



REVASCULARIZAÇÃO PULPAR E O CIMENTO BIO CERÂMICO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

PULP REVASCULARIZATION AND BIOCERAMIC CEMENT: A LITERATURE REVIEW

Isabely Luiza Borges¹, Mariana Dib dos Santos Amed¹, Jorge Henrique Stefanelli Marques²

¹Graduação em Odontologia do Centro Universitário da Faculdade Educacional de Barretos

²Professor Doutor do curso de Odontologia do Centro Universitário da Faculdade Educacional de Barretos

Resumo

A revascularização pulpar é considerada um tratamento alternativo à apicificação e indicado para dentes com rizogênese incompleta e necessidade de tratamento endodôntico. Esta promissora alternativa de tratamento promove tanto o fechamento apical quanto o término do desenvolvimento radicular. Pode ser definida como a diferenciação de células progenitoras da porção apical de dentes jovens que passam a colonizar o canal radicular e depositar tecido mineralizado em suas paredes com o objetivo de fortalecê-las. Para que a adaptação e o selamento do canal radicular ocorram de forma eficiente, os cimentos endodônticos devem apresentar certas propriedades, como ser estável e insolúvel em fluidos orgânicos, ser radiopaco, ter bom escoamento, ter um bom tempo de trabalho e de presa, ser fácil de manipular e ser biocompatível. No âmbito dessas informações, este estudo buscou, por meio de revisão de literatura, reunir, descrever e discutir acerca desta técnica, para que seja possível direcionar novas pesquisas e ser empregada de forma adequada pelo clínico. Foi possível compreender que as propriedades biológicas apresentadas pelo material obturador ou reparador são de fundamental importância para o sucesso da terapia endodôntica.

Palavras-chave: endodontia; regeneração; ápice dentário.

Abstract

Pulp revascularization is considered to be an alternative treatment to apexification, it is indicated for teeth with incomplete rhizogenesis in need of endodontic therapy. This promising alternative treatment promotes both apical closure and the termination of root development. It can be defined as the differentiation of progenitor cells in the apical portion of primary teeth that start to colonize the root canal, depositing mineralized tissue in their walls for strengthening purposes. For the root canal adaptation and sealing to occur efficiently, endodontic cements must have certain properties, such as being stable, being insoluble in organic fluids, being radiopaque, having good flow, having a good working and setting time, being easy to manipulate as well as being biocompatible. Within the scope of this information, this study sought, through a literature review, to gather, describe and discuss this technique, in order to guide new research and be properly used by clinicians. As a result, it was possible to understand that the dental fillings' or repair materials' biological properties are of fundamental importance for the success of endodontic therapy.

Keywords: endodontics; regeneration; dental apex.

Autor para Correspondência: Jorge Henrique Stefanelli Marques, E-mail: jorge.marques@unifeb.edu.br, Tel. (17) 98184-5939

Recebido em: 28/11/2021

Aceito em: 22/04/2022

Introdução

Os temas inerentes à endodontia têm conquistado importante espaço no contexto da pesquisa científica. Assim, verifica-se que, com a evolução nos tratamentos endodônticos e a disseminação dos conhecimentos a respeito das potencialidades destes, surgem constantemente novas tecnologias e abordagens voltadas ao aprimoramento das técnicas e dos materiais existentes, convergindo para uma oferta potencialmente maior de opções aos profissionais.

Especificamente no tocante ao tratamento da necrose pulpar e das patologias periapicais, nota-se que representam um grande desafio em dentes imaturos com ápices abertos. Além disso, a realização da obturação sem estender o material para os tecidos periapicais é desafiadora, mesmo para os clínicos mais experientes, e a grande abertura apical, que às vezes pode ter uma configuração divergente, não fornece o batente mecânico necessário para confinar o material obturador (Cabral et al., 2016).

O tratamento tradicional preconizado envolve a aplicação, por períodos prolongados, de medicação à base de hidróxido de cálcio, com o objetivo de induzir a apicificação e a formação de uma barreira apical de tecido mineralizado.

Uma técnica utilizando uma barreira apical à base de mineral trióxido agregado (MTA) também vem sendo recomendada para estes casos (Cabral et al., 2016).

Apesar da alta taxa de sucesso desses tratamentos, a continuidade do desenvolvimento radicular não ocorre e as raízes permanecem finas, frágeis e propensas a fraturas. Portanto, é imperativo a busca contínua pelo desenvolvimento de novas alternativas terapêuticas com bases biológicas, que oferecem potencial para uma contínua formação de tecido mineralizado em dentes permanentes com necrose pulpar e desenvolvimento radicular incompleto (Mundstock et al., 2014).

A Endodontia Regenerativa tem surgido como uma alternativa promissora que se enquadra no tratamento de dentes não vitais. Na regeneração pulpar estuda-se o desenvolvimento de um novo tecido pulpar *in vitro* a partir de células indiferenciadas estimuladas por fatores de crescimento, com o objetivo de regenerar o tecido pulpar perdido (Cabral et al., 2016).

Nesse sentido, um procedimento mais passível de ser realizado nos tempos atuais é chamado

de revascularização pulpar. A revascularização pulpar pode ser definida como a invaginação de células indiferenciadas da região apical de dentes de pacientes jovens com ápice aberto (Salomão et al., 2020). As propriedades biológicas apresentadas pelo material obturador ou reparador são de fundamental importância para o sucesso da terapia endodôntica.

Cimentos obturadores e reparadores à base de Agregado Trióxido Mineral (MTA) vêm sendo aprimorados nos últimos anos, e alguns estudos já demonstraram excelentes resultados. O MTA, considerado o biocerâmico de primeira escolha para o tratamento de perfurações radiculares, vem ganhando destaque na endodontia, principalmente em relação às suas propriedades biológicas. Ressalta-se que esses cimentos fazem referência a um material cerâmico de uso biológico, inerte ou bioativo (Rodrigues, 2021).

Verificadas as considerações de diversos autores a respeito da revascularização pulpar, a proposta do presente trabalho é de investigar a questão do cimento biocerâmico para que seja possível direcionar novas pesquisas e para que a técnica seja empregada de forma adequada pelo clínico, uma vez que a revascularização pulpar é considerada um tratamento alternativo à apicificação e é indicado para dentes com rizogênese incompleta e necessidade de tratamento endodôntico.

Metodologia

A metodologia a ser utilizada no trabalho em tela é a revisão bibliográfica, que consiste em análise fundamentada em material já publicado sobre o assunto. Para tanto, serão utilizadas prioritariamente as bases de dados Scielo e Bibliografia Brasileira de Odontologia, bem como o Portal Capes, que possui interseções com outras bases relevantes.

O critério para seleção dos artigos será a pertinência das abordagens ao tema proposto, constatada a partir da leitura dos resumos. Somente serão utilizados como referencial específico os artigos escritos em língua portuguesa e em inglês, publicados entre 1998 e 2018. Foram desconsiderados artigos voltados à publicidade de materiais ou afins, bem como aqueles que em seu conteúdo não apresentarem convergência à proposta da pesquisa.

De acordo com Marconi & Lakatos (2007), a pesquisa qualitativa considera uma relação com vínculo entre o mundo real e o sujeito; sendo assim,

tal relação não pode ser traduzida em números. A interpretação dos fenômenos e atribuição de significados são essenciais na pesquisa qualitativa. Ela requer o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados, sendo o pesquisador peça-chave da pesquisa. Assim, pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente, tornando-a descritiva. O processo e seu significado são os principais focos da abordagem. De acordo com as autoras, a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinado fenômeno, população ou o estabelecimento entre as relações. Assume, de maneira geral, a forma de levantamento de dados.

Para Gil (2006), a vantagem fundamental ao se elaborar uma pesquisa bibliográfica é deixar ao pesquisador a cobertura de diversos fenômenos, mas com a desvantagem de prejudicar a qualidade da pesquisa, pois existem probabilidades de as fontes secundárias conterem equívocos gerados pela maneira errônea de coleta e processamento de dados.

A revisão da literatura é a análise metódica e ampla, analisando e definindo tópicos, autores, palavras e fontes de dados. Assim, a revisão é considerada o ponto de partida para a pesquisa científica, mostrando de maneiras novas e diferentes o tema abordado (Conforto et al., 2012).

Desenvolvimento do tema

A evolução da endodontia ocorreu *pari passu* com o desenvolvimento da própria odontologia, considerando que ela foi a primeira das especialidades desta área do conhecimento.

Por volta de 25 a.C., juntamente com outras constatações obtidas na Antiguidade, a odontologia passou um período de estagnação e mesmo declínio no período da Idade Média (Wall, 2005).

A endodontia teve sua gênese em diferentes épocas, destacando-se seu surgimento nos Estados Unidos, com Edward Hartley Angle. Angle buscou o estabelecimento de um grupo formado por literatos e historiadores para fundar a Sociedade Americana de Endodontistas, em 1901 (Mundstock et al., 2014).

No Brasil, o ensino especificamente da endodontia teve seu início em 1925, por meio de decreto publicado pelo Presidente Artur Bernardes, em que a cadeira de endodontia fazia parte do terceiro ano do curso, ao lado da Clínica Odontológica, Higiene da Boca e Terapêutica (Mundstock et al., 2014).

Urge compreender, no entanto, que os primeiros cursos de odontologia no Brasil, em 1884, apesar de não possuírem uma cadeira específica para a endodontia, já traziam conteúdos assemelhados, que se incorporam à atividade (Abrão et al., 2014).

As diversas descobertas no campo da endodontia acompanharam as evoluções tecnológicas gerais e específicas da odontologia, considerando o estabelecimento, inclusive, de padrões de excelência clínica, em que, de forma gradativa, foram lançados os fundamentos para que o Brasil se tornasse uma referência internacional no campo da endodontia (Santos et al., 2016).

A revascularização pulpar tem a finalidade de eliminar sintomas, reparo da lesão periapical, a continuação do desenvolvimento radicular, bem como restabelecer a vitalidade pulpar. Essa nova técnica está ganhando cada vez mais espaço, sendo indicada nos casos de dentes jovens com rizogênese incompleta. Tradicionalmente, o tratamento a ser dado era através da apicificação, sendo que neste há trocas de pastas de hidróxido de cálcio, visando à formação de uma barreira mineralizada, a qual irá possibilitar uma posterior obturação do canal radicular. Porém, a permanência a longo prazo da medicação pode levar à fragilização da raiz (Brito, 2020).

Logo, nota-se que a utilização de células-tronco é cada vez mais comum e importante. O uso das células-tronco na odontologia iniciou-se com a polpa de dentes permanentes, visto que estas células caracterizavam-se por serem proliferativas, clonogênicas, autorrenovativas, bem como tinham a capacidade de gerar diferentes tecidos. O tratamento endodôntico regenerativo é um procedimento para substituir tecido pulpar danificado em tecido viável que promova tanto o fechamento apical quanto o término do desenvolvimento radicular (Brito, 2020).

A revascularização pulpar é um procedimento alternativo aos tratamentos tradicionais de apicificação, que busca restabelecer a vitalidade da polpa e estimular a formação radicular. É indicada para dentes jovens com rizogênese incompleta e necrose pulpar (Salomão et al., 2020).

A revascularização pulpar apresenta benefícios quando comparada à apicificação. Entre as vantagens, podem-se destacar o controle da infecção e tempo clínico menor, podendo ser finalizada em uma ou duas sessões, sendo o custo-benefício um fator favorável. A maior vantagem refere-se à indução

ao término do desenvolvimento da raiz com espessamento e, como resultado, o fortalecimento das paredes radiculares (Falcão & Barros, 2017).

A revascularização pulpar permite que os dentes permanentes imaturos com polpas não vitais completem o desenvolvimento radicular. O tratamento é direcionado à realização de protocolos de desinfecção dos canais radiculares na primeira sessão, sendo indicada irrigação com hipoclorito de sódio seguido do uso de uma medicação intracanal, que pode ser uma pasta de hidróxido de cálcio ou uma combinação de antibióticos, como ciprofloxacina, metronidazol e minociclina, que também é conhecida como pasta triantibiótica (Rodrigues, 2021).

O conceito de revascularização foi introduzido por Nygaard-Ostby no ano de 1961, através de estudos pré-clínicos em que foi tentada a regeneração de tecidos pulparem em dentes vitais e não vitais em cães (Falcão & Barros, 2017).

Observou-se que após desinfecção do canal radicular, a presença de sangramento ou coágulo sanguíneo pareceu ser essencial para a formação de tecido conjuntivo fibroso em um canal vazio. Entretanto, na época não obtiveram sucesso devido às limitações e pela falta de tecnologia. Com o passar dos anos e o avanço dos materiais odontológicos, vários relatos de casos com dentes reimplantados ou autotransplantados e estudos controlados em animais com ápice aberto e necrose têm mostrado evidência radiográfica e histológica de sucesso (Falcão & Barros, 2017).

A revascularização é a terapia mais atual usada em dentes permanentes necróticos com rizogênese incompleta. Recentemente, o potencial do sucesso das terapias de regeneração pulpar tem aumentado o interesse demonstrado por diversos autores que possuem estudos publicados nessa área (Falcão & Barros, 2017).

A revascularização pulpar apresenta benefícios quando comparada à apicificação. Entre as vantagens, podem-se destacar o controle da infecção e tempo clínico menor, podendo ser finalizada em uma ou duas sessões, sendo o custo-benefício um fator favorável. A maior vantagem refere-se à indução ao término do desenvolvimento da raiz com espessamento e, como resultado, o fortalecimento das paredes radiculares (Rodrigues, 2021).

Em protocolo clínico proposto por Nygaard-Ostby e introduzido por Banchs e Trope, na primeira visita o dente é tratado com a instrumentação

mínima para não fragilizar ainda mais as paredes dentinárias dos dentes com rizogênese incompleta e, consequentemente, não diminuir a resistência mecânica, desinfecção e aplicação da pasta triantibiótica, composta por metronidazol, minociclina e ciprofloxacina (Falcão & Barros, 2017).

Na segunda visita é realizada a irritação dos tecidos periapicais por sobre instrumentação, estimulando o coágulo sanguíneo que, associado aos restos teciduais necróticos pulparem, permite o crescimento tridimensional de um novo tecido. Posteriormente, o dente é selado com MTA e restaurado com resina composta ou ionômero de vidro (Brito, 2020).

A irrigação deve ser realizada 3 mm aquém do comprimento de trabalho, utilizando a solução de hipoclorito de sódio seguida por abundante irrigação de solução fisiológica, causando um efeito neutralizador com a finalidade de diminuir a toxicidade do hipoclorito de sódio a 2,5% (Rodrigues, 2021).

Entre as medicações intracanal que são utilizadas, destacam-se a pasta triantibiótica e o hidróxido de cálcio. A medicação preconizada é a pasta triantibiótica, composta por minociclina, metronidazol e ciprofloxacina. A mistura dos três antibióticos tem mostrado eficiência na eliminação de patógenos endodônticos, pois conseguem penetrar nas camadas mais profundas da dentina (Falcão & Barros, 2017).

O hidróxido de cálcio possui duas atividades principais quando utilizado como medicação intracanal: ação antimicrobiana obtida pela elevação do pH (alcalinização) do meio e indução da mineralização tecidual através da ativação enzimática, principalmente da fosfatase alcalina, além disso, acelera a reparação de lesões periapicais em função do desaparecimento progressivo de bactérias nos canais radiculares (Brito, 2020).

A utilização do Trióxido de Mineral Agregado serve para vedar a entrada de bactérias, para que ocorra o reparo, formação de um novo tecido, manter um pH alto por um longo período, além de ter a capacidade de induzir a proliferação das células pulparem (Falcão & Barros, 2017).

O processo de revascularização pulpar é mais favorável em um ambiente livre de bactérias, por isso é necessário que o sistema de canais radiculares seja limpo e feita sua antisepsia. Uma etapa de relevância para a revascularização pulpar é a

antisepsia dos sistemas de canais radiculares, e, assim, as soluções irrigadoras são indispensáveis (Brito, 2020).

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 deve ser cauteloso, devido às finas paredes dentinárias. Assim, torna-se importante o uso das substâncias irrigadoras e a medicação intracanal (Rodrigues, 2021).

Dentre as substâncias químicas mais utilizadas para este procedimento, temos o hipoclorito de sódio (NaOCl) e gluconato de clorexidina (CLX), sendo a primeira mais largamente utilizada e com maior aceitação em nível mundial. As duas principais propriedades do hipoclorito de sódio são: ação antimicrobiana potente e capacidade de dissolução de tecido orgânico (Rodrigues, 2021).

Cientificamente, as células-tronco são classificadas como: multipotentes e pluripotentes. As células multipotentes são células capazes de se diferenciar em qualquer outra célula, desde que tenha a mesma origem embrionária, e as pluripotentes são aquelas capazes de diferenciar em qualquer outra célula, 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 (Brito, 2020).

Não há certeza quanto à origem das células-tronco em processos de regeneração. Acredita-se que elas tenham origem da papila apical, uma vez que 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 (Alcalde et al., 2014).

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 nos casos de regeneração tecidual. Os fatores fundamentais para este processo são: fator de crescimento transformador (TFG) e proteína morfogenética óssea (Alcalde et al., 2014).

Estudos 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 cariosas, esses fatores são liberados exercendo um papel fundamental na formação da dentinogênese terciária (Costa et al., 2021).

Na terapia de regeneração pulpar, as concentrações do hipoclorito de sódio variam entre 2,5% e 6%, tendo apresentado resultados satisfatórios. A clorexidina tem sido utilizada como irrigante e associada à medicação intracanal na concentração de 2% (Brito, 2020).

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. E 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 (Alcalde et al., 2014).

Para o sucesso da regeneração pulpar, é de suma importância a máxima eliminação de microrganismos. 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 desses microrganismos são resistentes às medicações com hidróxido de cálcio, realizou-se um estudo com objetivo de avaliar a ação antimicrobiana de antibióticos sozinhos e associados sobre microrganismos presentes na dentina radicular, polpa dental e lesões periapicais (Brito, 2020).

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 (Salomão et al., 2020).

Alguns autores propõem como tentativa de prevenir essa descoloração da coroa dental, a diminuição do tempo de utilização 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 (Salomão et al., 2020).

Albuquerque (2012) realizou dois 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, ciprofloxacina) como medicação intracanal, e o grupo II (n=11) tratado com hidróxido de cálcio associado a clorexidina 2% (Alcalde et al., 2014).

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 com 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 (Alcalde et al., 2014).

Os resultados encontrados demonstraram que ambos os protocolos promoveram a formação radicular e em apenas um caso não houve fechamento apical, não havendo diferença estatística significativa entre os dois 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 (Alcalde et al., 2014).

A proposta de tratamento da regeneração pulpar é realizada em duas 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 (Costa et al., 2021).

Trope (2010) realizou o tratamento de regeneração pulpar em sessão única por meio 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 (Alcalde et al., 2014).

A endodontia desenvolve cada vez mais novas técnicas e, com isso, materiais surgem visando à melhoria da qualidade do tratamento no menor tempo possível. Inúmeros casos de sucesso em regeneração endodôntica têm sido relatados na

literatura, e alguns destes puderam ser vistos no decorrer deste estudo (Salomão et al., 2020).

A regeneração pulpar é uma alternativa de tratamento para dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, contudo, ainda não se tem um consenso em relação à prática clínica (Brito, 2020).

Quando se fala em prognóstico melhor, o importante é que haja preocupação com o tempo despendido para o tratamento, bem como com pós-operatório e as questões biológicas ou microbiológicas envolvidas (Costa et al., 2021).

Dentes permanentes com rizogênese incompleta são um dos grandes desafios na prática endodôntica, necessitando de um tratamento diferenciado dos tratamentos endodônticos convencionais. As causas que comumente interrompem a maturação radicular são traumatismos dentários ou mesmo cáries dentárias profundas, que podem causar a necrose pulpar (Brito, 2020).

Logo, os dentes que apresentam raiz incompletamente formada e necrose pulpar geralmente eram tratados pelo método de apicificação, ou seja, múltiplas sessões e trocas de medicação intracanal à base de hidróxido de cálcio ou mesmo a confecção de um *plug* apical de MTA, a fim de conseguir a formação de uma barreira apical (Rodrigues, 2021).

Entretanto, por meio desse método, as raízes continuam com as paredes dentinárias finas e fragilizadas. Assim, a revascularização surge como uma nova forma de tratamento com a finalidade de promover o término do desenvolvimento radicular, com invaginação de um novo tecido conjuntivo para o interior do espaço da cavidade pulpar (Costa et al., 2021).

O protocolo de revascularização pulpar, conforme inúmeros doutrinadores e seguindo as diretrizes da Associação Americana de Endodontia (AAE), geralmente ocorre em duas consultas: na primeira é feita a limpeza do sistema de canais radiculares através de irrigação e inserção de medicação intracanal; na segunda há indução do sangramento para o interior do canal radicular, sendo este selado com MTA e outros compostos (Alcalde et al., 2014).

É importante que a desinfecção dos canais radiculares seja realizada de forma correta, visto que esta é uma etapa importante no sucesso da revascularização (Brito, 2020).

Os protocolos de revascularização incluem a 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 à formação de um novo tecido (Cabral et al., 2016).

O dente então é selado com MTA na porção cervical da raiz e coronalmente com materiais restauradores. Existem várias vantagens da revascularização, como o tempo de tratamento mais curto e o número de consultas reduzido. A obturação do canal não é necessária ao contrário da apicificação induzida por hidróxido de cálcio, assim como o seu perigo inerente de fraturar a raiz durante a condensação lateral. No entanto, a maior vantagem é de alcançar o desenvolvimento contínuo da raiz como o resultado do reforço das paredes dentinárias laterais com a deposição de tecido duro (Cabral et al., 2016).

Em relação à medicação intracanal, é consenso de que esta deverá ser utilizada, pois auxilia na eliminação da infecção endodôntica, neutraliza as endotoxinas, previne a proliferação de microrganismos e ajuda a evitar uma nova infecção no canal radicular (Costa et al., 2021).

Apesar dos avanços científicos, há que se destacar um fator negativo da pasta em questão: o escurecimento da coroa dental em razão da substância minociclina. Para que isso não ocorra, estudos têm comprovado que o uso de um sistema adesivo, que preserva a estrutura dentinária, ajuda na preservação da coroa, evitando o seu escurecimento (Alcalde et al., 2014).

Em relação ao protocolo de tratamento da revascularização, ainda não existe uma padronização. No entanto, pode-se afirmar que a regeneração endodôntica é o mais novo campo da endodontia, e os avanços sobre a matéria são cada vez mais rápidos, tendo como finalidade o desenvolvimento de benefícios para todas as pessoas que necessitarem desse tipo de tratamento (Brito, 2020).

Baseado em suas propriedades biológicas, surgiram no mercado alguns cimentos obturadores à base de MTA, por exemplo, o EndoSeal e o MTA Fillapex. A citotoxicidade desses materiais foi avaliada e comparada a outros cimentos já consagrados, como o AH Plus (Cabral et al., 2016).

Em estudo realizado por Marins et al. (2017), fibroblastos humanos imortalizados da linhagem MRC-5 foram expostos aos cimentos Endoseal, MTA Fillapex e AH Plus, considerado padrão ouro. Os resultados revelaram que, mesmo possuindo

como componente base o MTA, tanto o Endoseal® como o MTA Fillapex apresentaram-se citotóxicos.

Devido a alguns resultados negativos de cimentos obturadores à base de MTA, principalmente em relação à citotoxicidade, foi constatada a necessidade de aprimoramento desses materiais (Marins et al., 2017).

Outros estudos recentes demonstram que as células-tronco da papila apical, quando estimuladas por meio da sobreinstrumentação apical, possuem a capacidade de liberar fatores de crescimento com potencial de regenerar um complexo semelhante ao complexo dentina-polpa, composto de matriz mineralizada, com túbulos dentinários revestidos de odontoblastos e tecido fibroso, contendo vasos sanguíneos, semelhante ao de dentes humanos hígidos (Rodrigues, 2021).

Nesse sentido, sua utilização pode ser recomendada no tratamento endodôntico ou cirúrgico, porém, tratando-se de cimentos biocerâmicos, ainda são necessários mais estudos e principalmente avaliações *in vivo* a longo prazo para atestar a sua real efetividade.

Conclusão

A partir do estudo apresentado, verificou-se que a regeneração pulpar é uma alternativa de tratamento para dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar, porém, não há um protocolo estabelecido.

Contudo, a maioria dos profissionais segue o protocolo da Associação Americana de Endodontia (AAE), sendo que este constituiu uma atualização dos procedimentos regenerativos, o que permite aos profissionais ter uma evidência científica dos casos relatados.

Compreendeu-se, ainda, que a revascularização pulpar visa à desinfecção dos canais radiculares, bem como a formação de coágulo no interior do canal, sendo que este dá suporte ao crescimento e diferenciação celular.

Logo, a utilização de soluções irrigadoras e medicação intracanal são de suma importância para o sucesso dessa técnica, que tem tido cada vez mais aceitação em razão de seus resultados satisfatórios.

O MTA é um material biocompatível de ampla utilização na endodontia, sendo recomendado em cirurgias apicais e selamento de perfurações radiculares, principalmente na sua forma pura.

Referências

- Abrão, J., Moro, A., Fidos, H. R., & Shimizu, R. H. (2014). *Endodontia preventiva: diagnóstico e tratamento*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Albuquerque, M. T. P. (2012). *Protocolos de revascularização pulpar* (Monografia de especialização). Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba.
- Alcalde, M. P., Guimarães, B. M., Fernandes, S. L., Amoroso-Silva, P. A., Bramante, C. M., Vivan, R. S., & Duarte, M. A. H. (2014). Revascularização pulpar: considerações técnicas e implicações clínicas. *Revista Salusvita*, 33(3), 415-432.
- Brito, A. Q. (2020). *Revascularização pulpar: uma possibilidade de tratamento em dentes com rizogênese incompleta* (Monografia). Programa de Especialização em Endodontia da Associação Brasileira de Especialistas da Odontologia, Faculdade Sete Lagoas FACSETE, Vitória da Conquista, Bahia.
- Cabral, C. S. L., Genizelli, L. O., Cruz, R. G. Z., Pereira, A. C., Moreira, E. J. L., & Silva, E. J. N. L. (2016). Tratamento de dentes com rizogênese incompleta após procedimentos regenerativos ou de apicificação: uma revisão sistemática de literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*, 73(4), 336-339.
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. L. (2012). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In *Anais do Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Costa, D. P., Almeida, L. N., Azevedo, L. R., & Alves, G. F. C. S. (2021). Endodontia regenerativa em dentes permanentes com rizogênese incompleta. *Archives of Health Investigation*, 10(2), 228-235.
- Falcão, J. M. S., & Barros, K. S. T. (2017). *Revascularização pulpar em dente traumatizado: relato de caso clínico*. Recife: Faculdade Integrada de Pernambuco Odontologia.
- Gil, A. C. (2006). *Como elaborar projetos de pesquisa* (5a ed.). São Paulo: Atlas.
- Marconi, A. M., & Lakatos, M. E. (2007). *Técnicas de pesquisa* (6a ed). São Paulo: Atlas.
- Marins, F. C., Ronconi, C. T., Saavedra, F. M., Lima, A. B. M., Zaia, A. A., Moreira, E. J. L., & Silva, E. J. N. L. (2017). Avaliação da citotoxicidade de dois cimentos à base de MTA: um estudo in vitro. *Revista Brasileira de Odontologia*, 74(1), 27-30.
- Mundstock, C. A., Carvalho, L. S., & Feres, M. A. (2014). A história da endodontia. In J. Abrão, A. Moro, R. F. Horliana & R. H. Shimizu. *Ortodontia preventiva: diagnóstico e tratamento*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Rodrigues, M. N. M. (2021). *Análise comparativa da resistência de união e à compressão de cimentos biocerâmicos utilizados em procedimentos de endodontia regenerativa* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Salomão, K. B., Malavolta, I. F., Oliveira, L. T., Brighenti, F. L., Kuga, M. C., & Fragelli, C. (2020). Uso da revascularização pulpar em dente jovem necrosado após trauma dentário: relato de caso em paciente pediátrico. *Revista de Odontologia da UNESP*, 49(No. esp.), 157. Recuperado em 24 de setembro de 2021, de <https://www.revodontolunesp.com.br/article/604a1768a95395249e788133/pdf/rou-49-Especial-157.pdf>
- Santos, B. C., Dantas, I. F., Silva, S. C., Lima, L. H. A., Agra, D. M., & Fernandes, D. C. (2016). Odontologia estética e qualidade de vida. *Cadernos de Graduação Ciências Biológicas e da Saúde*, 3(3), 91-100. Recuperado em 24 de março de 2021, de <https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitbiosauade/article/viewFile/3328/2030>
- Trope, M. (2010). Treatment of immature Tooth with Non-vital pulp and apical periodontitis. *Dental Clinics of North America*, 54(2), 313-324.
- Turkistani, J., & Hanno, A. (2011). Recent trends in the management of dento alveolar traumatic injuries to primary and young permanent teeth. *Dental Traumatology*, 27(1), 46-54.
- Wall, N. (2005). Orthodontics in 3 millennia. Chapter 3: the professionalization of Endodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 127(6), 749-753.