



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CAMILA DUARTE SILVA

**PERFURAÇÕES RADICULARES E OS NOVOS MATERIAIS
USADOS NO PROCESSO DE REPARO:
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

PIRACICABA

2022

CAMILA DUARTE SILVA

**PERFURAÇÕES RADICULARES E OS NOVOS MATERIAIS
USADOS NO PROCESSO DE REPARO:
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Profa. Dra. Marina Angélica Marciano da Silva

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELA ALUNA CAMILA DUARTE SILVA E ORIENTADA PELA PROFESSORA DOUTORA MARINA ANGÉLICA MARCIANO DA SILVA

PIRACICABA

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marlene Girelo - CRB 8/6159

Si38p Silva, Camila Duarte, 1999-
Perfurações radiculares e os novos materiais usados no processo de reparo :
uma revisão da literatura / Camila Duarte Silva. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Marina Angélica Marciano da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Perfuração radicular. 2. Materiais biocompatíveis. I. Marciano, Marina
Angélica, 1987-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Root perforation and the new materials used in the repair process: a literature review

Palavras-chave em inglês:

Root perforation

Biocompatible materials

Titulação: Cirurgião-Dentista

Banca examinadora:

Ana Cristina Padilha Janini

Lauter Eston Pelepenko Teixeira

Data de entrega do trabalho definitivo: 30-11-2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Sandra Duarte Silva, e meu pai, Everton Marcos da Silva, que mesmo não estando ao meu lado fisicamente sempre fizeram o possível e o impossível por mim e pela minha formação, sem vocês nada disto seria possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à professora Marina Marciano pela oportunidade de realizar este trabalho sob sua orientação e por ser uma inspiração para mim.

Aos meus irmãos Everton Júnior e Leonardo Duarte pelo carinho e apoio.

À todas as moradoras e ex-moradoras da República Sófadinhas pela amizade e companheirismo todos esses anos, em especial à minha dupla Beatriz Mazzo e minha colega Lívia Uvini que estiveram sempre comigo, sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus colegas de turma Raí Edras e João Paulo Chiles por todo companheirismo.

RESUMO

Perfuração radicular é uma comunicação que ocorre entre o canal radicular e o tecido periodontal. Elas podem ser de origem patológica, resultadas de cáries e reabsorções, ou iatrogênicas, que ocorrem mais comumente. Trata-se de uma complicação grave, que precisa ser diagnosticada precocemente e tratada de forma adequada. As consequências das perfurações radiculares são capazes de originar uma resposta inflamatória associada à destruição do osso alveolar e do periodonto associado, podendo levar a perda do dente. Vários estudos têm demonstrado a eficácia de uma grande variedade de materiais utilizados para selar perfurações, e atualmente muito se tem pesquisado a respeito de materiais ideais para este tipo de procedimento. Assim sendo, este trabalho realizou uma revisão da literatura a respeito das perfurações iatrogênicas e os principais materiais disponíveis no mercado através de estudos clínicos e laboratoriais que envolvam o reparo adequado de comunicações radiculares. E foi concluído que apesar de vários estudos envolvendo diferentes tipos de materiais seladores, o MTA ainda aparece como material de escolha, e se faz necessário mais pesquisas com maiores períodos de acompanhamento a fim de estabelecer um substituto para o biomaterial.

Palavras-chave: Perfuração radicular. Materiais biocompatíveis.

ABSTRACT

Root perforation is a communication that occurs between the root canal and the periodontal tissue. They can be pathological, resulting from caries and resorptions, or iatrogenic, which occur more commonly. It is a serious complication that needs to be diagnosed early and treated properly. The consequences of root perforations are capable of causing an inflammatory response associated with the destruction of the alveolar bone and associated periodontium, which can lead to tooth loss. Several studies have demonstrated the effectiveness of a wide variety of materials used to seal perforations, and there is currently a lot of research on the ideal materials for this type of procedure. Therefore, this work carried out a review of the literature regarding iatrogenic perforations and the main materials currently available on the market, through clinical and laboratory studies involving the adequate repair of root communications. It was concluded that despite several studies involving different types of sealing materials, MTA still appears as the material of choice, and more research is needed with longer follow-up periods in order to establish a substitute for biomaterial.

Keywords: Root perforation. Biocompatible materials.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	11
3 REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1 Considerações iniciais	12
3.2 Epidemiologia	13
3.3 Diagnóstico	13
3.4 Prognóstico	14
3.5 Materiais de reparo	15
3.6 Tratamento	19
3.6.1 Tratamento conservador	19
3.6.2 Tratamento cirúrgico	20
4 DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25
ANEXO 1 – VERIFICAÇÃO DE ORIGINALIDADE E PREVENÇÃO DE PLÁGIO	31

1 INTRODUÇÃO

O cirurgião dentista pode encontrar circunstâncias imprevistas durante o tratamento endodôntico, que são chamadas de acidentes e complicações. É essencial que o clínico conheça os fatores etiológicos envolvidos para que assim, consiga prevenir que elas aconteçam. Além disso, é essencial que o dentista saiba como proceder caso tais imprevistos ocorram (Torabinejad e Walton, 2009).

Perfurações radiculares são, normalmente, comunicações acidentais entre a cavidade pulpar e os tecidos perirradiculares. Ocorrem, em geral, durante a abertura coronária e/ou a instrumentação do canal (Lopes e Siqueira, 2015). No entanto, podem ser patologicamente criadas por reabsorção e cáries (Cohen e Hargreaves, 2011). Didaticamente, são classificadas em cervicais, médias e apicais (Lopes e Siqueira, 2015).

Para prevenir que estas comunicações ocorram é essencial o conhecimento da morfologia dentária, incluindo anatomia interna e externa. Ademais, é indispensável o estudo prévio de radiografias em diferentes angulações, uma vez que elas ajudam a identificar alterações internas, como calcificações e reabsorções (Torabinejad e Walton, 2009).

As principais manifestações clínicas podem ser: hemorragia intensa e contínua, dor súbita durante a patência mesmo quando a anestesia local estiver adequada ou quando a leitura do localizador apical estiver muito aquém do esperado (Torabinejad e Walton, 2009).

As perfurações devem ser reconhecidas precocemente, uma vez que o reparo tardio causa o rompimento do periodonto, originando lesões endo-perio difíceis de tratar (Cohen e Hargreaves, 2011). A localização da perfuração também influencia no prognóstico do tratamento. De modo geral, as comunicações mais apicais possuem prognóstico mais favorável (Torabinejad e Walton, 2009).

Além da localização da perfuração, o tamanho da comunicação também é relevante ao decidir as opções de tratamento. Via de regra, o método não cirúrgico é o procedimento de escolha, visto que é menos invasivo, produz menos destruição tecidual e garante desinfecção adequada. Se, entretanto, a perfuração for de difícil acesso, a abordagem cirúrgica pode ser necessária (Cohen e Hargreaves, 2011).

No passado, muitos materiais foram indicados para o selamento de perfurações. Entretanto, nenhum deles possuíam cura eficiente. Recentemente, o MTA foi indicado para

reparo de perfurações radiculares e desde então tem sido o material de escolha (Cohen e Hargreaves, 2011).

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão da literatura sobre perfurações radiculares iatrogênicas e como os materiais a base de silicato de cálcio auxiliam no seu processo de reparo.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Considerações iniciais

Perfurações endodônticas são caracterizadas como uma comunicação que surge entre o canal radicular e o periodonto. As perfurações podem ser de origem patológica, encontradas durante exames clínicos de rotina, mas, normalmente, ocorrem durante ou após o tratamento endodôntico, de forma iatrogênica (Saed et al., 2016). Trata-se de uma complicação grave que precisa ser diagnosticada precocemente e tratada de forma imediata e adequada (Estrela et al., 2018).

Segundo Patel e Duncan (2011), perfurações patológicas podem suceder-se de lesões cariosas extensas ou de reabsorções radiculares inflamatórias interna/externa. Uma lesão cariosa, quando não tratada, destrói os tecidos dentinários como consequência da ação microbiana e pode se estender ao longo da raiz ou perfurar o assoalho da câmara pulpar, resultando em uma perfuração.

Ainda segundo os autores, a reabsorção radicular é caracterizada pela perda progressiva de dentina e cimento por meio da ação contínua de células osteoclásticas. Quando ocorre dentro do sistema de canais radiculares é conhecida como reabsorção radicular inflamatória interna, e quando ocorre nas células do ligamento periodontal é conhecida como reabsorção radicular externa. Embora este processo seja incomum, eles podem evoluir para uma comunicação endo-perio (Darcey e Qualtrough, 2013a,b).

Em 2018, Estrela et al. revelaram alguns fatores que podem predispor a acidentes e erros operacionais. Calcificações da câmara pulpar, angulações significativas da coroa-raiz, identificação errônea dos canais ou até mesmo remoção excessiva de dentina podem facilmente resultar em perfurações nas regiões coronal ou de furca. Durante a preparação dos canais, a falta de zelo com brocas Gates Glidden em canais atrésicos ou até mesmo uma abordagem agressiva com limas de alto calibre em raízes com curvatura interna, podem resultar em uma perfuração no terço médio (Saed et al., 2016a).

Quando o cirurgião dentista não respeita a anatomia apical, instrumentando de forma pesada raízes dilaceradas, pode acontecer o “endireitamento” do canal, causando as chamadas perfurações em zip. Outra forma de perfuração apical, é nos casos onde o clínico não respeita os limites da constrição foraminal, alargando-o de forma exagerada. A desobturação descuidada para colocação de pino intra radicular também pode resultar em

uma perfuração, na qual o pino é colocado na dentina adjacente, e não no canal radicular (Bramante, 2003; da Silva et al., 2018; Alghamdi et al., 2021).

3.2 Epidemiologia

Kvinnsland et al. (1989), durante 11 anos, analisaram 55 casos de perfuração. E constataram que 47% estavam associados ao tratamento endodôntico habitual, e os outros 53% ocorreram após o tratamento convencional, como na colocação de pinos intrarradiculares. A literatura revela um aumento cada vez maior na frequência de perfurações iatrogênicas, uma vez que casos de tratamentos endodônticos mais complexos estão sendo executados.

3.3 Diagnóstico

De acordo com Estrela et al. (2018), inúmeros achados clínicos podem ser determinantes para o diagnóstico de perfurações endodônticas, e o estado da polpa dentária e do tecido periapical prévio à perfuração radicular é um importante preditor de prognóstico, incluindo questões como polpa vital, pulpite irreversível ou necrose.

Clinicamente, perfurações no terço coronal podem ser caracterizadas por um sangramento difuso, mesmo após a remoção de toda a polpa (Patel e Duncan, 2011). Em perfurações mais apicais, um cone de papel absorvente poderá indicar o nível da perfuração. Entretanto, conforme Estrela et al. (2018) condições sistêmicas, medicações, dentes com ápice aberto e reabsorções internas podem estar associados a sangramento excessivo e ser confundidos com o acidente. Uma dor súbita e inesperada durante o tratamento também pode indicar uma perfuração (Patel e Duncan, 2011).

O exame radiográfico é indispensável para confirmar a existência de um desvio de orientação do conduto radicular. Porém, é apenas uma representação bidimensional e, portanto, pode ser difícil avaliar com precisão o local e a extensão da perfuração. Em 1991, Bakland propôs realizar uma segunda radiografia e mudar a angulação do feixe radiográfico para o aspecto mesial ou distal, e desta forma, superar parcialmente tal adversidade.

Nahmias et al. (1983), sugeriram a utilização de localizadores apicais eletrônicos (LAEs) na detecção de perfurações, uma vez que ao colocar a lima na perfuração, o aparelho dará leitura zero, indicando uma comunicação com o ligamento periodontal.

O manejo adequado das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pode revelar anormalidades difíceis de detectar em radiografias periapicais convencionais, e seu uso é cada vez mais importante na avaliação de perfurações (Shemesh et al, 2011). Esses exames tridimensionais, no entanto, estão associados ao aumento da exposição à radiação ionizante e, então, o encaminhamento para TCFC só deve ser considerado se puder alterar o resultado clínico (Saed et al., 2016).

Em 2021, Aydin e Bulut compararam a precisão LAEs na presença de sangue e imagens de TCFC na determinação do comprimento do canal radicular até a área da perfuração. E concluíram que em perfurações radiculares artificiais com diâmetro de 0,4 mm, a TCFC apresenta resultados mais confiáveis.

Perfurações não tratadas podem ser reveladas pela presença de bolsa periodontal localizada, sensibilidade à percussão e gengivite crônica quando a inflamação penetrou no osso alveolar. Radiograficamente, apresentam uma área radiolúcida no local da perfuração (Patel e Duncan, 2011). Se a perfuração não for detectada e reparada precocemente, a ruptura do periodonto pode levar à perda do dente (Estrela et al., 2018).

3.4 Prognóstico

Segundo Clauder e Shin (2006), citado por Saed et al., (2016), três fatores têm sido associados ao prognóstico do dente. Estes incluem a localização da perfuração, sua extensão e o tempo entre a ocorrência da perfuração e seu preenchimento adequado.

A posição em relação ao nível da crista óssea e da inserção epitelial é denominada zona crítica, uma vez que a proximidade com os tecidos gengivais pode levar à contaminação da perfuração com bactérias da cavidade oral, o que, de acordo com Kvinnsland et al. (1989), leva à menor taxa de sucesso de reparo. As perfurações de furca se enquadram neste item devido a proximidade do sulco gengival e do epitélio juncional.

Perfurações coronais à zona crítica têm um bom prognóstico devido a facilidade de acesso e a grande possibilidade de um selamento adequado. Quando existe a possibilidade do tratamento endodôntico as perfurações apicais também possuem um bom prognóstico, pois o risco de entrada e contaminação de bactérias é muito menor (Sinai, 1977; Estrela et al., 2018; Saed et al., 2016).

Himel et al. (1985), afirmaram que a cicatrização de perfurações pequenas são mais previsíveis, porque está associada a menos destruição tecidual e são mais fáceis de serem seladas.

Em 1986, Beavers et al. avaliaram a condição periodontal de dentes perfurados intencionalmente e concluíram que perfurações seladas imediatamente reduzem a probabilidade de ocorrência de infecção e tecido de granulação crônica ou bolsa periodontal.

Holland et al. (2007), avaliaram o processo de cicatrização de perfurações laterais contaminadas e não contaminadas. Trinta perfurações radiculares laterais foram preparadas em dentes de cães tratados endodonticamente, sendo 10 delas reparadas imediatamente com Agregado Trióxido Mineral (MTA), 10 seladas após 7 dias e o restante foi preenchido com medicação intracanal (pasta à base de hidróxido de cálcio) por 14 dias. A análise estatística mostrou que o grupo 1 teve um reparo significativamente melhor do que os grupos 2 ($P < 0,05$) e 3 ($P < 0,05$), o que valida os resultados superiores obtidos quando o MTA foi imediatamente utilizado para selar as perfurações radiculares.

Tsesis et al. (2010), afirmam que os danos mais graves aos tecidos periodontais foram detectados nas perfurações que permaneceram abertas para a cavidade oral e nos casos em que a vedação da região não foi adequada.

3.5 Materiais de reparo

O material de escolha para o reparo também possui grande influência no processo de cicatrização da perfuração. Segundo Tanomaru-Filho et al. (2002), o sucesso do tratamento está intimamente ligado ao adequado selamento propiciado por um material que apresente boas propriedades biológicas e boa adaptação às paredes da cavidade.

Alhadainy (1984), em uma revisão, relatou diferentes materiais de reparo citados na literatura: amálgama, guta-percha, hidróxido de cálcio, Cavit, entre outros. De acordo com Prati e Gandolfi (2014), esses materiais antigamente propostos não possuem propriedades osteogênicas, cementogênicas ou antibacterianas e são incapazes de garantir o selamento adequado.

Atualmente, materiais endodônticos com resultados mais satisfatórios são disponibilizados para o tratamento de perfurações (Estrela et al., 2018). Por consequência, alguns deles foram selecionados para serem o foco de atenção desta revisão.

Dawood et al. (2017), afirmou que os cimentos à base de silicato de cálcio são altamente usados no reparo de perfurações devido a alta capacidade de vedação e biocompatibilidade, além da eficaz interação físico-química com os tecidos periapicais.

O Agregado Trióxido Mineral (MTA) é um cimento de silicato de cálcio relativamente novo. Seus principais componentes químicos, segundo Torabinejad et al. (1995a), incluem silicato de tricálcio, aluminato de tricálcio, óxido de tricálcico e óxido de silicato.

As avaliações iniciais do MTA demonstraram que ele teve bom desempenho no selamento de perfurações radiculares, graças a sua capacidade de melhorar o processo de mineralização. Reyes-Carmona et al. (2009), observaram que o processo de biomineralização influencia positivamente a resistência de união do material.

Park et al. (2010), em uma pesquisa em vitro, relatou uma maior força de adesão do MTA com presa acelerada por CaCl_2 . Isso porque a adição de CaCl_2 aumenta a liberação de íons cálcio, que em contato com o fluido tecidual, forma sais de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, o qual na presença de umidade, produz precipitados de apatita (Tay et al., 2007).

Camilleri et al. (2004), com o intuito de avaliar a biocompatibilidade de duas formas comerciais de MTA, através da morfologia de uma linhagem celular estabelecida, concluíram que as amostras curadas em 1 dia apresentaram boa biocompatibilidade. No entanto, conforme os dias se passavam as amostras se mostraram menos biocompatíveis.

Segundo a literatura, a atividade antimicrobiana do MTA é devido à alcalinização do meio em função da liberação de íons hidroxila (Estrela et al., 2018). Em 1995b, Torabinejad et al. estudou o efeito antimicrobiano de alguns materiais, e constatou que o agregado de trióxido mineral teve um efeito antibacteriano em algumas das bactérias facultativas e nenhum efeito em nenhuma das bactérias anaeróbicas estritas.

Main et al. (2004), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a taxa de sucesso do material em raízes perfuradas. Foram selecionados 16 casos que se encaixavam com os critérios da pesquisa. Sete desses pacientes apresentavam lesões radiolúcidas no momento do reparo. Lesões que, na visita de retorno, já estavam reparadas. Os dentes sem lesões pré-operatórias continuavam a demonstrar ausência de formação. Assim, os autores concluíram que o MTA fornece um selamento eficaz e com alto potencial de melhorar o prognóstico de dentes com perfurações endodônticas.

Existem inúmeros estudos na literatura que analisam as implicações clínicas e limitações do agregado trióxido mineral. De acordo com Dawood et al. (2017), o material contém propriedades de manuseio ruins, longo tempo de presa e descoloração do dente após o tratamento.

A fim de superar tais inconvenientes, novos materiais com composições semelhantes ao MTA foram introduzidos no mercado (Dawood et al., 2017). Um deles é a Biodentine, que segundo o Arquivo Científico da Tecnologia Biosilicato Ativo Biodentine, citado por Malkondu et al. (2014), é formulada com a tecnologia do agregado de trióxido mineral, porém com melhoria em algumas propriedades, como qualidades físicas e manuseio.

O mesmo arquivo indica que o componente em pó do material consiste em silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de cálcio, enchimento de óxido, sombra de óxido de ferro e óxido de zircônio. O líquido, no entanto, contém cloreto de cálcio como acelerador e um polímero hidrossolúvel.

Laurent et al. (2008), avaliaram a citotoxicidade da Biodentine em fibroblastos de polpa humana, e concluíram que o material é biocompatível e não afeta as funções das células dos tecidos adjacentes.

Assim como no MTA, a capacidade antimicrobiana da Biodentine também é atribuída ao seu alto pH. Em 2015, Bhavana et al. avaliaram as propriedades antibacterianas e antifúngicas da Biodentine, comparado aos cimentos de ionômero de vidro e ao agregado de trióxido mineral. E chegaram à conclusão que a Biodentine criou zonas de inibição maiores do que os outros materiais em questão.

Aggarwal et al. (2013), em um estudo in vitro, compararam a resistência de união de Biodentine, ProRoot MTA e MTA Plus em reparos de perfuração de furca através do teste de análise de variância de três vias (ANOVA). Seus resultados mostraram que a resistência de 24 h do MTA foi menor que a do Biodentine e a contaminação sanguínea afetou a resistência de união do MTA Plus.

Em 2014, Soundappan et al. realizaram um estudo in vitro com o objetivo de colacionar a adaptação marginal de Biodentine com MTA e Material Restaurador Intermediário (MRI) usando microscópio eletrônico de varredura. Eles concluíram que, em uma comparação geral, o MTA e o MRI tiveram resultados superiores a Biodentine quando usado como um material de preenchimento da extremidade da raiz.

Outro material de reparo endodôntico é o BioAggregate (BA), um material à base de silicato de cálcio livre de aluminato, com níveis muito baixos de contaminação por oligoelementos, também considerado uma versão modificada do MTA (Park et al., 2010).

Em 2012, Camilleri et al. investigaram a presença de arsênio total e lixiviável, cromo e chumbo em alguns materiais à base de silicato de cálcio, através de espectrometria de massa de plasma indutivamente acoplado (ICP-MS).. Os pesquisadores concluíram que os materiais em questão liberam quantidades mínimas de oligoelementos quando em contato com fluidos corporais.

Saghiri et al. (2014), em um estudo in vitro, examinaram o efeito do pH na resistência de dois diferentes tipos de MTA e do BioAggregate. Os autores indicaram que o BA apresentou menor resistência em situação ácida em comparação com o cimento MTA. Portanto, o Bioagregado pode ser menos aplicável em situações clínicas onde são esperadas forças oclusais, como reparo de furca.

Segundo Dawood et al. (2015), a capacidade de vedação do material é atribuída à expansão de presa que acompanha o processo de hidratação e partículas nanométricas, que conseguem alcançar uma boa adesão à dentina radicular.

Yuan et al. (2010), investigaram a citotoxicidade do BioAggregate e seu efeito na expressão gênica associada a minerais em células osteoblásticas. Os autores obtiveram resultados positivos, e concluíram que o biomaterial é capaz de induzir a expressão gênica associada à mineralização em células osteoblásticas e pode ser considerado um material não tóxico.

Em 2009, Zhang et al. testaram a eficácia do MTA e do BA contra *Enterococcus faecalis*, em um estudo in vitro, e comprovaram que tanto o pó de BA como o de MTA foram igualmente eficazes na eliminação bacteriana e causaram uma diminuição significativa na viabilidade bacteriana em 6 minutos.

O Bioaggregate apesar de ser um material indicado para o reparo de perfurações radiculares (Kakani et al., 2015), algumas de suas propriedades limitam as situações em que ele pode ser um substituto do MTA.

Outros cimentos a base de silicato de cálcio disponíveis no mercado também são utilizados no tratamento de perfurações, como o Endosequence que foi produzido como uma pasta pronta para uso com manuseio e aplicação mais fáceis em comparação ao MTA (Staffoli et al., 2019). Ainda assim, existem poucos estudos in vivo sobre o uso deste material.

3.6 Tratamento

Existem duas opções de tratamento, o não cirúrgico e o cirúrgico. De acordo com Cohen e Hargreaves (2011), o tratamento conservador será sempre a primeira opção, pois além de ser menos invasivo e preservar os tecidos adjacentes, a desinfecção é mais eficiente. Ainda assim, a capacidade de acessar a área e promover um selamento adequado, deve ser considerada.

Caso o dente seja considerado irrecuperável e o tratamento endodôntico for impossível de ser concluído, a extração pode ser a única opção (Saed et al., 2016). Diante disso, o paciente deve ser aconselhado sobre os riscos de falha do reparo, os benefícios da exodontia e as possíveis opções protéticas.

3.6.1 Tratamento conservador

De acordo com Ruddle (2004), citado por Saed et al. (2016), o sucesso do tratamento de perfurações contaminadas depende da remoção dos contaminantes e da reparação em condições assépticas.

No passado, em perfurações extensas, era comum o uso de matrizes biocompatíveis com o objetivo de aumentar a vedação e diminuir a extrusão de materiais citotóxicos. Rafter et al. (2002), avaliaram as respostas de cicatrização após o reparo de perfurações de furca, com e sem matriz interna, e concluíram que quando o amálgama foi usado sozinho sem matriz, houve extrusão acentuada do material no osso subjacente com uma resposta inflamatória grave associada, que continuou durante todo o período de observação.

Entretanto, diversos estudos comprovam que o MTA funciona favoravelmente quando é extruído nos tecidos perirradiculares (Hong et al., 2010; Main et al., 2004; Reyes-Carmona et al., 2009), não havendo a necessidade do uso de matriz interna quando o agregado for o material de escolha.

Existem algumas opções para o tratamento conservador. Zhang et al. (2016), observou 21 casos de perfurações iatrogênicas reparadas com MTA, os canais radiculares foram moldados e limpos e então obturados após o uso de MTA para reparar a perfuração com microscópios. Não houve falha em nenhum dos casos, 19 cicatrizaram e os outros 2 estavam em processo de cicatrização.

Froughreyhani et al. (2013), em um relato de caso, descreveu os procedimentos tomados após uma perfuração acidental de um primeiro molar inferior direito. Devido a presença de exsudado persistente, o dente foi medicado com uma pasta de hidróxido de cálcio. Sete dias após, o dente foi obturado através do método de compactação lateral e, em seguida, a guta-percha coronal ao local da perfuração foi removida. O MTA foi compactado no local de perfuração, uma bolinha de algodão úmida foi colocada e o dente foi restaurado temporariamente. Após 48 horas, a restauração provisória e a bolinha de algodão foram removidas e o dente foi restaurado permanentemente com amálgama. No retorno de 15 meses, o dente estava clinicamente e radiograficamente saudável.

A forma como cada operador decide lidar com a perfuração é invariavelmente uma preferência pessoal. Saed et al. (2016), declaram que preferem optar por obturar o canal apical ao defeito, reparar o defeito e preencher o canal ao redor do reparo com guta-percha quente e fluida, principalmente em casos de perfurações no terço médio da raiz.

3.6.2 Tratamento Cirúrgico

De acordo com Alhadainy (1994), o uso da abordagem cirúrgica geralmente é limitado aos defeitos que não são passíveis do tratamento conservador. No passado, as perfurações eram frequentemente tratadas cirurgicamente, uma vez que poucas eram as tecnologias endodônticas disponíveis na época (Saed et al. 2016).

Nicholls (1962), resumiu as indicações para o reparo cirúrgico de perfurações radiculares como grandes perfurações, inacessibilidade não cirúrgica e falha após tratamento conservador.

Em 2005, Carrotte afirmou que perfurações causadas por erros de instrumentação geralmente podem ser tratadas de maneira conservadora. Porém, caso os sintomas clínicos persistirem e houver reabsorção óssea, será necessária uma abordagem cirúrgica. Ainda segundo ele, reabsorções radiculares internas e externas também devem ser tratadas, primeiramente, sem abordagem cirúrgica. Contudo, existem casos de reabsorções externas em que a cirurgia pode ser necessária para reparar a raiz e fornecer um selamento eficaz.

Segundo Saed et al. (2016), o material de escolha para este tipo de tratamento precisa ser biologicamente compatível e deve ser completamente compactado na cavidade para garantir um preenchimento adequado. Os autores ainda afirmam que por se tratar de um ambiente úmido pode haver dificuldade na manipulação do MTA e, nessas condições,

materiais ligados à resina não garantem selamento adequado. Por consequência, o cimento de ionômero de vidro acaba sendo o material mais apropriado para este tipo de reparo, porque apesar de também ser sensível à umidade, suas propriedades de manuseio, tempo de presa e natureza autoadesiva permitem um reparo eficaz.

Jansson et al. (1997), estima que as taxas de sucesso de cirurgias endodônticas variam de 25% a 90%, e que fatores como idade do paciente, tamanho da lesão periodontal, tipo de dente tratado, diâmetro do defeito ósseo e da perfuração cortical influenciam no resultado do tratamento.

4 DISCUSSÃO

Uma perfuração radicular é qualquer comunicação entre o sistema de canais radiculares e o periodonto circundante. Sarao et al. (2021), em uma revisão sistemática, afirmaram que os fatores mais comuns associados à perfurações iatrogênicas incluem a experiência do profissional, a morfologia e o tipo do dente.

Achados clínicos e radiográficos são a base do diagnóstico de perfurações radiculares. Porém, pode ser um grande desafio. O Localizador Apical e a Tomografia de Feixe Cônico podem auxiliar neste processo (Dawood et al., 2015; Saed et al., 2016; Estrela et al., 2018).

A grande maioria dos autores concorda que deve-se esperar um prognóstico mais favorável em perfurações diagnosticadas precocemente, pequenas e localizadas no terço apical da raiz (Lopes e Siqueira, 2015; Cohen e Hargreaves, 2011; Torabinejad e Walton, 2009). Uma vez iniciado o processo infeccioso de uma perfuração detectada tardiamente, o prognóstico passa a ser mais complicado, e os danos ao tecido periodontal podem ser graves o suficiente para resultar em uma extração.

Vários materiais foram empregados no reparo de perfurações radiculares. No entanto, diferentes estudos demonstram que ainda não há um tipo ideal, mas sim uma diversidade de materiais com resultados satisfatórios que devem ser utilizados de acordo com cada acidente iatrogênico (Dawood et al., 2015; Saed et al., 2016).

A utilização de cimentos à base de silicato de cálcio no reparo de perfurações radiculares foi demonstrada, por diversos autores, como uma excelente escolha devido a sua alta capacidade de vedação e biocompatibilidade (Main et al., 2004; Reyes-Carmona et al., 2009; Dawood et al., 2015).

O MTA aparece como o material de escolha para o tratamento radicular na presença de perfurações e outras comunicações entre a câmara pulpar e o ligamento periodontal (Prati e Gandolfi, 2014).

Em uma pesquisa comparativa, De Deus et al. (2005), avaliaram os efeitos citotóxicos do MTA ProRoot, do MTA Angelus e do Cimento de Portland em culturas de células endoteliais humanas, através de uma análise colorimétrica. Os três materiais analisados mostraram inicialmente um efeito tóxico similar que diminuiu gradualmente com o tempo, permitindo o restabelecimento da cultura celular. Consequentemente, os dois tipos de MTA apresentam comportamento biológico similares.

Main et al. (2004), avaliou a taxa de sucesso de reparos de perfurações radiculares usando MTA e relatou as vantagens do uso deste material como, excelente capacidade seladora (prevenindo infiltração bacteriana), não indução a inflamação, reparo periodontal e formação de cimento sobre o defeito.

Vários autores, analisaram atenciosamente a constituição química do MTA e suas implicações na prática clínica, como radiopacidade e descoloração dentária. Camilleri (2012), através da imersão de MTA branco e óxido de bismuto em hipoclorito de sódio, verificou a formação de uma descoloração marrom escura. E concluiu que, o contato do MTA branco e outros materiais contendo bismuto com a solução de hipoclorito de sódio deve ser evitado. Marciano et al. (2014), avaliaram a estabilidade de cor do MTA Angelus Branco e Óxido de Bismuto em contato com as estruturas do dente. E verificaram que, os dentes obturados com MTA Angelus branco apresentaram coloração acinzentada com evidente coloração dentina. E o óxido de bismuto exibiu uma mudança de cor quando em contato com o colágeno. Sendo assim, os cirurgiões dentistas devem ter cuidado ao utilizar o MTA em perfurações radiculares, a fim de evitar alterações de cor considerando regiões estéticas.

Novos materiais com composição semelhante ao MTA, mas propriedades distintas, foram introduzidos no mercado devido às limitações impostas pelo material (Duarte et al., 2018). Diversos materiais biocerâmicos têm sido desenvolvidos pela indústria, como: Biodentine, BioAggregate, EndoSequence, iRoot, cimento de mistura enriquecida com cálcio (CEM), entre outros já citados nesta revisão (Estrela et al., 2018).

5 CONCLUSÃO

Com base no estudo, pode ser concluído que o material de escolha, apesar de influenciar no resultado, não é a única coisa a se preocupar nos casos de perfurações radiculares. A localização, o tamanho da comunicação e a experiência do clínico também são fatores importantes a serem considerados no tratamento desses acidentes. Ainda assim, pode-se concluir que embora existam novos biomateriais que superam as limitações do MTA, ele segue sendo o material de escolha no reparo de perfurações radiculares. Isso se deve ao fato de que existem poucos estudos clínicos e laboratoriais a longo prazo sobre esses materiais. Sendo assim, faz-se necessário a realização de mais pesquisas.

REFERÊNCIAS

Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. *J Conserv Dent*. 2013 Sep;16(5):462-5. doi: 10.4103/0972-0707.117504. Erratum in: *J Conserv Dent*. 2014 Jan;17(1):95.

Alghamdi NS, Algarni YA, Ain TS, Alfaifi HM, AlQarni AA, Mashyakhi JQ, et al. Endodontic mishaps during root canal treatment performed by undergraduate dental students: An observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2021 Nov 24;100(47):e27757. doi: 10.1097/MD.00000000000027757.

Alhadainy HA. Root perforations. A review of literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1994 Sep;78(3):368-74. doi: 10.1016/0030-4220(94)90070-1.

Bakland LK. Endodontic mishaps: perforations. *J Calif Dent Assoc*. 1991 Apr;19(4):41-8.

Beavers RA, Bergenholtz G, Cox CF. Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of *Macaca mulatta*. *Int Endod J*. 1986 Jan;19(1):36-44. doi: 10.1111/j.1365-2591.1986.tb00888.x.

Bhavana V, Chaitanya KP, Gandhi P, Patil J, Dola B, Reddy RB. Evaluation of antibacterial and antifungal activity of new calcium-based cement (Biodentine) compared to MTA and glass ionomer cement. *J Conserv Dent*. 2015 Jan-Feb;18(1):44-6. doi: 10.4103/0972-0707.148892.

Bramante CM, Berbert A, Bernardineli N, Morais IV, Garcia RB. Acidentes e complicações na abertura coronária. *Acidentes e complicações no tratamento endodôntico soluções clínicas*. São Paulo: Santos; 2003. p.21-55.

Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, McDonald F, Pitt Ford TR. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2004 Oct;37(10):699-704. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00859.x.

Camilleri J, Kralj P, Veber M, Sinagra E. Characterization and analyses of acid-extractable and leached trace elements in dental cements. *Int Endod J*. 2012 Aug;45(8):737-43. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02027.x.

Carrotte P. Surgical endodontics. *Br Dent J*. 2005 Jan 22;198(2):71-9. doi: 10.1038/sj.bdj.4811970.

Clauder T, Shin S J. Repair of perforations with MTA: clinical applications and mechanisms of action. *Endod Topics* 2006;15:32-55.

Cohen S, Hargreaves KM, Al E. *Caminhos da polpa*. 10. ed. Rio De Janeiro (Rj): Elsevier; 2011.

Darcey J, Qualtrough A. Resorption: part 1. Pathology, classification and aetiology. *Br Dent J*. 2013a May;214(9):439-51. doi: 10.1038/sj.bdj.2013.431.

Darcey J, Qualtrough A. Resorption: part 2. Diagnosis and management. *Br Dent J*. 2013b May;214(10):493-509. doi: 10.1038/sj.bdj.2013.482.

Dawood AE, Parashos P, Wong RHK, Reynolds EC, Manton DJ. Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *J Investig Clin Dent*. 2017 May;8(2). doi: 10.1111/jicd.12195.

De Deus G, Ximenes R, Gurgel-Filho ED, Plotkowski MC, Coutinho-Filho T. Cytotoxicity of MTA and Portland cement on human ECV 304 endothelial cells. *Int Endod J*. 2005 Sep;38(9):604-9. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.00987.x.

Duarte MAH, Marciano MA, Vivan RR, Tanomaru Filho M, Tanomaru JMG, Camilleri J. Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz Oral Res*. 2018 Oct 18;32(suppl 1):e70. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0070.

EndoSequence Root Repair Material [Product page on the internet]. issuuInc., USA [acesso 2015 Fev]. Disponível em:
<http://issuu.com/brasseler/docs/brasseler-usa-dental-catalog-11/120>.

Estrela C, Decurcio DA, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA, Borges ÁH. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res*. 2018 Oct 18;32(suppl 1):e73. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0073.

Froughreyhani M, Salem Milani A, Barakatein B, Shiezadeh V. Treatment of Strip Perforation Using Root MTA: A Case Report. *Iran Endod J*. 2013 Spring;8(2):80-3.

Himel VT, Brady J Jr, Weir J Jr. Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide. *J Endod*. 1985 Apr;11(4):161-5. doi: 10.1016/S0099-2399(85)80140-0.

Holland R, Bisco Ferreira L, de Souza V, Otoboni Filho JA, Murata SS, Dezan E Jr. Reaction of the lateral periodontium of dogs' teeth to contaminated and noncontaminated perforations filled with mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2007 Oct;33(10):1192-7. doi: 10.1016/j.joen.2007.07.013.

Hong ST, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Effects of root canal irrigants on the push-out strength and hydration behavior of accelerated mineral trioxide aggregate in its early setting phase. *J Endod.* 2010 Dec;36(12):1995-9. doi: 10.1016/j.joen.2010.08.039.

Jansson L, Sandstedt P, Låftman AC, Skoglund A. Relationship between apical and marginal healing in periradicular surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997 May;83(5):596-601. doi: 10.1016/s1079-2104(97)90126-8.

Kakani AK, Veeramachaneni C, Majeti C, Tummala M, Khiyani L. A Review on Perforation Repair Materials. *J Clin Diagn Res.* 2015 Sep;9(9):ZE09-13. doi: 10.7860/JCDR/2015/13854.6501.

Kvinnslund I, Oswald RJ, Halse A, Grønningsaeter AG. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J.* 1989 Mar;22(2):75-84. doi: 10.1111/j.1365-2591.1989.tb00509.x.

Laurent P, Camps J, De Méo M, Déjou J, About I. Induction of specific cell responses to a Ca(3)SiO(5)-based posterior restorative material. *Dent Mater.* 2008 Nov;24(11):1486-94. doi: 10.1016/j.dental.2008.02.020.

Lopes HP, Siqueira JF. *Endodontia: Biologia e técnica.* 4. ed. São Paulo; 2015.

Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod.* 2004 Feb;30(2):80-3. doi: 10.1097/00004770-200402000-00004.

Malkondu Ö, Karapinar Kazandağ M, Kazazoğlu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int.* 2014;2014:160951. doi: 10.1155/2014/160951.

Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RF, Guimarães BM, Duarte MA. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *J Endod.* 2014;40(8):1235-40. doi: 10.1016/j.joen.2014.01.044

Nahmias Y, Aurelio JA, Gerstein H. Expanded use of the electronic canal length measuring devices. *J Endod.* 1983 Aug;9(8):347-9. doi: 10.1016/S0099-2399(83)80151-4.

Nicholls E. Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1962 May;15:603-12. doi: 10.1016/0030-4220(62)90180-9.

Park JW, Hong SH, Kim JH, Lee SJ, Shin SJ. X-Ray diffraction analysis of white ProRoot MTA and Diadent BioAggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Jan;109(1):155-8. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.08.039.

Patel S, Duncan H F. *Pitt Ford's Problem-Based Learning in Endodontology.* Wiley-Blackwell, 2011.

Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater.* 2015 Apr;31(4):351-70. doi: 10.1016/j.dental.2015.01.004.

Rafter M, Baker M, Alves M, Daniel J, Remeikis N. Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations. *Int Endod J.* 2002 Sep;35(9):775-83. doi: 10.1046/j.1365-2591.2002.00566.x.

Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *J Endod.* 2009 May;35(5):731-6. doi: 10.1016/j.joen.2009.02.011.

Saed SM, Ashley MP, Darcey J. Root perforations: aetiology, management strategies and outcomes. *The hole truth. Br Dent J.* 2016 Feb 26;220(4):171-80. doi: 10.1038/sj.bdj.2016.132.

Saghiri MA, Garcia-Godoy F, Asatourian A, Lotfi M, Banava S, Khezri-Boukani K. Effect of pH on compressive strength of some modification of mineral trioxide aggregate. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2013 Jul 1;18(4):e714-20. doi: 10.4317/medoral.18922.

Sarao SK, Berlin-Broner Y, Levin L. Occurrence and risk factors of dental root perforations: a systematic review. *Int Dent J.* 2020 Aug 20;71(2):96-105. doi: 10.1111/idj.12602.

Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu MK. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endod.* 2011 Apr;37(4):513-6. doi: 10.1016/j.joen.2010.12.003.

Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc.* 1977 Jul;95(1):90-5. doi: 10.14219/jada.archive.1977.0531.

Soundappan S, Sundaramurthy JL, Raghu S, Natanasabapathy V. Biodentine versus Mineral Trioxide Aggregate versus Intermediate Restorative Material for Retrograde Root End Filling: An Invitro Study. *J Dent (Tehran)*. 2014 Mar;11(2):143-9.

Staffoli S, Plotino G, Nunez Torrijos BG, Grande NM, Bossù M, Gambarini G, Polimeni A. Regenerative Endodontic Procedures Using Contemporary Endodontic Materials. *Materials (Basel)*. 2019 Mar 19;12(6):908. doi: 10.3390/ma12060908.

Tanomaru Filho M, Leonardo MR, da Silva LA. Effect of irrigating solution and calcium hydroxide root canal dressing on the repair of apical and periapical tissues of teeth with periapical lesion. *J Endod*. 2002 Apr;28(4):295-9. doi: 10.1097/00004770-200204000-00009.

Tay FR, Pashley DH, Rueggeberg FA, Loushine RJ, Weller RN. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *J Endod*. 2007 Nov;33(11):1347-51. doi: 10.1016/j.joen.2007.07.008.

Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 1995a Jul;21(7):349-53. doi: 10.1016/S0099-2399(06)80967-2.

Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod*. 1995b Aug;21(8):403-6. doi: 10.1016/s0099-2399(06)80824-1.

Torabinejad M, Walton RE. *Endodontics: principles and practice*. Saint Louis: Saunders/Elsevier; 2009.

Tsesis I, Rosen E, Tamse A, Taschieri S, Kfir A. Diagnosis of vertical root fractures in endodontically treated teeth based on clinical and radiographic indices: a systematic review. *J Endod*. 2010 Sep;36(9):1455-8. doi: 10.1016/j.joen.2010.05.003.

Uğur Aydın Z, Göller Bulut D. Determination of Root Canal Length Up to Perforation Area Using Different Electronic Apex Locators and CBCT Images Obtained at Different Voxel Sizes: A Comparative Ex Vivo Study. *Chin J Dent Res*. 2021 Apr 23;24(1):49-54. doi: 10.3290/j.cjdr.b1105877.

Yuan Z, Peng B, Jiang H, Bian Z, Yan P. Effect of bioaggregate on mineral-associated gene expression in osteoblast cells. *J Endod*. 2010. July;36(7):1145–8. doi: 10.1016/j.joen.2010.03.025.

Zambon da Silva P, Carlos Ribeiro F, Machado Barroso Xavier J, Pratte-Santos R, Demuner C. Radiographic Evaluation of Root Canal Treatment Performed by Undergraduate Students, Part I; Iatrogenic Errors. *Iran Endod J.* 2018 Winter;13(1):30-6. doi: 10.22037/iej.v13i1.16800.

Zhang C, Sun Z, Hou BX. Treatment outcome of iatrogenic perforation repair by mineral trioxide aggregate. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2016 Dec;17(6):489-494. doi: 10.1007/s40368-016-0249-5.

Zhang H, Pappen FG, Haapasalo M. Dentin enhances the antibacterial effect of mineral trioxide aggregate and bioaggregate. *J Endod.* 2009 Feb;35(2):221-4. doi: 10.1016/j.joen.2008.11.001.

ANEXO 1 – VERIFICAÇÃO DE ORIGINALIDADE E PREVENÇÃO DE PLÁGIO

PERFURAÇÕES RADICULARES E OS NOVOS MATERIAIS USADOS NO PROCESSO DE REPARO: UMA REVISÃO DA LITERATURA

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

7% ÍNDICE DE SEMELHANÇA	6% FONTES DA INTERNET	2% PUBLICAÇÕES	2% DOCUMENTOS DOS ALUNOS
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------	------------------------------------

FONTES PRIMÁRIAS

1	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Documento do Aluno	2%
2	pt.scribd.com Fonte da Internet	1%
3	repositorio.unesp.br Fonte da Internet	1%
4	www.redalyc.org Fonte da Internet	1%
5	hdl.handle.net Fonte da Internet	1%
6	repositorio.unifesp.br Fonte da Internet	1%
7	docplayer.com.br Fonte da Internet	1%
8	repositorio.undb.edu.br Fonte da Internet	1%