



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS

REVASCULARIZAÇÃO PULPAR: REVISÃO DE LITERATURA

THAYNARA HADDAD

**LAVRAS-MG
2019**

THAYNARA HADDAD

REVASCULARIZAÇÃO PULPAR: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Lavras, como parte das
exigências do curso de Pós-Graduação em
Endodontia.

Orientador: Prof. Ms. Luís Otávio Oliveira

**LAVRAS-MG
2019**

Ficha Catalográfica

THAYNARA HADDAD

REVASCULARIZAÇÃO PULPAR: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Lavras, como parte das
exigências do curso de Pós-Graduação em
Endodontia.

APROVADO EM:

Prof. Ms. Luís Otávio Oliveira – UNILAVRAS (orientador)

Profa. Ms. Carmem Lúcia Fernandes Luiz – UNILAVRAS (convidada)

Prof. Dr. Marccone Reis Luiz – UNILAVRAS (presidente da banca)

**LAVRAS-MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida e por me dar condições de concluir este grande sonho de cursar e concluir uma especialização em Endodontia.

Ao meu pai e à minha mãe, com todo amor e carinho, principalmente, por sempre acreditarem e confiarem em mim. Aos meus irmãos, Guilherme e Eduardo, por sempre me motivarem e estar ao meu lado. A toda a minha família por torcerem por mim.

Ao Felipe, meu namorado, pelo apoio, orientação e conselhos sempre necessários, para a realização deste curso e trabalho, além de todo o amor, companheirismo e amizade todos os dias.

Às minhas amigas e colegas que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta etapa, principalmente, à Petryssa, Bianca A., Bianca P., Stella, Teresa e Valquíria que estiveram sempre comigo desde o início desta etapa de minha vida.

Ao Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), a todos os professores, funcionários e pacientes que me disponibilizaram ensinamentos e ajuda durante todo o curso de especialização. Em especial, gostaria de agradecer aos professores Dr. Marcone Reis Luiz, Ms. Luís Otávio Oliveira e Profa. Carmem Lúcia Fernandes Luiz, por todos os ensinamentos, diretrizes e conselhos.

Ao meu orientador, Prof. Ms. Luís Otávio Oliveira, pela orientação durante toda a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 ENDODONTIA REGENERATIVA.....	13
2.2 HISTÓRICO DE REVASCULARIZAÇÃO PULPAR.....	13
2.3 INDICAÇÕES E CONTRAINDICAÇÕES	15
2.4 TÉCNICAS DE REVASCULARIZAÇÃO.....	17
2.4.1 Técnica Associação Americana de Endodontia (AAE)	24
2.4.2 Técnica utilizando uma membrana de colágeno e hidróxido de cálcio como medicação intracanal	26
2.4.3 Técnica utilizando o PRF (fibrina rica em plaquetas) associado à indução do sangramento	27
2.5 MECANISMO DE AÇÃO	31
2.6 SUCESSO E INSUCESSO – PROSERVAÇÃO	34
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS	38
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Casos representativos. (A) Radiografia pré-operatória representando grupo O; (B) radiografia do mesmo caso no grupo O após 12 meses de acompanhamento; (C) radiografia pré-operatória representando o grupo O; (D) radiografia do mesmo caso no grupo O após 12 meses de seguimento; (E) radiografia pré-operatória representando o grupo Y; (F) radiografia do mesmo caso no grupo Y após 12 meses de acompanhamento; (G) radiografia pré-operatória representando o grupo Y; (H) radiografia do mesmo caso no grupo Y após 12 meses de acompanhamento..... 16
- Figura 2 - Associação dos três antibióticos (Pasta tripla antibiótica)..... 20
- Figura 3 - Pasta tripla antibiótica pronta para inserção no canal radicular. 20
- Figura 4 - Caso clínico realizado na Clínica Odontológica do Unilavras pela cirurgiã-dentista Débora de Freitas Machado Dias, orientada pela Prof. Dr. Marcone Reis Luiz, foi utilizado a pasta hidróxido de cálcio P.A. e clorexidina 2% como medicação intracanal. (A) Radiografia inicial sete dias após o trauma, não havia presença de lesão periapical. (B) após três meses foi realizada nova radiografia periapical constando a necrose pulpar com lesão periapical e rizogênese incompleta. (C) Radiografia de odontometria. (D) Radiografia com medicação intracanal. (E) Radiografia periapical após realizar a indução do coágulo e selamento do conduto com MTA, restaurei o elemento com ionômero de vidro modificado por resina composta. (F) Radiografia de acompanhamento um mês após o tratamento. (G) Proservação com cinco meses. (H) Após um ano do tratamento, mostrando cicatrização da lesão periapical, aumento na espessura das paredes dentinárias e fechamento do ápice. 21
- Figura 5 - (A e B) Radiografias pré-tratamento do dente 45. (C) Radiografias pós-operatórias mostram a colocação de MTA vedando o canal radicular e restauração com resina composta. (D) A radiografia de acompanhamento de duas semanas mostra um ápice aberto..... 22
- Figura 6 - Radiografias pós-tratamento do dente 45. (A) radiografia pós-operatória seis semanas após o tratamento mostra espessamento de paredes dentinárias sem evidência de lamina dura apicalmente. (B) no período de sete meses, um restabelecimento do espaço do ligamento periodontal e lâmina dura. Maturação da raiz é visível. (C) A radiografia de acompanhamento de 13 meses mostra um maior espessamento da lâmina dura e maturação da raiz. (D) na consulta pós-operatória de 19 meses, uma completa maturação do ápice..... 23
- Figura 7 - Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa)..... 24
- Figura 8 - Membrana de colágeno Bio-Gide..... 26

Figura 9 - (A) Menina de 9 anos com história de avulsão do incisivo central superior esquerdo com abscesso periapical e dente necrótico com ápice aberto (seta vermelha). Radiografias realizadas nos seguimentos de (B) 1 mês, (C) 3 meses e (D) 6 meses revelaram sinais de fechamento apical completo apreciável após 6 meses (seta vermelha). (E) O seguimento de 18 meses indicou mais fechamento apical. (F) Descoloração mínima após 18 meses foi perceptível. (G) Os tubos estéreis foram centrifugados a 2700 rpm durante 12 minutos. (H) Uma parte do coágulo de PRF foi inserida no canal radicular. (I) O canal radicular foi irrigado com o líquido no qual o coágulo de PRF estava flutuando. (J e K) Três partes foram formadas nos tubos, a camada intermediária de coágulo PRF foi coletada. (L) O coágulo PRF foi colocado sobre uma placa de vidro. 29

Figura 10 - (A) Radiografia inicial. (B) O seguimento de 1 mês revelou desenvolvimento na raiz. (C) O exame complementar pré-operatório (tomografia computadorizada cone beam) revelou um dente imaturo com ápice aberto e reabsorção óssea cervical (seta branca). (D e E) Os seguimentos de 3 e 6 meses evidenciaram espessamento das paredes dentinárias e fechamento apical. (F) O seguimento de 18 meses indicou maior espessamento das paredes dentinárias com fechamento apical. (G) O acompanhamento de 18 meses também mostrou descoloração mínima. 30

Figura 11 - (A) Radiografia de odontometria. (B) A aparência clínica antes do tratamento dos incisivos superiores. (C) A radiografia de acompanhamento de 1 mês. (D) A radiografia de seguimento de 3 meses indicou redução da lesão periapical inicial. (E) Radiografia de 6 meses de acompanhamento revelaram indicações de fechamento apical. (F) Aparência clínica após 6 meses. (G) Após 12 meses mostrou pequeno espessamento das paredes dentinárias dos incisivos superiores. (I) O seguimento de 18 meses revelou espessamento das paredes dentinárias laterais no incisivo direito maxilar e pequeno fechamento apical no incisivo superior esquerdo, mas o fechamento apical não foi completo após 18 meses no incisivo maxilar direito. (H e J) Aparência clínica após a reconstrução dos incisivos superiores após 18 meses. 31

LISTA DE SIGLAS

AAE	Associação Americana de Endodontia
CLX	Digluconato de Clorexidina
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
MTA	Agregado Trióxido Mineral
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
SCAP	Células Estaminais da Papila Apical
PRF	Fibrina Rica em Plaquetas
PRP	Plasma Rico em Plaquetas)
Ca(OH) ₂	Hidróxido de Cálcio

RESUMO

A revascularização pulpar tem surgido como uma opção de tratamento para dentes permanentes com ápices abertos e necrose pulpar, tendo como objetivo o desenvolvimento total do comprimento e espessura da raiz que foi interrompido por cárie profunda e/ou trauma. A partir dos anos 2000, esse procedimento passou a ser uma alternativa ao tratamento tradicional de apicificação, que consiste na inserção de uma pasta de hidróxido de cálcio, em longo prazo, no interior do canal radicular visando induzir uma barreira calcificada. Existem vários protocolos de revascularização pulpar na literatura, variando em relação à solução irrigadora, medicação intracanal e até quantidade de sessões realizadas. No presente trabalho, foram abordadas três técnicas diferentes e que obtiveram sucesso. Alguns requisitos devem ser observados, para classificá-los como sucesso do tratamento, sendo eles a ausência de dor ou edema e resposta positiva ao teste de sensibilidade pulpar; o exame radiográfico deve demonstrar aumento do comprimento da raiz, aumento da espessura das paredes dentinárias; diminuição do diâmetro apical e cura da lesão periapical. Em relação à preservação, a maioria dos casos relatam a necessidade de acompanhamento durante quatro anos.

Palavras-chave: Endodontia regenerativa. Revascularização pulpar. Ápices incompletos. Pasta tri-antibiótica. Indução de sangramento.

ABSTRACT

Pulpal revascularization has emerged as a treatment option for permanent teeth with open apices and pulp necrosis, aiming at the total development of root length and thickness that was interrupted by deep caries and / or trauma. From the 2000s, this procedure became an alternative to the traditional apicification treatment, which consists of the insertion of a calcium hydroxide paste, in the long term, inside the root canal in order to induce a calcified barrier. There are several pulp revascularization protocols in the literature, varying in relation to the irrigation solution, intracanal medication and even the number of sessions performed. In the present work, three different techniques were approached and they were successful. Some requirements must be observed to classify them as treatment success, being they the absence of pain or edema and positive response to the pulp sensitivity test; the radiographic examination must demonstrate increased root length, increased dentin wall thickness; decreased apical diameter and healing of the periapical lesion. Regarding preservation, most cases report the need for follow-up for four years.

Keywords: Regenerative endodontia. Pulpal revascularization. Incomplete apices. Tri-antibiotic paste. Induction of bleeding.

1 INTRODUÇÃO

A revascularização é um procedimento que pode ser definido como a restauração da vascularização de um tecido ou órgão, e uma vantagem primordial das técnicas de revascularização é a maior tendência para o aumento do comprimento e da espessura da raiz (HARGREAVES; COHEN, 2011).

A primeira indicação do tratamento de revascularização é para dentes com diagnóstico de ápices abertos e necrose pulpar pela presença de cárie profunda ou trauma que resultam em paralisação do desenvolvimento radicular (ALBUQUERQUE et al., 2014; BANCHS; TROPE, 2004; CHEN et al., 2012; LIN et al., 2017; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; SHAH et al., 2008; THIBODEAU, 2009; TORABINEJAD et al., 2017).

Existem variações nos protocolos de revascularização citados na literatura, Banchs e Trope (2004) e Iwaya, Ikawa e Kubota (2001) foram os primeiros a utilizar a terapia de revascularização como alternativa à apicificação. Foram abordadas, nessa revisão de literatura, três técnicas diferentes de revascularização: a primeira, conforme a Associação Americana de Endodontia (AAE); em seguida, uma técnica utilizando uma membrana de colágeno e hidróxido de cálcio como medicação intracanal e, por último, uma técnica utilizando o PRF (fibrina rica em plaquetas) associado à indução do sangramento.

A taxa de sucesso e insucesso da técnica de revascularização é avaliada em conformidade com a ausência de sintomas clínicos juntamente com a completa cicatrização da lesão e completo desenvolvimento da raiz. O tempo de acompanhamento é um fator importante na taxa de sucesso de um tratamento, visto que o resultado pode ser alterado em longo prazo. Diante disso, torna-se necessária a preservação durante quatro anos (TORABINEJAD et al., 2017).

Dessa forma, a proposta desta revisão de literatura é realizar um breve histórico da revascularização pulpar e abordar alguns protocolos utilizados na literatura a fim de conhecer seu mecanismo de ação, indicações e contraindicações, aplicabilidade na prática clínica e suas taxas de sucesso.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENDODONTIA REGENERATIVA

A Endodontia é uma das áreas da Odontologia que tem como objetivo prevenir ou tratar a periodontite apical. Em contrapartida, o objetivo da Odontologia Regeneradora é induzir a reposição biológica de tecidos dentários e suas estruturas de suporte (HARGREAVES; COHEN, 2011).

A atual definição para Endodontia Regenerativa, conforme o glossário de termos de Endodontia da Associação Americana de Endodontistas (AAE), é “Procedimentos biologicamente baseados em substituir fisiologicamente danos às estruturas dentárias, incluindo dentina e estruturas radiculares, bem como células do complexo dentina-polpa”.

Existem algumas opções de procedimentos clínicos realizados na Endodontia Regeneradora para tratamento de dentes necrosados com ápices incompletos, sendo elas, a apicificação, formação de uma barreira apical com o Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa) e, mais recentemente, a revascularização (ESTEFAN et al., 2016; HARGREAVES; COHEN, 2011; PETRINO et al., 2010; SHAH et al., 2008).

A Endodontia Regenerativa apresenta uma nova era na Endodontia biológica e clínica. Atualmente, a revascularização está sendo reconhecida como a primeira escolha de tratamento para dentes com necrose e ápices incompletos (BAKHTIAR et al., 2017; ESTEFAN et al., 2016; JIANG; LIU; PENG, 2017; LIN et al., 2017; WANG et al., 2015).

2.2 HISTÓRICO DE REVASCULARIZAÇÃO PULPAR

O conceito de revascularização e as pesquisas sobre a técnica começaram por volta das décadas de 50/60 e, até a década de 90, eram voltadas para dentes reimplantados ou transplantados, avaliando a sua eficiência e os possíveis danos que a ausência dessa revascularização poderia causar ao dente (CVEK et al., 1990).

O trabalho pioneiro que defende o conceito de regeneração dos tecidos dentários pela revascularização foi realizado por Nygaard-Ostb em 1960, que enfatizou a importância da presença de sangue à formação de tecidos no interior do

canal e, também, de um ambiente asséptico no canal radicular (ALBUQUERQUE, 2014; BRANCHS; TROPE, 2004; HARGREAVES; COHEN, 2011; NYGAARD-OSTBY; HJORTDAL, 1971; SHAH et al., 2008).

A revascularização passou a ser reconhecida como uma alternativa ao tratamento de apicificação a partir do ano 2000, quando Branchs e Trope (2004) e Iwaya, Ikawa e Kubota (2001) estudaram as vantagens desse protocolo de tratamento com o procedimento de apicificação. Concluíram que a revascularização resulta em um maior desenvolvimento da raiz, reforçando assim as paredes dentinárias e fortalecendo a raiz contra fratura e não apenas uma formação de uma barreira cálcica no ápice da raiz.

Shah et al. (2008) relatam que o tratamento para dentes com ápices incompletos, polpa necrótica e periodontite apical, pode ser por alguns protocolos, mas destaca que, na revascularização, não é necessário realizar a obturação do canal radicular como na apicificação, e a maior vantagem é a de alcançar o desenvolvimento contínuo das raízes e o fortalecimento da raiz, em razão do reforço das paredes dentinárias laterais com deposição de dentina e tecido duro. Além disso, Thibodeau (2009) argumenta que técnicas tradicionais de desinfecção e instrumentação endodôntica do sistema radicular são limitadas devido a anatomia do dente imaturo e, ademais, o ápice aberto torna difícil ou impossível a realização da obturação do canal radicular. Técnicas como apicificação ou a barreira apical com o Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa) não proporcionam um completo desenvolvimento da raiz, assim, o caso clínico relatado no estudo ressalta o potencial da revascularização pulpar para que haja o fechamento do ápice.

Shin, Albert e Mortman (2009) alertam que os procedimentos de revascularização possuem o potencial de tratar a polpa necrótica e, também, pode ser benéfico para o desenvolvimento contínuo de raízes de dentes imaturos. No entanto, existem alguns protocolos de revascularização e não se tem concluído quais são os mais eficazes.

Para Hargreaves e Cohen (2011), a revascularização é um procedimento que pode ser definido como a restauração da vascularização de um tecido ou órgão, e uma vantagem primordial das técnicas de revascularização é a maior tendência para o aumento do comprimento e da espessura da raiz.

Dentes com ápices abertos, geralmente, eram tratados com protocolos de apicificação e, embora esse procedimento tenha um excelente sucesso clínico, para o controle da infecção e seus sintomas, essa técnica não contribui para o completo desenvolvimento da raiz como na revascularização (BAKHTIAR et al., 2017; ESTEFAN et al., 2016; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004).

2.3 INDICAÇÕES E CONTRAINDICAÇÕES

A revascularização pulpar é indicada em dentes com ápices abertos e necrose pulpar, por presença de cárie profunda ou trauma que resulta em paralisação do desenvolvimento radicular (ALBUQUERQUE et al., 2014; BANCHS; TROPE, 2004; CHEN et al., 2012; LIN et al., 2017; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; SHAH et al., 2008; THIBODEAU, 2009; TORABINEJAD et al., 2017).

A Associação Americana de Endodontistas (AAE) indica a revascularização a pacientes que apresentem dentes permanentes com polpa necrótica, com ou sem patologia periapical, ápice imaturo com 1mm de diâmetro ou mais e uma coroa restaurável.

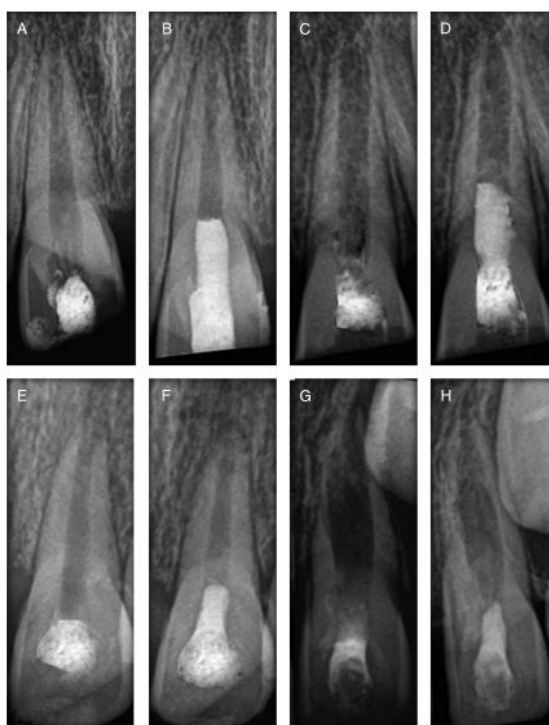
Santiago et al. (2015) abordaram o protocolo de revascularização, para tratamento de reabsorção radicular inflamatória externa, e os resultados mostraram que a terapia de revascularização foi eficaz, para interromper o processo de reabsorção radicular, diminuiu os processos patológicos associados ao trauma e houve manutenção fisiológica dentária.

Alguns autores destacaram que a idade é um fator importante que pode influenciar no prognóstico da regeneração pulpar, sendo que pacientes mais jovens apresentam maior capacidade de cicatrização ou maior potencial regenerador das células-tronco (ESTEFAN et al., 2016; HARGREAVES; COHEN, 2011; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; TORABINEJAD et al., 2017).

Estefan et al (2016) realizaram um estudo para avaliar a influência da idade do paciente e o diâmetro apical no procedimento de revascularização. Foram selecionados quarenta pacientes entre 8 e 18 anos e todos os casos apresentavam ápices incompletos e necrose pulpar. Os pacientes foram divididos em dois grupos (vinte pacientes para cada); o grupo Y (faixa etária mais nova), com idade entre os 9-13 anos; e o grupo O (mais velho), com idade entre 14 e 18 anos. Foram avaliados o aumento do comprimento da raiz, aumento da espessura da raiz e diminuição do

diâmetro apical (Figura - 1). O aumento no comprimento e espessura da raiz entre todos os grupos foi notado, depois de um ano de acompanhamento, na maioria dos casos, e o maior estreitamento do diâmetro apical ocorreu no grupo de pacientes mais jovens. Portanto a idade do paciente influenciou no prognóstico, e o diâmetro apical é o segundo fator na previsibilidade dos resultados da revascularização.

Figura 1 - Casos representativos. (A) Radiografia pré-operatória representando grupo O; (B) radiografia do mesmo caso no grupo O após 12 meses de acompanhamento; (C) radiografia pré-operatória representando o grupo O; (D) radiografia do mesmo caso no grupo O após 12 meses de seguimento; (E) radiografia pré-operatória representando o grupo Y; (F) radiografia do mesmo caso no grupo Y após 12 meses de acompanhamento; (G) radiografia pré-operatória representando o grupo Y; (H) radiografia do mesmo caso no grupo Y após 12 meses de acompanhamento.



Fonte: Estefan et al. (2016).

Para Lopes e Siqueira Júnior (2004), um aspecto que deve ser avaliado para o tratamento de revascularização, refere-se às dimensões do ápice e ao estágio de desenvolvimento radicular. Torabinejad et al. (2017) defendem que o nível de desenvolvimento da raiz pode ser um fator de tomada de decisão, no tratamento de dentes com rizogênese incompleta, e a duração do tratamento é um fator determinante para o paciente.

Alguns autores, recomendam que, ao contrário de outras alternativas de tratamento da Endodontia Regenerativa, revascularização pulpar é um procedimento que não necessita de muitas consultas e resulta em um maior desenvolvimento da raiz (JIANG; LIU; PENG, 2017; LIN et al., 2017; LOVELACE et al., 2011; SHAH et al., 2008; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009).

He et al. (2017) reportaram que a endodontia regenerativa foi inicialmente proposta para revascularização da polpa dentária em dentes permanentes com rizogênese incompleta, em pacientes jovens, mas estudos clínicos e experimentais demonstraram a possibilidade de desenvolvimento de novas estratégias endodônticas regenerativas para adultos com dentes permanentes e necróticos.

Um efeito colateral do protocolo de revascularização é o fato da descoloração da coroa pela minociclina (usada na pasta tri-antibiótica), após o tratamento, sendo uma desvantagem desse procedimento que foi relatado em 40% dos casos em seu estudo (TORABINEJAD et al., 2017).

A calcificação do canal radicular é um efeito colateral que também pode ocorrer nos procedimentos de revascularização (LIN et al., 2017). Outra preocupação é quanto à resistência aos antibióticos, em algumas bactérias do canal radicular, que já sobreviveram a outras infecções endodônticas (HUANG, 2008; MOHAMMADI; ABBOTT, 2009). Há o risco de uma reação alérgica do paciente, em relação ao uso de antibióticos, por isso, a necessidade de uma boa anamnese abrangendo a história médica e odontológica (REYNOLDS; JOHNSON; COHENCA, 2009).

Sancho et al. (2018), para realizar a revascularização pulpar, salientam que é importante avaliar a idade do paciente, período de necrose pulpar, se possui raiz imatura com ápice aberto, proporção coroa-raiz e tamanho da lesão periapical.

2.4 TÉCNICAS DE REVASCULARIZAÇÃO

A revascularização pulpar é um assunto relativamente novo e bastante promissor. Desde 2000 são relatadas algumas técnicas de regeneração pulpar, na literatura, havendo algumas variações em cada uma.

Wigler et al. (2013) recomendam, primeiramente, uma avaliação clínica extra e intra-oral do paciente, incluindo o estado do desenvolvimento dentário, extensão e história da infecção endodôntica. O termo de consentimento livre deve ser assinado

pelos responsáveis do paciente, que devem ser informados de que este é um procedimento relativamente novo sem diretrizes padronizadas. Além disso, eles devem ser informados de que consultas de acompanhamento são obrigatórias, para avaliar o resultado do tratamento e discutir outras opções de tratamento, se este tratamento não atingir os objetivos esperados, ou seja, redução ou resolução da lesão apical, quando presente, continuação do desenvolvimento da raiz com redução do diâmetro do forame apical e deposição de tecido duro nas paredes do canal radicular.

Um dos pré-requisitos para um possível sucesso do tratamento endodôntico, é a correta instrumentação e desinfecção do canal radicular, porém, em casos de dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, técnicas tradicionais se tornam impossíveis pela anatomia do dente com ápice aberto (SHAH et al, 2008; THIBODEAU, 2009; TROPE, 2006). Consoante alguns autores, o provável sucesso na revascularização depende da completa desinfecção do canal radicular, estímulo de um andaime para a formação de um novo tecido e selamento coronário (BRANCHS; TROPE 2004; HARGREAVES; COHEN, 2011; JIANG; LIU; PENG, 2017; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; LOVELACE et al., 2011).

As técnicas de revascularização, embora busquem os mesmos objetivos, variam em termos de irrigantes utilizados, medicação intracanal, materiais auxiliares e vedamento coronário (BRANCHS; TROPE 2004; HARGREAVES; COHEN, 2011; JIANG; LIU; PENG, 2017; KONTAKIOTIS; FILIPPATOS; AGRAFIOTI, 2014; SHAH et al., 2008).

As soluções irrigadoras mais utilizadas, no procedimento de revascularização, é o hipoclorito de sódio (NaOCl) e o digluconato de clorexidina (CLX), sendo a primeira amplamente utilizada, variando apenas a concentração entre 2,5% e 6% (BRANCHS; TROPE, 2004; HARGREAVES; COHEN, 2011; CHEN et al., 2012; ESTEFAN et al., 2016; HE et al., 2017; JIANG; LIU; PENG, 2017; KONTAKIOTIS; FILIPPATOS; AGRAFIOTI, 2014; LIN et al., 2017; REYNOLDS; JOHNSON; COHENCA, 2009; SHAH et al., 2008; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009; THIBODEAU, 2009).

Hargreaves e Cohen (2011) destacam que a solução de hipoclorito de sódio possui duas principais propriedades, sendo elas ação antimicrobiana e dissolução de tecidos, enquanto a solução de digluconato de clorexidina possui propriedade antimicrobiana de longa duração e sua principal característica é a substantividade.

Além das substâncias químicas auxiliares, em alguns protocolos, foi usado o EDTA 17% como agente quelante para remoção da *smear layer* do canal radicular (ALTHUMAIRY et al., 2014; ESTEFAN et al., 2016; JIANG; LIU; PENG, 2017; LIN et al., 2017; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; WIGLER et al, 2013).

A solução EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) libera vários fatores de crescimento, presentes na dentina, promovendo, assim, a diferenciação das células-tronco da polpa dentária em superfícies de dentina em células semelhantes a odontoblastos (GALLER et al., 2011). Segundo alguns autores, a irrigação final com solução de EDTA a 17% reverte, parcialmente, os efeitos prejudiciais da solução de hipoclorito de sódio e promove a sobrevivência de células SCAP (células estaminais da papila apical) (MARTIN et al., 2014; TREVINO et al., 2011).

Os protocolos de revascularização pulpar dispõem de diferentes medicamentos utilizados para o controle de desinfecção do canal radicular, incluindo combinações de metronidazol, ciprofloxacina e minociclina, associados ou não à clorexidina, assim como medicamentos isolados como o formocresol e o hidróxido de cálcio e, também, algumas variações como pastas, contendo metronidazol e ciprofloxacina associados a cefaclor, à amoxicilina ou à doxiciclina (BRANCHS; TROPE, 2004; CHEN et al., 2012; ESTEFAN et al., 2016; HARGREAVES; COHEN, 2011; JIANG; LIU; PENG, 2017; KONTAKIOTIS; FILIPPATOS; AGRAFIOTI, 2014; LIN et al., 2017; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; MARTINS et al., 2014; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009; THIBODEAU, 2009).

Althumairy et al. (2014) apuraram que a medicação intracanal, utilizada em protocolos de revascularização, tem ligação direta com a sobrevivência das células estaminais. Portanto os endodontistas devem selecionar cuidadosamente esses medicamentos em concentrações para fornecer o efeito antimicrobiano, enquanto promove um microambiente propício para a proliferação de células-tronco e sua diferenciação.

A pasta tripla antibiótica foi desenvolvida por Hoshino et al. (1996), na qual realizaram um estudo, para avaliar a ação antimicrobiana de antibióticos sozinhos e associados a microrganismos presentes na dentina radicular, polpa dental e lesões periapicais. Observaram que a utilização da associação de três antibióticos (Metronidazol, Ciprofloxacina e Minociclina) (Figura -2), em forma de pasta (Figura 3), conseguiu eliminar as bactérias presentes até nas camadas mais profundas da

dentina. Bakhtiar et al. (2017) sugerem, para diminuir a chance de descoloração da coroa dentária pela minociclina, o uso de cefaclor.

Figura 2 - Associação dos três antibióticos (Pasta tripla antibiótica).



Fonte: Del Solar (2015).

Figura 3 - Pasta tripla antibiótica pronta para inserção no canal radicular.



Fonte: Del Solar (2015).

O hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) é comumente utilizado como medicação intracanal, no tratamento endodôntico do dia a dia (CHUEH; HUANG, 2006) e, também, desde 1972, usado em protocolos de apicificação (CVEK, 1972). Em procedimentos de revascularização, o hidróxido de cálcio P.A. vem sendo utilizado e apresentando altos índices de sucesso semelhante à pasta tripla antibiótica (Figura-4) (JIANG; LIU; PENG, 2017; NAGATA et al., 2014; RUPAREL et al., 2012; YWAYA; IKAWA; KUBOTA, 2001).

Figura 4 - Caso clínico realizado na Clínica Odontológica do Unilavras pela cirurgiã-dentista Débora de Freitas Machado Dias, orientada pela Prof. Dr. Marcone Reis Luiz, foi utilizado a pasta hidróxido de cálcio P.A. e clorexidina 2% como medicação intracanal. (A) Radiografia inicial sete dias após o trauma, não havia presença de lesão periapical. (B) após três meses foi realizada nova radiografia periapical constando a necrose pulpar com lesão periapical e rizogênese incompleta. (C) Radiografia de odontometria. (D) Radiografia com medicação intracanal. (E) Radiografia periapical após realizar a indução do coágulo e selamento do conduto com MTA, restaurei o elemento com ionômero de vidro modificado por resina composta. (F) Radiografia de acompanhamento um mês após o tratamento. (G) Proservação com cinco meses. (H) Após um ano do tratamento, mostrando cicatrização da lesão periapical, aumento na espessura das paredes dentinárias e fechamento do ápice.



Fonte: Prontuário do paciente (2018).

De acordo com a Associação Americana de Endodontistas (AAE), as técnicas de revascularização, geralmente, são realizadas em duas sessões. A primeira para limpeza e desinfecção do canal radicular e a segunda sessão para realizar a indução do sangramento e vedamento da cavidade com Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa).

Conforme protocolo proposto por He et al. (2017), foi usado o PRP (plasma rico em plaquetas), associado ou não à indução do sangramento, como um suporte para procedimentos regenerativos. Em 2001, Choukroun et al. (2001) sugeriram uma segunda geração de plaquetas denominada PRF (fibrina rica em plaquetas). Este material é aplicado em forma de gel e é colhido em uma única centrifugação de

sangue livre de anticoagulante e não requer ativação (CHOUKROUN et al., 2001; JI et al., 2015).

Bakhtiar et al. (2017) determinam que concentrados de plaquetas não são apenas ricos em fatores de crescimento, mas também são considerados como auxiliares para a regeneração tecidual endodôntica. A vantagem do PRF, em relação ao PRP, inclui facilidade de preparo e ainda não há necessidade de um material de anticoagulação.

Shin, Albert e Mortman (2009) realizaram o protocolo de revascularização, em sessão única, realizando irrigação de 10 ml de hipoclorito de sódio 6%, 10 ml de soro fisiológico e, por último, 10 ml digluconato de clorexidina a 2%, deixando agir por cinco minutos. Não foi realizada a indução do coágulo sanguíneo, secagem do canal radicular, vedamento com Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa) e restauração final (Figuras -5 e 6).

Figura 5 - (A e B) Radiografias pré-tratamento do dente 45. (C) Radiografias pós-operatórias mostram a colocação de MTA vedando o canal radicular e restauração com resina composta. (D) A radiografia de acompanhamento de duas semanas mostra um ápice aberto.

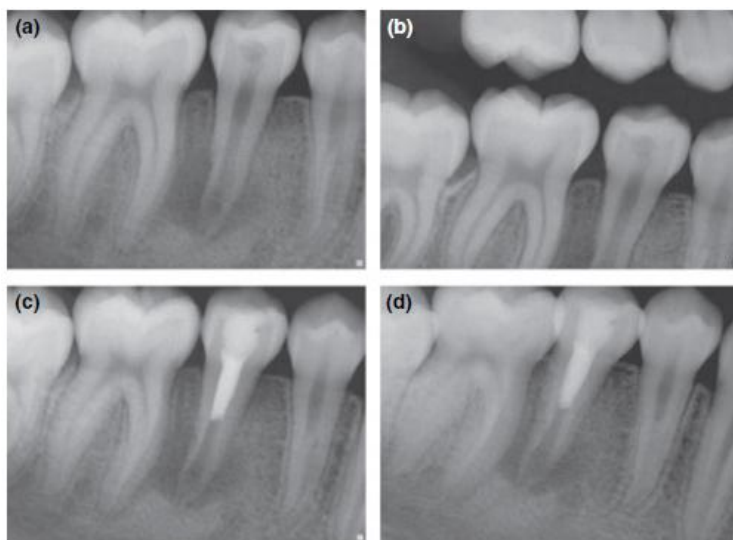
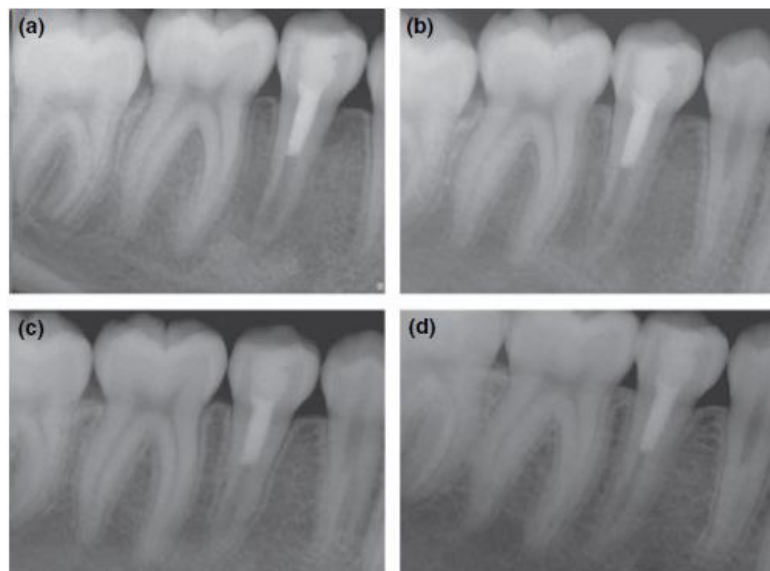


Figura 6 - Radiografias pós-tratamento do dente 45. (A) radiografia pós-operatória seis semanas após o tratamento mostra espessamento de paredes dentinárias sem evidência de lamina dura apicalmente. (B) no período de sete meses, um restabelecimento do espaço do ligamento periodontal e lâmina dura. Maturação da raiz é visível. (C) A radiografia de acompanhamento de 13 meses mostra um maior espessamento da lâmina dura e maturação da raiz. (D) na consulta pós-operatória de 19 meses, uma completa maturação do ápice.



Fonte: Shin, Albert e Mortman (2009).

A maioria dos casos de revascularização pulpar, relatados na literatura, o material de escolha para vedamento da cavidade foi o Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa) (Figura -7) o qual cria um ambiente desfavorável à colonização bacteriana, por seu elevado pH, porém sendo, ao mesmo tempo, favorável para a aderência celular inicial e seu posterior desenvolvimento. Apresenta-se como um pó branco ou cinzento de fácil manipulação, composto basicamente por óxidos minerais e íons, principalmente, íons cálcio e fosfato, os quais também são componentes dos tecidos dentários, o que confere biocompatibilidade a este material (TORABINEJAD; WATSON; PITT FORD, 1993). Em seguida, restauração definitiva.

Figura 7 - Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa)



Fonte: MTA Angelus (2018).

Nessa revisão, serão abordadas três técnicas de revascularização, sendo a primeira em conformidade com a Associação Americana de Endodontistas (AAE); a segunda técnica de acordo com Jiang, Liu e Peng (2017), que utilizaram uma membrana de colágeno Bio-Gide (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suíça) e, como medicação intracanal, o hidróxido de cálcio; por último, o protocolo realizado por Bakhtiar et al. (2017), utilizando o PRF (fibrina rica em plaquetas) associado à indução do sangramento.

2.4.1 Técnica Associação Americana de Endodontia (AAE)

A Associação Americana de Endodontia (AAE) preconiza que, primeiro, deve-se fazer a seleção de caso, realizar um correto diagnóstico, avaliar se o dente precisará de prótese posteriormente e estar ciente de que o paciente não é alérgico a medicamentos e antibióticos necessários para completar o procedimento. Antes de iniciar o tratamento, é importante informar aos responsáveis as opções de tratamento, utilização de antimicrobianos, possíveis efeitos adversos e é necessário o termo de consentimento livre e informado.

Na primeira consulta, é realizada anestesia local, isolamento e acesso coronário. Irrigação abundante e suave com 20 ml de hipoclorito de sódio 1,5% (5 min), usando um sistema de irrigação que minimiza a possibilidade de extrusão de

irrigantes no espaço periapical (por exemplo, agulha com extremidade fechada e respiros laterais, ou EndoVac) e, também, irrigação com soro fisiológico ou EDTA (20 mL / canal, 5 min), com agulha posicionada cerca de 1 mm do ápice radicular. Secagem dos canais com cones de papel estéreis, inserção do hidróxido de cálcio ou pasta tri-antibiótica. Se a pasta tripla antibiótica for usada: 1) considere vedar a câmara pulpar com um agente de ligação dentina [para minimizar o risco de coloração da coroa] e 2) misturar 1: 1: 1 ciprofloxacina: metronidazol: minociclina até uma concentração final de 0,1-1,0 mg / ml. A pasta tripla antibiótica foi associada à descoloração dos dentes. Dupla pasta antibiótica sem a minociclina ou substituição de minociclina por outro antibiótico, (por exemplo, clindamicina; amoxicilina; cefaclor), é outra alternativa possível como desinfetante de canal radicular. Selamento com 3 a 4mm de material restaurador temporário, como Cavit TM, IRM TM, ionômero de vidro ou outro material temporário.

Na segunda consulta, de uma a quatro semanas depois, avaliar a resposta ao tratamento inicial. Se houver sinais / sintomas de infecção persistente, considere tempo de tratamento adicional com antimicrobianos ou antimicrobianos alternativos.

Em casos de paciente assintomático, anestésiar com mepivacaína a 3% sem vasoconstritor, isolamento absoluto, irrigação suave e copiosa com 20 ml de EDTA a 17% e secagem com cones de papel estéreis. Induzir o sangramento no sistema de canais, por meio de instrumentação excessiva (girando uma lima K pré-curvada a 2 mm além do forame apical. Uma alternativa à criação de um coágulo sanguíneo é o uso de plasma rico em plaquetas (PRP), fibrina rica em plaquetas (PRF) ou matriz de fibrina autóloga (AFM). Se necessário, colocar uma matriz reabsorvível, como CollaPlug TM, Collacote TM, CollaTape TM sobre o coágulo de sangue e o Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa), como material de blindagem. Selamento coronário com uma camada de 3 a 4 mm de ionômero de vidro modificado por resina composta (Fuji IX TM, GC América, Alsip, IL).

Durante o acompanhamento, deve ser feito sempre o exame clínico e radiográfico, avaliando se o paciente encontra-se assintomático (sem dor, inchaço dos tecidos moles ou trato sinusal), avaliar diminuição e/ou desaparecimento da lesão periapical (frequentemente, observada 6-12 meses após o tratamento), largura aumentada das paredes das raízes geralmente, observada, antes do aparente aumento no comprimento da raiz e ocorre, frequentemente, 12-24 meses após o tratamento.

2.4.2 Técnica utilizando uma membrana de colágeno e hidróxido de cálcio como medicação intracanal

Jiang, Liu e Peng (2017) sinalizaram que foi realizado um estudo clínico controlado aleatório, de 2 grupos (sendo 23 pacientes em cada), comparando a formação de dentina em um procedimento endodôntico de revascularização entre um grupo experimental, no qual uma membrana de colágeno Bio-Gide (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suíça) (Figura 8) serviu como um auxiliar a técnica e um grupo de controle sem seu uso.

Figura 8 - Membrana de colágeno Bio-Gide



Fonte: Jiang, Liu e Peng (2017).

As crianças foram submetidas a tratamento odontológico de janeiro de 2014 a fevereiro de 2016, no Departamento de Pediatria Odontologia, Hospital de Estomatologia da Universidade de Pequim. Foi realizada anamnese, exames clínicos, sensibilidade à polpa e exames radiográficos. Foi conversado e informado aos responsáveis as opções de tratamentos, os riscos e benefícios. Após o termo de consentimento livre e esclarecido assinado, procedeu-se ao início do tratamento.

A primeira sessão foi realizada com anestesia com articaína a 4% com epinefrina 1: 100.000, abertura coronária, isolamento absoluto, irrigação copiosa duas vezes usando uma agulha de irrigação posicionados 1 mm da extremidade raiz: primeiro com 20 ml de solução de hipoclorito de sódio a 1,25% (por 5 minutos) e, em seguida, com solução salina (20 mL / canal, 5 minutos). Secagem dos canais com cones de papel estéreis, e o hidróxido de cálcio foi inserido no sistema do canal radicular, usando-se uma seringa e temporariamente selado com um ionômero de vidro.

Após duas semanas, os pacientes foram avaliados se havia algum sinal ou sintoma de infecção persistente (se sim, seria realizada mais uma sessão com medicação intracanal). Na segunda sessão, para a anestesia, empregou-se a lidocaína 2% sem vasoconstritor, isolamento absoluto, irrigação abundante com 20 mL de EDTA a 17%, secagem dos canais com cones de papel estéreis, o sangramento foi induzido com uma lima K manual 2 mm, além do forame apical, a membrana de colágeno foi colocada no terço médio da raiz em cima do coágulo sanguíneo e vedamento com o Agregado de Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa) e restauração definitiva com resina composta Filtek Z250 (3M ESPE, Irvine, CA).

2.4.3 Técnica utilizando o PRF (fibrina rica em plaquetas) associado à indução do sangramento

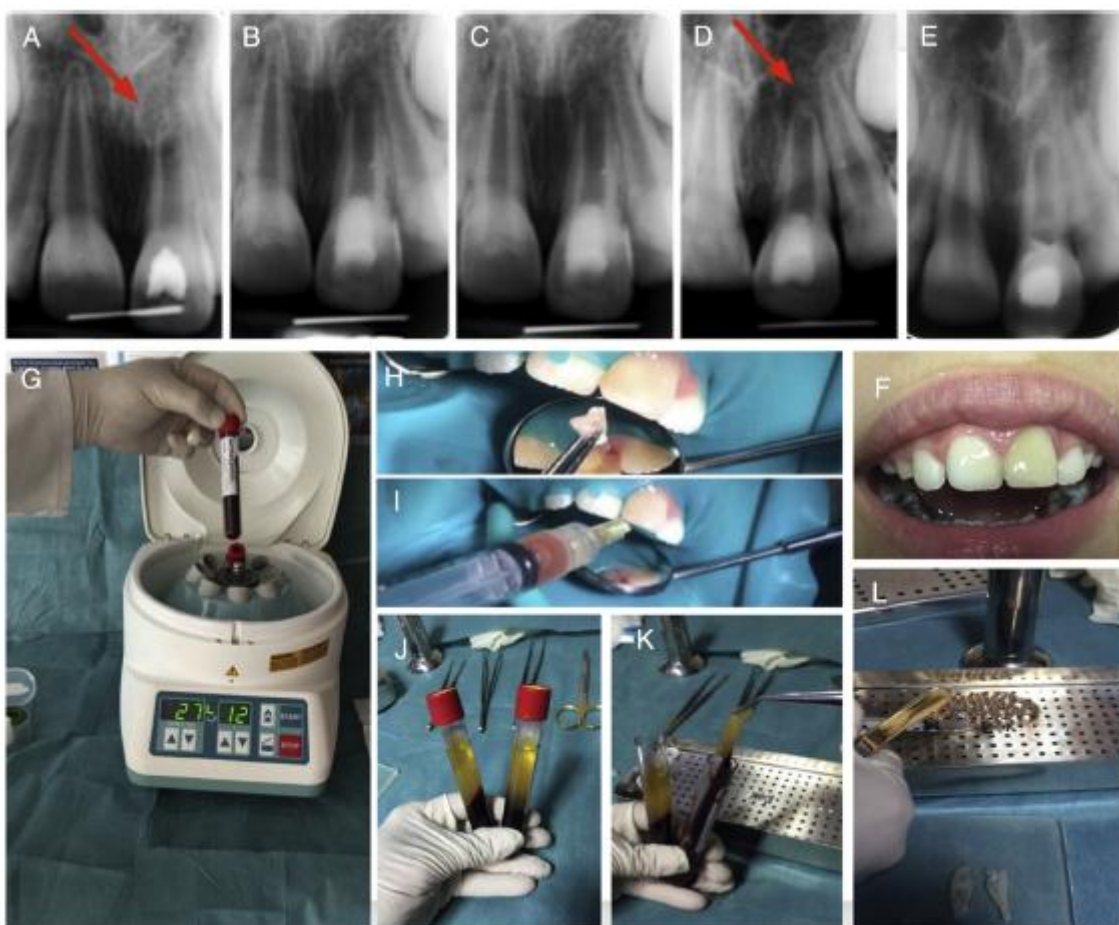
Bakhtiar et al. (2017) relataram alguns casos clínicos, utilizando o mesmo protocolo de revascularização em todos. Empregou-se PRF (fibrina rica em plaquetas) associado à indução do sangramento, em quatro dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar e foram avaliados clínica e radiograficamente por 18 meses (Figuras 9, 10 e 11). O tratamento endodôntico regenerativo foi iniciado após a obtenção do consentimento dos responsáveis.

Na primeira consulta após anestesia com lidocaína a 2% com epinefrina 1:80.000 (Darupakhsh, Teerã, Irã), isolamento absoluto e abertura coronária, foi realizada a odontometria, para determinar o comprimento de trabalho do canal radicular, utilizando um dispositivo de medição de comprimento de canal radicular eletrônico (Root ZX; J Morita MFQ, Kyoto, Japão), confirmado por uma radiografia periapical digital (Soredex, Tuusula, Finlândia). Em seguida, irrigação copiosa com 20 ml de solução de hipoclorito de sódio a 1,5% (NaOCl) por 5 minutos e 20 ml de solução salina por 5 minutos. Foi realizada uma leve instrumentação com lima H # 40 (Mani; Utsunomiya, Tochigi, Japão) com o objetivo de romper o biofilme e limpar as paredes dentinárias sem alargar o canal. Secagem do canal com cones de papel estéreis. As paredes internas da câmara pulpar foram seladas com um agente de colagem de dentina (3M ESPE Dental Products, St Paul, MN), para minimizar o risco de coloração da coroa. Em seguida, proporções iguais de ciprofloxacina (167 mg) (Aria, Teerã, Irã), metronidazol (comprimido, 167 mg) (Daroopakhsh, Teerã, Irã) e

cefaclor (cápsula, 167 mg) (Losefar; Zentiva Co, Istanbul, Turquia) foram trituradas e misturadas com 0,50 mL de solução salina normal, para formar uma pasta cremosa (1 g / mL), que foi inserida no canal com uma seringa (Centrix Inc, Shelton, CT), assegurando, assim, que ela permanecesse abaixo da junção cimento-esmalte. Selamento coronário com 3 a 4 mm de Cavit (3M ESPE Dental Products) e o paciente foi dispensado por 3 semanas.

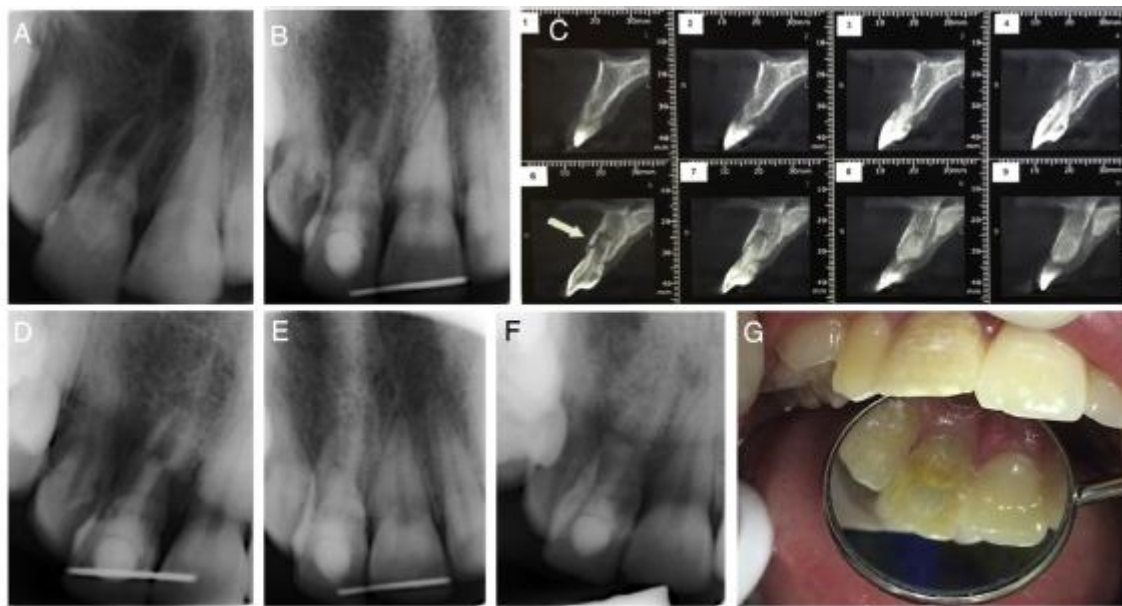
Na segunda consulta, após certificar que a paciente encontrava-se assintomática, anestesia com mepivacaína a 3% sem vasoconstritor, isolamento absoluto, o acesso coronário foi reaberto, a mistura antibiótica foi removida com 20 mL de EDTA a 17% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) e secagem do canal radicular com cones de papéis estéreis. O sangramento foi induzido pela inserção de uma lima manual nº 20 (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) além do ápice. Para a preparação do PRF, 9mL do sangue total do paciente foram coletados em tubos estéreis da veia cubital. Os tubos foram centrifugados, durante 12 minutos, a uma velocidade de 2700 rpm (Intra-Lock Internacional, Boca-Raton, FL). Três camadas foram formadas dentro de cada tubo de ensaio: uma camada de base contendo eritrócitos, uma camada intermediária de coágulo PRF e uma camada superficial de plasma acelular. O coágulo de PRF foi separado das outras camadas e depois comprimido em recipiente de PRF (Intra-Lock International). A membrana de PRF foi inserida dentro do canal radicular e condensada apicalmente com um plugger de mão endodôntico. Selamento coronário com Biodentine (Septodont, Saint-Maur, França) e cimento de ionômero de vidro modificado por resina (GC America: GC Fuji Filling LC, Alsip, IL).

Figura 9 - (A) Menina de 9 anos com história de avulsão do incisivo central superior esquerdo com abscesso periapical e dente necrótico com ápice aberto (seta vermelha). Radiografias realizadas nos seguimentos de (B) 1 mês, (C) 3 meses e (D) 6 meses revelaram sinais de fechamento apical completo apreciável após 6 meses (seta vermelha). (E) O seguimento de 18 meses indicou mais fechamento apical. (F) Descoloração mínima após 18 meses foi perceptível. (G) Os tubos estéreis foram centrifugados a 2700 rpm durante 12 minutos. (H) Uma parte do coágulo de PRF foi inserida no canal radicular. (I) O canal radicular foi irrigado com o líquido no qual o coágulo de PRF estava flutuando. (J e K) Três partes foram formadas nos tubos, a camada intermediária de coágulo PRF foi coletada. (L) O coágulo PRF foi colocado sobre uma placa de vidro.



Fonte: Bakhtiar et al. (2017).

Figura 10 - (A) Radiografia inicial. (B) O seguimento de 1 mês revelou desenvolvimento na raiz. (C) O exame complementar pré-operatório (tomografia computadorizada cone beam) revelou um dente imaturo com ápice aberto e reabsorção óssea cervical (seta branca). (D e E) Os seguimentos de 3 e 6 meses evidenciaram espessamento das paredes dentinárias e fechamento apical. (F) O seguimento de 18 meses indicou maior espessamento das paredes dentinárias com fechamento apical. (G) O acompanhamento de 18 meses também mostrou descoloração mínima.



Fonte: Bakhtiar et al. (2017).

Figura 11 - (A) Radiografia de odontometria. (B) A aparência clínica antes do tratamento dos incisivos superiores. (C) A radiografia de acompanhamento de 1 mês. (D) A radiografia de seguimento de 3 meses indicou redução da lesão periapical inicial. (E) Radiografia de 6 meses de acompanhamento revelaram indicações de fechamento apical. (F) Aparência clínica após 6 meses. (G) Após 12 meses mostrou pequeno espessamento das paredes dentinárias dos incisivos superiores. (I) O seguimento de 18 meses revelou espessamento das paredes dentinárias laterais no incisivo direito maxilar e pequeno fechamento apical no incisivo superior esquerdo, mas o fechamento apical não foi completo após 18 meses no incisivo maxilar direito. (H e J) Aparência clínica após a reconstrução dos incisivos superiores após 18 meses.



Fonte: Bakhtiar et al. (2017).

2.5 MECANISMO DE AÇÃO

A fase de erupção e formação radicular (rizogênese) dos dentes permanentes corresponde à infância e adolescência dos pacientes, isto é, quando eles estão mais susceptíveis a apresentar cáries e/ou sofrer traumatismos dentários, fatores que podem alterar o completo desenvolvimento radicular. A rizogênese acontece, quando os epitélios interno e externo do órgão do esmalte proliferam, em direção apical, para induzir a formação da raiz do dente, o epitélio resultante dessa proliferação é a bainha epitelial de Hertwig. Com isso, inicia-se a formação da dentina radicular pela presença dessa bainha que estimula o aparecimento de odontoblastos, a partir das células da papila dentária (HARGREAVES; COHEN, 2011).

O protocolo de revascularização é indicado para tratamento de dentes com rizogênese incompleta e alguns autores explicam o mecanismo de ação, na técnica de revascularização, para o desenvolvimento completo da raiz.

Em alguns estudos infere-se que um mecanismo possível é que células pulpares permaneçam vitais no ápice radicular, com isso, essas células podem se proliferar por meio do coágulo sanguíneo e se diferenciarem em odontoblastos por influência de restos epiteliais de hertwig (BRANCHS; TROPE, 2004; GRONTHOS et al., 2002).

Importantes fatores de crescimento biologicamente ativos estão aderidos à matriz dentinária, durante a dentinogênese, alguns deles sendo o fator de crescimento endotelial vascular e o fator de crescimento transformador beta-1, os quais são conhecidos por terem um efeito direto sobre a diferenciação e / ou proliferação de células tronco mesenquimais e o direcionamento para se diferenciarem em odontoblastos (KASTEN et al., 2006; VOGEL et al., 2006).

Wang et al. (2007) estudaram que outra possibilidade desenvolvimento das raízes é em razão do próprio coágulo sanguíneo, pois ele é uma fonte rica em fatores de crescimento. Tal qual Shah et al. (2008), mais um mecanismo possível poderia ser atribuído a células-tronco da papila apical ou da medula óssea.

Huang (2008) afirmaram que as células tronco dentárias podem ser potencialmente utilizadas, para a regeneração de tecidos dentários, isto é, polpa dentária e ligamento periodontal, por exemplo, ao observar, em suas análises, a polpa infectada de dentes com rizogênese incompleta. Após realizar a desinfecção do canal radicular, houve o desenvolvimento completo da raiz, podendo ser explicado pela possibilidade que SCAP (células estaminais da papila apical) sobreviverem, de alguma forma, à infecção.

Para Ding et al. (2009), a revascularização pulpar é uma modalidade de tratamento promissora pelo fato de reestabelecer a vitalidade dos dentes, permitindo o reparo e regeneração dos tecidos periapicais, por razões biológicas: o ápice aberto permite a migração de células-tronco/progenitoras para o interior dos canais radiculares, células da papila apical encontradas na região dos ápices imaturos possuem maior regeneração tecidual, estimulando o desenvolvimento radicular e o fechamento apical.

Em estudos realizados por Lovelace et al. (2011), foi demonstrado, pela primeira vez, que as células estaminais mesenquimatosas são entregues, nos

espaços do canal radicular, durante a revascularização, é possível que células-tronco da polpa dental mantenham-se vivas no interior do canal, mesmo em casos de periodontite ou essas células são originadas de outras estruturas dentais como papila apical, ligamento periodontal ou osso.

Hargreaves e Cohen (2011) apresentam que a regeneração funcional do complexo dentino-pulpar é baseada na engenharia tecidual e pode ser explicada pelo acondicionamento adequado das células-tronco e dos fatores de crescimento em um arcabouço.

Para Hargreaves, Diogenes e Teixeira (2013), procedimentos endodônticos regenerativos são baseados em três princípios fundamentais da engenharia de tecidos: 1 - Fontes apropriadas de células estaminais / progenitoras; 2 - Fatores de crescimento capazes de promover a diferenciação de células tronco; 3 - Auxiliares adequados para a regulação da diferenciação celular.

Trevino et al. (2014) enfatizam que a sobrevivência e viabilidade de células tronco mesenquimais em canais desbridados, são primordiais para o desenvolvimento da raiz, no entanto, além da sobrevivência, essas células devem manter sua capacidade de diferenciação para que o objetivo principal da revascularização se torne possível.

A regeneração pulpar ocorre pela atividade das células, a partir da polpa, periodonto, sistema vascular e imunitário e são necessários dois tipos celulares para o desenvolvimento radicular: odontoblastos e células epiteliais da bainha de Hertwig, presentes, em sua maioria, na região apical de dentes imaturos e capazes de resistir à inflamação. Os tecidos periapicais de dentes imaturos são ricos em suprimento sanguíneo e contêm células estaminais (são multipotentes com capacidade de proliferação e produção celular, além de serem capazes de se diferenciar em células especializadas que, em condições ideais, podem restaurar a parte perdida da polpa). Há dois tipos de células estaminais adultas e células-tronco embrionárias. As células estaminais adultas são encontradas na polpa apical e na região do ligamento periodontal (DHILLON; KAUSHIK; SHARMA, 2015; NAGY et al., 2014; NAMOUR; THEIS, 2014).

Quanto à revascularização em pacientes adultos, He et al. (2017) relataram que existem duas estratégias para que aconteça a regeneração da polpa dentária: transplante celular de células cultivadas progenitoras de ex-vivo e remoção de células por moléculas que recrutam as células residentes do paciente.

2.6 SUCESSO E INSUCESSO – PROSERVAÇÃO

A Associação Americana de Endodontia (AAE) dispõe que, para o sucesso de procedimentos endodônticos regenerativos, é necessário alcançar três objetivos: o primário, a eliminação dos sintomas e a evidência de cura óssea; o secundário, aumento da espessura da parede da raiz e/ou aumento do comprimento da raiz e o terciário, resposta positiva aos testes de vitalidade.

Para Branchs e Trope (2004), a previsibilidade desse procedimento e do tipo de tecido que se desenvolve no sistema do canal radicular, ainda, deve ser estudada. No entanto o benefício é grande em comparação à manutenção da raiz com uma parede fina e sensível a fraturas; se, no período de três meses, não houver sinal de desenvolvimento da raiz, é indicado iniciar o tratamento de apicificação tradicional.

Huang (2008) demonstrou, em seus estudos em cães, que a taxa de sucesso em procedimentos de revascularização é diretamente relacionada com a desinfecção do canal radicular e, também, pacientes jovens com rizogênese fornecem um bom volume de sangue no canal radicular, aumentando o potencial de sucesso, o que não seria possível em pacientes adultos.

Em estudo realizado por Chueh et al. (2009), quatro fatores favorecem o sucesso clínico da revascularização: a idade do paciente; dentes permanentes incompletos, geralmente, apresentam grande diâmetro do forame apical, permitindo o maior crescimento de pequenos vasos sanguíneos e tecido de polpa regenerativo no interior do canal; é preciso realizar um protocolo de revascularização mais conservador e, por último, é a medicação intracanal utilizada. No caso, foi utilizada a pasta de hidróxido de cálcio que age na desinfecção do canal radicular e induz a formação da ponte dentinária.

Thibodeau (2009) esclarecem que, apesar de não se ter informações relevantes de qual tecido é formado, no sistema do canal radicular, o protocolo de revascularização representa um potencial, na área de endodontia regenerativa, porém o acompanhamento deve ser feito, após três e seis meses do tratamento, realizando exames clínicos e radiográficos, anualmente, durante quatro anos.

O sucesso do tratamento de revascularização pulpar depende de três fatores: desinfecção do canal radicular, indução de coágulo sanguíneo na região periapical e impermeabilização coronária (ALBUQUERQUE et al., 2014; DING et al., 2009).

Para Petrino et al. (2010), existem algumas considerações, para um possível sucesso no procedimento de revascularização, com base no relato de três casos clínicos: (1) os cirurgiões dentistas devem considerar o uso de um anestésico sem vasoconstritor ao tentar induzir o sangramento; (2) uma matriz de colágeno é útil para a colocação controlada de MTA (Agregado Trióxido Mineral) para um nível desejado; (3) pacientes e responsáveis devem ser informados sobre a possível coloração da coroa, especialmente, em dentes anteriores, quando a pasta contém minociclina; e (4) a conformidade do paciente e dos pais com o plano de tratamento e acompanhamento.

Hargreaves e Cohen (2011) alertam que o sucesso para a revascularização não é de apenas de evidências radiográficas de cura periapical, mas também outros aspectos são analisados, como evidências clínicas e radiográficas do funcionamento do tecido vital no sistema do canal radicular, crescimento contínuo da raiz, tanto no comprimento como na espessura das paredes e o dente apresentar vitalidade durante o acompanhamento.

Além da desinfecção adequada, é crucial criar um microambiente nos canais radiculares que promova a sobrevivência, proliferação e a diferenciação das células-tronco para um possível sucesso da revascularização (ALTHUMAIRY et al., 2014; TREVINO et al., 2014; TURKISTANI; HANNO, 2011).

Para Hargreaves, Diogenes e Teixeira (2014), a cura da periodontite apical, espessamento das paredes das raízes e, recuperação de uma resposta positiva testes de sensibilidade pulpar estão correlacionados com um resultado bem-sucedido de terapia endodôntica.

Nagata et al. (2014) observaram que a gravidade do trauma dentário pode influenciar diretamente no sucesso do tratamento de revascularização pulpar, que pode ser explicado, porque o desenvolvimento continuado da raiz ocorre como resultado da viabilidade da bainha da raiz epitelial de Hertwig, da papila apical ou das células do ligamento periodontal, dentes com traumas dentários graves podem levar a complicações na cicatrização periodontal.

Lopes e Siqueira Júnior (2004) destacam que a preservação deve ser realizada, após três e seis meses e, anualmente, durante quatro anos. No período em que o acompanhamento deve ser avaliado, o crescimento radicular, o aumento da espessura da parede do canal, fechamento do forame apical e, em alguns casos, pode ocorrer resposta positiva aos testes de vitalidade. Porém, se após três meses,

não for observada nenhuma resposta de desenvolvimento radicular, deve-se optar em realizar o tratamento de apicificação.

Chen et al. (2012), ao analisarem 101 casos de revascularização, constataram que 96% dos casos apresentaram sucesso; a baixa, na taxa de insucesso, sugere que a técnica de revascularização é um método bem-sucedido para o tratamento de dentes permanentes imaturos com polpa danificada irreversivelmente. No entanto são necessários mais estudos clínicos controlados, padronização de métodos para a produção e análise de imagens radiográficas durante as visitas de acompanhamento. Além disso, é importante uma preservação, em longo prazo, para avaliar seu sucesso/insucesso sobre a sobrevivência do dente.

Para Martins et al. (2014), a efetividade da terapia de revascularização se dá pelos seguintes fatores: remissão da sintomatologia nos pacientes, funcionalidade do dente na arcada dentária, complementação do desenvolvimento radicular com espessamento das paredes dentinárias e fechamento apical, bem como retorno dos testes de sensibilidade pulpar para a condição de normalidade, em alguns casos.

Estefan et al. (2016) pontuam que os procedimentos de revascularização podem ser realizados, em qualquer idade que varie de 9 a 18 anos, todavia, pacientes mais jovens são candidatos melhores para esse método do que em adultos. O diâmetro apical é considerado o segundo fator, na previsibilidade dos resultados da revascularização, sendo bem-sucedidos os casos com diâmetros apicais pequenos (0,5 mm).

Jiang, Liu e Peng (2017) realizaram protocolo de revascularização, em dois grupos; em um, utilizando uma membrana de colágeno e em outro não foi utilizada, para eles, o uso do Bio-Gide (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suíça) não melhorou significativamente a taxa de sucesso ou o crescimento no apical da raiz, mas promoveu o desenvolvimento de dentina, no terço médio da raiz, que é uma vantagem que evita fraturas de raiz cervical.

Para Lin et al. (2017), a taxa de sucesso é influenciada, conforme a etiologia; casos de dens evaginatus demonstraram melhor prognóstico do que dentes com trauma, em seus estudos, comparando protocolo de revascularização e apicificação com 118 pacientes que foram divididos em dois grupos (80 pacientes realizaram a revascularização e 38 apicificação), aproximadamente, 90% dos casos de revascularização apresentaram sucesso.

Torabinejad et al. (2017) indicam que o sucesso da técnica de revascularização é avaliado como a ausência de sintomas clínicos juntamente com a completa cicatrização da lesão e completo desenvolvimento da raiz. O tempo de acompanhamento é um fator importante, na taxa de sucesso de um tratamento; o resultado pode ser alterado, em longo prazo, por isso, é necessária a preservação durante quatro anos.

Sancho et al. (2018) ressaltam que é necessário realizar uma seleção correta de caso, antes de propor o tratamento e esclarecer ao paciente que, caso a primeira opção não obtenha sucesso, será realizada uma segunda opção de tratamento. A falha no tratamento de revascularização pulpar pode ser em virtude de uma reinfecção, durante a indução de sangramento, atingindo um possível cisto; o tamanho e o tempo de duração da lesão periapical devem ser levados em consideração, assim como a idade do paciente.

A descoloração da coroa dental é um efeito colateral da revascularização pulpar, quando é utilizada a pasta tri-antibiótica contendo minociclina, mas atualmente está sendo substituída por cefaclor, doxiciclina ou, em alguns casos, utilizam o hidróxido de cálcio, diminuindo assim as chances de descoloração da coroa dental (BAKHTIAR et al., 2017; CHEN et al., 2012; ESTEFAN et al., 2016).

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Endodontia Regenerativa visa ao tratamento de dentes com necrose pulpar e ápice incompleto, tendo como opções a apicificação, tampão apical com MTA (Agregado Trióxido Mineral) e a revascularização pulpar.

Tradicionalmente era utilizada a apicificação, um método em que se empregava a inserção de hidróxido de cálcio, em longo prazo, nos canais radiculares com o objetivo de induzir a formação de uma barreira mineralizada e, posteriormente, a obturação dos canais; uma outra opção é a barreira apical com MTA, evitando, assim, a troca de pasta de hidróxido de cálcio (CHEN et al., 2012; ESTEFAN et al., 2016; HARGREAVES; COHEN, 2011; PETRINO et al., 2010; RESENDE, 2016; SHAH et al., 2008). Porém as duas técnicas não contribuem, para o completo desenvolvimento da raiz, permanecendo a raiz com as paredes finas e com risco de fratura.

Uma alternativa promissora ao tratamento convencional é a revascularização pulpar, para dentes com necrose pulpar e ápices incompletos, pois permite a continuidade do desenvolvimento radicular. Existem alguns protocolos na literatura, mas basicamente todos consistem na desinfecção do sistema de canais radiculares, indução do sangramento na região periapical, formação do coágulo sanguíneo e selamento do canal radicular.

É importante avaliar as indicações e contraindicações do tratamento e um fator que pode influenciar diretamente o prognóstico da revascularização pulpar é a idade do paciente, o qual sendo mais jovem têm maior chance de sucesso no tratamento (HARGREAVES; COHEN, 2011; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; TORABINEJAD et al., 2017). Entretanto, He et al. (2017) ressaltam que é possível realizar a revascularização pulpar em pacientes adultos.

A revascularização pulpar é um tratamento relativamente novo, mas existem inúmeros casos na literatura, mostrando o sucesso desse método (BAKHTIAR et al., 2017; BANCHS; TROPE, 2004; CHEN et al., 2012; ESTEFAN et al., 2016; JIANG; LIU; PENG, 2017; PETRINO et al., 2010; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009; WANG et al., 2015). Apesar da alta taxa de sucesso, ainda não há um consenso com relação ao protocolo na prática clínica, variando, principalmente, quanto às soluções irrigadoras e à medicação intracanal.

Alguns autores utilizaram o protocolo com soluções de hipoclorito de sódio 5,25%, digluconato de clorexidina 0,12% e pasta tri-antibiótica contendo ciprofloxacina, metronidazol e minociclina (BANCHS; TROPE, 2004; PETRINO et al., 2010; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009). Conforme a técnica utilizada por Chen et al. (2012), a irrigação foi realizada com solução de hipoclorito de sódio 5,25% e a medicação intracanal com hidróxido de cálcio.

Nagata et al. (2014) apontaram dois protocolos de revascularização, variando entre os grupos a medicação intracanal utilizada, sendo o grupo 1 (utilizando a pasta tri-antibiótica) e o grupo 2 (pasta de hidróxido de cálcio PA). O protocolo de irrigação nos dois grupos foi o mesmo, sendo inicialmente irrigados com solução de hipoclorito de sódio 6%, sua inativação com tiosulfato de sódio estéril 5%, seguido de irrigação com solução fisiológica e clorexidina a 2%, em seguida, aplicaram-se Tween 80 a 5% e 0,07% de lectina de soja, para a neutralização da solução de clorexidina. No que diz respeito à remoção da medicação intracanal, foi aplicado o EDTA 17% e soro fisiológico como irrigação final.

De acordo com Wang et al. (2015), realizando a revascularização em uma paciente de 39 anos, foi utilizada como solução irrigadora hipoclorito de sódio 2,5% e soro fisiológico e, para medicação intracanal, a pasta tri-antibiótica contendo ciprofloxacina, metronidazol e minociclina. Em vez da indução do coágulo sanguíneo, foi empregado o plasma rico em plaquetas (PRP) no interior do canal.

Conforme Estefan et al. (2016), foi utilizada a solução de hipoclorito de sódio 2,5%, para irrigação do canal radicular, pasta tri-antibiótica (ciprofloxacina, metronidazol e doxiciclina) como medicação intracanal e, na segunda sessão, irrigação final com EDTA a 17%.

O protocolo indicado por Bakhtiar et al. (2017) sinalizou que o canal radicular foi irrigado com solução de hipoclorito de sódio a 1,5% e soro fisiológico; para medicação intracanal, a pasta tri-antibiótica, contendo ciprofloxacina, metronidazol e cefaclor e, na sessão seguinte, foi utilizado o EDTA a 17% para remoção da pasta. Após a indução do sangramento no canal radicular, foi inserida a membrana de PRF (plasma rico em fibrina).

Na técnica utilizada por Jiang, Liu e Peng (2017), a solução irrigadora de escolha foi o hipoclorito de sódio a 1,25%, medicação intracanal com hidróxido de cálcio. Na segunda sessão, irrigação final com EDTA a 17% e, após a formação do coágulo sanguíneo, foi colocada uma membrana de colágeno (Bio-Guide).

É importante ressaltar que, na sessão de indução do sangramento, é imprescindível a utilização de um anestésico sem vasoconstritor, para que assim seja possível a formação do coágulo sanguíneo (AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS - AAE, 2018; BAKHTIAR et al., 2017; JIANG; LIU; PENG, 2017).

Em relação ao material de vedamento coronário, nos casos relatados na literatura, foi utilizado o Agregado Trióxido Mineral (MTA, Densply Tulsa Dental, Tulsa), o qual é um material considerado biocompatível, cria um ambiente desfavorável à colonização bacteriana e promove uma aderência celular inicial e seu posterior desenvolvimento (BAKHTIAR et al., 2017; BANCHS; TROPE, 2004; CHEN et al., 2012; ESTEFAN et al., 2016; JIANG; LIU; PENG, 2017; PETRINO et al., 2010; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009; WANG et al., 2015).

O sucesso do tratamento depende de alguns requisitos, como ausência de dor ou edema e resposta positiva ao teste de sensibilidade pulpar; o exame radiográfico deve demonstrar aumento do comprimento da raiz, aumento da espessura das paredes dentinárias, diminuição do diâmetro apical e cura da lesão periapical. A preservação do tratamento de revascularização é muito importante, devendo ser realizada com três e seis meses e, anualmente, durante quatro anos, após o tratamento (HARGREAVES; COHEN, 2011; LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2004; PETRINO et al., 2010; THIBODEAU, 2009; TORABINEJAD et al., 2017).

A Associação Americana de Endodontistas (AAE) preconiza que as recomendações são para que, durante a preservação, seja observada a resolução da lesão periapical de seis a doze meses, após o tratamento e o aumento da largura e comprimento da raiz de doze a trinta e seis meses, após o tratamento, justificando, assim, a necessidade de um acompanhamento de quatro anos.

A descoloração da coroa dental é um efeito colateral da revascularização pulpar, quando é utilizada a pasta tri-antibiótica, contendo minociclina, porém, atualmente, está sendo substituída por cefaclor, doxiciclina ou, em alguns casos, o hidróxido de cálcio (BAKHTIAR et al., 2017; CHEN et al., 2012; ESTEFAN et al., 2016; NAGATA et al., 2014).

Independentemente das técnicas utilizadas por cada autor, o fator primordial, para o sucesso da revascularização pulpar, é o controle da infecção do canal radicular.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revascularização pulpar é um procedimento relativamente novo e muito promissor na Odontologia. Atualmente, vem sendo a primeira escolha de tratamento, para dentes com ápices incompletos, pelo fato de promover aumento do espessamento das paredes de dentina e fechamento do forame apical.

Há algumas variações nas técnicas utilizadas na literatura, porém todas visam a uma completa sanificação do canal radicular, para que, assim, o procedimento obtenha sucesso.

Um efeito colateral do tratamento é a descoloração da coroa dental devido ao uso da minociclina. Todavia, atualmente, vem sendo substituída por outros medicamentos que realizam a mesma função e apresentam vantagens, ao se realizar a revascularização pulpar, quando comparada aos outros procedimentos, principalmente, em relação à diminuição do risco de fratura da raiz.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M.T.P. et al. Pulp revascularization: alternative treatment to the apexification of immature teeth. **Gaúcha Odontologia**, Campinas, v. 62, n. 4, p. 401-410, out./dez. 2014.
- ALTHUMAIRY, R. I. et al. Effect of dentin conditioning with intracanal medicaments on survival of stem cells of apical papilla. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 40, n. 4, p. 521-525, Apr. 2014.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS. **Clinical considerations for regenerative procedures**. Disponível em: <www.aae.org/regenerativeendo/>. Acesso em: 23 set. 2018.
- BAKHTIAR, H. et al. Second-generation Platelet Concentrate (Platelet-rich Fibrin) as a scaffold in regenerative endodontics: a case series. **Journal of Endodontics, Baltimore**, v. 43, n. 3, p. 401-408, Mar. 2017.
- BANCHS, F.; TROPE, M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, p. 196–200, 2004.
- CHEN, M. Y. H. et al. Responses of immature permanente teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 45, p. 294–305, 2012.
- CHOUKROUN, J. et al. Une opportunité en parodontologie: le PRF. **Implantodontie**, [S. l.], v. 42 p. 55–62, 2001.
- CHUEH, L. H. et al. Regenerative endodontic treatment for necrotic immature permanent teeth. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 35, n. 2, p. 160-164, Feb. 2009.
- CHUEH, L. H.; HUANG, G. T. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: a paradigm shift. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 32, p. 1205–1213, 2006.
- CVEK, M. et al. Effect of topical application of doxycycline on pulp revascularization and periodontal healing in reimplanted monkey incisors. **Endodontics and Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 6, p. 170-176, 1990.
- CVEK, M. Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide I. Follow-up of periapical repair and apical closure of immature roots. **Odontologisk Revy**, Malmo, v. 23, p. 27–44, 1972.
- DEL SOLAR, C. Q. 3Mix-MP / Pasta triantibiótica / Pasta de Hoshino / LSTR Therapy. v. 3. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=d0k-griF_B0>. Acesso em: 23 set. 2018.

DHILLON, H.; KAUSHIK, M.; SHARMA, R. Regenerative Endodontics – Creating new horizons. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, Hoboken, v. 104b, p. 676-685, 2016.

DING, R. Y. et al. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 35, n. 5, p. 745-749, May 2009.

ESTEFAN, B. S. et al. Influence of age and apical diameter on the success of endodontic regeneration procedures. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 42, n. 11, p. 1620-1625, Nov. 2016.

GALLER, K. M. al. Dentin conditioning codetermines cell fate in regenerative endodontics. **Journal of Endodontics**, Baltimore v. 37, p. 1536–1541, 2011.

GRONTHOS, S. et al. Stem cell properties of human dental pulp stem cells. **Journal of Dental Research**, Washington, v. 81, p. 531–535, 2002.

HARGREAVES, K. M.; COHEN, S. **Caminhos da polpa**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 550-564.

HARGREAVES, K. M.; DIOGENES, A.; TEIXEIRA; F. B. Paradigm lost: a perspective on the design and interpretation of regenerative endodontic Research. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 40, p. 65-69, 2014.

HARGREAVES, K. M.; DIOGENES, A.; TEIXEIRA, F. B. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 39, p. S30–S43, 2013.

HOSHINO, E. et al. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 29, p. 125–130, 1996.

HUANG, G. T. J. A paradigm shift in endodontic management of immature teeth: Conservation of stem cells for regeneration. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 36 p. 379-386, Mar. 2008.

IWAYA, S. I.; IKAWA, M.; KUBOTA, M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. **Dental Traumatology**, Copenhagen, v. 17, p. 185–187, 2001.

JIANG, X.; LIU, H.; PENG, C. Clinical and radiographic assessment of the efficacy of a collagen membrane in regenerative endodontics: a randomized, controlled clinical trial. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 43, n. 9, p. 1465-1471, Sept. 2017.

JI, B. et al. The combination use of platelet-rich fibrin and treated dentin matrix for tooth root regeneration by cell homing. **Tissue Engineering Part A**, New Rochelle, v. 21, p. 26–34, 2015.

KASTEN, P. et al. Influence of platelet-rich plasma on osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells and ectopic bone formation in calcium phosphate ceramics. **Cells Tissues Organs**, Basel, v. 183, p. 68–79, 2006.

KONTAKIOTIS, E. G.; FILIPPATOS, C. G.; AGRAFIOTI, A. Levels of evidence for the outcome of regenerative endodontic therapy. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 40, p. 1045–1053, 2014.

LIN, J. et al. Regenerative endodontics versus apexification in immature permanent teeth with apical periodontitis: a prospective randomized controlled study. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 43, n. 11, p. 1821-1825, 2017.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

LOVELACE, T. W. Et al. Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 37, p. 133–138, 2011.

MARTIN, D. E. et al. Concentration-dependent effect of sodium hypochlorite on stem cells of apical papilla survival and differentiation. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 40, p. 51–55, 2014.

MTA Angelus. **Mais que biocompatível, bioativo!** Disponível em: <<http://angelus.ind.br/MTA-Angelus-10.html>>. Acesso em: 22 out. 2018.

MOHAMMADI, Z.; ABBOTT, P. V. On the local applications of antibiotics and antibiotic-based agents in endodontics and dental traumatology. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 42, p. 555–567, 2009.

NAGATA, J. Y. et al. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 40, p. 606–612, 2014.

NAGY, M. M. et al. Regenerative potencial of immature permanent teeth with necrotic pulps after diferente regenerative protocols. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 40, n. 2, p. 192-198, 2014.

NAMOUR, M.; THEIS, S. **Pulp revascularization of immature permanent teeth: a review of the literature and a proposal of a new clinical protocol**. 2014. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/737503/>>. Acesso em: 24 out. 2018.

NYGAARD-OSTBY, B.; HJORTDAL, O. Tissue formation in the root canal following pulp removal. **Scandinavian Journal of Dental Research**, Copenhagen, v. 79, p. 333–349, 1971.

PETRINO, J. Á. et al. Challenges in regenerative endodontics: a case series. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 36, p. 536–541, 2010.

REYNOLDS, K.; JOHNSON, J. D.; COHENCA, N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspids using a modified novel technique to eliminate potential coronal discolouration: a case report. **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 42, p. 84–92, 2009.

RUPAREL, N. B. et al. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 38, n. 10, p. 1372-1375, Oct. 2012.

SANCHO, J. M. M. Falha de revascularização de um dente imaturo com cisto inflamatório. **Dental Press Endodontics**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 51-57, jan./ abr. 2018.

SANTIAGO, C. N. et al. Revascularization technique for the treatment of external inflammatory root resorption: a report of 3 cases. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 41, n. 9, p. 1560-1564, Sept. 2015.

SHAH, N. et al. Efficacy of revascularization to induce apexification / apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 34, p. 919–925, 2008.

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**, Oxford, v. 42, p. 1118–1126, 2009.

THIBODEAU, B. Case report: pulp revascularization of a necrotic, infected, immature, permanent tooth. **Pediatric Dentistry**, Chicago, v. 31, p. 145–148, 2009.

TORABINEJAD, M. et al. Regenerative endodontic treatment or mineral trioxide aggregate apical plug in teeth with necrotic pulps and open apices: a systematic review and meta analysis. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 43, n. 11, p. 1806-1820, Nov. 2017.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; PITT FORD, T. R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 19, n. 12, p. 591-595, 1993.

TREVINO, E. G. et al. Effect of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla in a platelet-rich plasma scaffold in human root tips. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 37, p. 1109–1015, 2011.

TROPE, M. Treatment of immature teeth with non-vital pulps and apical periodontitis. **Endodontic Topics**, Oxford, v. 14, 51–59, 2006.

TURKISTANI J.; HANNO, A. Recente trends in the management of dento alveolar traumatic injuries to primary and young permanent teeth. **Dent Traumatology**, Copenhagen, v. 27, n. 1, p. 46-54, 2011.

VOGEL, J. P. et al. Platelet-rich plasma improves expansion of human mesenchymal stem cells and retains differentiation capacity and in vivo bone formation in calcium phosphate ceramics. **Platelets**, Abingdon, v. 17, p. 462–469 2006.

WANG, D. D. S. et al. Pulp Revascularization on permanent teeth with open apices in a middle-aged patient. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 41, n. 9, p. 1571-1575, Sept. 2015.

WANG, Q. et al. Expression of vascular endothelial growth factor in dental pulp of immature and mature permanent teeth in human. **Shanghai Kou Qiang Yi Zue**, Shanghai, v. 16, p. 285–289, 2007.

WIGLER, R. et al. Revascularization: a treatment for permanent teeth with necrotic pulp and incomplete root development. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 39, n. 3, p. 319-326, Mar. 2013.