



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



MARIA TEREZA PEDROSA DE ALBUQUERQUE

PROTÓCOLOS DE REVASCULARIZAÇÃO PULPAR

Piracicaba

2012



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



MARIA TEREZA PEDROSA DE ALBUQUERQUE

PROTÓCOLOS DE REVASCULARIZAÇÃO PULPAR

Monografia de conclusão de curso de especialização em Endodontia apresentado como parte dos requisitos finais para obtenção do título de especialista em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia.

Co-orientador: Prof^a Dr^a. Adriana de Jesus Soares

Piracicaba

2012

MARIA TEREZA PEDROSA DE ALBUQUERQUE

PROCOLOS DE REVASCULARIZAÇÃO PULPAR

Monografia de conclusão de curso de especialização em Endodontia apresentado como parte dos requisitos finais para obtenção do título de especialista em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia

Co-orientador: Prof^a Dr^a. Adriana de Jesus Soares

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes

Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia

Prof^a. Dr^a. Adriana de Jesus Soares

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

AL15p Albuquerque, Maria Tereza Pedroza de, 1986-
Protocolos de revascularização pulpar / Maria Tereza
Pedroza de Albuquerque. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2012.

Orientador: Alexandre Augusto Zaia.

Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Hidróxido de cálcio. 3. Clorexidina. I. Zaia,
Alexandre Augusto, 1968 II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	5
3. REVASCULARIZAÇÃO – CONCEITOS	5
3.1. COMO A REVASCULARIZAÇÃO ACONTECE?	7
4. DESCONTAMINAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES	8
4.1. SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES	9
4.2. MEDICAÇÕES INTRACANAL	10
5. PROTOCOLOS	13
6. PROSERVAÇÃO	15
7. CONCLUSÃO	16
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

Resumo

A Revascularização pulpar tem como objetivo o reestabelecimento da vitalidade pulpar e a continuidade do desenvolvimento radicular. Este procedimento, atualmente, é indicado para dentes jovens com rizogênese incompleta como uma alternativa para o tratamento tradicional de apicificação. A apicificação consiste na inserção de uma pasta de hidróxido de cálcio a longo prazo no interior do canal radicular visando induzir a formação de uma barreira calcificada. Apesar de ser a terapia mais classicamente empregada, a permanência desta medicação por longos períodos de tempo pode levar a fragilização da raiz devido às propriedades higroscópicas e proteolíticas do hidróxido de cálcio. Desta forma, há uma constante busca por novas alternativas de tratamento que possibilitem o completo desenvolvimento dos dentes imaturos sem que os mesmos tornem-se fragilizados. A revascularização tem surgido como uma nova opção de tratamento para casos de dentes jovens portadores de necrose pulpar. Há na literatura uma variedade de protocolos de tratamento utilizando esta técnica, buscando sempre alcançar a melhor forma para a obtenção do sucesso no tratamento. Diante dessa variedade, torna-se importante um estudo dessa literatura, de forma a reunir, descrever e discutir esse assunto. Com isso, o objetivo desse trabalho é revisar na literatura os diferentes protocolos de revascularização.

Abstract

The pulp revascularization aims to re-establish the vitality and continuation of root development. This procedure is currently indicated for young teeth with incomplete root formation as an alternative to the traditional treatment of apicification. The apicification consists of inserting a calcium hydroxide paste into the root canal for a long period of time to induce the formation of a calcified barrier. Despite being the therapy more classically employed the permanence of this medication for long periods of time may lead to weakening of the root due to the hygroscopic properties and proteolytic activities of calcium hydroxide. Thus, there is a constant search for new treatment alternatives that allow the full development of immature teeth unless they become frail. Revascularization has emerged as a new option of treatment for cases of young teeth with pulp necrosis. In the literature we can find a variety of treatment protocols using this technique, always trying to reach the best way to achieve success. Given this variety, it becomes important to study this literature in order to collect, describe and discuss about it. Therefore, the aim of this paper is to review literature on the different revascularization protocols.

1. Introdução

A revascularização pulpar é uma opção de tratamento bastante comentada e estudada atualmente, por se tratar de um procedimento que visa estimular o término do desenvolvimento radicular em dentes necrosados com rizogênese incompleta. Sugere-se que o seu mecanismo envolva o estímulo à penetração de tecido periradicular no interior do canal radicular reestabelecendo assim a vitalidade de dentes anteriormente necrosados permitindo reparo e a regeneração dos tecidos (Sahah et al., 2008).

As pesquisas nessa área começaram em meados das décadas de 50 e 60, porém o enfoque era um pouco diferente da atualidade. Neste período, os estudos em sua grande maioria, abordavam revascularização pulpar de dentes reimplantados ou transplantados, observando a ocorrência ou não de revascularização da polpa após estes procedimentos e ainda os danos que a falta dessa revascularização poderia causar ao dente (Sorg, 1960; Hale, 1954; Myers e Flanagan, 1958; Pafford, 1956). Mais tarde, em 1961, Östby, realizou estudo em dentes humanos e de cães onde avaliou o papel do coágulo sanguíneo no canal radicular. Neste estudo verificou que tanto o sangue quanto o coágulo sanguíneo pareceram ser essenciais para a formação de tecido conectivo fibroso no interior de canais radiculares vazios. Este estudo enfatizou também a importância do ambiente asséptico para que o tecido periapical consiga se organizar no interior do canal radicular.

No final da década de 70 e início da década de 80, foram realizados estudos em cães (Johnson e Burich, 1979; Sehppard e Burich, 1980), sobre revascularização em dentes que sofreram avulsão e posteriormente foram reimplantados, mostrando que em alguns dentes houve revascularização da polpa e em outros isto não ocorreu levando ao processo de reabsorção do dente. Posteriormente, o mesmo grupo de autores (Jonhson et al., 1985) afirmaram que o reimplante realizado após período extra-alveolar curto parece proporcionar melhor prognóstico para a manutenção a longo prazo do dente avulsionado. Um ano depois, Kling et al. (1986), realizaram estudo em

humanos visando avaliar a frequência da revascularização pulpar em incisivos reimplantados bem como sua relação com o tamanho do forame apical, o tempo de permanência do dente fora da boca, as condições de armazenamento e a administração pós-operatória de antimicrobianos. Observaram que os dentes imaturos que permaneceram um tempo inferior a 45 minutos fora da cavidade oral apresentaram um maior índice de revascularização pulpar.

Na década de 90, pesquisas mais aprofundadas em macacos avaliaram alguns fatores que poderiam influenciar no processo de revascularização, dentre eles a administração de antibiótico por via sistêmica (Cvek et al., 1990,). Os resultados mostraram que esse procedimento não foi capaz de evitar a contaminação do tecido pulpar, levando ao insucesso os casos onde havia microrganismos no dente.

De uma forma geral, esses estudos consideravam a importância da possibilidade de preservação do tecido pulpar em dentes reimplantados por meio da hipótese de revascularizar aquele tecido. Ao mesmo tempo, Ostby em seus estudos, já possuíam a visão de que o tecido periapical poderia penetrar no interior do canal radicular, via forame apical, em ambiente estéril, mas seu estudo não foi muito relevante na época.

A partir do ano 2000 a revascularização passou a ser abordada como uma alternativa ao tratamento de apicificação. Os pesquisadores começaram a atentar para o fato de que uma terapia endodôntica conservativa poderia apresentar grande probabilidade de sucesso devido ao aumento da espessura dentinária e fechamento do forame apical, em dentes imaturos (Nosrat et al., 2011).

Iwaya et al. (2001) relataram caso clínico de dente imaturo portador de necrose pulpar onde foi realizada descontaminação do canal radicular com substâncias químicas auxiliares, e pasta antibiótica, seguida de restauração coronária definitiva. Observaram aumento da espessura da parede dentinária, fechamento do forame apical e regressão da lesão periapical em um período de 5 meses, evidenciando o sucesso radiográfico do caso clínico. Mais tarde, inúmeros outros

casos foram publicados (Banchs e Trope, 2004; Thibodeau e Trope, 2007; Cotti et al., 2008; Reynolds et al., 2009; Kim et al., 2010; Iwaya et al., 2011), com protocolos de tratamento que variaram de acordo com a substância irrigadora utilizada e a medicação intracanal. A maioria utiliza descontaminação passiva com hipoclorito de sódio, o qual pode estar associado à colocação de medicação intracanal composta por 3 antibióticos, e mais recentemente também se pesquisa a inserção de hidróxido de cálcio.

Além de relatos de caso, estudos clínicos (Shah et al., 2008; Ding et al., 2009; Cehreli et al., 2011) e em cães (Windley et al., 2005; Thibodeau et al., 2007; Silva et al., 2010; Wang et al., 2010) também começaram a ser realizados. Os protocolos utilizados nestes estudos consistem primeiramente na desinfecção do sistema de canais radiculares, seguida da indução de sangramento da região periapical preenchendo o canal radicular com coágulo sanguíneo e desta forma induzindo a formação de um novo tecido. Por último realiza-se o selamento coronário (Shah et al., 2008). Estes protocolos são derivados de observações obtidas a partir de estudos anteriores, onde foi observado que os dentes reimplantados ou auto-transplantados se estiverem livres de contaminação e com a presença de uma matriz adequada podem retomar a vascularização pulpar substituindo lentamente o tecido necrosado (Skoglund et al., 1978; Cvek et al., 1990).

A proposta deste estudo é realizar uma revisão de literatura sobre os protocolos de revascularização utilizados em décadas passadas comparando com as técnicas utilizadas atualmente, abrindo assim um leque de possibilidades de tratamentos para os clínicos.

2. Revascularização – conceitos

A Endodontia regenerativa representa uma nova área do conhecimento que inclui diversos procedimentos como revascularização, apicigênese, apicificação e terapias com células-tronco (Murray et al., 2007). Pode ser definida como o direcionamento biologicamente controlado da regeneração ou reparo do tecido

danificado, doente ou ausente, que neste caso incluem as estruturas do complexo dentinho-pulpar, em tecidos viáveis, de preferência da mesma origem, que restabeleçam as funções fisiológicas desse complexo (Garcia-Godoy e Murray, 2011). Atualmente, o principal foco dessa área tem sido a Revascularização pulpar que objetiva o reestabelecimento da vitalidade pulpar e a continuidade do desenvolvimento radicular (Lovelace et al.,2011). Esse procedimento clínico requer a formação de um *scaffold* no interior do canal radicular, que servirá como uma matriz, células-tronco indiferenciadas possivelmente provindas da papila apical, e por último a presença de fatores de crescimento, provavelmente liberados de plaquetas e dentina que irão direcionar a diferenciação celular (Lovelace et al.,2011). Sugere-se que o acúmulo destas células indiferenciadas no interior do canal radicular podem contribuir para regeneração do tecido pulpar de dentes imaturos portadores de necrose pulpar (Lovelace et al.,2011).

Tradicionalmente os dentes imaturos são tratados por meio da inserção a longo prazo de hidróxido de cálcio com o objetivo de induzir a formação de uma barreira calcificada a qual irá possibilitar uma posterior obturação do canal radicular (Petrino et al., 2010; Rafter, 2005). Porém, a permanência desta medicação por longos períodos de tempo pode levar a fragilização da raiz devido às propriedades higroscópicas e proteolíticas do hidróxido de cálcio (Andreasen et al., 2002). Uma técnica alternativa à utilização do hidróxido de cálcio é a confecção de uma barreira apical utilizando-se trióxido de mineral agregado (MTA), evitando-se assim, a troca periódica da medicação intracanal (Shabahang et al., 1999). Entretanto, ambas as técnicas possuem a mesma desvantagem de não permitir a continuidade do desenvolvimento radicular, permanecendo a raiz fragilizada e elevando assim o risco de fratura (Nosrat et al., 2011). Sendo assim, a revascularização passa a ser uma alternativa a este tratamento convencional. Esta técnica é uma nova opção de tratamento para casos de dentes jovens portadores de necrose pulpar, pois permite a continuidade do desenvolvimento radicular (Nosrat et al., 2011). A mesma consiste na desinfecção do

sistema de canais radiculares, seguida da indução de sangramento da região periapical, que irá preencher o canal radicular com coágulo sanguíneo e células indiferenciadas desta forma induzindo a formação de um novo tecido. O dente então é selado com MTA na porção cervical da raiz, e coronalmente com materiais restauradores (Shah et al., 2008).

Este método de tratamento ocorre de maneira mais previsível em dentes com ápices abertos e portadores de necrose pulpar secundária a trauma, que apresentam radiograficamente o diâmetro do ápice radicular superior a 1,5 mm, e que foram submetidos a uma limpeza efetiva do sistema de canais radiculares por meio de substâncias químicas auxiliares e medicação intracanal seguida de um selamento coronário eficiente (Bansal e Bansal 2011).

A revascularização possui algumas vantagens em relação à apicificação, como a necessidade de um curto tempo de tratamento, sem haver necessidade de troca de medicações periódicas; se conseguido o controle da infecção ela pode ser realizada em sessão única, não havendo necessidade de obturar o canal radicular e a principal vantagem refere-se ao desenvolvimento completo da raiz, havendo inclusive o aumento de espessura das paredes dentinárias por deposição de tecido duro (Shah et al., 2008).

2.1. Como a revascularização acontece?

Há algumas teorias baseadas em estudos que explicam o mecanismo do processo de revascularização. A região periapical de dentes imaturos com ápice aberto possui células multipotentes, que possuem grande potencial de diferenciação, podendo formar novos fibroblastos, cementoblastos e odontoblastos (Saad, 1988). Sugere-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 em odontoblastos por estímulos dos restos epiteliais de Mallassez (Banchs e Trope, 2004). A partir daí o processo de formação radicular

segue por meio de aumento da espessura e indução do fechamento apical (Shah et al., 2008).

Outra possibilidade de mecanismo que permite o completo desenvolvimento radicular se dá devido à sobrevivência de células tronco multipotentes da polpa dental que podem estar presentes em abundância em dentes jovens. Estas podem se aderir às paredes internas do canal radicular e se diferenciarem em odontoblastos que por sua vez, irão depositar dentina aumentando assim a espessura das paredes dentinárias e terminando o processo de formação do ápice radicular (Gronthos et al., 2002).

Uma terceira possibilidade sugere que o desenvolvimento radicular possa ocorrer a partir da entrada de células-tronco provenientes da papila apical ou da medula óssea no interior do canal radicular, após a indução de sangramento na região periapical, uma vez que estas células possuem alta capacidade proliferativa (Lieberman e Trowbridge, 1983). Outra possibilidade pode ser atribuída à presença de variados fatores de crescimento no coágulo sanguíneo que podem apresentar um papel importante na regeneração (Wang et al., 2007).

3. Descontaminação dos canais radiculares

O primeiro passo fundamental para o tratamento endodôntico de canais radiculares infectados é a desinfecção desse sistema por meio da utilização de substâncias químicas auxiliares e instrumentação mecânica (Bystrom e Sundqvist, 1981). Entretanto, em dentes imaturos a remoção de microrganismos por meios mecânicos é limitada devido à fina espessura das paredes dentinárias, assim a limpeza destes canais geralmente é obtida por meio de irrigação e medicação intracanal (Lovelace et al., 2011).

3.1 Substâncias químicas auxiliares

As substâncias químicas auxiliares mais utilizadas atualmente são o hipoclorito de sódio (NaOCl) e a clorexidina (CHX), sendo a primeira a de maior aceitação mundial (Clarckson e Moule, 1998). De acordo com a literatura, o NaOCl apresenta propriedades antimicrobianas contra os principais patógenos endodônticos (Bystrom e Sundqvist, 1985), e no tratamento endodôntico convencional pode ser utilizado em concentrações que variam de 0,5 a 6%. Na terapia de revascularização pulpar, os relatos de caso têm demonstrado o emprego dessa substância em concentrações variadas, sendo mais comum a sua utilização principalmente em concentrações elevadas variando de 2,5% a 6% obtendo-se resultados clínicos satisfatórios (Nosrat et al., 2011). Com relação à clorexidina, os relatos de revascularização tem utilizado esse irrigante nas concentrações de 2% (Reynolds et al., 2009; Shin et al., 2009) e 0.12% (Petrino et al., 2010). Porém estas substâncias não são biocompatíveis, podendo inviabilizar as células tronco presentes no tecido pulpar impedindo as mesmas de se aderirem à superfície dentinária intraradicular (Ring et al., 2008). Além das substâncias químicas auxiliares é necessário fazer uso também de agentes quelantes para a remoção da smear layer sendo os mais comuns o EDTA, o ácido cítrico e MTAD que é composto por solução de 3% de tiosulfato, ácido cítrico 4,25% e um detergente o Polisorbato 0,5%. Esta substância é relativamente nova no mercado e foi introduzida por Torabinejad e Johnson em 2003.

Acredita-se que o EDTA, por possuir ação quelante, é capaz de fazer com que os vários fatores de crescimento presentes na matriz dentinária humana sejam liberados (Graham et al., 2006), entretanto, não se sabe ainda se quando o canal radicular é irrigado com EDTA este pode promover a proliferação das células indiferenciadas responsáveis pela revascularização (Hargreaves et al., 2008).

Considerando a importância dessas substâncias químicas auxiliares e agentes quelantes sobre as células indiferenciadas, alguns estudos avaliaram a citotoxicidade e a interferência dessas substâncias na adesão de células pulpare mesenquimais

indiferenciadas (Ring et al., 2008). Os agentes irrigantes e quelantes avaliados foram o NaOCl, CHX, Aquatine Endodontic Cleanser® (AquatineEC), Morinda Citrifolia® (MCJ), Solução salina fisiológica, EDTA, e o MTAD®. Os mesmos foram avaliados individualmente ou em associação a algum dos agentes quelantes. Este estudo demonstrou que tanto o NaOCl quanto a CHX apresentaram efeitos citotóxicos diminuindo a capacidade de adesão das células tronco pulparem às paredes dentinárias, e que a smear layer não influenciou na adesão destas células. Sugere-se ainda que ao final de todo o processo de irrigação com as substâncias químicas auxiliares realize-se a irrigação com Solução salina fisiológica nos casos onde a Endodontia regenerativa possa ser aplicada para ajudar na adesão das células tronco pulparem às paredes dentinárias.

AquatineEC® é uma substância irrigadora nova utilizada com a intenção de irrigar, limpar e desbridar o sistema de canais radiculares. O seu componente ativo é o ácido hipocloroso (HOCl) (Ring et al., 2008), que é biocompatível e possui ação antimicrobiana contra uma grande quantidade de microrganismos (Fukuzaki, 2006). Nesse estudo, esta substância apresentou menor citotoxicidade que o NaOCl e a CHX além de permitir que as células indiferenciadas pulparem se aderissem à parede do canal radicular (Ring et al., 2008). Entretanto, por se tratar de uma substância nova, mais estudos são necessários para estudá-la como uma alternativa para o tratamento endodôntico regenerativo.

3.2 Medicações intracanal

O processo de revascularização pulpar é mais favorável em ambiente livre de bactérias (Turkistani e Hanno, 2011), assim é necessário que o sistema de canais radiculares seja devidamente limpo e desinfectado. A infecção presente nos sistemas de canais radiculares é polimicrobiana, sendo improvável que apenas um antibiótico seja eficaz contra esses microrganismos tornando o ambiente estéril (Windley et al., 2005). Sendo assim, Hoshino et al. (1996), realizaram estudo visando avaliar a ação

de antibióticos sozinhos e associados sobre microrganismos presentes em dentina radicular, polpa dental e lesões periapicais. Observaram que a utilização da associação de três antibióticos (Metronidazol, Ciprofloxacina e Minociclina) conseguiu eliminar as bactérias presentes nas superfícies de dentina. Além disso, esta pasta foi capaz de eliminar os microrganismos mesmo das camadas mais profundas de dentina (Sato et al., 1996).

A partir daí os estudos e casos clínicos sobre revascularização começaram a utilizar esta pasta antibiótica como padrão-ouro de medicação intracanal, visando conseguir um ambiente estéril no interior do sistema de canais radiculares, permitindo assim que um novo tecido penetre e dê continuidade ao desenvolvimento radicular. Porém apesar de se mostrar eficiente, esta pasta apresenta alguns efeitos colaterais como a possibilidade de escurecimento da coroa dental devido à presença da minociclina (Kim et al., 2010), um derivado semi-sintético da tetraciclina que é eficaz contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (Windley et al., 2005). Na tentativa de diminuir esses efeitos, alguns artigos têm sugerido a diminuição do tempo de aplicação da pasta para prevenir a descoloração associada ao seu uso (Kim et al., 2010), considerando que sua ação antimicrobiana pode se dar dentro de 24 a 48 horas (Hoshino et al., 1996; Sato et al., 1996). Entretanto, ainda não se sabe se a diminuição do período de sua aplicação é suficiente para prevenir a descoloração já que, sugere-se que logo nas primeiras 24 horas após a inserção, já se pode notar o escurecimento da coroa radicular (Kim et al., 2010).

O desenvolvimento da resistência microbiana é outro fator relevante sobre a utilização da pasta antibiótica, porém não há estudos que comprovem que esta pasta cause resistência bacteriana. Sugere-se apenas que a utilização dessa pode também diminuir a probabilidade do desenvolvimento de cepas bacterianas resistentes (Mohammadi & Abbott, 2009).

Considerando os pontos negativos da utilização desta pasta, os pesquisadores começaram a testar outras possíveis medicações com propriedades antimicrobianas

para conseguir obter a desinfecção do sistema de canais radiculares. O hidróxido de cálcio é utilizado tradicionalmente nos casos de apicificação (Cvek, 1972), além de ser bastante utilizado como medicação intracanal no dia-a-dia devido à propriedade antimicrobiana que possui, impedindo assim a proliferação microbiana (Chueh e Huang, 2006). Com isso, tem sido pesquisado também o uso do hidróxido de cálcio no interior do canal radicular nos casos de revascularização pulpar, sendo observado sucesso clínico e radiográfico (Iwaya et al., 2011). Esse resultado pode ser justificado já que pesquisas demonstram que o hidróxido de cálcio é capaz de solubilizar moléculas bioativas, inclusive fatores de crescimento da matriz de dentina humana o que por sua vez pode estimular células pulpares indiferenciadas a se diferenciarem em células semelhantes aos odontoblastos produzindo assim tecido similar a dentina (Graham et al., 2006). Por outro lado, outro estudo enfatizou que não é indicado utilizar hidróxido de cálcio para não prejudicar qualquer remanescente viável do tecido pulpar e os restos epiteliais de Mallassez (Banchs e Trope, 2004).

Segundo Bose et al. (2009), tanto o hidróxido de cálcio quanto a pasta tripla antibiótica, quando utilizadas como medicação intracanal, foram eficazes em auxiliar o desenvolvimento do complexo dentino-pulpar. Esses resultados foram observados quando a inserção do hidróxido de cálcio ficou limitada ao terço cervical do canal radicular.

Os casos de revascularização pulpar geralmente são realizados em duas sessões. Na primeira ocorre a limpeza do sistema de canais radiculares por meio de irrigação abundante com alguma substância química auxiliar, e em seguida é inserida medicação intracanal que permanece por aproximadamente 3 semanas. Na segunda sessão é induzido o sangramento para o interior do canal radicular, o qual é selamento com MTA e compostos resinosos.

Apesar da maioria dos estudos demonstrar a terapia em duas sessões, Shin et al. (2009), realizaram o tratamento de revascularização pulpar em sessão única, onde irrigaram o canal com hipoclorito de sódio 6%, solução fisiológica e clorexidina 2%

sem instrumentação, seguida de selamento com MTA e resina composta sem a colocação da pasta. Os autores relataram que obtiveram sucesso no caso havendo o término do desenvolvimento radicular e o espessamento das paredes dentinárias.

A literatura ainda apresenta-se escassa em relação a protocolos de controle de infecção capazes de prevenir a resistência de cepas bacterianas, ser um material biológico capaz de induzir a angiogênese, que permita a formação de uma matriz mais previsível e a regeneração tecidual (Reynolds et al., 2009).

4. Protocolos

A revascularização é um assunto relativamente novo e promissor que está bastante em evidência principalmente devido à manutenção dos princípios biológicos e à possibilidade de diminuir o tempo de trabalho. Sendo assim, há uma variedade de protocolos de tratamento utilizando esta técnica, buscando sempre alcançar a melhor forma para a obtenção do sucesso.

Sendo assim, os autores realizaram um levantamento dessa diversidade de protocolos que se encontra ilustrado na tabela 1. A tabela relaciona o tipo de descontaminação, a medicação (quando empregada), o tempo de permanência da medicação e selamento empregados.

Autores	Tipo de Experimento	Descontaminação	Medicação	Tempo Medicação	Estímulo ao sangramento	Selamento	Controle
Ostby, 1961	Estudo em cães	Solução de formaldeído 4%; EDTAC	Pasta a base de clorofórmio	Alguns dias	sim		
Ostby, 1961	Estudo clínico	Solução de formaldeído 4%; EDTAC	Pasta a base de clorofórmio	Alguns dias	sim		
Iwaya et al., 2001	Relato de caso	- NaOCl 5% + Peróxido de Hidrogênio 3%	- Metronidazol + Ciprofloxacina	- 15 meses	Não	- Vitapex® (Hidróxido de cálcio) + Ionômero de Vidro	30 meses
Banchs e Trope,	Relato de caso	- 20 mL NaOCl 5,25% + 10 mL CHX 0,12%	- Metronidazol + Ciprofloxacina +	- 26 dias	Sim	- MTA + Resina	24 meses

2004			Minociclina			Composta	
Windley et al., 2005	Estudo em cães	- 10 mL NaOCl 1,25% + 10 mL de solução salina + 2 mL de Tiosulfato de sódio 5% + 10 mL de solução salina	- Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	- 2 semanas	Não	- IRM	3 meses (eutanásia)
Thibodeau e Trope, 2007	Relato de caso	- NaOCl 1,25% - 10 mL de água estéril	- Metronidazol + Ciprofloxacina + Cefaclor	- 11 semanas	Sim	- MTA + Resina Composta	12 meses
Thibodeau et al., 2007	Estudo em cães	- 10 mL NaOCl 1,25% - 10 mL solução salina	- Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	- 4 semanas	Sim	- Colágeno tipo I + MTA + Amálgama ou IRM	3 meses (eutanásia)
Cotti et al., 2008	Relato de caso	- NaOCl 5,25% + Peróxido de Hidrogênio 3%	- Hidróxido de cálcio	- 1 semana	Sim	- MTA + Resina composta	30 meses
Shah et al., 2008	Estudo clínico	- Peróxido de Hidrogênio 3% + NaOCl 2,5%	- Formocresol	- Não relata	Sim	- Ionômero de vidro	6 - 3,5 meses
Ding et al., 2009	Estudo clínico	- 20 mL NaOCl 5,25%	- Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	- 1 semana	Sim	- MTA + Resina Composta	18 meses
Reynolds et al., 2009	Relato de caso	- 20 mL NaOCl 6% - 5 mL Solução salina - 20 mL CHX 2%	- Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	- 34 dias	Sim	- MTA + Resina Composta	18 meses
Shin et al., 2009	Relato de caso (sessão única)	- 20 mL NaOCl 6% - 5 mL Solução salina - 20 mL CHX 2%	- Ausente	- Ausente	Sim	- MTA + Resina Composta	19 meses
Kim et al., 2010	Relato de caso	- NaOCl 3%	- Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	- 6 semanas	Sim	- MTA + Ionômero de vidro + Resina composta	8 meses
Silva et al., 2010	Estudo em cães	- Grupo 1: 10 mL NaOCl 2.5% + Solução salina - Grupo 2: 10 mL NaOCl 2.5% + Solução salina	- Grupo 1: Ausente - Grupo 2: Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	- Grupo 1: Ausente - Grupo 2: 14 dias	Sim	- MTA + Amálgama	3 meses (eutanásia)

Wang et al., 2010	Estudo em cães	- 10 mL NaOCl 1,25% - 10 mL solução salina	- Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	- Não relata	Sim	Colágeno tipo I + MTA + Amálgama	3 meses
Iwaya et al., 2011	Relato de caso	- NaOCl 5% + Peróxido de Hidrogênio 3%	- Calcipex® (Hidróxido de cálcio)	- 13 semanas	Sim	- Vitapex® (Hidróxido de cálcio) + Gutta-percha + Resina composta	30 meses
Cehreli et al., 2011	Estudo clínico	- 10 mL 2.5% NaOCl	- Hidróxido de cálcio + água	- 3 semanas	Sim	- MTA + Resina Composta	12 meses
Nosrat et al., 2011	Relato de caso	20 ml de NaOCl 5.25% por 20min	Metronidazol + Ciprofloxacina + Minociclina	3 semanas	sim	Cimento CEM + ionômero+ Amalgama	18 meses
Chen et al., 2011	Estudo clínico	NaOCl e instrumentação mecânica mínima	Hidróxido de cálcio + Solução salina fisiológica estéril	4 semanas	sim	MTA + almálgama	26 meses

5. Proservação

O acompanhamento dos casos clínicos realizados por meio da revascularização pulpar é fundamental para verificar o sucesso clínico. Geralmente o tempo necessário para verificar algum progresso do tratamento realizado é de no mínimo 6 meses (Bose et al., 2009; Chen et al., 2011). O período de preservação relatado na literatura varia de meses a anos e as respostas dos dentes também variam. Chueh et al. (2009), observaram que a formação completa da raiz de dentes imaturos com necrose pulpar e lesão periapical se desenvolveram completamente em um período que variou de 10 a 13 meses do início do tratamento.

Segundo Chen et al. (2011) os dentes com rizogênese incompleta, portadores de necrose pulpar e periodontite apical ou abscesso podem apresentar quatro tipos de respostas ao tratamento de revascularização pulpar: Tipo I, aumento da espessura das paredes dentinárias do canal radicular e continuação do desenvolvimento

radicular; Tipo II, a continuação do desenvolvimento radicular não foi significativa porém foi observado o fechamento do forame apical; Tipo III, continuação do desenvolvimento radicular porém sem o fechamento do forame apical; Tipo IV, calcificação (obliteração) do canal radicular; Tipo V, barreira de tecido duro formada entre o plug de MTA cervical e do ápice radicular.

Conclusão

O tratamento de revascularização pulpar é uma terapia recente e bastante promissora, que pode ser realizada tanto em dentes portadores de pulpites irreversíveis quanto em dentes com necrose pulpar e lesão periapical. É um tratamento mais prático e com resultados que animam, já que, ao contrário da apicificação, promove o aumento do espessamento das paredes de dentina e fechamento do forame apical evitando assim, que o dente fique fragilizado.

Entretanto, por ser um tratamento recente ainda há muitas dúvidas existentes que precisam ser esclarecidas por meio da realização de mais estudos, como a natureza do tecido que preenche o canal radicular, o possível desenvolvimento de cepas bacterianas resistentes, a possível descoloração da coroa por minociclina ou MTA, a possibilidade de tratamento em sessão única, assim como o conhecimento dos efeitos pós-revascularização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol.* 2002; 18(3): 134-7.
- 2- Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *J Endod* 2004; 30: 196–200.
- 3- Bansal R, Bansal R. Regenerative endodontics: a state of the art. *Indian J Dent Res.* 2011; 22(1): 122-31.
- 4- Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2009; 35(10): 1343-9.
- 5- Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981; 89: 321–8.
- 6- Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 1985; 18(1): 35-40.
- 7- Cehreli ZC, Isbitiren B, Sara S, Erbas G. Regenerative Endodontic Treatment (Revascularization) of Immature Necrotic Molars Medicated with Calcium Hydroxide: A Case Series. *Journal of Endodontics*, In Press, Corrected Proof, Available online, 2011.
- 8- Chueh LH, Huang GTJ. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: a paradigm shift. *J Endod* 2006; 32: 1205–13.
- 9- Chen MY, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, Rosenberg PA, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J.* 2011;14 (10): 1365-2591.
- 10- Clarkson RM, Moule AJ. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Aust Dent J* 1998; 43: 250–6.
- 11- Cvek M. Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide I. Follow-up of periapical repair and apical closure of immature roots. *Odontol Revy.* 1972; 23: 27–44.
- 12- Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature, traumatized tooth with apical periodontitis: report of a case. *J Endod* 2008; 34: 611–6.

- 13- Ding RY, Cheung GS, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. *J Endod* 2009; 35: 745–9.
- 14- Fukuzaki S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Sci* 2006; 11: 147–57.
- 15- Gronthos S, Mankani M, Brahimi J, Robey PG, Shi S. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) in vitro and in vivo. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000; 97:13625–30.
- 16- Graham L, Cooper PR, Cassidy N, Nor JE, Sloan AJ, Smith AJ. The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. *Biomaterials*. 2006; 27(14): 2865-73
- 17- Hale MS. Autogenous Transplants, *Jada* 1954; 49: 193.
- 18- Hargreaves KM, Geisler T, Henry M, Wang Y. Regeneration potential of the young permanent tooth: what does the future hold? *Pediatr Dent*. 2008; 30(3): 253-60.
- 19- Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, et al. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J* 1996; 29: 125–30.
- 20- Huang GT, Sonoyama W, Liu Y, Liu H, Wang S, Shi S. The hidden treasure in apical papilla: the potential role in pulp/dentin regeneration and bioroot engineering. *J Endod*. 2008; 34(6): 645-51.
- 21- Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dent Traumatol* 2001; 17: 185–7.
- 22- Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with periradicular abscess after luxation. *Dental Traumatology* 2011; 27: 55–58.
- 23- Johnson DS, Burich RL. Revascularization of reimplanted teeth in dogs. *J Dent Res*. 1979; 58(2): 671.
- 24- Kim JH, Kim Y, Shin SJ, Park JW, Jung Y. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. *J Endod* 2010; 36: 1086–1091.
- 25- Kling M, Cvek M, Mejare I. Rate and predictability of pulp revascularization in therapeutically reimplanted permanent incisors. *Endod Dent Traumatol*. 1986 Jun;2(3):83-9.
- 26- Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, 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* 2011; 37: 133–8.
- 27- Myers HI , Flanagan VD. A comparison of the results obtained from transplantation and replantation experiments using Syrian hamster teeth. *Anat Rec* 1958; 130: 497-.313.

- 28- Mohammadi Z, Abbott PV. On the local applications of antibiotics and antibiotic-based agents in endodontics and dental traumatology. *International Endodontic Journal*, 42, 555–567, 2009.
- 29- Nosrat A, Seifi A, Asgary S. Regenerative endodontic treatment (revascularization) for necrotic immature permanent molars: a review and report of two cases with a new biomaterial. *J Endod*. 2011; 37(4): 562-7.
- 30- Pafford EM. Homogenous Transplants of Preserved Frozen Teeth, *Oral Surg., Oral Med. & Oral Path* 1956; 9:55,.
- 31- Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, McClanahan SB. Challenges in regenerative endodontics: a case series. *J Endod*. 2010; 36(3): 536-41.
- 32- Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspids using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration: a case report. *International Endodontic Journal* 2009, 42, 84–92.
- 33- Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP, Abedi H, McMillan P. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod*. 1999; 25(1): 1-5.
- 34- Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: a pilot clinical study. *J Endod*. 2008; 34(8): 919-25.
- 35- Sheppard PR, Burich RL. Effects of extra-oral exposure and multiple avulsions on revascularization of reimplanted teeth in dogs. *J Dent Res*. 1980; 59(2): 140.
- 36- Shin SY, Albert JS, Mortman RE. One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess: a case report. *International Endodontic Journal* 2009, 42, 1118–1126.
- 37- Silva LAB, Nelson-Filho P, Silva RAB, Flores DSH, Heilborn C, Johnson JD, Cohenca N. Revascularization and periapical repair after endodontic treatment using apical negative pressure irrigation versus conventional irrigation plus triantibiotic intracanal dressing in dogs' teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 779-787.
- 38- Thibodeau B, Teixeira F, Yamauchi M, Caplan DJ, Trope M. Pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2007; 33: 680–9.
- 39- Thibodeau B, Trope M. Pulp revascularization of a necrotic infected immature permanent tooth: case report and review of the literature. *Pediatr Dent* 2007; 29: 47–50.
- 40- Turkistani J, Hanno A. Recent trends in the management of dento alveolar traumatic injuries to primary and young permanent teeth. *Dent Traumatology* 2011; 27(1): 46–54.

- 41- Ring KC, Murray PE, Namerow KN, Kuttler S, Garcia-Godoy F. The comparison of the effect of endodontic irrigation on cell adherence to root canal dentin. *J Endod* 2008; 34: 1474–9.
- 42- Wang X, Thibodeau B, Trope M, Lin LM, Huang GT. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod*. 2010; 36(1): 56-63.
- 43- Wang Q, Lin XJ, Lin ZY, Liu GX, Shan XL. Expression of vascular endothelial growth factor in dental pulp of immature and mature permanent teeth in human. *Shanghai Kou Qiang Yi Zue* 2007;16:285–9.
- 44- Windley W, Teixeira F, Levin L, Sigurdsson A, Trope M. Disinfection of immature teeth with a triple antibiotic paste. *Journal of Endodontics* 2005; 31, 439–43.
- 45- Yousef Saad A. Calcium hydroxide and apexogenesis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988; 66: 499–501.