بتر لب حي لرحى سفلية مكتملة الذروة باستخدام بديل العاج الحيوي BIODENTINE – تقرير حالة

عبد الغني ماريديني* أ. دحسان الحلبية **

(الإيداع : 9 نيسان 2023، القبول : 15 حزيران 2023)

الملخص

يعد التهاب اللب إصابة غير ردودة السبب الأكثر شيوعًا للمعالجة اللبية للأسنان الدائمة ، وهي خيار علاجي محافظ غير اجتياحي مقارنةً بالقلع .

تندر الدراسات فيما يتعلق بتدبير الأسنان الدائمة مكتملة الذروة المصابة بالتهاب لب باستخدام تقنيات المحافظة على حيوية اللب مثل بتر اللب . ومع ذلك ، فإن بتر اللب التاجي باستخدام المواد الحيوية الجديدة المعتمدة على سيليكات الكالسيوم يمكن أن يساهم في الحفاظ على حيوية اللب ويعزز الشفاء كما يعد اجراءً أقل اجتياحاً مقارنة بعلاج قناة الجذر. تم معالجة رحى أولى سفلية مصابة بالتهاب لب غير ردود لمريض يبلغ من العمر 12 عامًا ببتر لب تاجي كامل باستخدام مادة ال Biodentine ثم تم ترميم السن بالكومبوزت تم إجراء الفحوصات السريرية والشعاعية في ستة واثني عشر شهراً . لم يبد المريض أية أعراض سريرية وكان السن خالياً من أية علامات سريرية أوشعاعية للالتهاب والانتان .

الكلمات المفتاحية : بتر لب حي –أسنان دائمة –Biodentine–التهاب لب

1* طالب دراسات عليا (دكتوراه) –اختصاص مداواة الأسنان –كلية طب الأسنان – جامعة حماه

2 **أستاذ في مداواة الأسنان –رئيس قسم مداواة الأسنان –كلية طب الأسنان –جامعة حماه

Biodentine Pulpotomy in Mature lower Permanent Molar: A Case Report

*Abdul Ghani Mardini **Dr Hassan Al-Halabiah

Received:(9 April 2023, Accepted: 15 June 2023)

Abstrac

Irreversible pulpitis is the most common reason for endodontic treatment. Studies with regards to management of mature permanent teeth with carious exposure and treatment with vital pulp therapies such as adult permanent tooth pulpotomy are scarce. However, permanent tooth pulpotomy with the new calcium-silicate based cements can help preserve the tooth pulp vitality and promote healing and repair foregoing the more invasive root canal therapy procedure. A 12-year old male patient with irreversible pulpitis in left mandibular first permanent molar was treated with complete coronal pulpotomy with placement of Biodentine in the pulp chamber and a composite final restoration . Clinical and radiographic examinations were performed at, six, twelve months. the patient was completely asymptomatic and the tooth was free of any clinical and radiographic signs of inflammation and infection.

Key words: Biodentine- Vital Pulpotomy- pulpitis-permanent teeth

---

1-*Postgraduate Student (PhD)- Specialist in Endodontics - Faculty of Dentistry University of Hama

2 -** Head of the Department of Endodontics and Restorative Dentistry - College of Dentistry - University of Hama

المراجعة النظرية :

لقد كان التفكير التقليدي يتجه مباشرةً إلى إجراء المعالجة اللبية عندما يبين التشخيص بأن السن يعاني من التهاب لب أو عند حدوث انكشاف لبي ناجم عن نخر نافذ في الأسنان الدائمة مكتملة الذروة .

تتسم المعالجة اللبية التقليدية إضافةً إلى فقدان الوظائف الطبيعية للب السن بعد استئصاله بنسبة معتبرة من حالات الفشل تنتج عن أسباب مختلفة منها عودة الإنتان والكسور السنية .إضافة إلى الأخطاء الإجرائية التي تخفض إنذار المعالجة بشكل جوهري .((Basmadjian–Charles, Farge et al. 2002)

تركز الاهتمام مؤخراً ، نظراً لإدراك التبعات السلبية لفقدان لب السن على الحفاظ على حيوية اللب السني قدر الإمكان من خلال إجراء أنماط معالجات اللب الحي Vital Pulp Therapies التي تحافظ على حيوية ووظيفة اللب التاجي أو اللب الجذري في الأسنان الدائمة الحية.((Akhlaghi and Khademi 2015)

تهدف هذه التقنيات إلى خلق بيئة تساعد على تشكل حاجز من النسج الصلبة يضمن شفاء النسيج اللبي المتبقي ويحافظ على وظيفته وبالتالي يضمن بقاء الأسنان في التجويف الفموي أطول فترة ممكنة (Dammaschke, Nowicka et al. 2019)

تبدي تقنيات علاج اللب الحيوية نسب نجاح مرتفعة قد تصل حتى 91% متضمنةً التغطية اللبية المباشرة وبتر اللب الجزئي والكامل باستخدام اسمنتات سيليكات الكالسيوم على الأرحاء الدائمة مكتملة الذروة. ((Asgary, Fazlyab et al. 2014) في هذا السياق يوصى باستخدام تقنيات بتر اللب الجزئي أو الكامل للأسنان الدائمة ذات الأعراض والعلامات السريرية التي تشير إلى إصابة لبية غير ردودة أي (التهاب لب وصفي) حيث يتوضع الجزء الملتهب في اللب التاجي لذا تتم إزالته كإجراء حيوي ضروري للسماح بتندب وشفاء اللب الجذري المتبقي غير المصاب ،وهذا الإجراء في المراحل الأولى من التهاب اللب يمكن أن يكون أكثر فعالية .((Ricucci, Loghin et al. 2014)

تعد المواد المستخدمة في إجراءات علاج اللب الحيوي بالغة التأثير في نسب النجاح ،وقد أصبحت مؤخراً مواد سيليكات الكالسيوم مثل MTA و bioceramic وbiodentine المواد الأكثر استخداماً في مجال علاجات اللب الحيوية نظراً لخصائصها المتقبلة حيوياً والمحرضة على الشفاء والتجدد النسيجي .

{(Brizuela, Ormeño et al. 2017, Rajasekharan, Martens et al. 2018))

تعريف مادة Biodentine:

هي مادة إسمنتية Cement نشطة حيوياً Bioactive مشابهة للخواص الميكانيكية للعاج السني، وبالتالي يمكن استعمالها كبديل للعاج Dentine Replacement في التيجان والجذور السنية. تمتلك هذه المادة فعلاً إيجابياً على خلايا اللب السني وتعمل على تشكيل العاج الثالثي ، أما في حال التماس المباشر Direct مع النسيج اللبي فإنها تعزز تشكل العاج الإصلاحي reparative ((Giuliani, Nieri et al. 2010).

تركيب مادة Biodentine:

تتألف مادة الـــ Biodentine من مسحوق يحوي: السِّيليكات ثلاثيَّة الكالسيوم Tricalcium silicate و كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate و أكسيد الزيركون Zirconium Oxide، في حين يحتوي السائل المائي على كلوريد الكالسيوم Calcium chloride والذي يعمل كمسرع للتصلب Setting Accelerator وعامل مرجع Water–reducing Agent،

تمزج هذه المادة بوساطة خلاط الأملغم لمدة 30 ثانية، كما أنها تتمتع بزمن تصلب نهائي بين 10– 12 دقيقة (Han and Okiji 2011).

استطبابات استخدام Biodentine:

أظهرت دراسة ((Giuliani, Nieri et al. 2010 إمكانية استخدام مادة الـــــ Biodentine في العديد من الإجراءات السريرية السنية ومنها الشكل (2):

- التغطية المباشرة للانكشاف اللبي نتيجة النخر السني.
- التغطية المباشرة الناجم عن الرضوض السنية أو في بتر اللب الجزئي Partial Pulpotomy.
- إصلاح الانثقابات الجذرية أو انثقابات أرض الحجرة اللبية.
- بتر اللب في الأرحاء المؤقتة.
- في حالات التصنع الذروي Apexification.

أثبتت دراسة ((Koubi, Colon et al. 2013 السريرية لتقييم تحمّل الـ Biodentine المُغطى بالكمبوزيت أنه عندما يتم تغطية الـــــ Biodentine بوقت لاحق بالكمبوزيت، فإنه يشكل بديلاً عاجياً مُتَقبّلاً بشكل جيد، ولذلك خلصت الدراسة أنه يمكن أن يستخدم الـ Biodentine كبديل للعاج تحت ترميمات الكمبوزيت الخلفية .

عند مقارنة ال biodentine مع mta فإن الbiodentine يوفر قدرة ختم أفضل مع زمن تصلب أقصر

يعمل ال biodentine على زيادة طرح الكالسيوم وإفراز TGF– ß1 من خلايا اللب السني مما يؤدي إلى تكوين الأوعية وتمايز الخلايا والتمعدن ((Laurent, Camps et al. 2012) (Han and Okiji 2013

تكمن آلية عمل ال biodentine في قدرته على تحريض تمايز الأرومة اللبية وتعزيز الهجرة والالتصاق للخلايا الجذعية عند وضعها في اتصال مباشر مع لب السن .(Zanini, Sautier et al. 2012)

تقرير الحالة :

راجعنا مريض يبلغ من العمر 12 سنة يشكو من ألم في منطقة الأسنان الخلفية اليسرى وبعد الفحص السريري تبين وجود آفة نخرية واسعة على الرحى الأولى السفلية اليسرى

كان لدى المريض تاريخ من الألم الخفيف إلى المتوسط عند شرب السوائل الباردة والساخنة منذ فترة أسبوع .

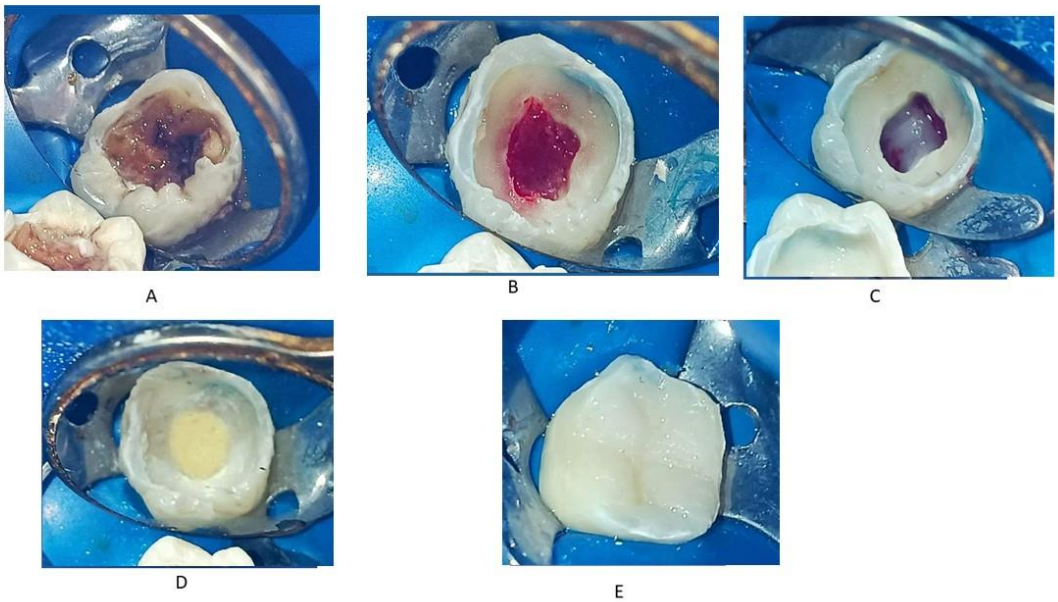
لم يعان المريض من أي انتباج أو تورم في المنطقة وتم التأكد من خلال الفحص السريري من عدم وجود ناسور

و عن طريق اختبار حيوية اللب بالبرودة باستخدام كلور الايتيل تبين وجود استجابة ألمية طويلة على الرحى الأولى السفلية اليسرى ، و بالفحص الشعاعي تبين وجود آفة نخرية شافة على الأشعة في القسم التاجي للرحى قريبة من اللب مع مسافة رباطية وصفيحة قاسية طبيعية ، كما لم يلاحظ وجود أي آفة ذروية على الصورة الشعاعية.

بناءً على الفحص السريري والشعاعي تم تشخيص الرحى الأولى السفلية اليسرى بأنها مصابة بالتهاب لب غير ردود وتم اتخاذ القرار بمعالجة السن عبر بتر اللب التاجي بمادة بديل العاج الحيوي BIODENTINE ثم ترميم السن بالراتنج المركب .ووضع السن تحت المراقبة لمعرفة استجابة اللب القنوي .

طريقة العمل: تمت وفق المراحل التالية :

1- إجراء تخدير ناحي شوك سبيكس وذلك بأمبولة تخدير 1.8 مل تحتوي 2٪ ليدوكائين مع 1: 100.000 أدرينالين.
2- عزل السن بواسطة الحاجز المطاطي .
3- البدء بإزالة النخر باستخدام قبضة التوربين عالية السرعة مع سنبلة ماسية كروية و التبريد بالماء ،و بعد الانتهاء من إزالة النخر كاملا تم إزالةسقف الحجرة بسنبلة أخرى معقمة والتأكد من إزالة كامل سقف الحجرة .
4- الغسل بمحلول السالين (0.9% w/v) للتأكد من إزالة البرادة والبقايا العاجية.
5- إزالة اللب التاجي وذلك باستخدام سنبلة مكروتور كروية كبيرة الحجم .
6- غسل الحجرة اللبية كاملة بمحلول السالين (0.9% w/v) والتأكد من إزالة كامل اللب التاجي .
7- ومن ثم إيقاف النزف بواسطة كرية قطنية رطبة تحوي هيبوكلوريد الصوديوم بتركيز 1% والضغط على فوهات الأقنية لمدة 5 دقائق .
8- تطبيق مادة بديل العاج الحيوي biodentine فوق فوهات الأقنية بسماكة 2-3 ملم وذلك بعد مزجها بخلاط الأملغم لمدة 30 ثانية ثم تم الانتظار 12 دقيقة لتمام تصلب المادة .
9- تم وضع الترميم النهائي من الكومبوزت بنفس الجلسة .

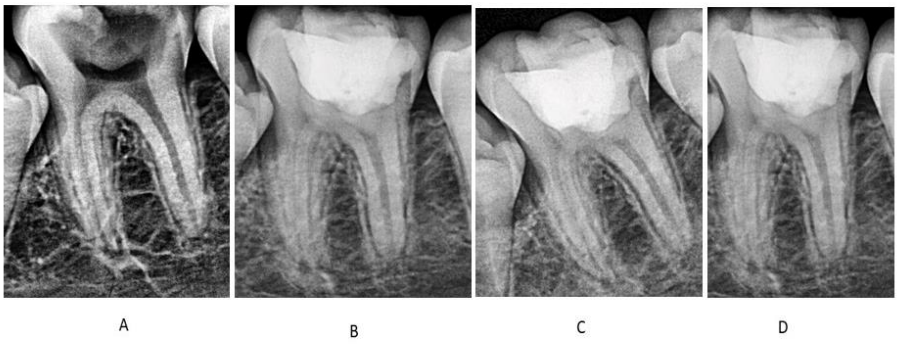


الشكل رقم (1) يوضح مراحل العمل السريري لتقنية بتر اللب الحيوي باستخدام ال biodentine

A- بداية العمل بعد العزل بالحاجز المطاطي B- تجريف النخر وفتح الحجرة اللبية واستئصال اللب التاجي C- إيقاف النزف عن الطريق الضغط بكرية قطنية مبللة بهيبوكلوريد الصوديوم 1% D- تطبيق مادة Biodentineفوق فوهات الأقنية E -الترميم النهائي بالكومبوزت .

التقييم بعد الانتهاء من العمل :

- تم استدعاء المريض في اليوم التالي لتقييم الألم التالي للمعالجة .
- تمَّ تقييم المعالجة من خلال مراجعات دورية وإجراء فحص سريري وشعاعي للسن المعالجة لتقييم استجابة اللب القنوي خلال فترات مراقبة 6 أشهر – 12 شهراً.



الشكل رقم (2) يوضح فترات مراقبة الحالة شعاعياً

A– صورة تشخيصية للسن رقم 36 توضح وجود نخر نافذ للب B– بتر اللب بمادة ال Biodentine والترميم النهائي بالكومبوزت

C –صورة شعاعية للحالة بعد 6 أشهر D– صورة شعاعية بعد 12 شهراً من المعالجة حيث لم تبد أية أعراض شعاعية أو سريرية .

معايير نجاح بتر اللب سريرياً :

1- عدم وجود ألم عفوي أو مثار.
2- عدم وجود احمرار أو انتباج لثوي أو تلون في تاج السن أو ناسور مرافق للسن المعالجة.
3- عدم وجود حركة مرضية.
4- اختبار القرع العمودي والأفقي سلبي . (Dean .2016)

معايير نجاح بتر اللب شعاعياً:

1-عدم وجود شفوفية شعاعية حول ذروية أو في منطقة مفترق الجذور.
2-عدم وجود امتصاص جذري داخلي أو خارجي.(Song, Kang et al. 2015)

4-النتائج :

أظهرت المتابعة خلال فترة 6 أشهر و 12 شهراً عدم وجود أي مرض حول ذروي من خلال الصور الشعاعية و كان السن خالي من الأعراض السريرية وفق المعايير السريرية المعتمدة.

5-المناقشة

ساهمت المعرفة المعمقة لبيولوجيا اللب السني وقدرته على الترميم والشفاء نتيجة احتوائه على خلايا جذعية إضافةً إلى تزايد الاعتماد على طب الأسنان المسند بالدليل ،في تطوير تقنيات علاج اللب الحيوي بشكل كبير ما جعل بعض الباحثين يعدها بديلاً وارداً عن المعالجة اللبية التقليدية للأقنية الجذرية للأسنان الدائمة .((Simon, Perard et al. 2013)

بناءً عليه بدأت فكرة المحافظة على حيوية اللب ، وحتى الملتهب منه. وهذا يخالف القواعد التقليدية التي كانت تجزم بعدم إمكانية علاج اللب الملتهب إلا بالاستئصال في سياق المعالجة اللبية الاعتيادية .(Schmalz and Smith 2014, Taha and Khazali 2017)

حتى الآن لايوجد اتفاق أو بروتوكول واضح يحدد عمق تداخل معين أثناء إجراءات علاج اللب الحيوية ، إذ يفتقر هذا النمط من التداخلات العلاجية للأبحاث السريرية المعشاة التي تستند على متغيرات واضحة وتستخلص نتائج ثابتة التكرارية .

في مراجعة قام بها Aguilar و Linsuwanont ، كان معدل نجاح بتر اللب الجزئي 99.4٪ وبتر اللب الكامل 99.3٪ في الأسنان الدائمة مكتملة الذروة. ((Aguilar and Linsuwanont 2011

في هذا السياق ، أجرى Asgary و Ehsani بتر للب التاجي باستخدام الأسمنت الغني بالكالسيوم CEM على 12 رحى دائمة مصابة التهاب لب غير ردود . وكانت نسبة النجاح 100٪ في جميع الأسنان مع تشكل جسر صلب من نسيج عاجي ((Asgary and Ehsani 2009

أجرى simon و زملاؤه بتر اللب على رحى دائمة باستخدام proRoot MTA وأظهرت دراستهم نجاحًا بنسبة 82٪ في نهاية 24 شهرًا ((Simon, Perard et al. 2013

قارن Asgary و Ehsani نتائج المعالجة ببتر اللب باستخدام الاسمنت الغني بالكالسيوم CEM مع إجراء معالجة لبية تقليدية RCT في الأرحاء الدائمة المصابة بالتهاب لب غير ردود . وخلصوا إلى أن بتر اللب التاجي باستخدام CEM قلل بشكل كبير من الألم بعد المعالجة وأظهر معدل نجاح شعاعي أعلى من المعالجة اللبية التقليدية (Asgary and Eghbal 2010)

قد يرتبط نجاح بتر اللب التاجي بوضع ترميم تاجي كتيم وملائم يحقق ختم عالي ويقلل فرص التسرب البكتيري والغزو الجرثومي، تعزى معظم حالات الفشل المتأخر في معالجات اللب الحيوية إلى التسرب المجهري الحاصل في ترميمات الأسنان التاجية .((Massler 1978

يعد اختيار الحالات معيارًا مهمًا في إجراءات بتر اللب في الأسنان الدائمة مكتملة الذروة. حيث يجب أن يكون الألم لدى المريض قبل مراجعة الطبيب خفيفًا إلى متوسطاً وقد أبلغ الطبيب في أول 4-5 أيام من بدئه ، حيث تظهر الصورة النسيجية عادةً على شكل التهاب خفيف أو التهاب لبّ جزئي مزمن بدون مناطق نسيجية متموتة [((Bender 2000

قد يؤثر زيادة عمر المريض سلبًا على النجاح السريري. أظهرت الدراسات أنه في المرضى الأكبر سنًا ، عادةً ما يكون لب الأسنان الليفي أكثر قدرة على التغلب على الإصابة بسبب قلة الخلايا والإمداد الدموي المحدود الذي يؤثر على نتائج العلاج في مثل هذه الحالات (Abarajithan, Velmurugan et al. 2010) (Hørsted, Søndergaard et al. 1985)

5-الاستنتاج :

- بناءً على النتيجة الإيجابية التي توصلنا إليها من خلال متابعة هذه الحالة يمكن أن تعد مؤشراً يدعم خيار بتر اللب التاجي للأسنان الدائمة مكتملة الذروة التي تعاني من التهاب لب ولكننا بحاجة إلى دراسات مضبوطة تؤكد النتائج التي تم التوصل لها والمتابعة لفترة زمنية أطول لتقييم وضع اللب القنوي والتغيرات التي قد تطرأ ليه بعد مرور فترة زمنية أطول .

6-المراجع :

1. Abarajithan, M., N. Velmurugan and D. Kandaswamy (2010). "Management of recently traumatized maxillary central incisors by partial pulpotomy using MTA: Case reports with two-year follow-up." Journal of conservative dentistry: JCD **13**(2): 110.
2. Aguilar, P. and P. Linsuwanont (2011). "Vital pulp therapy in vital permanent teeth with cariously exposed pulp: a systematic review." Journal of endodontics **37**(5): 581-587.
3. Akhlaghi, N. and A. Khademi (2015). "Outcomes of vital pulp therapy in permanent teeth with different medicaments based on review of the literature." Dental research journal **12**(5): 406.
4. Asgary, S. and M. Eghbal (2010). "A clinical trial of pulpotomy vs. root canal therapy of mature molars." Journal of dental research **89**(10): 1080-1085.
5. Asgary, S. and S. Ehsani (2009). "Permanent molar pulpotomy with a new endodontic cement: A case series." Journal of Conservative Dentistry **12**(1): 31.
6. . Asgary, S., M. Fazlyab, S. Sabbagh and M. J. Eghbal (2014). "Outcomes of different vital pulp therapy techniques on symptomatic permanent teeth: a case series." Iran Endod J 9(4)
7 Bender, I. (2000). "Pulpal pain diagnosis—a review." Journal of endodontics **26**(3): 175-179.
8 Bjørndal, L. (2008). "The caries process and its effect on the pulp: the science is changing and so is our understanding." Journal of endodontics 34(7): S2-S5 .
9 Brizuela, C., A. Ormeño, C. Cabrera, R. Cabezas, C. I. Silva, V. Ramírez and M. Mercade (2017). "Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial." J Endod 43(11): 1776-1780
10 Chailertvanitkul, P., J. Paphangkorakit, N. Sooksantisakoonchai, N. Pumas, W. Pairojamornyoot, N. Leela-Apiradee and P. V. Abbott (2014). "Randomized control trial comparing calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate for partial pulpotomies in cariously exposed pulps of permanent molars." Int Endod J 47(9): 835-842 .
11 Dammaschke, T., A. Nowicka, M. Lipski and D. Ricucci (2019). "Histological evaluation of hard tissue formation after direct pulp capping with a fast-setting mineral trioxide aggregate (RetroMTA) in humans." Clinical oral investigations **23**(12): 4289-4299.

12 Dean JA. Treatment of Deep Caries, Vital Pulp Exposure, and Pulpless Teeth. In: Dean JA, editor. McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent: Elsevier Inc.; 2016. p. .221-42

13 Dummer, P., R. Hicks and D. Huws (1980). "Clinical signs and symptoms in pulp disease." International Endodontic Journal 13(1): 27-35 .

14 Galler, K. M., W. Buchalla, K.-A. Hiller, M. Federlin, A. Eidt, M. Schiefersteiner and G. Schmalz (2015). "Influence of root canal disinfectants on growth factor release from dentin.Journal of endodontics 41(3): 363-368.

15 Giuliani, V., M. Nieri, R. Pace and G. Pagavino (2010). "Effects of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate and Aureoseal: an in vitro study." J Endod **36**(11): 1883-1886.

16 Han, L. and T. Okiji (2011). "Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine." Int Endod J **44**(12): 1081-1087.

17 Han, L. and T. Okiji (2013). "Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials." International endodontic journal **46**(9): 808-814.

18 Hench, L. L. (1991). "Bioceramics: from concept to clinic." Journal of the american ceramic society 74(7): 1487-1510.

19 Hørsted, P., B. Søndergaard, A. Thylstrup, K. El Attar and O. Fejerskov (1985). "A retrospective study of direct pulp capping with calcium hydroxide compounds." Dental Traumatology **1**(1): 29-34.

20 . Koch, K. and D. Brave (2009). "The increased use of bioceramics in endodontics." Dentaltown10: 39

21 Koubi, G., P. Colon, J. C. Franquin, A. Hartmann, G. Richard, M. O. Faure and G. Lambert (2013). "Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study." Clin Oral Investig **17**(1): 243-249.

22 Laurent, P., J. Camps and I. About (2012). "BiodentineTM induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization." International endodontic journal **45**(5): 439-448.

23 . Loushine, B. A., T. E. Bryan, S. W. Looney, B. M. Gillen, R. J. Loushine, R. N. Weller, D. H. Pashley and F. R. Tay (2011). "Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer." Journal of endodontics 37(5): 673 .677

24 Massler, M. (1978). "Preserving the exposed pulp: a review." The Journal of Pedodontics **2**(3): 217-227.

25 Rajasekharan, S., L. C. Martens, R. Cauwels and R. P. Anthonappa (2018). "Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a 3 year literature review and update." Eur Arch Paediatr Dent **19**(1): 1-22.

26 Parirokh, M. and M. Torabinejad (2010). "Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action." Journal of endodontics 36(3): 400-413 .

27 Rajasekharan, S., L. C. Martens, R. Cauwels and R. P. Anthonappa (2018). "Biodentine™material characteristics and clinical applications :a 3 year literature review and update." Eur Arch Paediatr Dent 19(1): 1-22.

28 Ricucci, D., S. Loghin and J. F. Siqueira, Jr. (2014). "Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses." J Endod 40(12): 1932-1939 .

29 Schmalz, G. and A. J. Smith" .)2014(Pulp development, repair, and regeneration: challenges of the transition from traditional dentistry to biologically based therapies." J Endod 40(4 Suppl): S25.

30 Simon, S., M. Perard, M. Zanini, A. J. Smith, E. Charpentier, S. X. Djole and P. J. Lumley (2013). "Should pulp chamber pulpotomy be seen as a permanent treatment? Some preliminary thoughts." Int Endod J **46**(1): 79-87.

31 Song, M., M. Kang, H. C. Kim and E. Kim (2015). "A randomized controlled study of the use of ProRoot mineral trioxide aggregate and Endocem as direct pulp capping materials." J Endod **41**(1): 11-15.

32 Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Ashoftehyazdi K, Zahraee S, Khoshkhounejad M. Marginal adaptation of new bioceramic materials and mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscopy study. Iran Endod J. 2014 Spring;9(2):144-8. Epub 2014 Mar 8. PMID: 24688585; PMCID: PMC3961837.

33 Simon, S., A. J. Smith, P. J. Lumley, P. R. Cooper and A. Berdal (2012). "The pulp healing process: from generation to regeneration." Endodontic Topics 26 .56 -41 :)1(

34 Taha, N. A. and M. A. Khazali (2017). "Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial." J Endod 43(9)

35 Zanini, M., J. M. Sautier, A. Berdal and S. Simon (2012). "Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization." Journal of endodontics **38**(9): 1220-1226

36 Zhang, H., Y. Shen, N. D. Ruse and M. Haapasalo (2009). "Antibacterial activity of endodontic sealers by modified direct contact test against Enterococcus faecalis." Journal of endodontics 35(7): 1051-10.55