

Intracannal pain remission in child with amelogenesis imperfecta. Case report*

Remissão de dor intracanal em criança com amelogênese imperfeita. Relato de caso

Armiliana Soares Nascimento¹, Criseuda Maria Benício Barros², Renata de Souza Coelho Soares³, Luciana de Barros Correia Fontes⁴, Rodivan Braz¹

*Recebido da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

DOI 10.5935/1806-0013.20150045

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Amelogenesis imperfecta is characterized by enamel structural defects, which may severely affect dental structure in both dentitions. When accompanied by severe decay, it may impair the pulp complex requiring endodontic treatment and in case of incomplete root formation treatment becomes more complex due to pulp volume and anatomic conditions. This study aimed at reporting a clinical case of patient with amelogenesis imperfecta and with multiple incomplete root formation as a consequence.

CASE REPORT: Female patient, 12 years old, leucodermic, with painful symptoms, who has looked for dental assistance. At intraoral clinical evaluation teeth presented with shape and size changes, yellowish color, covered by a thin enamel layer with roughened surface and absent in some areas, with anterior vestibular sulcus fistula and without edema. At radiographic evaluation, both dentitions were affected by the abnormality with delayed chronology of permanent teeth eruption. At the end of all evaluations, patient was diagnosed with amelogenesis imperfecta, and periodontal treatment was started, followed by endodontic treatment.

CONCLUSION: Amelogenesis treatment is complex, especially when in more advanced stages of dental structure destruction. However, it is possible to reestablish patient's functionality and esthetics with good planning and multidisciplinary approach.

Keywords: Amelogenesis imperfecta, Endodontic treatment, Incomplete root formation, Mineral trioxide aggregate, Pain.

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A amelogênese imperfeita é caracterizada por defeitos estruturais do esmalte, os quais podem acometer gravemente a estrutura dentária, em ambas as dentições. Quando acometida por lesões cáries graves, pode comprometer o complexo pulpar, necessitando de tratamento endodôntico, e em se tratando de dentes com rizogênese incompleta, o tratamento torna-se mais complexo, em virtude do volume pulpar e das condições anatômicas. O objetivo deste estudo foi relatar um caso clínico de paciente com amelogênese imperfeita e que teve como consequência múltiplos casos de rizogênese incompleta.

RELATO DO CASO: Paciente do gênero feminino, 12 anos, leucoderma, com sintomas dolorosos procurou atendimento odontológico. Ao exame clínico intraoral, apresentava dentes com alteração de forma e tamanho, coloração amarelada, recobertos por uma fina camada de esmalte com superfície rugosa e em algumas áreas ausente, com fístula na região do sulco vestibular anterior e sem edema. Ao exame radiográfico ambas as dentições mostraram-se acometidas por anomalia, com retardo na cronologia de erupção dos dentes permanentes. Ao final de todos os exames, recebeu o diagnóstico de amelogênese imperfeita, dando início ao tratamento, que começou pelo tratamento periodontal, seguido pelo endodôntico.

CONCLUSÃO: O tratamento da amelogênese é complexo, principalmente quando em estágios mais avançados de destruição da estrutura dentária. Contudo é possível restabelecer a funcionalidade e a estética do paciente quando se faz um bom planejamento do caso, com interação multidisciplinar.

Descritores: Agregado trióxido mineral, Amelogênese imperfeita, Dor, Rizogênese incompleta, Tratamento endodôntico.

INTRODUÇÃO

Apesar das melhorias na qualidade de saúde bucal observadas nos últimos anos, a dor de dente ainda representa um problema de saúde pública e é relatada como a principal razão para os indivíduos, incluindo crianças, procurarem atendimento odontológico¹. As principais causas de dor tem sido o traumatismo dental e as doenças infecciosas, sendo a cárie a mais comum². Outras anomalias como a amelogênese imperfeita (AI) podem acometer gravemente a estrutura dentária em ambas as dentições e quando acometida por

1. Faculdade de Odontologia de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

2. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

3. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.

4. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Apresentado em 26 de julho de 2014.

Aceito para publicação em 31 de julho de 2015.

Conflito de interesses: não há – Fontes de fomento: não há.

Endereço para correspondência:

Armiliana Soares Nascimento
Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário
58429-500 Campina Grande, PB, Brasil.
E-mail: armiliana@hotmail.com

lesões cáries graves, compromete o complexo pulpar impedindo o completo fechamento apical, caracterizando um quadro de rizogênese incompleta (RI)³.

O tratamento endodôntico em dentes com RI é complexo, pelas suas características anatômicas. O canal radicular é amplo, com pouca espessura das paredes dentinárias; ausência da constrição e divergência apical⁴.

Durante o processo de obturação é a ausência da constrição apical o fator mais importante, visto que limita o controle sobre a extensão dos materiais obturadores. Isso acontecendo, o canal radicular carece de um fator de retenção adequado para evitar o deslocamento e extravasamento do material obturador em nível apical⁵.

O agregado trióxido mineral (MTA), material em pó formado por partículas de silicato tricálcio, óxido tricálcio e óxido silicato, tem sido largamente indicado na literatura^{6,7}. Apresenta baixa solubilidade, boa ação biológica, estimula reparação celular, adesão celular, ação antimicrobiana, além de ser hidrofílico, com capacidade de se transformar em um gel coloidal que se cristaliza com expansão, favorecendo a capacidade de selamento marginal além de induzir a formação da barreira apical de tecido duro em dentes com RI⁸. O MTA molda-se ao formato dos canais à medida que porções são gradualmente inseridas em seu interior⁹.

O objetivo deste estudo foi relatar um caso clínico de uma paciente com AI e que teve como consequência múltiplos casos de RI.

RELATO DO CASO

Paciente do gênero feminino, 12 anos, leucoderma, procurou atendimento odontológico na clínica de odontopediatria da Universidade Estadual da Paraíba, acompanhada da mãe. A mãe queixava-se da aparência dos dentes da filha, alegando que eram amarelados, disformes e de tamanho alterado, além dos sintomas dolorosos relatados pela criança.

Durante a anamnese, nenhum dado relevante que pudesse indicar alguma correlação com o quadro clínico foi relatado. Além disso, a mãe não sabia se mais alguém da família apresentava o mesmo

problema. Ao realizar o exame clínico intraoral, constatou-se dentes com alteração de forma e tamanho (coroas dos dentes anteriores superiores completamente destruídas por processo carioso, hiperplasia gengival e exposição do canal pulpar), coloração amarelada, recobertos por uma fina camada de esmalte com superfície rugosa e em algumas áreas, ausente (Figura 1) e presença de fístula na região do sulco vestibular anterior com ausência de edema.

No exame da oclusão, a criança não apresentava contatos proximais entre os dentes e foi observada mordida aberta anterior, com perda grave da dimensão vertical de oclusão (DVO).

O exame radiográfico revelou ausência de esmalte dentário em alguns locais e uma fina camada do tecido em outros, presença de área radiolúcida, sugestiva de lesão periapical extensa, raiz incompletamente formada e ápice aberto. Após os testes de vitalidade pulpar foi diagnosticado quadro de necrose pulpar. Pôde-se, ainda, observar pela radiografia panorâmica que ambas as dentições foram acometidas pela anomalia, bem como que havia um atraso na erupção dos dentes permanentes (Figura 2).

Diante do observado, com base na anamnese, nos exames clínico e radiográfico e na ausência de alterações sistêmicas que poderiam justificar uma malformação de esmalte, confirmou-se o diagnósti-

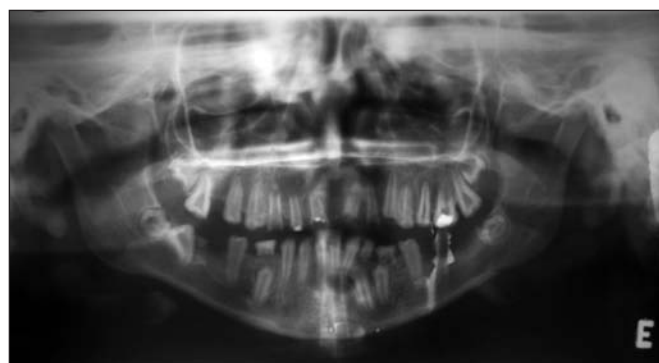


Figura 2. Radiografia panorâmica evidenciando a ausência de esmalte dentário ou uma fina camada deste e a constatação de que ambas as dentições estavam acometidas pela anomalia



Figura 1. Aspecto intraoral inicial



co da anomalia denominada “amelogênese imperfeita do tipo hipoplásica”¹⁰. Antes de iniciar o tratamento endodôntico realizou-se o aumento de coroa clínica de canino a canino, para que pudesse ser adaptado o lençol de borracha para o isolamento absoluto, uma vez que a coroa havia sido destruída, devido tanto à fragilidade do esmalte quanto pelo processo cariioso que se desenvolveu (Figura 3). Realizou-se o preparo químico-mecânico, de todos os dentes comprometidos, dificultado pela presença de paredes finas e frágeis, uma

vez que instrumentos de maior diâmetro circulavam livremente impedindo a conformação convencional do canal. A limpeza do canal foi realizada com lima 80 e abundante irrigação com hipoclorito de sódio a 0,5%. Após o preparo, realizou-se a secagem do canal radicular com pontas de papel absorvente estéril, fármaco intracanal com tricresolformalina e selamento provisório com ionômero de vidro. Na segunda sessão foi realizado a biomecânica, secagem do canal e o preenchimento com hidróxido de cálcio, sendo esses procedimentos clínicos realizados a cada 15 dias, por quatro meses, devido à ocorrência de sangramento no ato da renovação do hidróxido de cálcio, fator esse que impossibilitou a obturação dos canais radiculares em menor tempo clínico.

Para finalizar, a obturação foi realizada com tampão apical de MTA, objetivando estabelecer eficaz selamento apical e reparação tecidual com posterior obturação pela técnica de condensação lateral usando cone de guta percha e cimento endodôntico – endofill (Figura 4). A preservação foi realizada nos períodos de 3 meses, 6 meses, e um ano com a finalidade de acompanhar o tratamento realizado.



Figura 3. Aumento de coroa clínica



Figura 4. Controle radiográfico após 6 meses

Depois de adequada cicatrização tecidual, foi confeccionada a prótese superior para recuperação da DVO perdida em razão da excessiva destruição coronária. Somado a isso, foi constantemente realizado um trabalho de orientação de higiene bucal para melhor controle do quadro inflamatório gengival.

O quadro agudo de dor devido à hipersensibilidade dentinária, à gengivite e à pulpite foi controlado durante o tratamento e ao final a paciente relatou ausência completa de dor, tanto durante a escovação e mastigação assim como a dor espontânea. Um fator importante para que se alcançasse sucesso na remissão da dor foram as orientações de higiene oral e a cooperação da paciente na manutenção da saúde periodontal e na prevenção de cárie.

DISCUSSÃO

A dor de dente é um problema de saúde pública¹¹ por causa de sua alta prevalência e pelas suas consequências sociais, psicológicas e econômicas sobre os indivíduos e as comunidades, com comprometimento da qualidade de vida. Assim as características familiares, como a percepção dos pais da sua própria saúde bucal e da dos seus filhos, conhecimento e hábitos de higiene oral e dieta são identificados como indicadores de saúde bucal e, provavelmente, de dor de dente^{12,13}. Entre as principais causas de dor, a experiência de cárie tem sido a variável mais fortemente associada e embora na última

década tenha sido observada redução significativa na prevalência de cárie no Brasil, na dentição decídua, essa redução foi menor do que na dentição permanente¹⁴. Por outro lado pacientes com distúrbios na mineralização dos dentes, como a AI, além de efeitos estéticos negativos relatam, muitas vezes, níveis significativamente mais altos de sofrimento e são mais sensíveis e ansiosos quanto à dor relacionada aos procedimentos odontológicos¹⁵.

A AI é uma alteração do esmalte dental que atinge tanto a dentição decídua como a permanente, com inúmeras variações clínicas quanto ao grau de gravidade¹⁶. Ocorre na ausência de características sistêmicas, dispondo de diversas variações fenotípicas e que afetam o esmalte dental. Clinicamente o esmalte apresenta-se hipoplásico (fina camada de esmalte) hipomineralização (subdividido em hipomaturação e hipocalcificação), ou com fenótipo combinado¹⁰.

Este caso representa uma criança com aspectos clínicos característicos da AI generalizada. É uma doença autossômica recessiva rara, caracterizada por hiperplasia gengival leve e anormalidades dentárias incluindo AI hipoplásica generalizada, calcificações intrapulpares e atraso na erupção dentária. Um caso semelhante foi descrito por Martelli-Júnior et al.¹⁷ em que quatro pacientes da mesma família apresentavam a mesma anomalia e um dos pacientes apresentava déficit intelectual.

O diagnóstico dos casos de AI é um tanto quanto complexo, pois apresenta um conjunto de problemas, como cárie rampante, comprometimento da dimensão vertical de oclusão, anormalidades de erupção, sensibilidade dentária, além dos problemas psicossociais¹⁸. Assim, o tratamento depende do tipo e da gravidade da desordem, de fatores como idade, nível socioeconômico e saúde bucal do paciente no momento do planejamento.

Entre as opções de tratamento têm-se as múltiplas extrações dentárias, restaurações estéticas, confecção de coroas de aço ou de resina composta, placas para restabelecimento da dimensão vertical, controle da sensibilidade dentinária e orientação de higiene bucal, sendo a abordagem multiprofissional um fator fundamental para o sucesso do tratamento¹⁹.

Nos casos em que os dentes são atingidos por lesões cariosas comprometendo o complexo pulpar antes da completa formação da raiz, encontra-se frente a um processo ainda mais complexo, considerando que estes por si só já são estruturas frágeis pelas peculiaridades anatômicas. Fatores como o menor volume da cavidade pulpar, a perda de estrutura dental, a pouca espessura de suas paredes radiculares, seus amplos ápices abertos, paredes radiculares frágeis e divergentes em direção aos tecidos periapicais, conferem a fragilidade de dentes com RI. Quando necrosados o tratamento é a apicificação, que é a indução do fechamento apical a fim de produzir condições favoráveis para a obturação convencional do canal radicular²⁰. A apicificação assegura a cura biológica completa e funcional do dente ou dentes envolvidos²¹, por evitar ou reduzir a extrusão do material para os tecidos periodontais, reduzindo a persistência do processo inflamatório²².

Durante muito tempo o fármaco preferencial foi o hidróxido de cálcio, por apresentar taxas de sucesso elevadas, apesar dos riscos de reinfecção e fratura do dente. Com a introdução do MTA como selador apical, pela capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado, de tomar presa e ser utilizado em ambiente úmido ou com a presença de sangue tornou-se possível o tratamento de dentes

com RI, confeccionando o *plug* apical e conclusão do tratamento em curto prazo²³. O MTA tem várias aplicações clínicas, devido às suas propriedades físicas adequadas, boa capacidade de vedação e biocompatibilidade²⁴.

Segundo Witherspoon et al.²⁵ a taxa de sucesso para procedimentos de apicificação com hidróxido de cálcio é de 79 a 96%, enquanto que, para o MTA é de 81 a 100%. Dessa forma, a barreira apical com MTA é um procedimento eficaz no processo de apicificação²⁶, pelas propriedades a ela inerentes. Por outro lado, Torabinejad et al.²⁷ relataram propriedades antimicrobianas do MTA para 5 das 9 bactérias facultativas mais encontradas em canais radiculares infectados, porém sem efeito sobre as bactérias estritamente anaeróbias. Annamalai e Mungara²⁸ também relatam que o MTA mostrou taxa de sucesso de 100% clínica e radiograficamente no 12º mês de acompanhamento enquanto que o fechamento da extremidade da raiz foi observado em 86,6% dos casos com crescimento radicular em apenas 30% dos casos.

No presente caso, a combinação de hidróxido de cálcio foi usada como fármaco intracanal por 15 dias para obter um canal seco e livre de infecção. Corroborando com Bondanezi et al.²⁹ que afirmam que o uso de uma barreira apical de hidróxido de cálcio melhora a qualidade do preenchimento e selamento dos canais de dentes com RI obturados com agregado de trióxido mineral. O uso do hidróxido de cálcio em curto prazo não afeta negativamente a resistência do dente³⁰.

No caso clínico apresentado após seis meses do tratamento, ao exame radiográfico observou-se diminuição significativa das lesões periapicais, estando em acordo com os estudos de Annamalai e Mungara²⁸ e Sarris et al.³¹. No entanto, os últimos autores sugerem estudos clínicos mais amplos para avaliar o sucesso em longo prazo. A barreira apical no caso descrito foi de 5mm, por ser, segundo alguns autores mais forte do que a de 2mm^{32,33}.

Para que haja apicificação, o MTA atua convertendo o óxido tricálcio em hidróxido de cálcio quando em contato com fluidos teciduais²⁸. A partir daí o hidróxido de cálcio se dissocia em íons cálcio e hidroxila. Essa separação ocasiona o aumento do pH e a liberação de íons de cálcio. Este último reage com o dióxido de carbono dos tecidos, formando o carbonato de cálcio na forma de cristais de calcito. Por outro lado a fibronectina se associa a esses cristais, permitindo que haja uma adesão e subsequente diferenciação celular que resulta na formação da barreira de tecido mineralizado. O cálcio liberado ainda desempenha um importante papel na diminuição da inflamação e na diferenciação e mineralização das células pulpares. Nesse processo os fibroblastos gengivais induzem o reparo ósseo e a cementogênese³⁴.

A utilização do MTA no processo de apicificação apresenta vantagens quanto ao hidróxido de cálcio, uma vez que a presa do MTA é imediata. Dessa forma, logo após a colocação o canal já pode ser obturado definitivamente com cimento endodôntico e cones de gutta-percha, diminuindo o tempo clínico de tratamento³⁵.

CONCLUSÃO

Perante os resultados observados neste caso afirma-se que a amelognese é passível de tratamento, principalmente quando realizado de forma multidisciplinar. A utilização do MTA como barreira apical mostrou ser um procedimento clinicamente eficaz durante a apicificação.

REFERÊNCIAS

- Schuch HS, Correa MB, Torriani DD, Demarco FF, Goettens ML. Perceived dental pain: determinants and impact on Brazilian schoolchildren. *J Oral Facial Pain Headache*. 2015;29(2):168-76.
- Boeira, GF, Correa MB, Peres KG, Peres MA, Santos IS, Matijasevich A, et al. Caries is the main cause for dental pain in childhood: findings from a birth cohort. *Caries Res*. 2012;46(5):488-95.
- de Oliveira DM, de Souza Andrade ES, da Silveira MM, Camargo IB. Correlation of the radiographic and morphological features of the dental follicle of third molars with incomplete root formation. *Int J Med Sci*. 2008;5(1):36-40.
- Vale MS, Silva PM. Endodontic conduct post trauma in teeth with incomplete root formation. *Rev Odontol UNESP*. 2011;40(1):47-52.
- Moore A, Howley MF, O'Connell AC. Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dent Traumatol*. 2011;27(3):166-73.
- Hayashi M, Shimizu A, Ebisu S. MTA for obturation of mandibular central incisors with open apices: case report. *J Endod*. 2004;30(2):120-2.
- Castro AN, Oliveira DC, Diniz LN, Eulalia AS, Paulillo LA, Pereira GD. Avaliação da utilização de MTA como plug apical em dentes com ápices abertos. *Rev Bras Odontol*. 2011;68(1):59-63.
- Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP, Abedi H, McMillan P. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod*. 1999;25(1):1-5.
- Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod*. 2002;28(5):386-90.
- Morgado CL, Azul AC. A amelogênese imperfeita – Uma revisão da literatura. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac*. 2009;50(4):243-50.
- Pau A, Baxevasos KG, Croucher R. Family structure is associated with oral pain in 12-year-old Greek schoolchildren. *Int J Paediatr Dent*. 2007;17(5):345-51.
- Shearer DM, Thomson WM. Intergenerational continuity in oral health: a review. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2010;38(6):479-86.
- Dye BA, Vargas CM, Lee JJ, Magder L, Tinanoff N. Assessing the relationship between children's oral health status and that of their mothers. *J Am Dent Assoc*. 2011;142(2):173-83.
- Brasil: Primeiros Resultados do Projeto SBBrasil. nuppiim-uefs.blogspot.com/.../sintese-dos-primeiros-resultados-do.html.
- Pousette Lundgren G, Morling Vestlund GI, Trullsson M, Dahllöf G. A Randomized Controlled Trial of Crown Therapy in Young Individuals with Amelogenesis Imperfecta. *J Dent Res*. 2015;94(8):1041-7.
- Marquezin MC, Zancopé BR, Pacheco LF, Gavião MB, Pascon FM. Aesthetic and functional rehabilitation of the primary dentition affected by amelogenesis imperfecta. *Case Rep Dent*. 2015;2015:790890.
- Martelli-Júnior H, Bonan PR, Dos Santos LA, Santos SM, Cavalcanti MG, Coletta RD. Case reports of a new syndrome associating gingival fibromatosis and dental abnormalities in a consanguineous family. *J Periodontol*. 2008;79(7):1287-96.
- Lourenço Neto L, Paschoal MA, Kobayashi TY, Rios D, Silva SM. Early oral rehabilitation of a child with amelogenesis imperfecta. *J Health Sci Inst*. 2010;28(3):246-8.
- Seow KW. Clinical diagnosis and management strategies of amelogenesis imperfecta variants. *Pediatr Dent*. 1993;15(6):384-93.
- Rafter M. Apexification: a review. *Dent Traumatol*. 2005;21(1):1-8.
- Pawar AM, Kokate SR, Shah RA. Management of a large periapical lesion using Biodentine™ as retrograde restoration with eighteen months evident follow up. *J Conserv Dent*. 2013;16(6):573-5.
- Rudagi KB, Rudagi B. One-step apexification in immature tooth using grey mineral trioxide aggregate as an apical barrier and autologous platelet rich fibrin membrane as an internal matrix. *J Conserv Dent*. 2012;15(2):196-9.
- Batista A, Sydney GB, Deonizio MD. Análise "in vitro" da viabilidade do uso do MTA e do hidróxido de cálcio como plug apical em dentes com rizogênese incompleta. *ROBRAC*. 2007;16(42).
- Malik G, Bogra P, Singh S, Samra RK. Comparative evaluation of intracanal sealing ability of mineral trioxide aggregate and glass ionomer cement: an in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013;16(6):540-5.
- Witherspoon DE, Small JC, Regan JD, Nunn M. Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2008;34(10):1171-6.
- Brito-Júnior M, Ferreira A, Oliveira GL, Xavier LR, Xavier LA, Guerra PN, et al. Evidências clínicas da técnica de apicificação utilizando barreira apical com agregado trióxido mineral – uma revisão crítica. *RFO*. 2011;16(1):54-8.
- Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 1995;21(7):349-53.
- 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.
- Bondanezi A, Munhoz EA, Cornejo AD, Bernardineli N, Moraes IG, Bramante CM. Efeito tampão apical selador date obturações com agregado trióxido mineral em dentes com rizogênese incompleta. *R Clin Pesq Odont*. 2009;5(3):263-6.
- Hasheminia SM, Norozynasab S, Feizianfard M. The effect of three different calcium hydroxide combinations on root dentin microhardness. *Res J Biol Sci*. 2009;4(1):121-5.
- Sarris S, Tahmassebi JF, Duggal MS, Cross IA. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children-a pilot study. *Dent Traumatol*. 2008;24(1):79-85.
- Matt GD, Thorpe JR, Strother JM, McClanahan SB. Comparative study of white and gray material trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. *J Endod*. 2004;30(12):876-9.
- Chhabra N, Singhal KP, Kamat S. Successful apexification with resolution of the periapical lesion using mineral trioxide aggregate and demineralized freeze-dried bone allograft. *J Conserv Dent*. 2010;13(2):106-9.
- Güven G, Cehreli ZC, Ural A, Serdar MA, Basak F. Effect of mineral trioxide aggregate cements on transforming growth factor β 1 and bone morphogenetic protein production by human fibroblasts in vitro. *J Endod*. 2007;33(4):447-50.
- Felippe WT, Felippe MC, Rocha MJ. 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.