

TRATAMENTO DE DENTE PERMANENTE NÃO VITAL ASSOCIADO À RIZOGÊNESE INCOMPLETA UTILIZANDO PLUG APICAL DE AGREGADO TRIÓXIDO MINERAL

TREATMENT OF NON-VITAL PERMANENT TOOTH ASSOCIATED WITH INCOMPLETE RHIZOGENESIS USING APICAL PLUG OF MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE

ALINE MARTINS LICHESKI DO **BOMFIM**¹, GIULIANO PORTOLESE SVERSUTTI **CESAR**¹, MARIA LUISA GOMES **FERREIRA**², NAIR NARUMI ORITA **PAVAN**³, ALFREDO FRANCO **QUEIROZ**⁴, MARGARETH CALVO PESSUTTI **NUNES**⁵, MARCOS SERGIO **ENDO**^{6*}

1. Cirurgião-Dentista, graduado pelo Curso de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá; 2. Acadêmica do Curso de Graduação de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá; 3. Docente do Curso de Graduação de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá, graduada em Odontologia pela Universidade de Taubaté, Mestre em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Bauru e Doutora em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Estadual de Maringá; 4. Docente do Curso de Graduação de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá, graduado em Odontologia pela Universidade Federal de Alfenas, Mestre em Endodontia pela Universidade de São Paulo e Doutor em Odontologia pela Universidade Estadual Paulista; 5. Docente do Curso de Graduação de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá, graduada em Odontologia pela Universidade do Oeste Paulista, Mestre e Doutora em Dentística pela Faculdade de Odontologia de Bauru; 6. Docente do Curso de Graduação de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá, graduado em Odontologia pela Universidade Estadual de Maringá, Especialista em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Mestre e Doutor em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

* Departamento de Odontologia, Avenida Mandacarú, 1550, Bloco S08, Maringá, Paraná, Brasil. CEP: 87083-170. marcossendo@gmail.com

Recebido em 20/04/2020. Aceito para publicação em 26/08/2020

RESUMO

Dentes permanentes com rizogênese incompleta quando acometidos pelo traumatismo dentário, tem-se como tratamento de escolha a apicificação. O objetivo desse trabalho é relatar um caso clínico de traumatismo de dente permanente associado à rizogênese incompleta com confecção do plug apical com agregado trióxido mineral (MTA). Paciente do gênero masculino, 7 anos, procurou o C.E.M. Trau/ Odonto UEM, com queixa de dor no dente traumatizado. Ao exame clínico, o dente 21 apresentava mobilidade grau I, fratura de esmalte e dentina, dor a palpação e percussão, e resposta negativa ao teste sensibilidade pulpar. Na radiografia, detectou-se rizogênese incompleta no dente 21. Após os exames, confirmou-se o diagnóstico de abscesso periapical agudo. Inicialmente foi realizada inserção de medicação com formocresol e restauração provisória. Posteriormente, realizou-se inserção de medicação intracanal a base de hidróxido de cálcio e propilenoglicol. Após duas trocas de medicação, o plug apical com MTA foi confeccionado. Na consulta seguinte, o canal radicular foi obturado e restaurado provisoriamente, com posterior restauração com resina composta. Após 3 meses de preservação, o paciente não apresentava sinais e sintomas. Conclui-se que a apicificação com plug apical de MTA permitiu um adequado selamento, maior rapidez na conclusão do tratamento e resultados clínicos satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Odontologia, endodontia, traumatismos dentários.

ABSTRACT

Immature permanent teeth when affected by dental trauma,

the treatment of choice is the apexification, The objective of this study was reporting a clinical case of permanent non-vital tooth associated with open apices, in which the apical plug of Mineral Trioxide Aggregate (MTA). A 7-year-old male patient attended the C.E.M. Trau/Odonto UEM, complaining of tooth pain that had traumatized. During the clinical examination, grade I mobility, enamel and dentin fracture, pain at palpation and percussion, and negative response to the pulp sensitivity test of the tooth 21 were observed. On radiographic examination, open apices were detected in tooth 21. After the examinations, we confirmed the diagnosis of acute periapical abscess. Initially, we performed medication with formocresol and provisional restoration. Subsequently, we inserted intracanal medicaments based on calcium hydroxide and propylene glycol. After two changes of intracanal medication, the apical plug with MTA. At the next consultation, we provisionally fill and restore the root canal, with subsequent restoration with composite resin. The patient has been followed-up for 3 months, without signs and symptoms. We concluded that apical apexification with an MTA plug allowed adequate sealing, faster treatment completion and satisfactory clinical results.

KEYWORDS: Dentistry; Endodontics; Tooth Injuries.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o traumatismo dentário é considerado um problema de saúde pública, pois pode levar à perda dentária, afetando a qualidade de vida e o psicossocial do indivíduo¹. As principais causas deste traumatismo são acidentes de trânsito e prática de esportes, e a maior prevalência é em crianças e adolescentes, principalmente entre 8 a 12 anos de idade. O gênero

mais acometido é o masculino, e o dente com maior incidência é o incisivo central superior, seguido do lateral superior^{1,2}.

As raízes dos dentes permanentes são formadas através da bainha epitelial de Hertwig que é responsável pela deposição de tecido mineralizado durante a formação radicular³. Quando esta estrutura é atingida por agressões físicas ou microbianas, como trauma dental ou lesão cariosa, pode levar ao seu rompimento e, assim a formação radicular pode ser cessada. Com isso, dentes com rizogênese incompleta e que sofreram traumatismo dentário, podem gerar um processo de necrose pulpar e levar a paralisação da formação radicular^{4,5}.

Nesses casos a instrumentação e a obturação do canal radicular são um grande desafio, pois a presença de ápice aberto, paredes finas e frágeis, canais divergentes e inexistência de barreira apical, impossibilita o tratamento endodôntico convencional^{6,7,8}. Com isso, o tratamento indicado é a apicificação, que consiste na indução de uma barreira calcificada no ápice. Esta técnica baseia-se no esvaziamento e instrumentação do canal radicular, para em seguida realizar trocas sucessivas de hidróxido de cálcio ou confecção de plug apical com agregado trióxido mineral (MTA)⁹.

A apicificação feita através das trocas de hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂] associado a algum veículo foi um método muito utilizado, porém atualmente estudos comprovam que essa técnica aumenta o risco de fratura da raiz, pois as trocas sucessivas da medicação intracanal podem levar ao enfraquecimento das paredes dentinárias¹⁰, bem como, apresentar uma longa duração do tratamento e dificuldade de controle do paciente. Além disso, expõe o paciente ao maior número de radiografias⁸, como também pode apresentar imprevisibilidade e falha na formação da barreira apical⁹.

Um método alternativo é a confecção do plug apical com MTA, que possui diversas vantagens sobre o hidróxido de cálcio como redução do tempo total do tratamento, não necessita de múltiplas trocas de medicação intracanal, reduzindo assim os riscos de fratura radicular⁸. O MTA é um material que possui excelente selamento, é biocompatível, possui pH elevado, propriedades antimicrobianas e induz a formação de tecido mineralizado^{3,4,6,10}.

O objetivo desse trabalho é relatar um caso clínico de dente permanente não vital e com rizogênese incompleta, em que o tratamento de escolha foi a apicificação através da confecção do plug apical com MTA e posteriormente a obturação do canal radicular.

2. CASO CLÍNICO

Paciente do gênero masculino, 7 anos de idade, compareceu no projeto C.E.M. Trau/ Odonto da Universidade Estadual de Maringá, queixando-se de dor no dente que havia traumatizado 4 meses antes de procurar o atendimento. Ao exame clínico, observou-se mobilidade grau I e fratura de esmalte e dentina no

dente 21. Foi realizado teste de sensibilidade nos dentes 11, 12, 21 e 22, e somente o dente 21 não respondeu positivamente. Aos testes de palpação e percussão, os elementos 11, 12 e 22 obtiveram uma resposta negativa e o elemento 21 uma resposta positiva. Ao exame radiográfico, detectou-se rizogênese incompleta e fratura de esmalte e dentina no dente 21 (Figura 1).



Figura 1. Radiografia inicial.



Figura 2. Radiografia após inserção da medicação intracanal a base de hidróxido de cálcio e propilenoglicol.

Durante a segunda consulta, observou-se edema no fundo de vestibulo do dente 21. Após o exame clínico e radiográfico, confirmou-se o diagnóstico de abscesso periapical agudo. Assim, foi realizada a abertura coronária com as brocas diamantadas 1014 e 3082 em alta rotação, isolamento absoluto, irrigação com hipoclorito de sódio 1% (Asfer, São Caetano do Sul, Brasil), inserção de medicação com formocresol e restauração provisória com IRM (Dentsply, Petrópolis, Brasil).

Na sessão seguinte, realizou-se odontometria radiográfica obtendo o comprimento de trabalho de 23 mm. O canal radicular foi instrumentado com a lima manual #80 intercalando com irrigação com hipoclorito de sódio 1%. Após a finalização da instrumentação, o canal foi seco com pontas de papel absorvente #80 (Tanari, Manacapuru, Brasil), inseriu-se a medicação intracanal a base de hidróxido de cálcio (Maquira, Ibiporã, Brasil) associado ao propilenoglicol, e confeccionou-se o selamento provisório com IRM (Dentsply, Petrópolis, Brasil) (Figura 2).

Após duas trocas de medicação, o paciente retornou para a confecção do plug apical com MTA. Primeiramente removeu-se a medicação através da irrigação com hipoclorito de sódio 1%. Posteriormente, o MTA branco (Angelus, Londrina, Brasil) foi manipulado na proporção 1 medida de pó para 1 gota de líquido conforme indicação do fabricante e foi inserido imediatamente no canal radicular com o auxílio da broca lentulo (Maillefer, Ballaigues, Suíça). O excesso de MTA foi removido com a lima envolta por algodão estéril. Para aguardar a presa completa do MTA, inseriu-se a medicação intracanal a base de hidróxido de cálcio e soro fisiológico estéril (Figura 3).

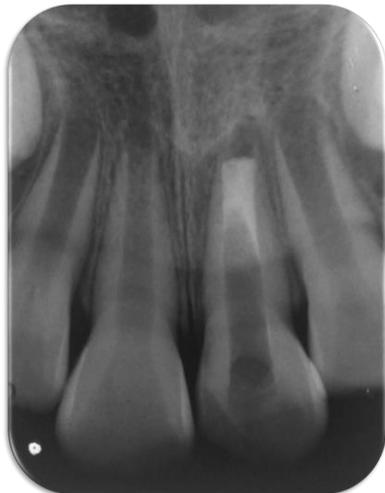


Figura 3. Radiografia após a confecção do plug apical de MTA

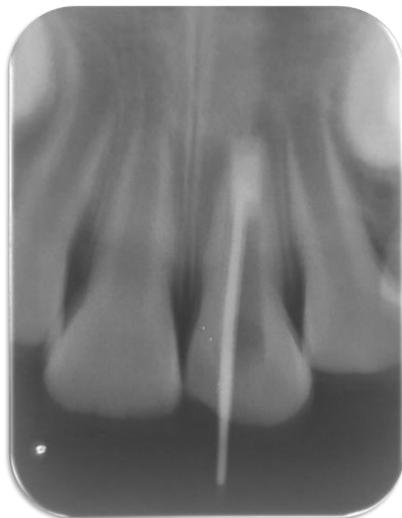


Figura 4. Radiografia da prova do cone.

Uma semana depois, o paciente retornou para a obturação do canal radicular. Assim, foi removida a medicação intracanal, realizou a irrigação com hipoclorito de sódio 1%, secagem do canal com pontas de papel absorvente #80, preenchimento com EDTA 17% (Biodinâmica, Ibiporã, Brasil) por 5 minutos para remoção de smear layer, irrigação com hipoclorito de sódio 1% e secagem do canal radicular com papel absorvente #80. Posteriormente, a ponta do cone principal de guta percha (#80) foi moldada através do aquecimento da espátula nº24, o cone foi introduzido no canal em 20 mm de comprimento. Foi realizada a radiografia periapical da prova do cone principal (Figura 4). Em seguida, o canal foi obturado com cimento obturador Endofill (Dentsply, Petrópolis, Brasil) e cones acessórios, utilizando a técnica de condensação lateral (Figura 5).



Figura 5. Radiografia da prova da obturação.

Após o preenchimento do canal e inserção da restauração provisória, foi realizada a radiografia periapical do dente 21 (Figura 6).



Figura 6. Radiografia após a obturação do canal radicular.

Na sessão seguinte confeccionou-se a restauração definitiva do dente 11 e 21 com resina composta utilizando a técnica da muralha, e posteriormente o

acabamento e polimento das restaurações.

Após 1 e 3 meses foi realizado o controle clínico e radiográfico (Figura 7 e 8), o paciente encontra-se sem sinais e sintomas. Também pode-se observar que em apenas 3 meses, houve formação de tecido mineralizado no ápice do dente 21.



Figura 7. Radiografia após 1 mês de proservação.



Figura 8. Radiografia após 3 meses de proservação.

3. DISCUSSÃO

Dentes permanentes com rizogênese incompleta e que sofreram o traumatismo dentário, podem gerar um processo de necrose pulpar e paralisação da formação radicular. Nesses casos, o tratamento endodôntico convencional é contraindicado devido à presença de paredes finas e frágeis, canal radicular amplo e divergente, presença de ápice aberto e inexistência de barreira apical, aumentando assim o risco de extravasamento das soluções irrigadoras e materiais de obturação para os tecidos periapicais⁷. Assim, o tratamento endodôntico passa a ser um grande desafio.

Segundo Silva *et al.* (2015)¹¹, o tratamento indicado nesses casos é a apicificação, que tem por finalidade induzir a formação de barreira mineralizada no ápice, promovendo o fechamento do forame apical, possibilitando assim a obturação segura desses canais.

O hidróxido de cálcio foi amplamente utilizado durante muitos anos como material de escolha para a apicificação. Porém, atualmente estudos relatam que o hidróxido de cálcio possui diversas desvantagens como variabilidade no tempo de conclusão do tratamento (média de 12,9 meses)¹²; imprevisibilidade no fechamento apical; dificuldade de controle do paciente devido à necessidade de inúmeras consultas^{5,11,13,14}; possibilidade de recontaminação do canal radicular devido à utilização de material provisório para o selamento coronário¹¹; risco de enfraquecimento e fratura da raiz, pois o uso prolongado do hidróxido de cálcio pode levar a mudança nas propriedades da dentina. Com isso, a apicificação com o plug apical de MTA foi proposta como um método alternativo ao hidróxido de cálcio¹³. O agregado trióxido mineral possui como vantagens a sua biocompatibilidade, boa capacidade de selamento, comporta-se bem na presença de umidade, não é tóxico, não se dissolve na presença de fluídos¹⁵, possibilita que o tratamento seja concluído com maior rapidez, diminuindo as chances de fratura do elemento dentário¹⁶. Além disso, esse material tem propensão de induzir a formação de ligamento periodontal e cimento, tornando um excelente material para fechamento de ápices abertos de dentes com rizogênese incompleta¹⁷. Porém, o MTA apresenta alto custo e difícil manipulação.

Bonte *et al.* (2015)¹⁰ no estudo randomizado sobre a comparação do MTA e $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como materiais para induzir a apicificação em casos de dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, relataram que após 1 ano de acompanhamento clínico e radiográfico, a apicificação com MTA obteve resultados superiores ao hidróxido de cálcio quanto ao fechamento apical e taxa de sobrevivência dos elementos submetidos a essa técnica.

O MTA é um material constituído de compostos minerais como silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, entre outros óxidos minerais. Para sua correta utilização é necessário que a manipulação do pó associado à água estéril seja realizada na proporção pó/líquido conforme a indicação do fabricante. Essa mistura forma uma pasta que se solidifica em até 4 horas na presença da umidade⁹. Segundo Parirokh & Torabinejad (2010)¹⁵ o mecanismo de ação do agregado trióxido mineral é semelhante ao efeito do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sobre a polpa. Esse mecanismo consiste na liberação de íons cálcio que induzem a ligação e proliferação das células, e conseqüentemente propicia um ambiente antimicrobiano devido ao aumento do pH. Assim, induz a produção de citocinas, levando a diferenciação e migração de células que estimulam a formação de tecido duro. E por fim, a apatita carbonada é formada na superfície do MTA, propiciando a vedação biológica.

Segundo Erdem & Sepet (2008)¹³ para a confecção dessa técnica é necessário que primeiramente faça a desinfecção do canal radicular com medicação à base de hidróxido de cálcio, diminuindo a infecção bacteriana no dente acometido, para posteriormente realizar a inserção do MTA, corroborando com o nosso trabalho, no qual foi realizado duas trocas de medicação intracanal a base de Ca(OH)₂ e em seguida a confecção do plug apical de MTA.

Devido à dificuldade de inserção desse material biocompatível no canal radicular, ainda não existe uma técnica ideal para a confecção do plug apical e por isso vários métodos são relatados na literatura. O trabalho de Hachmeister *et al.* (2002)¹⁸ abordaram a adaptação do MTA na porção apical através da utilização de condensador manual #70, associado com pontas de papel umedecidas. Erdem & Sepet (2008)¹³ utilizaram o porta amálgama juntamente com o condensador de Schilder (Odous de Deus, Belo Horizonte, MG, Brasil). Saghiri *et al.* (2009)¹⁹ utilizaram o porta MTA (Dentsply, Tulsa Dental, EUA) e condensador manual (Hu-Friedy, Chicago, EUA). Silva *et al.* (2015)¹¹ relataram a associação do condensador de Schilder e cone de papel úmido por 15 minutos. Já o trabalho de Felipe *et al.* (2006)²⁰ utilizaram a espiral lentulo para introdução do MTA dentro do canal radicular. Como também no caso clínico relatado por este trabalho, a técnica de escolha para a inserção do MTA foi realizada com o auxílio da lentulo e seu excesso foi removido com a lima envolta por algodão estéril.

Neste trabalho o plug apical inserido foi de aproximadamente 5 mm, assim como no estudo de Al-Kahtani *et al.* (2005)²¹, no qual relataram que essa espessura de barreira apical permite um bom selamento, proporcionando uma adequada vedação e resistência ao deslocamento. Hachmeister *et al.* (2002)¹⁸ estudaram a resistência do plug apical de 1 e 4 mm, e como resultados obteve que a barreira apical de 4 mm de MTA apresentou diferença significativamente maior a resistência ao deslocamento quando comparada a barreira apical de 1 mm, comprovando assim que quanto maior a barreira, menor a chance de deslocamento do plug apical de agregado trióxido mineral.

Os trabalhos de Witherspoon *et al.* (2008)²², Araújo *et al.* (2012)²³, Bonte *et al.* (2015)¹⁰ e Silva *et al.* (2015)¹¹ relataram a utilização do hipoclorito de sódio como solução irrigadora em casos de rizogênese incompleta. Essa substância tem sido muito empregada devido às suas propriedades de ser um antimicrobiano de amplo espectro. Além disso, possui eficácia na dissolução de matéria orgânica existente dentro canal radicular, bem como na remoção de smear layer^{22,24}. Porém é recomendado o uso com cautela para evitar possíveis acidentes com esse irrigante. Para isso, deve-se realizar movimentos leves e constantes de “vai e vem” com a seringa, no comprimento de 2 mm aquém do comprimento de trabalho, bem como a utilização de agulha de irrigação que não fique justa no canal, evitando assim a criação de pressão sobre o ápice e

consequentemente a extrusão de hipoclorito de sódio para os tecidos periapicais.

Annamalai & Mungara (2010)⁶ em seu estudo acerca da eficácia do plug de MTA em dentes permanentes não vitais, registraram que após 3 e 6 meses de acompanhamento a taxa de sucesso clínico do plug apical de MTA foi de 96,7%, e 100% após 9 e 12 meses. Além disso, após 1 ano de preservação, 86,66% dos dentes submetidos a essa técnica obtiveram formação de barreira apical e 30% tiveram o crescimento radicular. Esses achados são semelhantes ao estudo de Felipe *et al.* (2006)²⁰ no qual houve formação da barreira apical em 100% dos casos.

Estudos foram desenvolvidos para a criação de um método que possibilite a revascularização pulpar, que consiste na indução da proliferação de células tronco de reparação tecidual para substituição do tecido necrótico e consequentemente o desenvolvimento radicular²⁵. Esta técnica baseia-se na desinfecção do canal radicular e estimulação de sangramento para formação de coágulo²⁶. Alguns trabalhos relatam o sucesso da revascularização, como no relato de caso de Iwaya *et al.* (2011)²⁷, que após 30 meses de preservação, obtiveram o fechamento do ápice e o espessamento radicular. Já no estudo de Alobaid *et al.* (2014)²⁶ os resultados em relação à taxa de sucesso de dentes com rizogênese incompleta tratados com revascularização foram semelhantes ao tratamento com apicificação. Além disso, não houve diferença estatística entre as duas técnicas em relação ao comprimento e espessura da raiz. Porém, ainda não existe um protocolo definido para essa técnica e a confecção do plug apical com MTA mostra-se mais previsível em relação à revascularização.

4. CONCLUSÃO

A apicificação utilizando o plug apical de MTA neste caso de dente permanente não vital associado à rizogênese incompleta foi um tratamento que proporcionou resultados clínicos e radiográficos satisfatórios, mesmo diante de um ápice extremamente aberto. Além disso, é uma técnica viável no qual possibilita excelente selamento, maior rapidez na conclusão do tratamento e formação de barreira apical em um curto tempo de preservação.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries – a 12 year review of the literature. *Dent Traumatol.* 2008; 24(6):603-11.
- [2] Andersson L. Epidemiology of Traumatic Dental Injuries. *J Endod.* 2013; 39(3):S2–5.
- [3] Ham KA, Witherspoon DE, Gutmann JL *et al.* Preliminary Evaluation of BMP-2 Expression and Histological Characteristics During Apexification with Calcium Hydroxide and Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 2005; 31(4):275–9.
- [4] Kumar V, Zameer M, Prasad V *et al.* Boon of MTA Apexification in Young Permanent Posterior Teeth. *Case Rep Dent.* 2014; 14:1–5.

- [5] Simon S, Rilliard F, Berdal A *et al.* The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J.* 2007; 40(3):186–97.
- [6] Annamalai S, Mungara J. Efficacy of mineral trioxide aggregate as an apical plug in non-vital young permanent teeth: preliminary results. *J Clin Pediatr Dent.* 2010; 35(2):149–55.
- [7] Chala S, Abouqal R, Rida S. Apexification of immature teeth with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: systematic review and meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112(4):e36–42.
- [8] D’Arcangelo C, D’Amario M. Use of MTA for orthograde obturation of nonvital teeth with open apices: report of two cases. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2007; 104(4):98–101.
- [9] Albadri S, Chau YS, Jarad F. The use of mineral trioxide aggregate to achieve root end closure: three case reports. *Dent Traumatol.* 2013; 29(6):469–73.
- [10] Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T *et al.* MTA versus Ca(OH)₂ in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clin Oral Investig.* 2015; 19(6):1381–8.
- [11] Silva RV, Silveira FF, Nunes E. Apexification in Non-Vital Teeth with Immature Roots: Report of Two Cases. *Iran Endod J.* 2015; 10(1):79–81.
- [12] Dominguez RA, Muñoz ML, Aznar MT. Study of calcium hydroxide apexification in 26 young permanent incisors. *Dent Traumatol.* 2005; 21(3):141–5.
- [13] Erdem AP, Sepet E. Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices. *Dent Traumatol.* 2008; 24(5):e38–41.
- [14] Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP *et al.* Comparative Study of Root-End Induction Using Osteogenic Protein-I, Calcium Hydroxide, and Mineral Trioxide Aggregate in Dogs. *J Endod.* 1999; 25(1):1–5.
- [15] Parirokh M, Torabinejad M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review — Part III: Clinical Applications, Drawbacks, and Mechanism of Action. *J Endod.* 2010; 36(3):400–13.
- [16] Sisli SN, Ozbas H. Comparative Micro – computed Tomographic Evaluation of the Sealing Quality of ProRoot MTA and MTA Angelus Apical Plugs Placed with. *J Endod.* 2017; 43(1):147–51.
- [17] Vidal K, Martin G, Lozano O *et al.* Apical Closure in Apexification: A Review and Case Report of Apexification Treatment of an Immature Permanent Tooth with Biodentine. *J Endod.* 2016; 42(5):1–5.
- [18] Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA *et al.* The Sealing Ability and Retention Characteristics of Mineral Trioxide Aggregate in a Model of Apexification. *J Endod.* 2002; 28(5):386–90.
- [19] Saghiri MA, Lotfi M, Saghiri AM *et al.* Scanning Electron Micrograph and Surface Hardness of Mineral Trioxide Aggregate in the Presence of Alkaline pH. *J Endod.* 2009; 35(5):706–10.
- [20] Felipe WT, Felipe MCS, Rocha MJC. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J.* 2006; 39(1):2–9.
- [21] Al-kahtani A, Shostad S, Schifferle R *et al.* In-Vitro Evaluation of Microleakage of an Orthograde Apical Plug of Mineral Trioxide Aggregate in Permanent Teeth with Simulated Immature Apices. *J Endod.* 2005; 31(2):117–9.
- [22] Witherspoon DE, Small JC, Regan JD *et al.* Retrospective Analysis of Open Apex Teeth Obturated with Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 2008; 34(10):41–4.
- [23] Araújo AC, Nunes E, Fonseca AA *et al.* Influence of smear layer removal and application mode of MTA on the marginal adaptation in immature teeth: a SEM analysis. *Dent Traumatol.* 2012; (6):1–6.
- [24] Siqueira JF, Rqas N, Favieri A. Chemomechanical Reduction of the Bacterial Population in the Root Canal after Instrumentation and Irrigation with 1 % Hypochlorite. *J Endod.* 2000; 26(6):331–4.
- [25] Silujjai J, Linsuwanont P. Treatment Outcomes of Apexification or Revascularization in Nonvital Immature Permanent Teeth: A Retrospective Study. *J Endod.* 2017;43(2):238–45.
- [26] Alobaid AS, Cortes LM, Lo J *et al.* Radiographic and clinical outcomes of the treatment of immature permanent teeth by revascularization or apexification: a pilot retrospective cohort study. *J Endod.* 2014; 40(8):1063–70.
- [27] Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with periradicular abscess after luxation. *Dent Traumatol.* 2011; 27(1):55–8.