

Avaliação das técnicas de inserção de MTA em dentes preparados apicalmente simulando rizogênese incompleta: estudo *in vitro*

Evaluation of MTA insertion techniques in apically prepared teeth simulating incomplete root formation: an in vitro study

Evaluación de las técnicas de inserción de MTA en dientes preparados apicalmente simulando una formación radicular incompleta: un estudio in vitro

Recebido: 04/08/2022 | Revisado: 19/08/2022 | Aceito: 20/08/2022 | Publicado: 28/08/2022

Aline Thomazelli Peres Tomazoli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0715-565X>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: athomazelliperestomazoli@gmail.com

Leonardo Cabau

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1265-7304>
Centro Universitário Ingá, Brasil
E-mail: leonardo_k42@hotmail.com

Elen Tolentino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4352-4694>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: elentolentino83@gmail.com

Nair Narumi Orita Pavan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0931-3241>
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
E-mail: narumiopavan@gmail.com

Izabela Volpato Marques Tookuni

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4486-165X>
Centro Universitário Ingá, Brasil
E-mail: prof.izabelatookuni@uninga.edu.br

Marcos Sérgio Endo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8980-3779>
Centro Universitário Ingá, Brasil
E-mail: marcossendo@gmail.com

Resumo

A apicificação com MTA na rizogênese incompleta permite a formação da barreira apical de forma rápida e segura, contudo, existe a dificuldade da sua inserção nos condutos radiculares. Neste estudo avaliou-se comparativamente, *in vitro*, a eficácia do selamento apical em dentes humanos, quando utilizados os dispositivos: porta-MTA, broca Lentulo e cone de guta percha. Foram utilizados 60 dentes anteriores extraídos, com comprimentos entre 20 e 25 mm. O preparo dos canais radiculares deu-se pelo uso das brocas Gates-Glidden, progressivamente, do número 1 ao número 4, e para a simulação da divergência apical, usou-se a 5, de forma retrógrada. A amostra foi randomizada em 3 grupos (n=20) para a confecção dos *plugs* apicais. Grupo 01, broca Lentulo, grupo 2, o porta-MTA e o grupo 3, cone de guta-percha #80. A qualidade das barreiras apicais passou pela avaliação de um residente em Endodontia, por meio de radiografias periapicais digitais. Considerou-se um escore de 0 a 3, verificando a correspondência do *plug* apical ao ápice radiográfico, o preenchimento dos 4 mm apicais da raiz e a ausência de espaço entre o material e as paredes do canal. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$) e os escores em ordem decrescente foram: 2 (48,3%), 1 (23,3%), 3 (18,4%) e 0 (10%). Concluiu-se que não existiu diferença na eficácia do selamento apical em dentes humanos, *in vitro*, simulando rizogênese incompleta, quando comparados a broca Lentulo, o porta-MTA, e cone de guta percha.

Palavras-chave: Apicificação; Canal radicular; Endodontia.

Abstract

Apexification with MTA in incomplete rhizogenesis allows the formation of the apical barrier quickly and safely, however, there is difficulty in its insertion in the root canals. In this study, the efficacy of apical sealing in human teeth was comparatively evaluated *in vitro*, when the devices: MTA carrier, Lentulo spiral and gutta-percha cone were used. Sixty extracted anterior teeth were used, with lengths between 20 and 25 mm. The preparation of root canals was carried out by using Gates-Glidden drills, progressively, from number 1 to number 4, and for the simulation of

apical divergence, the 5 was used, in a retrograde fashion. The sample was randomized into 3 groups (n=20) to make the apical plugs. Group 01, Lentulo, group 2, the MTA carrier and group 3, gutta-percha #80. The quality of the apical barriers was evaluated by a resident in Endodontics, through digital periapical radiographs. A score from 0 to 3 was considered, verifying the correspondence of the apical plug to the radiographic apex, the filling of the apical 4 mm of the root, and the absence of space between the material and the canal walls. The results showed that there was no significant difference between the groups ($p > 0.05$) and the scores in descending order were: 2 (48.3%), 1 (23.3%), 3 (18.4%) and 0 (10%). It was concluded that there was no difference in the effectiveness of apical sealing in human teeth, in vitro, simulating incomplete rhizogenesis, when compared to the Lentulo spiral, the MTA carrier, and gutta percha cone.

Keywords: Apexification; Endodontics; Root canal.

Resumen

La apacificación con MTA en rizogénesis incompleta permite la formación de la barrera apical de manera rápida y segura, sin embargo, existe dificultad en la inserción de conductos radiculares. En este estudio in vitro se evaluó comparativamente la eficacia del sellado apical en dientes humanos, cuando se utilizaron los dispositivos: portador de MTA, espiral Lentulo y cono de gutapercha. Se utilizaron 60 dientes anteriores extraídos, con longitudes entre 20 y 25 mm. La preparación de los conductos radiculares se realizó con fresas de Gates-Glidden, progresivamente, del número 1 al 4, y para la simulación de la divergencia apical se utilizó la fresa número 5, en forma retrógrada. La muestra se aleatorizó en 3 grupos (n=20) para realizar los taponos apicales. Grupo 1, Lentulo, grupo 2, porta-MTA y grupo 3, gutapercha #80. La calidad de las barreras apicales fue evaluada, a través de radiografías periapicales digitales. Se consideró una puntuación de 0 a 3, verificando la correspondencia del tapón apical con el ápice radiográfico, el relleno de los 4 mm apicales de la raíz y la ausencia de espacio entre el material y las paredes del conducto. Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa entre los grupos ($p > 0,05$) y los puntajes en orden descendente fueron: grupo 2 (48,3%), 1 (23,3%), 3 (18,4%) y 0 (10%). Se concluyó que no hubo diferencia en la efectividad del sellado apical en dientes humanos in vitro, simulando rizogénesis incompleta, cuando se comparó con la espiral de Lentulo, el portador de MTA y el cono de gutapercha.

Palabras clave: Apacificación; Conducto radicular; Endodoncia.

1. Introdução

A falta de constrição apical nas raízes dos dentes com rizogênese incompleta apresenta-se como um desafio ao cirurgião-dentista quando há a necessidade de tratamento endodôntico, devido à dificuldade da retenção do material obturador no espaço do canal radicular (Agrafioti et al., 2017).

A apacificação é uma forma de tratamento para estes dentes e visa a formação de uma barreira tecidual dura, promovendo uma parada apical (Bonte et al., 2014). Tradicionalmente, este tratamento baseia-se em sucessivas trocas de hidróxido de cálcio que, na literatura, demonstram altas taxas de sucesso (Erdogan, 1997; Sogukpinar & Arikan, 2020). Porém, as desvantagens incluem as múltiplas consultas, dificuldade de adesão do paciente ao tratamento, suscetibilidade do dente à fraturas, preocupações estéticas e microinfiltração coronal (Sogukpinar & Arikan, 2020), aumentando o risco à infecção (Lee et al., 2019).

Uma alternativa à indução da apacificação é o emprego do agregado trióxido mineral (MTA), o qual pode promover a formação de ponte mineralizada na região apical de uma maneira mais rápida (Lin et al., 2016). Esse material possui características favoráveis como biocompatibilidade, atividade antimicrobiana, tolerância à presença de sangue e umidade, estimulação da liberação de citocinas pelas células ósseas promovendo a formação tecidual, além de redução do risco de fraturas em longo prazo, com menor tempo de tratamento em comparação ao hidróxido de cálcio, sendo uma terapia mais previsível (Parirokh & Torabinejad, 2010; Utneja et al., 2015; Escobar-García et al., 2016; Morotomi; Washio; Kitamura, 2019).

Apesar de suas inúmeras vantagens, o MTA apresenta dificuldade de manuseio e inserção nos condutos radiculares (Parirokh & Torabinejad, 2010), o que pode acarretar a presença de espaços vazios na interface entre ele e a parede do canal radicular, favorecendo a retenção de microrganismos, juntamente com o selamento apical (Kositbowornchai et al., 2006; Huybrechts et al., 2009).

A qualidade do *plug* apical, atuando como um tampão, influenciará diretamente o sucesso do tratamento. Existem

variados métodos para a inserção do MTA nos canais radiculares, como o porta-MTA (Bücher et al., 2016; Sisli & Ozbas, 2017), o porta-amálgama (Vijayran et al., 2013; Sharma et al., 2016), os calcadores endodônticos (Cehreli et al., 2011; DeAngelis et al., 2013), carreador de Dovgan (Reyes-Carmon; Felipe; Felipe; 2010), os cones de guta-percha (Kumar et al., 2014) entre outros. Tanto a manipulação do MTA quanto a forma de levá-lo até o dente e a sua compactação no terço apical afetará seu desempenho e, conseqüentemente, o resultado final do tratamento (Basturk et al., 2014; Basturk et al., 2015).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente, *in vitro*, a eficácia do selamento apical em dentes humanos, quando utilizados os dispositivos: porta-MTA, broca Lentulo e cone de guta-percha.

H0 - Não existe diferença entre os dispositivos: porta-MTA, broca lentulo e cone de guta-percha na eficácia da confecção do *plug* apical em dentes humanos com rizogênese incompleta.

2. Metodologia

Este estudo *in vitro* foi aprovado pelo comitê permanente de ética em pesquisa com seres humanos (COPEP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) - CAAE 22635319.4.0000.0104 (Aprovação nº 3. 762. 165).

Os 60 dentes utilizados foram doados pelo Banco de Dentes do Departamento de Odontologia (UEM). A distinção dos espécimes para a participação na pesquisa seguiu critérios de inclusão (Tabela 1) e exclusão (Tabela 2).

Tabela 1. Critérios de inclusão.

Dentes humanos unirradiculados
Canal radicular único
Dentes com comprimento total compreendido entre 20 e 25 mm
Dentes com coroa
Dentes armazenados em timol 0,1%

Fonte: Autores.

Tabela 2. Critérios de exclusão.

Dentes com trincas
Dentes com fraturas radiculares
Dentes com reabsorção interna
Dentes com reabsorção externa

Fonte: Autores.

2.1 Cálculo amostral

Considerando as variáveis envolvidas neste estudo, as quais levam à uma comparação não paramétrica dos resultados, bem como a variabilidade dos dados com a estimativa do desvio padrão e a mínima diferença a ser detectada nos números aqui avaliados, realizou-se o cálculo amostral. Estudos similares, já publicados, e um site de estatística (Cálculo Amostral, Lauris), auxiliaram essas determinações (Alhamoui; Steffen; Splieth, 2014).

2.2 Seleção amostral

Análise visual e radiográfica, por meio de radiografia periapical digital (Figura 1A), foram utilizadas para contemplar os critérios de inclusão e exclusão. Em seguida, os 60 dentes receberam o preparo para a simulação da rizogênese incompleta (Figura 1B).

2.3 Processo de randomização

As amostras passaram pelo processo de randomização simples, realizada por meio do programa Microsoft Office Excel® 2013 (Microsoft Corp, Redmond, WA).

2.4 Preparo das amostras

Executou-se a abertura coronária com pontas diamantadas n.1014 e n.3081 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil), mantendo-se a coroa e o comprimento total da raiz.

Os canais radiculares foram inicialmente explorados com lima manual tipo K#10 (Dentsply Sirona, York, EUA) e a câmara pulpar inundada com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl 2,5%) (Asfer Indústria Química Ltda., São Caetano do Sul, Brasil). Na sequência, obteve-se o comprimento de trabalho (CT) com o auxílio de uma lima manual K#10, introduzida passivamente no canal até a sua ponta mostrar-se visível na saída foraminal.

Houve o preparo dos terços cervical, médio e apical de cada dente com as brocas Gates-Glidden nº 1 a 4, de 28 mm (Microdont, São Paulo, Brasil). Os condutos foram irrigados com 5 mL de NaOCl 2,5% entre as trocas das brocas. Logo após, um preparo apical retrógrado foi realizado para simular paredes apicais divergentes usando uma broca Gates-Glidden nº 5, sendo realizadas 3 introduções da parte ativa da broca, em cada dente. Solução de EDTA 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda.®, Ibioporã, Paraná, Brasil) por 3 minutos nos canais radiculares, seguido de irrigação final com NaOCl 2,5% e secagem dos condutos com pontas de papel absorvente (Tanari Industrial Ltda.®, São Paulo, Brasil).

Após o preparo, houve o revestimento externo do terço apical, com massa de modelar (Acrilex Tintas Especiais S.A., São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil), simulando os tecidos perirradiculares *in vivo*. Feito isso, organizou-se os dentes verticalmente até a junção cimento-esmalte (JCE) em pedaços individuais de mangueira cristal bitola ½"x1,5 mm (Plásticos Ibirá Ltda, Itaquaquecetuba, São Paulo, Brasil) de 2 cm de comprimento, preenchidos com gesso pedra (Yamay Comércio e Indústria de Produtos Odontológicos, Atibaia, São Paulo, Brasil).

Após a presa do gesso, os dentes foram colocados em uma morsa nº 5 (Metalsul, Joinville, Santa Catarina, Brasil) para a realização do *plug* apical. O MTA branco (Angelus®, Londrina, Paraná, Brasil) foi manipulado com água destilada de acordo com as instruções do fabricante, e manuseado com espátula n.24 (Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) sobre a placa de vidro (Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) por 30 segundos. Na sequência, deu-se a inserção nos seguintes grupos, conforme a prévia randomização:

Grupo 1 (n=20) - Broca Lentulo: Broca Lentulo nº 40 (Dentsply Sirona, York, EUA), acionada no sentido anti-horário em baixa rotação para a inserção de incrementos de aproximadamente 2 mm. A cada incremento, uma condensação vertical manual com condensador duplo Schilder 1-2 (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil). A espessura do *plug* apical

correspondeu a aproximadamente 4 mm, seguindo a recomendação do fabricante e a maioria dos trabalhos citados na literatura.

Grupo 2 (n=20) - Porta-MTA: Porta-MTA (Angelus®, Londrina, Paraná, Brasil) para a inserção dos incrementos também de aproximadamente 2 mm. As respectivas condensações verticais deram-se da mesma forma que o grupo 1, objetivando a formação do *plug* de 4 mm.

Grupo 3 (n=20) - Cone de Guta-Percha: Cone de Guta-Percha #80 (Tanari Industrial Ltda.®, São Paulo, Brasil) para a acomodação do MTA em cada espécime. Assim como nos grupos 1 e 2, os incrementos foram de aproximadamente 2 mm com a condensação vertical a cada incremento acrescentado. O *plug* com espessura final de aproximadamente 4 mm.

Após a inserção do MTA e a sua condensação, uma pequena quantidade de algodão umedecida e adaptada em uma lima K-file #80 (Dentsply Sirona, York, EUA) limpou as paredes dos canais radiculares. Uma bolinha de algodão úmida foi deixada sobre o *plug* apical e o dente então selado com cimento restaurador provisório (Villevie®, Joinville, Brasil). Todas as amostras permaneceram armazenadas a 37^o C e 100 % de umidade por 1 semana.

2.5 Análise das amostras

Passado este período, os dentes foram analisados por um residente em Endodontia, por meio de radiografias periapicais digitais, obtidas com o sensor radiográfico Fit T1 (Micro Imagem-Acteon Brasil, Indaiatuba, São Paulo, Brasil), aliado ao software SOPRO *Imaging*, versão 1.3.2.

A qualidade das barreiras apicais passou por uma classificação em escores (Tabela 3), considerando os 3 principais parâmetros: o *plug* apical corresponder ao ápice radiográfico; o preenchimento dos 4 mm apicais da raiz; a ausência de espaço entre o material e as paredes do canal (Sarris et al., 2008).

Tabela 3. Definição dos escores para a avaliação dos *plugs* apicais.

Escores	Característica	Condição
3	Totalmente eficaz	Atender, satisfatoriamente, os 3 parâmetros avaliados
2	Moderadamente eficaz	Atender, satisfatoriamente, apenas 2 dos parâmetros avaliados
1	Pouco eficaz	Atender, satisfatoriamente, apenas 1 dos parâmetros avaliados
0	Nada eficaz	Não atender nenhum dos parâmetros avaliados

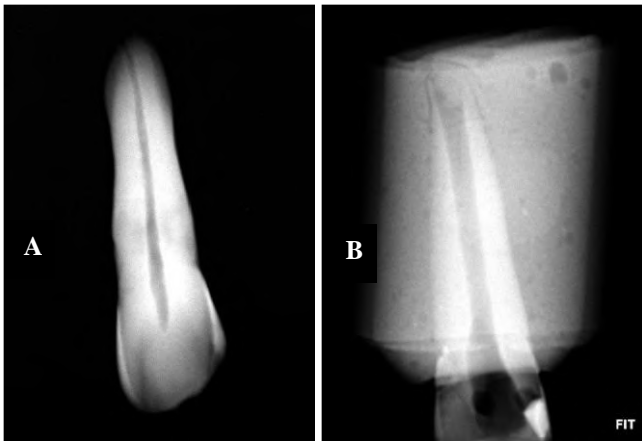
Fonte: Autores.

2.6 Análise estatística

Por se tratar de uma pesquisa com três variáveis independentes qualitativas nominais (três formas de aplicação do MTA) e uma variável dependente qualitativa ordinal (qualidade do *plug* apical, avaliada por escores), realizou-se uma comparação não-paramétrica, por meio do teste de Kruskal-Wallis.

Os resultados foram tabulados no Microsoft Office Excel® 2013, descritos em escores e analisados no programa SigmaPlot Versão 13 (Systat Software, Chicago, IL, EUA).

Figuras 1A. Radiografia periapical digital inicial. **1B.** Radiografia periapical após o preparo do canal radicular.



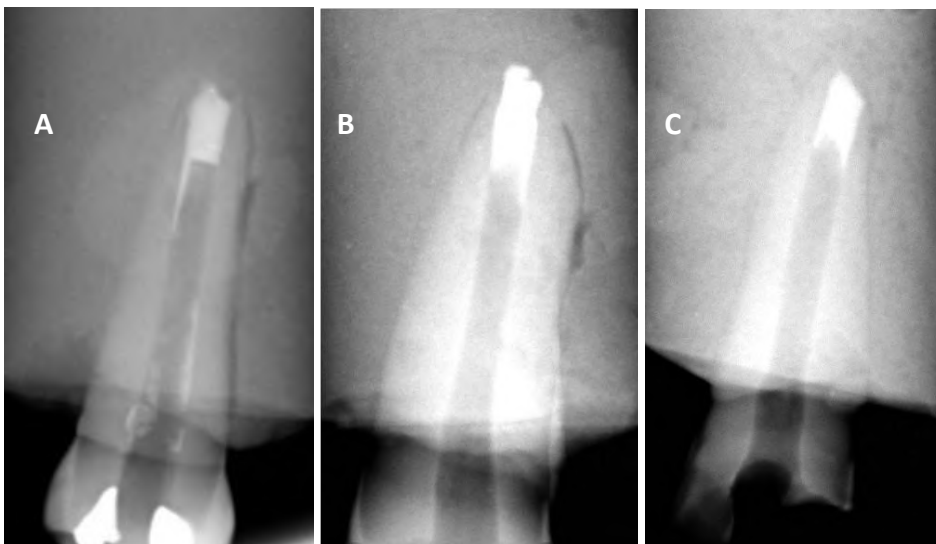
Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

Após a avaliação da qualidade dos *plugs* apicais por meio de radiografias periapicais, eles foram classificados em escores de 0 a 3. As Figuras 2A, 2B e 2C, consistem em exemplos dessas imagens. Na sequência, realizou-se o teste de Kruskal-Wallis, o qual, não mostrou diferenças significativas entre os três grupos experimentais ($p > 0,05$).

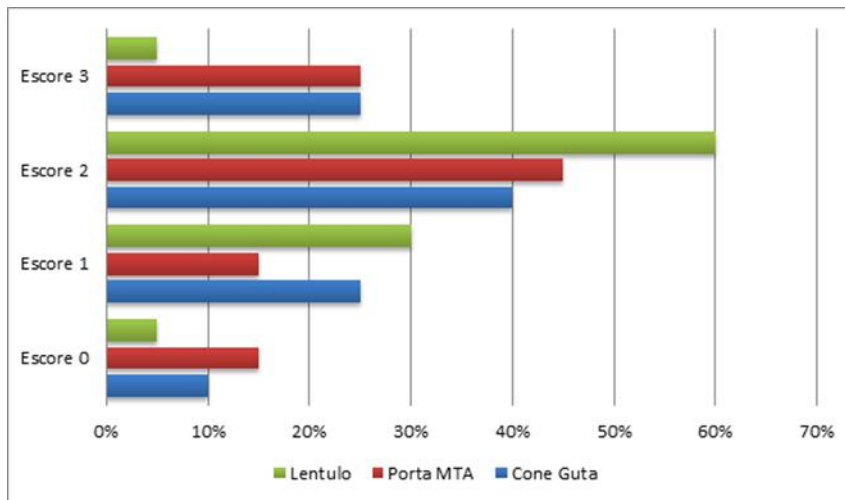
Os escores mais presentes, em ordem decrescente (Figura 3) foram: 2 (48,3%), 1 (23,3%), 3 (18,4%) e 0 (10%), enquanto os escores mais prevalentes em cada grupo estão demonstrados no gráfico (Figura 4).

Figuras 2A. Barreira apical realizada com a broca Lentulo. **2B.** Barreira apical realizada com o porta-MTA. **2C.** Barreira apical realizada com o cone de guta-percha #80.



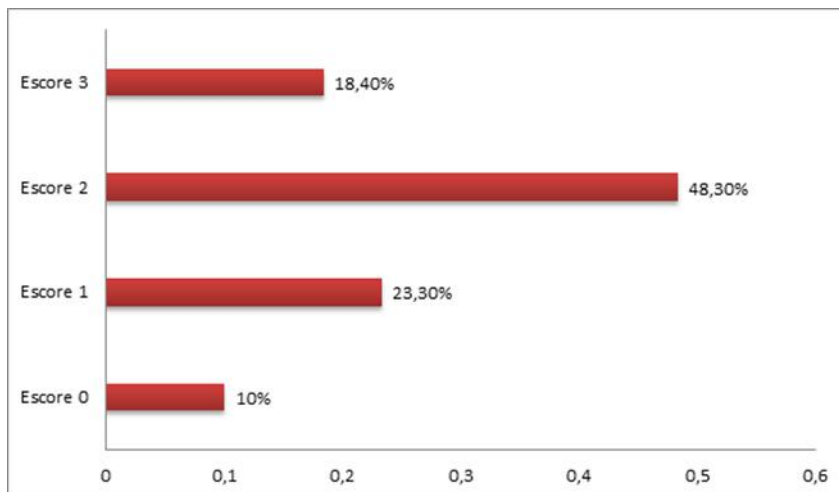
Fonte: Autores.

Figura 3. Distribuição geral dos escores.



Fonte: Autores.

Figura 4. Distribuição dos escores em cada grupo.



Fonte: Autores.

O estudo simulou ápices abertos em dentes unirradiculados e por meio de três diferentes dispositivos, confeccionaram-se os *plugs* apicais de MTA para formar uma barreira mineralizada. Esse procedimento é necessário na prática odontológica, servindo para acomodar o material obturador em situações clínicas reais e similares às deste experimento.

A qualidade da acomodação desse material foi analisada por meio de radiografia periapical digital. É sabido que as técnicas radiográficas analógicas e digitais apresentam limitações, pois geram imagens bidimensionais de estruturas tridimensionais (Evren et al., 2016; Torabinejad; Parirokh; Dummer, 2018). Nos últimos anos, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foi introduzida como uma técnica não invasiva para avaliação de estruturas dentoalveolares. Ela produz imagens tridimensionais de alta resolução e não apresenta problema de distorção geométrica, facilitando a detecção de falhas na formação das barreiras apicais (Ghasemi et al., 2017). Por outro lado, com as radiografias periapicais digitais, pequenos vazios entre o material obturador e as paredes do canal radicular podem ser detectados facilmente, enquanto que a TCFC não parece oferecer vantagens para a detecção de pequenos vazios se a sua resolução for baixa e se existirem artefatos causados pelo material de preenchimento radiopaco (Huybrechts et al., 2009).

O preparo dos canais radiculares foi realizado com brocas Gates-Glidden em diâmetros progressivos (0,5 mm a 1,1 mm) no sentido coroa-ápice, com a intenção de facilitar esse processo (Orosco et al., 2008; Ghasemi et al., 2017). Realizou-se a simulação da rizogênese incompleta com a Gates-Glidden n. 5 (1,3 mm de diâmetro), no sentido retrógrado, para permitir a padronização da divergência do ápice radicular. Este diâmetro deve estar compreendido entre 0,90 e 1,5 mm (Orosco et al., 2008; Evren et al., 2016).

A confecção do *plug* apical em cada conduto radicular intencionou a padronização de 4 mm de preenchimento. A espessura do MTA afeta diretamente sua dureza, capacidade de selamento e deslocamento quando usado como barreira apical. Portanto, deve-se respeitar as medidas de 4-5 mm de tampão apical para que ele possa suportar o material obturador (Coneglian et al., 2007; Kumar et al., 2014; Torabinejad et al., 2018).

Existem várias formas de inserir o MTA no interior do canal. No entanto, as três formas avaliadas neste trabalho foram escolhidas pela facilidade de aquisição dos materiais e pela crença de que são comuns no acervo dos materiais dos endodontistas.

O uso da Lentulo demonstrou menor porcentagem do escore 3 (5%) na confecção do *plug* apical, o que parece ser consequência do seu pequeno diâmetro (n. 40), quando comparada ao diâmetro dos canais radiculares com o terço apical divergente. Outra dificuldade refere-se à consistência do MTA, que após manipulado, apresenta-se de forma pouco maleável. Essa característica foi salientada por outros estudos, os quais afirmam que a espiral Lentulo parece ser uma boa opção para transportar materiais com consistência pastosa até a extremidade do canal radicular e não com o aspecto mais ressecado do MTA (Coneglian et al., 2007; Orosco et al., 2008). Por outro lado, foi o instrumento que favoreceu a maior porcentagem do escore 2 (60%), permitindo que as barreiras confeccionadas com o seu auxílio fossem classificadas como “moderadamente eficazes”.

O porta-MTA, por sua vez, apresentou uma porcentagem de 25% de *plugs* apicais com escores 3, ou seja, “completamente eficazes”. Isso foi percebido principalmente em canais sem nenhum grau de curvatura, o que facilitou a aplicação. Por ser uma haste mais rígida, quando comparada à broca Lentulo e ao cone de guta-percha, o ato de retirar o MTA manipulado da placa de vidro e levar até o dente, é facilitado com esse tipo de aplicador. Porém, em canais com o mínimo grau de curvatura, a condensação no terço apical é dificultada e isso foi verificado neste grupo.

Similar a esse dispositivo, o porta-amálgama, pode ser utilizado para transportar o MTA até o terço apical dos dentes com rizogênese incompleta, porém, os *plugs* apicais demonstram microinfiltração, significativamente, maior do que aqueles formados por outros métodos (Tolibah et al., 2022).

Observaram-se ainda 45% de *plugs* “moderadamente eficazes”, com alguns exemplares demonstrando MTA além do ápice. Isso sugere ser consequência da maior necessidade da compactação do material, visto que o referido dispositivo permite o acesso limitado à extensão do canal radicular. Outros 15% classificaram-se como “pouco eficazes” e a mesma porcentagem (15%) como “nada eficazes”.

O grupo 3, representado pelo uso do cone de guta-percha 80, também apresentou 25% de *plugs* apicais com escore 3. O escore 2 apareceu em 8 dentes (40%), enquanto o escore “pouco eficaz” teve 25% de frequência e “nada eficaz” 10%. A principal vantagem nessa forma de inserção do MTA foi a maleabilidade do cone e a sua possibilidade de acomodação na morfologia interna dos canais, bem como da certa rigidez apresentada, por ser um cone de diâmetro grande, o que facilitou sua inserção. Contudo, a cada cinco dentes realizados, o cone era trocado por um novo, visto que ele perdia a sua conformação original, o que não demonstrou ser uma desvantagem, pelo contrário, mostrou-se uma maneira barata e confortável para tal objetivo. Em situações clínicas, o cone de guta-percha melhora o posicionamento das porções de MTA sobre o terço apical de dentes que oferecem pouca visibilidade (Kumar et al., 2014).

O cone de guta-percha de grande calibre, está entre os 4 principais dispositivos sugeridos pela literatura atual para

facilitar a entrega e a condensação do material formador do *plug* apical, porém, um método ideal para esse fim, ainda é controverso. Além disso, a disponibilidade e o custo de sistemas de entrega especializados podem impedir seu uso em clínicas odontológicas gerais (Tolibah et al., 2022).

Após a utilização das três diferentes formas de aplicação do MTA, verificou-se, por meio dos escores, *plugs* apicais classificados como “totalmente eficazes” em 18,4%, ou seja, 11 dentes atenderam satisfatoriamente os três parâmetros avaliados: o *plug* apical correspondendo ao ápice radiográfico, o preenchimento dos 4 mm apicais da raiz e a ausência de espaço entre o material e as paredes do canal. Vinte e nove *plugs* (48,3%) “moderadamente eficazes”, pois satisfizeram dois dos parâmetros citados. Ainda, 23,3% (14 dentes) “pouco eficazes”, já que demonstraram eficácia em um único fator avaliado e por último, 6 *plugs* apicais (10%) foram “nada eficazes”, não contemplando satisfatoriamente nenhum dos itens em questão.

Considerando o acesso limitado à extremidade das raízes, é comum que se formem espaços vazios entre o material e as paredes do canal radicular quando ele for colocado nessa área. Isso representa um dos fatores que compromete os resultados do tratamento endodôntico. A mistura do MTA não forma uma substância pastosa e completamente homogênea, mas sim uma estrutura interna em favo de mel, com bolsas de ar que compreendem de 1 a 30% do seu volume. Portanto, o cuidado com a sua aplicação e compactação no conduto radicular é primordial para a eficácia do *plug* apical (Huybrechts et al., 2009; Ghasemi et al., 2017).

Uma alternativa sugerida por alguns autores é a aplicação de MTA com energia ultrassônica indireta em potência média ou alta, intencionando a diminuição da microinfiltração do *plug* de MTA, comum nas técnicas de inserção manuais, em canais radiculares de ápice aberto (Adel et al., 2021).

A dificuldade de manipulação e inserção do MTA nos condutos radiculares é consenso na literatura, na qual, vale somar à prática do operador. Diferentes dispositivos podem auxiliar a confecção do *plug* apical, porém, a falta de experiência do cirurgião-dentista será um agravante na utilização de qualquer um deles. Como atenuante dessa situação, certamente, busque-se a prática contínua e o reconhecimento da forma que mais se adequa a cada profissional.

Assim, sugere-se que a aplicação do MTA na tentativa da apicificação seja realizada com uma combinação de dispositivos, visto que cada um deles aqui testados possui as suas vantagens e que cada canal radicular também apresenta a sua especificidade.

Os aspectos discutidos até aqui, consideram a relevância clínica deste estudo baseados no fato de que a tentativa de apicificação com MTA, é um procedimento que faz parte da rotina clínica do endodontista, sendo que os meios para conseguí-la são variados. Portanto, cabe ao profissional conhecê-los, para poder determinar o mais conveniente em cada situação clínica.

4. Conclusão

Os achados do estudo comparando a broca Lentulo, o porta-MTA e o cone de guta-percha, mostraram que tais dispositivos, tiveram comportamentos semelhantes na aplicação do MTA, *in vitro*, em dentes humanos simulando rizogênese incompleta.

Referências

- Adel, M.; Salmani, Z.; Youssefi, N & Heidari, B (2021). Comparison of microleakage of mineral trioxide aggregate apical plug applied by the manual technique and indirect use of ultrasonic with different powers J Dent, 22(4), 290-295.
- Agrafioti, A.; Giannakoulas, D G.; Filippatos C G & Kontakiotis E G (2017). Analysis of clinical studies related to apexification techniques. Eur J Paediatr Dent, 18(4), 273-284.
- Alhamoui, F A.; Steffen, H & Splieth, C H (2014). The sealing ability of ProRoot MTA when placed as an apical barrier using three different techniques: an in-vitro apexification model. Quintessence Int, 45(10), 821-827.

- Basturk, F B.; Nekoofar, M H.; Gunday, M & Dummer, P M H (2014). Effect of various mixing and placement techniques on the flexural strength and porosity of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, 40(3), 441-445.
- Basturk, F B.; Nekoofar, M H.; Gunday, M & Dummer, P M H (2015). Effect of varying water-to-powder ratios and ultrasonic placement on the compressive strength of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, 41(4), 531-534.
- Bonte, E.; Beslot, A.; Boukpepsi, T & Lasfargues, J J (2014). MTA versus Ca(OH)₂ in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clin Oral Investig*, 19(6), 1381-1388.
- Bücher, K.; Meier, F.; Diegritz, C.; Kaaden, C.; Hickel, R & Kuhnisch, J (2016). Long-term outcome of MTA apexification in teeth with open apices. *Quintessence Int*, 7(6), 473-482.
- Cehreli, Z C.; Sara, S.; Uysal, S & Turgut, M D (2011). MTA apical plugs in the treatment of traumatized immature teeth with large periapical lesions. *Dental Traumatol*, 27(1), 59-62.
- Coneglian, P Z A.; Orosco, F A.; Bramante, C M.; De Moraes, I G.; Garcia, R B & Bernardinelli, N (2007). *In vitro* sealing of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) and white portland cement used as apical plugs. *J Appl Oral Sci*, 15(3), 181-185.
- DeAngelis, L.; Chockalingam, R.; Hamidi-Ravari, A.; Hay, S.; Lum, V.; Sathorn, C & Parashos, P (2013). *In vitro* assessment of mineral trioxide aggregate setting in the presence of interstitial fluid alone. *J Endod*, 39(3), 402-405.
- Erdogan G (1997). The treatment of nonvital immature teeth with calcium hydroxide-sterile water paste: Two case reports. *Quintessence Int*, 28, 681-686.
- Escobar-García, D M.; Aguirre-López, E.; Méndez-Gonzales, V & Pozos-Guillén, A (2016). Cytotoxicity and initial biocompatibility of endodontic biomaterials (MTA and BiodentineTM) used as root-end filling materials. *BioMed Res Int*. 2016:1-7
- Evren, O K.; Altunsoy, M.; Tanriver, M.; Capar, I D.; Kaikan, A & Gok, T (2016). Fracture resistance of simulated immature teeth after apexification with calcium silicate-based materials. *Eu J Dent*, 10(2), 188-192.
- Ghasemi, N.; Janani, M.; Razi, T & Atharmoghaddam, F (2017). Effect of different mixing and placement methods on the quality of MTA apical plug in simulated apexification model. *J Clin Exp Dent*, 9(3), e351-e355.
- Huybrechts, B.; Bud, M.; Bergmans, L.; Lambrechts, P & Jacobs, R (2009). Void detection in root fillings using intraoral analogue, intraoral digital and cone beam CT images. *Int Endod J*, 42(8), 675-685.
- Kositbowornchai, S.; Hanwachirapong, D.; Somsopon, R.; Pirmisinthavee, S & Sooksuntisakoonchai, N (2006). Ex vivo comparison of digital images with conventional radiographs for detection of simulated voids in root canal filling material. *Int Endod J*, 39(4), 287-292.
- Kumar, V.; Zammer, M.; Prasad, V & Mahantesh, T (2014). Boon of MTA Apexification in Young Permanent Posterior Teeth. *Case Rep Dent*, 2014, 1-5.
- Lauris, J R P. Cálculo Amostral. <http://calculoamostral.bauru.usp.br/calculoamostral/index.php>
- Lee, L W.; Hsiao, S H.; Lin, Y H.; Lee, Y L & Hung, W C (2019). Outcomes of necrotic immature open-apex central incisors treated by MTA apexification using poly(ε-caprolactone) fiber mesh as an apical barrier. *J Formos Med Assoc*, 118(1), 362-370.
- Lin, J C.; Lu, J X.; Zeng, Q.; Zhao, W.; Li, W Q & Ling, J Q (2016). Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide for apexification of immature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Formos Med Assoc*, 115(7), 523-530.
- Morotomi T, Washio A, Kitamura C. Current and future options of dental pulp therapy. *Jpn Dent Sci Rev*, 55(1), 5-11
- Orosco, F A.; Bramante, C M.; Garcia, R B.; Bernardinelli, N & Moraes, I G (2008). Sealing Ability of gray MTA Angelus, CPM and MBPC used as apical plugs. *J Appl Oral Sci*, 16(1), 50-54.
- Parirokh, M & Torabinejad, M (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review -- Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod*, 36(3), 400-413.
- Reyes-Carmona, J F.; Felipe, M S & Felipe, W T (2010). A phosphate-buffered saline intracanal dressing improves the biomineralization ability of mineral trioxide aggregate apical plugs. *J Endod*, 36(10), 1648-1652.
- Sarris, S.; Tahmassebi, JF.; Duggal, M S & Cross, I A (2008). A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children-a pilot study. *Dent Traumatol*, 24(1), 79-85.
- Sharma, S.; Grover, S.; Dudeja, P.; Sharma, V & Passi, D (2016). Non-surgical management of teeth with wide open apices and large periapical lesions: A conservative reality. *J Clin Diagn Res*, 10(11), ZJ01-ZJ02.
- Sisli, S N & Ozbas H (2017). Comparative micro-computed tomographic evaluation of the sealing quality of ProRoot MTA and MTA Angelus apical plugs placed with various techniques. *J Endod*, 43(1), 147-151.
- Sogukpinar, A & Arikan V (2020). Comparative evaluation of four endodontic biomaterials and calcium hydroxide regarding their effect on fracture resistance of simulated immature teeth. *Eur J Paediatr Dent*, 21(1), 23-28.
- Tolibah, Y A.; Droubi, L.; Alkurdi, S.; Abbara, M T.; Bshara, N.; Lazkani, T.; Kouhaji, C.; Ahmad, I A & Baghdadi, Z D (2022). Evaluation of a novel tool for apical plug formation during apexification of immature teeth. *Int J Environ Res Public Health*, 19(9), 5304.

Torabinejad, M.; Parirokh, M & Dummer, P M H (2018). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J*, 51, 284-317.

Utneja, S.; Nawal, R R.; Talwar, S & Verma, M (2015). Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. *Restor Dent Endod*, 40(1), 1-13.

Vijayran, M.; Chaudhary, S.; Manuja, N & Kulkarni, A U (2013). Mineral trioxide aggregate (MTA) apexification: a novel approach for traumatised young immature permanent teeth. *BMJ Case Reports*, 10(2013), bcr2012008094.