Clinical and Radiographic Evaluation of The Healing After MTA Application on Mechanical Furcal Perforations in Primary Molars

Dr. Abdul Wahab Nourallah*
Dr. Faek Badr **
Dr. Baraa AlDayri.***

(Received 5 / 3 / 2019. Accepted 10 / 7 / 2019)

□ ABSTRACT □

Aim: The aim of this study is to evaluate the clinical and radiographic healing after repairing mechanical furcal perforations that occurred in primary molars by using MTA (Mineral Trioxide Aggregate). **Materials & Methods**: 34 primary molars in 32 children aged 5-10 years were treated by using MTA material after the occurrence of furcal perforation during pulpotomy procedure. Cases had been followed clinically and radiographically within 12 months. Statistical analyses were performed at *p*-value =0.05. **Results:** All teeth were asymptomatic at the first week. Overall success rate was 79.3%. There was significant statistically difference between overall- success and failure rates (*p*-value=0.002), but there was no significant differences between overall- success rates according to the age, time of the treatment, perforation size, bleeding (*p*-value > 0.05). **Conclusions:** Iatrogenic furcal perforations that may occur during pulpotomy in primary molars can be treated successfully by using MTA, and the immediate management of the small sized- perforations may have the best prognosis for treatment.

Key words: Primary teeth, Pulpotomy, furcal perforation.

*Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Tishreen University, Lattakia, Syria .
*** Master Student, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Tishreen University, Lattakia, Syria .

تقييم سريري وشعاعي للشفاء بعد تطبيق الـ MTA على الانثقابات الميكانيكية لمفترق الجذور في الأرحاء المؤقتة

د. عبد الوهاب نور الله*

د. فائق بدر**

براءه الدايري***

(تاريخ الإيداع 5 / 3 / 2019. قُبِل للنشر في 10 / 7 /2019)

□ ملخّص □

الهدف: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الشفاء السريري والشعاعي بعد إصلاح الانثقابات الميكانيكية لمفترق الجذور في الأرحاء المؤقتة الحاصلة أثناء المعالجة بطريقة بتر اللب باستخدام مادة الـ MTA (Mineral Trioxide Aggregate) (تجمع الأكاسيد الثلاثي). **المواد والطرائق:** كان لدينا 34 رحى مؤقتة لـ 32 طفلاً بأعمار 5−10 سنوات تمت معالجتهم باستخدام الـ MTA بعد حدوث انثقاب المفترق أثناء المعالجة ببتر اللب. وتمت متابعة الحالات سريرياً وشعاعياً خلال 12 شهراً، ثم أجريت التحاليل الإحصائية عند مستوى دلالة p-value=0.05. **النتائج:** كانت جميع الأسنان غير عرضية خلال الأسبوع الأول، وسجل معدل النجاح الكلي 79.3% خلال الـ 12 شهراً، كان لدينا فرق هام إحصائياً بين معدلي النجاح والفشل الكليين (p-value=0.002)، ولم يكن هناك فرق هام إحصائياً بين معدلات النجاح الكلية تبعاً للعمر أو وقت المعالجة أو حجم الانثقاب أو النزف (p-value > 0.05). **الخلاصة:** يمكن أن تعالج انثقابات المفترق رضية المنشأ في الأرحاء المؤقتة المعالجة ببتر اللب باستخدام الـ MTA بنجاح، وقد يكون التدبير المباشرة للانثقابات صغيرة الحجم الإنذار الأفضل للمعالجة.

الكلمات المفتاحية: الأسنان المؤقتة، بتر اللب، انثقاب المفترق.

* **أستاذ مساعد، قسم طب أسنان الأطفال، كلية طب الأسنان، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

** **أستاذ مساعد، قسم طب أسنان الأطفال، كلية طب الأسنان، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

*** **طالبة ماجستير، قسم طب أسنان الأطفال، كلية طب الأسنان، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

مقدمة:

يعتبر الحفاظ على الأسنان المؤقتة سليمة حتى بزوغ الأسنان الدائمة الخلف أمر هام جداً للحفاظ على شكل القوس السنية، حيث تمنع معالجة الأسنان المؤقتة تطور عادات اللسان الشاذة ومشاكل الكلام التي قد تحدث، وتسمح بالحفاظ على الأسنان التي لا خلف لها وعلى وظيفة المضغ الطبيعية والنواحي الجمالية [1]، و تهدف معالجة اللب المحافظة في الأسنان المؤقتة إلى الحفاظ على حيوية اللب وبالتالي على هذه الأسنان حتى موعد سقوطها الطبيعي [2,3]، يمكن أن تحدث المشاكل الرضية أثناء تقديم المعالجات للأطفال مع طلاب مرحلة ماقبل التخرج بسبب الخبرة المحدودة والتعامل مع الأطفال الصغار بشكل خاص[3]. إن انثقاب مفترق الجذور هو حادث غير مرغوب به يحدث بشكل شائع خلال فتح الحجرة اللبية أو الكشف عن مداخل الأقنية، ويؤثر على إنذار المعالجة [4,5]. لقد أصبح إصلاح المفترق في الأسنان المؤقتة ضرورياً أكثر من القلع لإطالة مدة بقاء هذه الأسنان في الفم وتجنب مشاكل الفقد المبكر [5].

عرف معجم المصطلحات اللبية للجمعية الأمريكية لاختصاصيي المداواة اللبية AAEs (American Association of Endodontists) الانثقاب على أنه اتصال ميكانيكي أو مرضي بين نظام القناة الجذرية وسطح السن الخارجي [6]. قد يحدث الانثقاب نتيجة لآفة نخرية كبيرة في قعر الحجرة اللبية، أو امتصاص داخلي أو خارجي مرضي أو نتيجة أداء الممارس الخاطئ خلال المعالجات اللبية [7,8]، أو العوامل الرضية أثناء إجراء حفر الوصول والتشكيل التاجي [9]، وتحدث انثقابات القعر بسبب المعرفة غير الكافية بتشريح الحجرة اللبية أو بسبب الشذوذات السنية أو الفشل في تقدير الاختلافات التشريحية، وقد يزيد تكلس الحجرة اللبية خطر الانثقاب خلال الدخول وتحديد مواقع فوهات الأقنية، وتؤدي إلى إتلاف عاج جدار جذر السن أو القعر مع الملاط المغطي [10]. إن لم تعالج هذه الانثقابات تتبع بتلوث بكتيري وتلف الألياف حول السنية والتهاب وامتصاص العظم المجاور و/أو تموته [8,11–13]، وتؤدي إلى رد فعل التهابي مزمن للرباط حول السني (يوصف بتشكل نسيج حبيبي) والذي يمكن أن يؤدي إلى خسارة غير ردودة للارتباط وخسارة السن فيما بعد [14].

يعتمد إنذار الانثقابات على القدرة على إصلاحها بحيث تتم الوقاية من أو منع التلوث الجرثومي [15,16]، ويؤثر العديد من العوامل على إمكانية التحكم بالإنتان في موقع الانثقاب وبالتالي قدرة المادة المستخدمة على ختم الإصابة وتتضمن تلك العوامل الوقت من حدوث الانثقاب حتى اكتشافه ومعالجته والحجم والشكل والموقع والمادة المستخدمة لإصلاحه [5,8,11,15,17,18]، وجنس وعمر المريض [19,20]، وموقع السن في الفم (علوي/سفلي) [21] وخبرات المعالجين [22]، ووجود آفة و/أو اتصال مباشر بين موقع الانثقاب والحفرة الفموية قبل المعالجة [23]، إذ أن أفضل وقت لإصلاح الانثقابات هو بعد حدوثها مباشرةً [7,8,15,24] حيث أثبت عدد من الدراسات التجريبية أن الوقت هو العامل الأهم الذي يحدد نتائج المعالجة [15]. أما بالنسبة لحجم الانثقاب فإن الانثقابات كبيرة الحجم لا تستجيب للترميم كما هو حال الأصغر منها [15,20,25]. وبالنسبة لموقع الانثقاب توافق كل الدراسات على أن انثقابات الثلث الذروي والمتوسط ذات إنذار أفضل من انثقابات الثلث العنقي من الجذر أو قعر الحجرة اللبية [18].

تستطب معالجة الانثقابات عندما تكون الأسنان مهمة استرتيجياً [10]، حيث تهدف هذه المعالجة إلى الحفاظ على صحة النسج المجاورة دون حدوث و/أو استمرار الالتهاب وخسارة الارتباط حول السني [24]. استخدم العديد من المواد في تدبير الانثقابات سواءٌ في الأسنان الدائمة أو المؤقتة في محاولة للوصول إلى مادة نموذجية لإصلاح الانثقابات،

والتي ينبغي أن تؤمن ختماً مناسباً [26]؛ وتكون متقبلة حيوياً وغير سامة أو مسرطنة، وموقفة أو قاتلة للجراثيم وتحث على التولد العظمي والملاطي، وغير قابلة للامتصاص – في الأسنان الدائمة والأسنان المؤقتة التي لا خلف لها – وظليلة على الأشعة، وثابتة الأبعاد وغير حساسة للرطوبة ولاتتأثر بالدم وسهلة الاستخدام وغير غالية نسبياً [14,27–29].

اقترح العديد من المواد لإصلاح الانثقابات في الأسنان الدائمة كالأملغم وهيدروكسيد الكالسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم مع اليودوفورم وإسمنتات أكسيد الزنك والأوجينول المقوى (IRM (Intermediate Restorative Material) وSuper EBA (Super Ethoxybenzoic Acid))، والإسمنت الزجاجي الشاردي ضوئي التصلب والكوتابيركا وفوسفات الكالسيوم والـ Cavit (مادة حشو مؤقتة) والراتنج المركب (الكمبوزيت) والإسمنت البورتلاندي PC (Portland cement) والـ MTA [28,30–35]. ويُرهن على عدم وجود مادة مثالية تماماً تحقق جميع الخواص المطلوبة [14,27–29]، إلا أن الـ MTA شكلت المعيار الذهبي لتلك المعالجات حيث تفوقت على الأملغم والـ IRM والـ Super EBA والـ GIC والـ Dycal ومواد أخرى [24,34,36–42].

أما في الأسنان المؤقتة فقد أجريت دراسات حول استخدام بعض تلك المواد في إصلاح انثقابات مفترق الجذور كالإسمنت البورتلاندي (PC) والـ Atelocollagen والـ MTA الأصلية والمواد المحسنة عنها كالـ Root MTA® والـ MTA Plus™ والـ Biodentine™ والـ CEM [3,5,29,43–48]. واختبرت الـ MTA أيضاً في بتر اللب للأسنان المؤقتة وأظهرت معدلات نجاح عالية [49–55]. تهدف دراستنا إلى اختبار مدى فعالية الـ MTA في إصلاح انثقابات مفترق الجذور الرضية الحاصلة في الأرحاء المؤقتة أثناء المعالجة ببتر اللب والبحث في بعض العوامل التي قد تؤثر على نجاح المعالجة.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

قد يحدث ميلان لاحق في الأسنان المجاورة وتطاول في الأسنان المقابلة وبالتالي خلل في شكل ووظيفة القوس السنية عندما لاتتم معالجة حالات انثقاب مفترق الجذور في الأرحاء المؤقتة، وكذلك التهابات وخراجات حول سنية لاحقة وفقدان السن فيما بعد عندما الحالات تترك دون معالجة أو مع مواد ليس لديها الخواص المثالية لختم الانثقابات. لذا تعتبر معالجة انثقابات مفترق الجذور في الأرحاء المؤقتة ذات أهمية وذلك في الأسنان الهامة استراتيجياً والتي تحتاج إلى فترة زمنية حتى تُستبدل وعند وجود مضاد استطباب جهازي للقلع أو رفض الأهل لقلع السن. لم يكن هناك معالجات سابقة لهذه الحالات وكانت الأسنان المصابة بالانثقاب تقلع مباشرةً حيث يتم أو لايتم وضع حافظة مسافة مكان القلع والتي تملك عدداً من السلبيات ومضادات الاستطباب.

أهداف البحث:

- تقييم الشفاء السريري بعد معالجة انثقابات مفترق الجذور رضية المنشأ الحاصلة أثناء المعالجة ببتر اللب وإصلاحها بالـ MTA بعد أسبوع و6 و12 شهراً من تاريخ إصلاح الانثقاب.
- تقييم الشفاء الشعاعي بعد معالجة انثقابات مفترق الجذور رضية المنشأ الحاصلة أثناء المعالجة ببتر اللب وإصلاحها بالـ MTA بعد 6 و12 شهراًمن تاريخ إصلاح الانثقاب.

- تقييم تأثير بعض العوامل كتأخر إصلاح الانثقاب (معالجة مباشرة/غير مباشرة) وحجم الانثقاب واستمرار النزف في منطقة المفترق على إنذار المعالجة.

طرائق البحث ومواده:

تصميم الدراسة:

دراسة سريرية غير مضبوطة على أرحاء مؤقتة علوية وسفلية حدث فيها انثقاب رضي في مفترق الجذور أثناء إجراء معالجة بتر اللب، وتم إجراء المتابعة السريرية والشعاعية لمدة 12 شهراً من تاريخ المعالجة.

تألفت عينة الدراسة من 34 رحى مؤقتة أولى وثانية علوية وسفلية لـ 32 طفلاً من مراجعي عيادات مداواة أسنان الأطفال – كلية طب الأسنان – جامعة تشرين– سورية؛ والتي قد حدث فيها انثقاب ميكانيكي أثناء إجراء بتر اللب من قبل طلاب مرحلة ماقبل التخرج، تم جمع العينة خلال 3 سنوات (6 فصول دراسية لطلاب مرحلة ماقبل التخرج)، حيث تم التأكد من القصة المرضية المأخوذة مسبقاً من قبل الطالب المعالج في كل حالة والتي شملت التاريخ الطبي العام من أجل تأكيد عدم وجود ماقد يتعارض مع المعالجة. تم شرح المعالجة المقترحة للأهل وأخذ الموافقة الخطية.

شملت عينة الدراسة الأسنان التي كانت مقبولة باستطباب بتر لب والتي حدث فيها انثقاب رضي في قعر الحجرة اللبية وذلك من أجل المعالجة المباشرة، والأسنان التي كان فيها حشوة قعر لم يمض على وضعها أكثر من أسبوع من أجل المعالجة غير المباشرة. تم استبعاد الأسنان التي تضمنت انثقابات نخرية والأسنان التي لم يكن استطباب معالجتها الحقيقي بتر لب (عند وجود شفوفية شعاعية حول ذروية أو بين جذرية)، والحالات التي استمر فيها النزف في مداخل الأقنية رغم محاولات ضبط النزف والأسنان غير القابلة للترميم؛ وعند عدم تطبيق حاجز مطاطي أثناء المعالجة السابقة وكذلك عند حدوث تلوث لعابي.

إجراء الدراسة:

A- الإجراء السريري:

✓ **تشخيص الانثقاب:**

لقد كان الفحص السريري المعيار الأساسي للتشخيص، حيث اعتبر النزف الشديد (غير القابل للضبط) المشاهد عيانياً في قعر الحجرة اللبية بالإضافة إلى فحص منطقة القعر بالمسبر اللثوي الطرق الرئيسية للتشخيص؛ بعد نفي أسباب النزف الأخرى باستكمال إزالة سقف الحجرة اللبية وبقايا اللب الحجروي وبتر اللب التاجي والغسل الغزير بالسالين؛ دون اللجوء إلى تشخيص شعاعي قبل المعالجة، حيث أدى عند تجربته في البداية إلى تعقيد المعالجة وزيادة احتمالية التلوث الجرثومي وفقدان تعاون الطفل بسبب زيادة مدة الجلسة، لذا تم اعتماد الصورة الشعاعية الذروية بعد المعالجة بدلاً من ذلك والتي أكدت وجود الانثقاب، واستخدمت أيضاً كمعيار أساسي للتقييم اللاحق للمعالجة.

✓ **معالجة الانثقاب :**

بعد تشخيص الانثقاب تمت المعالجة كما يلي:

- في الحالات التي عولجت بشكل مباشر: تم تنظيف المنطقة والتأكد من سلامة تركيب الحاجز المطاطي، وغسلت الحجرة اللبية بالسالين؛ ثم وضعت كرية قطنية مبللة بهيبوكلوريد الصوديوم 2.5% (Al-Fares, Damascus,

Syria) لإيقاف النزف وتطهير الحجرة اللبية ريثما تم مزج الـ MTA البيضاء (MTA Cem®, NEXOBIO, Chungcheongbuk-do, Korea). نقلت بعدها الـ MTA الممزوجة بمدفع أملغم معقم إلى الحجرة اللبية وطبقت بسماكة 3 ملم تقريباً، وتم دكّها بلطف باتجاه القعر ومداخل الأقنية بواسطة كرية قطنية مبللة بالماء المقطر ومعصورة جيداً، من ثم تم إغلاق السن بالإسمنت الزجاجي الشاردي (Glass Ionomer Cement) GIC (Cavitan® Plus, SpofaDental, Markoca, Jicin, Czech). أخذت بعد ذلك صورة شعاعية ذروية للتأكد من توضع المواد في المكان المطلوب.

- في الحالات التي اكتُشف فيها الانثقاب بعد وضع حشوة القعر: تم تشخيص الانثقاب في هذه الحالات عن طريق فحص الصور الشعاعية وملاحظة تجاوز أكسيد الزنك والأوجينول إلى المنطقة حوال السنية، وعند الشك في تلك الحالت كان يتم إزالة الترميم وحشوة القعر والفحص سريرياً تمت المعالجة في أقرب وقت ممكن لا يتجاوز الأسبوع، حيث تم إجراء التخدير الموضعي بالليدوكائين هيدروكلوريد مع مقبض وعائي (إيبنفرين) 1:80000 (Huons Lidocaine HCl, Seocho-gu, Seoul, Korea) ووضع الحاجز المطاطي. بعد ذلك أزيل الترميم الموجود وحشوة القعر وتم استكمال فتح الحجرة اللبية وبتر اللب عند الحاجة لذلك؛ وإزالة البقايا اللبية وبقايا حشوة القعر والنسج المتوتة – التي سببها تطبيق الفورموكريزول – بمجرفة عاج معقمة مع الغسل المتعاقب الغزير بالسالين، ثم وضع كرية قطنية مبللة بهيبوكلوريد الصوديوم 2.5%، واستُكمل العمل كما في حالة المعالجة المباشرة.

في الجلسة التالية وبعد أسبوع من المعالجة تم تحضير كل سن لاستقبال تاج الستانلس ستيل المناسب SSC (Stainless Steel Crown) (3M ESPE, st. Paul, USA)، وإلصاقه بالـ GIC (Kavitan® CEM, SpofaDental, Markoca, Jicin, Czech)، وإزالة البقايا من الميزاب اللثوي والسطوح الملاصقة بواسطة المسبر والخيط السني، حيث يعتبر الـ SSC الترميم الأكثر فعالية والأطول أمداً ولأن معظم الأسنان كانت ذات إصابة متعددة السطوح [56]، وقد تم تتويج الأسنان بعد أسبوع من المعالجة لتحري حدوث أية أعراض أو علامات مرضية خلال هذه الفترة.

✓ **تحضير الـ MTA:**

تمزج الـ MTA عادةً تبعاً لتعليمات الشركة المصنعة بنسبة 3:1 بودرة/ماء مقطر (سائل المزج) حتى الحصول على قوام عجيني قابل للنقل إلى مكان التطبيق، ويمكن تعديل النسبة حتى الحصول على القوام المناسب للعمل تبعاً لكمية المادة التي نحتاجها ونوع الـ MTA المستخدمة. ولكن هنا وبما أن العبوة تحتوي على 1غ من البودرة وهي كافية لعدة تطبيقات فقد تم اعتماد الحصول على القوام العجيني (معجون) كقوام مناسب لإغلاق الانثقاب والتطبيق في قعر الحجرة اللبية كحشوة قعر لبتر اللب أيضاً. تم مزج البودرة مع الماء المقطر بواسطة سباتول معقم على لوحة زجاجية نظيفة حتى الحصول على القوام المطلوب، ثم نُقل المزيج إلى الحجرة اللبية بمدفع أملغم معقم ورمي ماتبقى بعد العمل.

B- التقييم السريري والشعاعي:

تم إجراء جميع المعالجات وإنجاز فحوص المتابعة السريرية والشعاعية من قبل الباحثة وذلك في قسم طب أسنان الأطفال– جامعة تشرين، وتم وضع التقييم السريري والشعاعي الأولي في يوم المعالجة، والسريري بعد أسبوع و3 و6 و12 شهر؛ والشعاعي بعد 6 و12 شهر من تاريخ المعالجة، ثم جرى التقييم النهائي للحالات من قبل اختصاصيّين في طب أسنان الأطفال.

اعتبرت الحالة ناجحة سريرياً عندما كان السن وظيفياً وبدون أعراض و/أو علامات سريرية مرضية داخل أوخارج فموية كوجود ألم أو احمرار لثوي أو خراج أو ناسور أو حركة مفرطة في الأسنان المفحوصة، واعتبرت فاشلة عند وجود أي من هذه الأعراض أوالعلامات حيث تم قلع السن المصابة عندئذٍ. في حين اعتبرت الحالة ناجحة شعاعياً عند عدم وجود أي علامات شعاعية مرضية كالشفوفية الشعاعية بين الجذرية أو في منطقة المفترق أو الامتصاص المرضي (داخلي/خارجي) أو تكلس أقنية أو عند حدوث توسع مسافة رباطية لا يتجاوز ضعف المسافة الطبيعية [27]، واعتبرت فاشلة شعاعياً عند وجود أي من العلامات السابقة ماعدا الامتصاص الداخلي حيث كان هناك اعتبارات أخرى لتقييم الحالة عند وجوده. في التقييم الكلي تم حساب نسبة النجاح والفشل الكلي (تقييم سريري وشعاعي معاً)، حيث اعتُبرت الحالة فاشلة كلياً عندما كانت فاشلة سريرياً في أي من المتابعات؛ أو فاشلة شعاعياً في نهاية الشهر 12، واعتبرت ناجحة كلياً عندما كانت ناجحة سريرياً في كل المتابعات وشعاعياً في المتابعة الأخيرة.

التحليل الإحصائي:

تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام حزمة SPSS version 19 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)، وتم إجراء اختبار فيشر ضمن مجال ثقة 95% ومستوى دلالة 0.05 لإيجاد الفروق ذات الدلالة الإحصائية عندما تكون القيمة الاحتمالية للاختبار أصغر من 0.05، وتم إجراء جميع التحاليل الإحصائية من قبل الباحثة.

النتائج والمناقشة:

النتائج Results:

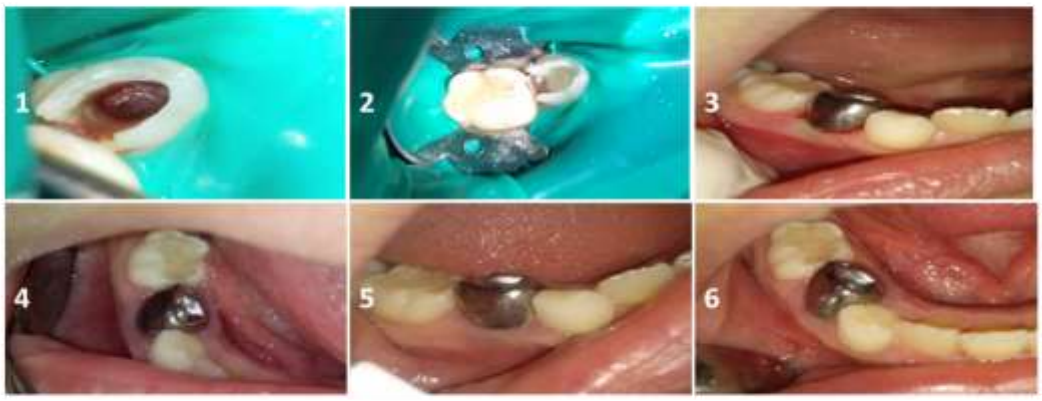
تمت معالجة 34 حالة انثقاب مفترق جذور لأرحاء مؤقتة أولى وثانية علوية وسفلية لدى 32 طفل (20 ذكر و12 أنثى) بأعمار 5– 10 سنوات (المتوسط = 7.7 ± 1.5 سنة) وتمت متابعة هذه الحالات سريرياً وشعاعياً لمدة 12 شهر بعد المعالجة وبعض الحالات إلى فترة أكثر من ذلك. كان لدينا 6 حالات فشل كلي؛ تم قلع 5 منها بسبب الفشل السريري و/أو الشعاعي لهذه الأرحاء خلال فترة المتابعة. تركت الأسنان التي ترافقت مع توسع مسافة رباطية أوشفوفية شعاعية مرضية للمراقبة حتى نهاية الشهر 12 لاحتمال استقرار أو تراجع العلامات المرضية، وتوزعت حالات الفشل السريري والشعاعي في دراستنا كالتالي:

- رحتان مع ألم بالجس وخراج واحمرار لثوي وشفوفية شعاعية
- رحى مع حركة مرضية وامتصاص التهابي خارجي وشفوفية شعاعية
- رحى مع ألم بالجس واحمرار لثوي وشفوفية شعاعية
- رحى مع ألم بالجس وشفوفية شعاعية
- رحى مع شفوفية شعاعية في نهاية الشهر السادس وعدم قدوم المريض لإجراء المتابعات اللاحقة.
- كان لدينا حالة واحدة مع امتصاص داخلي، واعتبرت هذه الحالة ناجحة بسبب عدم شمولية العظم الداعم أو التعارض مع الامتصاص الفيزيولوجي وسقوط السن في موعده الطبيعي أو أذية برعم السن الدائم [57].

كانت جميع الأسنان غير عرضية بعد أسبوع من المعالجة بمعدل نجاح 100% (34/34). يوضح الجدول (1) معدل النجاح والفشل السريري والشعاعي في الشهر السادس والثاني عشر إضافة إلى التقييم الكلي للحالات، والجدول

(2) توزع معدلات النجاح الكلي تبعاً لوقت المعالجة (مباشرة/غير مباشرة) وحجم الانثقاب واستمرار النزف في منطقة المفترق. كما يظهر الشكل (1) صور سريرية وشعاعية لإحدى حالات انثقاب مفترق الجذور في رحى أولى سفلية مؤقتة يمنى (84) والتي عولجت بشكل غير مباشر (متأخر) بالـ MTA ثم تمت متابعتها لمدة 12 شهر من تاريخ المعالجة الأولية، حيث يظهر الشكل (1–a) الصور السريرية والشكل (1–b) الصور الشعاعية للحالة.

تمت متابعة بعض الحالات لفترة أكثر من 12شهر ولم يلاحظ إعاقة لبزوغ الأسنان الدائمة الخلف أو انحراف في محاور البزوغ، كما تمت متابعة بعض الحالات وخاصة التي كانت فاشلة سريرياً حتى بزوغ الضواحك ولم يلاحظ وجود مناطق نقص تصنع أو نقص تكلس في تيجان تلك الأسنان. كان لدينا حالتان لأرحاء ثانية مؤقتة سفلية لم تكن قد بزغت خلفها الرحى الأولى الدائمة لأطفال بعمر الـ 5 سنوات، وتمت متابعة هذه الحالات حتى بزوغ الأرحاء الأولى الدائمة.



الشكل

(a–1): الصور السريرية للحالة: 1– تشخيص الانثقاب سريرياً. 2– تطبيق الـ MTA في منطقة الانثقاب وقعر الحجرة اللبية. 3– تطبيق تاج الستانلس ستيل بعد أسبوع من المعالجة الأولية. 4، 5، 6– الحالة سريرياً بعد 3 و6 و12 شهر من المعالجة الأولية.

الشكل

(b-1): الصور الشعاعية للحالة: 1- اكتشاف الانثقاب شعاعياً. 2- إصلاح الانثقاب بالـ MTA. 3، 4- الحالة شعاعياً بعد 6 و12 شهر من المعالجة الأولية.

الجدول (1) توزع معدلات النجاح والفشل السريري والشعاعي خلال 6 و12 شهر

المتابعة	نجاح	فشل		
	عدد الأسنان (%)	عدد الأسنان (%)	العدد الكلي	*P*-value
6 أشهر (سريري)	23 (95.8)	1 (4.2)	* 24	< 0.001
6 أشهر (شعاعي)	16 (76.2)	5 (23.8)	21	0.027
12 شهر (سريري)	19 (86.4)	3 (13.6)	**22	0.001
12شهر (شعاعي)	14 (73.7)	5 (26.3)	19	0.064
التقييم الكلي	**23 (79.3)**	**6 (20.7)**	*** 29	0.002

* قلع سن بسبب الفشل السريري. **سقوط فيزيولوجي لسن في متابعة الـ 9 أشهر. ***تغيب 5 مرضى عن جميع المتابعات.

الجدول (2) توزع نسب نجاح المعالجة تبعاً لوقت المعالجة وحجم الانثقاب والنزف في منطقة المفترق

المتغيرات		معدل النجاح الكلي عدد الأسنان (%)	*p*-value
وقت المعالجة	مباشرة	18 (85.7)	0.30
	غير مباشرة (بعد أسبوع)	5 (62.5)	

حجم الانثقاب	**صغير**	(87.5) 14	**0.36**
	كبير	(69.2) 9	
استمرار النزف في منطقة المفترق	**نعم**	(77.8) 7	**1.00**
	لا	(80) 16	

المناقشة Discussion:

يمكن أن يشكل تدبير الانثقابات الرضّية وانثقابات مفترق الجذور بشكل خاص تحدّياً سريرياً هاماً وخاصةً عند حدوثها في الأسنان المؤقتة [3]، حيث أن انثقابات المفترق هي الأضعف إنذاراً بين الانثقابات [8]، إضافة إلى وجود براعم الأسنان الدائمة تحتها، وقد أثبتت الـ MTA والمواد المحسنة عنها في تقارير الحالات السريرية والأبحاث المخبرية التي أجريت على أسنان مؤقتة مقلوعة قدرتها على الختم الجيد ومنع التسرب الجرثومي المجهري وتحقيق الشفاء السريري والشعاعي [3,5,2943,45–48]، ولم يكن هناك بحث سريري تضمن معالجة حالات انثقاب المفترق في الأسنان المؤقتة؛ وتحري العوامل المؤثرة على نجاح/ فشل المعالجة. وقد تم في دراستنا معالجة 34 حالة انثقاب مفترق جذور لأرحاء علوية وسفلية مؤقتة، وبما أن الانثقاب هو حادث إجرائي فقد كان من المستحيل الحصول على ظروف متشابهة تماماً قبل المعالجة لكل الحالات وتشكيل تجارب سريرية عشوائية محكمة بشاهد [58]، إضافة إلى أن قلع السن كان الحل الوحيد لتدبير هذه الحالات فيما سبق، وبالتالي فإن الإبقاء على حالات انثقاب غير معالجة للحصول على عينة شاهدة هو أمر غير أخلاقي، وكذلك الحال عند ترك السن مع حشوة قعر من أكسيد الزنك والأوجينول والذي ثبت أنه يؤدي إلى حدوث التهاب نسج حول سنية وخراج [43,47,59] وبالتالي أيضاً قلع السن فيما بعد، إضافة إلى صعوبة الحصول على حالتي انثقاب أو أكثر عند المريض ذاته والمقارنة مع مادة أخرى.

كانت كمية 1غ من الـ MTA كافية لمعالجة 8–10 حالات انثقاب في دراستنا، فقد تم المزج حتى الحصول على قوام عجيني دون الالتزام بنسبة 3:1 الشائعة حيث أن الكمية المطبقة كانت مختلفة من سن إلى آخر بسبب اختلاف حجم السن وحجم الانثقاب. تم الترميم بالـ GIC فوق الـ MTA مباشرةً لتأمين الختم اللازم بعد إجراءي بتر اللب وإصلاح الانثقاب، حيث أورد Parirokh أنه يمكن وضع الـ GIC مباشرةً فوق الـ MTA دون وضع كرية قطنية رطبة حيث أن التفاعل التصلبي لكليهما لم يتأثر بذلك [60]، كما أن عدد من الباحثين لم يتبعوا التعليمات السريرية لتطبيق الـ MTA في بتر اللب في الأسنان المؤقتة حيث لم يقوموا بوضع كرية قطنية رطبة فوق المادة [49,50,52,53,61,62]، إذ أن الرطوبة التي تدعم تفاعل التصلب تأتي عادةً من النسج المحيطة أو من الكرية القطنية الرطبة التي توضع فوق الـ MTA [63]، وهنا في دراستنا إضافة إلى رطوبة اللب الجذري المتبقي كان لدينا الرطوبة القادمة من منطقة المفترق.

كان معدل النجاح السريري في دراستنا 95.8% في نهاية الشهر السادس وانخفض إلى 86.4% في نهاية الشهر الـ 12، بينما كان معدل النجاح الشعاعي 76.2% في نهاية الشهر السادس و73.7% في نهاية الشهر 12، أما بالنسبة للتقييم الكلي سجلت الـ MTA في دراستنا كمادة لمعالجة انثقابات المفترق في الأرحاء المؤقتة نجاحاً كلياً بمعدل 79.3%، ولم يكن هناك إعاقة أو انحراف في بزوغ أي من الأسنان الدائمة الخلف للأسنان المؤقتة – التي قمنا

بمعالجتها – خلال فترات المتابعة إذ اعتبرت الـ MTA في دراسة Sarkar عام 2000 مادة قابلة للامتصاص بشكل طفيف [46].

يفضل معظم الباحثين معالجة حالات الانثقاب بشكل مباشر أو في أقرب وقت ممكن بسبب التأثير الكبير لعامل الوقت على نتيجة المعالجة [7,8,15,24]، وهذا ماوجدناه في دراستنا حيث كان معدل النجاح في المعالجة المباشرة أعلى مما هو عليه في الحالات المتأخرة (غير المباشرة) لكن بفارق غير هام إحصائياً (p-value > 0.05)، ويمكن أن نعزو اختلاف معدل النجاح إلى استخدام أكسيد الزنك والأوجينول ZOE (zinc oxide- eugenol) والفورموكريزول الذين يخفضان نسبة نجاح المعالجة بسبب تأثيراتهما السلبية على النسج الحية [59,65]، وقد يعود الفرق بين دراستنا ودراستي Oliveira و Marques التي تم فيهما معالجة 3 حالات مباشرة وغير مباشرة [43,47] إلى أن حالات الفشل الثلاث المعالجة بشكل غير مباشر في دراستنا كانت مترافقة مع انثقابات كبيرة الحجم.

لم يتم تحديد حجم الانثقاب في دراستنا بسبب اختلاف نوع الأسنان المعالجة وبالتالي اختلاف أحجامها، فقد تم تقدير حجم الانثقاب بما يتناسب مع حجم السن، فاعتبر الانثقاب كبيراً عندما كان هناك إزالة كاملة لقعر الحجرة اللبية أو كان هناك أكثر من انثقاب في القعر وماعدا ذلك فقد اعتبر الانثقاب صغير الحجم، فقد اختلفت المعايير التي تخص حجم الانثقاب في الأسنان الدائمة [15,19,25,65]، أما في الأسنان المؤقتة فقد أجريت الاختبارات على انثقابات بأقطار مختلفة (0.5 و1 و2 ملم) [5,29,45]، وكانت موحدة في كل دراسة على حدى ولم يكن هناك مقارنة بين حجمي انثقاب أو أكثر. وقد أشار التقييم الكلي إلى نتيجة بفارق غير هام إحصائياً (p-value > 0.05) ولكنه هام سريرياً حيث انخفض معدل النجاح في الانثقابات كبيرة الحجم، إذ ترافقت أربع من ست حالات فشل في التقييم النهائي مع انثقابات كبيرة الحجم. وهذا يتفق مع ماوجده Pontius في دراسة راجعة عام 2013 لانثقابات تمت معالجتها من قبل مجموعة من الأخصائيين؛ بأن الانثقابات التي كانت بقطر أقل من 3ملم (الصغيرة نسبةً لدراسته) سجلت معدل نجاح أعلى من الانثقابات التي كانت بقطر أكبر من ذلك [19].

تم تقييم النزف في منطقة المفترق كذلك في دراستنا بسبب تأثيره على عملية إصلاح الانثقاب (الترميم) وعلى خواص الـ MTA كقساوة السطح المجهرية ومقاومة الانضغاط والتكيف الحفافي ولون المادة وكذلك لون السن [66–69]، واعتبر النزف شديداً في الحالات التي لم يتوقف فيها النزف رغم استخدام هيبوكلوريد الصوديوم لعدة دقائق وترافقت هذه الحالات مع معظم الانثقابات كبيرة الحجم بسبب زيادة أذية النسج حول السنية. وجد عدد من الباحثين أن للدم تأثيراً سلبياً على المادة سواء من حيث قوة الارتباط أو مقاومة الانضغاط أو القساوة المجهرية وتؤدي إلى انخفاض نسب نجاح المعالجة [66,68,70,71]. في التقييم الكلي لحالات دراستنا لم يكن هناك فرق هامٌ إحصائياً بين استمرار النزف أو عدمه، حيث كان معدل النجاح 77.8% للحالة الأولى و 80% للثانية ويمكن أن نعزو ذلك إلى قلة عدد الحالات التي استمر فيها النزف مقارنة مع الحالات التي تم ضبط النزف فيها بشكل جيد.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- يمكن استخدام الـ MTA لإصلاح انثقابات مفترق الجذور الحاصلة أثناء معالجة بتر اللب في الأرحاء المؤقتة بنجاح.
- قد يؤثر وجود حشوة قعر من أكسيد الزنك والأوجينول في منطقة المفترق على نتيجة المعالجة.

- الانثقابات صغيرة الحجم أفضل إنذاراً من الانثقابات كبيرة الحجم.
- لم يؤثر وجود الـ MTA في منطقة المفترق على بزوغ الأسنان الدائمة الخلف.

التوصيات:

- استخدام الـ MTA في إصلاح انثقابات مفترق جذور الأرحاء المؤقتة الميكانيكية الحاصلة أثناء معالجة بتر اللب في الأسنان الهامة استراتيجياً.
- البحث عن مواد أخرى بديلة ذات تكلفة مادية أقل لمعالجة حالات انثقاب المفترق في الأرحاء المؤقتة التي تحتاج لفترة زمنية طويلة حتى تسقط.
- توخي الحذر أثناء فتح الحجرة اللبية وبتر اللب لتقليل إمكانية حدوث انثقاب مفترق الجذور وبالتالي الحاجة إلى معالجته.

References:

1. BARR, E.S; FLITZ, C.M,; HICKS, M.J. *A retrospective radiographic evaluation of primary molar pulpectomies.* Pediatr Dent. Vol. 13, No. 1, 1991, 4-9.
2. PARISAY, I; GHODDUSIi, J; FORGHANI, M. *A review on vital pulp therapy in primary teeth.* Iran Endod J. Vol. 10, No. 1, 2015, 6-15.
3. EL-KHODARY; M.H, FARSI, J.D; FARSI, M.N; ZIDAN, Z.A. *Sealing ability of four calcium containing cements used for repairing furcal perforations in primary molars: An invitro study.* JCDP .Vol. 16, No. 9, 2015, 733-9.
4. ABDUL MAJEED, H; TRIMAZI, M.S; IQBAL, N. *Furcal perforation repair: MTA versus calcium hydroxide.* Pakistan Oral & Dental J (PODJ.) .Vol. 37, No. 2, 2017, 317-20.
5. SAMUEL, A; ASOKAN, S; GREETHA PRIYA, P.R; THOMAS, S. *Evaluation of sealing ability of Biodentine™ and Mineral Trioxide Aggregate in primary molars using scaning electron microscope: A randomized controlled in vitro trail.* Contemp Clin Dent .Vol. 7, No. 3, 2016, 322-25.
6. AMERICAN ASSOCIATION of ENDODONTISTS. *Glossary of Endodontic Terms*, 9th. ed. Chicago: American Association of Endodontists, 2016.
7. AL-DAAFAS, A; AL-NAZHAN, S. *Histological evaluation of contaminated furcal perforations in dog's teeth repaired by MTA with or without internal matrix.* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod .Vol. 103, No. 3, 2007, e92-e99.
8. FUSS, Z; TROPE, M. *Root perforations: classification and treatment choices based on prognosis factors.* Endod Dent Traumatol .Vol. 12, No. 6, 1996, 225-264.
9. BARGHOLZ, C. *Perforation repair with Mineral Trioxide Aggregate: A modified matrix concept* .Int Endod J .Vol. 38, No. 1, 2005, 59-69.
10. REGAN, J.D; WITHERSPOON, D.E; FOYLE, D.M. *Surgical repair of root and tooth perforations.* Endod Topics. Vol. 11, No. 1, 2005, 152-178.
11. BENENATI, F.W; ROANA, J.B; BIGGS, J.T; SIMON, J.H. *Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha.* J Endod. Vol. 12, No. 4, 1986161-6.
12. BALLA, R; LOMONACO, C.J; SKRIBRER, J; LIN, L.M. *Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam and Life.* J Endod. Vol. 17, No. 5, 1991, 234-8.
13. PPETERSN, K; HASSELGREN, G; TRONSTAD, L. *Endodontic treatment of experimental root perforations in dog's teeth.* Dent Traumatol. Vol. 1, No. 1, 1985, 22-8.

14. SILVEIRA, C.M; SANCHEZ-AYALA, A; LAQRAVERE, M.O; PILATTI, G.L; GOMES, O.M. *Repair of furcal perforation with Mineral Trioxide Aggregate: Long term follow-up of 2 cases.* J Can Dent Assoc. Vol. 74, No. 8, 2008, 729-33.
15. TSESIS, I; FUSS, Z. *Diagnosis and treatment of accidental rot perforations.* Endodontic Topics. Vol. 13, No. 1, 2006, 95-107.
16. FUSS, Z; ASSOOLINE, L.S; KAUFMAN, A.Y. *Determination of location of root perforations by electronic apex locators.* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Vol. 82, No. 3, 1996 Sep, 324-9.
17. ALHADAINY, A.H. *Root perforations: A review of literature.* Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology. Vol. 78, No. 3, 1994, 368-74.
18. EL-DEEB, E.M; EL-DEEB, M; TABIBI, A; JENSEN, R.J. *An evaluation of the use of Amalgam, Cavit and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations.* JOE. Vol. 8, No. 10, 1982, 459-66.
19. PONTIUS, V; PONTIUS, O; BRAUN, A; FRANKENBERGER, R; ROGGENDORF, M.J. *A retrospective evaluation of perforation repairs in 6 private practices.* J Endod. Vol. 39, No. 11, 2013, 1346-58.
20. GORNI, F.G; ANDEREANO, A; AMBROGI, F; BRAMBILLA, E; CAGLIANI, M. *Patient and clinical characteristics associated with primary healing of iatrogenic perforations after root canal treatment: Results of a long-term Italian study.* J Endod. Vol. 24, No. 2, 2016, 211-5.
21. SIEW, K; LEE, A.H; CHEUNG, G.S. *Treatment outcome of Repaired root perforation: A systematic reviewed meta-analysis.* J Endod. Vol. 4, No. 11, 2015, 1795-804.
22. MENTE, J; HAGE, N; BFEFFERLE, T; KOCH, M.J; GELETNEKY, B; DREYHAUPT, J; MARTIN, M; STAEHLE, H.J. *Treatment outcome of Mineral Trioxide Aggregate: Repair of root perforations*. J Endod. Vol. 36, No. 2, 2010, 208-213.
23. KRUPP, C; BARGHOLZ, C; BRUSEHABER, M; HULSMAN, M. *Treatment outcome after repair of root perforations with Mineral Trioxide Aggregate: A retrospective evaluation of 90 teeth.* J Endod. Vol. 39, No. 11, 2013, 1364-8.
24. FORD, T.R; TORABINEJAD, M; MCKENDRY, J.D; HONG, C; KARIYAWASAM, S. *Use of Mineral Trioxide Aggregate for repair of furcal perforations.* Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology. Vol. 79, No. 6, 1995, 756-63.
25. ALSULAIMANI, R.S. *Immediate and delayed repair of 2 sizes of furcal perforations in gog's teeth using Mineral Trioxide Aggregate cement.* J Endod. Vol. 44, No. 6, 2018, 1000-6.
26. TORABINEJAD, M; WHITE, D.J. *Tooth filling material and method of use.* United States Patent 5,769,638, 16 May 1995.
27. MAIN, C; MIRZAYAN, N; SHABAHANG, S; TORABINEJAD, M. *Repair of root perforations using Mineral Trioxide Aggregate: A long-term study.* J Endod. Vol. 30, No. 2, 2004, 80-3.
28. DE-DEUS, G; REIS, C; BRANDAO, C; FIDEL, S; FIDEL, R.A. *The ability of and Portland Cement, MTA and MTA Bio to prevent through-and-through fluid movement in repaired furcal perforations*. J Endod. Vol. 33, No. 11, 2007, 1374-7.
29. EL-TAWILE, B.S; EL-DOKKY, A.N; ABD El HAMID, D. *Sealing ability of MTA versus Portland cement in the repair of furcal perforations of primary molars: A Day extraction leakage model.* Journal of American Science. Vol. 7, No. 12, 2011, 1037-43.

30. HASHEM, A.A; HASSANIEN, E.E. *ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study.* J Endod. Vol. 34, No. 1, 2008, 59-61.
31. BRAMANTE, C.M; BERBERT, A. *Influence of time of calcium hydroxide iodoform past replacement in the treatment of root perforations.* Braz Dent J. Vol. 5, No. 1, 1994, 45-51.
32. BOGAERTS, P. *Treatment of root perforations with calcium hydroxide and Super EBA cement: a clinical report.* IEJ. Vol. 30, No. 3, 1997, 210-9.
33. ALHADAINY, H.A; HIMEL, V.T. *Evaluation of the sealing ability of Amalgam, Cavit and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations.* Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Vol. 75, No. 3, 1993, 362-6.
34. YILDIRIM, T; GENCOGLU, N; FIRAT, I; PERK, C; GUZEL, O. *Histologic study of furcation perforation treated with MTA or Super EBA in dog's teeth.* Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Vol. 100, No. 1, 2005, 120-4.
35. DE-DEUS, G; PETRUCCELLI, V; GURGEL-FILBO, E; COUTINHO- FILBO, T. *MTA versus Portland Cement as repair material for furcal perforations: A laboratory study using a polymicrobal leakage model.* Int Endod J. Vol. 39, No. 4, 2006, 293-8.
36. LEE, S.G; MONSEF, M; TORABINEJAD, M. *Sealing ability of a Mineral Trioxide Aggregate for repair of lateral root perforations.* J Endod. Vol. 19, No. 11, 1993, 541-4.
37. HOLLAND, R; FILHO, J.A; dE-SOUZA, V; NERY, M.J; BERNABE, P.F; JUNIOR, E.D. *Mineral Trioxide Aggregate repair of lateral root perforations.* J Endod. Vol. 27, No. 4, 2001, 281-4.
38. NAKATA, T.T; BAEK, S; BAUMGARTNER, J.C. *Perforation repair comparing MTA and amalgam using anaerobic bacterial leakage model.* J Endod. Vol. 24, No. 3, 1998, 184-6.
39. AHANGARI, Z; KARAMI, M. *Evaluation of the sealing ability of amalgam, MTA, Portland Cemant and Goltzol in the repair of furcal perforations.* J Endod. Vol. 1, No. 2, 2006, 60-4.
40. YAZDI, K.A; MASOODI, M; SHOKOHINEJAD, N. *Comparison of tissue reaction of pulp chamber perforations in dog's teeth treated with MTA, light-cured glass ionomer and amalgam.* J of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences. Vol. 3, No. 2, 2006, 57-62.
41. ZHU, Y.Q; XIA, W.W; XIA, L. *Histological evaluation on repair of furcation perforation in dogs using MTA.* Shanghai Kou Qiany Yi Yue. Vol. 12, No. 1, 2003, 47-50.
42. WELDON, J.K; PASHLEY, D.H; LOUSHINE, R.J; WELLER, R.N; KIMBROUGH, W.F. *Sealing ability of Mineral Trioxide Aggregate and Super EBA when used as furcation repair materials: A longitudinal study.* J Endod. Vol. 28, No. 6, 2002, 467-70.
43. OLIVEIRA, T.M; SAKAI, T.V; SILVA, C.T; SANTOS, F.C; MACHADO, M; ABDO, R. *Repair of furcal perforation treated with MTA in primary molar teeth: 20-month follow-up.* Journal of Dentistry for Children (JDC). Vol. 25, No. 2, 2008, 188-91.
44. MASUDA, K; NAKANO, K; OKAWA, R; NAKA, S; MATSUMOTO, M; OOSHIMA, T. *Successful application of Atelocollagen for treatment of perforated teeth.* J Clin Pediatr Dent. Vol. 36, No. 1, 2011, 1-4.

45. HAGHGOO, R; ABBASI, F. *Treatment of furcal perforation in primary molars with ProRoot MTA versus Root MTA; A laboratory study.* Iran Endod J. Vol. 8, No. 2, 2013 Jan, 52-4.
46. HAGHGOO, R; ARFA, S; ASGARY, S. *Microleakage of CEM cement and ProRoot MTA as furcal perforation repair materials in primary teeth.* Iran Endod J. Vol. 8, No. 4, 2013 Oct, 187-90.
47. MARQUES, N.CT; NETO, L.N; OLIVEIRA, T.M. *Immediate and mediate furcal perforation treatment in primary molars: 24-month follow-up.* Eur Arch Paediatr Dent. Vol. 17, No. 6, 2016, 489-94.
48. KATGE, F.A; SHIVASHARAN, P.R; PATIL, D. *Sealing ability of Mineral Trioxide Aggregate Plus™ and Biodentine™ for repair of furcal perforation in primary molars: An in vitro study.* Contemp Clin Dent. Vol. 7, No. 4, 2016, 487-92.
49. AGAMY, H.A; BAKRY, N.S; MOUNIR, M.MF; AVERY, DR. *Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp capping agents in pulpotomized primary teeth.* Pediatr Dent. Vol. 26, No. 4, 2004, 302-9.
50. MAROTO, M; BARBERIA, E; VERA, V; GARCIA-GODOY, F. *Dentin bridge formation after white mineral trioxide aggregate (white MTA) pulpotomies in primary molars.* Am J Dent. Vol. 19, No. 2, 2006, 75-9.
51. MAROTO, M; BARBERIA, E; VERA, V; GARCIA-GODOY, F. *Mineral trioxide aggregate as pulp dressing agent in pulpotomy treatment of primary molars: 42-month clinical study.* Am J Dent. Vol. 20, No. 5, 2007, 283-6.
52. FARSI, N; ALMOUDI, N; KHALID BALTO, K; MUSHAYAT, A. *Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars.* J Clin Pediatr Dent. Vol. 29, No. 4, 2005, 307-12..
53. HOLAN, G; EIDELMAN, E; FUKS, A.B. *Long-term Evaluation of Pulpotomy in Primary Molars Using Mineral Trioxide Aggregate or Formocresol.* Pediatr Dent. Vol. 27, No. 2, 2005, 129-36.
54. NOOROLLAHAIN, H. *Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp medicaments for pulpotomies in primary molars.* Br Dent J 2008; 204: Published online: 18 April 2008 doi:10.1038/sj.bdj. 2008.319.
55. GODHI, B; SOOD, P.D; SARMA, A. *Effect of mineral trioxide aggregate and formocresol on vital pulp after pulpotomy of primary molars: An in vivo study.* Contemporary clinical dentistry Vol. 2, No. 4, 2011, 296-301.
56. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRIC DENTISTRY. *Use of Vital Pulp Therapies in Primary Teeth with Deep Caries Lesions.* Pediatr Dent. Vol. 40, No. 6, 2018/2019, 179-92.
57. SMITH, N.L; SUE SEALE, M.SN; NUNN, M.E. *Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: A retrospective study.* Pediatr Dent. Vol. 22, No. 3, 2000, 192-9.
58. TORABINEJAD, M; PARIROKH, M; DUMMER, P.MH. *MTA and other bioactive endodontic cements: An updated overview-part II: Other clinical applications and complications.* Int Endod J. Vol. 51, No. 2, 2018, 284-317.
59. BRAMANTE, C.M; BERBERT, A. *Root perforations dressed with calcium hydroxide or zinc oxide and eugenol.* J Endod. Vol. 13, No. 8, 1987, 392-5.
60. PARIROKH, M; TORABINEJAD, M. *Mineral Trioxide Aggregate: A comprehensive literature review-Part I: Chemical, physical and antibacterial properties.* J Endod. Vol. 36, No. 1, 2010, 16-27.

61. EIDELMAN, E; HOLAN, G; FUKS, A.B. *Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report.* Pediatr Dent. Vol. 23, No. 1, 2001, 15-8.
62. PERCINOTO, C; CASTRO, A.M.; PINTO, L.M. *Clinical and radiographic evaluation of pulpotomies employing calcium hydroxide and trioxide mineral aggregate.* Gen Dent. Vol. 54, No. 4, 2006, 258-61.
63. TORABINEJAD, M. *Mineral Trioxide Aggregate, Properties and Clinical Applications.* 1st. ed., John Willey & Sons, Inc California, USA, 2014.
64. SARKAR, N.K; CAICEDO, R; RITWIK, R; MOISEYEVA, R; KAWASHIMA, I. *Physiochemical basis of the biologic properties of Mineral Trioxide Aggregate.* J Endod. Vol. 31, No. 2, 2005, 97-100.
65. SHAH, D.Y; KHOPADEL, S.HT; JAIN1, P.M; DADPE, A.M. *Delayed repair of multiple perforations compounded with formocresol osteo‑gingival necrosis.* Saudi Endodontic Journal. Vol. 8, No. 1, 2018, 50-4.
66. NEKOOFAR, M.H; ASEELEY, Z; DUMMER, D.MH. *The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of Mineral Trioxide Aggregate.* Int Endod J. Vol. 43, No. 4, 2010, 312-20.
67. OLOOMI, K; SABERI, E; MOKHTARI, H; ZONOUZI, H.R; NOSTAR, A; NEKOOFAR, M.H; DUMMER, P.MH. *Evaluation of the effect of blood contamination on the compressive strength of Mineral Trioxide Aggregate modified with hydration accelerator.* Restor Dent Endod. Vol. 38, No. 33, 2013, 128-33.
68. MILANI, A.S; RAHIMI, S; FROUGHREYHANI, M; PAKDEL, M.V. *Effect of blood contamination on marginal adaptation and surface microstructure of Mineral Trioxide Aggregate: A SEM study.* J Dent Res Dent Cli Dent Prospects. Vol. 7, No. 3, 2013, 157-63.
69. LENHERR, P; ALLGAYER, N; WEIGER, R; FILIPPI, A; ATTIN, T; KRASTL, G. *Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study.* Int Endod J. Vol. 25, No. 10, 2012, 942-9.
70. VANDERWEELE, R. A; SCHWARTZ, S. A; BEESON, T. J. *Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids.* J Endod. Vol. 32, No. 5, 2006, 421-4.
71. NEKOOFAR, M. H; DAVIES, T. E; STONE, D; BASTURK, F.B; DUMMER, P.M. *Microstructure and chemical analysis of blood-contaminated mineral trioxide aggregate.* International Endodontics Journal. Vol. 44, No. 11, 2011, 1011-8.