حماية المركب العاجي اللبي

Protection of the Dentin-Pulp Complex

Prof. Dr. MSc. Aziz Abdullah

الآليات الدفاعية للمعقد اللبي العاجي

يمكن أن يعاني المعق اللبي العاجي تغيرات عند تعرضه لأنواع مختلفة من العوامل المؤذية الخارجية، كالنخور لسنية، والرض مع كسر أو من دونه، والتحضيرات السنية، والسحل، والتصدع، والاهتراء السني التآكلي، والمواد الترميمية، والحركة التقويمية، والتخريش الحمضي.

يحاول اللب السني إعاقة هذه العوامل بوساطة ثلاث آليات دفاعية: التصلب السني، وترسيب عاج ثالثي و/أو إصلاحي، والالتهاب اللبي.

تعتمد استجابة المعقد اللبي العاجي للعوامل الضارة بشكل أساسي على حالة اللب والمحافظة على حيوية اللب.

يعتبر الحفاظ على حيوية المعقد اللبي العاجي أمراً ضرورياً؛ لأنه مسؤول عن الاستجابة للمنبهات الخارجية.

يستجيب النسيج في البداية عند التعرض للعوامل الضارة الخارجية بسد أو تصلب القنيات العاجية عن طريق ترسيب عاج داخل قنيوي على المنطقة الداخلية للآفة النخرية، الأمر الذي يقلل من قطر القنيات العاجية.

يؤدي التصلب القنيوي سريرياً إلى ازداد دكونة لون العاج.

يحدث التصلب القنيوي بسبب عوامل مخرشة ضعيفة او متوسطة الشدة، كالآفات النخرية بطيئة التقدم، والرض المعتدل بعد التحضير السني، والتصدع، والتآكل، والتخريض، والتقدم بالعمر.

لا يحدث التصلب القنيوي في حالة التخرب المسبق لمصورات العاج.

تموت مصورات العاج في حال كان التعدي شديد، ويشار إلى القنيات الموافقة لتموتها بالأقنية الميتة.

Defense Mechanisms of the Dentin-Pulp Complex

The dentin-pulp complex can suffer changes when exposed to different types of external aggressors, such as the dental caries, traumas with or without tooth fracture, tooth preparations, attrition, abrasion, erosive tooth wear, restorative materials, orthodontic movement, and acid etching.

The dental pulp tries to block those aggressors by means of three defense mechanisms: dentin sclerosis, deposition of tertiary reactionary and/or reparative dentin, and pulpal inflammation.

The response of the dentinpulp complex to the aggressors depends basically on the pulpal condition and the maintenance of the pulp vitality.

The maintenance of the dentin-pulp complex vitality is essential, because it is responsible for the response to the external stimuli.

Under external aggressions, first, the tissue responds with local tubular sclerosis by deposition of intratubular dentin on the underlying region to the carious lesions, which reduces the diameter of the dentin tubules.

Clinically, the tubular sclerosis results in the darkening of dentin color.

The tubular sclerosis is produced by light to moderate irritating agents, such as slow progression carious lesions, moderate trauma after tooth preparation, abrasion, erosion, attrition, and aging.

The tubular sclerosis will not happen if the odontoblasts have previously been destroyed.

When the aggression is too intense, the odontoblasts die and the corresponding tubules are referred as dead tracts.

The second line of defense of the dentin-pulp complex is a deposition of tertiary reactional dentin, with the intention to increase the distance between the aggressor agent and the pulpal tissue [98].

The structure of the deposited dentin matrix depends on the activity of the carious lesion.

The more active the lesion is, the more irregular the formed tertiary dentin will be. This tertiary dentin generally presents more sinuous and less numerous tubules than the primary dentin, and sometimes they are completely absent

It is characterized by being more mineralized and less sensitive than the primary dentin due to the lack of continuity of the tubules.

If the odontoblasts are destroyed due to external aggressors, they are replaced by the mesenchymal undifferentiated cells that differentiate themselves in odontoblast-like cells and secrete dentin matrix.

They may not take the column-like and polygonal shape of the odontoblasts but a cubic or flat appearance.

The resulting dentin has an interrupted continuity of the dentin tubules, acting as barrier against the penetration of external irritants [176].

The pulp inflammation must be understood as a defensive response that has by objective to limit the aggressive agent.

The inflammation leads to vascular alterations, as the vascular dilatation and the increase of vascular permeability.

The anatomic location of the pulp, among hard and nonelastic walls, associated to the lack of the collateral circulation is a factor that makes the pulp expansion difficult, which is observed after the increase of the blood flow (vascular dilatation) and vascular permeability, resulting in the increase of the pulpal pressure.

الخط الثاني لدفاع المعقد اللبي العاجي هو ترسيب عاج استجابي ثالثي، بقصد زيادة المسافة بين العامل الضار والنسيج اللبي.

تعتمد بنية القالب العاجي المترسب على نشاط الآفة النخرية.

يزداد تشكل العاج الثالثي غير النظامي بزيادة نشاط الآفة، ويظهر هذا العاج الثالثي قنيات أكثر انفتالاً وعدداً مثارنة بالعاج الأولي، وتكون غائبة بشكل تام أحياناً.

يتميز هذا العاج بأنه أكثر تمعدناً وأقل حساسية من العاج الأولي؛ نتيجة لنقص استمرارية القنيات العاجية.

يتم استبدال مصورات العاج في حال تخربها نتيجة عوامل مؤذية خارجية بخلايا ميزانشيمية غير متمايزة تتمايز إلى خلايا شبيهة بمصورات العاج تفرز القالب العاجي.

ليس من الضروري أنتتخذ هذه الخلايا شكلاً شبيهاً بالعمود أو متعدد الأضلاع، وإنما قد تكون مسطحة وتشبه المكعب.

يكون للعاج الناتج قنيات غير مستمرة، تعمل كحاجز يمنع نفوذ المخرشات الخارجية.

ينبغي فخم الالتهاب اللبي على أنه آلية دفاعية هدفها وضع حد للعامل المؤذي.

يسبب الالتهاب تغيرات وعائية، كالتوسع الوعائي وزيادة النفوذية الوعائية.

يعتبر موقع اللب التشريحي ضمن جدران صلبة غير مرنة، إضافة لنقص الدوران الإضافي عاملاً يجعل من تمدد اللب أمراً صعباً، الأمر الذي يمكن مشاهدته بعد زيادة التدفق الدموي (التوسع الوعائي)، والنفوذية الوعائية، ويسبب زيادة في الضغط اللبي.

On the vascular congestion, part of the interstitial liquid is pushed outward with the intention to accommodate the increase of blood flow.

At the first moment, there is an increase of the arterial flow (arterial or active hyperemia), and at the next stage, there is a reduction of the venous flow (venous or passive hyperemia), producing the plasma exudation and the cell migration, characterizing the acute inflammation.

the inflammation is a more complex phenomenon, controlled by the presence of chemical mediators that act on the defined stages and with specific functions.

The pain is a consequence of the pressure increasing on the tissue due to the hyperemia, the edema, and the release of the inflammatory mediators (pain mediators).

>>The pulp initially responds to the different stimuli with the dentin formation. If the intensity and the frequency of the stimuli are below the defense capacity of the pulp, there will be an inflammation with different intensities but with a reversibility potential of the inflammatory process.

If the intensity and the frequency of the aggression are above the defense capacity of the pulp, there will be an irreversible inflammation. This irreversible inflammation can lead to the pulp necrosis.

The defense mechanisms of the dentin-pulp complex, even when they are effective on the maintenance of the pulp vitality, will have as a natural consequence the pulp aging process.

At this case, there is a reduction of cellularity and on the number of the vessels and nerves on the pulpal tissue. Consequently, there will be a reduction of the reparative capacity after the conservative treatments, such as the pulp capping and pulpotomy.

يندفع جزء من السائل الخلالي نحو الخارج أثناء الاحتقان الوعائي لتعديل زيادة التدفق الدموي.

يحدث في اللحظة الأولى زيادة في التدفق الشرياني (شرياني أو احتقان إيجابي)، وفي المرحلة التالية تراجع في التدفق الوريدي (وردي أو احتقان سلبي)، مسبباً نضوح البلازما وهجرة خلوية متميزة بالتهاب حاد.

الالتهاب ظاهرة أكثر تعقيداً، يتم ضبها بوجود وسائط كيميائية تعمل بمرحل محددة وذات وظائف خاصة.

يحدث الألم نتيجة الضغط على النسيج نتيجة الاحتقا، والوذمة، وتحرير الوسائط الالتهابية (وسائط الألم)

يستجيب اللعاج في البداية إلى المنبهات امختلفة عن طريق تشكيل العاج، ويحدث التهاب بشدات مختلفة مع إمكانية أن تكون العملية الالتهابية ردودة في حال كانت شدة المنبهات وتكرارها أدنى من المقدرة الدفاعية للب.

يكون الالتهاب غير ردود في حال كانت شدة العوامل الضارة وتكرارها أعلى من القدرة الدفاعية، وقد يسبب هذا الالتهاب غير الردود تمومتاً لبياً.

تخضع آليات المعقد اللبي العاجي الدفاعية إلى عملية تشييخ اللب الطبيعية حتى في حال كانت فعالة في الحفاظ على حيوية اللب، ويحدث في هذه المرحلة تراجع في الخلايا وعدد الأوعية والأعصاب في النسيج اللبي، ويحدث نتيجة لذلك تراجع في القدرة الإصلاحية بعد المعالجات الترميمية، كالتغطية اللبية وبتر اللب.

المواد الوقائية

تتمتع المواد المتوفرة لحناية المعقد العاجي اللبي بمجال واسع من التركيب، اعتماداً على سلوكها الفيزيائي، والكيميائي، والميكانيكي، والبيولوجي.

ينبغي أن تكون المادة الترميمية قادرة على الأمرو الآتية لكي يتم اعتبارها مثالية:

- حماية المعقد اللبي العاجي من الصدمات الحرارية والكهربائية الغلفانية.
- قتل الجراثيم أو كبح نشاطها.
- ترتبط غلى نسج السن وتحرر الفلور.
- تعيد تمعدن العاج مزال التمعدن المتبقي بعد تحضير الأسنان ذات الآفات النخرية سريعة التطور.
- تسبب فرط تمعدن العاج البطاني.
- تحرض تشكل عاج ثالثي استجابي أو إصلاحي على الآفات العميقة أو الانكشافات اللبية.
- متوافقة مع حيوية اللب المتبقية.
- تمنع تلون السن، وتكبح نفوذ الشوارد المعدنية من ترميمات الأملغم ضمن العاج المحيط.
- تساعد على تجنب نفوذ المواد السامة أو المخرشة من المواد الترميمية إلى القنيات العاجية واللب.
- تحسن الختم الحفافي للترميمات، وتساعد على تجنب التسرب الحفافي للعاب والعضويات الدقيقة ضمن السطح البيني السن/الترميم.

ينبغي أن تظهر المادة الحامية معامل مرونة مماثل للعاج، وقوة ميكانيكية جيدة، وانحلالية منخفضة، تماثراً مشتركاً مع المادة الترميمية الراتنجية.

لسوء الحظ، لا توجد مادة واقية تحقق جميع هذه الخصائص.

تستطب المواد المستخدمة لحماية المعقد العاجي اللبي من أجل التطبيق فوق النسيج العاجي المتبقي أو مباشرة فوق اللب المكشوف.

Protective Materials

The materials available to protect the dentin-pulp complex have a large range of composition, depending on its physical, chemical, mechanical, and biological behavior.

In order for a protective material to be considered ideal, it must be capable to [111]:

- Protect the dentin-pulp complex from thermal and electrogalvanic shocks
- Be bactericidal or inhibit the bacterial activity
- Bond to the tooth structure and release fluoride
- Remineralize the demineralized dentin remaining after tooth preparation of teeth with carious lesions of fast progression
- Hypermineralize the underlying dentin
- Stimulate the formation of tertiary reactional or reparative dentin on the deep lesions or pulpal exposures
- Be biocompatible maintaining the pulp vitality
- Prevent the discoloration of the tooth, inhibiting the penetration of metallic ions from the amalgam restorations into the surrounding dentin
- Avoid the penetration of toxic or irritating substances from the restorative materials into the dentin tubules and pulp
- Improve the marginal sealing of the restorations, avoiding the microleakage of the saliva and microorganisms into the tooth/restoration interface

A protective material should also present a modulus of elasticity similar to the dentin, adequate mechanical strength, low solubility and copolymerize with the resinous restorative material.

The dentist must evaluate the characteristics and the properties of each material as well as carefully evaluate the clinical case to be treated.

The materials to protect the dentin-pulp complex may be classified in the following categories:

1. Sealers:

They are materials that produce a thin protective pellicle that covers the tooth structure recently cut during the tooth preparation.

They are applied over all walls with the aim to seal the dentin tubules.

Examples are the varnishes, dentin desensitizer, and adhesive systems.

2. Liner:

They are materials applied in layers with a thickness between 0.2 and 1 mm, over the pulpal or axial walls.

They are used to act as a physical barrier to the microorganisms and its by-products, to seal the dentin tubules bonding to the tooth structure, besides acting as a thermal and electrical isolator.

They may also present a therapeutic action through the antibacterial effect, fluoride release, pain relief, recovery of the pulpal tissue health, or stimulation the of the calcified tissue formation.

Some examples are the calcium hydroxide and glass ionomer cements.

They are generally applied only on the deeper areas of the preparations.

3. Bases:

They are materials used to protect and/or replace the dentin, allowing that a smaller volume of the restorative material is applied.

ينبغي على طبيب الأسنان أن يقيم ميزات كل مادة وخصائصها، بالإضافة إلى التقييم الدقيق للحالة السريرية المراد علاجها.

يمكن أن تصنف المواد الحامية للمعقد العاجي اللبي إلى الأصناف الآتية:

المعاجين

مواد تنتج قشرة واقية رقيقة تغطي البنية السنية المقطوعة حديثاً أثناء تحضير السن.

تطبق فوق جميع الجدران من أجل ختم القنيات العاجية.

من الأمثلة: الفرنيش، ومزيل حساسية العاج، وأنظمة الربط.

المواد المبطنة

مواد تطبق على طبقات بثخانة تتراوح بين 0.2 –1 مم فوق الجدران اللبية والمحورية.

تستخدم كحاجز فيزيائي ضد العضويات الدقيقة ومنتجاتها، ومن أجل ختم القنيات العاجية المرتبطة إلى النسج السنية، كما أنها تعمل كعازل حراري وكهربائي.

يمكن أن تظهر أيضاً تأثيراً علاجياً من خلال تأثيرها المضاد للجراثيم، أوتحرير الفلور، أوالإراحة من الألم، أواستعادة سلامة النسيج اللبي، أو تشكيل نسيج متكلس.

بعض الأمثلة: ماءات الكالسيوم والاسمنتات الزجاجية الشاردية.

تطبق عموماً فقط في مناطق التحضير العميقة.

المواد القاعدية

مواد تستخدم لحماية العاج و/أو استبداله، وتسمح بتطبيق كمية صغيرة من المادة الترميمية.

It can also be used to fill retentive areas in preparations for the indirect restorations or to give an adequate geometry for amalgam preparations.

They are used in a thickness larger than 1 mm, according to the need to reconstruct undermined walls.

Some examples are the zinc phosphate, zinc oxide-eugenol, zinc polycarboxylate, and glass ionomer cements, besides the flowable composites.

The use of bases must be performed with a caution for amalgam restorations, since the larger the base thickness, the smaller the fracture resistance of the amalgam restoration will be [55, 80].

The adequate choice of the protective material must be based on the evaluation of the pulpal tissue condition and on the factors that lead the indication of the protective materials.

Cavity Varnish

It is composed of a natural (copal or colophony) or synthetic (nitrocellulose) resin dissolved on an organic solvent, which can be the acetone, chloroform, ether, etc.

It presents a moderate thermal and electrical isolating property.

The cavity varnish can be considered a sealer and used to protect the dentin-pulp complex under the amalgam restorations.

The use of cavity varnish reduces the passage of the electrical current and minimizes the diffusion of metallic ions from the amalgam restorations into the tooth structure, avoiding the darkening of the tooth when low-copper amalgam alloys are used.

يمكن أن تستخدم أيضاً لملء مناطق التثبيت في الترميمات غير المباشرة، أو إعطاء هندسة جيدة لتحضيرات الأملغم.

تستخدم بثخانة اكثر من 1 مم، وفقاً للحاجة لإعادة بناء الجدران المقوضة.

من الأمثلة: أكسسيد الزنك والأوجينول، وبولي كربوكيسيلات الزنك، والاسمنتات الزجاجية الشاردية، والراتنجات السيالة.

يجب أن يتم استخدام المواد القاعدية مع ترميمات الأملغم، فكلما زادت ثخانة المادة القاعدية، أصبحت مقاومة كسر ترميم الأملغم أقل.

يجب أن يستند الاختيار الجيد للمادة الوقائية على تقييم حالة النسيج اللبي، وعوامل أخرى لاستطبابات المادة الوقائية.

فرنيش الحفرة

يتألف من راتنج صناعي (كوبال أو كولوفوني) أو صناعي (نتروسيللورز) منحل ضمن محل عضوي، قد يكون الأسيتون، أو الكلوروفورم، أو غيرها.

يظهر خاصية عزل حراري وكهربائي معتدلة.

يمكن أن يعتبر مادة سادة، ويستخدم لحماية المعقد العاجي اللبي تحت ترميمات الأملغم.

يقلل استخدام فرنيش الحفر من مرور التيار الكهربائي، ويقلل انتشار الشوارد المعدنية من ترميمات الأملغم ضمن البنية السنية، ويساعد على تجنب اللون الداكن للسن عند استخدام خلائط الأملغم الفقيرة بالنحاس.

They allow an initial reduction of the microleakage in association with amalgam restorations, and would be indicated as a protective agent in shallow cavities or in association with other protector materials in deeper cavities[26].

Due to the fact that the film thickness is very thin, it does not act as a thermal isolator [75].

The use of the cavity varnish has been drastically reduced, since the high-copper amalgam alloys used today do not present a significant γ2 phase (Sn7-8Hg) and, consequentially, suffer less corrosion (deposition of metallic ions of tin oxide and/or tin oxychloride) on the tooth-restoration interface [2].

Although they were largely used in the past, several studies showed that the varnish is not capable to promote a good sealing of dentin, even if applied on several layers.

In addition, it suffers dissolution with the time, leaving an empty space on the interface that must be occupied by the corrosion products of the amalgam.

It is also less effective than the use of the dental adhesives to reduce the marginal microleakage [1].

Desensitizing Agents

Some studies indicate the use of a desensitizing agent after the application of a liner or base, before amalgam restorations, despite the preparation depth, replacing the cavity varnish.

The goal of the desensitizer is to reduce the dentin permeability and consequently the movement of fluids through the dentin tubules.

Among the available materials, there are the aqueous solutions of 35% hydroxyethyl methacrylate (HEMA) associated or not with 5% glutaraldehyde.

تسمح بتخفيض أولي للتسرب الحفافي المترافق مع ترميمات الأملغم، ويمكن أن تستطب في الحفر الضحلة أو بالمشاركة مع مواد واقية أخرى في الحفر العميقة.

لا يعمل الفرنيش كعازل حراري لأن ثخانة الطبقة رقيقة جداً.

تراجع استعمال فرنيشات الحفر بشكل كبير، لأن خلائط الأملغم المتوفرة حالياً لا تظهر الطور γ2 (Sn7-8Hg)، وبذلك لا تعاني من تآكل (ترسب الشوارد المعدنية لأكسد القصدير و/أو أوكسي كلور القصدير) على السطح البيني السن–الترميم.

على الرغم من أنها قد استخدمت بشكل كبير في الماضي إلا أن الدراسات الحديثة اثبتت أنها غير قادرة على تعزيز الختم الجيد للعاج، حتى في حال تطبيقها على طبقات.

كما أنها تعاني من انحلال مع الوقت، فتترك فراغاً على السطح البيني يمكن أن يمتلئ بمنتجات تآكل الأملغم.

كذلك فهو أقل فعالية في من استخدام المواد الرابطة السنية لتقليل التسرب المجهري الحفافي.

العوامل المزيلة للحساسية

أشارت بعض الدراسات إلى استخدام العامل المزيل للحساسية بدلاً من الفرنيش، بعد تطبيق المادة المبطنة أو القاعدية، قبل ترميمات الأملغم، بغض النظر عن عمق التحضير.

الهدف من استخدام مزيل الحساسية هو تقليل النفوذية العاجية،وبذلك تقليل حركة السوائل عبر القنيات العاجية.

من بين المواد المتوفرة: المحاليل المائية لـــ 35% هيروكسي ايتيل الميتاكريلات (HEMA) بالمشارمة مع 5% غوتارألدهيد، أو من دونها.

The glutaraldehyde-based solutions promote the precipitation of the dentinal fluid proteins, through its denaturation, forming plugs inside the tubules [143].

Some studies analyzed the use of GLUMA Desensitizer (Heraeus Kulzer) after the full crown preparation [57].

They concluded that tooth sensitivity was significantly reduced in comparison to preparation where the desensitizer was not applied.

In relation to the biocompatibility of desensitizer agent components, some studies observed that glutaraldehyde and the HEMA present cytotoxic, mutagenic, and cytopathic effects [41, 70].

Another study suggested that the use of desensitizer containing glutaraldehyde and/or HEMA must be performed with care, because they present a high diffusion capability through the dentin, mainly on the cases of young patients, as well as on very deep tooth preparations, where the dentin is very permeable [40].

Adhesive Systems

The mechanism of action of an adhesive system, as a protective agent to the dentin-pulp complex, is based on obtaining a sealing zone on the tooth surface, by deposition of a homogeneous layer of resinous material which occludes the dentin tubules [40].

When applied on shallow and medium depth cavities, they are biocompatibility and favorable for the maintenance of the pulp vitality. However, on deep and very deep preparations, its components can diffuse through the dentin tubules and reach the pulpal tissue.

Nonpolymerized residual monomers and resin globules that are present inside the tubules may reach the pulpal chamber by the dentin fluid.

تحرض المحاليل ذات الأساس من الغلوتارألدهيد على ترسب بروتينات السائل العاجي، من خلال تعطيل الروتينات، وتشكيل سدادات ضمن القنيات.

قامت بعض الدراسات بتحليل استخدام مزيل الحساسية GLUMA (Kulzer Heraeus) بعد التحضير للتاج الكامل.

توصلت هذه الدراسات إلى تراجع الحساسية السنية بشكل كبير مقارنة مع التحضير من دون تطبيق مزيل حساسية.

فيما يتعلق بالتقبل الحيوي لمكونات العامل المزيل للحساسية، أظهرت بعض الدراسات أن الغلوتارألدهيد والـ HEMA يظهرات تأثيرات سامة للخلايا، ومسببة للطفرات، واعتلالاً خلوياً.

اقترحت دراسة أخرى أنه يجب استخدام عامل الحساسية الحاوي على الغلوتارألدهيد و/أو الـ HEMA بعناية لأنهما يظهران قدرة انتشار عالية عبر العاج، لاسيما عند المرضى اليافعين، وفي التحضيرات شديدة العمق حيث يكون العاج شديد النفوذية.

الأنظمة الرابطة

تعتند آلي تأثير العمل الرابط بوصفه عامل حماية للمعقد العاجي اللبي على الحصول على منطقة ختم على السطح السني، من خلال ترسيب طبقة من مادة راتنجية متجانسة تسد القنيات العاجية.

تكون هذه المواد متقبلة حيوياً ومرغوبة في الحفاظ على حيوية اللب في حال تم تطبيقها في الحفر الضحلة ومتوسطة العمق، إلا أن مكوناتها قد تنتشر في التحضيرات شديدة العمق عبر القنيات العاجية وتصل إلى النسيج اللبي.

يمكن أن تصل وحيدات التماثر المتبقية غير المتماثرة والكريات الراتنجية الموجودة ضمن القنيات العاجية إلى الحجرة اللبية بوساطة السائل العاجي.

أظهرت بعض الدراسات أن التماس المباشر للمكونات الراتنجية مع الخلايا أو النسيج اللبي يسبب سمية، وبذلك ينبغي استخدام نظام الربط بحذر.

ينبغي تطبيق مواد مبطنة أو قاعدية أكثر قبل تطبيق النظام الرابط في حالة التحضيرات العميقة او شديدة العمق؛ من أجل الحماية غير المباشرة.

تم وصف استخدام أنظمة الربط كمواد من أجل الحماية المباشرة للمعقد العاجي اللبي منذ عدة سنوات.

بالرغم من أن بعض الدراسات قد أظهرت نتائج واعدة على الحيوانات، إلا أنه قد تم تأكيد حصول استجابة التهابية مستمرة في النسيج اللبي في حالات التغطية المباشرة للنسيج اللبي في اللأسنان البشرية، الالتهاب الاستسحابي، حيث تغزو العضويات الدقيقة النسيج اللبي الملتهب ذا القدرة الدفاعية المنخفضة.

وعليه، لا يستطب استخدام مواد الربط في الحماية المباشرة للحماية امباشرة للمعقد العاجي اللبي؛ نتيجة التأثيرات السمية الخلوية، والكبح المناعي، واحتمال زيادة نسبة فشل الإلصاقفي حالات انكشاف النسيج اللبي.

اسمنت أوكسيد لزنك والأوجينول

تتوفر اسمنتات أوكسيد الزنك والأوجينول (ZOE) على شكل مسحوق أوكسيد الزنك وسائل حاوٍ على الأوجينول.

يعتمد التصلب على تفاعل حمض أساس، الذي يتألف من حلمهة لأكسيد الزنك، ثم تفاعل لاحق بين هيدروكسيد الزنك والأوجينول لتشكيل هلام.

توجد أربعة أنواع مختلفة من اسمنتات ZOE:

النوع الأول: يستخدم من أجل التثبيت المؤقت.

النوع الثاني: يستطب من أجل التثبيت طويل الأأمد للتعويض الثابت.

النوع الثالث: يستطب كمادة ترميمية مؤقتة، أو قاعدية من أجل العزل الحراري.

Some studies showed that the direct contact of the resinous components with cell or pulpal tissue present toxicity. Therefore, the adhesive systems must be used with care.

For the indirect protection, on the cases of deep or very deep preparation, more biocompatible liners or bases must be applied before the adhesive system application.

The use of the adhesive systems as materials for direct protection of the dentin-pulp complex was described some years ago [84].

Even though some studies have showed promising results on animals, the persistent inflammatory response of the pulpal tissue was verified on the cases of direct pulp capping of human teeth, resulting in the phenomenon of anachoresis, where the microorganisms invade the inflamed pulpal tissue with low defense capability.

Therefore, the cytotoxic and immunosuppressive effects of the adhesive system components and the possibility of increasing of adhesive failures, in case of pulpal tissue exposure, contraindicate the use of those materials for the direct protection of the dentin-pulp complex [173].

Zinc Oxide-Eugenol Cement

The zinc oxide-eugenol cements (ZOE) are generally available as a zinc oxide powder and a eugenol-containing liquid.

The setting is based on an acid-base reaction that consists in the hydrolysis of the zinc oxide and a later reaction between the zinc hydroxide and eugenol to form a chelate.

There are four different types of ZOE cements:

Type I, used for temporary cementation;

Type II, indicated for long-lasting cementation of fixed prosthesis;

Type III, indicated as a temporary restorative material or base for the thermal isolation;

النوع الرابع: من أجل الترميمات المؤقتة طويلة الأمد لمدة تصل لسنة.

استخدمت بشكل كبير في الماضي، ولا تزال مستخدمة على الآن، وهي مفيدة جداً كحشوة مؤقتة للإجراءات السنية في النظام الصحي العام.

على الرغم من أنها تظهر ختماً حافافياً ضعيفاً، إلا أنها فعالة في الختم ضد التسرب البيولوجي نتيجة لخصائصها المضادة للجراثيم.

لا ينبغي أن تستخدم بتماس مباشر مع النسيج اللبي، نتيجة لتأثيراتها المخرشة والسامة للخلايا.

تسمح المواد المبطنة والقاعدية المحضرة مع هذه المادة بعزل حراري جي، إلا أنها تفتقر إلى الخصائص الميكانيكية الجيدة، ويمكن أن تزيد التسرب المجهري تحت ترميمات الأملغم.

كذلك يمكن أن تتداخل جذور الأوجينول الحرة على الاسمنت مع التماثر الجيد للراتنجات المركبة، ولا ينبغي أن تستخدم معاً.

ينبغي استخدام اسمنتات ZOE فقط كترميمات مؤقتة أو من أجل التثبيت المؤقت، نظرًالتوفر مواد ذات خصائص أفضل مثل اسمنتات GIC.

الاسمنت الزجاجي الشاردي

يتألف م مسحوق وسائل، يبدأ تفاعل التصلب بمزجهما معاً، لتشكيل مادة صلبة.

يكون تفاعل التصلب في اسمنت GIC التقليدي من نوع حمض–أساس، فعندما يهاجم حمض البولي أكريليك سطح جزيئات الزجاج (فلور حاوي على ألمنيوسيليكات الكالسيوم)، الكالسيوم، تتحرر شوارد الألمنيوم، والصويوم، والفلور ضمن المحلول المائي.

Type IV, for long-lasting temporary restorations up to a year [2].

They were largely used in the past and, still today, are very useful on dental procedures on the public health system as temporary restoration.

Although they present a deficient marginal sealing, they are effective on the sealing against the biological leakage due to its antibacterial properties [74, 119].

They must not be used in direct contact with the pulpal tissue, because of its irritating and cytotoxic effect [44].

The liner and bases prepared with this material allow a good thermal isolation [131]. However, they have non-satisfactory mechanical properties and can increase the microleakage under amalgam restorations [55, 99].

In addition, the presence of the free residual eugenol on the cement can interfere in the adequate polymerization of composites, and they should never be associated [2, 31, 179].

Based on the fact that materials with better properties are available, such as the GICs, the ZOE cements must be used only as a temporary filling material or for temporary cementation [111].

Glass Ionomer Cement

The glass ionomer cement is composed of a powder and a liquid that when mixed together start a setting reaction to form a solid material [117].

On the conventional GIC, the setting reaction is of the acid-base type, where the polyacrylic acid attacks the surface of the glass particles (fluoride-containing calcium aluminosilicate), and the calcium, aluminum, sodium, and fluoride ions are released into the aqueous mean.

The polyacrylic acid chains cross-links with the calcium ions, forming a solid mass (calcium cross-links).

In the next phase, the calcium is replaced by the aluminum ions in 24 h.

The sodium and fluoride ions do not participate on the cross-links of the cement, but they combine to be released as sodium fluoride.

The cross-linked phase becomes hydrated throughout time, with the same water used for the mixture, adding strength to the cement (maturation process).

The portion of the glass particles that did not react is covered by a silica gel (silica gel sheath), formed by the leaching of cations from the outer portion of the particles.

This process may last for up to 7 days [2117].

Right after the mixture of the material, the pH is acid, but it tends to neutralize in 24 h [34].

On the resin modified glass ionomer cement (RMGIC), additionally to the acid-base reaction, a mechanism of chemical and/or light-activated polymerization was incorporated to the material, so that some of the disadvantages of chemical curing materials were minimized.

Therefore, hydrophilic monomers and the methacrylate modified polyacrylic acid are used and allow fast curing of the material when light-activated.

On some systems, during the monomer polymerization process, a chemical reaction also occurs, promoted by an activator/initiator system, that has an advantage to assure the complete curing of a resinous component even in the absence of light.

يشكل حمض البولي أكريليك روابطاً متصالبة مع شوارد الكالسيوم مشكلاً كتلة صلبة (روابط كالسيوم متصالبة).

يتم استبدال الكالسيوم بشوارد الألمنيوم في الطور التالي خلال 24 ساعة.

لا تترسب شوارد الصوديوم والفلور على الروابط المتصلبة للاسمنت، ولكنها ترتبط ببعضها لتتحرر على شكل فلور الصوديوم.

يبح طور الروابط المتصالبة مميهاً مع الوقت، بنفس الماء المستخدم من أجل المزيج، مضيفاً قوة إلى الاسمنت (عملية النضج).

يُغطى قسم من جزئيات الزجاج غير المتفاعل بهلام السيليكا (غمد هلام السيليكا)، المتشكل من ارتشاح الشوارد الموجبة من الجزء الخارجي من الجزيئات.

يمكن أن تستمر هذه العملية لمدة 7 أيام.

تكون درجة الـ PH حمضية بعد مزج المادة مباشرة، ولمنها تميل إلى الاعتدال بعد 24 ساعة.

بالنسبة للاسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج، تم دمج آلية التماثر الكيميائي و/أو الضوئي مع تفاعل حمض-أساس التقليدي، بحيث يتم تقليل بعض مساوئ التصلب الكيميائي.

وعليه، تم استخدام وحيدات التماثر المحبة للماء وحمض البولي أكريليك المعدل بالميتاكريلات للسماح بتصلب أسرع للمادة عند تنشيطها بالضوء.

يحدث تفاعل كيميائي أيضاً في بعض الأنظمة أثناء عملية تماثر وحيدات التماثر، معززة بنظام تنشيط/بدء، يتمتع بميزة ضمان تصلب كامل للمكون الراتنجي حتى في حال غياب الضوء.

The GICs present several positive properties for a protective material, such as the chemical bonding to the tooth structure, fluoride release, and the antimicrobial effect.

The conventional GIC presents coefficient of linear thermal expansion similar to the tooth structure, while on the RMGIC, this coefficient varies according to the percentage of the resinous component incorporated to the material [116].

In relation to the cytotoxicity, the conventional one has been proven to be less toxic than the one modified by resin [3, 153].

The incorporation of HEMA on the composition increases the cytotoxicity of the material, probably due to the residual uncured diffuses through the dentin tubules, which is related its low molecular weight [3].

Some studies verified that the RMGIC is toxic to the culture of human pulp cells, and it is not recommended on the cases of direct pulp protection [90]. However, other studies verified that the RMGIC did not cause an inflammatory reaction on the pulpal tissue when applied as a liner on deep Class V preparation, and they can be used as a material for the indirect protection of the dentin-pulp complex [74, 152, 154].

Although less toxic, the conventional GIC should not be used as a material for direct protection as well, because it presents certain toxicity when in direct contact with the pulpal tissue, even though it is very biocompatible when used for indirect protection, even in deep preparations.

Before using the conventional GIC, a 10–25% polyacrylic acid conditioner should be applied on the tooth surface, for 15–30 s, followed by washing for 20–30 s and drying with a gentle air stream.

تظهر اسمنتات الـــ GIC العديد من الخصائص الإيجابية كمادة وقائية، مثل: الارتباط الكيميائي إلى البنية السنية، وتحرير الفلور، والتأثير القاتل للجراثيم.

تظهر اسمنتات الـــ GIC التقليدية معامل تمدد حراري خطي مماثل للنسيج السني، في حين يختلف هذا المعامل على الـــ RMGIC وفقاً للنسبة المئوية للمكون الراتنجي المدمج مع المادة.

فيما يخص السمية، تبين تم إثبات أن الـــ GIC التقليدي أقل سميةمن المعدل بالراتنج.

يزيد دمج الـــ META ضمن التركيب من سمية المادة، قد يكون السبب ناتجاً من البقايا غير المتصلبة المنتشرة عبر القنيات العاجية، نتيجة وزنها الجزيئي المنخفض.

أثبتت بعض الدراسات أن الـــ RMGIC سام لخلايا اللب السني، ولا ينصح به في حالة الحماية اللبية المباشرة، إلا أن دراسات أخرى أثبتت أن الـــ RMGIC لا يسبب استجابة التهابية على النسيج اللبي عند تطبيقه كمادة مبطنة في حفر لصنف الخامس العميقة، ويمكن استخدامه من أجل الحماية غير المباشرة للمعقد العاجي اللبي.

لا ينبغي أن يستخدم الـــ GIC التقليدي كمادة تغطية مباشرة بالرغم من كونه أقل سمية، لأنه يظهر سمية محددة عند التماس المباشر مع النسيج اللبي، مع أنه متقبل حيوية بشكل كبير في حالة التغطية غير المباشرة، حتى في الحفر العميقة.

ينبغي تكييف سطح السن لمدة 15–30 ثانية بـــ 10–25% حمض البولي أكريليل قبل تطبيق الـــ GIC التقليدي، متبوعاً بالغسل 20–30 ثانية، والتجفيف بتيار هوائي خفيف.

عند تطبيق الاسمنت التقليدي كمادة مبطنة او قاعدية، سيتم تطبيق المادة الترميمية فوقها، فتحميها من ظاهرة التساحب وامتصاص الماء.

عند تطبيق الـــ GIC التقليدي لملء كامل التحضير، بحيث يحصل تماس مع اللعاب، لابد هنا من حماية السطح بطبقة من مادة كتيمة بعض الشيء، كفرنيش الحفرة، أو طلاء الأظافر الشفاف، أو المواد الرابطة السنية.

ليس هنالك ضرورة للحماية عند استخدام الـــ RMGIC، لأن القالب الراتنجي يقلل بشكل كبير من التساحب وامتصاص الماء من قبل المادة، وهذا ما يسمى بتأثير المظلة.

لا ينبغي تخريش الـــ GIC التقليدي عند استخدامه كمادة مبطنة او قاعدية لأكثر من 20 ثانية؛ لتجنب تخرب المادة.

يزيد التخريش الحمضي لسطح الـــ GIC ارتباطه مع الكمبوزيت المطبق لاحقاً، من خلال زيادة الخشونة السطحية لطبقة الاسمنت.

ملاحظة

- يمكن القيام بالتخريش بحمض البولي أكريليك من أجل تحسين ارتباط الاسمنت إلى النسيج السني.
- ينبغي حماية سطح اسمنت عند استخدامه لملء كامل التحضير الـــ GIC بطبقة فرنيش أو طبقة لاصقة حتى نهاية تفاعل التصلب

هذا الإجراء غير ضروري من أجل RMGIC.

- لا ينبغي أن تطبق اسمنتات الـــ GIC بشكل مباشر فوق النسيج اللبي المكشوف.

When the conventional cement is applied as a liner or base, the restorative material is applied over, protecting it from the syneresis and water absorption phenomenon.

when the conventional GIC is applied completely filling the preparation, getting contact with the saliva, there is a need for surface protection of the material with a layer of some impermeable substance, such as the cavity varnish, clear nail varnish, or dental adhesives.

When the RMGIC is used, there is no need for a surface protection, because the resinous matrix reduces drastically the syneresis and water absorption by the material, resulting in the so-called umbrella effect.

When the conventional GIC is used as a line or base before the adhesive restorative procedures, the acid etching of the cement must not exceed 20 s, in order to prevent damages to the material.

The acid etching of the GIC surface increases its bonding to the composite applied later on, by the increase of the superficial roughness of the cement layer [76].

Tip

- For improving the bonding of GIC to the tooth structure, a previous polyacrylic acid etching can be performed.
- When a preparation is completely filled with a conventional GIC, the surface must be protected with a thin varnish or adhesive layer until the ending of the setting reaction.

  This procedure is not necessary for RMGIC.
- The GICs should not be directly applied over the exposed pulp tissue.

ماءات الكالسيوم

تم استخدام ماءات الكالسيوم في طب الأسنان عام 1920 من قبل Hermann.

لا تزال المركبات الحاوية على ماءات الكالسيوم تستخدم حتى يومنا هذا من أجل حماية المعقد العاجي اللبي؛ نتيجة لقدرتها على تحريض تشكل عاج ثالثي، وحماية اللب ضد المنبهات الحرارية الكهربائية، وتأثيرها المضاد للجراثيم والمعدل للحمض، وتأثيرها المضاد للارتشاح، إضافة لتحفيزها تشكيل نسيج متمعدن.

تتوفر المنتجات الحاوية على ماءات الكالسيوم بحسب الاستخدام السريري على شكل مسحوق، أو معجون، أو معلقات، أو محاليل، أو اسمنت.

ينبغي أن يكون تطبيق مسحوق الكالسيوم فوق الانكشاف اللبي محدوداً بمنطقة انكشاف النسيج اللبي فقط، ولا يمتد إلى الجدران العاجية وحواف التحضير السني.

ينبغي أن يتم تحضير معجون ماءات الكالسيوم من قبل طبيب الأسنان باستخدام الماء المقطر ومسحوق ماءات الكالسيوم، أو يمكن الحصول عليه جاهزاً من المصنع manufacturer (Calcicur—Voco, UltraCal—Ultradent).

بما أن مسحوق ماءات الكالسيوم أو المعجون لا ستصلب، لابد من تغطيته بطبقة من اسمنت ماءات الكالسيوم فوقه، أو طبقة من الـ GIC.

تتوفر ماءات الكالسيوم أيضاً بشكل اسمنت متصلب كيميائياً أو ضوئياً، وتستطب في تبطين الحفر.

يعزز اسمنت ماءات الكالسيوم الحماية ضد المنبهات الحرارية الكهربائية.

يوجد الشكل المنشط كيميائياً على شكل معجونين يتممزجهما قبل الاستخدام.

Calcium Hydroxide

The use of calcium hydroxide was introduced in Dentistry, in 1920, by Hermann [95].

Until today, the calcium hydroxide-containing products are still used for protection of the dentin-pulp complex due to its capability to stimulate the formation of tertiary dentin, protect the pulp against thermoelectrical stimuli, antibacterial and acid neutralizer action, antiexudative effect, besides promoting formation mineralized tissue.

The calcium hydroxide-containing products are available, according to the clinical application, as a powder, paste, suspensions, solutions or cement.

The application of the calcium hydroxide powder over the pulpal exposure must be limited to the exposed pulpal tissue area only, and never extends up to the dentin walls and margins of the tooth preparation.

The calcium hydroxide paste may be prepared by the dentist with distilled water and calcium hydroxide powder or obtained readymade by a manufacturer (Calcicur—Voco, UltraCal—Ultradent).

As all calcium hydroxide powder or paste does not set, it is necessary to cover it with a layer of calcium hydroxide cement and, over it, a layer of GIC [111].

The calcium hydroxide is also available as chemically activated or light-cured cement and indicated as a cavity liner.

The calcium hydroxide cement promotes protection against the thermoelectrical stimuli.

The chemically activated cement is presented in two pastes that must be mixed before the use.

Its mechanical properties, especially compressive strength 7 min after the mixture and shear strength after 10 min, allow it to be indicated as a liner in cases of indirect protection on very deep cavities, under the amalgam restorations, because it would resist to the condensation stress [35, 100].

The solubility of the calcium hydroxide cements in acidic conditions, under restorations with the deficient marginal sealing, produces its softening and complete dissolution, resulting in empty spaces in the tooth-restoration interface, that may increase microleakage and reduce the fracture resistance of the large restoration.

To overcome this problem, light-activated materials were developed, being more acid resistant and having a higher compressive strength. These materials do not need to be mixed prior to use.

The resinous monomers present on its composition allow some bonding to the resinous restorative materials.

According to several studies, the calcium hydroxide is considered the most indicated material for direct application over the exposed pulp, due to the consistent clinical and scientific evidence [13, 74, 110].

In a revision of 14 clinical studies, including more than 2300 cases of direct pulp capping with calcium hydroxide, a success rate above 90% was observed [12].

The exact mechanism explaining how the calcium hydroxide promotes the deposition of hard tissue over the pulp exposure is not completely understood; however, the sequence of repair after the treatment of a healthy exposed pulp with the calcium hydroxide may be summarized as follows:

- Cauterization of the pulpal tissue due to the alkaline properties of the calcium hydroxide (pH >12).

تسمح خصائصها الميكانيكية (لاسيما قوة الانضغاط بعد 7 دقائق من المزج، و قوة القص بعد 10 دقائق) باستخدامها كمادة مبطنة في حالات التغطية غير المباشرة في الحفر شديدة العميق تحت ترميمات الأملغم؛ لأنها ستقاوم ضغط التكثيف.

تسبب انحلالية ماءات الكالسيوم في البيئات الحمضية تحت الترميمات ذات الختم الحفافي المعيب ليونتها وانحلالها الكامل، تاركةً فراغات في السطح البيني السن–الترميم، يمكن أن يزيد من التسرب الحفافي ويقلل مقاومة انكسار الترميمات الكبيرة.

تمتطوير المواد المتصلبة ضوئياً للتغلب على هذه المشكلة، كونها اكثر مقامة للحمض، وتتمتع بقوة انضغاط أكبر، ولا تتطلب هذه المواد مزجاً قبل الاستخدام.

تسمح وحيدات التماثر الراتنجية الموجودة في تركيبها ببعض الارتبط مع المواد الترميمية الراتنجية.

تعتبر ماءات الكالسيوم وفقاً للعديد من الدراسات المادة الأكثر استطباباً من أجل التطبيقق المباشر فوق اللب المنكشف؛ نتيجة لقوامها السريري ووجود الدليل العلمي.

تمت ملاحظة معدل نجاح سريري أعلى من 90% عند مراجعة 14 دراسة سريرية تضمنت أكثر من 2300 حالة تغطية لبية مباشرة بماءات الكالسيوم.

الآلية الدقيقة التي تفسر كيفية تحريض ماءات الكالسيوم لتشكيل نسيج صلب فوق الانكشاف اللبي غير مفهومة بشكل كامل، ولكن يمكن تلخيص المراحل المتتالية للترميم بعد معالجة اللب المنكشف السليم بماءات الكالسيوم وفق الآتي:

- كي النسيج اللب؛ نتيجة لخواص ماءات الكالسيوم القلوية (PH أكبر من 12)

أظهرت بعض الدراسات أن ماءات الكالسيوم قادرة على الانحلال وتحرير جزيئات عاجية فعالة حيوياً تحرض تشكل نسيج متكلس.

- لوحظ في الايام القليلة الأولى تشكل طبقة سطحية من نسيج متموت، مرتشحة بالخلايا الالتهابية والنزف.

تعادل الـ PH القلوية حمض اللاكتيك المفرز من قبل الخلايا الكاسرة للعظم، ويمكن أن يساعد في الوقاية من تخرب النسيج المعدني، ويعمل كدارئ لتأثيرات العملية الالتهابية.

كذلك، يمكن أن تقلل شوارد الكالسيوم من النفوذية الشعرية، الأمر الذي يسمح بوجود شوارد الكالسيوم بكمية اكبر على المناطق المتمعدنة.

- تتراجع الاستجابة الالتهابية تتدريجياً مع الأيام، ويتشكل مزيج غني بالكولاجين على تماس مع المنطقة المتموتة أو بجوار المادة المبطنة مباشرة، من خلال تمايز الخلايا الجذعية إلى خلايا شبيهة بمصورات العاج، وإنتاج قالب عاجي غير متبلور وغير قنيوي.
- يحدث التمعدن بعد إفراز النسيج غير المتمعدنالذي يكون غير منتظم، ويحتوي العديد من الأنواع الخلوية.

يتشكل بعد ذلك نسيج شبيه بالعاج ذو قنيات، مغطى بمصورات العاج، ويسمى "الجسر العاجي".

يمكن مشاهدة الجسر العاجي بعد30–45 يوم بغد التغطية المباشرة.

Some studies demonstrate that the calcium hydroxide is capable to solubilize and release bioactive dentin molecules that stimulate the formation of the calcified tissue, such as the bone morphogenetic proteins and the transforming growth factor, which are important mediators of pulp repair [74].

- On the first few days, it was histologically verified the formation of a superficial layer of necrotic tissue, infiltrated of inflammatory cells and bleeding.

  The alkaline pH neutralizes the lactic acid secreted by the osteoclasts and may help to prevent the destruction of the mineral tissue, acting as a buffer against the effects of the inflammatory process.

  In addition, the calcium ions may reduce the capillary permeability, allowing a greater availability of the calcium ions on the mineralization regions [73].

- Throughout the days, the inflammatory response is gradually reduced, and a matrix rich in collagen is formed in contact with the necrotic zone or directly adjacent to the liner material, by the differentiation of stem cells in odontoblast-like cells and production of amorphous and non-tubular dentin matrix.

- The mineralization occurs after the secretion of the amorphous tissue that is irregular and contains numerous cellular inclusions.

After that, a dentin-like tissue with tubules is formed, covered by odontoblast cells, called “dentin bridge.”

It can be observed about 30–45 days after the direct capping.

تظهر ماءات الكالسيوم أيضاً خصائص مضادة للعضويات الدقيقة؛ لأن القليل من العضويات الدقيقة قادرة على البقاء على قيد الحياةفي البيئة القلوية التي تنتجها هذه المادة، وهذا الأمر يمنع بقاء العضويات الدقيقة الملوثة لموقع الانكشاف وتداخلها مع الترميم.

إن تكلفة ماءات الكالسيوم المنخفضة والترميم المتوقع للانكشف اللبي عند إجراء المعالجة على أساس تشخيص صحيح يجعل منها المادة الأفضل من أجل إجراءات حماية اللب المباشرة.

ثلاثي الأكاسيد المعدنية (MTA)

تم وصفها بدايةً من قبل LEE ومزملاؤه عام 1993، ثم أجريت العديد من الأبحاث والاستطبابات في العديد من الحالات السريرية، مثل: التغطية اللبية المباشرة، وبتر اللب، والحشو الراجع، وختم الانثقابات الجذرية، والحواجز الذروية من أجل التكلس الذروي أو التولد الذروي، ومؤخراً معجون من أجل حشو القناة الجذرية.

الـ MTA مزيج لاسمنت البورتلاند النقي، وأكسيد البزموث (اذي يؤمن الظلالية الشعاعية)، و SiO2، و CaO، و MgO، و K2SO4، و Na2SO4.

يجب أن يتم مزجها مع الماء المقطر بنسبة 1:3 (ثلاثة أجزاء من المسحوق مع جزء من الماء).

اسمنت البورتلاند هو مزيج من سيليكات ثنائية الكالسيوم، وألومينات ثلاثية الكالسيومن والجبس، وسلفات الكالسيوم (أضيفت م أجل ضبط زمن تصلب الاسمنت)، و حديدي ألمنيو رباعي الكالسيوم.

اسنت البورتلاند هو الاسم العالمي للمادة المعروفة بالاسمنت المستخدم في البناء المدني.

يعرف بأنه رابط هيدرولي، يصبح قاسياً فقط عند تفاعله مع الماء، ولكنه يشكل عندها مادة مقاومة للماء.

The calcium hydroxide also presents the antimicrobial effect, because few oral microorganisms survive on an alkaline environment produced by this material, hindering the residual microorganisms that remain contaminating the site of exposure to interfere on the repair [13].

The low cost and the predictable repair of the pulpal exposure, when the treatment is performed based on the correct diagnosis and technique, make the calcium hydroxide the best material for direct pulp protection procedures [74].

Mineral Trioxide Aggregate (MTA)

The MTA was described initially by Lee et al., in 1993 [92]. Since then, it has been researched and indicated in several clinical situations, such as the direct pulp capping, pulpotomy, retrograde obturation, sealing of root perforations, apical barriers for apexification or apexogenesis, and most recently a sealer for root canal obturation.

The MTA is a mixture of the refined Portland cement, bismuth oxide (that gives radiopacity), SiO2, CaO, MgO, K2SO4, and Na2SO4.

It must be mixed with sterile water, on the ratio of 3:1 (three parts of powder to one of water) [120].

The Portland cement is a mixture of a dicalcium silicate, tricalcium aluminate, gypsum or calcium sulfate (added to control the setting time of the cement), and the tetracalcium aluminoferrite [28, 142].

Portland cement is the worldwide name for the material commonly known as a cement, used in civil construction.

It is defined as hydraulic binder, that is, a product that hardens only through the reaction with water but also forms a waterproof product.

the MTA and the Portland cement used on the construction work are not identical materials, because the first one has smaller and standardized particles and few toxic heavy metals (such as copper, manganese, strontium, and arsenic), following a strict manufacturing process for production of medical materials, which allows the standardization and purity of the composition, as well as the prevention of the contamination [82, 121, 140].

After the hydration of the MTA, the material forms a colloidal gel that gets solid after 2–3 h [46].

The initial pH of the cement that has just been prepared is 10.2 rising to 12.5 3 hours after the mixture.

When the MTA powder is mixed with water, there is a formation of calcium hydroxide, which is responsible for the high alkalinity after the hydration, allowing the material to be considered bioactive and present a capacity to allow an adequate environment for the repair of the pulpal and periradicular tissue.

The calcium hydroxide formed releases calcium ions for adhesion and cell proliferation; creates an alkaline mean with antibacterial and antifungal properties; modulates the production of cytokines; promotes the differentiation and migration of the hard tissue-forming cells; and forms carbonated apatite when exposed to the physiological solutions, promoting the biological repair [20, 59, 64, 140, 165].

different from the powder of calcium hydroxide, the MTA promotes a sealing of the tooth structure, when used to seal the root or furcation perforations or for retrograde obturation.

It is available in white or gray colors [74].

إن الـــ MTA واسمنت البورتلاند المستخدم في الباء غير متماثلان، لأن الأولى تمتلك جزيئات صغيرةتوقياسية والقليل من المعادن الثقيلة السامة مثل النحاس، والمنغنيز، والسترونتيوم، والزرنيخ)، وتتبع لعملية تصنيع دقيقة لإنتاج المواد الطبية، الأمر لذي يسمح بالحصول على تركيب معياري ونقي، غضافة إلى الوقاية من التلوث.

تشكل الـــ NTA بعد تميهها هلاماً صمغياً يكتسب صلابة بعد 2-3 ساعات.

درجة PH الاسمنت بحظة التحضير 10.2 وترتفع لتصل إلى 12.5 بعد 3 ساعات من المزج.

عند مزج مسحوق الـــ MTA مع الماء ستتشكل ماات الكالسيوم، المسؤولة عن القلوية العالية بعد التميه، الأمر الذي يسمح باعتبار المادة فعالية حيوياً وذات قدرة على تأمين بيئة جيدة من أجل إصلاح النسيج اللبي وحول الجذري.

تحرر ماءات الكالسيوم المتشكلة شوارد الكالسيوم من أجل الإلتصاق والتكاثر الخلوي، لتشكل وسطاً قلوياً بخصائص مضادة للجراثيم والفطور، وتعدل إنتاج السايتوكينات، وتحرض تمايز الخلايا المشكلة للنسيج الصلب وهجرتها، وتشكل أباتيت كربونية عند تعرضها للمحاليل الفيزيولوجية، محرضاً إصلاحاً بيولوجياً.

تختلف الـــ MTA عن ماءات الكالسيوم بأنها تعزز ختم النسيج السني عند استخدامها من أجل ختم انثقابات المجذر والمفترق أو في الحشو الراجع.

تتوفر بألوان بيضاء أو رمادية.

تم تطوير الت MTA البيضاء ليتم استخدامها في المناطق التي قد يكون لها تأثير تجميلي، لأن الـــ MTA الرمادية قد تسبب تلون السن نتيجة وجود شوارد الحديد والمنغنيز، ومع ذلك فقد أثبتت الدراسات حدوث تلون للجذور عند استخدام الـــ MTA البيضاء، وهذا التلون يحصل نتيجة وجود شوارد الحديد (FeO)، والألمنيوم، والمنغنيز بتراكيز منخفضة.

جزيئات الـــ MTA البيضاء أصغر من جزيئات الـــ MTA الرمادية، وزمن تصلبها أسرع.

تتصلب الـــ MAT خلال 2 ساعة و 45 دقيقة، وهذا الأمر يتطلب تطبيق مادة مبطنة أو قاعدية سريعة التصلب فوقها (مثل GIC أو RMGIC) بعد الانتهاء من حماية اللب، وبذلكيكون من الممكن ترميم السن في نفس جلسة المعالجة.

من الخيارات الأخرى: القيام بإجراء حماية اللب على جلستين سريريتين منفصلتين.

تتم الحماية المباشرة في الجلسة الأولى بوساطة الـــ MTA، وتوضع لفافة قطن صغير معقمة مغمورة بالماء المقطر أو المحلول الفيزيولوجي فوق الـــ MTA؛ للسماح بتصلب الاسمنت، ثم يطبق ترميم مؤقت.

تتم إزالة الترميم المؤقت في الجلسة التالية، ثم يوضع الترميم النهائي.

من مساوئ الـــ MTA: كلفتها أعلى من كلفة ماءات المالسيوم النقية.

تعادل تكلفة شراء 1 غ من الـــ MTA البيضاء تكلفة شراء 276 غ من اسمنت ماءات الكالسيوم أو 816 غ من ماءات الكالسيوم p.a.

تم استخدام الـــ MTA سريرياً في حالات التغطية اللبية المباشرة.

Due to the fact that the gray MTA may cause tooth staining by the presence of iron and manganese ions on its composition, the white MTA was developed to be used on regions that might have an esthetic involvement, even though some studies also have verified discoloration of roots obturated with white MTA [74, 120]. The lower concentration of the iron (FeO), aluminum, and magnesium ions on the white MTA is responsible for its color [20, 46, 59].

The particles of the white MTA are smaller than the ones of the gray MTA, and its setting time is faster [121].

The setting time of the MTA is of 2 h and 45 min, which requires, after the protection of the pulp tissue, the application of a fast setting cavity liner or base over it, such as a GIC or a RMGIC, making possible to restore the tooth at the same treatment session [163].

Another option is to perform the procedure to protect the pulp on two separate clinical sessions.

In the first one, the direct protection with the MTA is performed, and a small sterile cotton pellet embedded on distilled water or physiological solution is applied over the MTA, to allow the setting of the cement, followed by a temporary restoration.

On the second session, the temporary restoration is removed, and then a final restoration is made.

One disadvantage of the MTA is that its cost is higher than the pure calcium hydroxide.

The cost to buy 1 g of white MTA corresponds approximately to the amount of money enough to buy 276 g of calcium hydroxide cement or 816 g of the calcium hydroxide p.a.

Clinically, the MTA has been used in the cases of direct pulp protection.

حللت العديد من الدراسات تأثير الـــ MTA على التغطية اللبية للأسنان السليمة عند أنواع مختلفة من الحيوانات (الكلاب، والخنازير، والقطط)، وأظهرت قدرة الـــ MTA (الرمادية أو البيضاء) على تحفيز الإصلاح البيولوجي للمنطقة المكشوفة مع تشكيل حاجز ثخين من النسيج المتمعدن، مع الحفاظ على النسيج اللبي من دون التهاب والإبقاء على حيوته.

أظهرت الدراسات السريرية أن الـــ MTA لها قدرة مماثلة لماءات الكالسيوم من حيث تحريض الإصلاح اللبي في حالة الانكشاف.

لا يوجد عدد كافٍ من الأدلة السريرية حتى هذه اللحظة للادعاء أن الـــ MTA أفضل من ماءات الكالسيوم التقليدية، التي تم توثيق فعاليتها ونجاحها السريري بشكل مستفيض في الأدب الطبي.

يبدو أن الميزة الأكبر للـــ MTA تكمن في أنها قادرة على التصلب والختم بنفسها في المنطقة المكشوفة، ولكن عند الأخذ بعين الاعتبار زمن التصلب الطويل لا بد من التذكر أنه لابد من استخدام الـــ GIC فوق الـــ MTA بحيث يمكن تطبيق ترميم مباشر فوقه، كما هو الأمر في حالة ماءات الكالسيوم p.a، الأمر الذي يحد من ميزاتها في في حالات انكشاف اللب في الحفرة المراد ترميمها مباشرة.

من ناحية أخرى،إن استخدام الـــ MTA في حالات أخرى كانثقبا الجذر أو الحشو الراجع يحولها إلى مادة لا تضاهى، حيث يبقيها التفاعل الكيميائي في مكانها، ويختم الحفرة بعد إغلاق الشريحة وخياطتها.

لا توجد دلائل علمية كافية على أن الـــ MTA أفضل من ماءات الكالسيوم التقليدية في تغطية اللب.

Many studies analyzed the effect of MTA on pulp capping on intact teeth, using various animal models (dogs, pigs, and cats) and demonstrate the capacity of the MTA (gray or white) to promote the biological repair of the exposed area with the formation of a thick barrier of the mineralized tissue, keeping the pulpal tissue without inflammation and maintaining the vitality.

Clinical studies have shown that the MTA has a similar capacity of calcium hydroxide to promote the pulp repair in the case of exposure.

Up to this moment, there were not enough number of scientific evidences to claim that the MTA is better than the traditional calcium hydroxide, which effectiveness and high percentage of success are largely reported in the literature [74].

It seems that the greater advantage of the MTA lies on the fact that it can set and a seal by itself the exposed area. However, due to the long setting time, it must be kept in mind the use of a GIC over the MTA so that the immediate restoration can be performed, as it happens with the calcium hydroxide p.a., which limits its advantages on the cases of pulp exposure on a cavity that will be immediately restored [74].

On the other hand, the use of the MTA in other circumstances, such as perforations on the root and the retrograde obturation, turns it into a material with incomparable value, once the chemical setting will make it remain in a position and seal the cavity after closing and suture the flap.

>>There is not enough of scientific evidences that MTA is better than the traditional calcium hydroxide for direct pulp capping.

المواد الحاوية على جزيئات فعالة حيوياً

تمت دراسة العديد من المواد السنية وتطويرها استناداً على استراتيجية إصلاح العاج وإعادة تشكيله، منخلال تنشيط الخلايا اللبية بوساطة مواد نشطةحيوياً تدمج مع المادة الترميمية.

تم اكتساب المعرفة العلمية بتطوير مواد جديدة من خلال الأبحاث على البيولوجية الجزيئية المرتبطة بآليات تكوين العاج والإصلاح النسيجي.

تندمج العديد من البروتينات المنتجة من قبل باللب ضمن القالب العاجي أثناء تكون السن، مثل: بروتينات التخلق العظمي (BMP) وعامل النمو المحول بيتا (TGF-β)، المعروف بقدرته على تحفيز خلايا مشكلة للنسيج الصلب.

سميت البروتينات القادرة على تنظيم الوظائف الخلوية بالسايتوكيات، وأو عوامل النمو، أو المعدّلات الخلوية.

تحرض الحموض الجرثومية زوال تمعدن العاج في حالة آفة النخرية، وتحرر بروتينات معدلة، ترتيط مع مستقبلات غشائية محددة على مصورات العاج و/أو استطالتها السيتوبلاسمية.

يمكن أن يحرض هذا الأمر إفرازالعديد من بروتينات عاجية خاصة، تسبب ترسب المعادن ضمن القنيات العاجية بالقرب من الآفة النخرية(تصلب العاج)، بالإضافة غلى ترسب العاج الاستجابي في الحجرة اللبية.

يحدث موت مصورات العاج وارتشافها ضمن القنيات العاجية في حال كان الاعتداء شديداً، كما في حالة ارتفاع حرارة العاج المفرط، أو التجفيف المفرط، أو تطبيق الحمض على الحفر العميقة جداً.

Materials Containing Bioactive Molecules

Several dental materials have been studied and developed based on the strategy of repair and regeneration of dentin, through the stimulation of the pulpal cells by bioactive subtances that would be incorporated to the restorative materials.

The scientific knowledge in relation to the development of the new materials has been obtained through researches on molecular biology, related to the odontogenesis and tissue repair mechanisms.

Several proteins are produced by the pulp and are incorporated in the dentin matrix during the odontogenesis, such as the bone morphogenetic proteins (BMP) and the transforming growth factor beta (TGF-β), known to be capable to stimulate the hard tissue-forming cells.

The proteins capable to modulate the cell functions have been called cytokines, growth factors, or cell modulators.

In the cases of caries lesions, the bacterial acids promote the demineralization of the dentin and the release of the modulator proteins, which bind to specific membrane receptors of the odontoblasts and/or their cytoplasmic process.

That can stimulate the secretion of several types of specific dentin proteins, resulting in mineral deposition inside the dentin tubules near the carious lesion (dentin sclerosis), as well the deposition of the reactionary dentin in the pulpal chamber.

When the aggression is of high intensity, such as in the cases of dentin overheat, overdrying, or application of acid etching on very deep cavities, the death of odontoblasts may occur with the aspiration of those cells into the dentin tubules.

This way, the undifferentiated mesenchymal cells or pre-odontoblasts, according to the conditions and the characteristics of the pulp before the aggression, are stimulated to differentiate into odontoblast-like cells and secrete the amorphous and non-tubular dentin matrix, characteristic of the tertiary reparative dentin.

Several molecular and biochemical events are involved in the process of the biological repair of the pulpal tissue. However, the cell membrane receptors may be activated by metabolically active proteins.

Some studies have shown positive results with the use of those molecules on the direct pulp capping. However, difficulties on the developing of the materials containing those bioactive molecules have also been verified, especially on the development of a scaffold to lead the molecules to the site of pulp exposure. However, they may represent the future of the protection agents for the dentin-pulp complex.

Dental materials that contain bioactive glasses have been added to composites and RMGIC to improve its biological effects, presenting the capability to release calcium and phosphate and to form the hydroxyapatite over the dentin.

The β-tricalcium phosphate, a bioceramic material that presents the biological property to work as a scaffold for the bone development, being progressively reabsorbed as the growth of the mineralized tissue takes place, was used in a study as material for direct pulp protection.

The authors verified that it promoted the repair of the pulpal exposure, with the formation of the hard tissue and the preservation of the pulp tissue vitality.

يتم بهذه الطريقة تحفيز الخلايا الميزانشيمية غير المتمايزة أو طليعة مصورات العاج لتتمايز إلى خلايا شبيهة بمصورات العاج وتفرز قالب عاجي غير متبلور وغير قنيوي على شكل عاج إصلاحي ثالثي، وفقاً لحالة اللب وخصائصه قبل حدوث التعدي.

تتضمن عملية الإصلاح البيولوجي للنسيج اللبي العديد من الجزيئات والأحداث الكيميائية الحيوية، إلا أن مستقبلات الغشاء الخلوي قد تتنشط بوساطة البروتينات النشطة استقلابياً.

أظهرت بعض الدراسات نتائج إيجابية عند استخدام هذه الجزيئات في التغطية اللبية المباشرة، ولكن تمت مواجهة صعوبات في تطوير مواد حاوية على هذه الجزيئات الحيوية، لاسيما فيما يخص الركائز الموجهة للجزيئات إلى موقع الانكشاف اللبي، إلا أنها هذه الجزيئات قد تمثل مستقبل عوامل حماية المعقد العاجي اللبي.

تمت إضافة المواد السنية الحاوية على جزيئات الزجاج النشطة حيوياً إلى الكمبوزيت والـ RMGIC لتحسين التأثيرات البيولوجية، لتظهر القدرة على تحرير الكالسيوم والفوسفات، ومن أجل تشكيل الهيدروكسي أباتيت فوق العاج.

فوسفات ثلاثية الكالسيوم–بيتا: مادة ذات خاصية بيولوجية تعمل كركيزة من أجل تطور العظم، يتم امتصاصها تدريجياً مع نمو النسيج المتمعدن، تم استخدامها في إحدى الدراسات كمادة للتغطية اللبية المباشرة.

توصل الباحثون إلى أنها تعزز من إصلاح الانكشاف اللبي، مع تشكيل نسيج صلب والحفاظ على حيوية النسيج اللبي.