التقييم السريري والشعاعي لمادة Theracal LC في التغطية اللبية المباشرة

سعاد عبود* طلال النحلاوي**

الملخص

خلفية البحث وهدفه: طُرِحَت مادة TheraCal LC كمادة مبطنة ضوئية التصلب حاوية على سيليكات الكالسيوم ومعدلة بالراتنج في التغطية اللبية المباشرة، سواء كان سبب الانكشاف ميكانيكياً، أم آفة عميقة في الأسنان الدائمة. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم ومقارنة النتائج السريرية لحالات التغطية اللبية المباشرة الناجمة عن تجريف النخر باستخدام المواد (TheraCal, Bisco) أو(ProRoot MTA, Dentsply) أو(Dycal, Dentsply).

مواد البحث وطرائقه: شملت العينة 51 سناً دائمة غير متموتة اللب، مكتملة الذرا، وغير عرضية، تعرضت لانكشاف نقطي خلال عملية تجريف الآفة النخرية، عند 45 مريضاً راوحت أعمارهم بين 15 و 30 عاماً (بمعدل 24 عاماً)، يتمتعون بصحة جيدة. وتوزعت العينة عشوائياً إلى ثلاث مجموعات طبقت فيها المواد كالآتي (n=17)، المجموعة الأولى: TheraCal، المجموعة الثانية: MTA، المجموعة الثالثة: Dycal، وذلك حسب تعليمات الشركات المصنّعة، وروقبت خلال مدة 3، 6، 15 شهراً. قُيّمت الحالات سريرياً وشعاعياً، وعُدَّت الحالة مخفقة إذا لوحظ سلبية اختبار حيوية اللب، ووجود أعراض أو علامات سريرية أو شعاعية لالتهاب اللب غير الردود أو تموت اللب. استخدم اختبار Chi Square لدراسة النتائج إحصائياً ومعرفة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة واخفاقها بين المجموعات الثلاث بواسطة برنامج SPSS إصدار رقم 16 بمستوى دلالة 0.05%.

النتائج: بقي 40 مريضاً (47 سناً) حتى المراقبة الأخيرة، كان توزعها كالآتي: المجموعة الأولى (n=16)، المجموعة الثانية (n=16)، المجموعة الثالثة (n=15)، بلغت نسبة النجاح في المجموعة التي طُبِّقت فيها مادة TheraCal LC 81.3%، وفي مجموعة مادة MTA 93.8%، وفي مجموعة مادة Dycal 73.3%، ولكن لم يبيّن التحليل الإحصائي وجود فروق إحصائية في معدلات النجاح بين المجموعات (P = 0.311).

الاستنتاج: في هذه الدراسة السريرية، تشير نسبة النجاح في مجموعة TheraCal (81.3%) إلى أنّها مناسبة لمعالجة التغطيات المباشرة بعد الانكشاف اللبي نتيجة تجريف النخر في الأسنان الدائمة، ولم يلاحظ وجود فروق مهمة إحصائياً بين نتائج المواد المدروسة.

كلمات مفتاحية: ماءات الكالسيوم، ماءات الكالسيوم الحاوية سيليكات الكالسيوم، مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية، التغطية اللبية المباشرة.

* أستاذ مساعد – قسم مداواة الأسنان – جامعة دمشق.

** أستاذ مساعد – قسم مداواة الأسنان – الجامعة السورية الخاصة.

Clinical and Radiological Evaluation of Theracal LC in Direct Pulp Capping

Souad Abboud* **Talal Al-nahlawi****

Abstract

Background & Objective: Resin Modified Calcium Silicate material (TheraCal LC) is presented for Direct pulp Capping after traumatic or Carious exposure in permanent Teeth. The purpose of the present study was to evaluate and compare the clinical outcomes of direct pulp capping using (TheraCal, Bisco), (ProRoot MTA, Dentsply), and (Dycal, Dentsply) as capping materials in Carious pulp exposure teeth.

Materials and Methods: Fifty-one asymptomatic Vital mature teeth confirmed to be eligible for direct pulp capping in 45 healthy patients ages between 15-30 (average 24yrs) were randomly assigned to either the TheraCal or the ProRoot MTA or the Dycal group (n=17), Materials were applied according to the manufacturer instructions. At each recall (3,6, and 15 months), The teeth were assessed clinically as well as radiographically. Teeth with no response to pulp vitality test and those exhibiting clinical or radiographic signs and/or symptoms of irreversible pulpitis or pulp necrosis were considered to be failures. Results were evaluated statistically using Chi Square test to compare Success and failure occurrence (P<0.05) using SPSS v16.0 software.

Results: 47 teeth (40 patients) were examined at the 15-month follow-up (patient recall rate = 91.1%); 16 of these teeth were in 1st group, 16 in the 2nd group, and 15 were in 3rd group. The success rate in the TheraCal, ProRoot MTA and Dycal groups were 81.3% , 93.8% 73.3%, respectively. Statistical analyses of these success rates did not reveal any significant difference between the groups (P = 0.311).

Conclusions: In this clinical study, outcome success rate of 81.3% indicates that direct pulp capping may be a reliable treatment for pulp exposure in adult teeth by using the new material. no significant difference were recorded in the clinical outcomes of direct pulp capping using the experimental materials.

Keywords :Calcium Hydroxide, TheraCal (Resin Modified Calcium Silicates) ،MTA (Mineral Trioxide Aggregate, Direct Pulp Capping.

* Associate Professor Department of Operative Dentistry & Endodontics Faculty of Dentistry - Damascus University

** Associate Professor Department of Operative Dentistry & Endodontics Vice Dean / Scientific affairs Faculty of Dentistry - Syrian Private University

المقدمة:

طرأت في العقود الأخيرة تغيرات مهمة على صعيد الصحة الفموية بهدف المحافظة على الأسنان إلى أبعد الحدود؛ إذ يمكن أن تحدث انكشافات لبية نقطية لأسباب مختلفة، كتجريف النخور العميقة، أو الكسور، أو لأسباب ميكانيكية؛ عندئذٍ تجرى التغطية اللبية للحفاظ على حيوية اللب السني ونشاطه الحيوي والوظيفي، اذ تحثُّ المادةُ المغطية الخلايا اللبية على تشكيل الأنسجة الصلبة.

استخدمت العديد من مواد التغطية اللبية مثل ماءات الكالسيوم Calcium Hydroxide (CH) ذاتية وضوئية التصلب، وأكسيد الزنك والأوجينول، وإسمنت البولي كربوكسيلات، والمواد الرابطة، والإسمنت الزجاجي الشاردي والمعدل بالراتنج، ومادة ثلاثي الأكاسيد المعدنية (MTA) Mineral Trioxide Aggregate، ومادة Biodentine، وذلك بهدف تأمين ختم جيد للب السني وعزله عن الحفرة الفموية[1].

بقيت ماءات الكالسيوم المادة المختارة للتغطية اللبية عقوداً طويلة، وعُدَّت المعيار الذهبي "Gold Standard"؛ حيث تتمتع بخواص مضادة للجراثيم، كما حققت معدلات نجاح عالية على مستوى التغطيات اللبية من خلال قدرتها على تحفيز تشكل الجسر العاجي؛ ولكن من سلبيات ماءات الكالسيوم ذاتية التصليب قابلية انحلالها وعدم الختم المحكم[2]؛ إذ انّ انحلال مادة التغطية سيؤدي إلى نشوء فراغ بين المادة المرممة والأنسجة السنية، ما يؤدي الى حدوث الحساسية السنية التالية للترميم، والتسرب الحفافي المجهري، واخفاق الترميم لاحقاً [3،4].

تعد مواد ماءات الكالسيوم الأكثر شيوعاً اذ تحرر الهيدروكسيل Hydroxyl (OH) وشوارد الكالسيوم(Ca)[5]. وقدمت أول مرة عام 1921 من قبل Hermann، إذ من المفترض أن تؤدي إلى تمايز خلايا ضمن اللب إلى خلايا مصورة للعاج Odontoblasts التي تشكل بدورها جسراً عاجياً صلباً [6]. يمكن ألا يعود تشكل العاج المرمم استجابة لماءات الكالسيوم إلى قدرة المادة على التحريض الحيوي Bioinductive Capacity، ولكن يعزا إلى الآلية الدفاعية للنسيج اللبي نتيجة الطبيعة المهيجة لماءات الكالسيوم[7]، فدرجة القلوية (PH 9–11) تحثُّ على تشكل العاج المرمم عندما تكون على تماس مباشر مع اللب وتم توثيق تأثيرها السمي للخلايا اللبية[8]. ويمكن لماءات الكالسيوم أن تضعف ارتباط المادة المرممة بالعاج[9]، حيث تكون قابلة للانحلال بشكل كبير في السوائل الفموية سواء الناتجة عن التسرب الحفافي المجهري أو السوائل الموجودة ضمن القنيات العاجية أو اللب[2،3]؛ وتعد قابلية المادة المبطنة للختم من أهم العوامل الحاسمة في نجاح التغطية اللبية[1].

قُدِّم مركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA أول مرة من قبل Torabinejad عام 1993، وهي مادة نشطة حيوياً Bioactive ومتقبلة حيوياً حاوية على إسمنت سيليكات الكالسيوم ذاتي التصلب، وأثبتت فعاليتها في التغطية اللبية، وعُدَّت مادة مرجعية ومثالية في التطبيقات السريرية[10،11]، والتي بدورها تساعد على تمايز الخلايا اللبية وتشكل الجسر العاجي، كما تحقق استمرارية الختم المحكم [12]. ولكن يؤخذ عليها قابليتها للانحلال نتيجة زمن التصلب الطويل الذي يمكن أن يجعلها على تماس مع الرطوبة الموجودة في الأنسجة المجاورة[6]، وقد يضطر الممارس بسبب زمن التصلب الطويل الذي يصل إلى ساعتين و45 دقيقة إلى تجزئة العمل إلى مرحلتين أو تطبيق مادة مبطنة سريعة التصلب كالإسمنت الزجاجي الشاردي أو المعدل بالراتنج لحمايتها، وتتطلب أيضاً كلفة مادية عالية[1].

اهتمت العديد من البحوث بتطوير الخواص الميكانيكية لماءات الكالسيوم، اذ قدَّمت شركة Bisco مادة TheraCal LC المكونة من ماءات الكالسيوم ذات التصلب الضوئي

المعدلة بالراتنج والمضاف إليها جزيئات من مادة سيليكات الكالسيوم، التي تستطب للاستخدام في التغطية اللبية المباشرة وغير المباشرة، فضلاً عن إمكانية استخدامها كمادة مبطنة أو حشوة قاعدية تحت ترميمات الأملغم أو الكومبوزيت أو المواد المرممة الأخرى [2،13]. إذ تستخدم هذه المادة كبديل عن ماءات الكالسيوم والإسمنت الزجاجي الشاردي والمعدل بالراتنج بالإضافة الى مادة الـ IRM وإسمنت أوكسيد الزنك والأوجينول. وتتركب هذه المادة بشكل أساسي من جزيئات سيليكات الكالسيوم الثلاثية ضمن قالب من الراتنج المحب للماء، مّما يجعلها قادرة على تحرير الكالسيوم، ومن ثمّ تحرض على تشكيل الجسر العاجي، فضلاً عن أن قلويتها العالية تسهل من حدوث الشفاء وتشكل الأباتيت، كما أنّ تحرير الكالسيوم بكثرة يساعد في الختم الوقائي[2،13]. وتعدّ هذه المادة حسب الشركة المصنعة مادة تغطية وقائية لحماية اللب السني، ذات خصائص فيزيائية جيدة، ترتبط ارتباطاً جيداً مع الأنسجة السنية لتحملها للرطوبة وقابلية الانحلال المنخفضة، وظلاليتها الشعاعية.

إن مادة (TheraCal, Bisco Inc, USA) كمادة مبطنة جديدة ضوئية التصلب حاوية على سيليكات الكالسيوم ومعدلة بالراتنج، التي تطبق قبل التخريش والمادة الرابطة تحت الترميمات النهائية، وهي مادة متقبلة حيوياً من قبل الخلايا المصورة للعاج وتؤمن ختماً جيداً [14]؛ تدعى مادة سيليكات الكالسيوم المعدلة بالراتنج Resin Modified Calcium Silicates (RMCS) التي تحث على تشكيل بلورات هيدروكسي الأباتيت ومن ثمّ تشكيل العاج الثالثي؛ وتستخدم في التغطية اللبية المباشرة سواء كان سبب الانكشاف ميكانيكياً أم آفة عميقة أم كسراً، فضلاً عن التغطية غير المباشرة [2].

أشار Gandolfi إلى تشكل بلورات الأباتيت نتيجة استخدام مادة TheraCal LC كما في مادتي ProRoot MTA وDycal [13]، كما أجرى دراسة بالعام نفسه عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمادة TheraCal من حيث تحرر شوارد الكالسيوم، وعمق التصلب، والانحلالية، وامتصاص الماء والظلالية ،بالمقارنة بمادتي (ProRoot MTA, Dycal)، وتوصل من خلال نتائجه إلى أنّها تحرر شوارد الكالسيوم أكثر، وأنّ عمق التصلب جيد يجنبها الانحلال (1.7 mm)، وذات قابلية انحلال وامتصاص للماء أقل من مادتي (ProRoot MTA, Dycal) [14].

هدفت دراسة Poggio عام 2014 إلى مقارنة مواد عدّة مبطنة، وهي ,(Calcicur,Voco) ,(Dycal, Dentsply) (MTA, (Calcimol LC,Voco), (TheraCal LC, Bisco), (Biodentine, Septodont) ,(Angelus من حيث السمية والخاصية المضادة للجراثيم، وأفضت النتائج إلى أنّ مواد MTA ذات سمية خلوية أقل، وذات خواص مضادة للجراثيم ، في حين أبدت مواد ماءات الكالسيوم سمية خلوية أكبر، وخواص مضادة للجراثيم أكثر [15].

وأجرى Farsi بحثاً على الأسنان الدائمة الفتية، اذ أجريت التغطية اللبية المباشرة لدى انكشاف اللب بعد تجريف النخر ،وطبق مادة (ProRoot, Dentsply) MTA، وروقبت الحالات مدة 24 شهراً، فكانت نسبة النجاح 93% مع استمرار نمو الجذور[11]. وتوصل Mente في دراسته التي قارن فيها بين مادتي (ProRoot MTA) و(Hypocal,SN) وراقب الحالات مدة راوحت بين 12−80 شهراً، إلى أفضلية مادة (ProRoot MTA)[16]. كما أجري بحث عن مواد ماءات الكالسيوم ضوئية التصلب نظراً الى سهولة تطبيقها وخواصها الفيزيائية الجيدة، اذ طبقت مادة (VLC Dycal, Dentsply, USA) في التغطية اللبية المباشرة على أسنان

الحيوانات، ولوحظ تشكل الجسر العاجي في بعض الحالات[17].

الهدف من البحث:

هدفت هذه الدراسة إلى التقييم السريري والشعاعي لفعالية مادة (TheraCal LC, Bisco, USA)، ومقارنتها بمادتي (Dycal, Dentsply)،MTA (ProRoot, Dentsply ,USA) كمادة مغطية للب في الأسنان الدائمة مكتملة الذرا، وروقبت الحالات خلال مدة 3 أشهر، 6 أشهر، 15 شهراً.

مواد البحث وطرائقه:

شملت العينة 51 سناً دائمة غير متموتة اللب، مكتملة الذرا، وغير عرضية، تعرضت لانكشاف نقطي خلال عملية تجريف الآفة النخرية، عند 45 مريضاً راوحت أعمارهم بين 15 و 30 عاماً (بمعدل 24 عاماً)، ويتمتعون بصحة جيدة؛ وهم من مراجعي قسم المداواة في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق. شخصت الحالة شعاعياً وسريرياً. بقي منهم 40 مريضاً (47 سناً) حتى المراقبة الأخيرة، حيث توزعت العينة إلى ثلاث مجموعات كالآتي:

المجموعة الأولى (n=16): طبقت المادة المغطية TheraCal. المجموعة الثانية (n=16): طبقت المادة المغطية MTA. المجموعة الثالثة (n=15): طبقت المادة المغطية Dycal، الشكل رقم 1. ويبيّن الجدول رقم 1 تركيب المواد المستخدمة في البحث.

<u>طريقة العمل السريري:</u> بعد الحصول على الموافقة الخطية من المريض، أجري الفحص السريري للسن وكذلك اختبار البرودة بواسطة كلور الايتيل (ENDO–ice, Maquira) واختبار القرع Percussion للتأكد من حيوية السن وعدم وجود أية أعراض، والتأكد من عدم وجود أي مظاهر حول ذروية بوساطة الصور الشعاعية (Endo Ray, Kerr)[16]. خدّر المريض (Septanest, 1 mL, Septodont, France) وطبّق الحاجز المطاطي، ثم جُرِّف النخر بشكل كامل باستخدام المجارف اليدوية لإزالة الطبقات العميقة من النخر العاجي، ولدى حدوث الانكشاف النقطي (أقل من 1ملم) يتم السيطرة على النزف البسيط بتطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 2.5% لإيقاف النزف وتطهير المنطقة وإزالة البقايا العاجية [11].

طُبقت في المجموعة الأولى المادة المبطنة (Theracal, Bisco)، بطبقات لا تتجاوز ثخانتها 1ملم[18]، على العاج الرطب وتحيط بالانكشاف لمسافة 2 ملم وبعيدة عن الميناء، وصُلِّب ضوئياً مدة 20 ثانية حسب تعليمات الشركة المنتجة.

وطُبقت في المجموعة الثانية مادة MTA (ProRoot, Dentsply,USA) وفق تعليمات الشركة المنتجة حيث يمزج المسحوق بمحلول السالين المعقم بنسبة 3:1، ثم توضع قطنة مبللة لتأمين التصلب المناسب للمادة.

وطُبقت في المجموعة الثالثة مادة (Dycal, Dentsply) بعد مزج كميتين متساويتين حسب تعليمات الشركة المنتجة بواسطة أداة تطبيق ماءات الكالسيوم، وهي مادة ذاتية التصلب (2.5-3.5 دقيقة) ظليلة على الأشعة ودرجة قلويتها (PH 9–11)، وتتألف من معجونين الأول الأساس والثاني المسرع.

رُمِّم السن بالإسمنت الزجاجي الشاردي (KavitanPlus,SpofaDental)، الشكل(2)، ثم بالكومبوزيت (Tetric N-Ceram, Ivoclar–Vivadent) مع المادة الرابطة Tetric N–Bond وحمض الفوسفور للشركة نفسها، الشكل3، وفي حال عدم انكشاف اللب يرمم السن ويستبعد من العينة. وتمت المراقبة السريرية والشعاعية خلال مدد 3، 6، 15 شهراً. وتبيّن الأشكال ذات الأرقام 4و5و6 مراحل العمل والمتابعة.

عُدَّت الحالة ناجحة عند إيجابية اختبار البرودة بكلور الإيتيل وسلبية اختبار القرع، وعدم وجود أعراض في السن

أو مظاهر مرضية على الصورة الشعاعية كالامتصاص الداخلي أو فقد في الوظيفة؛ كما عُدَّت الحالة مخفقة إذا لوحظ واحد أو أكثر من الموجودات السريرية مثل إيجابية اختبار القرع أو العض، ألم أو عدم راحة Discomfort بالنسبة الى السن الذي أجريت عليها التغطية، وجود ناسور، سلبية اختبار البرودة، وجود علامات شعاعية لالتهاب الأنسجة حول الذروية Apical Periodontitis، أو امتصاص داخلي [16] ، الأشكال 7-10.

التحليل الإحصائي:

استخدم اختبار Chi Square لدراسة النتائج إحصائياً ومعرفة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة أو إخفاقها بين المجموعات الثلاث في عينة البحث بواسطة برنامج SPSS إصدار رقم 16 وبمستوى دلالة 0.05%.

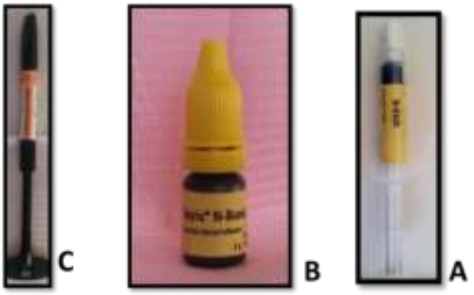
الجدول (1): المواد المستخدمة في البحث ومواصفاتها [19].

المادة	التركيب	الشركة المصنعة
TheraCal LC	Lightcuring resin-modified calcium-silicate-filled single Paste: containing calcium oxide, calcium silicate particles (type III Portland cement), strontium glass, fumed silica,barium sulphate, barium zirconate and resin consisting of Bis-GMA and polyethylene glycol dimethacrylate, (Tricalcium silicate particles in a hydrophilic monomer).	Bisco,USA
White MTA ProRoot,	**Powder**: Tricalcium silicate ،Bismuth oxide ،Dicalcium silicate ، Tricalcium aluminate ،Calcium sulfate dihydrate or Gypsum. **Liquid**: H2O.	Dentsply,USA
Dycal	**Base Paste**: 1,3-butylene glycol disalicylate, zinc oxide, calcium phosphate, calcium tungstate, iron oxide pigments Catalyst paste: calcium hydroxide, N-ethyl-o/p-toluene sulphonamide, zinc oxide, titanium oxide, zinc stearate, iron oxide pigments.	Dentsply,USA.
Tetric N-Ceram Nanohybrid	**The filler**: Barium glass, ytterbium trifluoride, mixed oxide, silicon dioxide 63.5% by weight. Prepolymers 17%. **The resin matrix**: Urethane dimethacrylate, Bis-GMA 16.8%, Ethoxylated Bis-EMA 3.8%.	Ivoclar vivadent, Schaan, Liechtenstein
Tetric N-Bond	Bis-GMA, urethane dimethacrylate, dimethacrylate, hydroxyethyl methacrylate, phosphonic acid acrylate, 80 %wt. Nano-fillers (SiO2). Ethanol.	Ivoclar vivadent, Liechtenstein
N Etch	Phosphoric acid 37%	Ivoclar vivadent,

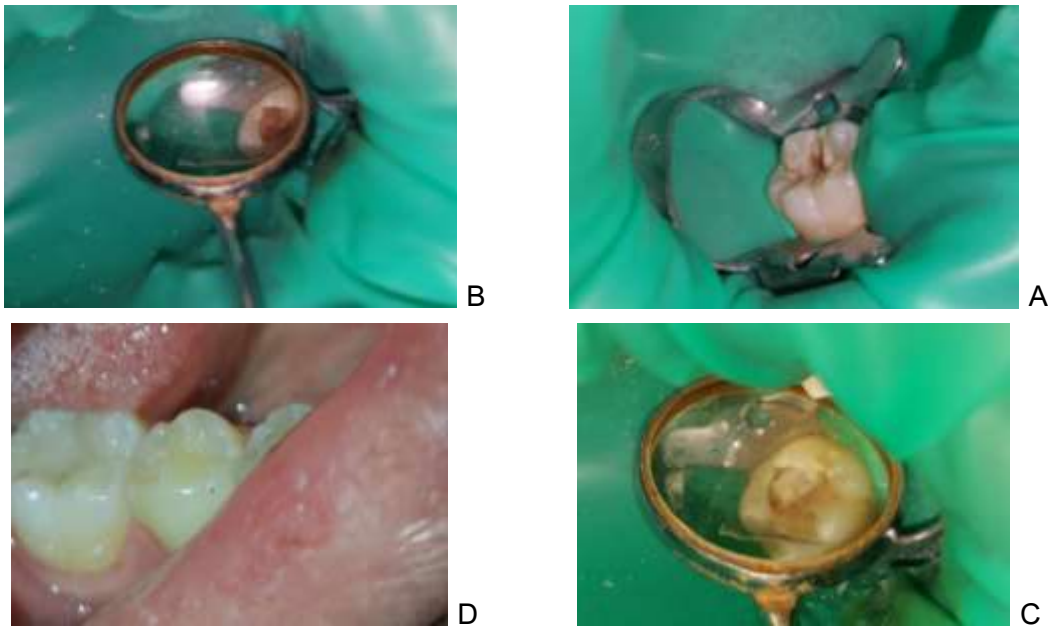
Information provided by the manufacturers.

الشكل (1): المواد المبطنة المستخدمة في البحث.

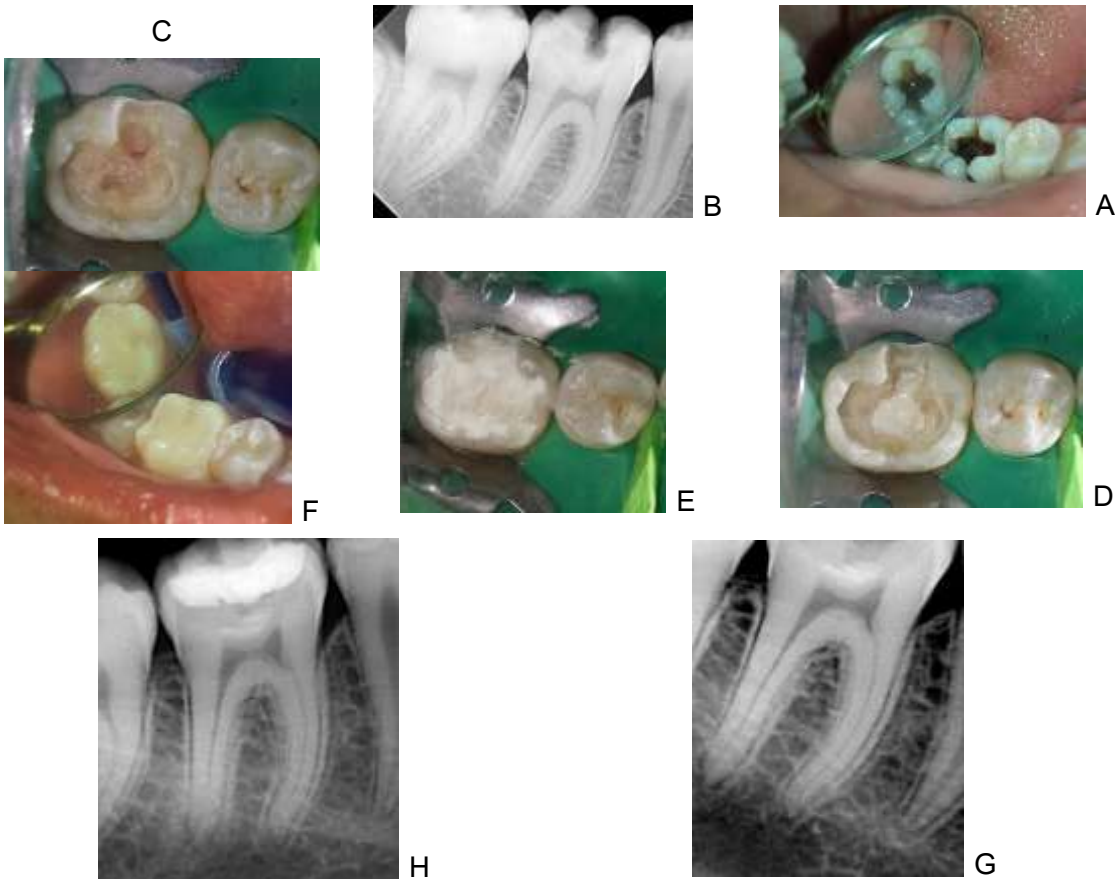
الشكل (2): الإسمنت الزجاجي الشاردي.



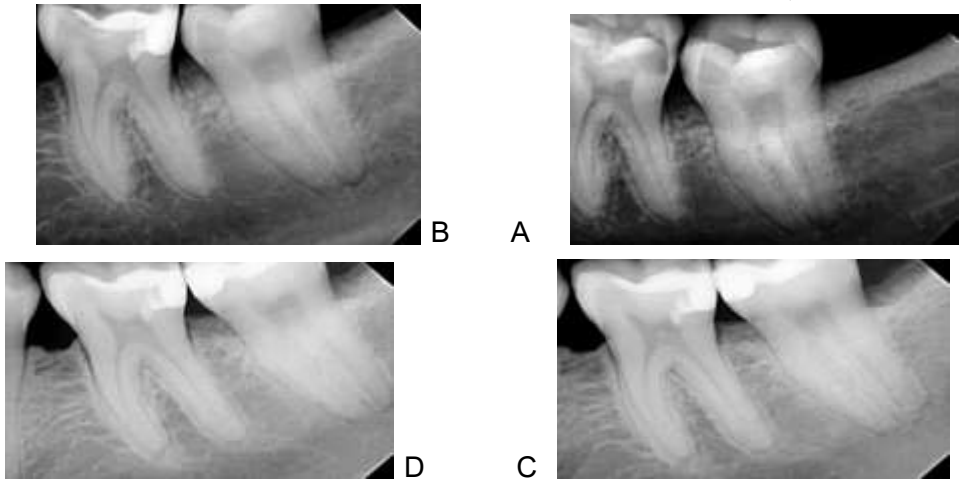
الشكل (3): A.الحمض المخرش. B.المادة الرابطة. C.الكمبوزت.



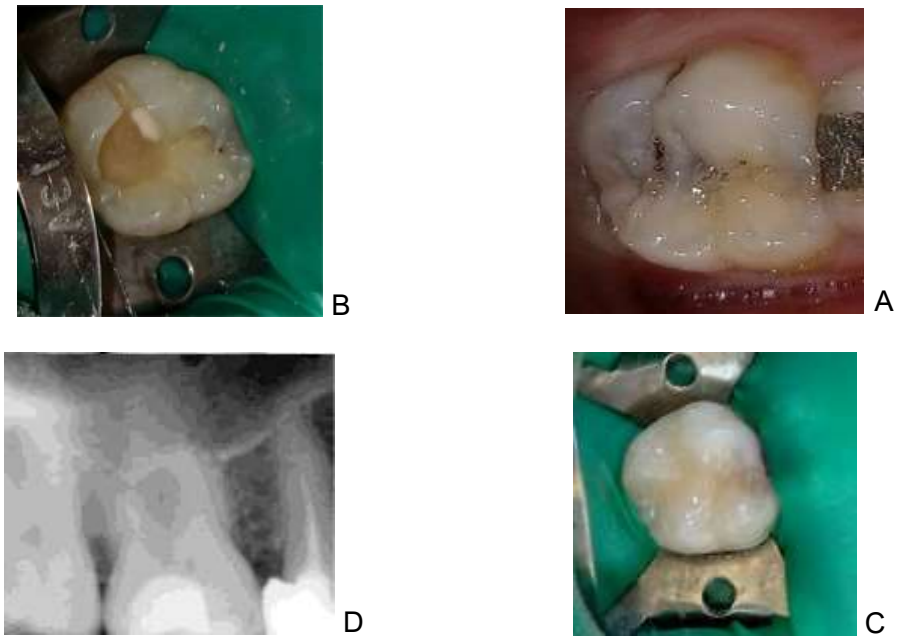
الشكل(4): خطوات العمل السريري؛ A.يوضّح النخر سريرياً على رحى أولى سفلية. B.الانكشاف النقطي بعد تجريف النخر. C.تطبيق المادة المبطنة Theracal. D.الحالة بعد الترميم النهائي.



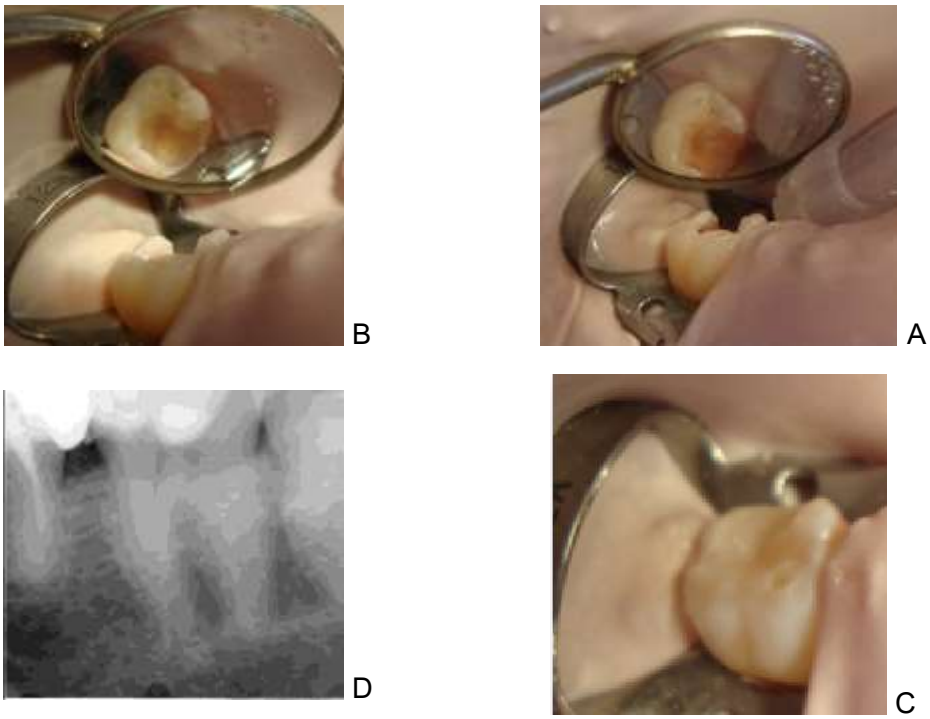
الشكل(5): حالة تغطية لبية ناجحة طبقت فيها مادة Theracal؛ A.يبدو النخر العميق سريرياً على رحى أولى سفلية. B.تشخيص الآفة شعاعياً. C.يبدو الانكشاف النقطي بعد التجريف الكامل للنخر. D.تطبيق المادة المبطنة. E.تطبيق الإسمنت الزجاجي الشاردي.F.تبدو الحالة بعد تطبيق الترميم النهائي. G.الصورة الشعاعية بعد الترميم مباشرة. H.الصورة الشعاعية بعد المتابعة ويلاحظ نجاح الحالة.



الشكل (6): المتابعة الشعاعية لإحدى الحالات التي طبقت فيها مادة Theracal A.الصورة الشعاعية التشخيصية لحالة التغطية على رحى أولى سفلية. B. تبدو الحالة بعد التغطية مباشرة. C و D بعد المتابعة ويلاحظ نجاح الحالة.



الشكل(7): حالة تغطية لبية ناجحة طبقت فيها مادة Theracal؛ A.يبدو النخر سريرياً على رحى أولى علوية. B. تغطية الانكشاف النقطي بالمادة المغطية. C. الحالة بعد تطبيق الترميم النهائي. D.الصورة الشعاعية بعد المتابعة ويلاحظ نجاح الحالة.



الشكل(8): حالة تغطية لبية ناجحة طبقت فيها مادة Dycal؛ A. يبدو الانكشاف النقطي بعد التجريف الكامل للنخر على رحى أولى سفلية. B. تغطية الانكشاف النقطي بالمادة المغطية. C. الحالة بعد تطبيق الترميم النهائي. D.الصورة الشعاعية بعد المتابعة ويلاحظ نجاح الحالة.

B

A

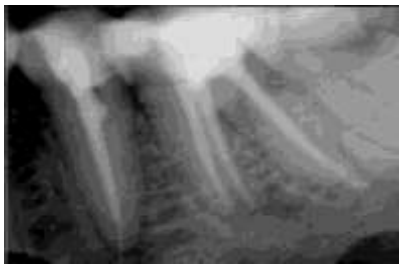
D

C

الشكل(9): حالة تغطية لبية غير ناجحة طبقت فيها مادة MTA؛ A.يبدو النخر سريرياً على ضاحكة ثانية سفلية. B. تغطية الانكشاف النقطي. C. الحالة بعد تطبيق الترميم النهائي. D.الصورة الشعاعية بعد المتابعة ويلاحظ توسع المسافة الرباطية واخفاق الحالة.

B

A


D

C

الشكل(10): حالة تغطية لبية غير ناجحة طبقت فيها مادتي Theracal وDycal ؛ A.الحالة سريرياً على ضاحكة ثانية ورحى أولى سفلية ويلاحظ الانكشاف النقطي. B. تغطية الانكشاف النقطي في الضاحكة بمادة Dycal والرحى بمادة Theracal. C. الحالة بعد تطبيق الترميم النهائي. D.الصورة الشعاعية وتلاحظ المعالجة اللبية بعد حدوث التهاب اللب واخفاق الحالة.

النتائج :

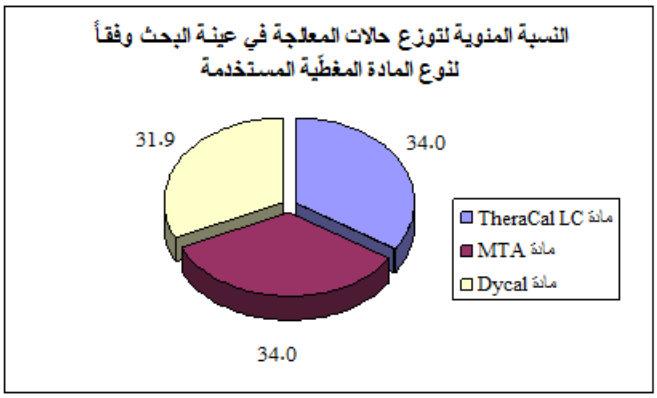
كانت عينة البحث مؤلفةً من 51 سناً دائمة غير متموّتة اللبّ ومكتملة الذرا وغير عرضية، لدى 44 مريضاً راوحت أعمارهم بين 15 و30 عاماً. قُسِّمت الأسنان المُعالجة في عينة البحث إلى ثلاث مجموعات رئيسة متساوية وفقاً لنوع المادة المغطّية (مادة TheraCal LC، مادة MTA، مادة Dycal). واستغني عن نتائج مراقبة 4 حالات معالجة لدى 4 مرضى بسبب عدم متابعة هؤلاء المرضى في خلال مدد المراقبة جميعها، فأصبحت عينة البحث مؤلفةً من 47 سناً دائمة لدى 40 مريضاً، وكان توزع الأسنان في عينة البحث كما في المخطط رقم 1، ويبيّن الجدول رقم (2) توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع السن المُعالَجة(ضواحك / أرحاء) ونوع المادة المغطّية.

نتائج نجاح المعالجة أو اخفاقها في عينة البحث وفقاً لنوع المادة المغطّية:

بلغت نسبة النجاح في المجموعة التي طُبِّقت فيها مادة TheraCal LC 81.3%، وفي مجموعة مادة MTA 93.8%، وفي مجموعة مادة Dycal 73.3%، كما في الجدول رقم 3.

دراسة تأثير نوع المادة المغطّية في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها في عينة البحث:

تم إجراء اختبار Chi Square لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal) في عينة البحث؛ ويُلاحظ في الجدول رقم 4 أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعات مواد التغطية (TheraCal LC، MTA، Dycal).



المخطط (1): يمثّل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع المادة المغطّية.

الجدول (2): يبين توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع السن المُعالَجة (ضواحك / أرحاء) ونوع المادة المغطّية.

نوع المادة المغطّية	عدد الأسنان			النسبة المئوية		
	ضواحك	أرحاء	المجموع	ضواحك	أرحاء	المجموع
مادة TheraCal LC	4	12	16	25.0	75.0	100
مادة MTA	4	12	16	25.0	75.0	100
مادة Dycal	4	11	15	26.7	73.3	100
عينة البحث كاملةً	12	35	47	25.5	74.5	100

الجدول (3): يبين نتائج نجاح المعالجة أو اخفاقها في عينة البحث وفقاً لنوع المادة المغطّية.

نوع المادة المغطّية	عدد الأسنان			النسبة المئوية		
	اخفاقالمعالجة	نجاح المعالجة	المجموع	اخفاق المعالجة	نجاح المعالجة	المجموع
مادة TheraCal LC	3	13	16	18.8	81.3	100
مادة MTA	1	15	16	6.3	93.8	100
مادة Dycal	4	11	15	26.7	73.3	100
عينة البحث كاملةً	8	39	47	17.0	83.0	100

الجدول (4): يبين نتائج اختبار Chi Square لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal).

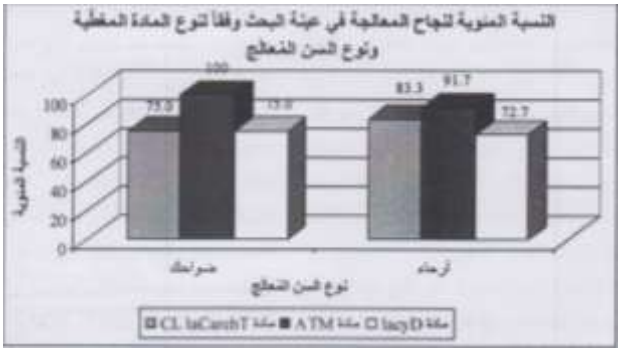
المتغيران المدروسان = نجاح المعالجة أو اخفاقها× نوع المادة المغطّية				
عدد الأسنان	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
47	2.336	2	0.311	لا توجد فروق دالة

دراسة تأثير نوع المادة المغطّية في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها في عينة البحث وفقاً لنوع السن:

يوضح المخطط (2) النسبة المئوية لنجاح المعالجة في عينة البحث وفقاً لنوع المادة المغطّية (TheraCal LC، MTA، Dycal)، ونوع السن المُعالَجة (ضواحك وأرحاء). وقد أجري اختبار Chi Square لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal) وفقاً لنوع السن المُعالَجة. ويُلاحظ في الجدول رقم 5 أنّه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة وفشلها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal) مهما كان نوع السن المُعالَج في عينة البحث.

دراسة تأثير نوع المادة المغطّية في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها في عينة البحث وفقاً لصنف التحضير:

يظهر الجدول رقم 6 نتائج نجاح المعالجة أو اخفاقها في عينة البحث وفقاً لصنف التحضير (أول أو ثان) ونوع المادة المغطّية (TheraCal LC، MTA، Dycal). وقد أجري اختبار Chi Square لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal) وفقاً لصنف التحضير. ويُلاحظ في الجدول رقم 7 أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal) مهما كان صنف التحضير في عينة البحث.



المخطط (2): يمثّل النسبة المئوية لنجاح المعالجة في عينة البحث وفقاً لنوع المادة المغطّية ونوع السن المُعالَجة.

الجدول (5): يبيّن نتائج اختبار Chi Square لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal) وفقاً لنوع السن المُعالَجة.

المتغيران المدروسان = نجاح المعالجة وفشلها × نوع المادة المغطّية					
نوع السن المُعالَج	عدد الأسنان	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
ضواحك	12	1.200	2	0.549	لا توجد فروق دالة
أرحاء	35	1.452	2	0.484	لا توجد فروق دالة

الجدول (6): يبيّن نتائج نجاح المعالجة أو اخفاقها في عينة البحث وفقاً لصنف التحضير ونوع المادة المغطّية.

نوع المادة المغطّية	صنف التحضير	عدد الأسنان			النسبة المئوية		
		اخفاق المعالجة	نجاح المعالجة	المجموع	اخفاقالمعالجة	نجاح المعالجة	المجموع
مادة TheraCal LC	صنف أول	1	6	7	14.3	85.7	100
	صنف ثان	2	7	9	22.2	77.8	100
مادة MTA	صنف أول	0	5	5	0	100	100
	صنف ثان	1	10	11	9.1	90.9	100
مادة Dycal	صنف أول	2	4	6	33.3	66.7	100
	صنف ثان	2	7	9	22.2	77.8	100

الجدول (7): يبيّن نتائج اختبار Chi Square لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نجاح المعالجة أو اخفاقها بين مجموعات مواد التغطية اللبية (TheraCal LC، MTA، Dycal) وفقاً لصنف التحضير.

المتغيران المدروسان = نجاح المعالجة وفشلها × نوع المادة المغطّية					
صنف التحضير	عدد الأسنان	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
ذكر	18	2.229	2	0.328	لا توجد فروق دالة
أنثى	29	0.825	2	0.662	لا توجد فروق دالة

المناقشة:

تُعَدُّ المحافظة على حيوية اللب أحد أهداف المداواة الترميمية، ومن ثمّ التقليل من الحاجة لإجراء المعالجة اللبية؛ ومن الطرائق المستخدمة لتحقيق هذا الهدف التغطية اللبية من خلال تطبيق مواد ذات تقبل حيوي ومحفزة حيوياً على اللب المكشوف للحفاظ على حيويته وحثّه على تشكيل الجسر العاجي[20،21]، ومن الصفات الأساسية لهذه المواد تلاؤمها الحيوي لأنّها ستكون على تماس مباشر مع اللب

خلال مدد طويلة؛ إذ ينجز إجراء التغطية اللبية المباشرة للمحافظة على حيوية اللب المكشوف وفعاليته الحيوية والوظيفية؛ ويهدف تطبيق مواد التغطية بشكل أساسي الى حثّ الخلايا اللبية لتشكيل الجسر العاجي[4].

يعتمد نجاح التغطية اللبية المباشرة على عوامل عدّة كعمر المريض، وحجم الانكشاف، وإمكانية السيطرة على النزف قبل تطبيق مادة التغطية، حيث يتم ذلك بمحلول السالين أو هيبوكلوريت الصوديوم بتراكيز بين 0.12 % و5.25 % أو فوق أكسيد الهيدروجين، وتزداد نسب النجاح إذا كان الانكشاف ناجماً عن التحضير، كما يزيد تطبيق المواد التي تؤمن ختماً محكماً من فرص شفاء اللب[1،22]، وتتعلق التغطية اللبية المباشرة بحالة المضيف والمواد المستعملة في التغطية، والشخص الذي يطبق المادة، وكذلك حالة اللب الأولية عند التغطية من حيث غياب التلوث الجرثومي، والالتزام الكامل بتطبيق مراحل العمل كلّها[23].

كان المرضى جميعهم في عينة هذا البحث أصحاء وتحت الثلاثين من العمر، اذ وُجِدَ أن معدل نجاح التغطية المباشرة أعلى عند المرضى الذين تقل أعمارهم عن 40 عاماً[24]، كما كانت الأسنان كلّها مكتملة الذرا نظراً الى وجود فرق في معدل النجاح بين الأسنان مكتملة وغير مكتملة الذرا [25]. وأجريت حالات التغطية جميعها بسبب انكشاف اللب بعد تجريف النخر، لأنّ بعض الدراسات السريرية ومنها دراسة Al–Hiyasat عام 2006 سجّلت فروقاً في معدل النجاح عند مقارنة حالات الانكشاف بعد تجريف النخر والانكشاف لأسباب ميكانيكية [26].

اعتمدت الدراسة الحالية على تطبيق الحاجز المطاطي خلال الأعمال المنجزة كلّها، واستعمال الأدوات المعقمة خلال المعالجة، فضلاً عن الإرواء بشكل لطيف لقطع النزف من اللب السني؛ فالتلوث الجرثومي يكاد يكون العامل الأهم في التغطية اللبية، ولذلك نصح De Rossi بهذا الإجراء بشدة، لما له من قدرة على حماية السن من التلوث الجرثومي [23]. واستعمل في الدراسة الحالية سائل الغسل NaOCl بتركيز 2.5%، وذلك لأنّ دراسة Hulsmann نصحت باستعمال التراكيز الخفيفة إذ عُدَّ تركيز 5.25% من NaOCl ساماً [27]. كما أنجزت الحالات السريرية جميعها بجلسة واحدة لتفادي حدوث التسرب الحفافي الذي يمكن أن يؤثر في نتائج الدراسة، إذ لوحظ أن الحشوات المؤقتة بأنواعها كلّها لا تتمكن من منع التسرب الحفافي [28]، ونظراَ الى أن MTA تحتاج الى وقت أطول لتتصلب بشكل تام غُطيَّت بطبقة من الإسمنت الزجاجي الشاردي[29].

بلغت نسبة النجاح في المجموعة التي طُبِّقت فيها مادة ماءات الكالسيوم Dycal 73.3%؛ إذ تقوم المادة من خلال خواصها المضادة للجراثيم بالتقليل أو التخلص من أي تلوث جرثومي يمكن أن يصيب اللب السني، ويُعتقد أن درجة القلوية المرتفعة لماءات الكالسيوم تسبب تخريشاً للب مما يحثّ على تشكل العاج المرمم بآلية "الجزيئات النشطة حيوياً Bioactive Molecules"، إذ تتدخل مجموعة من البروتينات ضمن قالب العاج في أثناء عملية تشكله Dentinogenesis، اذ لوحظ أهمية وجود البروتين المشكل للعظم Bone Morphogenic Protein (BMP) وأحد عوامل النمو-TBF) Transforming Growth Factor–Beta One (β1، اللذان يؤديان دوراً مهماً في عملية ترميم اللب وشفائه، ومن المعروف أنّ ماءات الكالسيوم تعمل على إذابة هذه البروتينات من العاج مّما يؤدي الى تحرّر الجزيئات النشطة حيوياً لتؤدي دور الوسيط في شفاء اللب في أثناء إجراء التغطيات اللبية، كما أنّ تحرر كميات كبيرة من شوارد الكالسيوم يُفعِّل الأدينوزين ثلاثي الفوسفات الذي يسهم في عملية التمعدن، فضلاَ عن أنّ وجود شوارد الكالسيوم ضروري لتمايز الخلايا اللبية وتمعدنها وتشكل الخلايا المصورة للعاج البديلة Odontoblastic Cells

الضرورية لتشكيل بلورات الجسر العاجي [1،22]. وجاءت هذه النتيجة منسجمة مع دراسة Matsuo التي وجدت أن معدل نجاح التغطية بماءات الكالسيوم كان بحدود 80 % في الألباب المكشوفة بسبب النخر [30].

في حين كان معدل النجاح في مجموعة الأسنان التي غُطيَّت بمادة MTA (Mineral Trioxide Aggregate) 93.8%، إذ يتفاعل في مادة MTA أكسيد الكالسيوم مع الماء والسوائل الخلالية وينتج ماءات الكالسيوم [31]، وعليه فإن المركب النهائي الناتج وهو ماءات الكالسيوم يتمتع بقلوية عالية قادرة على تحفيز الخلايا الصانعة للعاج في المعقد اللبي العاجي لتنتج عاجاً جديداً يسهم في بناء الجسر العاجي الذي سيعمل على ختم الانكشاف اللبي الموجود؛ كما لوحظ عند استخدامها زيادة في نشاط الفوسفاتاز القلوية التي تسهم في ترسب العقد التمعدنية ومن ثمّ تمايز الخلايا طليعة العاج عند تماسها مع اللب[23]. توافقت هذه النتيجة مع دراسة كل من Farsi عام 2006 و Song عام 2015 وMarques عام 2015 الذين وجدوا أن معدل نجاح التغطية بمادة MTA تجاوز 90% [25،32،11].

بلغت نسبة النجاح في الأسنان التي غُطيِّت بمادة TheraCal LC 81.3%، إذ تعمل مادة سيليكات الكالسيوم المعدلة بالراتنج القلوية بالآلية الكيميائية ذاتها لمركب ثلاثي الأكاسيد المعدنية MTA، حيث تؤمن الوسط القلوي PH 10– 11 المناسب لشفاء اللب ليعتدل الوسط بعد أسابيع عدة [2،14]؛ كما أنّ التحرر السريع لشوارد الكالسيوم من هذه المواد يساعد في الشفاء السريع بالمقارنة بمواد ماءات الكالسيوم ذات التصلب الضوئي التقليدية مع تموت لبي أقل [33].

يتأثر نجاح التغطية اللبية بتوفر شوارد الكالسيوم، فالقدرة على تحرير شوارد الهيدروكسيد والكالسيوم هي مفتاح نجاح التغطية؛ اذ اقتُرِح أن مادتي MTA وسيليكات الكالسيوم Tricalcium Silicate تحرر عدداً كبيراً من هذه الشوارد خلال تفاعلها التصلبي، مّما يسمح بتمايز الخلايا اللبية ويعزّز إمكانية تشكل النسيج المتكلس [34].

لوحظ في هذه الدراسة أن المواد المدروسة جميعهاحققت نجاحاً سريرياً تجاوزت نسبته 70% ويمكن عدُّها مناسبة للتغطية اللبية [20،35،36]، مع العلم أنّ نسبة النجاح العليا كانت في مجموعة MTA، تلتها مجموعة TheraCal، ومن ثم مجموعة Dycal لكن دون فروق ذات دلالة إحصائية؛ إذ انّ كلتا المادتين MTA , CH تمتلكان قلوية عالية بين 10-12 [10]، لكن درجة الحموضة PH الـ CH تنخفض بسرعة مقارنة بالـ MTA، ومن ثمّ فإنّ العاج وهيدروكسي الأباتيت وBovine Serum تمنع النشاط المضاد للجراثيم بالنسبة الى CH [14]، على النقيض فإن مادة الـ MTA تحتفظ بقلوية عالية مدة طويلة مّما يسهم في الحفاظ على خواصها المذكورة رغم تشكل العاج عند تماسها مع اللب [23]. وانسجمت النتيجة مع دراسة Hilton عام 2013 الذي لاحظ أنّ نسبة النجاح كانت أعلى (80.3 %) لدى تطبيق MTA و(68.5%) لدى تطبيق CH [37]. وتوافق ذلك أيضاً مع دراسة الباحث Mente في كون نسبة الاخفاق كانت أعلى عند استعمال ماءات الكالسيوم CH مقارنة بالـ MTA [28]، ولكن كانت الفروق بين المادتين في دراستهم مهمة إحصائياً، ويمكن أن يعود الخلاف إلى طول مدة المراقبة التي كان معدلها 42 شهراً.

وتوافقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة Cengiz عام 2016 الذي لم يجد فروقاً مهمة بين مادتي CH وTheraCal لدى استخدامهما في التغطية المباشرة، ولاحظ نجاح المعالجة بنسبة وصلت إلى 73.3% عند متابعة الحالات مدة ستة أشهر [38]. كما انسجمت مع دراسة Lee عام 2016 الذي لاحظ أنّ لمادتي TheraCal وMTA قدرة متشابهة على الحث على تمايز الخلايا المولدة للعاج [34].

لم تلاحظ في هذه الدراسة فروق مهمة في نسب نجاح التغطيات اللبية وفقاً لنوع السن المعالجة، وربما يعود السبب

إلى شمول عينة البحث الضواحك والأرحاء الأولى والثانية فقط، واتفقت النتيجة مع دراسة Willershausen عام 2011 الذي لم يجد علاقة بين نسب النجاح ونوع السن [39]؛ في حين اختلفت مع دراسة Al-Hiyasat عام 2006 الذي وجد علاقة بين نسب النجاح وموقع السن ولاحظ زيادة نسبة الاخفاق في الرباعيات والأرحاء الثالثة [26]، ويمكن أن يعزا سبب الاختلاف إلى عدم شمول الدراسة الحالية على تلك الأسنان.

كانت حالات الاخفاق في خمس منها حالات صنف ثانٍ، ويمكن أن يعزا ذلك إلى كون موقع الانكشاف على الجدار المحوري، إذ سُجِّل أنّ نفوذية العاج في الجدار المحوري أكبر منها في الجدار اللبي، ويجدر بالذكر أنَّ العزل في حالات الصنف الثاني يكون أكثر صعوبةً [32]؛ وجاء هذا متوافقاً مع دراسة Al–Hiyasat الذي أشار إلى أنّ إنذار حالات تغطية الانكشاف على الجدار اللبي أفضل؛ في حين كانت سبع من الحالات الثمانية االمخفقه لمرضى أعمارهم 29 و30 عاماً، ويمكن أن يعود ذلك إلى حدوث تغيرات فيزيولوجية في اللب السني مع التقدم بالعمر نتيجة تعرضه لخبرات علاجية سابقة ما يقلل من إمكانية شفائها[24].

الاستنتاجات:

يمكن في حدود الدراسة السريرية الحالية عن التغطية اللبية والمراقبة مدة 15 شهراً استنتاج ما يأتي:

- تُعدّ المادة المدروسة TheraCal LC مناسبة لمعالجة التغطيات المباشرة بعد الانكشاف اللبي نتيجة تجريف النخر.
- لم يلاحظ وجود فروق هامة إحصائياً بين نتائج المواد المدروسة (TheraCal LC، MTA،Dycal).

المراجع **References**

1. Hilton T.J.. Keys to Clinical Success with Pulp Capping: A Review of the Literature, Oper Dent. 2009 ; 34(5): 615–625.
2. Qureshi A., Soujanya E., Nandakumar, Pratapkumar, Sambashivarao. Recent Advances in Pulp Capping Materials: An Overview. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 2014 Jan, Vol-8(1): 316-321.
3. Desai S., Chandler N.. Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review. Journal of Endodontics, 2009; 35:475-480.
4. Bachoo I.K., Seymour D., and Brunton P.A.. Biocompatible and bioactive replacement for dentine: is this a reality? The properties and uses of a novel calcium-based cement. British Dental Journal, 2013; vol. 214, no. 2: E5.
5. Mohammadi Z., and Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. International Endodontic Journal, 2011; vol. 44, no. 8: 697–730.
6. T´ecl`es O., Laurent P., Aubut V., and About I.. Human tooth culture: a study model for reparative dentinogenesis and direct pulp capping materials biocompatibility. Journal of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials, 2008; vol. 85, no. 1:180–187.
7. Nosrat A., Peimani A., and Asgary S. A preliminary report on histological outcome of pulpotomy with endodontic biomaterials vs calcium hydroxide. Restorative Dentistry & Endodontics, 2013; vol. 38, no. 4: 227–233.
8. Furey A., Hjelmhaug J., and Lobner D.. Toxicity of flow line, durafill VS, and Dycal to dental pulp cells: effects of growth factors, Journal of Endodontics, 2010; vol. 36, no. 7:1149–1153.
9. Wang Y., Liao Z., Liu D., *et al.* 3D-fEA of stress levels and distributions for different bases under a Class I composite restoration. Am J Dent. 2011; 24:3-7.
10. Torabinejad M., Parirokh M.. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—Part II: leakage and biocompatibility investigations. Journal of Endodontics. 2010; 36:190-202.
11. Farsi N., Alamoudi N., Balto Kh., Al Mushayt A.. Clinical Assessment of Mineral Trioxide Aggregate (MTA) as Direct Pulp Capping in Young Permanent Teeth. The Journal of Pediatric Dentistry, 2006; Vol. 31, no. 2: 72-76.

12. Witherspoon D.E.. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives—permanent teeth. Pediatr Dent. 2008; 30:220-224.
13. Gandolfi M.G., Siboni F., Taddei P., Modena E., Prati C.. Apatite forming ability of TheraCal pulp capping material. J Dent Res, 2011; 90(Special issue A);2521.
14. Gandolfi M.G., Siboni F., Taddei P., Modena E., Prati C.. Chemical-Physical Properties of TheraCal Pulp-Capping Material. IADR , 2011; abstract #2521, March 18.
15. Poggio C., Arciola C.R., Beltrami R., Monaco A., Dagna A., *et al.* Cytocompatibility and Antibacterial Properties of Capping Materials, The Scientific World Journal; Volume 2014, Article ID 181945, 10 pages.
16. Mente J., Geletneky B., Ohle M., Koch M.J., M.D., Ding PGF, *et al.* Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping: An Analysis of the Clinical Treatment Outcome. Journal of Endodontics, 2010; vol. 36, no. 5: 806-813.
17. Dickens S.H., Dent M., Flaim G.M., Schumacher G.E., Eichmiller F.C., *et al*. Preclinical effectiveness of a novel pulp capping material, Journal of Endodontics, 2010 July ; 36(7): 1222–1225.
18. Griffin J. D. REVIEW: Bisco's TheraCal LC will 'replace current lining, pulp capping material. 2013 -03, Available at: http://www.dentalproductsreport.com/dental/article/review-biscos-theracal-lc.
19. Komabayashi T., Zhu Q., Eberhart R. and Imai Y.. Current status of direct pulp-capping materials for permanent teeth. Dental Materials Journal, 2016; 35(1): 1–12.
20. Accorinte MDLR, Holland R., Reis A., *et al.* Evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide cement as pulp-capping agents in human teeth. Journal of Endodontics, 2008; vol.34, no.1:1–6.
21. Dominguez M.S., Witherspoon D.E., Gutmann J.L., and Opperman L.A.. Histological and scanning electron microscopy assessment of various vital pulp-therapy materials. Journal of Endodontics, 2003; vol. 29, no. 5: 324–333.
22. Griffin J.D.G. Utilizing Bioactive Liners: Stimulating Post-Traumatic Dentin Formation. Available at:/ www.dentistrytoday.com, October 2012.
23. De Rossi A., Silva L.A., Gatón-Hernández P., Sousa-Neto M.D., Nelson-Filho P., *et al.* Comparison of pulpal responses to pulpotomy and pulp capping with biodentine and mineral trioxide aggregate in dogs. Journal of Endodontics, 2014 Sep;40(9):1362-9.
24. Marques M.S., Wesselink P.R., Shemesh H.. Outcome of Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: A Prospective Study. J Endod. 2015; 4.31-1,1026.
25. Dammaschke T., Leidinger J., Schafer E. Long-term evaluation of direct pulp capping–treatment outcomes over an average period of 6.1 years. Clin Oral Investig. 2010;14:559–67.
26. Al-Hiyasat A.S., Barrieshi-Nusair K.M., Al-Omari M.A.. The radiographic outcomes of direct pulp-capping procedures performed by dental students: a retrospective study. J Am Dent Assoc, 2006;137:1699–705.
27. Hulsmann M., Hahn W.. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. Int Endod J, 2000; 33, 186-93.
28. Mente J., Hufnagel S., Leo M., Michel A., Gehrig H., Panagidis D., Saure D., Pfefferle T., Treatment Outcome of Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping: Long-term Results. Journal of Endodontics, 2014; Vol 40, 11, P: 1746–1751.
29. Boksman L., Friedman M.. MTA: the new material of choice for pulp capping. Oral Health Journal, 2011;101:54-64.
30. Matsuo T., Nakanishi T., Shuimizu H., Ebisu S. .A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. Journal of Endodontology, 1996; 22(10):551–556.
31. Camilleri J., Sorrentino F., Damidot D.. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. Dent Mater, 2013; 29, 580-93.
32. Song M., Kang M., Kim H.K., Kim E.. A Randomized Controlled Study of the Use of ProRoot Mineral Trioxide Aggregate and Endocem as Direct Pulp Capping Materials. 2015. Journal of Endodontics , Volume 41, Number 1: 11-15.
33. Peters M.C., Bresciani E., Barata T.J.E, Fagundes T.C, Navarro R., Navarro M.F.L., *et al*. In-Vivo Dentin Remineralization by Calcium-Phosphate Cement, J Dent Res, 2010; 89:286–291.
34. Lee B.N., Lee B.G., Chang H.S., Y.C. Hwang Y.C., Hwang I.N., Oh W.M.. Effects of a novel light-curable material on odontoblastic differentiation of human dental pulp cells. International Endodontic Journal 2016 March 25. DOI:10.1111/iej.12642.

35. Colceriu L., Cimpean S., Pop A., Moldovan M., Colceriu A.. Using mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide as pulp-capping materials. Eur Cells Mater. 2005; 10(Suppl 1):1473-2262.
36. Iwamoto C.E., Adachi E., Pameijer C.H., Barnes D., Romberg E.E., Jefferies S.. Clinical and histological evaluation of white ProRoot MTA in direct pulp capping. Am J Dent. 2006; 19:85-90.
37. Hilton T.J., Ferracane J.L., Mancl L.. Comparison of CaOH with MTA for Direct Pulp Capping: A PBRN Randomized Clinical Trial. JDR Clinical Research Supplement, 2013; vol. 92 • suppl no. 1: 16 S - S22.
38. Cengiz E., Yilmaz H.G.. Efficacy of Erbium, Chromium-doped:Yttrium, Scandium, Gallium, and Garnet Laser Irradiation Combined with Resin-based Tricalcium Silicate and Calcium Hydroxide on Direct Pulp Capping: A Randomized Clinical Trial. Journal of Endodontics, 2016; 42 (3): 351-5.
39. Willershausen B., Willershausen I., Velikonja S.. Retrospective Study on Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide. Quintessence int. 2011; 42:165-171.

تاريخ ورود البحث 2017/03/01.
تاريخ موافقة النشر 2017/05/21.