



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ANA CAROLINA CORREIA LAURINDO DE CERQUEIRA NETO

AVALIAÇÃO CLÍNICA E RADIOGRÁFICA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE
REVASCULARIZAÇÃO PULPAR EM DENTES TRAUMATIZADOS COM
RIZOGÊNESE INCOMPLETA E NECROSE PULPAR

CLINICAL AND RADIOGRAPHIC EVALUATION OF DIFFERENT PROTOCOLS
OF PULP REVASCULARIZATION IN TRAUMATIZED NECROTIC IMMATURE
TEETH

Piracicaba
2019

ANA CAROLINA CORREIA LAURINDO DE CERQUEIRA NETO

AVALIAÇÃO CLÍNICA E RADIOGRÁFICA DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE REVASCULARIZAÇÃO PULPAR EM DENTES TRAUMATIZADOS COM RIZOGÊNESE INCOMPLETA E NECROSE PULPAR

CLINICAL AND RADIOGRAPHIC EVALUATION OF DIFFERENT PROTOCOLS OF PULP REVASCULARIZATION IN TRAUMATIZED NECROTIC IMMATURE TEETH

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Clínica Odontológica na área de Endodontia.

Thesis presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Clinical Dentistry, in Endodontics area.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana de Jesus Soares

Este exemplar corresponde à versão final da Tese defendida pela aluna Ana Carolina Correia Laurindo De Cerqueira Neto e orientada pela Profa. Dra. Adriana De Jesus Soares.

Piracicaba
2019

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

C335a Cerqueira Neto, Ana Carolina Correia Laurindo de, 1984-
Avaliação clínica e radiográfica de diferentes protocolos de revascularização pulpar em dentes traumatizados com rizogênese incompleta e necrose pulpar / Ana Carolina Correia Laurindo de Cerqueira Neto. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Adriana de Jesus Soares.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Traumatismos dentários. 2. Dente não vital. 3. Endodontia. I.
Soares, Adriana de Jesus, 1970-. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Clinical and radiographic evaluation of different protocols of pulp revascularization in traumatized necrotic immature teeth

Palavras-chave em inglês:

Tooth injuries

Tooth, nonvital

Endodontics

Área de concentração: Endodontia

Titulação: Doutora em Clínica Odontológica

Banca examinadora:

Adriana de Jesus Soares [Orientador]

Jose Flavio Affonso de Almeida

Marina Angélica Marciano da Silva

Juliana Yuri Nagata

Marcelo Santos Coelho

Data de defesa: 21-02-2019

Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-8383-6986>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/6829349133128441>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 21 de Fevereiro de 2019, considerou a candidata ANA CAROLINA CORREIA LAURINDO DE CERQUEIRA NETO aprovada.

PROF^ª. DR^ª. ADRIANA DE JESUS SOARES

PROF^ª. DR^ª. JULIANA YURI NAGATA

PROF. DR. MARCELO SANTOS COELHO

PROF. DR. JOSE FLAVIO AFFONSO DE ALMEIDA

PROF^ª. DR^ª. MARINA ANGÉLICA MARCIANO DA SILVA

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Florencio e Maria Luiza, pelo amor incondicional e apoio que me proporcionaram durante toda a vida. Vocês são meus exemplos de vida e maiores incentivadores, sem a dedicação incansável e sacrifício de ambos nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Á Deus por sempre guiar meus passos e me manter firme nos momentos mais difíceis;

Aos meus avós João e Ziza, Manoel e Áurea, (*in memoriam*); pelo grande amor que recebi;

Aos meus irmãos Daniela e Henrique, pelo apoio, carinho e ajuda sempre;

A toda minha família pelo incentivo e carinho;

Ao Prof. Dr. Mario Leonardo, meu orientador da especialização, pelos ensinamentos, sua incansável dedicação e amor a endodontia e aos seus alunos. Muito obrigada por acreditar no meu potencial e me encaminhar à pós-graduação.

À minha orientadora Prof. Dra. Adriana de Jesus Soares, pelos ensinamentos, conselhos e puxões de orelha necessários. A senhora é um exemplo de força e dedicação para todos nós.

Á toda equipe do Serviço de Atendimento aos Traumatismos Dentários da FOP-UNICAMP, com quem tive a honra de trabalhar: Juliana Nagata, Thiago Farias Andrea, Jaqueline, Marina, Pabla e Fernanda, pelos anos de trabalho em conjunto, foi uma honra trabalhar com essa equipe, todas sempre me ajudaram e ensinaram tanto. Agradeço também a todos os estagiários que passaram pelo serviço e contribuíram com o Trauma. Agradeço especialmente à Andrea e Marina pela efetiva e importante colaboração neste trabalho!

Aos pacientes do Serviço de Trauma, por terem aceito participar desta pesquisa, agradeço a confiança e anos de colaboração com nosso trabalho.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 141790/2015-6 e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –Brasil (CAPES), código de financiamento 001.

A Universidade Estadual de Campinas -UNICAMP, na pessoa do magnífico reitor, Prof. Dr. Marcelo Knobel.

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP-UNICAMP), na pessoa de seu diretor, Prof. Dr. Francisco Haiter Neto e do diretor associado, Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar; ao Programa de Pós-Graduação, na pessoa de sua coordenadora, Profa. Dra. Karina Gonzales Silvério Ruiz e ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, Prof. Dr. Valentim Adelino Ricardo Brandão.

Aos professores da área de Endodontia, Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, Prof^a Dra Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz, Prof. Dr. José Flávio Affonso de Almeida e Profa. Dra Marina Marciano pelos ensinamentos;

Aos funcionários da Endodontia, Ana Cristina Godoy, Maicon Passini e Maria Helídia pela disposição em ajudar sempre;

Aos Professores Dr. Caio Randi Ferraz, Dr. José Flávio Affonso, Dra. Débora Queiroz de Freitas França, membros da banca examinadora do meu exame de qualificação, pela importante contribuição dada a este trabalho;

A todos os colegas da Pós-graduação da Endodontia e de outras áreas, com os quais convivi ao longo desses anos, muito obrigada pelos momentos de alegria e aprendizado compartilhado.

As minhas amigas de Piracicaba: Natassia, minha roommate parceira das madrugadas de estudo. Juliane, uma das pessoas mais verdadeiras que eu já conheci, obrigada por me apresentar São Paulo, saudade dos nossos passeios e longas conversas, Evelin com sua alegria contagiante e doçura; Graciele, Larissa, Beatriz, Luiza, Fernanda e Jaqueline, eu vi chegarem aqui meninas no primeiro ano de graduação e fico muito feliz de ver as mulheres incríveis e fortes que se tornaram 5 anos depois, muito obrigada pela amizade e tantos momentos de alegria.

Aos meus amigos Marlos, Aniele e Dani, foram tantos anos, momentos felizes outros nem tanto, mas seguimos firmes e fortes, amo vocês e obrigada por tudo!

A minha amiga Jamile Sá, irmã que a vida me deu, moramos juntas, foi quase um casamento, na alegria e na tristeza, na saúde e na doença, literalmente, obrigada por sua força, por cuidar de mim quando tanto precisei, com um ombro fraturado, você foi meus braços, foi mãe, foi tudo, nunca vou ter palavras para agradecer sua amizade.

Ao meu melhor amigo, melhor presente que Piracicaba me deu, Fausto Júnior, muito obrigada pelo carinho, parceria e palhaçadas que dá força para levantar nos dias mais cansativos quando a alma pesa.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse estudo, meu muito obrigada!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos: avaliar os resultados clínicos e radiográficos de dois protocolos terapêuticos de revascularização pulpar (com o uso de medicação intracanal e sessão única) utilizando uma nova proposta de selamento cervical com uma pasta composta de hidróxido de cálcio, óxido de zinco e clorexidina em gel 2% (**artigo 1**). Relatar um caso clínico de recorrência de trauma dental em um dente revascularizado onde foi realizada reintervenção. (**artigo 2**). Material e Método: Vinte dentes (n=20) de dezessete pacientes (7-10 anos) foram aleatoriamente divididos em dois grupos: o primeiro foi medicado com uma pasta composta por hidróxido de cálcio e clorexidina em gel 2%, grupo MV (n = 11) e o segundo grupo não recebeu medicação intracanal, grupo SV (n = 9). Foram realizados exames clínicos e radiográficos prévios e após o tratamento por pelo menos 12 meses. As alterações radiográficas da raiz (fechamento apical e aumento da altura e espessura das paredes radiculares) foram quantificadas no programa Image J. Todas as análises radiográficas foram realizadas por 2 especialistas em endodontia pré-calibrados. A análise da estabilidade do selamento cervical foi realizada de forma subjetiva. O critério de sucesso adotado foi: desenvolvimento radicular completo, incompleto e insucesso. A análise estatística foi realizada no programa BioEstat 5.0. O teste de Wilcoxon foi aplicado para comparar as características pré e pós-operatórias e o teste de Mann-Whitney para comparação entre os grupos. O nível de significância adotado foi de 5%. (**artigo 1**). Paciente do sexo feminino (9 anos) sofreu trauma dental a 1 ano. Devido ao diagnóstico de necrose pulpar e a presença de ápice aberto, o tratamento de escolha para o incisivo central superior direito foi a revascularização pulpar. A paciente retornou 1 ano após o procedimento, devido à recorrência de traumatismo dentário. Uma segunda intervenção endodôntica foi realizada. (**artigo 2**). Resultados: No **artigo 1**, no grupo MV, de 11 dentes, 5 (45,5%) apresentavam lesão periapical antes do tratamento e no grupo SV, dos 9 dentes, 6 (66,7%). Todos os dentes (100%) dos dois grupos demonstraram reparo periapical após o tratamento. Dos 20 casos, 11 dentes (55%), (8 no grupo MV e 3 no grupo SV) mostrou desenvolvimento radicular completo, enquanto 9 (45%), (3 no grupo MV e 6 no grupo SV) demonstraram desenvolvimento radicular incompleto e 0% apresentou fracasso. Não houve diferença estatística entre os grupos. O material de selamento cervical proposto permaneceu estável e adequado durante todo o período de acompanhamento (período médio: 28,5 meses). No **artigo 2**, um ano após o procedimento de revascularização o dente apresentava reparo da

lesão periapical e fechamento do ápice. Após a reintervenção permanece em acompanhamento sem evidência de sinal ou sintoma clínico, nem retorno da lesão periapical. Conclusões: Considerando-se a taxa de sucesso de revascularização pulpar, ambos os protocolos terapêuticos demonstraram ser eficazes. O procedimento de revascularização pulpar em sessão única pode ser considerado uma opção de tratamento para dentes necrosados com rizogenese incompleta e o selamento cervical proposto pode ser utilizado sem prejuízo ao sucesso do tratamento a longo prazo.

Palavras-chave: Traumatismo dentário, dente não vital, endodontia.

ABSTRACT

This study aims: evaluate clinical and radiographic outcomes in pulp revascularization treatment in a single and multiple-visit treatment and evaluate the efficacy of a new proposal for cervical sealing using a paste composed by calcium hydroxide, zinc oxide and 2% chlorhexidine in gel (**article 1**). Report a clinical case of recurrence of dental trauma in a revascularized tooth treated with a an alternative filling therapy. (**article 2**).
Material and Method: Twenty teeth (n=20), of seventeen patients (7-10 years of age), were randomly divided into two groups according the use or not of intracanal medication: the group that was medicated with a paste composed of calcium hydroxide and 2% chlorhexidine in gel represented group MV (n = 11) and the group that received no intracanal medication group SV (n = 9). Previous clinical and radiographic findings were performed and after de treatmet for at least 12 months. Radiographic modifications of the root (apical closure, increase of root length and/or thickness) were quantified in the Image J. program. All radiographic analyzes were performed by 2 pre-calibrated endodontic specialists. A subjective radiographic analysis of cervical sealing long-term adequacy was performed. The success criteria adopted was complete root development, incomplete root development or failure. Statistical analysis was performed in the BioEstat 5.0 program. The Wilcoxon test was applied to compare preoperative and postoperative characteristics, the Mann-Whitney test was used for comparison between the groups. For all the analyzes, it was considered a level significance of 5%. (**article 1**). Female patient (9 years old) suffered dental trauma 1 year ago. Considering the diagnosis of pulp necrosis and the presence of an open apex, the treatment of choice for the right upper central incisor was pulp revascularization. The patient returned after 1 year due to recurrence of dental trauma. A second endodontic intervention was performed (**article 2**).
Results: **In article 1**, in the group MV, of 11 teeth, 5 (45.5%) presented periapical lesion before treatment and in the group SV, 9 teeth, 6 (66.7%). All teeth (100%) of both groups showed periapical repair after treatment. From 20 cases, a total of 11 teeth (55%), (8 in MV group and 3 in SV group) showed complete root development, whereas 9 teeth (45%), (3 in MV group and 6 in SV group) demonstrated incomplete root development and no tooth (0%) showed failure. The proposed cervical sealing material remained stable and adequate throughout the follow-up period (mean period: 28.5 months). **In article 2**, one year after

the revascularization procedure, the tooth presented repair of the periapical lesion and closure of the apex. The root canal remains in follow-up without evidence of clinical signs or symptoms and absence of periapical lesion. Conclusions: Considering success rate of pulp revascularization, both therapeutic protocols demonstrated to be effective. A single-visit pulp revascularization procedure can be considered a treatment option for necrotic immature teeth and the proposed cervical sealing can be used without prejudice to the long-term success of the treatment.

Key – words: Tooth injuries, tooth, nonvital, endodontics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 ARTIGOS	
2.1 Artigo: Clinical and radiographic analysis of single and multiple-visit procedures in pulp revascularization	20
2.2 Artigo: Recurrence of dental trauma and management of pulp revascularized tooth: A case report	42
3 DISCUSSÃO	54
4 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICES	
Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido	62
Apêndice 2 – Detalhamento da metodologia - Análise radiográfica	66
Apêndice 3 – Protocolo da Associação Americana de Endodontia – AAE (Considerations for Regenerative Procedures)	68
ANEXOS	
Anexo 1 – Relatório de verificação de originalidade e prevenção de plágio	70
Anexo 2 – Certificado de aprovação do comitê de ética em pesquisa	72
Anexo 3 – Comprovante de submissão do artigo: “Clinical and radiographic analysis of single and multiple-visit procedures in pulp revascularization”.	73
Anexo 4 – Autorização da Editora para a inclusão do artigo: “Recurrence of dental trauma and management of pulp revascularized tooth: A case report” na tese.	75

1 INTRODUÇÃO

A necrose pulpar em dentes com rizogênese incompleta representa um desafio para o endodontista. O desenvolvimento das paredes do canal é interrompido após a necrose pulpar, e esses dentes sem maturação radicular apresentam em sua estrutura paredes de dentina radicular finas susceptíveis a fraturas e um ápice amplo que dificulta tecnicamente o tratamento (Shah et al., 2008; Ansary et al., 2009). Considerando a não existência de constrição apical natural que permita o preenchimento com material obturador adequado evitando a reinfecção desse canal, um dos objetivos do tratamento é produzir uma barreira que possa prevenir a extrusão de material para os tecidos periapicais, assim como providenciar uma restauração que reforce as paredes radiculares de dentina frágeis (Andreasen et al., 2002). O tratamento clássico para este objetivo é a apicificação que envolve a limpeza do canal e trocas sucessivas de medicação à base de hidróxido de cálcio até que se observe a formação de uma barreira mineralizada que possa permitir a obturação definitiva do dente (Shah et al., 2008). Entretanto, a apicificação apresenta algumas limitações: o longo tempo necessário para a obtenção da barreira calcificada que varia de 6 a 24 meses; sendo a barreira de consistência porosa e não contínua, a necessidade de múltiplas sessões, a possibilidade de recontaminação como resultado das diversas trocas da medicação e dos selamentos provisórios, e também depende de grande cooperação, por parte dos pacientes, para o retorno às consultas (Finucane e Kinirons, 1999; Valera et al., 2015). Além desta técnica outro método utilizado é o tratamento em uma sessão, por meio da colocação de um *plug* apical composto por agregado trióxido mineral e outros materiais para suportar o preenchimento com gutta-percha condensada (Shabahang et al., 1999; Martin et al., 2007).

Apesar da existência desses protocolos de tratamento, ainda não se contornou o problema do enfraquecimento das paredes desses canais e o consequente risco de fratura radicular. Além disso, há relatos de que a permanência por longos períodos da medicação à base de hidróxido de cálcio pode enfraquecer as paredes dentinárias (Andreasen et al., 2002).

Na última década a revascularização pulpar surgiu como uma nova opção de tratamento para dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar (Cotti et al., 2008; Thibodeau, 2009; Ding et al., 2009; Kim et al., 2010; Wang et al., 2010; Zhang e Yelick, 2010; Lovelace et al., 2011; Chen et al., 2012; Nagata et al., 2014; Nagata et al., 2015;

Diogenes et al., 2016; Diogenes & Ruparel, 2017; Arruda et al., 2018). Entre as vantagens da revascularização, está a necessidade de um menor tempo clínico, a conclusão do procedimento em uma ou duas sessões após o controle da infecção, custo benefício favorável, o término do desenvolvimento radicular promovendo aumento do comprimento da raiz similar ao dente adjacente, aumento da espessura das paredes dos canais radiculares e fechamento apical (Iwaya et al., 2001; Banchs e Trope, 2004; Shah et al., 2008; Petrino et al., 2010; Chen et al., 2012; Nagata et al., 2015).

O conceito de revascularização foi introduzido por Nygaard-Ostby em 1961, através de estudos em dentes humanos e de cães em que se tentava a regeneração de tecidos pulpares em dentes vitais e não vitais. Nesse estudo o autor verificou que “o coágulo sanguíneo teve um papel importante na formação de um tecido conjuntivo fibroso em um canal vazio”. Este estudo enfatizou também a importância do ambiente asséptico para que o tecido periapical consiga se organizar no interior do canal radicular.

A ideia atual da revascularização pulpar surgiu dos estudos em traumatismo dental, onde evidências clínicas e radiográficas demonstravam o restabelecimento da vascularização no tecido pulpar isquêmico, de dentes imaturos reimplantados (Cvek et al., 1990). A partir dessa base conceitual, tentou-se criar um ambiente similar ao do tratamento de dentes imaturos reimplantados, onde após a desinfecção do canal radicular se confeccionava uma matriz, onde células indiferenciadas pudessem proliferar e se diferenciar formando um novo tecido em dentes imaturos necrosados (Iwaya et al., 2001; Banchs & Trope, 2004).

Pode-se definir então a revascularização pulpar como a invaginação de células indiferenciadas da região apical de dentes de pacientes jovens com ápice aberto (Diogenes & Ruparel., 2017). Sugere-se que a estimulação de um coágulo sanguíneo invaginado, no canal radicular descontaminado, sirva como arcabouço de proteínas, que permita o crescimento tridimensional de um novo tecido cementóide (Lei et al., 2015; Galler et al., 2016; Arruda et al., 2018). Vários estudos têm relatado continuidade no desenvolvimento radicular similar ao dente adjacente e contralateral e aumento da espessura da parede radicular utilizando esse protocolo (Cotti et al., 2008; Thibodeau, 2009; Ding et al., 2009; Kim et al., 2010; Iwaya et al., 2011; Chen et al., 2012; Nagata et al., 2014; Nagata et al., 2015; Diogenes et al., 2016; Diogenes & Ruparel, 2017; Arruda et al., 2018). A continuidade do desenvolvimento radicular representa uma grande vantagem da

revascularização em relação a apicificação, o que diminui o risco de fratura radicular como resultado do reforço das paredes dentinárias laterais (Iwaya et al., 2011).

Em relação a nomenclatura, existem divergências na literatura, Diogenes et al. (2013) propõe o uso do termo procedimentos endodônticos regenerativos (PER's) englobando toda a nomenclatura utilizada ao longo dos últimos anos e assumindo que compreende todos os procedimentos que visam permitir uma reparação organizada da polpa dentária não excluindo novas modalidades terapêuticas emergentes que irão recorrer a materiais biológicos mais apropriados.

É importante salientar que os procedimentos que visam a regeneração pulpar, esperam o desenvolvimento de um novo tecido pulpar a partir de células indiferenciadas estimuladas por fatores de crescimento e engenharia de materiais com o intuito de regenerar o tecido pulpar perdido, com as mesmas funções e características biológicas (zhang et al., 2010; Neha et al., 2011). No entanto ainda não está claro como estimular adequadamente a diferenciação dessas células em odontoblastos no interior do canal radicular nem como manter a viabilidade desse tecido em função (Shi S & Gronthos S., 2003).

Na literatura existem algumas sugestões em relação ao mecanismo de ação da revascularização pulpar: É possível que células remanescentes da papila apical sob influências de células da bainha epitelial de Hertwig possam proliferar na matriz recém-formada e se diferenciarem em odontoblastos. A papila apical pode sobreviver por um período mesmo na presença de inflamação e após a necrose pulpar (Chrepa et al., 2016). O segundo mecanismo possível pode ser decorrente de células-tronco multipotentes da polpa dentária que podem ser encontradas em abundância em dentes imaturos. Essas células podem aderir as paredes internas do canal radicular e se diferenciar em odontoblastos que por sua vez, irão depositar dentina concluindo assim o processo de formação do ápice radicular (Gronthos et al., 2002). O quarto mecanismo pode ser atribuído às células-tronco da papila apical ou da medula óssea. A instrumentação além do forame apical para induzir o sangramento poderia transplantar essas células até o lúmen do canal. Estas células têm alta capacidade de proliferação e são capazes de formar osso e dentina (Gronthos et al., 2000). Outro mecanismo possível poderia ser a coagulação do sangue em si, por ser uma rica fonte de fatores de crescimento, que poderiam estimular a diferenciação celular, o crescimento e a maturação de fibroblastos, odontoblastos e cementoblastos (Wang et al., 2007).

Estudos histológicos em cães, sugerem que esse novo tecido é constituído por células semelhantes a cementoblastos que sintetizam tecido mineralizado os quais contribuem para o espessamento das paredes dentinárias e para o fechamento apical (Wang et al., 2010; Marion, 2013). Lei et al. (2015) analisaram histológica e imunohistoquimicamente um pré-molar permanente imaturo que apresentava necrose e periodontite apical sintomática e recebeu o tratamento de revascularização pulpar, recobrando a sensibilidade pulpar 6 meses após o tratamento. As análises mostraram que o tecido no espaço do canal consistia de um tecido recém-formado calcificado e tecido conjuntivo fibroso intercalado com vasos sanguíneos que preencheu o canal radicular até o MTA inserido, utilizado como selamento na porção cervical. O novo tecido mineralizado formado nas paredes do canal era tanto celular e acelular, similar ao cimento e com presença de muitas células parecidas com cementócitos. A demarcação entre o tecido similar ao cimento e a dentina demonstrou a ausência de túbulos dentinários. Foi observado tecido semelhante ao osso com células odontoblásticas formando ilhas mineralizadas no meio da porção do canal radicular. Também foram observados no tecido recém formado, neurônios e fibras nervosas. Esta observação foi confirmada na análise histoquímica. Os autores observaram estreitamento da porção apical radicular e o aumento da espessura e comprimento da raiz causado pelo novo tecido formado, parecido com cimento. Não havia dentina no novo tecido mineralizado. Segundo os autores, esse é o primeiro estudo histológico e imunohistoquímico de um dente humano imaturo que foi submetido à revascularização pulpar e apresentou resposta positiva aos testes de sensibilidade pulpar. Esse estudo foi possível pois o dente apresentava indicação ortodôntica para exodontia.

O estudo de Torabinejad et al. (2012) também em um dente com necrose pulpar e periodontite apical que respondeu positivamente aos testes de vitalidade pulpar após o tratamento possui achados histológicos semelhantes, porém não foram realizadas análises imunohistoquímicas. Outros estudos semelhantes relatam achados histológicos parecidos como a formação de um novo tecido conjuntivo semelhante ao cimento e osso, com a presença de células semelhantes à cementócitos e odontoblastos e vasos sanguíneos, porém sem a confirmação de neo formação de fibras nervosas. Também não houve a resposta positiva aos testes de vitalidade pulpar após o tratamento de revascularização. Os dentes apresentaram sucesso quanto ao término do desenvolvimento radicular

confirmados radiograficamente. (Martin et al., 2013; Shimizu et al., 2013; Becerra et al., 2014).

Existe uma grande variedade de protocolos terapêuticos descritos na literatura, no entanto, existem bases biológicas que devem ser respeitadas: Eficiente descontaminação do canal radicular, presença de fatores de crescimento capaz de promover a diferenciação celular, presença de um scaffold apropriado para regular a diferenciação celular e orientar o desenvolvimento do novo tecido e finalmente a confecção de um selamento cervical acima desse scaffold/coágulo sanguíneo que seja biocompatível e atue como barreira física impedindo a recontaminação do canal radicular (Feigin et al., 2017; Diogenes & Ruparel., 2017; Miller et al., 2018).

Em relação a descontaminação do canal radicular, as principais substâncias químicas utilizadas são o hipoclorito de sódio (NaOCl) em diferentes concentrações (1 a 6%) e a clorexidina líquida (CHX) também em diferentes concentrações (0,12 a 2%), sendo o NaOCl a de maior aceitação mundial (Lee et al., 2015; Galler et al., 2016). Quanto à medicação intracanal, era considerada padrão-ouro até então a combinação de três antibióticos em formato de pasta (250 mg de ciprofloxacina, 400mg de metronidazol e 50 mg de minociclina, manipuladas em propilenoglicol). A pasta tripla antibiótica desenvolvida por (Hoshino et al., 1996), foi criada com o intuito de ser suficientemente potente para erradicar a infecção do canal radicular e promover o reparo dos tecidos apicais (Hoshino et al., 1996; Sato et al., 1996). No entanto algumas limitações do uso da pasta tripla antibiótica têm sido discutidas, como a combinação de antibióticos aumentar o risco de fatores adversos, antagonismo e surgimento de resistência bacteriana (Gomes-filho et al., 2012). A evolução da resistência aos antibióticos quando multi-antibióticos são usados para tratar infecções polimicrobianas (Perron et al. 2012) é uma das principais preocupações, além da reação alérgica sistêmica (Kim et al., 2018). Uma das principais limitações clínicas do uso da pasta tripla antibiótica é a presença da Minociclina que causa escurecimento na coroa dos dentes tratados, provocando a insatisfação dos pacientes e responsáveis. (Cotti et al., 2008; Shah et al., 2008; Ding et al., 2009).

O uso do hidróxido de cálcio vem sendo estudado como medicação intracanal na revascularização pulpar e demonstrado sucesso clínico e radiográfico (Bose et al., 2009; Iwaya et al., 2011; Neha et al., 2011). Uma nova proposta de medicação, a associação do hidróxido de cálcio com a clorexidina em gel a 2% também demonstrou ser eficaz em combater a infecção e permitir o desenvolvimento radicular (Soares et al., 2013).

Nagata et al. (2014) avaliaram treze pacientes (7-17 anos de idade) com dentes imaturos necrosados devido a trauma dental, divididos em dois grupos: grupo I medicado com pasta tripla antibiótica (TAP) (n=7) e grupo II medicado com a associação de hidróxido de cálcio e clorexidina gel 2% (CHP) (n=6). O estudo demonstrou a eficácia antimicrobiana de descontaminação da terapia com associação de hidróxido de cálcio e clorexidina gel 2%, sendo que não houve diferença estatística entre os grupos. Radiograficamente todos os dentes do grupo TAP demonstraram reparo de lesão periapical, e apenas um dente do grupo CHP não demonstrou reparo periapical. O fechamento apical foi observado em 5(71,42%) dentes do grupo TAP e em 4(66,67%) dentes do grupo CHP. Os dois grupos demonstraram completa redução da sintomatologia clínica, entretanto, escurecimento coronário foi observado em 6 (85,71%) dentes do grupo TAP, o que demonstra ser uma desvantagem do uso da minociclina.

Apesar de ainda não existir um consenso quanto ao protocolo que se deve seguir na revascularização pulpar, a Sociedade Americana de Endodontia no ano de 2013 elaborou um documento intitulado: “Considerations for Regenerative Procedures”, o qual descreve algumas recomendações sobre o assunto, com o objetivo de ajudar o clínico. Este protocolo foi revisado em 2016. (Apêndice 1).

Os estudos na literatura sobre a eficácia de diferentes protocolos terapêuticos não são conclusivos, assim como a efetividade da utilização de uma medicação em todos os casos. Os autores (Shin et al, 2009 e McCabe P, 2015) relataram casos clínicos de revascularização pulpar realizados em uma única sessão, onde os elementos dentais apresentaram remissão dos sinais e sintomas, radiograficamente observou-se o crescimento progressivo das paredes dos canais radiculares e espessamento e fechamento apical.

Diante do exposto, esta pesquisa foi dividida em dois artigos, tendo como principais objetivos: Analisar os resultados clínicos e radiográficos do procedimento de revascularização pulpar em duas sessões (utilizando-se hidróxido de cálcio e gel de clorexidina 2% como medicação intracanal) e em sessão única (sem a utilização de medicação) com uma proposta de selamento cervical alternativo e relatar um caso clínico de recorrência de trauma dental em um dente revascularizado onde foi realizada reintervenção com um protocolo alternativo de obturação.

2 ARTIGOS

2.1 CLINICAL AND RADIOGRAPHIC ANALYSIS OF SINGLE AND MULTIPLE-VISIT PROCEDURES IN PULP REVASCULARIZATION

Artigo submetido ao periódico International Endodontic Journal.
Manuscript ID IEJ-19-00067 (Anexo 3)

Abstract

Aim: The purposes of this study were to evaluate the clinical and radiographic outcomes in pulp revascularization treatment in a single and multiple-visit procedure with an alternative cervical sealing material (composed by calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel and zinc oxide). **Methodology:** Twenty teeth, of seventeen patients (7-10 years of age), were randomly divided in two groups according to the use or not of an intracanal medicament (calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel): Group I: multiple-visit group (MV) (n=11) and Group II: single-visit group (SV) (n=9). Clinical and radiographic findings were performed every 3 months for at least 12 months. The root development was quantified in Image J program. The success criteria were classified in complete root development, incomplete root development or failure. Statistical analysis was performed in the BioEstat 5.0 program. The student t-test was applied for the normal data and the Wilcoxon test to compare preoperative and postoperative characteristics, the Mann-Whitney test was used for comparison between the groups. For all the analyzes, it was considered a level significance of 5%. **Results:** All teeth (100%) from both groups demonstrated remission of the previous signs and symptoms and periapical repair after treatment. A total of 11 teeth (55%), (8 in MV group and 3 in SV group) showed complete root development, whereas 9 teeth (45%), (3 in MV group and 6 in SV group) demonstrated incomplete root development and no tooth showed failure. The mean percentage change of increased root length and root width was (11.64% in MV group vs 10.78% in SV group) and (12.31% in MV group vs 15.65% in SV group), respectively ($p>0.05$). The mean percentage change of decreased apical diameter was 74.19% for MV group and 52.52% for SV group, respectively ($p>0.05$). The proposed cervical sealing material remained stable and adequate throughout the follow-up period (mean period: 28.5 months). **Conclusion:** Considering success rate of pulp revascularization, both therapeutic protocols demonstrated to be effective. A single-visit pulp revascularization procedure can be considered a treatment option for necrotic immature teeth and the

proposed cervical sealing can be used without prejudice to the long-term success of the treatment.

Keywords: Dental trauma, immature necrotic teeth, regenerative endodontic procedures, treatment outcomes.

Introduction

One of the main focus in Endodontics researchs has been the Regenerative Endodontic Procedures (REPs) or Pulp Revascularization that aims the continuity of root development in nonvital immature teeth. This clinical procedure requires the formation of a scaffold within the root canal, which will serve as a three-dimensional matrix where undifferentiated stem cells possibly derived from the apical papilla with the action of growth factors, probably released from platelets and dentin, will direct cell differentiation forming a new tissue responsible for root development (Lovelace et al., 2011).

Data analysis of therapeutic protocol of pulp revascularization shows a considerably variation regarding materials and techniques. Concentration and type of intracanal irrigation (1% to 6% sodium hypochlorite; 0.12% to 2% chlorhexidine), type of intracanal medication (calcium hydroxide [Ca(OH)₂] with different vehicles, triple or double antibiotic paste). Also the cervical sealing material (gray or white mineral trioxide aggregate [MTA], Biodentine), and the incorporation or not of different scaffold material (blood clot, collagen, platelet-rich plasma) (Kontakiotis et al. 2015; Botero et al., 2017).

However, different treatment protocols turns very difficult to evaluate the true treatment outcome of revascularization in the literature (Bukhari et al., 2016). Regardless type or concentrations of irrigating solution or type of intracanal medication, all these different treatment protocols shows be able to achieve elimination of clinical symptoms/signs and apical periodontitis but the continued root development it is not predictable (Diogenes et al. 2013; Kim et al., 2018).

Triple antibiotic paste (minocycline, ciprofloxacin, metronidazole) is still recommended as an intracanal medication by American Association of Endodontics (AAE) (Lee et al., 2015) and for the European Society of Endodontology (ESE) (Galler et al., 2016). But there are some concern in literature about the use of the paste once antimicrobial combination can also increase the risk of bacterial resistance (Rybak &

McGrath 1996) and systemic allergic reaction (Kim et al., 2018). The use of Minocycline has caused crown discoloration of the treated teeth, provoking the dissatisfaction of patients and caregivers. (Cotti et al., 2008; Shah et al., 2008; Ding et al., 2009).

The use of calcium hydroxide-based medication also demonstrates success in the literature (Cehreli et al., 2011; Iwaya et al., 2011; Neha et al., 2011) as well as the use of the association of calcium hydroxide with 2% chlorhexidine in gel has also been shown to be effective in combating infection and allowing root development (Soares et al., 2013). However the use of full-strength intracanal antibiotics inhibits stem cell growth and leads to cell death (Chaniotis et al., 2016). Calcium hydroxide supports the induction of stem cell growth and is much more easily removed from dentinal walls (Chaniotis et al., 2016; Botero et al., 2017).

Studies in literature about the efficacy of different intracanal medication protocols are not conclusive, as is the effectiveness of using a medication in all cases. The authors (Shin et al., 2009 and McCabe P., 2015) reported clinical cases of pulp revascularization performed in a single visit, in which the dental elements had remission of signs and symptoms, radiographically showed the progressive growth of the root canal walls and thickening and apical closure. Also, complete the treatment in a single visit with immediate blood clot induction, may favor maintenance of the vitality of the apical papilla (Chaniotis et al., 2016; Botero et al., 2017). In a first clinical trial, (Botero., et al 2017) have published partial results comparing immediate versus delayed blood clot induction in 28 teeth ,15 with intracanal medication (calcium hydroxide) and 13 teeth with the blood clot induced at the first appointment. It was showed in the group with delayed induction a 71% success rate, versus 33% in immediate group.

Infection control is crucial for the success of pulp revascularization (Cvek et al., 1990; Lin et al., 2014; Verma et al., 2017). Furthermore, the presence of a scaffold, such as the isolated blood clot, is crucial to provide biological and mechanical support for the development of stem cells (Altafi et al., 2017). Finally, above scaffold, the cervical sealing is an important step in pulp revascularization since it promotes a physical barrier that prevents the recontamination of the root canal (Wongwatanasanti et al., 2018). American Association of Endodontics (AAE), recommend Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and others tricalcium-silicate-based materials, such as Biodentine, as cervical sealing. These materials have several benefits, among them: biocompatibility, induction

of hard tissue formation, hydrophilic properties, blood resistance and being nonresorbable (Wongwatanasanti et al., 2018).

The most widespread protocol regarding the sealing of pulp revascularization cases is the use of MTA in the cervical third of the root canal (Lee et al., 2015). White MTA can induce the proliferation of odontoblast-like cells and other stem pulp cells (Wongwatanasanti et al., 2018). This material can also support human mesenchymal stem cell adhesion, proliferation and migration (D'Antò et al., 2010; Wongwatanasanti et al., 2018). However, MTA is associated with significant coronal discoloration (Kahler et al., 2016; Miller et al., 2018).

The tricalcium-silicate-based materials Biodentine and RetroMTA showed great properties when used as sealing over blood clots, being the recommended materials for several authors (Jitaru et al., 2016; Smith et al., 2016; Alsubait et al., 2017; Miller et al., 2018; Wongwatanasanti et al., 2018). Despite the excellent properties, no material reached the status of ideal for use as REPs cervical sealing. Moreover, in third world countries, tricalcium-silicate-based materials can be considered relatively expensive and may present difficult access. Few alternative materials for cervical sealing in pulp revascularization have been presented in literature (e.g., Vitapex^R associated with glass ionomer, Vitapex^R associated with gutta-percha, IRM) (Iwaya et al., 2001; Windley et al., 2005; Shah et al., 2008; Iwaya et al., 2011).

The paste composed by the mixture of calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel and zinc oxide, proposed as cervical sealing material presents accessibility and relatively low cost. This paste has been used as root filling material in cases of avulsion and traumatized immature teeth aiming apexification in a single-visit approach (Soares et al., 2012). It has shown clinical and radiographic success with apical barrier formation, root resorption control and dimensional long-date stability (Soares et al., 2012; Soares et al., 2014; Herrera et al., 2014). Furthermore, in a rat subcutaneous tissue reaction study, this material showed favorable results with respect to biocompatibility (Soares et al., 2015).

In a microbiological study (Nagata et al., 2014), it was demonstrated the antimicrobial efficacy of the combination therapy of calcium hydroxide and chlorhexidine gel 2% in decontamination protocol and also there was no statistical difference between microbial reduction after decontamination protocol with the auxiliary

chemical substances and after intracanal medication. With this knowledge our objective was to evaluate clinical and radiographic outcome of single and multiple-visit procedures in pulp revascularization with an alternative cervical sealing material (composed by calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel and zinc oxide).

Materials and Methods

Firstly an anamnesis was carried out. Personal data, medical history and general dental history were recorded for each patient. Those responsible for the patients signed the informed consent form elaborated according to the rules of the Research Ethics Committee. This study was approved by the Local ethics research committee (46653015.0.0000.5418).

Sample selection:

Twenty teeth, of seventeen patients (7-10 years of age), were randomly divided in two groups according to the use or not of an intracanal medicament. The group medicated with a paste composed by calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel was named multiple-visit group (MV) (n=11) and the group that did not receive intracanal medication, single-visit group (SV) (n=9) (Figure 1).

Patients were treated between 2014 and 2016, by a single experienced pre-calibrated operator. All cases were selected according to the following criteria:

1. Healthy patients (ASA I or II);
2. Permanent maxillary anterior teeth with clinical diagnosis of pulp necrosis due to dental trauma, with or without clinical signs and symptoms or periapical pathology;
3. Intraoral periapical radiograph showing immature root with at least 1mm open apex;
4. Clinical and radiographic follow-up of at least 12 months after the revascularization procedure

Therapeutic Protocol

Pulp revascularization procedure was performed according to Nagata et al. (2014). In both groups, clinical examination included presence of spontaneous pain, tenderness to percussion, pain on palpation, and presence of sinus tract, swelling or crown discoloration. Pulp diagnosis of necrosis was obtained with pulp sensibility teste by the cold thermal test, using carbon dioxide negative test (-50°C) (EndoFrost™ -Roeko, Langenau, Germany) and by electric pulp test (Pulp Tester™, Analytic Technology, Redmond, USA).

Infiltrative anesthesia with 2% lidocaine and 1:100.000 epinephrine (Alphacaine; DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) was applied. Field isolation of the tooth was obtain and the operative field was disinfected with 2% chlorhexidine gel on a cotton swab. Then, access cavity was prepared using a diamond bur (KG Sorensen™, Barueri, Brazil) with copious irrigation. Teeth full length was initially determined with Apixia digital imaging software (Apixia, Industry, CA, USA) to determine the work length.

Root disinfection was obtained with no mechanical preparation: passive decontamination protocol. Slow and careful irrigation was obtained with 10 mL of 6% sodium hypochlorite (Drogal, Piracicaba, SP, Brazil), followed by inactivation with 10 mL of 5% sodium thiosulfate (Drogal, Piracicaba, SP, Brazil) and saline solution. Then, 10 mL of 2% chlorhexidine (Drogal, Piracicaba, SP, Brazil) was applied and neutralized by 5% Tween 80 and 0.07% soy lecithin (Drogal, Piracicaba, SP, Brazil) and saline solution. The root canal was dried with the aid of a capillary tip (Ultradent products, South Jordan, UT, USA).

Group I - Multiple-visit procedures:

A total of 11 teeth received intracanal medication for 3 weeks. Root canals were filled with a paste composed by calcium hydroxide (Biodinâmica, Ibioporã, PR, Brazil) and 2% chlorhexidine gel (Endogel, Itapetininga, SP, Brazil) as the vehicle, in the proportion of 1:1, inserted with a lentulo spiral (Dentsply Maillefer™, Tulsa, OK, USA). Following this, teeth were sealed with Coltosol (Coltène/Whaledent™, Mahwah, NJ, USA) and composite resin (Filtek 3M ESPET™, Sumaré, Brazil). In the second

appointment, the 11 teeth of the first group had intracanal medication removed with 20mL of saline solution.

Group II – Single -visit procedures:

A total of 9 teeth were treated in a single-visit, without any intracanal medication.

Revascularization procedure

Both groups of intracanal medication and single-visit treatment received a final irrigation with 3 mL of 17% EDTA (Fórmula e Ação, São Paulo, Brazil) accomplished during 3 minutes, followed by irrigation with saline solution. The root canal space was then dried with the aid of a capillary tip (Ultradent products, South Jordan, UT, USA) and sterile paper points. In order to induce bleeding into the root canals, a #35 manual k-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was placed at 2-3 mm beyond the apical foramen. A collagen matrix (CollaCote; Zimmer Dental, Carlsbad, CA, USA) was inserted above the blood clot and then a cervical sealing was applied. This sealing was performed with the association of calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel (Endogel, Itapetinga, SP, Brazil) and zinc oxide (S.S. White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brazil), in the proportion of 2:1:2, respectively. After handling, the adequate consistency of the paste should be similar to Coltosol (Figure 2) (Soares et al., 2012; Soares et al., 2014; Herrera et al., 2014; Soares et al., 2015). Then, access cavity was double-sealed with Coltosol and composite resin.

Clinical and Radiographic Analysis

Patients of both group were followed – up for till 12 to 48 months. For clinical and radiographic outcome analysis, initial exams were compared to the data collected during the follow-up period. Post operative clinical aspects (spontaneous pain, tenderness to percussion, pain on palpation, and presence of sinus tract, swelling or crown discoloration) were collected at each visit. In addition to that, pulp sensibility test and electric pulp test were also performed as previously described. Preoperative and post-operative radiographs were taken using the paralleling technique with an intraoral positioner (Indusbello Indústria de Instrumentos Odontológicos Ltda, Londrina, Paraná,

Brazil) combined with condensation silicone impression material to ensure quality and standardization of the images. Radiographic examination included: presence of periapical radiolucent image, presence of root resorption, apical closure, increase of root length and/or thickness. The root radiographic modifications (increase in root length, thickening of lateral dentinal walls and apical closure) were quantified in Image J program.

Radiographic analysis was performed by 2 experienced pre-calibrated endodontic specialists according to (Saoud et al., 2014) with modifications:

The width of the apical foramen, thickness of the canal walls, and length of the root were measured from images obtained preoperatively and at each follow-up study visit. Digital radiographs were processed/scanned using the Apixia Digital Imaging scanner (Apixia Dental, CA, USA), saved in TIFF format, and transferred to the ImageJ software (Image J 1.49v; US National Institutes of Health, MD, USA). Images were calibrated by using the “set scale” option in ImageJ to measure the distance between 2 stable reference points on the source image and that measurement was used to set the scale of the adjusted target image. This calibration process allowed for the measurement of radiographic changes on a millimeter scale. The root length was measured as a straight line from the cemento-enamel junction to the radiographic apex of the tooth on the mesial and distal sides and the mean value was calculated. The dentinal wall thickness was measured at the level of the cervical, medium and apical third. The height of the root canal was obtained and divided by 3, then a point was marked on each measurement obtained in the cervical, middle and apical third. The root canal width and the pulp space were measured at each third level, an average was obtained and the dentin thickness was calculated by subtracting the pulp space from the root canal width. The apical diameter was measured as a straight line across the radiographic apical foramen. Radiographs were also assessed for the presence or absence of periapical radiolucency. The success criteria was defined according to (Bukhari et al., 2016), with modifications:

1. Complete root development: absence of clinical signs and symptoms, complete resolution of periradicular radiolucency, and increase of root dentin thickness and length with complete root development;
2. Incomplete root development: absence of clinical signs and symptoms, complete resolution of periradicular radiolucency, increase in root dentin thickness and/or length, and decreased root diameter with partial root development;

3. Failure: persistent clinical signs and symptoms and/or increased size of the periradicular radiolucency and absence of root development.

Cases were also classified according to cervical sealing long-term adequacy:

- A. Adequate cervical sealing: stability of the paste radiopacity through follow-up;
- B. Inadequate cervical sealing: radiographic suggestive image of loss of radiopacity throughout follow-up.

Statistical Analysis

All statistical analysis was performed in the BioEstat 5.0 program. Before comparing the groups, the Shapiro-Wilk test was applied to verify if the data presented normality. The student t-test was applied for the normal data and the Wilcoxon test for the abnormal ones (when compared preoperative and postoperative characteristics) and the Mann-Whitney test for comparison between the groups. For the qualitative data the G test and Fisher's exact test were applied and for the ordinal qualitative data the Mann-Whitney test was applied. The equation for increasing the length and thickness and diameter decrease was according to the study of Nagy et al. (2014) $(\text{postoperative length} - \text{preoperative length} / \text{preoperative length}) \times 100$. For all the analyzes, it was considered a level significance of 5%.

Results

Clinical and Radiographic Outcomes

Table 1 summarizes the patients' demographic and dental trauma characteristics based on the results criteria stated. A total of 17 patients (20 teeth), 12 men and 8 women were enrolled in the study. Dental trauma was the only necrosis etiology. Patients of multiple-visit group (MV), 7 (63.6%) and from single-visit group (SV), 6 (66.7%) were most affected by combined injury (fracture + luxation) and the main dental trauma

etiology was fall from own height, 4 (36.4%) and 7 (77.8%) in multiple-visit group (MV) and single-visit group (SV) respectively.

As regards clinical and radiographic outcomes, tables 2 and 3 respectively shows preoperative and postoperative characteristics of the study population. In (MV) group, from 11 teeth, 7 (63.6%) and in (SV) group, from 9 teeth, 6 (66.6%) presented clinical signs and symptoms before treatment. All teeth (100%) from both groups demonstrated absence of signs and symptoms after treatment, so all cases had remission of the previous signs and symptoms. In (MV) group, from 11 teeth, 5 (45.5%) had periapical lesion before treatment and in (SV) group, from 9 teeth was 6 (66.7%). Over again all teeth (100%) from both groups demonstrated periapical repair, and after treatment no case had periapical lesion present. Initial and the last follow-up radiographs of groups (MV) and (SV) may be observed in the figures 3-4.

In (MV) group, 3 (27.3%) and in (SV) group, 1(11.1%) teeth presented initial signs of root resorption before treatment. After treatment all 4 teeth (100%) showed root resorption were stabilized (table 1 – 2) (Figure 3 - C, D).

Regarding increase in root length, thickening of lateral dentinal walls and apical closure, both group demonstrated increase in root length, thickening of lateral dentinal walls and decrease in apical diameter. Pulp revascularization in MV group caused increased in root length of (mean = 1.35mm/11.6%) and (mean=1.43mm/10.7%) in SVgroup. Increase in dentin wall thickness in MV group of (mean= 0.35mm/ 12.3%) and (mean=0.35mm/15.6%) in SV group and decrease in apical diameter of (mean= 1.36mm/ 74.1%) in MV group and (mean= 0.95mm/52.5%) in SV group. There was no statistical difference between (MV) and (SV) groups, percentage of root changes are described in Table 4.

From 20 cases, a total of 11 teeth (55%), (8 in MV group and 3 in SV group) showed complete root development, whereas 9 teeth (45%), (3 in MV group and 6 in SV group) demonstrated incomplete root development and no tooth (0%) showed failure (table 3). A total of 12 teeth (60%), 6 from each group, including all preoperative conditions, responded positively to the electric pulp test during follow-up. 3 teeth (15%), 1 from MV group and 2 from SV group, presented crown discoloration, all cases (100%) had the blood clot height above cemento-enamel junction and it was not associated with the cervical sealing.

Discussion

According to (Bukhari et al., 2016), is important to have a coherent definition of success and failure of pulp revascularization procedure, so the objectives of the treatment have to be clearly defined. In the published literature success is the absence of signs and symptoms and repair of the periapical lesion and the data related to increased length and thickness are assessed separately. The success criteria defined and accepted by the American Association of Endodontics (AAE) 2016, is defined by the elimination of symptoms and the evidence of bony healing, the increased root wall thickness and/or root length are desired but not essential and the positive response to vitality testing also is considered a success criteria. However, in pulp revascularization procedures the root development should be considered a goal of the treatment, not only the elimination of the disease, once the continued root development could prevent future complications (ie, root fracture), what makes this treatment a superior option over apexification (Diogenes et al., 2013; Bukhari et a., 2016).

In the present study a total of 17 patients (20 teeth) were submitted to two therapeutic protocols, for this they were divided into two groups, (multiple-visit n=11) and (single-visit n=9) to compare clinical and radiographic outcome of single and multiple-visit procedures in pulp revascularization. After treatment all teeth (100%) from both groups demonstrated absence of signs and symptoms after treatment, they had total remission of the previous signs and symptoms. Considering clinical examination, literature demonstrates that after revascularization treatment, there is generally remission of signals and symptoms (Nagata et al., 2014; Botero et al., 2017; Kim et al., 2018).

Regarding periapical repair, all teeth (100%) from both groups also demonstrated absence of periapical lesion and bone repair after treatment. It is a signal that both therapeutic protocol was effective in controlling the infection. There is also according literature. Kahler et al., 2014 analyzed 16 consecutive cases in which 90.3% of the cases showed resolution of the lesion and Bukhari et al., 2016, analyzed 35 cases and had only 3 (10%) of failed. A large sample of 12 teeth (60%) responded positively to the electric pulp test during the follow-up visits, including teeth that had preoperative radiolucency or signs and symptoms. In literature the return of pulp sensibility after pulp revascularization occurs in approximately 50% of cases (Diogenes & Ruparel, 2017).

In this study both group demonstrated increase in root length, thickening of lateral dentinal walls and decrease in apical diameter. There was no statistical difference between (MV) and (SV). This means that it did not have one group better than other, the two protocols adopted were effective in promoting continuation of root development. The success outcome criteria adopted in this study takes into consideration not only the repair of the periapical lesion and remission of signs and symptoms, but also the continuation of root development as a goal of pulp revascularization. In this study, the majority of cases showed complete healing and root development, followed by teeth with incomplete root development, but absence of clinical signs and symptoms and complete resolution of periradicular radiolucency. No treatment failure was detected and, as a result, all cases were considered as presenting clinical and radiographic success. In this context, as the proposed treatment protocol was effective in controlling the root infection in a long-term prognosis and in stimulating at least partial root development, it could be assumed that these cases may be classified as complete root development in a longer period of follow-up. This result differs of the only clinical trial described in the literature about multiple or single-visit procedure in pulp revascularization, (Botero et al., 2017) which presented 71% success rate in multiple-visit versus 33% in single-visit group.

Some findings were relevant, such as the stabilization of initial root resorptions (figure 3 – C/D). Three teeth that presented the blood clot above cemento-enamel junction developed crown discoloration, it is important to emphasize that excess bleeding should be carefully removed to avoid unaesthetic results, remaining in the cervical third (American Association of Endodontics, 2016). On the other hand a not effective bleeding could compromise the root development (Lovelace et al., 2011). The presence of a lower blood clot in the root middle third resulted from a not so effective bleeding was observed in cases characteristically presented preoperative radiolucency and/or signs and symptoms, suggesting that the height reached by the blood clot could be impaired by the presence of these clinical and radiographic findings.

In conclusion, considering success rate of pulp revascularization, both therapeutic protocols demonstrated to be effective. Both groups demonstrated increase in root length, thickening of lateral dentinal walls and decrease in apical diameter, remission of signs and symptoms and periapical repair. A single-visit pulp revascularization procedure could be a valuable treatment option. It is necessary more studies to determine possible factors that could affect the treatment prognosis.

References

1. Alsubait S, Al-Haidar S, Al-Sharyan N. A Comparison of the Discoloration Potential for EndoSequence Bioceramic Root Repair Material Fast Set Putty and ProRoot MTA in Human Teeth: An In Vitro Study. *J Esthet Restor Dent*. 2017 Feb;29(1):59-67
2. Altaii M, Richards L, Rossi-Fedele G. Histological assessment of regenerative endodontic treatment in animal studies with different scaffolds: A systematic review. *Dent Traumatol*. 2017 Aug;33(4):235-244.
3. American Association of Endodontists. AAE regenerative endodontics clinical considerations. Available at: http://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/research/currentregenerativeendodonticconsiderations.
4. Ansary MADA, Day PF, Duggal MS, Brunton PA. Interventions for treating traumatized necrotic immature permanent anterior teeth: inducing a calcific barrier & root strengthening. *Dent Traumatol*. 2009; 25: 367-379.
5. Botero TM, Tang X, Gardner R, Hu JCC, Boynton JR, Holland GR. Clinical Evidence for Regenerative Endodontic Procedures: Immediate versus Delayed Induction? *J Endod*. 2017 Sep;43(9S):S75-S81
6. Bukhari S, Kohli MR, Setzer F, Karabucak BJ Endod. Outcome of Revascularization Procedure: A Retrospective Case Series. 2016 Dec;42(12):1752-1759.
7. Cehreli ZC, Isbitiren B, Sara S, Erbas G. Regenerative endodontic treatment (revascularization) of immature necrotic molars medicated with calcium hydroxide: a case series. *J Endod*. 2011 Sep;37(9):1327-30.
8. Chaniotis A. The use of a single step regenerative approach for the treatment of a replanted mandibular central incisor with severe resorption. *Int Endod J* 2016; 49:802–12
9. Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature, traumatized tooth with apical periodontitis: report of a case. *J Endod*. 2008; 34(5): 611-616.
10. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P. Pulp revascularization in reimplanted immature monkey incisors--predictability and the effect of antibiotic systemic prophylaxis. *Endod Dent Traumatol*. 1990;6(4):157-69.
11. D'Antò V, Di Caprio MP, Ametrano G, Simeone M, Rengo S, Spagnuolo G. Effect of mineral trioxide aggregate on mesenchymal stem cells. *J Endod*. 2010 Nov;36(11):1839-43.

12. Ding RY, Cheung GS, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. *J Endod* 2009;35:745–9.
13. Diogenes A, Henry MA, Teixeira FB, et al. An update on clinical regenerative endodontics. *Endod Topics* 2013;28:2–23.
14. Diogenes A, Ruparel NB, Shiloah Y, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: A way forward. *J Am Dent Assoc.* 2016 May;147(5):372-80.
15. Feigin K, Shope B. Regenerative Endodontics. *J Vet Dent.* 2017 Sep;34(3):161-178.
16. Galler, K. M., Krastl, G., Simon, S., Van Gorp, G., Meschi, N., Vahedi, B., & Lambrechts, P. (2016). European Society of Endodontology position statement: Revitalization procedures. *International Endodontic Journal*, 49(8), 717–723.
17. He L, Kim SG, Gong Q, Zhong J, Wang S, Zhou X, Ye L, Ling J, Mao JJ. Regenerative Endodontics for Adult Patients. *J Endod.* 2017 Sep;43(9S):S57-S64.
18. Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with periradicular abscess after luxation. *Dent Traumatol.* 2011 Feb;27(1):55-8.
19. Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. The use of bioceramics in endodontics - literature review. *Clujul Med.* 2016;89(4):470-473.
20. Kahler B, Rossi-Fedele G. A Review of Tooth Discoloration after Regenerative Endodontic Therapy. *J Endod.* 2016 Apr;42(4):563-9.
21. Kontakiotis EG, Filippatos CG, Tzanetakakis GN, Agrafioti A. Regenerative endodontic therapy: a data analysis of clinical protocols. *J Endod.* 2015 Feb;41(2):146-54.
22. Lee, B. N. A review of the regenerative endodontic treatment procedure. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 40, n. 3, 2015.
23. Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, et al. Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. *J Endod* 2011;37:133–8
24. McCabe P. Revascularization of an immature tooth with apical periodontitis using a single visit protocol: a case report. *Int Endod J* 2015;48:484 –97.
25. Miller AA, Takimoto K, Wealleans J, Diogenes A. Effect of 3 Bioceramic materials on stem cells of the apical papilla proliferation and differentiation using a dentin disk model. *J Endod.* 2018 Apr;44(4):599-603.
26. Nagata JY, Gomes BP, Rocha Lima TF, Murakami LS, Faria DE, Campos GR, et al. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. *J Endod.* 2014a; 40:606-12.

27. Nagata JY, Rocha-Lima TF, Gomes BP, Ferraz CC, Zaia AA, Souza-Filho FJ, et al. Pulp revascularization for immature replanted teeth: a case report. *Aust Dent J.* 2015; 60:416-20.
28. Nagata JY, Soares AJ, Souza-Filho FJ, Zaia AA, Ferraz CC, Almeida JF, et al. Microbial evaluation of traumatized teeth treated with triple antibiotic paste or calcium hydroxide with 2% chlorhexidine gel in pulp revascularization. *J Endod.* 2014b; 40:778-83.
29. Nagy MM, Tawfic HE, Hashem AA, Abu-Seida AM. Regenerative potential of immature permanent teeth with necrotic pulps after different regenerative protocols. *J Endod.* 2014; 40:192-8.
30. Neha K, Kansal R, Garg P, Joshi R, Garg D, Grover HS. Management of immature teeth by dentin-pulp regeneration: A recent approach. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011, 15.
31. Nosrat A, Seifi A, Asgary S. Regenerative endodontic treatment (revascularization) for necrotic immature permanent molars: a review and report of two cases with a new biomaterial. *J Endod* 2011;37(4):562-7.
32. Saoud TM, Zaazou A, Nabil A, Moussa S, Lin LM, Gibbs JL. Clinical and Radiographic Outcomes of Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth after Revascularization/Revitalization Therapy. *J Endod.* 2014 Dec;40(12):1946-52.
33. Shah N, Logani A, Bhaskar U, et al. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. *J Endod* 2008;34:919–25.
34. Shin SY, Albert JS, Mortman RE. One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess: a case report. *Int Endod J.* 2009;42:1118–26.
35. Soares AJ, Lima TFR, Nagata JY, et al. Intracanal dressing paste composed by calcium hydroxide, chlorhexidine and zinc oxide for the treatment of immature and mature traumatized teeth. *Braz J Oral Sci.* 2014;13(1):6-11.
36. Soares AJ, Lins FF, Nagata JY, Gomes, BPF, Zaia AA, Ferraz CCR, et al. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *J Endod.* 2013;39:417-20.
37. Soares AJ, Nagata JY, Casarin RCV, et al. Apexification with a New Intra-Canal Medicament: A Multidisciplinary Case Report . *Iranian Endodontic Journal* 2012;7(3):165-170.

38. Soares AJ, Prado M, Brazão MA, Gomes BPFA, Zaia AA. The biocompatibility of a new endodontic paste used in dental trauma. *Rev Odontol UNESP*. 2015 - ISSN 1807-2577.
39. Soares, A.J.; Lima, T. F. R. ; Herrera, D. R. ; Gomes, B. P. F. A. ; Souza Filho, F. J. . Un nuevo protocolo de medicación intraconducto para dientes con necrosis pulpar y rizogénesis incompleta. *Revista Estomatológica Herediana*, v. 21, p. 145-149, 2014.
40. Soares, A.J.; Lins, F.F.; Nagata, J.Y.; Gomes, B.P.; Zaia, A.A.; Ferraz, C.C.; Almeida, J.F.A.; Souza-Filho, F.J. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *Journal of endodontics*, v. 39, p. 417-20, 2013.
41. Verma P, Nosrat A, Kim JR, Price JB, Wang P, Bair E, Xu HH, Fouad AF. Effect of Residual Bacteria on the Outcome of Pulp Regeneration In Vivo. *J Dent Res*. 2017;96(1):100-6.
42. Wongwatanasanti N, Jantarat J, Sritanaudomchai H, Hargreaves KM. Effect of Bioceramic Materials on Proliferation and Odontoblast Differentiation of Human Stem Cells from the Apical Papilla. *J Endod*. 2018 Aug;44(8):1270-1275.

Table 1. Demographics and dental trauma characteristics of the study population (mean±standard deviation).

Variable		Multiple-visit group (n=11)	Single-visit group (n=9)	<i>p</i> Value
Gender	Male	7 (63%)	5 (55%)	0.999
	Female	4 (36%)	4 (44%)	
Age at time of treatment	-	10.2±2.62	8.44±1.67	0,119
Affected tooth	Upper central incisor	11 (100%)	8 (89.9%)	0.450
	Upper lateral incisor	0	1 (11.1%)	
Urgent care	Yes	9 (81.8%)	8 (89.9%)	1.000
	No	2 (18.2%)	1 (11.1%)	
Type of trauma	Fracture	1 (9.1%)	0	0.415
	Luxation	2 (18.2%)	3 (33.3%)	
	Combined Injury (fracture + luxation)	7 (63.6%)	6 (66.7%)	
Etiology	Fall from own height	4 (36.4%)	7 (77.8%)	0.054
	Bicycle	2 (18.2%)	0	
	Sport	3 (27.3%)	0	
	Physical aggression	1 (9.1%)	0	
	Car accident	1 (9.1%)	2 (22.2%)	

Categoric variables presented as number (n) and percentage (%) (G test). Continuous and ordinal variables presented as median, maximum value, minimum value (Mann – Whitney test).

Table 2. Clinical and radiographic preoperative characteristics of the study population (mean±standard deviation).

Variable		Multiple-visit group (n=11)	Single-visit group (n=9)	p Value
Clinical signs and symptoms	Present	7 (63.6%)	6 (66.6%)	0.406
	Absente	4 (36.3%)	3 (33.3%)	
Periapical lesion	Present	5 (45.5%)	6 (66.7%)	0.405
	Absente	6 (54.5%)	3 (33.3%)	
Root resorption	Present	3 (27.3%)	1 (11.1%)	0.591
	Absent	8 (72.7%)	8 (88.9%)	
Endodontic diagnosis	Pulp necrosis	3 (27.3%)	0	0.460
	Acute apical periodontitis	1 (9.1%)	4 (44.4%)	
	Chronic apical periodontitis	3 (27.3%)	4 (44.4%)	
Initial stage of Cvek	-	2.64±0.92	3.11±0.78	0.237

Categoric variables presented as number (n) and percentage (%) (G test). Continuos and ordinal variables presented as median, maximum value, minimum value (Mann – Whitney test).

Table 3. Clinical and radiographics postoperative characteristics of the study population (mean±standard deviation).

Variable		Multiple-visit group (n=11)	Single-visit group (n=9)	p Value
Clinical signs and symptoms	Present	0	0	1.000
	Absente	11 (100%)	9 (100%)	
Periapical lesion repair	Present	5 (100%)	6 (100%)	1.000
	Absente	0	0	
Stabilized root resorption	Yes	3 (100%)	1 (100%)	1.000
	No	0	0	
Success criteria	Complete root development	8	3	0.204
	Incomplete root development	3	6	
	Failure	0	0	
Adverse events	Yes	4 (36.4%)	2 (22.2%)	0.642
	No	7 (63.6%)	7 (77.8%)	
Type of adverse events	Tooth discoloration	1 (25%)	2 (100%)	0.400
	Recurrent dental trauma	3 (75%)	0	
Adverse events treatment	Internal bleaching	1 (25%)	2 (100%)	0.400
	Reintervention	3 (75%)	0	
Final stage of Cvek	-	4.64±0.67	4.33±1	0.648
Follow-up period	-	28.55±13.57	24.44±7.8	0,4327
Blood clot height	Above cementoamel junction	1 (9.1%)	2 (22.2%)	0.816
	Cervical third	8 (72.7%)	5 (55.6%)	
	Medium third	2 (18.2%)	2 (22.2%)	

Categoric variables presented as number (n) and percentage (%) (G test). Continuos and ordinal variables presented as median, maximum value, minimum value (Mann – Whitney test).

Table 4. Radiographic features (Mean \pm standard deviation) of the effect from revascularization procedures on increased root wall length/thickness and decreased apical diameter (percentage) of necrotic immature teeth.

Radiographic feature in mm (%)	MV group (n=11)	SV group (n=9)	MV x SV (P value)
Increase RL	1.35 \pm 1.22 (11.64 \pm 11.14)	1.43 \pm 0.58 (10.78 \pm 5.68)	0.8530
Increased DWT	0.35 \pm 0.35 (12.31 \pm 12.00)	0.35 \pm 0.39 (15.65 \pm 20.73)	0.8792
Decreased AD	1.36 \pm 0.55 (74.19 \pm 12.72)	0.95 \pm 0.55 (52.52 \pm 24.09)	0.1124

Abbreviations: RL, root length; DWT, dentin wall thickness; AD, apical diameter; MV, multiple-visit; SV, single-visit.

Figures

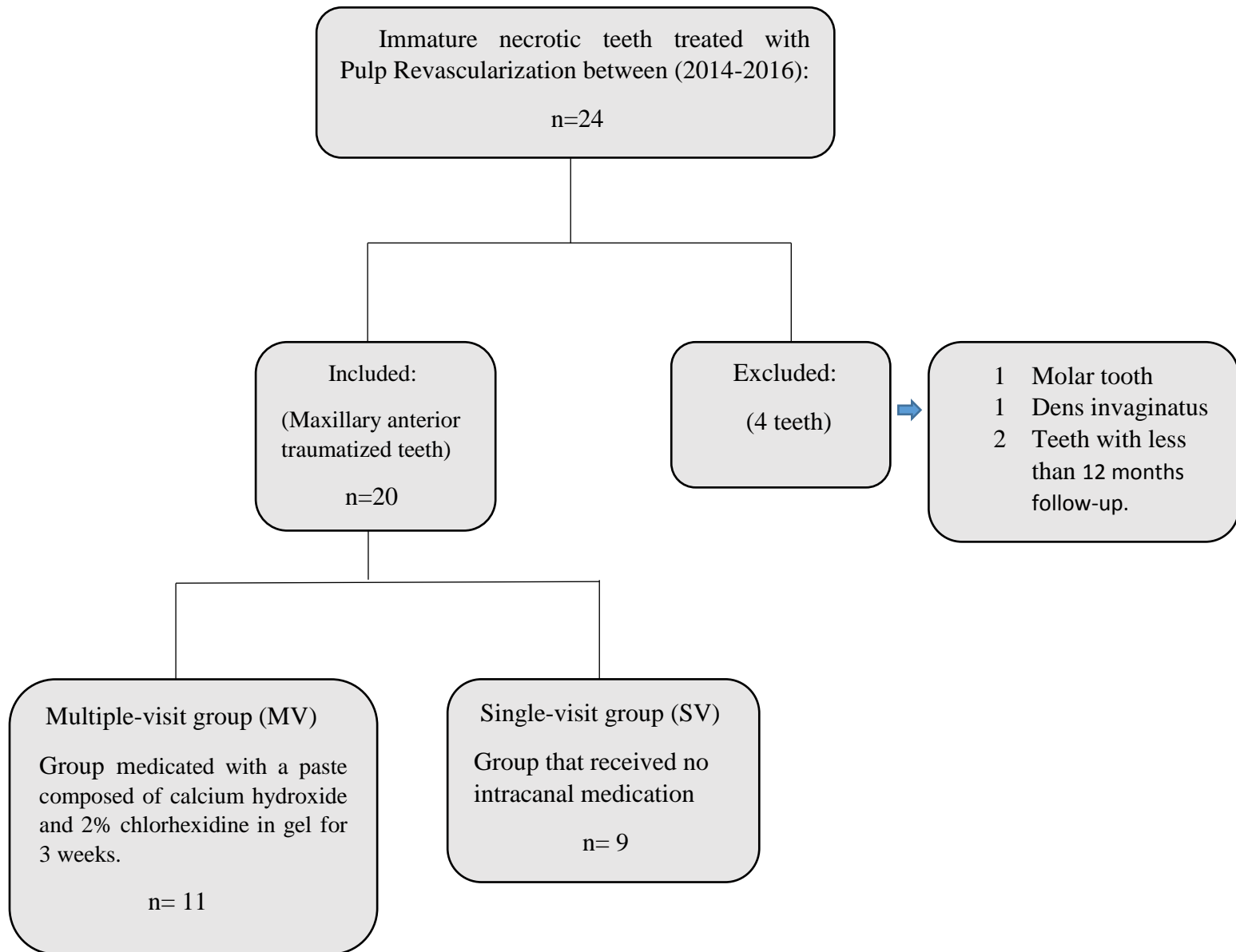


Figure 1 – Distribution of cases according inclusion criteria.



Figure 2 - Materials used to prepare the cervical sealing paste. Calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel (Endogel, Itapetininga, SP, Brazil) and zinc oxide (S.S. White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brazil), in the proportion of 2:1:2 (A). Correct consistency of the paste (similar to Coltosol) (B). Clinical aspect of the paste (C).



Figure 3 – Representative periapical radiograph images of complete root development in multiple-visit group (MV) (A, B, C, D). Initial radiographs before revascularization treatment (A, C) and final follow-up radiographs (B, D). Radiographs showing stabilization of root resorptions after 36 months and a recurrent dental trauma (C, D). Representative periapical radiograph images of incomplete root development in multiple-visit group (MV) (E, F, G, H). Initial radiographs before revascularization treatment (E, G) and final follow-up radiographs (F, H).



Figure 4 - Representative periapical radiograph images of complete root development in single-visit group. (A, B, C, D). Initial radiographs before revascularization treatment (A, C) and final follow-up radiographs (B, D). Representative periapical radiograph images of incomplete root development in single-visit group. (E, F, G, H). Initial radiographs before revascularization treatment (E, G) and final follow-up radiographs (F, H)).

2.2 RECURRENCE OF DENTAL TRAUMA AND MANAGEMENT OF PULP REVASCULARIZED TOOTH: A CASE REPORT

Artigo publicado: *Journal of Dental Health Oral Disorders & Therapy* 2018;9(4):304–308. <http://medcraveonline.com>

Abstract

Introduction: Pulp revascularization treatment has the potential benefit to increase thickness of root walls and root length of immature necrotic teeth. Dental trauma is the most frequent etiology of pulp necrosis in immature teeth, and its recurrence are frequent in children. To date, no study presented a case report of recurrence of dental trauma in a pulp revascularized tooth. Therefore, the objective of this case report is to describe a clinical management of a traumatized immature necrotic tooth that was first treated with pulp revascularization and suffered a second dental trauma, being then treated with an alternative filling therapy. **Case report:** A 9-year-old girl suffered fall from a chair one year previously. Considering the late occurrence of the trauma, diagnosis of pulp necrosis and the presence of open apex, the treatment of choice to the right maxillary central incisor was pulp revascularization in two sessions. Patient returned after 1 year of pulp revascularization, due to the recurrence of dental trauma 1 month previously. A second endodontic intervention of the right maxillary central incisor was accomplished with an alternative filling therapy (filling paste composed by calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel and zinc oxide). **Conclusion:** Pulp revascularization is an effective therapy for permanent immature necrotic teeth that suffered dental trauma. However, there is a high risk of recurrence of dental trauma, which may interfere in the treatment success. Therefore, professionals should be prepared for the necessity of alternative measures and techniques according to the evolution of each case.

Keywords: Dental trauma, immature necrotic teeth, regenerative endodontic procedures, treatment outcomes.

Introduction

Dental trauma is classified among the most serious oral conditions, representing a psychological, social and therapeutic problem. The high frequency found in dental trauma is mainly due to increase in violence rates and the large participation of children in sports activities.¹⁻³ Moreover, recurrence in dental trauma are frequent in children, occurring from 19.4%-49% of patients⁴⁻⁶. It should be taken into consideration that trauma recurrence in the same tooth affects the success of endodontic treatment and shorten its long-term prognosis.^{4,7}

The therapeutic measures regarding dental trauma depends on the type of trauma, pulp and periapical conditions and stage of root development⁸. In cases of permanent immature necrotic teeth, pulp revascularization is currently considered the first treatment option.⁹ Ideally, this procedure allows not only the resolution of signs and symptoms, but also for the formation of a biological tissue into the intraradicular space while maintaining nociception; leading to an increase in root thickness and root length of previously thin, fracture-prone dentinal walls.¹⁰⁻¹³

To the best of the authors knowledge, this is the first study to present a case report of recurrence of dental trauma in a pulp revascularized tooth. Therefore, the objective of this case report is to describe the clinical management of a traumatized immature necrotic tooth that was first treated with pulp revascularization and suffered a second dental trauma, being then treated with an alternative filling therapy.

Case presentation

This study was approved by the ethics research committee of Piracicaba Dental School, State University of Campinas (46653015.0.0000.5418) and followed “CARE Checklist” (<http://www.care-statement.org/resources/checklist>).

Patient information, Clinical findings and Diagnostic assessment:

A 9-year-old girl was referred to the Dental Trauma Service of Piracicaba Dental School - State University of Campinas (FOP-UNICAMP), Brazil, having fallen from a chair at

home one year previously. No emergency treatment was carried out following trauma. Patient's main complaints were suppuration and aesthetic conditions related to dental trauma. Anamnesis demonstrated absence of systemic conditions. In extraoral examination, it was observed that the patient presented inadequate lip closure. Intraoral examination revealed that maxillary right central incisor had enamel dentine fracture without involvement of the pulp, associated with sinus tract. Clinical and radiographic exams were performed (Table 1), demonstrating pulp necrosis and incomplete root formation of this tooth.

Considering the late occurrence of the trauma (one year earlier), the unquestionable diagnosis of pulp necrosis and the presence of open apex, the treatment of choice was pulp revascularization using the combination of calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel as intracanal medication. A complete explanation of the treatment procedures, risks and benefits was accomplished and an informed consent was obtained from the patient's legal guardian.

Therapeutic intervention

An experienced endodontic specialist performed pulp revascularization according to Nagata et al.¹⁴ with modifications. Infiltrative anesthesia with 2% lidocaine and 1:100.000 epinephrine (Alphacaine; DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) was applied, and distance field isolation of the tooth was obtained with a rubber dam. Operative field was disinfected with 2% chlorhexidine gel on a cotton swab. Then, access cavity was prepared using a diamond bur (KG SorensenTM, Barueri, Brazil) with copious irrigation. Teeth full length was initially determined with Apixia digital imaging software (Apixia, Industry, CA, USA), followed by the use of an electronic apex locator (Root ZX Mini; J. Morita Brazil, São Paulo, SP, Brazil). Working length was established 4 mm short of the total root length, due to the injection of chemical solution.

Root disinfection was obtained with no mechanical preparation. Passive decontamination protocol included slow and careful irrigation with 10 mL of each solution in the following sequence: 6% sodium hypochlorite (Drogal, Piracicaba, SP, Brazil), saline solution for neutralization, 2% chlorhexidine (Drogal) and saline solution as the final irrigation. The root canal was dried with the aid of capillary tip (Ultradent products, South Jordan, UT, USA) 3 mm short of the total root length. After that, root canal was filled with an

intracanal medication paste composed by calcium hydroxide (Biodinâmica, Iporã, PR, Brazil) and 2% chlorhexidine gel (Endogel, Itapetinga, SP, Brazil) as the vehicle, in the proportion of 1:1. This intracanal medication was inserted with a lentulo spiral (Dentsply Maillefer™, Tulsa, OK, USA). Following this, the tooth was sealed with Coltosol (Coltène/Whaledent™, Mahwah, NJ, USA) and composite resin (Filtek 3M ESPET™, Sumaré, Brazil) (Figure 1).

Second appointment was rescheduled in 3 weeks and remission of clinical signs and symptoms was observed. Tooth was prepared as previously described. Intracanal medication was removed with 10 mL of saline solution. A final irrigation with 3 mL of 17% EDTA (Fórmula e Ação™, São Paulo, Brazil) was accomplished during 3 minutes, followed by irrigation with saline solution. The root canal space was then dried as previously described. In order to induce bleeding into the root canal, a #35 manual k-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was placed at 3-4 mm beyond the apical foramen. A collagen matrix (CollaCote; Zimmer Dental, Carlsbad, CA, USA) was inserted above the blood clot and then a 3-mm cervical sealing was applied. Despite being the most used material for cervical sealing in pulp revascularization, mineral trioxide aggregate is associated with significant crown discoloration.^{15,16} For this reason, in the present study, cervical sealing was performed with the association of calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel and zinc oxide (S.S. White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brazil), in the proportion of 2:1:2. Next, access cavity was double-sealed with Coltosol and composite resin.

Recurrence of dental trauma and Second therapeutic intervention

Patient and her guardian were recommended to return for follow-up in each 3 months after pulp revascularization. However, they only returned to the Dental Trauma Service after 1 year of pulp revascularization, due to the recurrence of dental trauma 1 month previously. Patient's guardian reported that second trauma occurred with the impact of glass bottle. Clinical and radiographic exams (Table 2) showed crown fracture and subluxation of both maxillary central incisors, and leakage of pulp revascularization sealing of the right maxillary central incisor, leading to root canal infiltration. Even though, periapical healing, remission of clinical signs and symptoms, root wall thickness and apical closure were observed. Also, enamel and dentine fracture of the left maxillary

central incisor was detected. Therefore, crown restoration with composite resin was immediately planned for the right and left maxillary central incisors.

A second endodontic intervention with an alternative filling therapy of the right maxillary central incisor was accomplished. Tooth was decontaminated with manual mechanical preparation associated with 2% chlorhexidine gel and copious irrigation with saline solution. Then, root canal was filled with a filling paste previously proposed to teeth that suffered dental trauma.¹⁷ This paste is composed by the mixture of calcium hydroxide, 2% chlorhexidine gel and zinc oxide, in the proportion of 2:1:2, until reaching a firm consistency. The filling paste was inserted in increments, using medium and fine-medium-sized vertical condensers (Konne Indústria e Comércio de Materiais Odontológicos Ltda., Belo Horizonte, MG, Brazil). Initially, apical third was filled with increments and a control radiograph was performed to verify the apical limit. Following this, root canal full length was filled and other control radiograph was carried out to confirm compaction with absence of filling voids. Tooth was then sealed with Coltosol and restored with composite resin (Figure 2), and then radiographed.

Follow-up and Outcomes

Currently, the patient does not present any signs or symptoms and was recommended to return for follow-up in each 3 months. Patient is satisfied with the obtained results. Standard radiographic examinations showed evidence of maintenance of the status first observed after 1 years of pulp revascularization (Figure 3). Figure 4 briefly describes relevant data from this case report of as a timeline.

Discussion

Dental trauma may lead to complications according to its severity, such as pulp necrosis. In these cases, stage of root development must be considered for the treatment of choice. Evidence supporting pulp revascularization procedures for this clinical scenario has gradually increase.^{9,18} Therefore, as facing a case of permanent immature necrotic tooth in the present report, the treatment of choice was pulp revascularization that was considered successful due to the remission of signs and symptoms, periapical bone healing, apical closure and formation of a mineralized tissue that yielded slight root wall thickness in apical region.

Recurrence of dental trauma is known as a factor that interferes in endodontic treatment success, affecting the tooth prognosis irrespective if the trauma occurred before or after the beginning of the root canal treatment.^{4,6} This may be explained because a second impact causes severe damage in pulp and/or periodontal tissues, possibly leading to events of inflammatory reactions or even infection process that increases the risk of having complications such as external inflammatory root resorptions.^{5,19} Teeth that suffered repeated trauma have been reported to be kept in the oral cavity for a shorter period when compared to teeth that suffered only one dental trauma.^{4,6} In some cases, the second trauma lead to immediate tooth extraction.⁴

As a result, professionals must warn patients or patients' guardians regarding preventive measures of dental trauma, predisposing factors to traumatism and reduced chances of success in the endodontic treatment of cases of second trauma in the same tooth. Already known predisposing factors that raises the risk of multiple dental trauma include increased overjet with protrusion, inadequate lip closure, sports practice, and early ages (between 7-12 years old).^{5,8,20,21} Besides that, other causes have been reported, such as human behavior (e.g., risk-taking and emotionally stressful states) and presence of illness, learning difficulties or physical limitations.^{5,22}

In the present case, the patient presented young age and inadequate lip closure increasing the chances of dental trauma recurrence. However, as this second trauma occurred in a revascularized tooth that was still in root development progress, this incident seems to be even more critical. As permanent immature teeth present thin dentinal walls and the traumatism impact weakens root structure, the risk of root fracture was higher.^{23,24} Fortunately, complications were restricted to loss of crown restoration and subluxation. It could be argued that the initial process of root development, resulted from pulp revascularization, strengthened dentinal walls and thus reduced the chance of root fracture. However, if the second dental trauma had not occurred and a longer period of pulp revascularization follow-up was carried out, a more significant increase in root wall thickness and root length could possibly have occurred.

As second dental trauma episode lead to a severe damage in supporting tissues and the tooth already presented apical closure and root walls strengthening, the treatment of choice for the second intervention was an alternative obturation technique – the filling paste. Ideally, this material provides permanent root filling. The use of filling paste is an

interesting approach for cases of severe dental trauma mainly because it is known to prevent external inflammatory root resorptions .17,25 Moreover, it is low-cost and easy-to-use, besides presenting high radiopacity and mineralizing tissues ability.25,26

Conclusion

Pulp revascularization is an effective therapy for permanent immature necrotic teeth that suffered dental trauma. However, there is a high risk of recurrence of dental trauma, which may interfere in the treatment success. Therefore, professionals should be prepared for the necessity of alternative measures and techniques according to the evolution of each case.

References

1. Marcenes W, Alessi ON, Traebert J. Causes and prevalence of traumatic injuries to the permanent incisors of school children aged 12 years in Jaragua do Sul, Brazil. *Int Dent J.* 2000;50(2):87-92.
2. Traebert J, Peres MA, Blank V, Böell Rda S, Pietruza JA. Prevalence of traumatic dental injury and associated factors among 12-year-old school children in Florianópolis, Brazil. *Dent Traumatol.* 2003;19(1):15-8.
3. Ruslin M, Wolff J, Boffano P, et al. Dental trauma in association with maxillofacial fractures: an epidemiological study. *Dent Traumatol.* 2015;31(4):318-23.
4. Rocha MJ, Cardoso M. Survival analysis of endodontically treated traumatized primary teeth. *Dent Traumatol.* 2007;23(6):340-7.
5. Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries – a 12 year review of the literature. *Dent Traumatol.* 2008;24(6):603-11. 6. Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, et al. International Association of Dental Traumatology. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol.* 2012;28(1):2-12.

7. Malmgren B, Andreasen JO, Flores MT, et al. Guidelines for the Management of Traumatic Dental Injuries: 3. Injuries in the Primary Dentition. *Pediatr Dent*. 2017;39(6):420-428.
8. Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, editors. Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth, 4th edn. Oxford: Blackwell; 2007. p. 411–27.
9. Kim SG, Malek M, Sigurdsson A, et al. Regenerative endodontics: a comprehensive review. *Int Endod J*. 2018. doi: 10.1111/iej.12954.
10. Al Ansary MA, Day PF, Duggal MS, et al. Interventions for treating traumatized necrotic immature permanent anterior teeth: inducing a calcific barrier & root strengthening. *Dent Traumatol*. 2009;25(4):367-79.
11. Rafter M. Apexification: a review. *Dent Traumatol*. 2005;21(1):1-8.
12. Conde MCM, Chisini LA, Sarkis-Onofre R, Schuch HS, Nör JE, Demarco FF. A scoping review of root canal revascularization: relevant aspects for clinical success and tissue formation. *Int Endod J*. 2017;50(9):860-74.
13. Galler KM. Clinical procedures for revitalization: current knowledge and considerations. *Int Endod J*. 2016;49(10):926-36.
14. Nagata JY, Rocha-Lima TF, Gomes BP, et al. Pulp revascularization for immature replanted teeth: a case report. *Aust Dent J*. 2015;60(3):416-20.
15. Kahler B, Rossi-Fedele G. A review of tooth discoloration after regenerative endodontic therapy. *J Endod*. 2016;42(4):563-9.
16. Timmerman A, Parashos P. Bleaching of a Discolored Tooth with Retrieval of Remnants after Successful Regenerative Endodontics. *J Endod*. 2018;44(1):93-7.
17. Soares AJ, Lima TFR, Nagata JY, et al. Intracanal dressing paste composed by calcium hydroxide, chlorhexidine and zinc oxide for the treatment of immature and mature traumatized teeth. *Braz J Oral Sci*. 2014;13(1):6-11.

18. Chen YP, Jovani-Sancho Mdel M, et al. Is revascularization of immature permanent teeth an effective and reproducible technique? *Dent Traumatol.* 2015;31(6):429-36.
19. Pissiotis A, Vanderas AP, Papagiannoulis L. Longitudinal study on types of injury, complications and treatment in permanent traumatized teeth with single and multiple dental trauma episodes. *Dent Traumatol.* 2007;23(4):222-5.
20. Francisco SS, Filho FJ, Pinheiro ET, Murrer RD, de Jesus Soares A. Prevalence of traumatic dental injuries and associated factors among Brazilian schoolchildren. *Oral Health Prev Dent.* 2013;11(1):31-8.
21. Corrêa-Faria P, Martins CC, Bönecker M, et al. Clinical factors and socio-demographic characteristics associated with dental trauma in children: a systematic review and meta-analysis. *Dent Traumatol.* 2016;32(5):367-78.
22. Soares TR, Fidalgo TK, Quirino AS, et al. Is caries a risk factor for dental trauma? A systematic review and meta-analysis. *Dent Traumatol.* 2017;33(1):4-12.
23. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatol.* 2002;18(3):134-7.
24. Valera MC, Albuquerque MT, Yamasaki MC, et al. Fracture resistance of weakened bovine teeth after long-term use of calcium hydroxide. *Dent Traumatol.* 2015;31(5):385-9.
25. Soares AJ, Nagata JY, Casarin RC, et al. Apexification with a new intra-canal medicament: a multidisciplinary case report. *Iran Endod J.* 2012;7(3):165-70.
26. Souza-Filho FJ, Soares AJ, Vianna ML, et al. Antimicrobial effect and pH of chlorhexidine gel and calcium hydroxide alone and associated with other material. *Braz Dent J.* 2008;19(1):28-33.

Figures

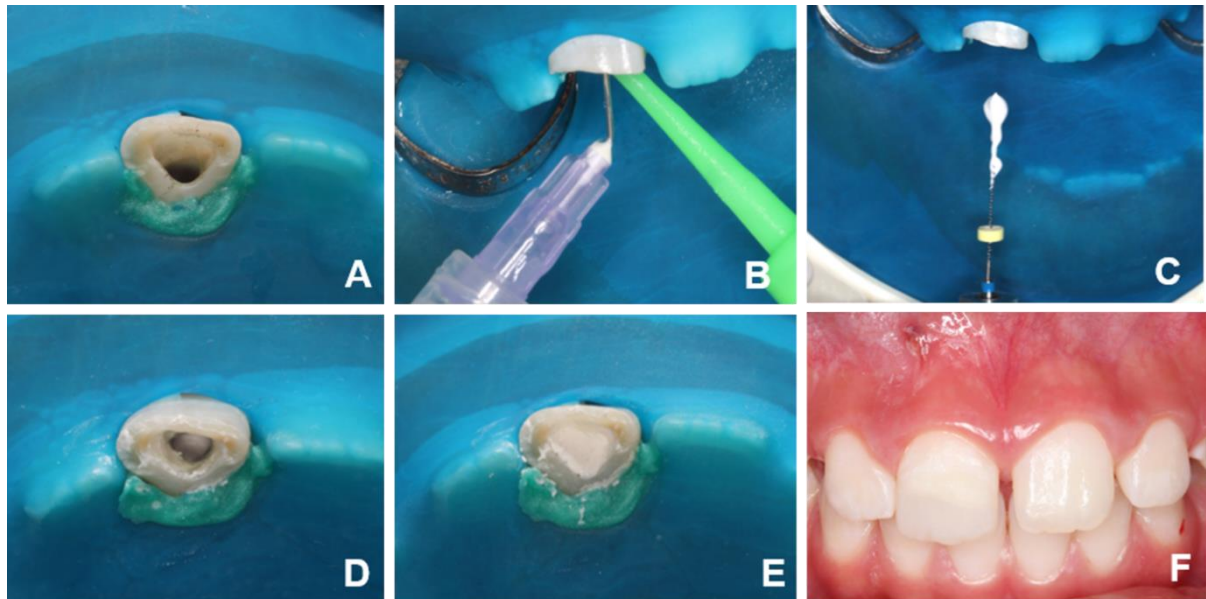


Figure 1. First appointment of pulp revascularization. (A) Access cavity of maxillary right central incisor. (B) Passive decontamination of the root canal. (C) Insertion of intracanal medication (calcium hydroxide associated with 2% chlorhexidine gel) with a lentulo spiral. (D) Root filling with intracanal medication. (E) Cervical sealing with Coltosol. (F) Crown restoration with composite resin and final clinical aspect.

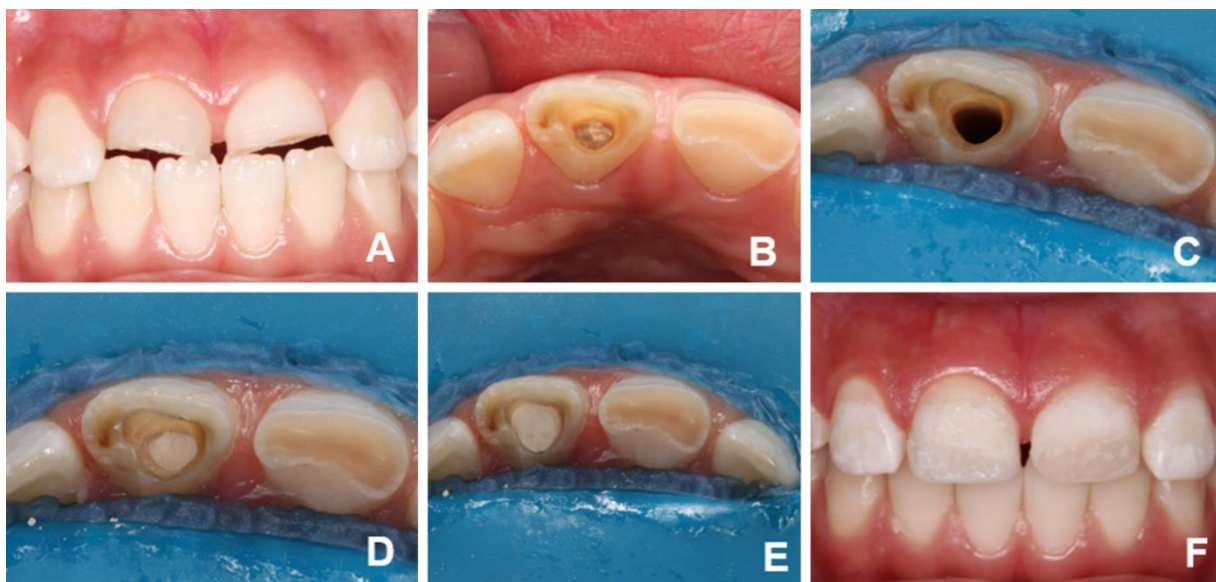


Figure 2. Tooth management in second trauma. (A) Clinical aspect after second trauma. (B) Presence of infiltration in cervical sealing of pulp revascularization. (C) Root canal entrance after chemomechanical preparation. (D) Root canal filling with a filling paste. (E) Cervical sealing with Coltosol. (F) Crown restoration of maxillary central incisors with composite resin and final clinical aspect.



Figure 3. Radiographic evolution of the maxillary right central incisor. (A) Initial radiographic aspect after the first dental trauma. (B) Final radiograph of the first pulp revascularization session, with intracanal medication. (C) Initial radiograph of the second session of pulp revascularization, after 3 weeks. (D) Final radiograph after completing pulp revascularization procedure in the second appointment. (E) Radiographic aspect after 1 year and second episode of dental trauma. (F) Root canal filling with filling paste.

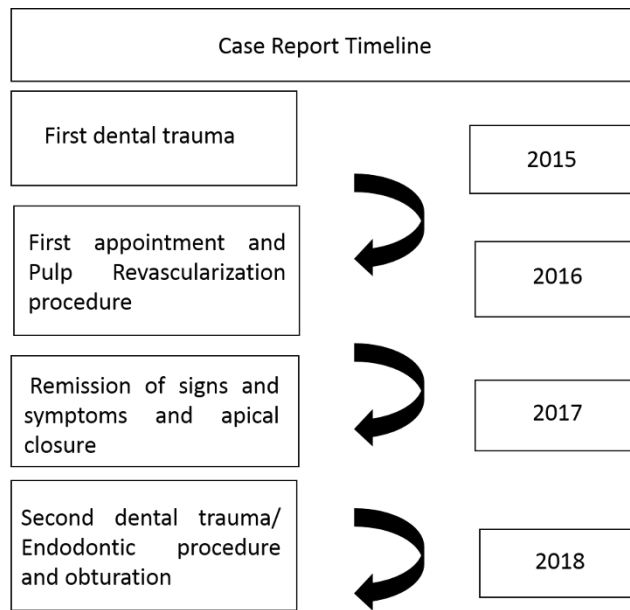


Figure 4. Timeline of relevant data from the case report.

Table 1. First clinical and radiographic exam:

Tooth	Cold pulp sensibility test	Pulp electric test	Vertical percussion	Horizontal percussion	Mobility	Spontaneous pain	Abscess	Sinus tract	Palpation	Periapical lesion
12	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
21	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
22	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

*Cold pulp sensibility test (Endo Ice; Roeko, Langenau, Germany), electric test (Pulp Tester; Analytic Technology, Redmond, WA).

Table 2. Clinical and radiographic exam after recurrence of dental trauma:

Tooth	Cold pulp sensibility test	Pulp electric test	Vertical percussion	Horizontal percussion	Mobility	Spontaneous pain	Abscess	Sinus tract	Palpation	Periapical lesion
12	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
21	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
22	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-

*Cold pulp sensibility test (Endo Ice; Roeko, Langenau, Germany), electric test (Pulp Tester; Analytic Technology, Redmond, WA).

3 DISCUSSÃO

O principal objetivo deste estudo foi avaliar os resultados de dois protocolos terapêuticos de revascularização pulpar (uso de medicação intracanal e sessão única) em dentes traumatizados com necrose pulpar e rizogênese incompleta, por meio de avaliações clínicas e radiográficas. Secundariamente, avaliar a eficácia de uma nova proposta de selamento cervical utilizando uma pasta composta de hidróxido de cálcio, óxido de zinco e clorexidina em gel 2% e por último relatar um caso clínico de um dente revascularizado tratado em duas sessões com medicação intracanal, cuja paciente não compareceu aos controles, retornando 1 ano depois do procedimento com uma recorrência de trauma dental no dente revascularizado.

Em relação ao primeiro artigo 17 pacientes (20 dentes) foram submetidos a dois protocolos terapêuticos, sendo divididos em dois grupos, (MV /n = 11) e (SV/ n = 9). Após o tratamento, todos os dentes dos dois grupos demonstraram remissão total de sinais e sintomas prévios. A literatura demonstra que, após o tratamento de revascularização pulpar, normalmente há remissão de sinais e sintomas clínicos (Nagata et al., 2014; Botero et al., 2017; Kim et al., 2018). Quanto ao reparo periapical, todos os dentes dos dois grupos também demonstraram ausência de lesão periapical e reparo ósseo após o tratamento. Isso demonstra que os dois protocolos terapêuticos foram eficazes no controle da infecção. O que está de acordo com a literatura, Kahler et al., 2014 analisaram 16 casos consecutivos em que 90,3% dos casos apresentaram resolução da lesão e Bukhari et al., 2016, analisaram 35 casos e tiveram apenas 3 (10%) dentes com insucesso.

Uma amostra considerável de 12 dos 20 dentes revascularizados (60%), voltaram a responder positivamente ao teste elétrico de vitalidade pulpar (Pulp Tester) durante as consultas de controle, incluindo dentes que apresentavam lesão periapical pré-operatória ou sinais e sintomas clínicos prévios. Na literatura, o retorno da sensibilidade pulpar após a revascularização pulpar ocorre em aproximadamente 50% dos casos (Diógenes & Ruparel, 2017). É difícil a detecção de resposta positiva ao teste térmico de sensibilidade (EndoFrost™ -Roeko, Langenau, Germany), uma vez que existe uma espessa camada de material compondo selamento cervical e impedindo o estímulo de alcançar o tecido formado. Sendo mais comum na literatura a obtenção de resposta positiva ao teste elétrico (Diógenes & Ruparel, 2017).

Ambos os grupos demonstraram aumento no comprimento da raiz, espessamento das paredes dentinárias e diminuição no diâmetro apical. Não houve diferença estatística entre os grupos. Isto significa que não teve um grupo melhor que o outro, os dois protocolos adotados foram eficazes em promover a continuação do desenvolvimento radicular. O critério de sucesso adotado neste estudo leva em consideração não apenas o reparo da lesão periapical e a remissão de sinais e sintomas, mas também a continuação do desenvolvimento radicular como objetivo da revascularização pulpar. A maioria dos casos apresentou reparo completo, seguida por dentes com reparo incompleto, nos quais demonstraram certo nível de desenvolvimento radicular. Nenhum insucesso de tratamento foi encontrado, sendo assim todos os casos foram considerados como apresentando sucesso clínico e radiográfico. Nesse contexto, como o protocolo de tratamento proposto foi efetivo no controle da infecção radicular e demonstrou um bom prognóstico a longo prazo, mesmo na presença de um estímulo de desenvolvimento radicular parcial, pode-se supor que esses casos possam ser classificados como reparo completo em um período mais longo de acompanhamento.

Alguns achados foram relevantes para o trabalho, como a estabilização de reabsorções radiculares em estágio inicial. Nesses casos a presença de reabsorção radicular prévia não foi um critério de exclusão para o estudo. Quatro dentes, 3 do grupo (MV) e 1 do grupo (SV) apresentavam sinais muito iniciais de reabsorção inflamatória externa (sequela comum em dentes traumatizados) e foram incluídos no estudo. Todos os dentes apresentaram a estabilização do processo de reabsorção após o tratamento.

Três dentes apresentaram descoloração da coroa devido a presença de sangramento na porção coronária, é importante ressaltar que esse excesso deve ser cuidadosamente removido para evitar resultados estéticos insatisfatórios, devendo o coágulo permanecer no terço cervical (American Association of Endodontics, 2016). Por outro lado, um sangramento não efetivo poderia comprometer o desenvolvimento da raiz (Lovelace et al., 2011). Foi observado que em casos onde não se conseguiu uma quantidade suficiente de sangramento para preencher o canal radicular até próximo a junção cemento esmalte, o selamento cervical permaneceu no terço médio da raiz, foi observado também que nesses casos todos os dentes apresentavam lesão periapical prévia e / ou sinais e sintomas, sugerindo que talvez a altura atingida pelo coágulo sanguíneo seja prejudicada pela presença desses achados clínicos e radiográficos.

Em relação ao uso da pasta composta por hidróxido de cálcio, clorexida em gel 2% e óxido de zinco, proposta como material alternativo para o selamento cervical na revascularização pulpar, todos os casos apresentaram reparo total ou parcial e o selamento foi considerado adequado durante todo o período de acompanhamento. Portanto resultado, semelhante a estudos prévios de materiais à base de silicato de cálcio (Lee et al., 2015; Bukhari et al., 2016; Galler et al., 2016), a pasta não interferiu no processo de reparo radicular e demonstrou estabilidade dimensional a longo prazo, estímulo a formação de tecido duro e resistência à umidade do coágulo sanguíneo. Como resultado, a pasta proposta parece ser um material hábil para o selamento cervical na revascularização, uma vez que também apresenta custo relativamente baixo, disponibilidade de seus componentes e não está associada à descoloração da coroa. É importante ressaltar que a colocação de uma membrana de colágeno abaixo do selamento cervical (logo acima do coágulo) é de fundamental importância para os melhores resultados (Jiang et al., 2017). A membrana absorve a umidade do coágulo sanguíneo e permite a deposição do material do selamento, minimizando o risco de deslocamento (Wigler et al., 2013; Hargreaves et al., 2013).

No segundo artigo, o relato de caso descreve um dente revascularizado que obteve sucesso no tratamento mas sofreu um trauma recorrente. Apesar de receber um forte impacto e um segundo trauma severo pode-se argumentar que o processo inicial de desenvolvimento radicular, decorrente da revascularização, fortaleceu as paredes dentinárias e, conseqüentemente, reduziu a chance de fratura radicular. No entanto, se o segundo traumatismo dentário não tivesse ocorrido e um período mais longo de acompanhamento da revascularização da polpa fosse realizado, um aumento mais significativo na espessura da parede da raiz e no comprimento da raiz poderia ter ocorrido. Podemos observar também que a pasta utilizada como selamento cervical nesse caso se manteve estável, mesmo após um mês exposta na cavidade bucal após a fratura coronária no segundo trauma.

4 CONCLUSÃO

Considerando-se a taxa de sucesso de revascularização pulpar, ambos os protocolos terapêuticos demonstraram ser eficazes, promoveram aumento total ou parcial do comprimento radicular, espessamento das paredes dentinárias e diminuição do diâmetro apical, remissão total de sinais e sintomas e reparo periapical. O procedimento de revascularização pulpar em sessão única pode ser uma opção de tratamento promissora. O material proposto como selamento cervical alternativo demonstrou um selamento adequado durante o período de acompanhamento do estudo, uma média de 28 meses. Portanto, a pasta composta pela mistura de hidróxido de cálcio, gel de clorexidina a 2% e óxido de zinco pode ser considerado um material adequado para o selamento cervical em procedimentos de revascularização pulpar.

A revascularização pulpar é um tratamento efetivo para dentes necrosados com rizogênese incompleta que sofreram traumatismo dentário. No entanto existe o risco de uma recorrência de trauma dental interferir no sucesso do tratamento. É importante que haja um correto acompanhamento dos casos e os profissionais devem estar preparados para acontecimentos adversos.

REFERÊNCIAS*

1. American Association of Endodontics AAE. Regenerative endodontics clinical considerations. Available at http://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/research/currentregenerativeendodonticconsiderations.pdf.
2. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 2002;18:134–7.
3. Ansary MADA, Day PF, Duggal MS, Brunton PA. Interventions for treating traumatized necrotic immature permanent anterior teeth: inducing a calcific barrier & root strengthening. *Dent Traumatol*. 2009; 25: 367-379.
4. Arruda MEF, Neves MAS, Diogenes A, Mdala I, Guilherme BPS, Siqueira JF Jr, Rôças IN. Infection Control in Teeth with Apical Periodontitis Using a Triple Antibiotic Solution or Calcium Hydroxide with Chlorhexidine: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 2018 Oct;44(10):1474-1479.
5. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *J Endod*. 2004 Apr;30(4):196-200
6. Becerra, P.; Ricucci, D.; Loghin, S.; Gibbs, J.L.; Lin, L.M. Histologic study of a human immature permanent premolar with chronic apical abscess after revascularization/revitalization. *Journal of endodontics*, v.40, p. 133-9, 2014.
7. Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod*. 2009; 35(10): 1343-9.
8. Chen MY, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J*. 2012 Mar;45(3):294-305.

* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

9. Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature, traumatized tooth with apical periodontitis: report of a case. *J Endod*. 2008; 34(5): 611-616.
10. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P. Pulp revascularization in reimplanted immature monkey incisors--predictability and the effect of antibiotic systemic prophylaxis. *Endod Dent Traumatol*. 1990;6(4):157-69.
11. Ding RY, Cheung GS, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. *J Endod* 2009;35:745-9.
12. Diogenes A, Henry MA, Teixeira FB, et al. An update on clinical regenerative endodontics. *Endod Topics* 2013;28:2-23.
13. Diogenes A, Ruparel NB, Shiloah Y, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: A way forward. *J Am Dent Assoc*. 2016 May;147(5):372-80.
14. Diogenes A, Ruparel NB. Regenerative Endodontic Procedures: Clinical Outcomes. *Dent Clin North Am*. 2017 Jan;61(1):111-125
15. Feigin K, Shope B. Regenerative Endodontics. *J Vet Dent*. 2017 Sep;34(3):161-178.
16. Galler, K. M., Krastl, G., Simon, S., Van Gorp, G., Meschi, N., Vahedi, B., & Lambrechts, P. (2016). European Society of Endodontology position statement: Revitalization procedures. *International Endodontic Journal*, 49(8), 717-723.
17. Gronthos S, Brahim J, Li W, et al. Stem cell properties of human dental pulp stem cells. *J Dent Res* 2002; 81: 531-5.
18. Gronthos S, Mankani M, Brahim J, Robey PG, Shi S. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) in vitro and in vivo. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000; 97:13625-30.
19. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, Kota K, Iwaku M. *In vitro* antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int J Endod* 1996; 29: 125-130.
20. Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dent Traumatol* 2001; 17: 185-7.
21. Kim JH, Kim Y, Shin SJ, Park JW, Jung IY. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. *J Endod*. 2010 Jun;36(6):1086-91.
22. Lee, B. N. A review of the regenerative endodontic treatment procedure. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 40, n. 3, 2015.

23. Lei, L.; Chen, Y.; Zhou, R.; Huang, X.; Cai, Z. Histologic and Immunohistochemical Findings of a Human Immature Permanent Tooth with Apical Periodontitis after Regenerative Endodontic Treatment. *Journal of endodontics*, v. 41, p. 1172-79, 2015.
24. Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, et al. Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. *J Endod* 2011;37:133–8
25. Marion, J.J.C. Efeitos da ampliação do forame apical no procedimento de revitalização do canal radicular em dentes de cães com ápices completamente formados (histológico em dentes com polpa vital e com necrose pulpar). Tese (Doutorado em Clínica Odontológica) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2013.
26. Martin DE, De Almeida JF, Henry MA, et al. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. *J Endod* 2014;40:51–5
27. Martin, G.; Ricucci, D.; Gibbs, J.L.; Lin, L.M. Histological findings of revascularized/revitalized immature permanent molar with apical periodontitis using platelet-rich plasma. *Journal of endodontics*, v. 39, p. 138-44, 2013.
28. McCabe P. Revascularization of an immature tooth with apical periodontitis using a single visit protocol: a case report. *Int Endod J* 2015;48:484–97.
29. Nagata JY, Rocha-Lima TF, Gomes BP, et al. Pulp revascularization for immature replanted teeth: a case report. *Aust Dent J*. 2015;60(3):416-20.
30. Nagata, J.Y.; Gomes, B.P.; Rocha Lima, T.F.; Murakami, L.S.; Faria De Campos, G.R.; Souza-Filho, F.J.; Soares, A.J. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. *J Endod*, v.40 606-12,2014.
31. Neha K, Kansal R, Garg P, Joshi R, Garg D, Grover HS. Management of immature teeth by dentin-pulp regeneration: A recent approach. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011, 15. [Epub ahead of print]
32. NYGAARD-OSTBY, Birger. The role of the blood clot in endodontic therapy na experimental histologic study. *Acta Odontologica Scandinavia*, v. 19, n. 3, 1961
33. Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, McClanahan SB. Challenges in regenerative endodontics: a case series. *J Endod*. 2010 Mar;36(3):536-41.
34. Sato I, Ando-Kurihara N, Kota K, Iwaku M, Hoshino E. Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline *in situ*. *Int Endod J* 1996; 29: 118–24.
35. 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: 1–5.
36. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. *J Endod* 2008; 34: 919–25.

37. Shimizu, E.; Ricucci, D.; Albert, J.; Alobaid, A.S.; Gibbs, J.L.; Huang, G.T.; Lin, L.M. Clinical, radiographic, and histological observation of a human immature permanent tooth with chronic apical abscess after revitalization treatment. *Journal of endodontics*, v. 39, p. 1078-83, 2013.
38. Shin, S.Y.; Albert, J.S.; Mortman, R.E. One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess: a case report. *International endodontic journal*, v. 42, p. 1118–1126, 2009.
39. Soares, A.J.; Lins, F.F.; Nagata, J.Y.; Gomes, B.P.; Zaia, A.A.; Ferraz, C.C.; Almeida, J.F.A.; Souza-Filho, F.J. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *Journal of endodontics*, v. 39, p. 417-20, 2013.
40. Thibodeau B. Case report: pulp revascularization of a necrotic, infected, immature, permanent tooth. *Pediatr Dent*. 2009; 31(2): 145-8.
41. Torabinejad, M.; Faras, H. A clinical and histological report of a tooth with an open Apex treated with regenerative endodontics using platelet-rich plasma. *Journal of endodontics*, v. 38, p. 864-8, 2012.
42. Valera MC, Albuquerque MT, Yamasaki MC, et al. Fracture resistance of weakened bovine teeth after long-term use of calcium hydroxide. *Dent Traumatol*. 2015;31(5):385-9.
43. Wang X, Thibodeau B, Trope M, Lin LM, Huang GT. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod*. 2010; 36(1): 56-63.
44. WANG, Q., et al. Expression of vascular endothelial growth factor in dental pulp of immature and mature permanente teeth in human. *Shanghai Kou Qiang Yi Zue*, 2007.
45. Zhang, W; Yelick, P.C Vital pulp therapy-current progress of dental pulp regeneration and revascularization. *International journal of dentistry*, v. 2010, ID 856087, 2010.



APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (pais/responsáveis)

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada:

“Avaliação de dentes com rizogênese incompleta submetidos a dois protocolos de revascularização pulpar”

1. Apresentação da pesquisa

- a) Instituição: Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.
- b) Responsável pela pesquisa: Doutoranda Ana Carolina Correia Laurindo de Cerqueira Neto (área Endodontia)
- c) Orientadora: Prof^ª Dr^ª Adriana de Jesus Soares
- d) Pesquisadores: Andrea Cardoso Pereira (Doutoranda), Jaqueline Mafra Lazarri (Mestranda)

Justificativa:

- Dentes que sofreram necrose pulpar e não terminaram de se formar possuem raízes mais frágeis, e o tratamento que será pesquisado tentará estimular o término da formação da raiz para torná-la mais resistente e duradoura;
- Os tratamentos existentes não possuem a característica de fortalecimento da raiz;
- O estudo das bactérias presentes dentro do canal pode ajudar a entender as lesões que acontecem e os sintomas apresentados por esses dentes.

Objetivo:

- Investigar uma terapia conservadora para dentes traumatizados que não terminaram o desenvolvimento da raiz por meio da utilização de medicamentos para a desinfecção do canal;
- Avaliar se a medicação que será testada pode eliminar as bactérias presentes dentro do canal do dente;
- Identificar quais bactérias estão presentes dentro do canal e relacionar esses achados com os sintomas e imagem radiográfica.
- Avaliar o uso de uma pasta composta por óxido de zinco, clorexidina e hidróxido de cálcio na proporção de 2:1:2, como protocolo alternativo ao uso do MTA como selamento, devido à descoloração da coroa ocasionado pelo mesmo.

2. Procedimentos do Estudo

Metodologias que serão realizadas nos pacientes:

a) Anamnese:

- Preenchimento da ficha odontológica para investigar presença de dor e história de traumatismo;
- Testes para verificar o estado geral do dente, sua vitalidade e tomada radiográfica com proteção;

- Tratamento de canal sob anestesia local: abertura do dente com broca e coleta de bactérias presentes dentro do canal com a utilização de tiras absorventes estéreis;

Os voluntários serão divididos em 2 grupos:

GRUPO I - Limpeza do canal com soluções irrigadoras; Colocação de curativo dentro do canal. Este curativo é composto por uma pasta de gel de clorexidina 2% e hidróxido de cálcio, a qual permanecerá por 15 dias.

- Depois de 15 dias, retorno do paciente à clínica da faculdade para remoção do curativo, realização da terceira coleta de bactérias com tiras absorventes estéreis e limpeza do canal;

- Sob anestesia local, estímulo ao sangramento na parte mais profunda do canal para permitir que haja a formação de novo tecido dentro do canal. Pode haver pequenos desconfortos. Esta etapa é a única que não faz parte do tratamento de canal convencional.

- Selamento do canal com uma pasta obturadora composta por óxido de zinco, clorexidina e hidróxido de cálcio na proporção de 2:1:2 e restauração provisória;

GRUPO II - Limpeza do canal com soluções irrigadoras; Desinfecção e limpeza do canal com irrigantes, e instrumentos rotineiramente utilizados nos tratamentos de canal. Pode haver pequenos desconfortos nesta etapa, como em qualquer tratamento de canal; Segunda coleta de bactérias do canal com tiras absorventes estéreis; Sob anestesia local, estímulo ao sangramento na parte mais profunda do canal para permitir que haja a formação de novo tecido dentro do canal. O tratamento será realizado em sessão única, não será inserida medicação intracanal nesse grupo.

b) Acompanhamento:

Ambos os grupos terão acompanhamentos dentro de 1, 3, 6, 9 e 12 meses. Nestes, o estado geral do dente e tomadas radiográficas com proteção para avaliar o término do desenvolvimento da raiz serão realizadas. Em casos de traumatismo dentário os pacientes necessitarão de acompanhamento após a pesquisa, para preservação e manutenção dos elementos dentários envolvidos.

Não haverá inclusão de pacientes em grupo controle ou placebo.

Riscos e desconfortos:

Pode haver desconfortos durante o tratamento do canal, os mesmos que poderiam acontecer durante o tratamento convencional:

- Pode haver desconfortos decorrentes da anestesia como adormecimento no local;
- Pode haver desconforto devido ao isolamento absoluto;
- Pode haver desconfortos como dor durante o estímulo ao sangramento com a lima;
- Há o risco de insucesso do tratamento que será testado, ou seja, o não fortalecimento da raiz, ou permanência de dor. Nestes casos, o tratamento endodôntico convencional com curativo de hidróxido de cálcio e obturação do canal será realizado sem nenhum custo ao paciente;

Benefícios para os examinados:

Não haverá benefícios aos voluntários.

- Em caso de sucesso do tratamento proposto haverá o fortalecimento da raiz do dente, que não ocorreria com o tratamento convencional:

- O tratamento que será testado tenta estimular a presença de um tecido vivo dentro da raiz, que dessa forma fica mais resistente que uma raiz preenchida com material obturador, a presença de tecido vivo poderá formar raízes mais espessas tornando o dente mais resistente para receber a restauração definitiva;
- Um dente com raiz mais fortalecida tem menor chance de fraturar e pode ter uma duração mais longa na boca, principalmente nos casos de crianças que ainda não podem colocar implantes e a ausência de um dente anterior pode trazer problemas estéticos.

3.Previsão de ressarcimento de gastos:

Não há previsão para o ressarcimento de gastos, pois os indivíduos não terão gastos adicionais com a participação da pesquisa. O número de consultas é o mesmo que o do tratamento endodôntico convencional que os pacientes teriam que realizar independente da sua participação nesta pesquisa. Também não há custos adicionais em relação ao atendimento clínico e radiográfico.

4. Previsão de indenização e/ou reparação de danos.

Não há previsão de indenização e/ou reparação de danos. O tratamento proposto não oferece previsibilidade de riscos com danos irreparáveis aos participantes. Em caso de insucesso, ou seja, o não fortalecimento da raiz, fechamento apical ou permanência de sinais e sintomas, o tratamento endodôntico convencional com curativo de hidróxido de cálcio e obturação do canal será realizado sem nenhum custo ao paciente.

5.Métodos alternativos existentes para a obtenção da informação desejada:

- Curativo contendo hidróxido de cálcio que apenas estimula o fechamento da raiz, sem estimular o espessamento das paredes dessa raiz, não contribuindo para o seu fortalecimento;

- Colocação de uma barreira no final do canal da raiz com a massa obturadora de MTA permitindo que o tratamento seja finalizado em uma sessão. Este também apresenta a desvantagem de não estimular o espessamento das paredes da raiz.

6. Garantias

a) Você será esclarecido antes, durante e após a realização da pesquisa

b) Sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo ao seu/sua filho (a); e sem qualquer prejuízo ao seu tratamento clínico nas clínicas da FOP.

c) As informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

d) Não haverá despesas adicionais relacionadas à pesquisa; o número de consultas é o mesmo que o do tratamento endodôntico convencional, que seria realizado independente da sua participação nesta pesquisa; o tratamento clínico e radiográfico será realizado sem nenhum custo;

f) Se houver algum dano eventual decorrente da participação na pesquisa, este será reparado. Em caso do insucesso do tratamento proposto, o tratamento endodôntico convencional será realizado sem nenhum custo ao paciente;

g) Garantimos a entrega de uma via assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) ao voluntário.

É importante que você seja consciente de que a participação nesta pesquisa não é obrigatória e que você pode recusar-se a participar ou sair do estudo a qualquer momento. Desde já agradeço sua compreensão e resalto que a sua participação é

muito importante. Também estou à sua disposição para esclarecer quaisquer dúvidas deste trabalho e caso queria entrar em contato diretamente comigo, você poderá me ligar (mesmo em ligações a cobrar) pelo telefone (19) 3375-0731 ou (19) 98210-6419. Fico desde já, agradecida pela sua colaboração. Atenciosamente

Piracicaba, _____

Pesquisadora Responsável. Ana Carolina Correia Laurindo de Cerqueira Neto (Doutoranda em Clínica Odontológica, área de concentração: Endodontia) CRO: 2747-AL

Eu, _____, RG nº _____, abaixo assinado, concordo voluntariamente em permitir a participação do meu filho(a) _____ neste estudo acima descrito, como sujeito. Declaro ter sido devidamente informado e esclarecido pela pesquisadora Ana Carolina Correia Laurindo de Cerqueira Neto sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios envolvidos na minha participação e de meu filho (a). Foi-me dada à oportunidade de fazer perguntas e recebi telefones para entrar em contato, a cobrar, caso tenha dúvidas. Fui orientado para entrar em contato com a aluna pesquisadora nos telefones (19)3375-0731/ (19) 98210-6419, caso me sinta lesado ou prejudicado. Foi-me garantido que não sou obrigado a participar da pesquisa e posso desistir a qualquer momento, sem qualquer penalidade, podendo retirar meu filho deste estudo a qualquer momento. Foi-me garantido que não há custos envolvendo minha participação e que minha identidade e a do meu filho (a) serão preservadas. Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para a participação neste estudo. Recebi uma via deste documento.

Observação: o presente documento, em conformidade com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, será assinado em duas vias de igual teor, ficando uma via em poder do participante e outra do pesquisador. Em caso de dúvidas quanto ao seu direito como voluntário de pesquisa entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da FOP: Av Limeira 901, FOP-UNICAMP, CEP 13414 – 903, Piracicaba- SP. Telefone /Fax (19) 21065349, email: cep@fop.unicamp.br e webpage : www.fop.unicamp.br/cep.

Piracicaba, ____ de _____ de 20 __,

Assinatura do responsável

Todas as páginas do TCLE serão rubricadas pelo sujeito da pesquisa (ou responsável) e pesquisador.

APÊNDICE 2 – Detalhamento da metodologia – Análise Radiográfica.

Tomadas radiográficas periapicais, com posicionador intraoral, foram realizadas inicialmente e durante as proserações para avaliação do desenvolvimento radicular – incluindo aumento do comprimento radicular, aumento da espessura das paredes radiculares e fechamento do ápice radicular – e reparo radiográfico. Para avaliação radiográfica destas imagens, foi utilizado o software Image J (Image J 1.49v; US National Institutes of Health, Bethesda, MD, Estados Unidos da América). A escala de medição foi definida neste software à partir da calibração de todas as radiografias com tamanho padronizado em 30 mm de largura e 40 mm de altura. A escala foi calculada como o número de pixels medido por milímetros de comprimento. Um consenso entre dois avaliadores experientes (especialistas e mestres em endodontista), previamente calibrados, determinou a marcação dos pontos radiográficos que estabeleceram as medidas avaliadas. Em casos questionáveis, foi obtida a análise de um terceiro avaliador experiente.

- Aumento do comprimento radicular

O comprimento radicular foi medido por uma linha reta da junção cimento-esmalte até o ápice radiográfico do dente em milímetros. Dessa forma, os comprimentos radiculares pré e pós-operatórios foram estabelecidos e a diferença entre eles calculada. A porcentagem de aumento foi calculada com a seguinte fórmula (Nagy et al., 2014):

Porcentagem de aumento do comprimento (%) = $100 \times (\text{Comprimento pós-operatório} - \text{Comprimento de pré-operatório}) / \text{Comprimento pré-operatório}$

- Aumento da espessura das paredes dentinárias:

O nível do terço apical, médio e cervical foi determinado pelo cálculo da altura dividido por 3, em cada terço foi fixado um ponto e também fixado um ponto da junção cimento-esmalte, a partir da escala de medição pré-definida. A espessura radicular e a espessura do espaço intracanal foram obtidas em cada nível, em milímetros. Logo após, a espessura dentinária pré e pós-operatórias foram calculadas subtraindo-se o espaço intracanal da espessura radicular e obtendo-se uma média. A porcentagem de aumento das paredes dentinárias também foi calculada com a fórmula previamente citada de (Nagy et al., 2014):

Porcentagem de aumento de espessura (%) = $100 \times (\text{Espessura pós-operatória} - \text{Espessura pré-operatória}) / \text{Espessura pré-operatória}$

- Fechamento do ápice radicular:

Para a avaliação da diminuição do diâmetro do ápice, dois pontos mais altos foram marcados no ápice radicular e traçado uma linha reta medindo a distância entre esses pontos. A medição foi realizada nas radiografias iniciais e nas do último controle. A medida final foi subtraída da inicial e obteve-se a medida de diminuição do forame apical em mm.

A porcentagem de diminuição do forame apical também foi calculada com a fórmula previamente citada de (Nagy et al., 2014):

Porcentagem de diminuição do diâmetro apical (%) = $100 \times (\text{Medida pré-operatória} - \text{Medida pós-operatória}) / \text{Medida pós-operatória}$



Figura 1- Análise das modificações radiográficas da raiz quantificadas no programa Image J. (A) Altura da raiz; (B) Espessura das paredes de dentina nos terços cervical, médio e apical; (C) Espessura do espaço intracanal nos terços cervical, médio e apical.

APÊNDICE 3 - Protocolo recomendado pela Associação Americana de Endodontia – AAE (Considerations for Regenerative Procedures)

Seleção de casos:

- Dentes com necrose pulpar e rizogênese incompleta;
- Dentes que não precisem de reabilitação com pinos intraradiculares;
- Pacientes e/ou responsáveis colaborativos;
- Pacientes não alérgicos a medicamentos e ou antibióticos utilizados no procedimento clínico, ASA 1 ou 2;

Informações ao paciente/ responsável e consentimento:

- Necessidade de duas ou mais consultas;
- Uso de antibióticos;
- Possíveis efeitos adversos (descoloração coronária, insucesso do tratamento, dor/ infecção);
- Tratamentos alternativos (apicificação convencional, apicificação com plug de MTA, extração caso indicada);
- Permissão para inserir informação na base de dados da AAE (opcional).

Primeira consulta:

- Anestesia local, isolamento absoluto e acesso cavitário;
- Irrigação gentil e copiosa com 20ml de hipoclorito de sódio (NaOCl) usando algum sistema de irrigação que minimize a possibilidade de extrusão da substância química na região de periodonto (ex. agulha com extremidade fechada e canelura lateral ou EndoVacTM). Volume de 20 ml de NaOCl a 1,5% e irrigação final com soro ou EDTA (20ml /5 minutos), com a agulha posicionada 1mm aquém do ápice radicular para minimizar a citotoxicidade na região apical.
- Secar o canal com pontas de papel absorventes.
- Realizar medicação intracanal com hidróxido de cálcio ou a pasta tripla antibiótica. Se a pasta tripla antibiótica for usada, 1) considerar selar a câmara pulpar previamente com um agente de união para minimizar o escurecimento coronário. 2) Misturar ciprofloxacina, metronidazol e minociclina 1:1:1, numa concentração final de 0,1-1,0 mg/ml. Como a minociclina está associada com o escurecimento coronário, pode –se usar a pasta antibiótica dupla, sem a minociclina, ou substituí-la por outro antibiótico (ex. clindamicina, cefaclor).
- Inserir no canal radicular com lântulo.
- Inserir a medicação abaixo da junção cimento-esmalte.
- Selar a cavidade com material restaurador temporário.

Segunda consulta (1-4 semanas após a primeira consulta):

- Avaliar a resposta inicial do tratamento. Se existir algum sinal ou sintoma, ou persistência da infecção, considerar tratamento adicional.
- Anestesia com mepivacaína 3% sem vasoconstrictor e isolamento com dique de borracha.
- Irrigação copiosa com 20 ml de EDTA 17%, por 3 minutos e irrigação final com solução salina.
- Secagem do canal com pontas de papel absorvente.
- Estimular o sangramento dentro do canal radicular através da ultrapassagem de um instrumento 2 mm além do forame apical, com o objetivo de preencher todo o canal até a junção cimento-esmalte.
- Deixar 4mm acima da junção cimento-esmalte para permitir a inserção do material restaurador.
- Acomodar uma matriz de colágeno reabsorvível acima do coágulo sanguíneo (ex. CollaPlug™, Collacote™, CollaTape™) se necessário, e realizar o selamento cervical com MTA branco. Como o MTA está associado ao escurecimento coronário, recomenda-se o uso de materiais alternativos (ex. Biocerâmicos ou cimentos de silicato de cálcio como Biodentine^R).

Acompanhamento:

- Exames clínico e radiográfico
- Ausência de dor, abscesso ou fístula observado entre o primeiro e segundo atendimento.
- Resolução de lesão periapical (observado entre 6-12 meses após o tratamento).
- Aumento da altura da raiz.
- Teste de vitalidade pulpar com resposta positiva.

Crítérios de sucesso:

- Objetivo principal – Eliminação de sinais e sintomas e evidência de reparo ósseo.
- Objetivo secundário – Aumento de altura e espessura radicular (desejável, mas não essencial).
- Objetivo terciário – Resposta de sensibilidade pulpar positiva.

ANEXO 1 – Relatório de verificação de originalidade e prevenção de plágio

AVALIAÇÃO CLÍNICA E RADIOGRÁFICA DE DIFERENTES
PROTOCOLOS DE REVASCULARIZAÇÃO PULPAR EM DENTES
TRAUMATIZADOS COM RIZOGÊNESE INCOMPLETA E NECROSE
PULPAR

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE



FONTES PRIMÁRIAS

1	medcraveonline.com Fonte da Internet	5%
2	Juliana Yuri Nagata, Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, Thiago Farias Rocha Lima, Lia Saori Murakami et al. "Traumatized Immature Teeth Treated with 2 Protocols of Pulp Revascularization", Journal of Endodontics, 2014 Publicação	2%
3	Tarek Mohamed A. Saoud, Ashraf Zaazou, Ahmed Nabil, Sybel Moussa, Louis M. Lin, Jennifer L. Gibbs. "Clinical and Radiographic Outcomes of Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth after Revascularization/Revitalization Therapy", Journal of Endodontics, 2014 Publicação	2%

- | | | |
|---|--|----|
| 4 | Tatiana M. Botero, Xianli Tang, Richard Gardner, Jan C.C. Hu, James R. Boynton, G. Rex Holland. "Clinical Evidence for Regenerative Endodontic Procedures: Immediate versus Delayed Induction?", Journal of Endodontics, 2017
Publicação | 1% |
| 5 | Sarah Bukhari, Meetu R. Kohli, Frank Setzer, Bekir Karabucak. "Outcome of Revascularization Procedure: A Retrospective Case Series", Journal of Endodontics, 2016
Publicação | 1% |
| 6 | Luiz Alexandre Chisini, Guillermo Grazioli, Alejandro Francia, Alissa Schmidt San Martin et al. "Revascularization versus apical barrier technique with mineral trioxide aggregate plug: A systematic review", Giornale Italiano di Endodonzia, 2018
Publicação | 1% |
| 7 | Juliana Y. Nagata, Adriana J. Soares, Francisco J. Souza-Filho, Alexandre A. Zaia et al. "Microbial Evaluation of Traumatized Teeth Treated with Triple Antibiotic Paste or Calcium Hydroxide with 2% Chlorhexidine Gel in Pulp Revascularization", Journal of Endodontics, 2014
Publicação | 1% |

Excluir citações

Em

Excluir correspondências < 1%

Excluir bibliografia

Desligado

ANEXO 2 - Certificado de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Avaliação de dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar submetidos a dois protocolos de revascularização pulpar", CAAE 46653015.0.0000.5418, dos pesquisadores Adriana de Jesus Soares, Ana Carolina Correia Laurindo de Cerqueira Neto, Andrea Cardoso Pereira, Jaqueline Mafra Lazzari e Marina Carvalho Prado, satisfaz as exigências das resoluções específicas sobre ética em pesquisa com seres humanos do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde e foi aprovado por este comitê em sua versão original 01/10/2015 e na versão emendada em 21/07/2017.

The Research Ethics Committee of the Piracicaba Dental School of the University of Campinas (FOP-UNICAMP) certifies that research project "Evaluation of necrotic immature teeth treated with two pulp revascularization proposals", CAAE 46653015.0.0000.5418, of the researcher's Adriana de Jesus Soares, Ana Carolina Correia Laurindo de Cerqueira Neto, Andrea Cardoso Pereira, Jaqueline Mafra Lazzari and Marina Carvalho Prado, meets the requirements of the specific resolutions on ethics in research with human beings of the National Health Council - Ministry of Health, and was approved by this committee on 01st of October of 2015 (original version) and 21nd of July of 2017 (amended version).

Profa. Fernanda Miori Pascon

Vice Coordenador
 CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Jacks Jorge Junior

Coordenador
 CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo e a lista de autores aparecem como fornecidos pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
 Notice: The title and the list of researchers of the project appears as provided by the authors, without editing.

ANEXO 3 – Comprovante de submissão do artigo: “Clinical and radiographic analysis of single and multiple-visit procedures in pulp revascularization”.

International Endodontic Journal

Submission Confirmation

 Print

Thank you for your submission

Submitted to

International Endodontic Journal

Manuscript ID

IEJ-19-00067

Title

Clinical and radiographic analysis of single and multiple-visit procedures in pulp revascularization

Authors

Cerqueira-Neto, Ana
Carolina PEREIRA,
ANDREA
Zaia, Alexandre
Gomes, Brenda
Ferraz, Caio
Almeida, José
Flavio Marciano,
Marina
DE- Jesus-Soares, Adriana

Date Submitted

28-Jan-2019

© Clarivate Analytics | © ScholarOne, Inc., 2019. All Rights Reserved.

ScholarOne Manuscripts and ScholarOne are registered trademarks of ScholarOne, Inc.

ScholarOne Manuscripts Patents #7,257,767 and #7,263,655.

[@ScholarOneNews](#) | [System Requirements](#) | [Privacy Statement](#) | [Terms of Use](#)

ANEXO 4 - Autorização da Editora para a inclusão do artigo: “Recurrence of dental trauma and management of pulp revascularized tooth: A case report” na tese.

Artigo publicado: Journal of Dental Health Oral Disorders & Therapy
2018;9(4):304–308. <http://medcraveonline.com>

Fwd: Authorization Certificate

MP

Marina Prado <marinaprado@dentistas.com.br>
Sex, 15/02/2019 09:33
Você ✉

↩ ⏪ →

----- Mensagem encaminhada -----

De: **Journal of Dental Health, Oral Disorders & Therapy** <dental@medcraveonline.org>

Data: sex, 15 de fev de 2019 às 10:30

Assunto: RE: Authorization Certificate

Para: Marina Prado <marinaprado@dentistas.com.br>

Hi Dr. Marina Prado,

Thank you for your reply and apologize for delay in my reply. Also, gently inform you can keep your article as per your convenience, as you have copyright for this article so we have no problem regarding this issue.

Hope you understand us and have a great day.

Hannah
MedCrave Group
Editorial Office
Suite 600 Novi, USA