغطية للنخر وإزالة الترميم، إضافةً إلى تخطيط الحفرة عند استخدام مواد الترميم غير اللصاقة.

محاسن الإزالة الميكانيكية الكيميائية للنخور باستخدام Carisolv:

1. سهولة استخدامه في إزالة النسج النخرة.
2. يزيل فقط النسج المؤوفة، ويحافظ على النسج المتأثرة والنسج السليمة.
3. أقل إيلاماً، ولا يسبب تخريشاً للب السني.

نظريات توضح سبب عدم حدوث الألم:

1. إنقاص القطع العاجي الخالي من النخر، وبالنتيجة يصبح عدد الأنابيب العاجية المكشوفة أقل.
2. ليس هناك اهتزازات من القطعة اليدوية بطيئة السرعة، وليس هناك فروقات كبيرة في درجة الحرارة فالعاج يُغطى بشكل متواصل بالمادة الممزوجة ذات الحرارة المماثلة لحرارة الجسم.
3. يلعب الدور النفسي والهدوء والرض الأقل دوراً هاماً.

تفضل هذه الطريقة عن باقي الطرق في إزالة النخر في المعالجات الآتية:

1. معالجة النخور العنقية، ونخور الجذور، والنخور التاجية المترافقة بحفرة نخرية، ونخور حواف التيجان ودعامات الجسور.
2. إكمال تحضيرات النفق.
3. معالجة النخور العميقة منقصةً الحاجة لإجراء تخدير.
4. عندما يكون التخدير الموضعي غير مستطب.
5. تدبير النخور لدى المرضى ذوي الاحتياجات الخاصة ولدى المرضى القلقين، ومن لديهم رهاب ملحوظ من الإبرة، وذوي التداخل الدوائي، والمرضى المصابين بأمراض معدية لأنها وسيلة أقل تداخلاً.
6. إجراءات ART والتي من الممكن أن تؤمن منزلياً.

ثالثاً: تقنيات التحضير المجهرية Micro Preparation Techniques

طورت الشركات سنابل سنية وأدوات يدوية ذات أحجام صغيرة للتحضير المجهري، مما يعني أن العمل يمكن إنجازه بشكل أكثر دقة للمحافظة على البنى السنية السليمة. إن استخدام هذه السنابل بالاستعانة بالتكبير

Magnification إما عن طريق نظارات مكبرة أو مجهر Microscope يسمح بتحضير دقيق جداً للسن. تملك هذه السنابل ساق أطول لتسمح بالرؤية دون أن تكون محجوبة بالقبضة، وتستخدم مع قبضات ذات سرعة عالية (160.000 دورة بالدقيقة) مع تبريد مائي.

رابعاً: الأجهزة الصوتية وما فوق الصوتية Sonic and Ultrasonic Devices

صمم نظام التداخل الصوتي حديثاً لتحضير السن بعد أن كان مستخدماً بشكل خاص لتقليح وتسوية سطح الجذر. ويسوّق هذا النظام بشكل أساسي مع رؤوس تحضير ملاصقة، بقية الرؤوس متوفرة لشطب الحواف الميناائية. ويتم اختيار الرأس بوساطة التزوي الدقيق لكل رأس وموقع العمل الملاصق (أنسي أو وحشي).

تحمل الرؤوس على قبضة مبردة بالماء، تعمل القبضة باهتزاز الرأس بدلاً عن الدوران (الاهتزازات الصوتية 6000 هرتز، فوق الصوتية أكثر من 20000 هرتز)، وهي تسمح بتحضير بسيط ودقيق للمنطقة الملاصقة والإطباقية. بعض الرؤوس مغلفة بجزئيات ماسية في جانب واحد فقط (أي ذات جانب أمان safe sided)تفيد في تحضير الآفات الملاصقة. يكون إيجاد مدخل للآفة أمراً غير معقد فمثلاً وجود مدخل دهليزي أو لساني للآفة الملاصقة يعزز ترك السطح الإطباقي سليماً.

يمتلك هذا النظام رؤوساً قابلة للتبديل مما يسمح للممارس بإجراء ما يلي:

1. معالجة مصغرة للنخور الجائحة.
2. التحضير للترميمات غير المباشرة، وتعديل العيوب الحفافية في تلك الترميمات.
3. الإجراءات اللاصقة.
4. المعالجات اللبية.
5. المعالجات حول السنية.
6. الوقاية.

يجب تبديل هذه الرؤوس كل 8-12 شهراً، وهي صعبة الاهتراء وقابلة للتعقيم بالـ Autoclave.

محاسن هذه الأجهزة:

1. المحافظة على السطح الملاصق المجاور.
2. المحافظة على الارتفاع الحفافي.
3. التقليل من الضجيج والاهتزاز والحرارة والضغط.

4. الضغط المستمر باليد ضروري للحصول على التأثير المطلوب.

مساوئ هذه الأجهزة:

1. الحاجة إلى قبضة نوعية مبردة بالماء، وضغط هواء حوالي 3 بار.
2. الحاجة غالباً لسنبلة ماسية من أجل الاختراق الأولي للميناء.
3. الطبقة الخارجية من العاج النخر تزال بشكل أفضل باستخدام سنبلة كروية بالسرعات البطيئة أو يدوياً.
4. تعتمد فعالية الجهاز على قساوة النسيج السني.
5. زمن العمل الطويل.
6. التوفر المحدود لرؤوس التطبيق.
7. التكلفة العالية.

خامساً: الحت الهوائي Air Abraison

قدم الحت الهوائي في طب الأسنان من قبل Dr. Black في عام 1945م، وأنتجت أول وحدة تجارية عام 1951م من قبل U.S.A. S.S. White Airdent. تقوم الوحدات بضخ جزئيات Aluminum oxide (AL2 O3) بضغط 40–140 psi من خلال رأس دقيق ذو زاوية (تتراوح بين 40–120 درجة). يكفي ضغط 40 psi لتنظيف الشقوق قبل تطبيق المادة السادة في حين تتطلب إزالة النخور ضغطاً يعادل 80 psi أو أكثر. يبلغ الضغط على وحدة السن المعياري (4–3) بار، وهو غير كافٍ ولا مقبول من أجل التخريش المجهري (ضغط 8 بار).

تستخدم هذه التقنية في معالجة الآفات الصغيرة البدئية ضمن الوهاد والميازيب، ومعالجة النخور الحديثة في حواف الترميم وفي المناطق العنقية، وفي إجراء تحضيرات الصنف الرابع، وفي التحضيرات النفقية، وإزالة الترميمات الراتنجية المعيبة. يقوم هذا النظام بقطع الميناء بشكل فعال وكذلك العاج والملاط مع المواد المرممة، ويكون القطع بشكل صحن الفنجان وهو الشكل المتطلب من أجل مواد الترميم اللصاقة.

لا يستطب السحل الهوائي لدى المرضى ذوي الحساسية العالية من الغبار (مرضى الربو والآفات الانسدادية المزمنة في الرئة)، وفي حالات القلع أو الجراحة الفموية الحديثة، وفي الجروح المفتوحة والآفات حول السنية المتقدمة، والنخور تحت اللثوية. و**هذه التقنية ذات ميزات عديدة:**

1. لا تتطلب التقنية تخديراً موضعياً، ومن المعتقد أن جزئيات أكسيد الألمنيوم والمادة السنية المزالة تغلق الأنابيب العاجية المفتوحة لهذا تخف الحساسية.

2. يمكن معالجة عدة نخور في أرباع مختلفة من الفك في زيارة واحدة **(ميزة خاصة)**.
3. يكون التحضير محافظاً جداً على النسج السنية.
4. وحدة الحت الهوائي صامتة وهادئة، لا تولد اهتزاز أو ضغط أو حرارة.

يملك نظام الحت الهوائي مساوئ تتضمن ما يلي:

1. الإرذاذ الزائد عند القطع، وقد ألغت الوحدات الحديثة هذه المشكلة باستخدام الشفط العالي وباستخدام ضخ ملائم مع انتقاء دقيق للرأس الملائم (تتراوح أقطار فوهة الرأس بين 0.011– 0.032 إنش، تسمح الفوهات الكبيرة بإجراء تحضيرات واسعة، في حين تسمح الفوهات الصغيرة بإجراء الترميمات الصغيرة كالترميم الراتنجي الوقائي).
2. إن الغبار الناتج قد يسبب الحساسية للمرضى ذوي الحالات التنفسية المزمنة كالربو.
3. عند تحضير الآفات الملاصقة يحتاج السن المجاور إلى حماية من الإرذاذ الزائد.
4. إن النظام ليس فعال بشدة في إزالة النخور اللينة وسيكون من المتطلب استخدام المجرفة اليدوية أو سنبلة على قبضة بطيئة السرعة.
5. لا يمكن الحصول على القطع الدقيق في التحضيرات كتلك التي تتطلبها الترميمات غير المباشرة أو المعالجات التعويضية الثابتة.
6. نظام الحت الهوائي غالي الثمن نسبياً.

يتطلب استخدام نظام الحت الهوائي ما يلي:

1. استخدام الحاجز المطاطي وقناع واقي لتقليل التعرض للغبار لكلا المريض والطبيب معاً.
2. سرعة شفط عالية للتحكم بالإرذاذ الزائد.
3. يجب استخدام تدفق أصغري للبودرة.
4. حامي للفلتر في نظام الشفط لحماية المضخة من التخرب والأنابيب من الانغلاق.
5. مرآة فموية ذات استعمال وحيد مقاوم للحت.
6. عند استخدام الحت الهوائي باستمرار يجب استخدام نظام تنقية هوائي.

بشكلٍ عام لا يعدّ الحت الهوائي بديلاً عن التخريش الحمضي، فعند تحضير السن بأوكسيد الألمنيوم ما تزال هناك حاجة للتخريش الحمضي قبل استكمال إجراءات الترميم.

إن تحرر طاقة حركية نشطة بين الجزئيات بالاصطدام مع السطح هي التي تنتج الفعل، وكلما كان الوسط صلباً أكثر كان تحرر الطاقة بشكل أسرع. عندما تكون الجزيئة صغيرة جداً (تقريباً 27- 50 مكرون) فإن كمية المادة السنية المزالة صغيرة. تؤمن الجزيئات (27 مكرون) قطعاً أكثر دقة وأقل حساسية وهي تعدّ نموذجية لإجراء التحضيرات داخل الفموية، وتؤمن الجزيئات (50 مكرون) سطحاً معدلاً ومكيفاً بشكل جيد يزيد قوة الربط مع المواد اللاصقة والاسمنتات، فقوة الارتباط تتعلق بحجم الجزيئات المستخدمة. ومن المتطلب عدم احتواء المنتج على جزئيات بحجم أقل من 10 مكرون، لأنه يمكن أن تتدخل في الأسناخ الرئوية وتسبب مرض تنفسي. تستخدم معظم وحدات الحت الهوائي Aluminium oxide كعامل قاطع، وهو آمان طالما استخدم بحجم جزئيات أكبر من 15 مكرون.

تختلف فعالية القطع ونتيجته على السطح بتغيير زمن التطبيق ومسافة العمل، فكلما كان التطبيق لمدة أطول كلما كان التحضير أكبر، وكلما كانت المسافة بين الرأس والسطح أكبر كلما تناقص ضغط الجزيئات وانتظامها ومن ثم تناقصت قدرتها على القطع. تبلغ مسافة العمل المثالية للرأس في معظم الإجراءات حوالي 0.5- 1 مم، وينجز تعديل وتكييف للسطح عند العمل بمسافة أبعد عن السطح (4-2 مم مثلاً).

في عام 2004 تم تقديم جهازين للحت الهوائي هما: Rondoflex لشركة kavo و Prep start لشركة Danville، وهذا الأخير قابل للحمل وأصغر ويقطع بشكل أكبر من جهاز شركة kavo.

سادساً: الليزرات Lasers

كلمة ليزر تعني تضخيم الضوء بواسطة الإصدار المحثوث للشعاع، وهي اختصار للأحرف الأولى من العبارة التالية Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

أنواع الليزرات:

- **وفقاً لاستطاعتها:**

<u>- الليزرات منخفضة الاستطاعة Soft lasers:</u>

تؤمن استطاعة منخفضة وهي لا حرارية (3500 ميلي واط)، تمتاز برخص ثمنها وخفة وزنها. تستخدم هذه الليزرات لتحريض الشفاء، وإنقاص الالتهاب والوذمة والألم، ومعالجة التقرحات الفموية، والتهاب ما حول السن، والحساسية العاجية. منها: ليزر هيليوم-نيون He-Ne، وليزر غاليوم ألومنيوم زرنيخ Ga Al As.

- الليزرات عالية الاستطاعة Hard lasers:

تؤمن استطاعة مرتفعة (0.5- 10 واط)، ثمنها مرتفع. تستخدم هذه الليزرات في التطبيقات الجراحية، ولقطع الميناء والعاج والنخر والنسيج الرخو. ومنها: ليزر ثاني أكسيد الكربون CO2، ليزر الآرغون Ar، وليزر نيوديميوم إيتريوم ألومنيوم غارنيت Nd: YAG، وليزر Diode، ليزر إيربيوم إيتريوم ألومنيوم غارنيت Er: YAG، وليزر إيربيوم كروميوم إيتريوم سكانديوم غاليوم غارنيت Cr: YSGG, Er.

- **وفقاً للحالة الفيزيائية للوسط الليزري المستخدم فيها:**

- ليزرات الأجسام الصلبة: تدعى بليزرات YAG.

- ليزرات غازية: مثل ليزر CO2، وليزر الآرغون.

- ليزرات سائلة: مثل ليزرات الأصبغة.

- ليزرات أنصاف النواقل: تسمح بمرور التيار الكهربائي باتجاه واحد مثل ليزر زرنيخ الغاليوم Ga As.

ليزر Erbium:

استطاع ليزر Erbium بطول موجة 2870 نانومتراً إزالة النخر في الميناء والعاج مع آثار حرارية دنيا للأنسجة اللينة والصلبة، وتتراوح إزالته لنسيج الميناء بين 20-50 ميكروناً في كل نبضة.

طوّر ليزر Erbium ليصبح بطول موجة 2.94 ميكرومتراً، واستطاع الليزر المطور إزالة الميناء السليم والنخر والعاج بارتفاع حراري ضئيل، واستعمل في قطع النسج اللينة، والتبخير، وقطع الأنسجة الصلبة، واستئصال، وإيقاف النزف في الأنسجة الصلبة والرخوة في الفم، وإزالة النخر، وتحضير الحفر للترميم، وتحضير الميناء والعاج قبل التخريش الحمضي لزيادة قوة الارتباط.

ليزر Cr: YSGG, Er

يقوم ليزر Cr: YSGG, Er بإنتاج طاقة ضمن طول موجة 2780 نانومتراً، يستخدم هذا الليزر الطاقة الكيتونية المائية مما يسمح بالمعالجة بعيداً عن الأذى الحراري، أو الاهتزازت والتصدعات المجهرية للميناء. يتميز بقدرته على كشط الأنسجة، وهو لطيف جداً على الأنسجة اللبية في حال النخور العميقة.

ميزات إزالة النخر بالليزر:

1. إزالة النخر السني دون التأثير في النسج السنية السليمة المحيطة.

2. نقص الصوت والاهتزاز، وإنتاج قليل للحرارة بالمقارنة مع القبضة التوربينية، مما يؤدي للإحساس بالراحة أثناء العمل.
3. ألم أقل.
4. ضغط أقل.
5. عدم تصدع المادة السنية.
6. أذى أقل للب السني.
7. آثار مضادة للخمج.

مضادات استطباب الليزر:

1. وجود أجهزة كهربائية مزروعة داخل الجسم (ناظمات قلبية).
2. اضطراب في استقلاب الكالسيوم والمعالجة بالمخدرات.
3. التحسس من المعالجة الضوئية.
4. مرضى السرطانات.
5. مرضى الغدة الدرقية.
6. مرضى الصرع.
7. الحوامل.
8. الأطفال الصغار بسبب كون استخدامها مرعب، ولأنها لا تستخدم إلا في حال إمكانية توافر مسار بصري مباشر.

سابعاً: الأوزون Ozone

حديثاً ثم اكتشاف أن المعالجة الهوائية باستخدام الأوزون يمكن أن تعكس النخر السني، فمن الممكن إيقاف التطور النخري في العاج بالمعالجة الهوائية، حيث يعاد تمعدن هذه النسج حتى وصولها لحالة آمنة، أي تصبح إعادة تفعلها مستقبلاً أقل احتمالاً، وقد تكون هذه هي الميزة الطويلة الأمد والأهم للمعالجة بالأوزون. ومن الممكن تصور أن الأوزون سيحل محل التحضير والترميم المستخدم حالياً خاصة في الآفات النخرية البدئية (دون حفرة).

ما هو الأوزون؟ وكيف يمكن استعماله؟

الأوزون O_3 هو غاز مكون من ثلاث ذرات أكسجين ببنية حلقية، ينتج الأوزون عن طريق المولد الطبي من الأكسجين النقي من خلال إمراره بدرجة عالية من فرق الكمون (13-5 ميغا فولط) حسب المعادلة:

$$3O_2 + 68.400 \text{ cal} \text{ -----} 2O_3$$

بالنتيجة نحصل على مزيج غازي لا يقل عن: 95% أكسجين، و5% أوزون.

الأوزون غاز غير مستقر لا يمكن حفظه ويجب استعماله مباشرة لمرة واحدة، نصف عمره 40 دقيقة، وهو سام للمجرى التنفسي الرئوي خاصةً باختلاطه مع أحادي أكسيد الكربون CO، N2O. إن العينان والمخاطية التنفسية حساسة جداً للأوزون لهذا لا يجب استنشاقه مطلقاً.

يمكن تجنب سمية الأوزون عند استعماله طبياً:

1 ــ استعمال مولدات أوزون محددة مجهزة بمولد ذو مقياس معياري جيد.

2 ــ تجميع حجم محدد من الغاز بتركيز أوزوني محدد.

3 ــ معرفة الجرعة المثلى للحصول على الفعل العلاجي.

فعل الأوزون:

- يتفكك الأوزون إلى جذر هدروكسيلي (مؤكسد قوي جداً)، يؤكسد الجزيئات الثنائية كالسيستئين والهستدين وميثيونين الداخلة في تركيب جدار الخلية الجرثومية ممزقاً بنية الخلايا البكترية خلال ثواني، وبالتالي سيتوقف إفراز الحمض ضمن الآفة من جديد بعد القضاء على البكتريا المفرزة للحمض، أي سيتم كسر الحواجز التي تمنع المحيط العالي التمعدن من بلوغ النسج المخسوفة الأملاح أخيراً.

- يمارس الأوزون عمل مبيد جرثومي قوي تجاه العوامل الممرضة (S. Mutans, S. Sobrinus) والمتعضيات الدقيقة الأخرى المرافقة للآفات النخرية الجذرية البدئية، فتطبيقه لمدة 10 ثواني يزيل أكثر من 99% من المتعضيات الموجودة في القشيرة الحيوية السنية، وقد خفض عدد البكتريا من 10 إلى 100.000 ضعف ليصل أحياناً إلى التعقيم التام لبعض العينات المفحوصة.

لماذا يهاجم الأوزون النسج المريضة وليس السليمة؟

لا تملك المتعضيات الدقيقة الدنيا كالجراثيم والفيروسات غطاءً أنزيمياً مما يسمح للأوزون باختراق غشائها الخلوي بسهولة، بينما تنتج المتعضيات العليا الفعالة غطاءً أنزيمياً واقياً مما يمنع تأثير الأوزون عليها.

- يؤكسَد حمض البيروفيك Pyruvic acid (أقوى الحموض الطبيعية المنتجة من قبل الجراثيم) من قبل الأوزون إلى CO2 وحمض الأستيك (وهو أقل حموضة من حمض البيروفيك)، مما يقود إلى قبط معدني بسبب الحالة الأشد قلوية في الآفة النخرية.
- الأوزون ذو قدرة مؤكسدة أكبر بكثير من هيبوكلوريد الصوديوم، فهو يستطيع إزالة السلاسل التي تربط الحموض الأمينية ببعضها في الآفة النخرية (البروتين الملتصق بالسطوح السنية بشدة والذي يعترض إعادة التمعدن)، ويجعل إعادة تمعدنها ممكنة بواسطة اللعاب أو المضامض الفموية المعيدة للتمعدن أو المرممات الخاصة.
- يؤثر الفعل الأوزوني على روابط C=C كالموجودة في الحموض الدسمة المتعددة غير المشبعة (PUFA)، فأكسدة هذه الحموض بالأوزون يزيد إنتاج الهيدروبروكسيدين المرتبط، وبالتالي زيادة إنتاج أنماط الألدهيد، لذا يستخدم الألدهيد كمشعر لمعرفة عملية الأوزنة.

طريقة عمل الأوزون:

يندخل الأوزون في الشقوق والأنابيب العاجية، حيث يبدو أنه ينظف هذه الأنابيب ويسمح للمواد المعدنية بالإندخال فيها دون مقاومة، لذا فهو يستخدم في إزالة الألم المباشر المترافق مع التيجان المتصدعة وأعناق الأسنان الحساسة ... إلخ.

التجهيزات المتوافرة لتحرير الأوزون في طب الأسنان:

:Heal Ozone

هو جهاز مصنع من قبل شركة kavo من أجل معالجة النخور، يحتوي هذا الجهاز على مصنع ذاتي لغاز الأوزون. تملك القطعة اليدوية غطاءً مطاطياً وحيد الاستعمال.

يولد Heal Ozone عملية شفط (تفريغ)، ثم يرسل الجهاز غاز الأوزون بتركيز ثابت (2100 ppm من الأوزون ± 5%) وبمعدل تدفق 615CC/minute. بعد نهاية تحرر الأوزون، تستمر الوحدة بالشفط لمدة 10 ثانية قبل النهاية التامة، وتعود الوحدة لوضعية stand by من أجل تطبيقات أخرى للأوزون. يقاد الأوزون

غير المستخدم من القبعة للوصلة من خلال فلتر منقي حيوي وأخيراً من خلال محوّل Cytalitic، يحول الأوزون غير المستخدم إلى أكسجين ويعيده إلى المحيط.

يحتاج المستخدم إلى مجفف هواء وفلتر حيوي (يتوضعان في الباب الجانبي)، فمن الضروري تجفيف الهواء لاستخدامه في تشكيل الأوزون.

يَعدُّ هذا الجهاز مرات الاستخدام وعند وصوله إلى العتبة سينطفئ الجهاز حتى يعاد تخديمه، وهذه الصيانة يجب أن تتم كل 6 أشهر وذلك بتبديل الفلتر ومعايرة مستوى تركيز الأوزون والتدفق والذي سينخفض مع الاستعمال وسيحتاج لإعادة معايرة.

هناك 3 قياسات للقبعات 3، 4، 5، 6، 8 مم: 3-4 مم للمناطق الشفوية واللسانية، و5 مم للأرحاء المؤقتة والضواحك، و6 مم للأرحاء الدائمة، و8 مم للنخور الملاصقة والأرحاء الدائمة.

زمن المعالجة بالـ Heal Ozone هو 40 ثانية وهو كافٍ لتحطيم المتعضيات المقاومة للحمض والمولدة له، وتتم إعادة التمعدن خلال 18 شهر.

لماذا يعدّ الأوزون مفيداً في معالجة الأطفال؟

- تبيَّن عند معالجة المرضى القلقين بالأوزون انخفاض القلق بالمقارنة مع باقي المعالجات، وأقر 99% من المرضى أنهم يفضلون المعالجة بالأوزون عن المعالجة التقليدية.
- يستخدم الأوزون بديلاً عن المادة السادة للوهاد والشقوق في الأسنان الدائمة حديثة البزوغ، وعلاجاً وقائياً Prophylaxis للأشخاص ذوي النخور الجائحة.
- يستخدم الأوزون كبديل عن التحضير والترميم في معالجة الآفات النخرية البدئية (دون حفرة) في الأسنان المؤقتة والدائمة.
- يطبق الأوزون في معالجة الآفات النخرية العميقة، حيث تجرّف الآفات النخرة الطرية مع إزالة الميناء غير المدعومة ثم يطبق الأوزون، ويلي ذلك تطبيق محلول إعادة التمعدن. وهناك خياران عند هذه المرحلة: إما أن تترك الآفة للتنظيف الذاتي Self cleaning، ويطلب من المريض بعد التفريش اليومي لأسنانه رش نفختين من محلول إعادة التمعدن مباشرةً في الحفرة الهدف، وتعاد هذه العملية على الأقل 3 مرات يومياً، ستؤدي زيادة هذه الشوارد المعدنية في اللعاب إلى قساوة تامة للنسج ناقصة التمعدن وإبطال مفعول الآفات النخرية خلال 6 أسابيع. أو أن ترمم الآفة باستخدام ترميمات الزجاج الشاردي أو الكمبوزيت.

تنبيه: إن استعمال المحاليل المعيدة للتمعدن لمدة طويلة نسبياً يتطلب مستوى من التحفيز للمريض فمن الأفضل استخدام ترميمات GI كمصدر مهم للشوارد، حيث توضع بتماس مع السطح العاجي المخسوف الأملاح كترميم مؤقت يزود بالشوارد، وبعد 12–18 شهراً يعاد ترميم الحفرة بالكومبوزيت الهجين. تتضمن المعالجة الترميمية جلستان بينهما سنة أو أكثر تتم خلالها إعادة التمعدن.

توجد ضمن الحفرة النخرية ثلاثة أنواع من النسج:

1. اللينة Soft: الميناء والعاج النخر.
2. الجلدية Leathery: العاج المتجرثم، والذي يكون إما مخسوف الأملاح أو معاد تمعدنه.
3. الصلبة Hard: الميناء والعاج السليم.

هدف معالجة النخور السنية باستخدام الأوزون هو إعادة شحن الآفات الجلدية بالأملاح المعدنية.

صممت أدوات Smart Prep Polymer Instruments الأدوات ذات التماثر الذكي، وهي تمثل أدوات سنية قاطعة ومصممة لإزالة الأجزاء اللينة (العاج النخر) وترك الأجزاء السليمة الصلبة. تتسحل هذه الأدوات تلقائياً عند تماسها مع العاج القاسي السليم، تحدّ نفسها بنفسها، وتؤمن تشخيص تفريقياً للعاج السليم، وتزيل مباشرة أي عاج ينخفض عن فحص القساوة.

أمثلة:

<u>أولاً: معالجة النخور العميقة بالـ Air Abraison, Ozone, Sealing:</u>

استخدم Air Abraison في إزالة الميناء غير المدعوم مع إبقاء النخر الجلدي الموجود فوق الجدار اللبي وذلك في الآفات النخرية الإطباقية الممتدة شعاعياً بمقدار 2 مم في العاج، ثم طُبِق الأوزون لمدة 40 ثانية، بعدها طُبِّقَ محلول معيد للتمعدن، وختمت الآفة باستخدام GI (Fuji VII). إن مشاركة الحت الهوائي والأوزون والختم بـ GI ترافق بانعكاس أو تراجع في نخور الأسنان المؤقتة، والحفاظ على بنية السن، وكان الألم المرافق لهذه المعالجة أقل من الألم المرافق للمعالجات التقليدية.

تستخدم هذه الطريقة حالياً من قبل مئات أطباء الأسنان في المملكة المتحدة لمعالجة النخور العاجية العميقة لدى الأطفال.

<u>ثانياً: معالجة النخور العميقة في الأسنان المؤقتة باستخدام تقنية ART, Ozone:</u>

المجموعة الأولى: استخدمت تقنية ART، ثم طُبِق الأوزون لمدة 20 ثانية مع إبقاء أقل من 1 مم من العاج النخر الجلدي فوق سقف الحجرة اللبية، بعدها تم الترميم باستخدام GI.

المجموعة الثانية: استُخدِم Point 4 composite resin مع مادة رابطة Opti bond solo.

بلغ متوسط الوقت اللازم لمعالجة المجموعة الأولى 6 دقائق، بينما استغرقت المعالجة التقليدية المتضمنة التخدير الموضعي في المجموعة الثانية 17 دقيقة. بعد 18 شهراً، أظهرت 30% من الأسنان المعالجة بالطريقة التقليدية علامات وأعراض تموت لبي بالمقارنة مع 3% من الأسنان المعالجة بتقنية Ozone وART. إن مشاركة الأوزون مع تقنية ART وفّر الوقت، وخفّض احتمال تموت اللب بالمقارنة مع المعالجة التقليدية.

الاستنتاجات:

1. يعاد تمعدن الآفات النخرية الجلدية عند معالجتها باستخدام (O_3 + Air Abraison) أو (O_3 + ART).
2. لا تتطلب معالجة النخور باستخدام الأوزون تخديراً موضعياً في معظم الحالات.
3. تحتاج النخور العميقة إلى تقنية مرافقة للمعالجة بالأوزون.
4. تستهلك المعالجة بالأوزون وقتاً أقل من الطرق التقليدية.
5. لا تتطلب إبقاء الفم مفتوحاً لفترة طويلة، وهذه صعوبة يعاني منها الطفل.

ثالثاً: معالجة النخور السنية باستخدام Ozone, Micro hybrid resin:

1. يتم تعيين المنطقة النخرة عيانياً حسياً عن طريق Diagnodent مع أو دون صورة شعاعية.
2. يتم إعلام المريض حول توافر تقنية المعالجة الهوائية والتي لا تحتاج لتخدير موضعي (تحضير محافظ).
3. يتم إنجاز مدخل خلال الميناء باستخدام سنبلة بعمق محدد بشكل يكفي إدخال أداة Smart Prep Polymer الملائمة والتي تستخدم للتشخيص والإزالة الانتقائية للعاج اللين النخر.
4. يسلط الأوزون على الآفة، ويكون منشط 300 مرة في الثانية لمدة 40 ثانية.
5. يطبق محلول Heal ozone الحاوي على Calcium, Fluoride, Xylitol، Zinc phosphate مباشرة على سطح العاج المخسوف الأملاح.

6. يطبق GI ضمن التحضير كترميم مؤقت، ويترك لمدة سنة أو أكثر بهدف إعادة تمعدن النسج المخسوفة الأملاح وممكن إجراء توطيد لهذه العملية بالمضامض الفموية والمعاجين السنية المعيدة للتمعدن.
7. يزال GI بالمجرفة أو بسنبلة تنغستن كاربيد دائرية بسرعة بطيئة دون تخدير عادة. يُغسل السطح العاجي المتصلب ويُزال الماء المتبقي، ثم تُطبق مادة رابطة من الجيل السابع I Bond (بمرحلة واحدة) على التحضير لمدة 30 ثانية، ويسلط الهواء الجاف على السطح، ثم تصلب المادة الرابطة ضوئياً لمدة 10 ثوانٍ.
8. يطبق الكومبوزيت من نوع Micro hybrid المماثل لونياً، ويكيف سطحه باستخدام Duck head لتماثل الحواف الطبيعية ولتوفير وقت الصقل النهائي بعد التماثر. وبعد تصليبه يتم تطبيق مادة سادة راتنجية على السطح النهائي.

تنبيه: لابدّ من تنظيف السن المراد تطبيق الأوزون عليه قبل أخذ قراءة جهاز Diagnodent كي لا نحصل على قراءة إيجابية كاذبة.

تجدر الإشارة إلى أن قراءات جهاز Diagnodent تساعد في تحديد الزمن اللازم لتطبيق الأوزون كما يلي:

- عندما تكون قراءة الجهاز من (10–22) تكون مدة تطبيق الأوزون 20 ثانية.
- عندما تكون قراءة الجهاز من (23–30) تكون مدة تطبيق الأوزون 30 ثانية.
- عندما تكون قراءة الجهاز (30 فما فوق) وامتداد النخر كما يبدو سريرياً أقل من 2 مم، تكون مدة تطبيق الأوزون 40 ثانية.

إذا كان عمق النخر أكثر من 2 مم من الأفضل إزالة كمية من النسج المصابة لتمكين الأوزون من التأثير بشكل أعمق، وذلك لأن الدراسات افترضت أن الأوزون لا يخترق النسج السنية لأكثر من 2 مم.

اعتبر الأوزون ساماً ومهاجماً لنسج الرئة البشرية، لذا تم التأكيد في عام 1974م على ضرورة التـزام كـل مستخدم بصحة عمل مستخدميه والذين قد يتأثروا باستخدامه.

كانت حدود التعرض للأوزون في مكان العمل 0.1 ppm (0.2mg/m3)، وقد حسبت بمعدل 8 ساعات هو التركيز الوسطي للتعرض. وبلغت حدود التعرض قصيرة المدى 0.3 ppm (0.6mg/m3)، وهي تحسب في 15 دقيقة.

استُخدم الأوزون كبديل عن التحضير والترميم في معالجة الآفات النخرية البدئيـة (دون حفرة)فـي الأسـنان المؤقتة، حيث تم التعريض للأوزون لمدة 10 ثواني، وإعادة ذلك كل 3-6-9-12 شـهراً. وفـي معالجـة الآفات النخرية البدئية في الأسنان الدائمة بتطبيق جلسة واحدة فقط من الأوزون لمدة 40 ثانية.