

Artigo Original de Pesquisa
Original Research Article

Avaliação da extrusão de debris dentinários utilizando dois sistemas de instrumentação mecanizada, rotatório e reciprocante, em diferentes comprimentos de trabalho

Evaluation of dentin debris extrusion using two mechanized instrumentation systems, rotary and reciprocating, at different working lengths

Magali Maria Silva Barreto de Medeiros Vasconcelos¹

Flávia Darius Vivacqua¹

Plínio Frederico Lemos Loureiro Maciel¹

Nilton Vivacqua Gomes¹

Autor para correspondência:

Magali Maria Silva Barreto de Medeiros Vasconcelos

Avenida Xavier da Silveira, 1773, Ed. Michelle, apto 501 – Tirol

CEP 59015-430 – Natal – RN – Brasil

E-mail: magalibarretodontista@hotmail.com

¹ Departamento de Odontologia, São Leopoldo Mandic – Fortaleza – CE – Brasil.

Data de recebimento: 29 abr. 2024. Data de aceite: 12 nov. 2024.

Palavras-chave:

Endodontia;
tratamento do canal
radicular; preparo do
canal radicular.

Resumo

Objetivo: Comparar a quantidade de debris dentinários extruída apicalmente, com o uso dos sistemas mecanizados Phantom e WaveOne Gold, em dois comprimentos de trabalho. **Material e métodos:** Foram inseridos 80 pré-molares mandibulares humanos em tubos eppendorf® pré-pesados e divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=20), referentes à lima utilizada e ao comprimento de trabalho adotado: PHA -1 (Phantom no CT-1), PHA +1 (Phantom no CT+1), WOG -1 (WaveOne Gold no CT-1) e WOG +1 (WaveOne Gold no CT+1). Após o preparo químico-mecânico, removeram-se os dentes do tubo, e os debris aderidos à superfície radicular foram coletados irrigando a área apical do dente com 2 ml de água destilada. Os detritos coletados foram mantidos em uma estufa de aquecimento a seco, por 7 horas a 100°C, e pesados novamente. Esse processo foi repetido até que as pesagens consecutivas apresentassem valores

iguais, indicando a vaporização completa do líquido. A quantidade de debris extruída foi medida subtraindo o peso final do tubo com detritos do peso inicial do tubo sem detritos. **Resultados:** Todos os dados foram analisados estatisticamente por meio do teste de Kruskall-Wallis. A extrusão de debris foi registrada em todos os grupos testados, independentemente da cinemática adotada ou comprimento de trabalho empregado, não havendo diferença estatística significativa ($p>0,78$). Em relação somente ao comprimento de trabalho, também não houve diferença estatisticamente significativa quando realizada a instrumentação 1 mm aquém ou 1 mm além do forame apical ($P>0,05$). **Conclusão:** Considerando as limitações deste estudo *ex vivo*, todos os sistemas foram capazes de produzir extrusão apical de debris. Além disso, os diferentes comprimentos de trabalho evidenciaram valores semelhantes de detritos extruídos apicalmente.

Keywords:

Endodontics; root canal treatment; root canal preparation.

Abstract

Objective: The amount of dentin debris extruded apically, using the Phantom and WaveOne Gold mechanized systems, at two working lengths were compared. **Material and methods:** Eighty human mandibular premolars were inserted into pre-weighed eppendorf® tubes and randomly divided into four groups ($n=20$), referring to the file used and working length adopted: PHA -1 (Phantom in CT-1), PHA + 1 (Phantom on CT+1), WOG -1 (WaveOne Gold on CT-1) and WOG +1 (WaveOne Gold on CT+1). After chemical-mechanical preparation, the teeth were removed from the tube and the debris adhered to the root surface was collected by irrigating the apical area of the tooth with 2 ml of distilled water. The collected debris was kept in a dry heating oven for 7 hours at 100°C and weighed again. This process was repeated until consecutive weighings presented equal values, indicating complete vaporization of the liquid. The amount of debris extruded was measured by subtracting the final weight of the tube with debris from the initial weight of the tube without debris. **Results:** All data were statistically analyzed using the Kruskal-Wallis test. Debris extrusion was recorded in all groups tested, regardless of the kinematics adopted or working length employed, with no statistically significant difference ($p>0.78$). In relation to working length alone, there was also no statistically significant difference when instrumentation was performed 1 mm below or 1 mm beyond the apical foramen ($P>0.05$). **Conclusion:** Within the limitations of this *ex vivo* study, all systems were capable of producing apical extrusion of debris. Furthermore, the different working lengths showed similar values of apically extruded debris.

Introdução

Uma das etapas fundamentais do tratamento endodôntico é o preparo químico-mecânico. A instrumentação visa remover o tecido pulpar inflamado ou infectado e os subprodutos bacterianos do canal, além de criar espaço adequado para a administração de medicamentos intracanaís, curativos e materiais de preenchimento [19]. Em virtude da anatomia complexa do canal

radicular, uma boa irrigação e instrumentos de limpeza adequados são necessários para remover os detritos do sistema de canais radiculares [3]. Durante esses procedimentos, tecido pulpar, restos de tecido orgânico, lascas de dentina, bactérias e seus produtos e/ou soluções de irrigação podem ser extruídos nos tecidos perirradiculares. Esses detritos extruídos podem ativar um processo inflamatório na área periapical, levando a cicatrização periapical retardada, complicações pós-operatórias, como

flare-ups, dor pós-operatória ou falha a curto/longo prazo [27].

A incidência de extrusão apical de detritos é multifatorial e pode ser atribuída a fatores relacionados ao próprio dente, como grupo dental, curvatura radicular, tamanho do forame apical [32], e a fatores mecânicos, como técnicas de instrumentação, cinemática do instrumento, ponta e conicidade da lima e *design* dos instrumentos [38].

Recentemente, um novo sistema rotatório de NiTi, o Sistema Phantom (Odous de Deus, Belo Horizonte, MG, Brasil), foi introduzido no mercado endodôntico. Tal sistema apresenta tratamento térmico, que resulta no aumento da flexibilidade e resistência à fadiga cíclica. Além disso, possui secção transversal variada no mesmo instrumento, ângulo helicoidal progressivo e conicidade fixa, com numerações #23/09 (alargador cervical), #20/03, #25/05 e #35/04 (preparo apical), todos com pontas arredondadas e inativas.

WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) é um dos sistemas de lima única recíprocante bem-posicionados no mercado. Essas limas têm uma secção transversal em forma de paralelogramo descentralizado alternado e passam por um tratamento térmico específico [16, 26]. Esses recursos de *design* das limas são sugeridos para melhorar a flexibilidade, causando menos efeito de parafusamento e transporte apical [26]. Estão disponíveis no mercado quatro tamanhos: Small (20/07), Primary (25/07), Medium (35/06) e Large (45/05).

Embora existam vários estudos na literatura sobre a extrusão de detritos apicais causada por diferentes sistemas endodônticos [4, 23, 28, 37], não há nenhum estudo sobre o sistema Phantom em relação ao assunto. Portanto, o presente estudo, *in vitro*, teve como objetivo avaliar a quantidade de debris extruída apicalmente após o preparo dos canais radiculares de pré-molares inferiores com os sistemas Phantom e WaveOne Gold, em dois diferentes comprimentos de trabalho, 1 mm aquém e 1 mm além do forame apical.

Material e métodos

O protocolo deste estudo foi cientificamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, com o parecer de número 5.768.823.

A presente pesquisa caracterizou-se como um ensaio laboratorial, em que foi avaliada a extrusão de debris com dois sistemas de instrumentação mecanizada, sendo um rotatório e outro recíprocante, em diferentes comprimentos

de trabalho em condutos retos de pré-molares mandibulares extraídos.

Universo da pesquisa/amostra

Selecionaram-se, por exame visual, 80 pré-molares mandibulares permanentes humanos, extraídos por razões diversas, coletados de doação do CEO, na cidade de São Gonçalo do Amarante (RN). Baseando-se no estudo de Ferraz *et al.* [13], definiram-se o tamanho da amostra e a quantidade de espécimes (n=20) por grupo. Todos os dentes com único canal, com formação radicular completa, sem curvaturas ou fraturas radiculares, sem tratamento endodôntico prévio, apresentando similar comprimento foram incluídos no estudo. Radiografias digitais foram realizadas com o Sensor Digital Intraoral Eagle T1 (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal, para excluir canais calcificados e alguma possibilidade de reabsorção interna. Utilizaram-se somente dentes com um diâmetro apical correspondente a uma lima Flex #20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

Os dentes selecionados foram limpos, desinfetados com hipoclorito de sódio a 2,5% por 30 min e mantidos em soro fisiológico. Padronizou-se o comprimento dos dentes entre 21 mm e 23 mm. Em seguida, foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=20), de acordo com as duas cinemáticas de instrumentação utilizadas e com os diferentes comprimentos de trabalho.

No grupo PHA -1, fez-se a técnica de instrumentação com o sistema Phantom (PHA) no comprimento de trabalho (CT) de 1 mm aquém do forame (-1); no grupo PHA +1, utilizou-se o mesmo sistema, no CT de 1 mm além do forame (+1); no grupo WOG -1, instrumentou-se com o sistema WaveOne Gold (WOG) no CT -1; no grupo WOG +1, o mesmo sistema no CT +1.

Acesso e verificação da patência

Os dentes foram acessados com as brocas esféricas diamantadas FG 1014 (KG Sorensen, Cotia, Brasil) e a broca ENDO Z (Jet Burs; Beavers Dental Division of Sybron, Morrisburg, Ontário, Canada), ambas em alta rotação e com irrigação.

Após o acesso, realizou-se o preparo das embocaduras dos condutos com a broca CPdrill (Helse, São Paulo, Brasil), para remoção do colar de dentina. Posteriormente, efetuaram-se a exploração e a patência com limas tipo K #10 e K-Flexofile #15 (Dentsply VDW, Munique, Alemanha), respectivamente, até a ponta do instrumento ultrapassar o forame e, então, determinar o

comprimento de trabalho de cada canal, que foi 1 mm aquém do forame apical nos grupos PHA -1 e WOG -1 e 1 mm além nos grupos PHA +1 e WOG +1.

Pré-pesagem dos tubos

Antes da montagem dos dentes, no aparato próprio, pesaram-se os frascos vazios em uma balança analítica (Analytical Balance AND, GR-200, Made in Japan) com uma precisão de 0,0001 g. Três medidas consecutivas foram repetidas em cada tubo, e a média foi calculada.

Preparação do dente e do aparato para coleta

O modelo experimental de estudo descrito por Myers e Montgomery [21] foi aplicado, com modificações, para coleta de detritos extruídos apicalmente. Os dentes, então, foram fixados em uma tampa plástica, de um frasco de plástico de 10 ml, previamente perfurada para o encaixe do dente, que ficou imóvel, sendo estabilizado com resina acrílica. Abaixo da raiz e dentro do frasco de plástico, acoplou-se um tubo eppendorf®, para deposição dos debris e da solução irrigadora extravasada. Uma agulha foi inserida através da tampa do frasco plástico, na lateral do dente, para igualar a pressão interna e externa do recipiente. Por fim, os frascos foram cobertos com compressa de gaze para bloquear a vista do operador.

Protocolos de instrumentação

Nos grupos PHA, utilizou-se a seguinte sequência: 23/09 (alargador cervical; 5 mm aquém do CT), limas 20.03, 25.05 e 35.04 até o CT de cada grupo (-1 ou +1). Nos grupos WOG, a sequência a seguir foi empregada: 17/08 Orifrice Shaper MKlife (alargador cervical; 5 mm aquém do CT), limas 15/. 02 (Wave-One Gold Glider), 25/07 e 35/06 até o CT de cada grupo (-1 ou +1)

Cada lima foi inserida no interior do conduto e realizaram-se três movimentos de avanço (bicadas) em direção ao CT, intercaladas com 1 ml de água destilada, efetuando-se uma irrigação total de 3 ml. Essa sequência de movimentos foi repetida três vezes até a chegada da lima ao comprimento desejado. No caso do instrumento 23/09 até o terço médio; para os outros, até o terço apical. O número de inserções necessárias para tal foi computado. Após finalização do preparo, executou-se uma irrigação final com 3 ml de água destilada.

Todas as instrumentações foram realizadas com o motor X-Smart plus (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) e feitas por um único operador, visando à padronização do estudo. A programação DR's foi utilizada para as limas rotatórias, sendo 23/09 (500 rpm e 2,5 g.cm) e as demais limas 20/03, 25/05 e 35/04 (350 rpm e 1,5 g.cm). A programação Reciproc all foi utilizada para as limas recíprocantes 15/02, 25/07 e 35/06.

Pesagem dos debris coletados após a instrumentação

Realizou-se a remoção do dente do aparato, para a lavagem dos debris aderidos ao ápice radicular, com 2 ml de água destilada, sem tocar nos eppendorfs®. Com os debris coletados nos eppendorfs, estes foram levados a uma estufa de aquecimento a seco, mantidos a 100 graus por 7 horas, até a secagem completa dos debris, e pesados por cinco vezes consecutivas para o cálculo da média dessas pesagens. O processo foi repetido até que as pesagens em dias consecutivos apresentassem valores iguais, indicando a evaporação total do líquido. Para a obtenção do peso dos debris, subtraiu-se do peso do eppendorf com as raspas o peso inicial do eppendorf vazio.

Os dados obtidos neste estudo, relativos à coleta dos debris pós-instrumentação, foram submetidos a análise estatística, com índice de significância de 5%.

Resultados

Após os dados terem sido submetidos ao teste de normalidade, estes foram considerados não normais e foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis, em que se notou que, independentemente do sistema mecanizado empregado, com cinemática rotatória ou recíprocante, e do comprimento de trabalho adotado (-1 ou +1), não houve diferença estatisticamente significativa no peso da quantidade de detritos extruídos apicalmente ($P=0,78$). Contudo a extrusão apical de detritos foi observada em ambos os grupos, em todos os espécimes. A tabela I e a figura 1 mostram os dados da média, mediana, mínima e máxima referentes à quantidade de debris extravasados em direção ao ápice de cada grupo experimental.

Tabela I – Quantidade de debris extruídos apicalmente, pelos diferentes sistemas mecanizados e comprimentos de trabalho, em 10⁻⁴ miligramas

Grupos	Média	Mediana	Mínima	Máxima	Valor p
I (PHA – 1)	0.54 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	3.22 ^a	0,78
II (PHA + 1)	0.63 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	4.00	
III (WOG – 1)	2.93 ^a	0.00 ^a	0.00 ^a	25.67 ^a	
IV (WOG + 1)	1.66 ^a	0.22 ^a	0.00 ^a	12.00 ^a	

Nota: O teste de Kruskal-Wallis não apresentou diferença estatística significativa, entre os grupos analisados, com P>0,05

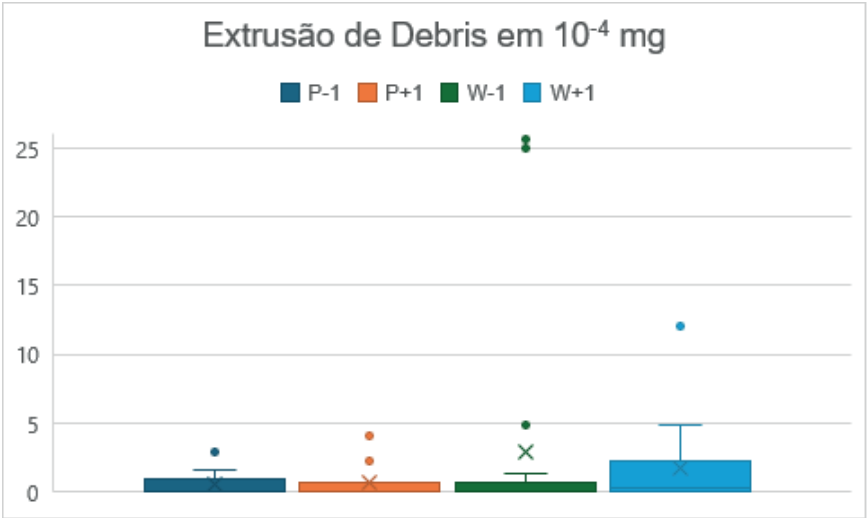


Figura 1 – Gráfico de caixa ilustrando os valores da média, mediana, desvio mediano, mínimo e máxima da quantidade de detritos extravasados apicalmente em todos os grupos testados. Os valores extremos são representados por um círculo (O)

Discussão

Durante o tratamento endodôntico, a extrusão de raspas de dentina, tecido pulpar necrótico, microrganismos e seus subprodutos para a área periapical são os principais fatores da inflamação periodontal [28]. No estudo atual, avaliaram-se dois sistemas de limas em comprimentos de trabalhos diferentes, 1 mm aquém e 1 mm além do forame apical, em relação à quantidade de detritos extruídos apicalmente. A hipótese nula, de que não haveria diferenças na quantidade de debris extravasados com as distintas cinemáticas e com os comprimentos de trabalhos adotados, foi aceita, pois a extrusão de debris não apresentou diferenças estatísticas em todos os grupos analisados.

Neste estudo, foi utilizado o modelo experimental de Myers e Montgomery [21], que consiste no uso de uma rolha de borracha para fixar o dente e um frasco de vidro para coletar os debris e/ou irrigantes extravasados. Tal metodologia vem sendo empregada durante anos em vários estudos

publicados a fim de mensurar a quantidade de detritos extruídos apicalmente com o uso de novos sistemas mecanizados [6, 7, 38]. A limitação mais relevante do método é que nenhuma contrapressão física fornecida pelos tecidos periapicais foi simulada. Esse ambiente pode ser imitado com materiais como gel de ágar e espuma floral. No entanto essa abordagem tem várias desvantagens, incluindo uma notável absorção de irrigante e detritos pela espuma e a dificuldade em determinar uma certa espessura para o ágar-ágar no ápice para mimetizar a dimensão da lesão periapical [2, 20, 15].

Na padronização dos espécimes, assim como outros estudos de extrusão de detritos [8, 37], foram selecionados pré-molares inferiores, com raiz reta e canal único, possuindo comprimentos radiculares semelhantes, a fim de minimizar diferenças anatômicas e aumentar a similaridade entre as amostras. Além disso, estudos anteriores concluíram que maiores forames apicais tendem a extrair mais debris [4, 9]. Na presente pesquisa,

buscando não haver esse viés, foram incluídos somente pré-molares que apresentassem diâmetro apical correspondente a uma lima Flex #20.

Embora o uso de soluções químicas na irrigação proporcione uma melhor simulação das condições clínicas, tal sistema pode alterar o procedimento de pesagem, comprometendo a mensuração precisa do peso pós-instrumentação [33]. Portanto, na presente pesquisa, optou-se pela água destilada por ser uma solução que não contém soluto, corroborando com estudos recentes de extrusão de detritos [12, 14].

A quantidade de detritos extruídos apicalmente, durante o preparo químico-mecânico, é afetada pelas técnicas de instrumentação, comprimento de trabalho e pelas características dos sistemas mecanizados, como cinemática, secção transversal, capacidade de modelagem, diâmetro da ponta, conicidade e quantidade de instrumentos utilizados [31, 32, 36]. Na presente pesquisa, analisou-se a *performance* de dois diferentes sistemas mecanizados, Phantom e WaveOne Gold, com diferentes cinemáticas, em relação à quantidade de detritos extruídos. O sistema Phantom foi incluído no estudo por se tratar de um sistema novo, com *design* diferenciado, alteração de secção transversal ao longo das espiras e por não apresentar ainda evidências na literatura sobre o extravasamento de debris dentinários.

Quanto à cinemática dos instrumentos mecanizados, a rotação contínua, que age como um transportador helicoidal, parece promover o transporte cervical de raspas de dentina e detritos, enquanto o movimento reciprocante tende a transportar essas raspas em direção ao ápice [6, 8, 10, 29, 30]. Contrariamente, De-Deus *et al.* [11] relataram uma maior quantidade de debris extruídos apicalmente com o sistema rotatório convencional de múltiplas limas em comparação com reciprocantes, concordando com outros estudos [20, 38]. Neste estudo *ex vivo*, observou-se que a cinemática não influenciou de maneira significativa na quantidade de debris extravasada, pois não houve diferenças significativas entre os grupos avaliados, semelhantemente aos resultados encontrados em outros estudos publicados [17, 18].

Hoje em dia, por meio do tratamento térmico e mecânico da liga de níquel-titânio, há instrumentos com melhorias nas propriedades físico-mecânicas. As ligas de níquel-titânio podem ser compostas principalmente pela fase austenítica, que são as convencionais, M-Wire e R-Phase, e as contendo em sua maioria a fase martensítica, sendo esses os instrumentos com controle de memória. O uso da liga martensítica resulta em instrumentos mais flexíveis em comparação com a liga austenítica

(tradicional) [17]. Neste trabalho, apesar de não terem sido padronizados outros fatores que afetam a saída de debris como cinemática, secção transversal e conicidade, não se pôde concluir que o tratamento térmico do instrumento foi um fator que tenha tido efeito sobre o maior ou menor extravasamento de detritos.

Segundo a revisão sistemática de Caviedes-Bucheli *et al.* [10], o *design* da secção transversal dos instrumentos mecanizados tem maior influência sobre a quantidade de detritos extruídos apicalmente do que a cinemática usada durante a instrumentação. O sistema reciprocante WaveOne Gold possui uma secção transversal em forma de paralelogramo otimizado, em que apenas uma ou duas bordas cortantes entram em contato com a parede do canal, minimizando o efeito de “parafusamento” e melhorando a capacidade de corte [24]. As limas Orifice Shaper e de preparo apical do sistema Phantom têm uma secção transversal inicial de tripla hélice, que vai variando ao longo das espiras de cada instrumento, apresentando uma secção dupla hélice assimétrica no final. Enquanto as GlidePath (#20.03) apresentam uma secção quadrangular na ponta, com transição para dupla hélice retangular. Esse *design* permite aumentar o poder de corte e o desempenho da instrumentação, além de reduzir a fadiga flexural e a fadiga torcional [22]. Neste estudo, verificou-se que a secção transversal não influenciou significativamente no extravasamento de detritos apicalmente, mesmo com o sistema Phantom possuindo uma secção mais delgada na parte cervical da lima, o que permitiria uma maior remoção de debris na direção cervical.

Como o diâmetro da ponta do instrumento está associado à quantidade de extrusão de detritos [35], o diâmetro apical das últimas limas foi mantido constante em todos os grupos, com um tamanho ISO 35. Portanto, a quantidade de detritos que foram extravasados dos canais radiculares não pode ser atribuída ao diâmetro da ponta dos sistemas mecanizados empregados.

Aksel *et al.* [1], que investigaram o efeito de diferentes conicidades na extrusão de detritos bacterianos, relataram que o aumento da conicidade de 4% para 6% não aumentou significativamente o extravasamento apical de bactérias, independentemente da técnica de instrumentação. Porém foi relatado que a lima com conicidade 2% causou menos saída de detritos em comparação com as de 4% e 6%. No presente trabalho, houve uma variação de conicidade no preparo apical dos canais radiculares, em que nos grupos PHA -1 e PHA +1 o instrumento apical final foi de 4%, enquanto nos grupos WOG -1 e WOG +1

foi de 6%. De acordo com os resultados deste estudo, a conicidade não esteve relacionada diretamente com o extravasamento apical de debris, pois não houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas avaliados.

Além do desenho das limas, outros estudos concluíram que o número de limas utilizadas durante o preparo poderia ser um fator responsável por uma maior quantidade de detritos extruídos [23, 29]. Entretanto, de acordo com a metanálise de Caviedes-Bucheli *et al.* [10], não houve diferença significativa na quantidade de debris extravasados apicalmente entre um sistema de lima única e múltiplas. Neste estudo, o número de limas em cada grupo foi semelhante, não sendo possível relacionar diretamente o fator quantidade de limas à extrusão de detritos.

Com base no estudo de Wang *et al.* [39], que avaliaram a influência da frequência de uma, duas, quatro, dez e 20 movimentos de bicadas no comprimento de trabalho em relação ao volume de debris extruídos, os resultados mostram que a quantidade de detritos extravasados aumenta com o aumento da frequência de bicadas. No presente trabalho, realizaram-se três movimentos de avanço em direção aos comprimentos de trabalho, correspondendo a três bicadas. Por não haver variações na frequência de bicadas, não foi possível avaliar e correlacionar esse fator à quantidade de debris extruída apicalmente.

Considerando todo o contexto envolvido na técnica de preparo, o limite apical é um assunto controverso na Endodontia. Nos casos de necrose pulpar e periodontite apical, reconhecer a presença de microrganismos na terço apical do canal radicular e mesmo na própria lesão [25] tem contribuído para a aceitação do alargamento foraminal intencional, uma vez que pode superar os limites potenciais de irrigação na área apical e otimizar a desinfecção do canal radicular [5]. Apesar das vantagens do alargamento foraminal intencional, possivelmente uma maior quantidade de detritos será extravasada pelo forame apical em comparação com a quantidade que seria extruída ao instrumentar até 1 mm aquém do forame apical [5, 34]. Conforme estudo de Watanabe *et al.* [40], a instrumentação 1 mm aquém do forame apical resultou em menor extravasamento de detritos e hipoclorito de sódio em comparação ao preparo no limite e 1 mm além do forame apical. Esta pesquisa discorda dos estudos supracitados, pois se verificou que, independentemente do sistema utilizado, não houve diferenças estatísticas significativas em relação à saída de debris ao efetuar o alargamento apical ou não.

Apesar das limitações desta pesquisa, todos os sistemas de limas avaliados mostraram extravasamento de debris em direção apical, sem diferenças estatisticamente significativas. No entanto é importante interpretar os resultados com cautela, uma vez que os tecidos periapicais vitais não foram simulados. Portanto, são necessários mais estudos clínicos para obter conclusões mais precisas sobre o sucesso clínico do novo sistema mecanizado.

Conclusão

Em resumo, os resultados deste estudo indicam que, embora o sistema Phantom tenha demonstrado uma tendência a causar menos extrusão de debris em direção ao ápice em comparação com o sistema WaveOne Gold, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Além disso, não foram observadas diferenças significativas em relação ao comprimento de trabalho entre os grupos testados. Tais descobertas fornecem *insights* importantes para a prática clínica e destacam a importância de avaliar cuidadosamente as características de diferentes sistemas de instrumentação endodôntica.

Referências

1. Aksel H, Küçükkaya Eren S, Çakar A, Serper A, Özkuyumcu C, Azim AA. Effect of instrumentation techniques and preparation taper on apical extrusion of bacteria. *J Endod.* 2017 Jun;43(6):1008-10.
2. Altundasar E, Nagas E, Uyanik O, Serper A. Debris and irrigant extrusion potential of 2 rotary systems and irrigation needles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Oct;112(4):e31-5.
3. Amza O, Dimitriu B, Suciu I, Bartok R, Chirila M. Etiology and prevention of an endodontic iatrogenic event: Instrument fracture. *J Med Life.* 2020 Jul-Sep;13(3):378-81.
4. Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS. Apically extruded debris in curved root canals using the WaveOne gold reciprocating and twisted file adaptive systems. *J Endod.* 2018 Aug;44(8):1289-92.
5. Borlina SC, Souza V, Holland R, Murata SS, Gomes-Filho JE, Dezan Junior E et al. Influence of apical foramen widening and sealer on the healing of chronic periapical lesions induced in dogs' teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Jun;109(6):932-40.

6. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012 Jun;38(6):850-2.
7. Bürklein S, Börjes L, Schäfer E. Comparison of preparation of curved root canals with Hyflex CM and Revo-S rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2014 May;47(5):470-6.
8. Bürklein S, Benten S, Schäfer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J.* 2014 May;47(5):405-9.
9. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod.* 2014 Oct;40(10):1638-41.
10. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, Ulate E, Munoz HR. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2016 Mar;49(3):255-70.
11. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonça TA, Lourenço C, Calixto C et al. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig.* 2015 Mar;19(2):357-61.
12. Elashiry MM, Saber SE, Elashry SH. Apical extrusion of debris after canal shaping with three single-file systems. *Niger J Clin Pract.* 2020 Jan;23(1):79-83.
13. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001 Jul;34(5):354-8.
14. Gunes B, Yesildal Yeter K. Effects of different glide path files on apical debris extrusion in curved root canals. *J Endod.* 2018 Jul;44(7):1191-4.
15. Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod.* 2002 May;28(5):386-90.
16. Kharouf N, Pedullà E, Nehme W, Akarma K, Mercey A, Gros CI et al. Apically extruded debris in curved root canals using a new reciprocating single-file shaping system. *J Endod.* 2022 Jan;48(1):117-22.
17. Kirchhoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod.* 2015 Feb;41(2):237-41.
18. Koçak S, Koçak MM, Sağlam BC, Türker SA, Sağsen B, Er Ö. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2013 Oct;39(10):1278-80.
19. Kumar M, Parashar A, Gupta B. Assessment of various causes for root canals failures in the study population. *J Advan Med Dent Sci Res.* 2019 May;7(6):71-3.
20. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD et al. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J.* 2013 Dec;46(12):1125-30.
21. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod.* 1991 Jun;17(6):275-9.
22. Odous de Deus. Sistema mecanizado rotatório Odous Phantom [cited 2023 Oct 26]. Available from: URL:<https://odousededeus.com.br/phantom/>.
23. Ozsu D, Karatas E, Arslan H, Topcu MC. Quantitative evaluation of apically extruded debris during root canal instrumentation with ProTaper Universal, ProTaper Next, WaveOne, and self-adjusting file systems. *Eur J Dent.* 2014 Oct;8(4):504-8.
24. Pinheiro SL, Fogel HM, Cicotti MP, Rodillo MB, Bueno CES, Cunha RS. Avaliação do sistema WaveOne Gold e ProTaper Retratamento para remoção de guta-percha clínico. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2016 Apr-Jun;70(2):181-6.
25. Ricucci D, Siqueira Jr. JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endod.* 2010 Aug;36(8):1277-88.
26. Ruddle CJ. Single-file shaping technique: achieving a gold medal result. *Dent Today.* 2016 Jan;35(1):98, 100, 102-3.
27. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I Etiological factors. *J Endod.* 1985 Nov;11(11):472-8.
28. Silva EJ, Sá L, Belladonna FG, Neves AA, Accorsi-Mendonça T, Vieira VT et al. Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. *J Endod.* 2014 Dec;40(12):2077-80.

29. Silva EJ, Carapiá MF, Lopes RM, Belladonna FG, Senna PM, Souza EM et al. Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *Int Endod J.* 2016 Jul;49(7):700-5.
30. Sinha S, Singh K, Singh A, Priya S, Kumar A, Kawle S. Quantitative evaluation of apically extruded debris in root canals prepared by single-file reciprocating and single file rotary instrumentation systems: a comparative in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2021 Nov;13(Suppl 2):S1398-S1401.
31. Sowjanya T, Parvathaneni KP, Raju T, Varma NM, Dondapati GD, Podili S. Comparative evaluation of apically extruded debris using three different thermomechanically heat treated file systems with two different motions: an in vitro study. *J Conserv Dent.* 2022 May-Jun;25(3):269-73.
32. Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J.* 2014 Mar;47(3):211-21.
33. Tanalp J. A critical analysis of research methods and experimental models to study apical extrusion of debris and irrigants. *Int Endod J.* 2022 Mar;55 Suppl 1:153-77.
34. Teixeira JM, Cunha FM, Jesus RO, Silva EJ, Fidel SR, Sassone LM. Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation. *Int Endod J.* 2015 Jul;48(7):648-53.
35. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* 2005 Jul;31(7):533-5.
36. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EM, Saavedra F, Fidel RA, Sassone LM. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. *Int Endod J.* 2014 Jun;47(6):560-6.
37. Topçuoğlu HS, Zan R, Akpek F, Topçuoğlu G, Ulasan Ö, Aktı A et al. Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. *Int Endod J.* 2016 Dec;49(12):1183-7.
38. Üstün Y, Çanakçı BC, Dinçer AN, Er O, Düzgün S. Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems. *Int Endod J.* 2015 Jul;48(7):701-4.
39. Wang LX, Chen H, Lin RT, Gu LS. Influence of pecking frequency at working length on the volume of apically extruded debris: a micro-computed tomography analysis. *J Dent Sci.* 2022 Jul;17(3):1274-80.
40. Watanabe BSD, Almeida BVN, Castro RF, Brandão JMS, Silva LJM. Influence of working length on apical extrusion of debris and sodium hypochlorite. *Dent Press Endod.* 2018 Sep-Dec;8(3):55-60.
41. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J.* 2018 Oct;51(10):1088-103.