

REABSORÇÕES RADICULARES TRATADAS COM ENDODONTIA REGENERATIVA: REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 01/07/2024

Mariana Souza d’Afonseca

Universidade Federal da Bahia
Salvador - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2786606270853628>

Hylara Oliveira Céu dos Santos

Universidade Federal da Bahia
Salvador – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2635186102498724>

Juliana Yuri Nagata

Universidade Federal de Sergipe
Lagarto - SE
<https://orcid.org/0000-0002-5509-5110>

Maria Tereza Pedrosa de Albuquerque

Universidade Federal da Bahia
Salvador – Bahia
<https://orcid.org/0000-0002-5056-8126>

RESUMO: As reabsorções radiculares são processos fisiológicos ou patológicos que levam a destruição progressiva do cimento e da dentina radicular, podendo ser classificadas em reabsorção interna, externa, inflamatória ou substitutiva. De origem multifatorial, o trauma dental representa o fator etiológico de maior relevância para a sua incidência. Dentre as opções de tratamentos para as reabsorções

radiculares, o tratamento endodôntico regenerativo tem sido relatado como uma opção com resultados promissores. O presente capítulo teve como objetivo revisar na literatura o emprego da Endodontia regenerativa como tratamento para casos de reabsorção radicular. Foi realizada uma busca avançada na base de dados PUBMED, utilizando a associação entre os seguintes descritores: “Regenerative Endodontics”, “Root resorption”, “Regenerative treatment” e “dental trauma”. Ao todo, foram selecionados 19 artigos que se enquadravam nos critérios de elegibilidade, englobando estudos clínicos e relatos de casos que trataram reabsorções radiculares por meio da Endodontia regenerativa. A partir dessa seleção, foram discutidos os principais tipos de traumas que levam a reabsorção radicular, o sucesso da terapia regenerativa abordada em casos de reabsorções radiculares e as perspectivas futuras para este perfil de tratamento. Diversos estudos demonstraram que esse tratamento é capaz de interromper o processo de reabsorção, promover o aumento do comprimento e espessura do canal radicular, além do fechamento apical em dentes com ápices abertos. No entanto, são necessários estudos clínicos

com longos tempos de acompanhamento sobre esse tema, a fim de se obter mais detalhes e assim tornar possível incluir esta técnica entre as possibilidades de tratamento para as reabsorções dentárias.

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia regenerativa, reabsorção da raiz, traumatismo dentário.

ABSTRACT: Root resorptions are physiological or pathological processes that lead to the progressive destruction of cementum and root dentin, and they can be classified as internal, external, inflammatory, or replacement resorption. With multifactorial origins, dental trauma represents the most relevant etiological factor for their incidence. Among the treatment options for root resorptions, regenerative endodontic treatment has been reported as an option with promising results. The aim of this chapter is to review in the literature the use of regenerative endodontics as a treatment for cases of root resorption. An advanced search was conducted in the PUBMED database using the combination of the following descriptors: “Regenerative Endodontics,” “Root resorption,” “Regenerative treatment,” and “dental trauma.” In total, 19 articles that met the eligibility criteria were selected, including clinical studies and case reports addressing root resorptions through regenerative endodontics. From this selection, the main types of traumas leading to root resorption, the success of regenerative therapy in cases of root resorption, and future perspectives for this treatment profile were discussed. Several studies have demonstrated that this treatment can interrupt the resorption process, promote an increase in the length and thickness of the root canal, and achieve apical closure in teeth with open apices. However, clinical studies with long-term follow-up on this topic are necessary to obtain more details and thus make it possible to include this technique among the treatment options for dental resorptions.

KEYWORDS: Regenerative Endodontics, root resorption, dental trauma.

INTRODUÇÃO

Reabsorções radiculares são processos fisiológicos ou patológicos, caracterizados pela perda de estrutura dentária devido à atividade de células osteoclásticas e/ou odontoclásticas (Nageh *et al.*, 2021), sendo identificadas inadvertidamente em 15,7% dos casos investigados por meio de tomografia computadorizada cone beam (Dao *et al.*, 2023). As reabsorções podem ser classificadas de acordo com o local do seu desenvolvimento em reabsorções externas e internas (Patel *et al.*, 2022). Diversos fatores etiológicos associados à sua patogenicidade têm sido descritos, no entanto, os traumatismos dentais parecem estar mais amplamente e diretamente relacionados à sua ocorrência (Chitsaz *et al.*, 2021; Lin *et al.*, 2022). O trauma dentário acomete frequentemente crianças de 6 a 13 anos e tem como complicações mais comuns a necrose pulpar (45 a 96%), e as reabsorções radiculares (12 a 80%) (Chitsaz *et al.*, 2021; Tzanetakakis, 2017). Dentre os diversos tipos, a reabsorção radicular inflamatória externa ocorre em 11,6% das luxações laterais, 33,3% das luxações intrusivas e 26,5% das avulsões (Hecova *et al.*, 2010). Independente da sua causa ou localização, a reabsorção radicular é um processo irreversível que, se não tratada, pode levar a perda da unidade dentária acometida (Patel *et al.*, 2022).

Existem algumas opções de tratamento para as reabsorções radiculares, os quais são aplicados de acordo com o tipo de reabsorção e estágio de progressão das mesmas. As reabsorções internas inflamatórias e substitutivas devem ser conduzidas por meio de tratamento endodôntico apenas quando o dente apresentar condições de ser mantido em boca (Patel *et al.*, 2022). Nessa terapia, deve-se obter a máxima desinfecção dos canais radiculares e eliminação de qualquer tecido vital apical que esteja sustentando a reabsorção (Patel *et al.*, 2022). Para isso, o hipoclorito de sódio representa a substância de escolha para irrigação, uma vez que apresenta a propriedade de solvente de matéria orgânica e o hidróxido de cálcio deverá ser inserido como medicação intracanal, visando neutralizar o pH ácido do ambiente inflamatório e concomitantemente promover ação antimicrobiana. Para a obturação, técnicas termoplastificadoras têm sido indicadas com intuito de otimizar o selamento do defeito irregular causado pela reabsorção (Patel *et al.*, 2022).

Na reabsorção radicular externa, o tratamento também deverá almejar a remoção do fator etiológico, que frequentemente pode estar associado à presença de infecção dos canais radiculares que atuam como fatores estimulantes/mantenedores, de forma a interromper o processo de reabsorção (Patel *et al.*, 2022). A inserção de medicamento intracanal também está indicada por alguns meses para reduzir a inflamação e inibir a atividade dos osteoclastos (Patel *et al.*, 2022).

Recentemente, o tratamento endodôntico regenerativo tem sido reportado como uma alternativa para o tratamento das reabsorções radiculares em uma série de relatos de casos publicados em diversos jornais de relevância científica na área da Endodontia. Tradicionalmente, essa terapia propõe-se a regenerar ou reparar o tecido pulpar lesionado, permitindo consequentemente deposição de tecido mineralizado em sua estrutura (Elfrink *et al.*, 2021). Os primeiros estudos nessa área demonstraram que esse tratamento foi capaz de eliminar a periodontite apical, estimular o desenvolvimento radicular de dentes permanentes com ápice aberto e necrose pulpar, permitindo em alguns casos o restabelecimento da sensibilidade pulpar (Lu *et al.*, 2023). Diante dos resultados obtidos com dentes imaturos, o emprego da regeneração tem sido sugerido como possibilidade terapêutica para a reabsorção radicular, possibilitando a substituição da estrutura perdida, visto que esse tratamento promove a deposição de tecido mineralizado (Saoud *et al.*, 2016a).

A simplicidade técnica associada aos resultados biológicos e clínicos vantajosos da regeneração endodôntica parecem conduzir a maiores investigações sobre essa possível indicação de tratamento. Dessa forma, faz-se necessário um estudo mais aprofundado sobre as evidências científicas publicadas até o momento acerca do tratamento endodôntico regenerador para reabsorções radiculares de origem traumática. Essa reflexão e análise podem ajudar a demonstrar de forma mais precisa e robusta os resultados que se deve esperar a partir desse tratamento com a futura possibilidade de inserção dessa terapia na rotina endodôntica clínica dos profissionais.

OBJETIVO

Este capítulo tem como objetivo revisar na literatura o emprego da Endodontia regenerativa como tratamento para casos de reabsorção radicular.

LEVANTAMENTO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE REABSORÇÃO RADICULAR E REGENERAÇÃO ENDODÔNTICA

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de uma busca avançada na base de dados PUBMED no dia 06 de Maio de 2023, às 21h, utilizando-se a associação entre as seguintes palavras-chave: “Regenerative Endodontics AND root resorption” (n=45 artigos), “Root resorption AND regenerative treatment” (n=124 artigos), “Root resorption AND regenerative treatment AND dental trauma” (n=25 artigos). A partir desta busca encontrou-se um total de 128 artigos dos quais apenas 19 artigos foram selecionados para serem descritos no presente capítulo, seguindo os seguintes critérios de inclusão: descrição de casos clínicos ou estudo clínico envolvendo casos de reabsorção dentária, ocasionada por trauma dental; dentes permanentes com ápice aberto ou fechado acometidos por reabsorção dentária; e reabsorção dentária tratada por meio de tratamento regenerador. Os critérios de exclusão foram: artigos estudando dentes decíduos; emprego da endodontia regenerativa que não envolvesse casos de reabsorção radicular, trabalhos que não abordassem o trauma dental como fator etiológico da reabsorção dental e artigos relacionados à área de Medicina. Além disso, foram adicionados 5 artigos manualmente que não puderam ser filtrados na busca por palavras-chave, a fim de ampliar a compreensão do tema, todos também presentes no PUBMED. O passo a passo da seleção dos artigos pode ser melhor compreendida na Figura 1.

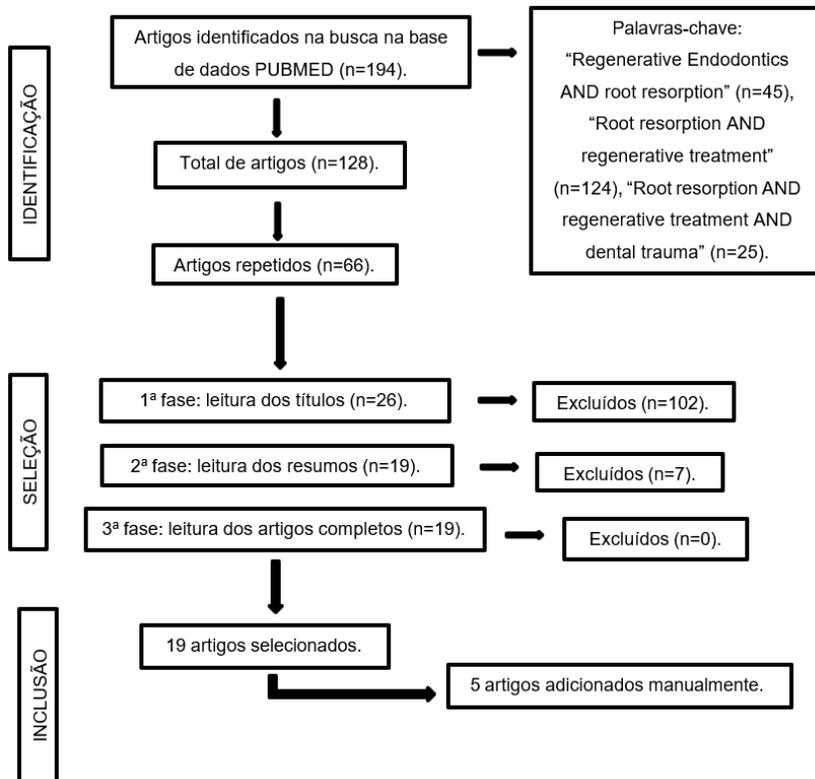


Figura 1. Fluxograma da seleção dos artigos

Fonte: produzido pelo próprio autor.

VISÃO GERAL SOBRE AS REABSORÇÕES RADICULARES

Reabsorções radiculares ocorrem devido à perda de tecidos duros dentários como resultado da ação de células clásticas (Loroño *et al.*, 2022). Diversos fatores etiológicos das reabsorções são mencionados em estudos, dentre eles o trauma, infecções periodontais, cáries, além de fatores iatrogênicos, como o clareamento dental e tratamento ortodôntico (Nageh *et al.*, 2021). A classificação das reabsorções radiculares citadas na literatura baseia-se em alguns parâmetros como: localização, tamanho, peculiaridades etiopatogenéticas, características radiográficas e quadro histológico (Heboyan *et al.*, 2022). De acordo com Patel *et al.*; (2022, p. 892–921) as reabsorções podem ser divididas em reabsorção radicular interna, externa, inflamatória e por substituição. Independente da sua origem, as reabsorções são processos irreversíveis e consideradas pela American Association of Endodontists (AAE), no Formulário de Avaliação de Dificuldade de Casos Endodônticos e Diretrizes, como situações clínicas com “alta dificuldade” de tratamento, devido ao desafio de alcançar um resultado previsível (Dadpe *et al.*, 2023).

Embora a etiologia das reabsorções ainda não seja completamente compreendida, existem diversos fatores citados na literatura que podem estar relacionados ao seu acontecimento. Esses fatores podem ser divididos em dois grupos, sendo eles endógenos ou exógenos. Dentre os fatores endógenos podemos citar: sexo, idade, raça, características da oclusão e predisposição genética (Heboyan *et al.*, 2022). Como fatores exógenos destacam-se os traumas, movimentação ortodôntica, infecção pulpar e procedimentos de clareamento dentário (Patel *et al.*, 2022). Diversos estudos na literatura têm demonstrado as injúrias traumáticas como a principal causa para ocorrência das reabsorções radiculares, estando diretamente associadas a traumas severos como avulsão, luxação intrusiva e luxação lateral (Hecova *et al.*, 2010). Devido à incidência mais comum durante a infância, observam-se situações de trauma nos quais as raízes dos dentes permanentes ainda não estão completamente formadas, tornando o tratamento endodôntico mais desafiador, visto que estes dentes se encontram estruturados com paredes de dentinas finas, frágeis e com os ápices abertos (Santiago *et al.*, 2015).

Nos artigos científicos utilizados para o presente capítulo, foi possível observar que todos os pacientes eram jovens, com faixa etária que variou de 6 a 30 anos e com histórico de trauma em dentes anteriores, sustentando o que foi dito em estudos realizados anteriormente que demonstram a íntima associação do trauma com a incidência das reabsorções. O tipo de trauma mais comumente encontrado nos estudos foi a avulsão, sendo reportado por 8 artigos. Além disso, foi observado que 11 artigos envolviam dentes imaturos apresentando raízes com formação incompleta. Além do fator causal, notou-se que todos os estudos clínicos selecionados para a realização da presente revisão de literatura estavam associados à necrose pulpar, a qual representa a sequela mais comumente associada ao trauma dental (26,9%) (Hecova *et al.*, 2010).

TIPOS DE REABSORÇÕES RADICULARES

Reabsorções internas

A reabsorção radicular interna é definida como uma destruição dos tecidos dentinários na região interna do canal, causada por um dano à camada odontoblástica e à camada não mineralizada de pré-dentina levando à ativação dos odontoclastos, e associada principalmente a traumas e inflamação pulpar crônica (Kaval, Güneri; Çalışkan, 2018). Por ser uma reabsorção rara e geralmente assintomática, o seu diagnóstico torna-se difícil, sendo muitas vezes descoberta acidentalmente em exames radiográficos de rotina (Arnold, 2021). Radiograficamente, os defeitos geralmente são uniformes, apresentando uma forma de redonda a oval, e há interrupção no espaço normal do canal radicular (Kaval, Güneri; Çalışkan, 2018). No entanto, em estágios mais avançados pode desenvolver sintomatologia, causando uma periodontite apical e, se não tratada, o seu avanço pode levar à perfuração da parede externa da raiz e à perda dentária (Nageh *et al.*, 2021).

Este tipo de reabsorção pode ser dividido em reabsorção radicular interna inflamatória e substitutiva. A reabsorção radicular inflamatória envolve apenas a perda da dentina, enquanto na reabsorção radicular substitutiva ocorre deposição de tecido mineralizado semelhante a osso ou cimento no defeito da reabsorção na dentina intrarradicular (Patel *et al.*, 2022).

Os mecanismos de ação celular das reabsorções ainda não foram completamente compreendidos e são objetos de estudo na literatura. Sabe-se que, para a patogênese da reabsorção radicular interna ocorrer é preciso haver a ação dos odontoclastos, células multinucleadas capazes de formar lacunas de reabsorção e que estão envolvidas na resposta imune celular não específica a estímulos patológicos e fisiológicos (Loroño *et al.*, 2022; Arnold, 2021). As células progenitoras dos odontoclastos estão localizadas na polpa dental e no ligamento periodontal e sua atividade é mediada pelos receptores ativadores do fator nuclear kappa-B /receptor ativador do fator nuclear kappa-B ligante (Arnold, 2021). Após estimulação da diferenciação celular e fusão das células progenitoras (mononucleadas) em odontoclastos (células multinucleadas), os mesmos se fixam à dentina mineralizada e produzem um ambiente altamente ácido com pH aproximado de 4,5, que conseqüentemente dará início ao processo de reabsorção da raiz, deixando espaços vazios na sua região interna (Arnold, 2021). Nos casos de reabsorção interna substitutiva, além de todos os processos citados anteriormente, ocorre também a formação de tecido duro semelhante a osso ou cimento nas cavidades de reabsorção (Patel *et al.*, 2022).

O presente capítulo incluiu seis artigos que descreveram a ocorrência de reabsorção interna após uma lesão traumática, e dentre eles, quatro artigos foram classificados como reabsorções inflamatórias e dois estudos referiam-se a casos de reabsorções internas substitutivas. Além disso, todos os casos foram tratados por meio de terapia regenerativa, sendo observado que o principal tipo de trauma associado ao desenvolvimento de reabsorção interna foi a avulsão. O protocolo regenerador mais frequentemente utilizado para tratar esses casos de reabsorção interna envolveu o uso de hipoclorito de sódio a 1,5% e EDTA 17% como soluções irrigadoras, hidróxido de cálcio como medicação intracanal e coágulo sanguíneo como scaffold.

Reabsorções externas

Reabsorções radiculares externas são consideradas sequelas de traumas dento-alveolares graves iniciadas após perda da camada de revestimento radicular composta de cimento e cementoblastos (Chitsaz *et al.*, 2021). A reabsorção radicular externa de superfície é induzida por um estímulo de pressão (fator iniciador), que causa reabsorção na superfície da raiz, envolvendo principalmente o cimento e ocasionalmente a dentina. Este tipo de reabsorção apresenta caráter não infeccioso, transitório e reversível, sendo a remoção do fator causal suficiente para o seu controle e reparo (Patel *et al.*, 2022; Heboyan

et al., 2022). A reabsorção radicular externa inflamatória é comumente observada após processos infecciosos, traumas e movimentação ortodôntica, podendo ocorrer ao redor dos ápices de dentes com polpas inflamadas ou infectadas, bem como ao longo de toda a extensão da superfície radicular danificada quando o fator etiológico estiver associado ao trauma dental (Chitsaz *et al.*, 2021; Lin *et al.*, 2022). Essa reabsorção ocorre após estímulos mecânicos ou químicos, resultando em inflamação, exposição dos túbulos dentinários, reabsorção da superfície do cimento radicular e consequente perda da barreira protetora da raiz (Lu *et al.*, 2023). Geralmente é assintomática, porém alguns pacientes podem apresentar sintomas semelhantes a uma infecção pulpar. Além disso, se a reabsorção resultar em necrose pulpar, o paciente poderá apresentar sintomas semelhantes ao de uma periodontite apical, respondendo negativamente aos testes de sensibilidade e apresentando sensibilidade aos testes de palpação e percussão (Heboyan *et al.*, 2022). Outro tipo de reabsorção radicular externa é a reabsorção por substituição, causada por trauma severo no ligamento periodontal, resultando em perda de vitalidade das células da região e em uma injúria significativa no cimento. Neste tipo de reabsorção, a dentina e o cimento são destruídos pela atividade dos osteoclastos e o defeito é substituído por tecido ósseo através da atividade dos osteoblastos durante o processo de reparo (Heboyan *et al.*, 2022).

A patogênese das reabsorções radiculares externas atribui-se a um dano à camada de pré-cimento não mineralizada, geralmente associada a um trauma, causando compressão e dano aos vasos sanguíneos do ligamento periodontal e levando a hipóxia e morte dos cementoblastos. Em seguida, osteoclastos migram para o local da lesão, ligam-se ao tecido duro e começam a reabsorver a superfície da raiz (Patel *et al.*, 2022). No entanto, se o estímulo causador da reabsorção for removido, o processo pode cessar. A reabsorção externa inflamatória inicia-se a partir de uma injúria local (fator iniciador), seguida de contaminação bacteriana (fator mantenedor), que por sua vez provocará uma resposta imune responsável por sustentar o processo de reabsorção (Lin *et al.*, 2022). O infiltrado inflamatório presente é composto por macrófagos, linfócitos, leucócitos polimorfonucleares e células plasmáticas, que irão participar do processo de reabsorção juntamente aos odontoclastos e aos osteoclastos (Patel *et al.*, 2022). Alguns fatores como alterações necróticas da polpa, presença de microrganismos, exposição de túbulos dentinários e canais não completamente desenvolvidos representam fatores de risco para patogênese e para a progressão das reabsorções inflamatórias, visto que contribuem para o acúmulo de bactérias e restos de tecidos mineralizados na região (Heboyan *et al.*, 2022). Neste processo, os microrganismos presentes no canal radicular e nos túbulos dentinários liberam lipopolissacarídeos e peptídeo-glicanos no periodonto (Lu *et al.*, 2023). Esses compostos desencadeiam uma resposta imunológica na qual macrófagos, neutrófilos, proteínas do complemento e anticorpos produzidos pelos linfócitos são secretados nos tecidos circundantes (Lin *et al.*, 2022). As células de defesa promovem a liberação de

citocinas, como IL-1, IL-6 e TNF- α , que estimulam a produção de RANK- Ligante (RANKL), que por sua vez irá induzir a diferenciação de monócitos em osteoclastos/odontoclastos, células responsáveis pela reabsorção de osso e dentina, respectivamente (Lin *et al.*, 2022). A reabsorção externa substitutiva ocorre após o rompimento ou compressão do ligamento periodontal, causando uma lesão que resulta na necrose das células deste tecido (Patel *et al.*, 2022). O cimento e a dentina infectados são reabsorvidos pelas células osteoclásticas e posteriormente são substituídos por osso alveolar, depositados por osteoblastos como parte do processo de reparo (Patel *et al.*, 2022).

O presente capítulo encontrou 11 artigos que descreveram a ocorrência de reabsorção externa após uma lesão traumática, e desses artigos, 10 foram classificadas como reabsorções inflamatórias e três estudos referiam-se a casos de reabsorções externas substitutivas. Observou-se que o principal tipo de trauma associado ao desenvolvimento de reabsorção externa foi a avulsão. O protocolo regenerador mais frequentemente utilizado para tratar esses casos de reabsorção externa envolveu o uso de hipoclorito de sódio a 1,5% e EDTA 17% como soluções irrigadoras, hidróxido de cálcio como medicação intracanal e coágulo sanguíneo como scaffold.

FORMAS DE TRATAMENTO PARA AS REABSORÇÕES RADICULARES

Atualmente existem algumas modalidades de tratamento para as reabsorções radiculares e a escolha dependerá de cada caso, onde se deve avaliar a classificação e a extensão da reabsorção, a localização, os sintomas do paciente e as condições da raiz do dente. Sabe-se que as reabsorções internas e externas inflamatórias respondem bem ao tratamento endodôntico quando o processo patológico encontra o fator mantenedor associado à infecção bacteriana, visto que a terapia apresenta como principal objetivo a remoção de bactérias e desinfecção do canal, ao mesmo tempo que é capaz de eliminar qualquer tecido vital apical que possa estar promovendo o processo reabsortivo (Patel *et al.*, 2022). Para isso, o hipoclorito de sódio representa a substância irrigadora de escolha, devido a sua propriedade antimicrobiana e a sua capacidade de dissolver matéria orgânica. A medicação intracanal mais recomendada é o hidróxido de cálcio, visto que esse material pode alterar o ambiente ácido da superfície radicular reabsorvida e impedir o funcionamento de osteoclastos e odontoclastos, além da possível atuação na formação de tecido duro (Chitsaz *et al.*, 2021). Recomenda-se finalizar o tratamento com uma obturação com técnica termoplastificada ou com materiais biocerâmicos, ambos com objetivo de selar os defeitos da reabsorção (Nageh *et al.*, 2021). Para os casos de dentes imaturos com necrose e ápices abertos, indica-se a técnica de apicificação, realizada tradicionalmente com aplicações de hidróxido de cálcio a longo prazo ou plugs de MTA para os casos de pacientes menos colaborativos (Chitsaz *et al.*, 2021). Apesar de todas as técnicas citadas possuírem boas taxas de sucesso, as mesmas possuem algumas desvantagens

e limitações quando se trata do manejo das reabsorções radiculares. Em primeiro lugar, esses protocolos conseguem apenas deter o avanço do processo de reabsorção, não possuindo a capacidade de substituir o tecido pulpar danificado e a estrutura do dente perdido por tecidos vitais, os quais desempenham um papel defensivo durante lesões teciduais e protegem contra danos adicionais ou a possibilidade de fratura do dente (Dadpe *et al.*, 2023). Adicionalmente, alguns estudos na literatura citam que a utilização prolongada de hidróxido de cálcio pode aumentar a susceptibilidade do dente a fraturas (Chitsaz *et al.*, 2021; Dadpe *et al.*, 2023). Além disso, a técnica termoplástica, ao ser empregada para obturação em casos de reabsorção interna, principalmente quando há comunicação com o periodonto, pode ser suscetível à dissolução do material selante e à permanência de espaços vazios, algo prejudicial que pode levar ao insucesso do tratamento (Dadpe *et al.*, 2023). Outro desafio que pode ser encontrado relaciona-se à capacidade do material de vedação fluir adequadamente dentro do defeito de reabsorção, também tornando o tratamento suscetível a insucessos (Dadpe *et al.*, 2023). Uma outra opção de tratamento para as reabsorções radiculares é a abordagem cirúrgica, indicada para casos em que a reabsorção esteja muito extensa e com comunicação com o periodonto, impossibilitando seu tratamento de forma eficaz (Patel *et al.*, 2022). Além disso, a cirurgia também pode ser indicada para casos em que existem chances da reabsorção levar a fratura patológica da raiz (Patel *et al.*, 2022). No entanto, como muitos casos de reabsorção são observados em crianças, a extração de um dente pode implicar em inúmeras consequências negativas para a oclusão destes pacientes, além do fato de crianças não estarem aptas a receberem implantes.

ENDODONTIA REGENERATIVA

Nas últimas décadas, as terapias endodônticas regenerativas têm proporcionado uma abordagem clínica mais biológica e promissora para o tratamento de dentes com polpas necrosadas e ápices abertos (Tzanetakis, 2017). A endodontia regenerativa fundamenta-se em procedimentos biológicos destinados a substituir fisiologicamente a estrutura danificada do dente, incluindo estruturas de dentina e raiz, bem como o complexo polpa-dentina (Saoud *et al.*, 2016b). Sugere-se que esse tratamento permita a migração de células tronco progenitoras presentes nos tecidos periodontais para o defeito reabsorvido e para o espaço do canal radicular, que por sua vez irão se diferenciar por intermédio de fatores de crescimento liberados da dentina e irão atuar completando o processo de remodelação radicular (Kaval, Güneri; Çalıřkan, 2018).

O protocolo de tratamento se inicia com uma desinfecção adequada do canal realizada com irrigação de hipoclorito de sódio, seguida de introdução de medicamento intracanal, podendo ser o hidróxido de cálcio ou uma pasta tripla de antibióticos, ambos eficazes para descontaminar e conseqüentemente paralisar o processo de reabsorção

(Elfrink *et al.*, 2021; Heboyan *et al.*, 2022). O hidróxido de cálcio interrompe a atividade osteoclástica e a reabsorção de tecido duro ao necrosar e eliminar o tecido de granulação, que é a fonte do processo osteoclástico (Kaval, Güneri, Çalıřkan, 2018). Além disso, o hidróxido de cálcio também pode ter a capacidade de induzir a formação de tecido duro (Chitsaz *et al.*, 2021). A pasta tripla de antibióticos é composta por ciprofloxacina e metronidazol, que inibem a síntese de DNA das bactérias, e pela minociclina, que inibe a síntese de proteínas em microrganismos (Saoud *et al.*, 2016b). A etapa de preencher o canal com medicação é de extrema importância uma vez que bactérias residuais são propensas a permanecer no espaço do canal de dentes com polpas necróticas infectadas após a desinfecção do canal radicular (Saoud *et al.*, 2016b). Em uma nova sessão do tratamento regenerativo, a medicação é removida e é realizada a irrigação com EDTA 17%, substância que promove a liberação de fatores de crescimento derivados da dentina, que por sua vez irão estimular a proliferação, sobrevivência e diferenciação das células-tronco dentárias para procedimentos regenerativos da polpa (Nageh *et al.*, 2021). Após a irrigação, prossegue-se com o processo de revascularização pulpar, o qual deverá conter os 3 fatores essenciais para a regeneração: células tronco, “scaffolds” e fatores de crescimento. As células tronco são obtidas principalmente dos tecidos periapicais e do sangue, enquanto os fatores de crescimento podem ser obtidos a partir do coágulo sanguíneo intracanal com ativação das plaquetas após a coagulação do sangue, e do condicionamento das paredes dentinárias (Santiago *et al.*, 2015). Scaffolds são estruturas que serão utilizadas como suporte a fim de mimetizar as funções da matriz extracelular durante o processo de regeneração, podendo ser constituído pelo coágulo sanguíneo, da fibrina rica em plaquetas e do plasma rico em plaquetas (Loroño *et al.*, 2022; Saoud *et al.*, 2016a). O coágulo sanguíneo é frequentemente utilizado como scaffold nos estudos clínicos sobre regeneração, sendo obtido através da indução do sangramento periapical do próprio paciente. Este sangue traz consigo células-tronco mesenquimais da área periapical para o espaço do canal, além de uma matriz de fibrina e fatores de crescimento bioativos, que por sua vez irão agir no processo de regeneração pulpar (Saoud *et al.*, 2016b). O plasma rico em plaquetas (PRP) é uma concentração autóloga, obtida no próprio ambiente odontológico e rica em fatores de crescimento. Estes fatores de crescimento derivados das plaquetas iniciam a cicatrização do tecido conjuntivo, a regeneração óssea e o reparo, além de promoverem o desenvolvimento de novos vasos sanguíneos e estimularem o processo de cicatrização (Tambakad *et al.*, 2015). A fibrina rica em plaquetas (PRF) é um biomaterial composto por membranas de fibrina enriquecidas com plaquetas, fatores de crescimento e citocinas (Ray Jr *et al.*, 2016). O PRF também possui a capacidade de potencializar a cicatrização de tecidos moles e duros, liberando gradualmente fatores de crescimento ao longo de um período de 7 a 14 dias, o que facilita a angiogênese, o crescimento celular e a diferenciação ao longo de um período prolongado (Ray Jr *et al.*, 2016). Por fim, é colocado um material biocompatível sobre o scaffold, sendo o MTA o material de escolha

na terapia endodôntica regenerativa. O tratamento é finalizado com a realização de uma restauração definitiva e o paciente é acompanhado através de testes de sensibilidade e exames radiográficos.

A técnica de revascularização pulpar tem demonstrado vantagens sobre o tratamento endodôntico convencional, visto que a primeira é capaz de substituir tecidos anteriormente vitais que foram perdidos (Heboyan *et al.*, 2022). Diversos estudos clínicos têm demonstrado que a técnica é capaz de curar lesões periapicais, aumentar a espessura e o comprimento do canal pela deposição de tecido duro e promover o fechamento de raízes com ápices abertos (Wikström *et al.*, 2022). Além disso, alguns estudos clínicos mostraram que os dentes submetidos a essa técnica de tratamento voltaram a responder aos testes de sensibilidade pulpar, algo que nenhum tratamento até o momento foi capaz de promover (Lu *et al.*, 2023; Tambakad *et al.*, 2015; Ray Jr *et al.*, 2016). Embora os tecidos formados a partir da terapia regenerativa não apresentem arquitetura nem composição iguais aos tecidos verdadeiros da polpa, eles são tecidos vitais dotados de mecanismos de defesa imunológica inata e adaptativa, além de serem inervados por fibras nervosas sensoriais que detectam e protegem a polpa contra invasores como bactérias (Saoud *et al.*, 2016b).

ENDODONTIA REGENERATIVA COMO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO PARA REABSORÇÃO RADICULAR

A análise de todos os artigos incluídos encontra-se resumida na tabela 1. Coletivamente, demonstrou-se uma predominância de relatos de casos (n=11), com os demais enquadrando-se em revisões de literatura (n=4), séries de casos (n=3), estudo clínico (n=2), estudo de coorte longitudinal (n=1), revisão sistemática (n=1) e estudo retrospectivo (n=1). Com relação ao perfil sociodemográfico dos pacientes acometidos, observou-se uma predominância de crianças, com a idade variando principalmente de 8 a 11 anos, e maioria do sexo masculino (n= 67 pacientes). Todos os casos documentados nesta revisão envolveram dentes anteriores, sendo os incisivos centrais superiores mais acometidos (n=90 dentes), seguidos pelos incisivos laterais superiores (n=15 dentes), e por fim os incisivos centrais inferiores (n=3 dentes) e incisivos laterais inferiores (n=2 dentes). Todos os pacientes tratados apresentavam histórico de trauma, com a reabsorção ocorrendo mais frequentemente em casos de avulsão (n=30 casos), seguido de intrusão (n=9 casos) e extrusão (n=6 casos), e menos frequentemente associados a luxação lateral (n=4 casos), fraturas de coroa (n=3 casos), subluxação (n=3 casos), luxação extrusiva (n=2 casos) e concussão (n=1 caso), enquanto 3 artigos não especificaram os tipos de trauma. As reabsorções mais evidentes nos exames radiográficos foram as reabsorções externas (n= 11 artigos) e as reabsorções internas (n= 6 artigos), todas elas associadas a necrose pulpar, condição presente em 100% dos artigos estudados nesta revisão.

Nos tratamentos destas reabsorções, a substância irrigadora mais utilizada durante a desinfecção dos canais foi o hipoclorito de sódio, onde as suas concentrações variaram entre 0,5% a 6%. Outras substâncias irrigadoras utilizadas nos tratamentos foram o EDTA 17% utilizado em todos os casos, além do soro fisiológico, usado como adjuvante na irrigação (n=10 artigos), a fim de minimizar os efeitos citotóxicos do hipoclorito de sódio. A ativação ultrassônica de hipoclorito foi realizada em 7 estudos com o objetivo de auxiliar na desinfecção química do canal e na penetração da solução irrigadora na cavidade das reabsorções e em áreas inacessíveis. Isso tem demonstrado uma melhora na remoção de tecido de granulação, detritos orgânicos e biofilme dos defeitos resorptivos inacessíveis no canal radicular. Quanto às medicações intracanaís utilizadas nestes casos de reabsorção, a substância mais comumente empregada foi o hidróxido de cálcio, mencionada em 8 artigos. Outra opção de medicamento empregado foi a pasta dupla antibiótica (n=3) ou tripla antibiótica (n=3), sendo compostas pelos antibióticos: metronidazol, ciprofloxacina e minociclina, medicamentos capazes de combater bactérias odontogênicas. O cimento de ionômero de vidro foi inserido como material provisório entre as sessões (n=9), além de outros materiais como Cavit G (n=4) e cimento de zinco e eugenol (n=2). Além da descontaminação do canal radicular, o tratamento regenerativo requer o preenchimento do canal com um scaffold e dentre os casos presentes foram utilizados 3 tipos. O scaffold mais frequentemente utilizado foi o coágulo sanguíneo (n=11 artigos), formado após a indução de sangramento periapical e evocado para o interior dos canais. A segunda alternativa de scaffold mais utilizada foi a fibrina rica em plaquetas (n=4), obtida através da centrifugação do sangue dos próprios pacientes e posteriormente introduzida no interior dos canais. Por último, também foi utilizado o plasma rico em plaquetas (n=1), obtido de forma similar a fibrina rica em plaquetas, ambos com propriedades importantes para o processo de regeneração. O MTA (agregado de trióxido mineral) foi o material utilizado sob os scaffolds em todos os casos, devido a sua propriedade de biocompatibilidade, sendo colocado em uma espessura de 3mm e sempre abaixo do nível da junção cimento esmalte para evitar descoloração dos dentes. Após a finalização do tratamento, os pacientes foram acompanhados em consultas adicionais, que variaram entre 3 meses a 5 anos, com o objetivo de obter informações sobre os resultados dos tratamentos. As terapias realizadas obtiveram altas taxas de sucesso para a reabsorção dentária, com valores variando de 60% a 100%. Esse sucesso fundamentou-se na ausência da sintomatologia dos pacientes (n=9 artigos), resolução das lesões apicais (n=14 artigos) e paralisação das reabsorções radiculares (n=10 artigos). Além disso, os resultados clínicos obtidos manifestaram-se na forma de resposta positiva ao teste de sensibilidade ao frio e ao teste elétrico, observado em 3 artigos, bem como pela deposição de tecido mineralizado no defeito dentinário provocado pela reabsorção (n=10 artigos), aumento do comprimento e espessura das raízes (n=10 artigos), além do fechamento dos ápices de alguns dentes (n=3 artigos). Em 6 artigos observou-se a descoloração coronária como efeito adverso após os tratamentos,

resultante do uso de antibióticos ou do MTA. Apenas 3 artigos abordaram sobre falhas do tratamento endodôntico regenerativo, nos quais o índice de falhas variou entre 5 a 40%. As falhas englobaram a presença de sintomas clínicos após a conclusão do tratamento, como por exemplo presença de dor, fístula, inchaço ou sensibilidade à palpação ou percussão. Os sinais radiográficos caracterizados como falhas incluíam persistência de periodontite apical, ausência de formação contínua da raiz ou ausência de fechamento dos ápices. Uma dificuldade mencionada durante a execução da terapia endodôntica regenerativa estava relacionada à ausência de sangramento dos tecidos periapicais no momento do tratamento, o que impediu a formação do coágulo sanguíneo no interior do canal. Por fim, a ocorrência de reabsorções radiculares posteriormente ao tratamento regenerativo também foi considerada como falha. Em 1 artigo foi observada a presença de reabsorção radicular interna e externa, a qual ocorreu 6 meses após o tratamento endodôntico regenerativo em um dente com histórico de trauma. Em um segundo artigo, houve a recorrência de uma reabsorção inflamatória externa devido a uma falha na desinfecção do canal.

Autor/ Ano	Tipo de Trauma	Tipo de Reabsorção	Localização da Reabsorção	SQA	MIC	Scaffold da Reg Endo	Controle (meses)	Sucesso
Ray Jr et al. (2016)	Intrusão e luxação.	Reabsorção externa.	Região apical da raiz do dente 21.	Hipoclorito de sódio a 0,5% e EDTA 17%	Pasta antibiótica dupla (Ciprofloxacina e metronidazol)	Fibrina Rica em Plaquetas (PRF)	24 e 36 meses.	O dente apresentou-se sem sintomas, respondendo negativamente ao teste frio, porém respondeu positivo ao teste elétrico. As imagens radiográficas evidenciaram cicatrização óssea e aumento do comprimento da raiz.
Santiago o et al. (2015)	Avulsão.	Reabsorção externa inflamatória.	Incisivos centrais superiores.	Hipoclorito de sódio 5,25%, solução salina estéril.	Pasta antibiótica tripla (metronidazol, ciprofloxacina e minociclina)	Coágulo sanguíneo.	Caso 1- 30 meses Caso 2- 18 meses Caso 3- 15 meses.	Os dentes tornaram-se assintomáticos, com mobilidade normal. Houve paralisção do processo de reabsorção, resolução das áreas radiolúidas e crescimento de tecido mineralizado na área do defeito.
Chaniotis (2015)	Extrusão.	Reabsorção externa inflamatória	Terços médio e apical da raiz do dente 31.	Hipoclorito de sódio a 6%, água estéril e EDTA 17%	Hidróxido de cálcio e MTA.	Coágulo sanguíneo.	2 anos.	Exame de percussão sem sinal de anquilose, mobilidade normal e tecidos moles saudáveis. Os exames radiográficos revelaram cura dos defeitos de reabsorção, desenvolvimento radicular contínuo e espessamento da parede de dentina do terço apical da raiz.
Tambak ad et al. (2015)	Avulsão.	Reabsorção interna e externa.	Reabsorção interna no terço médio e reabsorção externa no terço apical da raiz do dente 21.	Solução salina, solução de doxiciclina e hipoclorito de sódio a 5,25%	Metronidazol e minociclina	Plasma rico em plaquetas (PRP).	13 dias 3 meses 9 meses 12 meses.	Os exames mostraram cura da lesão periapical e o paciente estava assintomático. Após 6 meses, o exame radiográfico mostrou reabsorção interna e externa. Aos 12 meses, o paciente estava assintomático, as reabsorções estavam paralisadas e o dente voltou a responder aos testes térmicos e de eletricidade.
Saoud et al. (2016)	Avulsão (dente 21) /fratura coronária (dente 11).	Reabsorção inflamatória substitutiva (dente 21) / reabsorção interna (dente 11).	Terço apical (dente 21) e terço coronal (dente 11). Hipoclorito de sódio a 2,5% /	Hipoclorito de sódio 1,5%/	Pasta antibiótica tripla (metronidazol, ciprofloxacina e minociclina).	Coágulo sanguíneo.	19 meses (2 casos) e 5 anos (1 caso).	Cura da fratura horizontal pela deposição de tecido mineralizado. Paralisção da reabsorção e desenvolvimento radicular contínuo com formação de tecido duro na região apical do canal. Cura progressiva da lesão periapical e da região de reabsorção e aumento da espessura das paredes do canal. Em nenhum caso os dentes voltaram a responder aos testes de sensibilidade.

Zaneta Kis (2017)	Luxação intrusiva.	Reabsorção externa.	Raiz do dente 21.	Hipoclorito de sódio a 1% e EDTA 17%.	Hidróxido de cálcio.	Coágulo sanguíneo.	3, 12, 18 e 30 meses.	Cura da lesão periapical, inibição da reabsorção radicular, reparo do ligamento periodontal e da lâmina dura. Aparecimento gradual de uma ponte calcificada abaixo do MTA. Desenvolvimento da raiz incompleto e acumulação de tecido calcificado dentro do canal.
Kaval, Güneri, Caliskan (2018)	Não específico u	Reabsorção interna.	Terço médio da raiz do dente 22.	Hipoclorito de sódio a 1%, EDTA 17% e água destilada.	Pasta de hidróxido de cálcio.	Coágulo sanguíneo.	6 meses e 2 anos.	O dente apresentou-se assimtótico, respondendo negativamente ao teste térmico e elétrico. Radiografias revelaram formação de tecido duro na reabsorção e remodelação da superfície radicular. A tomografia computadorizada mostrou aumento da espessura das paredes do canal nos locais previamente reabsorvidos e cura da lesão periapical.
Yoshipe et al. (2020)	Avulsão.	Reabsorção externa inflamatória e por substituição.	Dentes permanentes anteriores.	Hipoclorito de sódio a 1,5%	Pasta antibiótica tripla (metronidaz ol, cefuroxima axetil e ciprofloxacina)	Plasma rico em fibrina (PRF).	3, 6, 12, 22, 24 e 30 meses	Dentes respondendo negativamente aos testes de sensibilidade, porém houve cura dos casos de anquilose, formação de ponte de tecido calcificado, paralisção do processo de reabsorção, alongamento apical e resolução das áreas radiolúcidas.
Lu et al. (2020)	Avulsão (dente 21) e extrusão (dente 11).	Reabsorção externa inflamatória.	Reabsorção na região mesial e distal da raiz do dente 21.	Hipoclorito de sódio a 1,5%, solução salina e edta EDTA 17%.	Pasta de hidróxido de cálcio	Coágulo sanguíneo.	Acompanhamento aos 6, 12 e 30 meses	Resolução da lesão periapical, paralisção da reabsorção, diminuição do tamanho do canal devido a deposição de mineral. Reparo da reabsorção da região mesial. Canais preenchidos com tecido duro.
Chitaz et al. (2021)	Avulsão (dente 11) e fratura coronária (dente 21).	Reabsorção externa.	Terço coronal da raiz do dente 21.	Hipoclorito de sódio a 1,5%, solução salina e edta 17%.	Pasta dupla de antibióticos (metronidaz ol e ciprofloxacina)	Fibrina Rica em Plaquetas (PRF) e coágulo sanguíneo.	14 meses	Os dentes apresentaram-se assimtóticos, sem sensibilidade aos testes de percussão e palpação. Os dois dentes tiveram descoloração. O dente 11 continuou com o ápice aberto e o 21 mostrou evidência de fechamento do ápice.
Arnold (2021)	Não específico u	Reabsorção interna inflamatória	Reabsorção perfurativa na face mesial do terço coronal da raiz da unidade 22.	Hipoclorito de sódio a 3% na porção coronal da raiz, EDTA 17%	Hidróxido de cálcio com solução salina estéril.	Coágulo sanguíneo.	3 anos	Redução das imagens radiolúcidas associadas à raiz. Resposta negativa aos testes térmico e elétrico. Formação de tecido duro dentro da área da reabsorção perfurativa. O contorno da superfície da raiz não foi totalmente restabelecido na área de perfuração. Porém houve cura das lesões apical e lateral. Houve uma mudança nos limites dos defeitos da perfuração.

Nageh, Ibrahim, AbouNaeem, Salam (2021)	Não específico u	Reabsorção interna inflamatória	Terço coronal (4 casos); Terço médio da raiz (4 casos); Terço apical (5 casos).	Hipoclorito de sódio 1,5%, EDTA 17% e solução salina.	Hidróxido de cálcio.	Fibrina Rica em Plaquetas (-PRF).	12 meses	Pacientes sem dor, mobilidade, inchaço ou fistula. Porém todos os testes de sensibilidade deram negativo. Cura das lesões periapicais. Cura da periodontite apical. Paralisação e diminuição das reabsorções e reparo por depósitos minerais.
Lorono et al. (2022)	Intrusão e luxação severa.	Reabsorção interna.	Terço coronal da raiz da unidade 21.	Hipoclorito de sódio a 1,5%, Soro fisiológico, EDTA 17%.	Cálcio.	Coágulo sanguíneo.	3, 6, 12, 24 e 48 meses.	Paciente assintomático, a radiografia periapical feita aos 24 meses demonstrou sinais de cicatrização completa da lesão perirradicular e formação de um novo ligamento periodontal. Alargamento da raiz. Houve uma formação gradual de tecido mineralizado abaixo do MTA.
Wikström et al (2022)	Concussão (n=1), Subluxação (n=1), luxação lateral (n=3), intrusão (n=5), avulsão (n=10), subluxação (n=2).	Reabsorção inflamatória.	Incisos (não específica as regiões)	Hipoclorito de sódio a 0,5%, EDTA 15,3% e solução salina	Hidróxido de cálcio e clorexidina.	Coágulo sanguíneo.	24 a 52 meses (em intervalos de 6 meses).	O tratamento regenerativo obteve 60% de sucesso, apresentando remissão dos sintomas clínicos. Nenhum dente respondeu positivamente aos testes de sensibilidade pulpar (frio e elétrico). Houve regressão dos sinais radiográficos de reabsorção. O tratamento regenerativo demonstrou aumento no comprimento da raiz e espessura da parede dentinária, fechamento apical, e regressão da radioluscentia apical.
Lu et al. (2023)	Avulsão (14 casos), intrusão (1 caso), extrusão (4 casos), luxação lateral (1 caso).	Reabsorção externa.	Incisos permanentes	Hipoclorito de sódio a 1,5%, EDTA 17% e solução salina	Pasta de hidróxido de cálcio.	Coágulo sanguíneo.	1, 12, 24, 36, 48 e 60 meses.	70% dos casos foram considerados como sucesso. 45% responderam aos testes de sensibilidade e 50% aos testes de eletrividade. Todos os 20 dentes demonstraram reparo completo das lesões periapicais. 14 deles tiveram a reabsorção interrompida. 13 dentes pareciam ter tecido calcificado no canal radicular e 7 dentes imaturos demonstraram desenvolvimento radicular.

TABELA 1 - Resumo geral das principais características dos artigos que utilizaram Regeneração Endodôntica para o tratamento de Reabsorções Radiculares

Fonte: produzido pelo próprio autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura traz que as reabsorções radiculares são processos patológicos ou fisiológicos, associadas a diversos fatores etiológicos, mas estão principalmente relacionadas a episódios de traumas, fato observado nos estudos clínicos utilizados neste capítulo. Sabe-se que para o tratamento das reabsorções radiculares ser efetivo, é preciso realizar uma boa desinfecção do canal, com o intuito de eliminar as células responsáveis pela reabsorção. Em seguida o hidróxido de cálcio é utilizado devido a sua ação antimicrobiana e pH básico para neutralizar o ambiente e eliminar as bactérias residuais presentes no canal. Por fim, finaliza-se o tratamento com um bom preenchimento do canal e dos defeitos resorptivos. No entanto, nenhum tratamento convencional até o momento foi capaz de promover a substituição dos tecidos da polpa perdidos pelo processo de necrose pulpar, também presente em casos de trauma e de reabsorções radiculares.

A diferença entre a terapia endodôntica convencional e a terapia endodôntica regenerativa reside no fato de que, na primeira, o espaço do canal radicular desinfetado é apenas preenchido com materiais biocompatíveis, enquanto na última, o canal é preenchido com o próprio tecido vital do hospedeiro. Esta abordagem de tratamento tem trazido diversos resultados promissores, fazendo com que atualmente seja objeto de estudo para o tratamento de dentes com rizogênese incompleta, necrose pulpar e reabsorções radiculares. Nesta revisão de literatura, os casos clínicos estudados demonstraram que a terapia endodôntica regenerativa foi capaz de trazer diversos resultados promissores para o tratamento das reabsorções radiculares. Os resultados iniciais indicaram que os pacientes submetidos a este tratamento não apresentaram mais sintomas após a terapia. Além disso, as lesões periapicais foram curadas e os processos de reabsorção radicular foram interrompidos. Esta técnica também demonstrou ser capaz de promover a deposição de tecido mineralizado nos defeitos resorptivos, promovendo o aumento do comprimento e espessura das raízes e até mesmo o fechamento dos ápices de dentes previamente com os ápices abertos. Por fim, este procedimento fez com que alguns dentes voltassem a responder a testes de sensibilidade pulpar, oferecendo um resultado preferível aos tratamentos não biológicos e representando um avanço dentro do campo da endodontia.

Embora a endodontia regenerativa demonstre ser uma terapia muito promissora, o nível de evidência das taxas de sucesso e dos resultados do tratamento ainda é limitado, pois a maioria dos estudos consiste em relatos de casos e séries de casos. Desse modo, é fundamental que sejam realizados estudos de acompanhamento a longo prazo, além de ensaios clínicos randomizados e prospectivos com o objetivo de analisar e comparar os resultados obtidos desta terapia. A endodontia regenerativa tem o potencial de marcar uma nova fase na prática clínica endodôntica e por isso é importante que os profissionais da área se mantenham constantemente atualizados com os avanços, para que dessa forma eles possam tomar decisões e conduzir o tratamento de maneira mais adequada possível.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, Michael. Reparative endodontic treatment of a perforating internal inflammatory root resorption: a case report. **Journal of Endodontics**, v. 47, n. 1, p. 146-155, 2021.
- CHANLOTIS, A. The use of a single-step regenerative approach for the treatment of a replanted mandibular central incisor with severe resorption. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 8, p. 802-812, 2016.
- CHENG, Jing et al. Treatment outcomes of regenerative endodontic procedures in traumatized immature permanent necrotic teeth: a retrospective study. **Journal of Endodontics**, v. 48, n. 9, p. 1129-1136, 2022.
- CHITSAZ, Nazanin et al. Regenerative endodontic treatment of maxillary incisors with a history of severe traumatic injury. **Case reports in dentistry**, v. 2021, 2021.
- DADPE, Ashwini Manish et al. Regenerative Endodontic Procedures in Teeth with Root Resorption: A Systematic Review. **European Endodontic Journal**, v. 8, n. 3, p. 170-186, 2023.
- DAO, Vi et al. Prevalence and characteristics of root resorption identified in cone-beam computed tomography scans. **Journal of Endodontics**, v. 49, n. 2, p. 144-154, 2023.
- ELFRINK, M. E. C. et al. Regenerative endodontic therapy: a follow-up of 47 anterior traumatised teeth. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v. 22, p. 469-477, 2021.
- HECOVA, Hana et al. A retrospective study of 889 injured permanent teeth. **Dental traumatology**, v. 26, n. 6, p. 466-475, 2010.
- HEBOYAN, Artak et al. Tooth root resorption: A review. **Science Progress**, v. 105, n. 3, p. 00368504221109217, 2022.
- KAVAL, M. E.; GÜNERI, P.; ÇALIŞKAN, M. K. Regenerative endodontic treatment of perforated internal root resorption: a case report. **International endodontic journal**, v. 51, n. 1, p. 128-137, 2018.
- LIN, Shaul et al. Regenerative endodontic therapy for external inflammatory lateral resorption following traumatic dental injuries: Evidence assessment of best practices. **International Endodontic Journal**, v. 55, n. 11, p. 1165-1176, 2022.
- LOROÑO, Gaizka et al. Regenerative endodontic procedure in an immature permanent incisor with internal root resorption: a case report. **Journal of Dentistry**, v. 23, n. 2, p. 155, 2022.
- LU, Jing et al. Clinical and radiographic outcomes of regenerative endodontic procedures for traumatized permanent necrotic teeth with apical periodontitis and external root resorption. **International Endodontic Journal**, v. 56, n. 7, p. 802-818, 2023.
- LU, Jing et al. Regenerative endodontic procedures for traumatized immature permanent teeth with severe external root resorption and root perforation. **Journal of endodontics**, v. 46, n. 11, p. 1610-1615, 2020.
- NAGEH, Mohamed et al. Management of internal inflammatory root resorption using injectable platelet-rich fibrin revascularization technique: a clinical study with cone-beam computed tomography evaluation. **Clinical oral investigations**, v. 26, n. 2, p. 1505- 1516, 2022.

PATEL, Shanon et al. Present status and future directions: Root resorption. **International Endodontic Journal**, v. 55, p. 892-921, 2022.

RAY JR, Herbert L. et al. Long-term follow up of revascularization using platelet-rich fibrin. **Dental Traumatology**, v. 32, n. 1, p. 80- 84, 2016.

SAOUD, Tarek Mohamed A. et al. Regenerative endodontic procedures for traumatized teeth after horizontal root fracture, avulsion, and perforating root resorption. **Journal of endodontics**, v. 42, n. 10, p. 1476-1482, 2016.

SAOUD, Tarek Mohamed A. et al. Regeneration and repair in endodontics—a special issue of the regenerative endodontics—a new era in clinical endodontics. **Dentistry journal**, v. 4, n. 1, p. 3, 2016.

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

TAMBAKAD, Pavan B. et al. Pulp and periodontal regeneration of an avulsed permanent mature incisor using platelet-rich plasma after delayed replantation: a 12-month clinical case study. **Journal of endodontics**, v. 42, n. 1, p. 66-71, 2015.

TZANETAKIS, Giorgos N. Management of intruded immature maxillary central incisor with pulp necrosis and severe external resorption by regenerative approach. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 2, p. 245-249, 2017.

WIKSTRÖM, Alina et al. Endodontic pulp revitalization in traumatized necrotic immature permanent incisors: Early failures and long-term outcomes—A longitudinal cohort study. **International Endodontic Journal**, v. 55, n. 6, p. 630-645, 2022.

YOSHIPE, Margarita et al. Regenerative endodontics: a potential solution for external root resorption (case series). **Journal of endodontics**, v. 46, n. 2, p. 192-199, 2020.