

REVASCULARIZAÇÃO PULPAR: CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS E IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

Pulp Revascularization: technical considerations and clinical implications

Murilo Priori Alcalde¹

Bruno Martini Guimarães¹

Samuel Lucas Fernandes¹

Pablo Andrés Amoroso-Silva¹

Clóvis Monteiro Bramante¹

Rodrigo Ricci Vivan¹

Marco Antonio Hungaro Duarte¹

¹Departamento de Endodontia, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, SP, Brasil.

ALCALDE, Murilo Priori *et al.* Revascularização pulpar: considerações técnicas e implicações clínicas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 33, n. 3, p. 415-432, 2014.

RESUMO

Introdução: O tratamento endodôntico de dentes portadores de necrose pulpar e rizogênese incompleta têm sido tratados, recentemente, por meio da revascularização pulpar. Essa promissora alternativa de tratamento promove tanto o fechamento apical quanto o término do desenvolvimento radicular. Atualmente vários protocolos têm sido propostos, entretanto pouco se sabe sobre o sucesso por meio da instrumentação mecânica e do uso de medicações a base de hidróxido de cálcio ou pasta tri-antibiótica nos casos com indicação de revascularização pulpar. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura abordando os protocolos de revascularização e suas implicações clínicas para o tratamento de dentes portadores de necrose pulpar e ápices incompletos. **Resultados e discussão:** As causas que normalmente interrompem a formação radicular são os traumatismos dentários e cáries dentárias, que podem causar a

Recebido em: 14/09/2014

Aceito em: 03/11/2014

necrose pulpar. Sendo assim, os dentes que apresentam rizogênese incompleta e necrose pulpar geralmente eram tratados pelo método de apicificação ou mesmo a confecção de um plug apical de MTA, a fim de conseguir a formação de uma barreira apical. Porém, através desse método, as raízes continuam com as paredes dentinárias finas e fragilizadas. **Conclusão:** Com base nessa revisão, pode-se concluir que a revascularização pulpar é uma alternativa como tratamento para dentes com rizogênese incompleta portadores de necrose pulpar, porém, não há um protocolo estabelecido e considerado ideal.

Palavras-chave: Apicificação. Revascularização pulpar. Coágulo Sanguíneo.

ABSTRACT

Endodontic treatment of immature teeth with necrotic pulp and incomplete root formation has been recently treated with pulp revascularization. It is a promising alternative treatment to promote apical closure and root development. To date, a variety of revascularization protocols have been described, however little is known about the success of combining mechanical instrumentation and intracanal medication such as calcium hydroxide or triantibiotic paste. Thus, the aim of this study is to present a review of literature of pulp revascularization protocols and its clinical implications for treatment of teeth with pulp necrosis and incomplete apex. The causes that usually interrupt the root formation are dental traumatism and caries, which can lead to pulp necrosis. Therefore, the immature permanent teeth and pulp necrosis were usually treated by apexification or the confection of an apical MTA plug, in order to accomplish the formation of an apical barrier. However, by this method, the roots canal walls remain thin and fragile. It may be concluded that the pulp revascularization treatment is an alternative approach for immature permanent teeth with pulp necrosis. However, there is not a standardized protocol that is considered ideal in these cases.

Keywords: *Apexification. Pulp revascularization. Blood Clot.*

INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico em dentes com necrose pulpar e rizogênese incompleta é um desafio para a terapia endodôntica. O prepa-

ALCALDE, Murilo
Piori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ro biomecânico torna-se limitado devido as paredes dentinárias finas do canal radicular, o que torna o elemento dental mais susceptível a fratura (HACHMEISTER *et al.*, 2002; PACE *et al.*, 2007).

Tradicionalmente esses dentes recebem um tratamento denominado de apicificação. Esse procedimento consiste em trocas sucessivas de pastas de hidróxido de cálcio, com o objetivo de induzir a formação de uma barreira mineralizada, a qual irá possibilitar uma posterior obturação do canal radicular. Porém, esse tipo de tratamento demanda várias sessões, tornando o tratamento longo (PETRINO *et al.*, 2010; RAFTER, 2005). Estudos demonstraram que a permanência a longo prazo desta medicação pode levar a fragilização da raiz devido às propriedades higroscópicas e proteolíticas do hidróxido de cálcio (ANDREASSEN *et al.*, 2002)

Uma outra alternativa de tratamento é a criação de uma barreira apical artificial com o próprio hidróxido cálcio ou agregado trióxido mineral (MTA), com ou sem uma matriz apical, para posterior obturação. A vantagem deste tratamento é que pode ser realizado em uma única sessão, dispensando inúmeras consultas, diminuindo assim o tempo de tratamento e com a mesma qualidade. A utilização do MTA para confecção do tampão apical, em substituição do hidróxido de cálcio, é justificada pela sua boa capacidade de selamento e sua resposta biológica (NOSRAT *et al.*, 2011). Entretanto, a confecção do tampão apical e a apicificação tem a desvantagem de não permitir a continuidade do desenvolvimento radicular, o que poderia manter a fragilidade radicular e elevar a possibilidade de fratura (NOSRAT *et al.*, 2011).

Diante do exposto, a regeneração pulpar passa a ser uma alternativa para tratamento de dentes com necrose pulpar e rizogênese incompleta, estimulando a formação de um novo tecido no interior do canal radicular (LOVELACE *et al.*, 2011).

Nas décadas de 50 e 60, estudos foram realizados sobre a regeneração pulpar, entretanto, com um enfoque diferente do que é dado na atualidade. Neste período, os estudos abordavam a regeneração pulpar de dentes reimplantados ou transplantados, avaliando a sua eficiência e os possíveis danos que a ausência dessa revascularização poderia causar ao dente (HALE, 1954; MYERS; FLANAGAN, 1958; PAFFORD, 1956).

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura abordando os protocolos de revascularização e suas implicações clínicas para o tratamento de dentes portadores de necrose pulpar e ápices incompletos.

Regeneração Pulpar

A endodontia regenerativa inclui diversos tipos de procedimentos como regeneração pulpar, apicificação e apicigênese. Pode ser definida como um tratamento que visa o direcionamento biologicamente controlado da regeneração ou reparo do tecido danificado. Esses mecanismos ocorrem nas estruturas do complexo dentinho-pulpar, originando tecidos viáveis, de preferência da mesma origem, que restabelecem as funções fisiológicas desse complexo (JUNG *et al.*, 2008).

Atualmente, o foco principal dessa área da endodontia tem sido a regeneração pulpar, visando a continuidade da formação radicular em dentes necrosados e com ápices incompletos. Para compreensão da regeneração pulpar alguns fatores devem ser levados em consideração, como a presença de células-tronco, fatores de crescimento e uma matriz de crescimento. Além disso, é necessário um microambiente favorável à proliferação e diferenciação celular. Mas, para isso ocorra, é necessário o controle da infecção do canal radicular (HARGREAVES *et al.*, 2008).

A regeneração pulpar consiste na desinfecção dos sistemas de canais radiculares, seguida da indução de um sangramento da região periapical, a qual irá preencher o canal radicular com coágulo sanguíneo. Então, células indiferenciadas provenientes da papila apical e associado aos fatores de crescimentos presentes, provavelmente liberados pelas plaquetas e dentina, iniciarão a formação de um novo tecido no interior do canal radicular (LOVELACE *et al.*, 2011). Em seguida, o dente é selado na porção cervical com MTA e com materiais restauradores. (SHAH *et al.*, 2008)

Cientificamente as células tronco são classificadas como: multipotentes e pluripotentes. As células multipotentes são células capazes de se diferenciar em qualquer outra células desde que tenha a mesma origem embrionária, e as pluripotentes são aquelas capazes de diferenciar em qualquer outra células independentemente da sua origem embrionária. Essas células são encontradas no período embrionário podendo ser de origem mesenquimal ou ectomesenquimal. Seu principal objetivo é substituir, reparar e melhorar órgãos e tecidos danificados (WANG *et al.*, 2010)

Ainda não há absoluta certeza quanto a origem das células-tronco em processos de regeneração. Acredita-se que elas tenham origem da papila apical, uma vez que esta se encontra dilacerada durante a obtenção de um sangramento intrarradicular. Mesmo com o grande desenvolvimento científico, permanece a dúvida de como essas células sobrevivem a meios desfavoráveis como de uma inflamação periapical. A explicação mais plausível é que o ambiente hipóxicos

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

umentam a proliferação e o potencial angiogênico das células-tronco (WANG *et al.*, 2010).

Há algumas teorias baseadas em estudos que tentam explicar o mecanismo de regeneração pulpar. A região periapical de dentes com ápices incompletos possui células multipotentes, que possuem a grande potencial de diferenciação, podendo formar novos fibroblastos, cementoblastos e odontoblastos (WANG *et al.*, 2007). Cogita-se que é possível que algumas células pulpares permaneçam vitais no ápice radicular podendo se proliferar em uma matriz recém-formada no interior do canal radicular e se diferenciar por estímulos dos restos epiteliais de malassez (BANCHS; TROPE, 2004; GROTHOS *et al.*, 2002).

A segunda teoria relata que o desenvolvimento radicular possa estar conectado com a penetração de células-tronco multipotentes provenientes da papila apical ou da medula óssea no interior do canal radicular. Estas células possuem alta capacidade proliferativa. Isso também se deve a alta quantidade de fatores de crescimento presente no coágulo sanguíneo, o qual apresenta um papel fundamental na regeneração (WANG *et al.*, 2007).

Por fim, Seo *et al.* (2004), afirmam que há a possibilidade de células tronco provenientes do ligamento periodontal presentes no ápice radicular de dentes jovens. As mesmas se diferenciariam em cementoblastos, osteoblastos e odontoblastos, depositando dentro do canal radicular um tecido similar a um tecido osteocementóide, dando prosseguimento a formação radicular.

Os fatores de crescimento são proteínas que se ligam ao receptores celulares atuando como sinalizadores para iniciar a indução da diferenciação e/ou crescimento celular e estão presentes em abundância no casos de regeneração tecidual. Os fatores fundamentais para este processo são: fator de crescimento transformador (TFG) e proteína morfogenética óssea (BMPs) (MURRAY *et al.*, 2007; BANSAL, 2011).

Estudos recentes demonstram que a dentina age como um reservatório para estes fatores. Uma vez induzida sua desmineralização, seja por agentes cauterizantes, ácidos ou até mesmo lesões cáries, esses fatores são liberados exercendo um papel fundamental na formação da dentinogênese terciária (GRAHAM *et al.*, 2006).

Para que o processo de regeneração ocorra e células e fatores de crescimento possam realizar seu papel há a necessidade de um ambiente favorável e para isto, a presença de uma matriz de crescimento é indispensável. Assim, ocorrerá a organização, proliferação, diferenciação e regeneração celular. A matriz de crescimento que vem sendo largamente utilizada e apresentando resultados

excelentes é o coágulo sanguíneo (THIBODEAU, 2007; CHANDRAHASA *et al.*, 2011).

Soluções irrigadoras

A etapa fundamental para que a regeneração pulpar ocorra é a desinfecção dos sistemas de canais radiculares. Isso se dá pela ação mecânica do instrumento endodôntico contra as paredes do canal, e por meio de soluções químicas auxiliares. O preparo mecânico nestes casos devem ser cautelosos, devido as finas paredes dentinárias. Assim, torna-se importante o uso das substâncias irrigadoras e a medicação intracanal (LOVELACE *et al.*, 2011).

Dentre as substâncias químicas mais utilizadas para este procedimentos temos o hipoclorito de sódio (NaOCl) e gluconato de clorexidina (CLX), sendo a primeira mais largamente utilizada e com maior aceitação a nível mundial. As duas principais propriedades do hipoclorito de sódio são: ação antimicrobiana potente e capacidade de dissolução de tecido orgânico (TREVINO *et al.*, 2011). Já a solução de clorexidina apresenta excelente potencial antimicrobiano frente patógenos endodôntico e também efeito residual, logo sua utilização pode ser viável visando aumentar o potencial antimicrobiano do tratamento (REYNOLDS *et al.*, 2009)

Na terapia de regeneração pulpar as concentrações do hipoclorito de sódio variam entre 2,5% a 6%, tendo apresentado resultados satisfatórios (NOSRAT *et al.*, 2011). A clorexidina tem sido utilizada como irrigante e associado à medicação intracanal na concentração de 2% (REYNOLDS, 2009; SHIN *et al.*, 2009) e 0,12% (PETRINO *et al.*, 2010). Tanto o hipoclorito de sódio quanto a clorexidina apresentam bom potencial antimicrobiano, porém permanece a implicação clínica da utilização da clorexidina devido a sua ineficiência na dissolução de tecidos orgânicos (NAGATA *et al.*, 2014). Além das soluções irrigadoras é indispensável o uso das soluções quelantes como o EDTA, ácido cítrico e MTAD (GALLER *et al.*, 2011)

Acredita-se que as soluções quelantes, além de remover a smear layer, são capazes de fazer com que vários fatores de crescimento presentes na matriz dentinária humana sejam liberados (GRAHAM *et al.*, 2006). Entretanto, não se sabe se estas soluções interferem na liberação das células indiferenciadas responsáveis pela regeneração pulpar (HARGREAVES *et al.*, 2008).

Estudos recentes demonstraram que tanto o hipoclorito de sódio quanto a clorexidina possuem efeitos citotóxicos, interferem negativamente na adesão de células-tronco às paredes dentinárias. Sendo

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

que esse efeito é diminuído com a utilização Tiosulfato de cálcio e irrigação final com solução fisiológica abundante. O efeito neutralizador é de suma importância para diminuir a citotoxicidade para as células-tronco e impedir a interação das moléculas de hipoclorito de sódio com as da clorexidina quando são associadas no mesmo tratamento pulpar (SHIN *et al.*, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2009).

Medicação Intracanal

Para o sucesso da regeneração pulpar é de suma importância a máxima eliminação de microorganismos. Assim, além de soluções irrigantes, a medicação intracanal apresenta um papel fundamental na sanificação dos canais radiculares (TURKISTANI; HANNO, 2011).

Sabendo-se que as infecções de origem endodôntica são polimicrobianas e alguns destes micro-organismos são resistentes as medicações com hidróxido de cálcio Hoshino *et al.* (1996), realizaram um estudo com objetivo de avaliar a ação antimicrobiana de antibióticos sozinhos e associados sobre microorganismos presentes na dentina radicular, polpa dental e lesões periapicais. Observaram que a utilização de associação de três antibióticos na forma de pasta contendo Ciprofloxacina, Metronidazol (efeito bactericida) e Minociclina (efeito bacteriostático) conseguiu eliminar bactérias presentes na superfície dentinária. Além disso, essa pasta foi capaz de eliminar microrganismos mesmo nas camadas mais profundas de dentina.

Desde então inúmeros casos clínicos de regeneração pulpar foram publicados utilizando a pasta tri-antibiótica como medicação intracanal. Seu uso visava conseguir um ambiente estéril no interior do sistema de canais radiculares, permitindo a penetração de tecido do ligamento periodontal, e dessa forma dê continuidade a formação radicular.

Apesar de sua eficácia antimicrobiana a pasta tri-antibiótica apresenta um efeito colateral de ordem estética importante, o escurecimento da coroa dental. Essa alteração de coloração deve-se exclusivamente a minociclina (KIM *et al.*, 2010).

Alguns autores propõem como uma tentativa de prevenir essa descoloração da coroa dental, a diminuição do tempo de utilização da medicação (KIM *et al.*, 2010). Sato *et al.* (1996) e Hoshino *et al.* (1996), demonstraram que o efeito antimicrobiano pode se dar de 24 a 48 horas. Entretanto, ainda não se sabe com certeza se a diminuição no tempo seja a melhor alternativa. Kim *et al.* (2010) mostraram que o escurecimento pode iniciar a partir de 24 horas após a inserção da medicação.

Visando solucionar o escurecimento da coroa dental, alguns autores propuseram a não utilização da minociclina na medicação intracanal, ou mesmo sua substituição por outros antibióticos como o cefaclor ou fosfomicina (TROPE, 2010).

Apesar da eficácia antimicrobiana desta medicação surge um outro fator que causa grande discussão quanto a sua utilização. Alguns autores sugerem que a utilização desta medicação pode gerar resistência bacteriana, por estar se usando uma medicação que não possui indicação tópica (MOHAMMADI; ABBOT, 2009).

Considerando este aspecto negativo da pasta tri-antibiótica os pesquisadores iniciaram tentativa de medicações alternativas com propriedades antimicrobianas semelhantes. A medicação segura e de primeira escolha foi a pasta de hidróxido de cálcio devido sua longa utilização na endodontia, eficácia antimicrobiana (CHUEH; HUANG, 2006) e indução de tecido mineralizado, demonstrado por Cvek (1972).

O hidróxido de cálcio tem sido utilizado nos casos de regeneração pulpar e apresentando índices de sucesso semelhantes aos casos que utilização a pasta tri-antibiótica (IWAYA *et al.*, 2011; NAGATA *et al.*, 2014). Os índices de sucesso podem ser explicados devido do hidróxido de cálcio possuir um alto pH e solubilização de moléculas bioativas, e os fatores de crescimento estimularem células pulpares indiferenciadas a se diferenciarem em células semelhantes aos odontoblastos, produzindo assim um tecido semelhante a dentina (GRAHAM *et al.*, 2006). Por outro lado, alguns autores desaconselham sua utilização alegando que a alcalinidade do hidróxido de cálcio pode ser prejudicial qualquer remanescente viável do tecido pulpar e os restos epiteliais de malassez (BRANCH; TROPE, 2004) e fragilizar a estrutura dentinária (ANDREASSEN *et al.*, 2002).

Nagata *et al.* (2014) avaliaram 2 diferentes tipos de protocolos clínicos em 23 incisivos superiores portadores de necrose pulpar e ápice incompleto causado por trauma. O grupo I (n=12) foi tratado com pasta triantibiótica (metronidazol, minociclina, ciprofloxacino) como medicação intracanal e o grupo II (n=11) tratado com hidróxido de cálcio associado a clorexidina 2%. Ambos os grupos foram irrigados com hipoclorito de sódio 6% o qual foi neutralizado com solução de tiosulfato de sódio 5% e em seguida os dentes foram irrigados clorexidina 2% e neutralizados com solução de Tween 80 a 5% + óleo de lecitina 0,07%. A medicação permaneceu por 21 dias e então o protocolo regeneração pulpar foi realizado e a preservação foi realizada de 9 a 19 meses. Os resultados encontrados demonstraram que ambos os protocolos promoveram a formação radicular e apenas um caso não houve fechamento apical, não havendo diferença estatística

ALCALDE, Murilo
Piori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

significante entre os 2 protocolos testados. O grupo que foi tratado com a pasta triantibiótica apresentou escurecimento da coroa, sendo uma desvantagem quando comparado com a clorexidina 2% associada ao hidróxido de cálcio.

Gomes *et al.* (2002) e Vianna *et al.* (2005) mostraram que a clorexidina associada ao hidróxido de cálcio possui um efeito antimicrobiano potente como medicação intracanal. Soares (2013) e Nagata *et al.* (2014) utilizaram esta combinação para procedimentos de regeneração pulpar, obtendo sucesso, ou seja, formação radicular completa e espessamento das paredes do canal radicular. Estes resultados estão de acordo com Iwaya *et al.* (2011) e Cehreli *et al.* (2011) que mostram casos de regeneração pulpar utilizando este tipo de medicação.

Segundo Bose *et al.* (2009), o hidróxido de cálcio e a pasta tri-antibiótica possuem efeitos antimicrobianos satisfatório para sua utilização em protocolos de regeneração pulpar. Ambos propiciaram o desenvolvimento radicular e são indicados como medicação intracanal.

A proposta de tratamento da regeneração pulpar é realizada em 2 sessões. Na primeira geralmente ocorre a limpeza dos canais radiculares por meio de uma irrigação abundante com alguma substância química auxiliar, e em seguida é inserida uma medicação intracanal que permanece até 21 dias. Na segunda sessão é induzido o sangramento e um tampão cervical com MTA é realizado.

Contrariamente a proposta original Shin *et al.* (2009), realizaram o tratamento de regeneração pulpar em sessão única através da irrigação copiosa com hipoclorito de sódio 6%, solução fisiológica e clorexidina 2% sem a ação mecânica de instrumentos, em seguida foi realizado o tampão cervical com MTA e restauração. Segundo os autores o tratamento proporcionou o término da formação radicular e reparo das estruturas adjacentes.

Apesar do grande número de estudos relacionados a este assunto ainda permanece a dúvida da medicação e da solução irrigadora ideal, que não tenham nenhum potencial citotóxico para as células. Apesar disso, os protocolos utilizados tem demonstrado altos índices de sucesso o que demonstra que os protocolos clínicos estão adequados.

DISCUSSÃO

Inúmeros casos sobre regeneração pulpar tem sido relatados com sucesso na literatura (PETRINO *et al.*, 2010; IWAYA *et al.*, 2011; KIM *et al.*, 2012; SOARES *et al.*, 2013; YANG *et al.*, 2013; SONMEZ *et al.*, 2013; NAGATA *et al.*, 2014). Apesar do alto índice de sucesso apresentado ainda não há um consenso com relação ao pro-

toloco na prática clínica. As questões mais comuns são em relação a solução irrigadora e a medicação intracanal mais indicada.

O fator primordial para o sucesso do tratamento é o controle da infecção do canal radicular. A sanificação é alcançada por meio de um preparo mecânico mínimo, irrigação abundante e medicação intracanal satisfatória. Entretanto, a remoção do conteúdo necrótico no interior dos canais radiculares apenas com instrumentos de diâmetros finos (#10 e #15) requer uma irrigação intensa, dessa forma os instrumentos manuais teriam o papel apenas de auxiliar na agitação da matéria orgânica e a irrigação e aspiração terminaria por remove-la.

Wu *et al.* (2000) mostraram que molares inferiores com rizogênese completa possuem diâmetro anatômico correspondentes aos instrumentos #35 e #40 na raiz distal e #20 ou #25 na raiz mesial. Portanto, para o esvaziamento do conteúdo séptico-tóxicos dos canais radiculares, em molares com rizogênese completa, com a mínima ação dos instrumentos é necessário pelos menos um instrumentos 35 na raiz distal e um 20 na raiz mesial.

Segundo Banchs e Trope (2004) ainda não é claro qual a quantidade de dentina que deve ser removida durante o tratamento. Alguns autores afirmam que a excisão de dentina do canal radicular pode colocar em risco a integridade do dente. Em contrapartida, outros autores afirmam que este procedimento deve ser realizado com instrumentos calibrosos, pelo fato do grande diâmetro dos canais radiculares em dentes jovens.

Diferentes soluções irrigadoras tem sido utilizadas isoladamente ou associadas em diferentes concentrações com o objetivo de melhorar a sanificação. Dentre elas, a clorexidina à 2% (REYNOLDS *et al.*, 2009), EDTA (GALLER *et al.*, 2011), hipoclorito de sódio à 1,25% (THOMSON; KAHLER, 2010), hipoclorito de sódio à 2,5%(JUNG *et al.*, 2008) e hipoclorito de sódio à 5,25% (NOSRAT *et al.*, 2011).

O hipoclorito de sódio possui aceitação mundial quanto a sua utilização e tem demonstrado ser uma solução irrigadora com bom potencial de dissolução de tecido orgânico e potencial antimicrobiano. Porém, permanece a preocupação quanto sua toxicidade, principalmente quando extravasada. Por esta razão, alguns autores sugerem que nos protocolos de renegeração a irrigação deve ser realizada 3 mm aquém do comprimento de trabalho e a utilização da solução de tiosulfato de sódio seguida por copiosa irrigação de solução fisiológica, diminuindo assim possíveis danos aos remanescentes celulares na região periapical e sua citotoxicidade (NAGATA *et al.*, 2014).

Embora comprovada efetividade do hipoclorito de sódio, alguns autores sugerem que esta substância não é capaz de reduzir suficientemente a contaminação dos canais radiculares, principalmente

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

contra os microorganismos que permanecem no interior dos túbulos dentinários (JEANSONNE; WHITE, 1994). Neste contexto, alguns autores tem proposto a utilização do gluconato de clorexidina a 2% como solução irrigadora devido a sua menor toxicidade e melhor difusão para os túbulos dentinários. (JEANSONNE; WHITE, 1994; GREENSTEIN *et al.*, 1986).

Algumas preocupações recentes surgiram após Trevino *et al.* (2011) divulgarem em seu estudo que a clorexidina possui potencial citotóxico para células-tronco pulpares assim como hipoclorito sódio. Porém, Siqueira Jr *et al.* (1998) já havia demonstrado que utilização da solução de twin 80 e óleo de lecitina para diminuir o efeito citotóxico.

Basrani *et al.* (2007) demonstraram que ocorre uma reação química quando moléculas das soluções do hipoclorito de sódio e da clorexidina entram em contato formando um composto com potencial co-carcinogênico denominado cloroanelina. Visando evitar a formação deste composto Nagata *et al.* (2014) utilizaram como protocolo a solução de tiosulfato de sódio para neutralização do hipoclorito bem como a do tween 80 e óleo de lecitina para a clorexidina, onde não se observou formação deste composto. Estudos prévios demonstraram que a combinação dessas soluções irrigantes proporcionam bons resultados desde que seja realizada a neutralização, evitando a interação entre ambas soluções (SHIN *et al.*, 2009; REYNOLDS *et al.*, 2009)

O processo de descontaminação promove a formação de smear layer, a qual pode favorecer a presença de microorganismos e é prejudicial a migração, adesão e proliferação de células tronco. Portanto, a solução de EDTA é essencial para limpeza da superfície dentinária, expondo fibrilas de colágenos e fatores de crescimento que estão agregados na matrix dentinária (VERDELIS *et al.*, 1999). Trevino *et al.* (2011) demonstrou em um estudo recente que o EDTA auxilia na sobrevivência das células troncos apicais.

Complementando o processo de desinfecção do canal radicular, o preenchimento com pasta tri-antibiótica composta por ciprofloxacina, metronidazol e minociclina, foi inicialmente proposta por Rule e Winter (1966). A ciprofloxacina é uma fluorquinolona sintética que possui ótima ação bactericida; o metronidazol tem um amplo espectro contra anaeróbios; e a minociclina é um derivado da tetraciclina, a qual inibe colagenase e metaloproteinase e aumentar a interleucina.

Há divergências na literatura quanto ao tempo necessário que a medicação deve ser mantida no interior dos canais radiculares, variando entre 7 a 21 dias. Hoshino *et al.* (1966) demonstraram que a pasta tri-antibiótica possui um alto efetivo antimicrobiano em ape-

nas 24 horas, tornando ainda mais questionável o tempo necessário da medicação. Aparentemente o que determina sua permanência é a persistência de sinais e sintomas dolorosos do paciente. Este estudo ganhou grande evidência e passou a ser referenciado por muitos autores que defendem a utilização desta medicação. Porém, vale ressaltar que este estudo foi realizado sobre dentina cariada e sobre polpas infectadas. O próprio autor salienta que não havida avaliado a eficácia da pasta contra uma flora mista como a flora da cavidade bucal, e parece que atualmente ainda não foi completamente determinado.

Outro fator que deve ser lembrado, é que não está completamente claro quais os seus efeitos sobre as células-tronco da papila apical. Em estudo recente Ruparel *et al.* (2012) avaliaram o efeito de diferentes pasta poliantibióticas e do hidróxido de cálcio sobre as células da papila apical. Constataram que todos os antibióticos reduziram significativamente a viabilidade destas células. Por sua vez, o hidróxido do cálcio não apresentou nenhum efeito prejudicial sobre as células, o que vai de encontro a vários outros autores que afirmam que seu potencial de reparo.

Para realização da regeneração pulpar é necessário que o ápice radicular esteja em média com 3 mm de abertura, para que haja suprimento abundante para região apical. Dentes com ápices apresentando menores diâmetros tendem a ter menor chance de sucesso. Além disso, quanto maior o tempo da necrose, menor a chance de sucesso, devido a dificuldade de sanificação apropriada quando há a presença de um biofilme bacteriano maduro e viabilidade das células apicais (NOSRAT, 2013).

Apesar dos avanços científicos, ainda permanecem dúvidas sobre qual o tipo de tecido regenerado que se forma. A literatura aponta que, em dentes de cães, o tecido produzido foi o tecido conjuntivo derivado do ligamento periodontal. Em dentes humanos os resultados também não tem sido conclusivos, apresentando na maioria das vezes um tecido conjuntivo fibroso com áreas de tecido semelhante ao osteocemento em seu interior (da SILVA *et al.*, 2010)

Visto que esta medicação largamente utilizada apesar de propiciar a desinfecção promove o escurecimento dental outros autores (IWAYA 2011; CEHRELI *et al.*, 2011), descreveram com sucesso a utilização do Hidróxido de Cálcio como medicação intracanal, propiciando a revascularização e a formação da região apical da raiz. Alguns autores sugerem sua associação com a clorexidina gel a 2% (SOARES *et al.*, 2013; NAGATA *et al.*, 2014). Após o protocolo de limpeza ser realizado ainda necessita da realização da revascularização a qual normalmente se dá pelo estímulo do sangramento apical por meio de um instrumento endodôntico, e desse sangramento se formará um coágulo e deste a formação do novo tecido no interior

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

do canal radicular (DING *et al.*, 2009; SHIN *et al.*, 2009; CEHRELI *et al.* 2012; YANG *et al.*, 2013; SÖNMEZ *et al.*, 2013).

Shimizu *et al.* (2013) descreveram um caso de regeneração pulpar realizado em um dente anterior superior de um paciente jovem, com diagnóstico de abscesso periapical agudo. A medicação utilizada foi a pasta de hidróxido de cálcio com solução salina após feita irrigação. Na segunda sessão a pasta foi removida, induziu-se a formação do coágulo com um instrumento #30, confeccionando um tampão com MTA e cavidade de acesso restaurada adequadamente. Durante os controles periódicos foi possível observar reparo da área lesada, porém o dente sofreu uma horizontal cervical motivando sua remoção e foram realizadas análises histológicas. Observou-se que o tecido ali formado não era um tecido pulpar e sim, um tecido semelhante ao cimento e tecido ósseo.

Na tentativa de padronizar um protocolo de tratamento, a associação americana de endodontia (AAE) publicou em sua web site (www.aae.org) um protocolo de consenso, baseados em inúmeros estudos encontrados na literatura. Porém, pontos divergentes das condutas anteriormente propostas estão na recomendações em se utilizar baixas concentrações de hipoclorito de sódio, preocupação que não havia, e também a indicação do uso do EDTA, vindo de encontro com outros estudos que mostram suas vantagens. Denota-se o cuidado com a concentração de utilização da pasta tri-antibiótica (0,1mg/ml), como a altura que será depositada, na tentativa de minimizar a pigmentação da coroa. Entretanto, o intervalo entre as sessões e o protocolo ideal ainda não se tem consenso. A AAE considera o sucesso clínico da regeneração pulpar quando se alcança 2 objetivos: eliminação dos sintomas e reparo das estruturas peripapais, espessamento das paredes dentinárias e formação radicular.

CONCLUSÃO

A regeneração pulpar é uma alternativa como tratamento para dentes com rizogênese incompleta portadores de necrose pulpar, porém, não há um protocolo estabelecido e considerado ideal.

A irrigação é uma etapa importante na desinfecção de canais necrosados, e que a remoção de tecido orgânico e da smear layer interferem no sucesso do tratamento. O hipoclorito de sódio e a clorexidina são as soluções irrigadoras indicadas.

O hidróxido de cálcio e a pasta tri-antibiótica são recomendados para terapia de regeneração pulpar, sendo que a última apresenta a desvantagem de possibilidade de escurecimento da coroa dentária.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. T. P. **Protocolos de revascularização pulpar**. 2012. Monografia. (Especialização em Endodontia), Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Unicamp, 2012.
- ANDREASSEN, J.O.; FARIK, B.; MUNKSGAARD, E.C. Long-term calcium hydroxide as root canal dressing may increase risk of root canal fracture. **Dent Traumatol**, Copenhagen, v.18, n. 3, p.134-137, 2002.
- BANCHS, F.; TROPE, M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? **J Endod**, New York, v. 30, p. 196-200, 2004.
- BANSAL, R. Regenerative endodontics: a state of art. **Indian J Dent Res**, Mumbai, v. 22, n. 1, p.122, 2011.
- BASRANI, B.R.; MANEK, S.; SODHI, R.N. Interaction between sodium hypochlorite and clorexidine gluconate. **J Endod**, New York, v. 33, p. 966-969, 2007.
- CEHRELI, Z.C.; ISBITEREN, B.; SARA, S.; ERBAS, G. Regenerative endodontic treatment (revascularization) of immature necrotic molars medicated with calcium hydroxide: a case series. **J Endod**, New York, v. 37, n. 9, p. 1327-1330, 2011.
- CHANDRAHASA, S.; MURRAY, P.E.; NAMEROW, K.N. Proliferation of mature ex vivo human dental pulp using tissue engineering scaffolds. **J Endod**, New York, v. 37, n. 9, p. 1236-1239, 2011.
- CHEN, M.Y.; CHEN, K.L.; CHEN, C.A.; TAYEBATY, F.; ROSENBERG, P.A.; LIN, L.M. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedure. **Int Endod J**, Oxford, v. 14, n. 10, p. 1365-2591, 2011.
- CHUEH, L.H.; HUANG, G.T.J. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: a paradigm shift. **J Endod**, New York, v. 32, p. 1205-1213, 2006.
- CVEK, M. Treatment of non-vital permanent incisor with calcium hydroxide I. Follo-up of periapical repair and apical closure of immature roots. **Odontol Revy**, Lund, v. 23, p. 27-44, 1972.
- da SILVA, L.A.B.; NELSON-FILHO, P.; da SILVA, R.A.B.; FLORES, D.S.H.; HEILBORN, C.; JOHNSON, J.D. Revascularization and periapical repair after endodontic treatment using apical negati-
- ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ve pressure irrigation versus conventional irrigation plus triantibiotic intracanal dressing in dog's teeth with apical periodontitis. **Ora Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio and Endod**, St. Louis, v. 109, n. 5, p. 779-787, 2010.

GALLER, K.M.; D'SOUZA, R.N.; FEDERLIN, M.; CAVENDER, A.C.; HARTGERINK, J.D.; HECKER, S. Dentin conditioning code-termines cell fate in regenerative endodontics. **J Endod**, New York, v. 37, n. 11, p. 1536-1541, 2011.

GRAHAM, L.; COOPER, P.R.; CASSIDY, N.; NOR, J.E.; ALOAN, A.J.; SMITH, A.J. The effect of calcium hydroxide on solubilization of bioactive dentine matrix components. **Biomaterials**, Amsterdam, v.27, p. 2865-2873, 2006.

GREENSTEIN, G.; BERMAN, C.; JAFFIN, R. Chlorhexidine: an adjunct to periodontal therapy. **J Periondontol**, Chicago, v. 67, p. 480-484, 1986.

GROTHOS, S.; MANKANI, M.; BRAHIM, J.; ROBEY, P.G.; SHI, S. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) in vitro and in vivo. **Proc Natl Acad Sci U S A**, Washington DC, v. 97, p. 13625-13630, 2000.

HACHMEISTER, D.R.; SCHINDLER, W.G.; WALKER, W.A. III; THOMAS, D.D. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in model of apexification. **J Endod**, New York, v.28, p. 386-390, 2002.

HALE, M.L. Autogenous Transplants. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 49, n. 2, p. 193-198, 1954.

HARGREAVES, K.M.; GEISLER, T.; HENRY, M.; WANG, Y. Re-generation potential of the young permanent tooth: what does the future hold? **J Endod**, New York, v. 34, n. 7, p. 51-56, 2008.

IWAYA, S.I.; IKAWA, M.; KUBOTA, M. Revascularization of an immature permanent tooth with periradicular abscess after luxation. **Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 17, p. 186-187, 2011.

JEANSEONNE, M.J.; WHITE, R.R. A comparison of 2% clorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. **J Endod**, New York, v. 20, p. 276-278, 1994.

JUNG, I.Y.; LEE, S.J.; HARGREAVES, K.M. Biologically base treatment of immature teeth with pulpal necrosis: a case series. **J Endod**, New York, v. 34, n. 7, p. 876-887, 2008.

KIM, J.H.; KIM, Y.; SHIN, S.J.; PARK, J.W.; JUNG, Y. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple an-

tibiotic therapy: a case report. **J Endod**, New York, v. 36, p. 1086-1091, 2010.

KIM, D.S.; PARK, H.J.; YEOM, J.H.; SEO, J.S.; RYU, G.J.; PARK, K.H.; SHIN, S.I.; KIM, S.Y. Long-term follow-ups of revascularized immature necrotic teeth: three case reports. **Int J Oral Sci**, Bangalore, v. 4, n. 2, p. 109-113, 2012.

LOVELACE, T.W.; HENRY, M.A.; HARGREAVES, K.M.; DIOGENES, A. Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. **J Endod**, New York, v. 37, p. 133-138, 2011.

MOHAMMADI, Z.; ABBOT, P.V. On the local applications of antibiotics antibiotic based agents in endodontics and dental traumatology. **Int Endod J**, Oxford, v. 42, p. 555-567, 2009.

MYERS, H.I.; FLANAGAN, V.D. A comparison of the results obtained from transplantation and replantation experiments using Syrian hamster teeth. **Anat Rec**, Hoboken, v. 130, n. 3, p. 497-513, 1958.

NAGATA, J.Y.; GOMES, B.P.; ROCHA LIMA, T.F.; MURAKAMI, L.S.; de FARIA, D.E.; CAMPOS, G.R.; de SOUZA-FILHO, F.J.; SOARES ADE, J. Traumatized immature teeth treated with 2 protocols of pulp revascularization. **J Endod**, New York, v. 40, n. 5, p. 606-612, 2014.

NOSRAT, A.; SEIFI, A.; ASGARY, S. Regenerative endodontic treatment (revascularization) for necrotic immature permanent molars: a review and reports of two cases with new biomaterial. **J Endod**, New York, v. 37, n. 4, p. 562-567, 2011.

NOSRAT, S.F.A. Pulp regeneration in previously infected root canal space. **Endod Topics**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 24-27, 2013.

PACE, R.; GIULIANI, V.; PINI PRATO, L.; BACETTI, T.; PAGAVINO, G. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. **Int Endod J**, Oxford, v. 40, p. 478-484, 2007.

PAFFORD, E.M. Homogenous Transplants of Preserved Frozen Teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, St. Louis, v. 9, n. 1, p. 55-70, 1956.

PETRINO, J.A.; BODA, K.K.; SHAMBARGER, S.; BOWLES, W.R.; MCCLANAHAN, S.B. Challenges in regenerative endodontics: a case series. **J Endod**, New York, v. 36, n. 3, p. 536-537, 2010.

REYNOLDS, K.; JOHNSON, J.D.; COHENCA, N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspids using a modified novel tech-

ALCALDE, Murilo
Piori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.

nique to eliminate potential coronal discoloration: a case report. **Int Endod J**, Oxford, v. 42, p. 84-92, 2009.

RULE, D.; WINTER, G. Root canal growth and apical repair subsequent to pulpal necrosis in children. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 120, n. 12, p.586, 1966.

RUPAREL, N.B.; TEIXEIRA, F.B.; FERRAZ, C.C.; DIOGENES, A. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. **J Endod**, New York, v. 38, n. 10, p. 1372-1375, 2012.

SEO, B.M.; MIURA, M.; GRONTHOS, S.; BARTOLD, P.M.; BATOULI, S.; BRAHIM, J.; YOUNG, M.; ROBEY, P.G.; WANG, C.Y.; SHI, S. Investigation of multipotent postnatal stem cells from human periodontal ligaments. **Lancet**, London, v. 364, p. 149-155, 2004.

SHAH, N.; LOGANI, A.; BHASKAR, U.; AGGARVAL, V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexigenesis in infected, nonvital immature teeth: a pilot clinical study. **J Endod**, New York, v. 34, n. 8, p. 919-925, 2008.

SHIMIZU, E.; JONG, G.; PARTRIDGE, N.; ROSENBERG, P.A.; LIN, L.M. Histologic observation of a human immature permanent root with irreversible pulpitis after revascularization/regeneration procedure. **J Endod**, New York, v. 38, n. 9, p. 1293-1297, 2012.

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. **Int Endod J**, Oxford, v. 42, p. 1118-1126, 2009.

SIQUEIRA, J.F. Jr *et al.* Effectiveness of four chemical solutions in eliminating *Bacillus subtilis* spores on gutta-percha cones. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 14, p. 124-126, 1998.

SOARES, A.D.E. J; LINS, F.F.; NAGATA, J.Y.; GOMES, B.P.; ZAIA, A.A.; FERRAZ C.C.; de ALMEIDA, J.F.; de SOUZA-FILHO, F.J. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. **J Endod**, New York, v. 39, n. 3, p. 417-420, 2013.

SÖNMEZ, I.S.; AKBAY OBA, A.; ERKMEN ALMAZ, M. Revascularization/Regeneration performed in immature molars: case reports. **J Clin Pediatr Dent**, Birmingham, v. 37, n. 3, p. 231-234, 2013.

THIBODEAU, B.; TROPE, M. Pulp revascularization of a necrotic infected teeth immature permanent tooth: case report and review of the literature. **Pediatric Dent**, Chicago, v. 29, n. 1, p. 47-50, 2007.

TREVINO, E.G.; PATWARDHAND, A.N.; HENRY, M.A. Effects of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla in a platelet-rich plasma scaffold in human root tips. **J Endod**, New York, v. 37, p. 1109-15, 2011.

TROPE, M. Treatment of immature Tooth with Non-vital pulp and apical periodontitis. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 54, n. 2, p. 313-324, 2010.

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

VERDELIS, K.; ELIADES, G.; OVIIR, T.; MARGELOS, J. Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 15, p. 758-761, 1999.

WANG, Q.; LIN, X.J.; LIN, Z.Y.; LIU, G.X.; SHAN, X.L. Expression of vascular endothelial growth factor in dental pulp of immature and mature permanent teeth in human. **Shanghai Kou Qiang Yi Xue**, Shanghai, v. 16, p. 285-289, 2007.

WANG, X.; THIBODEAU, B.; TROPE, M.; LIN, L.M.; HUANG, G.T. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. **J Endod**, New York, v. 36, n. 1, p. 56-63, 2010.

WINDLEY, W.; TEIXEIRA, F.; LEVIN, L.; SIGURDISSON, A.; TROPE, M. Disinfection of immature teeth with triple antibiotic paste. **J Endod**, New York, v. 31, p. 439-443, 2005.

WU, M.K.; R'ORIS, A.; BARKIS, D.; WESSELINK, P.R. Prevalence and extent of long oval shape of canals in the apical third. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 89, n. 6, p. 739-743, 2000.

YANG, J.; ZHAO, Y.; QIN, M.; GE, L. Pulp revascularization of immature dens invaginatus with periapical periodontitis. **J Endod**, New York, v. 39, n. 2, p. 288-292, 2013.

ALCALDE, Murilo
Priori *et al.*
Revascularização
pulpar: considerações
técnicas e implicações
clínicas. *SALUSVITA*,
Bauru, v. 33, n. 3, p.
415-432, 2014.