

Ampliação do forame apical: revisão crítica da literatura

Enlargement of the apical foramen: critical review of the literature

Letícia Morena P. de Carvalho¹
Adriano Ruediger Pisani Martini²
Elaine Conceição Teixeira de Lima³
Lauriê Garcia Belizari⁴
Brunno Emanuel Gomes Luiz⁵
Warley Oliveira Silva⁶
Alexandre Moreira Fernandes⁷

Resumo

O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre a ampliação foraminal apical e abordar as vantagens e desvantagens em relação à sintomatologia, limpeza e alteração da anatomia radicular durante o preparo químico-mecânico. Foi realizada uma pesquisa da literatura através das bases de dados: PubMed/MedLine, Biblioteca virtual de saúde, Scielo e Google Acadêmico. Foram considerados para revisão, artigos dos últimos 20 anos. Os critérios de busca incluíram palavras-chave: *foraminal enlargement*; *endodontics*. Foram considerados apenas estudos na língua inglesa. Os trabalhos incluídos foram relacionados aos respectivos subtemas: sintomatologia pós-operatória, limpeza e desinfecção apical, manutenção da anatomia apical. O eixo temático relacionando ampliação foraminal à limpeza da região apical foi constituído por um total de 17 estudos, uma revisão sistemática, 4 ensaios clínicos randomizados e 11 estudos experimentais *ex vivo* e 1 estudo experimental *in vitro*. Concluiu-se através desse estudo que a literatura correlaciona a ampliação foraminal à sintomas pós-operatórios, no entanto, existe diferenças metodológicas entre os estudos incluídos.

Palavras-chave: alargamento foraminal, endodontia, preparo apical

<http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v28i1.15617>

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Odontologia da UFVJM- Diamantina/MG

² Graduado em Odontologia pelo Centro Universitário Newton Paiva- Belo Horizonte/MG

³ Graduada em Odontologia pelo Centro Universitário Newton Paiva- Belo Horizonte/MG

⁴ Professora de Endodontia do Centro Universitário Newton Paiva- Belo Horizonte/MG

⁵ Graduando em Odontologia pela UFVJM- Diamantina/MG

⁶ Professor de Endodontia da FO-UFJF- Juiz de Fora/MG

⁷ Professor de Endodontia do Centro Universitário Newton Paiva- Belo Horizonte-MG

Introdução

Durante a etapa de limpeza e formatação do sistema de canais radiculares, o tecido pulpar necrótico, resíduos dentinários infectados entre outros substratos bacterianos normalmente se acumulam no terço apical do canal radicular. Essa mistura de irritantes, potencialmente danosa aos tecidos perirradiculares adjacentes tendem a bloquear as saídas dos canais principais e laterais, permanecendo condensadas nos forames. Sendo assim, a remoção desse bloqueio é altamente desejável. Preconiza-se que instrumentos flexíveis e de baixo calibre sejam gentilmente conduzidos ao forame com o objetivo de desbloquear os condutos radiculares, resultando no estabelecimento da patência, procedimento indicado por grande parte das técnicas de formatação¹. No entanto, o terço apical do sistema de canais radiculares é tipicamente uma porção desafiadora em relação à formatação. Trata-se, anatomicamente, de uma região de dimensões extremamente reduzidas, em geral em meio a curvaturas e onde as ramificações estão comumente presentes².

Com o objetivo de tornar mais efetivos os procedimentos de limpeza e desinfecção da região apical, alguns autores têm preconizado a condução de instrumentos mais calibrosos até o forame do conduto, aumentando seu diâmetro^{3,4}. Esse procedimento, denominado ampliação foraminal advoga que, principalmente canais mais constrictos, apresentam regiões com grande potencial para abrigar matéria orgânica e biofilme. Nesse caso, a ampliação do terço apical proporcionaria o maior alcance das soluções irrigadoras, promovendo maior ação química, eliminação de micro-organismos e tecidos degenerados pela ação mecânica de fluxo e refluxo^{5,6,7}.

Apesar de apresentar pontos positivos, há argumentos contrários à ampliação intencional do forame apical. Alguns estudos relacionam esse procedimento à maior incidência de sintomatologia pós-operatória^{8,9}, outros avaliam que essa ampliação modificaria de forma irreversível a anatomia da região periapical^{10,11}. Há ainda pesquisas alertando sobre aumento do risco de bacteremia em condutos cujo forame apical tenha sido ampliado^{12,13}.

Diante das controvérsias observadas na literatura a respeito da ampliação intencional do forame apical, este estudo possui o objetivo de realizar uma revisão crítica sobre esse tema. Foram comparadas a relevância científica, a argumentação e a quantificação dos estudos publicados abordando as vantagens e desvantagens da ampliação do forame apical durante a formatação do sistema de canais radiculares.

Materiais e método

Foi realizada uma busca nas bases de dados do PubMed/MedLine, Biblioteca virtual de saúde, Scielo e Google Acadêmico. Foram considerados para revisão, artigos dos últimos 20 anos. Os

critérios de busca incluíram palavras-chave: preparo de canal radicular; ápice dentário; endodontia; *foraminal enlargement*; endodontics. Foram considerados apenas estudos na língua inglesa. Após a seleção prévia dos trabalhos por meio da leitura dos resumos de cada artigo, aqueles relacionados ao tema foram avaliados na íntegra. Posterior a leitura dos artigos selecionados, estes foram divididos conforme os principais subtemas relacionados à ampliação foraminal. Dessa forma, conforme o número de trabalhos a respeito de cada subtema, foram estabelecidos 3 principais eixos temáticos do presente trabalho: sintomatologia pós-operatória, limpeza e desinfecção apical, manutenção da anatomia apical.

Resultados

Foram incluídos no presente estudo 38 artigos. Na tabela 1, estão os artigos que relacionaram a ampliação foraminal com a ocorrência de sintomatologia pós-operatória. Sobre esse tema, foram relacionados 12 trabalhos: três revisões sistemáticas e 9 ensaios clínicos randomizados. Dos 5 estudos avaliados relacionando ampliação foraminal e dor, 4 apresentaram maior nível de dor após ampliação e um apresentou dor e inchaço até 7 dias após os procedimentos.

Tabela 1- Relação da ampliação foraminal e sintomatologia pós-operatória

Pesquisa	Tipo de estudo	Metodologia (alargamento foraminal)	Objetivos	Resultado
Silva et al., 2017	Revisão sistemática e metanálise	Grupo com ampliação versus grupo sem ampliação. Não especifica a ampliação foraminal de cada estudo que entrou na revisão.	Avaliou se o alargamento foraminal aumenta a intensidade de dor pós-tratamento em relação ao tratamento endodôntico convencional.	Recomenda-se cautela na ampliação foraminal, mas não foi observada nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos.
Kurnaz S et al., 2020	Ensaio clínico randomizado	Sistema rotatório – última lima (40.06). Sistema recíprocante – lima única (40.08)	Comparou a dor (duração intensidade e incidência) após ampliação foraminal no sistema rotatórios X sistema recíprocante.	Houve maior intensidade de dor com o sistema recíprocante.
Arora et al., 2016	Ensaio clínico randomizado	A última lima utilizada corresponde ao	Avaliou a manutenção da	43% dos pacientes apresentaram dor

		diâmetro do forame.	patência apical e dor pós-operatória.	pós-operatória. Não houve diferença de sintomatologia na dor pós-operatória nos dentes com patência e sem patência.
Saini; Sangwan; Sangwan, 2015	Ensaio clínico randomizado	Ampliação feita com lima de aço inox taper .02 para 3 tamanhos à mais que a lima do forame.	Comparou dor pós-operatória em dentes com ampliação e sem ampliação e uso de analgésicos posteriormente.	O quadro de dor foi significativo nos primeiros quatro dias após o tratamento endodôntico.
Junior et al., 2015	Ensaio clínico randomizado	Ampliação feita com lima tip 40 (Reciproc R40).	Avaliou a dor pós-operatória em dentes unirradiculares após tratamento endodôntico com ampliação foraminal com sistema recíprocante.	82,20% dos pacientes não tiveram dor. Uma parte de pacientes do grupo com ampliação foraminal relatou dor leve em relação ao grupo controle nas primeiras 24 horas.
Bourreau; Soares; Souza-Filho, 2015	Ensaio clínico randomizado	Ampliação feita com lima 25.06 (VDW)	Avaliar a influência na sintomatologia após ampliação foraminal e uso de clorexidina e Hipoclorito de sódio.	Substâncias químicas utilizadas no tratamento endodôntico com alargamento foraminal não influenciam na dor pós-operatória.
Silva et al., 2015	Ensaio Clínico randomizado	Ampliação com Reciproc (R40).	Avaliou e comparou a dor pós-operatória após instrumentação usando gel de hipoclorito de sódio a 5,25% e clorexidina a 2%.	A maior parte dos pacientes não relatam dor pós-operatória. A escolha da substância química auxiliar não teve relação com intensidade de dor pós-operatória em um acompanhamento de curto prazo.
Silva et al., 2013	Ensaio clínico randomizado	Nos dois grupos foram utilizados limas K manuais. Grupo com ampliação foraminal no	Comparou a ampliação e a não-ampliação relacionados a dor pós-operatório e ao consumo de analgésicos.	Os autores sugerem alargamento foraminal para maior previsibilidade do

		limite 0 do forame com 3 limas maiores.		tratamento endodôntico.
		Grupo controle: à partir de 1mm aquém do forame, + 3 limas.		
Yaylali; Teke; Tunca, 2017	Ensaio Clínico randomizado controlado	Grupo I com ampliação foraminal instrumentado até limite apical 0,0mm com sistema mecanizado ProTaper Next lima 25.06. Grupo II sem ampliação instrumentado à -1mm do forame apical com o mesmo sistema e lima.	Comparou dor pós-operatória com ampliação foraminal e sem ampliação com sistema rotatório em dentes com necrose e periodontite apical.	Indicou que o alargamento foraminal causa mais dor nos primeiros 2 dias após o tratamento endodôntico.
Krunić et al., 2019	Revisão Sistemática	Não especificou a ampliação foraminal de cada estudo que incluiu na revisão.	Apresentou resultados sobre a influência do tratamento endodôntico na dor pós-operatória.	O uso de instrumentos realizando aumento foraminal e técnica convencional de irrigação de seringas pode aumentar o risco de dor pós-operatória. Necessário maior amostra para obter evidências sobre a influência de outros fatores endodônticos no pós-operatório.
Tahira et al., 2018	Revisão Sistemática	Não especificou a ampliação foraminal de cada estudo que incluiu na revisão	Determinou os efeitos do alargamento foraminal durante tratamento endodôntico nos sintomas pós-operatórios.	Demonstrou que o aumento foraminal pode levar a maior intensidade dor pós-operatória que o tratamento convencional.

Bourreau et al., 2020	Ensaio Clínico	Uso de 3 limas manuais acima da lima que ficou justa no forame.	Acompanharam pacientes que realizaram tratamento endodôntico e/ou retratamento com ampliação foraminal de 6 meses a 1 ano.	Maior parte dos pacientes com ausência de dor antes e após procedimento com ampliação foraminal. Ambos os tratamentos com ampliação foraminal apresentaram prognóstico favorável.
-----------------------	----------------	---	--	---

O eixo temático relacionando ampliação foraminal à limpeza da região apical foi constituído por um total de 17 estudos, conforme a tabela 2: uma revisão sistemática, 4 ensaios clínicos randomizados e 11 estudos experimentais *ex vivo*, 1 estudo experimental *in vitro*.

Tabela 2- Relação da ampliação foraminal e limpeza

Pesquisa	Tipo de estudo	Metodologia de ampliação	Objetivos	Resultado
Cavalli et al., 2017	Ensaio clínico randomizado	Sistema Mtwo lima 40.04 a 0.0 mm do forame. Sistema Reciproc lima 40.06 a 0.0 mm do forame. Sistema híbrido Genius (Ultradent) lima 40.04 à 0.0 mm do forame.	Correlacionou o perfil microbiológico e os níveis de endotoxinas encontrados na infecção endodôntica primária e avaliou a remoção de microrganismos usando 3 sistemas: Rotatório Mtwo, Reciproc (VDW) e sistema híbrido Genius.	Com todos os sistemas utilizados houve diferença significativa na redução de colônias bacterianas mas não a desinfecção completa do canal radicular.
Rodrigues et al., 2017	Ensaio clínico randomizado	Todos os grupos foram instrumentados 1 mm aquém do forameapical. Canais unirradiculares foram instrumentados com sistema rotatório TF	Avaliou o efeito da ampliação foraminal e irrigação com Hipoclorito de Sódio ou solução salina na redução bacteriana intracanal.	O aumento no tamanho da preparação apical, contribuiu significativamente na desinfecção do canal radicular.

		Adaptive (SybronEndo) lima 50.04 e canais molares 35.04.		
Bago et al., 2020	Estudo experimental Ex Vivo	Todos os grupos foram instrumentados 0.0 mm do forame apical. Grupo 1: ProTaper Universal tip 30 e 40 Grupo 2: Reciproc Blue tip 40 Grupo 3: Reciproc tip 40 Grupo 4: Wave One Gold tip 35.	Comparou a capacidade de retratamento de vários sistemas mecanizados e a influência do aumento apical após o retratamento.	Instrumentos com maiores diâmetros removeram maior massa de tecido dentinário em relação aos menores. O aumento apical melhorou a remoção de remanescente de material obturador em casos.
Lee et al., 2019	Estudo experimental Ex Vivo	Dois grupos: Grupo 1: canais preparados com lima 20.04 Grupo 2: canais preparados com lima 40.04.	Investigou a limpeza de canais radiculares ovais e circulares, preparados com diâmetros apicais 20 e 40, com e sem irrigação por ultrassom.	Canais irrigados com agulha e seringa, tiveram melhor resultado na limpeza apical, quando foram realizadas maiores ampliações.
Cavalli et al., 2017	Ensaio clínico randomizado	Sistema Mtwo lima 40.04 a 0.0 mm do forame. Sistema Reciproc lima 40.06 a 0.0 mm do forame. Sistema híbrido Genius (Ultradent) lima 40.04 a 0.0 mm do forame.	Correlacionou o perfil microbiológico e os níveis de endotoxinas encontrados na infecção endodôntica primária e avaliou a remoção de microrganismos utilizando 3 sistemas: Rotatório Mtwo, Reciproc (VDW) e sistema híbrido Genius.	Com todos os sistemas utilizados houve diferença significativa na redução de colônias bacterianas, mas não a desinfecção completa do canal radicular.
Almeida et al., 2019	Estudo experimental Ex Vivo	25/.06, 25/.08, 30/.04, 35/.02, 35/.04, 35/.05,	Investigou os diâmetros anatômicos da	Em média 78% dos canais apicais

		40/.02, 40/.04, 40/.06, e 45/.02.	porção apical dos canais mesiais dos molares inferiores, com as dimensões dos instrumentos que estão atualmente disponíveis para o preparo apical.	não foram completamente preparados por nenhum instrumento. Os melhores resultados foram observados com a região apical(4mm) preparada com limas 40.06
Duque et al., 2019	Estudo experimental Ex Vivo	Grupo 1 – limas 25.08 e 40.06 Grupo 2 – limas 25.02 e 35.06 Grupo 3 – 25.06 e 35.05	Avaliou a ampliação apical em canais curvos versus volume de áreas não tocadas e transporte de debris utilizando 3 sistemas reciprocantes.	Foi associado com o aumento apical de raízes curvas, uma diminuição do volume de áreas não tocadas dos canais radiculares.
Pérez et al., 2018	Estudo experimental Ex Vivo	Ampliação com limas manuais com 4 acima da lima justa no forame apical Foi utilizado limas Hyflex CM 35.04 ou Hyflex CM 40.04	Avaliou os efeitos do aumento apical utilizando instrumentos maiores que o diâmetro do forame apical progressivamente, e compararam as áreas dos canais não preparadas e a espessura restante da dentina.	Ocorreu uma redução significativa na quantidade de áreas não preparadas após cada aumento no tamanho da diâmetro e quantidade de dentina remanescente também foi significativamente reduzida.
Plotino et al., 2018	Estudo experimental Ex Vivo	Todos os 4 grupos instrumentados com limas Hyflex CM Grupo 1: 20.04 Grupo 2: 20.06 Grupo 3: 25.04 Grupo 4: 25.06	Investigou se a técnica de instrumentação convencional sem alargamento foraminal tem influência na limpeza do canal radicular de molares mandibulares extraídos	Uma preparação tip 25, resultou em menor volume de detritos residuais e smear layer do que tip 20 no terço apical. No terço cervical, os preparos não apresentaram diferenças em remoção de resíduos e smear layer.
Gregorio et al., 2013	Estudo experimental Ex Vivo randomizado	Grupos com ampliação: 35.06 40.04 40.06 45.04	Determinou o tamanho apical e a conicidade do preparo em relação ao volume de irrigante na	Um preparo apical de 40.06 aumentou o volume nas entre as trocas de irrigante, independente da

		45.06	região apical por pressão negativa.	curvatura. Estudos adicionais precisam verificar se o aumento no tempo de irrigação substituiria o desgaste dentinário da ampliação.
Markvart et al., 2012	Estudo experimental Ex Vivo	Ampliações tip 40 nos canais mesiais e 50 nos distais e palatinos	Comparou a eficácia de uma técnica de instrumentação híbrida e um padrão, ambas com foco no aumento apical em canais de anatomia complexa, analisando as variáveis: área do canal radicular despreparada após preparo e aumento do volume após preparo.	Não houve diferença significativa entre as duas técnicas, em relação a área despreparada ou aumento de volume de irrigante. Canais mais constrictos e curvos tiveram uma área maior tocada pelos instrumentos, do que canais mais amplos.
Rodig et al., 2010	Estudo experimental Ex Vivo	3 grupos: 30.02 40.02 50.02	Comparou a eficácia da irrigação com seringa, RinsEndo e irrigação ultrassônica passiva (PUI) na remoção de detritos dentinários com irregularidades simuladas na raiz de canais com diferentes tamanhos apicais.	A irrigação (PUI) removeu mais detritos das irregularidades dos canais do que a irrigação com agulha e seringa, independente do diâmetro do preparo.
Aminoshariae; Kulild., 2014	Revisão Sistemática	Várias preparações: são vários artigos.	Avaliou em alguns artigos selecionados, se a ampliação foraminal reduz a carga microbiana dos canais.	5 de 7 artigos sugerem que a ampliação apical reduz a carga biológica do sistema de canais radiculares. No entanto, 2 artigos relataram não haver diferenças na

				redução com ampliação tip 25 ou 40.
Silva et al., 2017	Ensaio Clínico	Retratamentos unirradiculares: Inicial com lima tipe 25, depois ampliação lima tipe 40 e depois usando a lima SAF(self adjusting file).	Comparou a eficácia de grandes ampliações apicais e a instrumentação auxiliar com o sistema SAF na remoção de endotoxinas em retratamento em dentes com periodontite apical.	O aumento apical tip 25 e 40 foram eficazes na redução dos níveis de endotoxina. A preparação complementar com o sistema SAF não mostrou diferença em eliminar o conteúdo de endotoxina.
Card et al.,2002	Ensaio Clínico	Não especificou a ampliação	Avaliou se uma instrumentação apical maior do que normalmente usada melhoraria a remoção bacteriana.	O aumento apical diminuiu bactérias em canais radiculares.
Boutsioukis et al., 2010	Estudo In Vitro	25.06 35.06 45.06 55.06	Avaliou o efeito do tamanho do preparo apical sobre fluxo irrigante dentro do canal radicular	O tamanho do preparo apical afetou a distribuição de irrigantes, a tensão de cisalhamento e a pressão no forame apical. O alargamento para tamanhos superiores a 25 demonstrou melhorar o desempenho da irrigação por seringa.
Fornari et al., 2010	Estudo experimental Ex Vivo	30.02 35.02 40.02 45.02	Avaliou o aumento do preparo apical versus limpeza do terço apical em canais curvos.	Instrumentos 40.02 e 45.02 produziram maior redução dos resíduos nas paredes do terço apical.

Em relação ao subtema avaliando a relação entre a ampliação foraminal e alterações da anatomia apical, um total de 9 estudos foram listados na tabela 3: uma revisão sistemática, 8 estudos experimentais *ex vivo*.

Tabela 3- Alterações da anatomia apical

Pesquisa	Tipo de estudo	Metodologia de ampliação	Objetivos	Resultado
Wolgin et al., 2017	Estudo experimental Ex Vivo	Instrumentação do ápice tipo 35 retrocedendo, para 40,45,50 a cada - 1mm.	Investigou a precisão do preparo do canal radicular em relação a integridade da constricção apical, utilizando o localizador apical e radiografia.	O uso do localizador apical, garante uma preparação precisa da região apical na maioria dos casos. Mas para chegar a uma conclusão fiel do emprego exclusivo do localizador eletrônico à integridade pós-operatória da constricção apical, outros estudos devem ser observados.
Liu et al.,2013	Estudo experimental Ex Vivo	-Limas K 3 protaper manual no forame, 1mm além e 1mm a quem. -Limas Flex K de Niti no forame, 1mm além e 1 mm aquém	Comparou a incidência de fissuras radiculares apicais e desgaste dentinário após o preparo do canal com limas manuais e rotatórias em diferentes comprimentos de instrumentação	Os tipos de limaa, o comprimento e o diâmetro do instrumento influenciaram significativamente na remoção da dentina apical.
Bartha et al., 2005	Estudo experimental Ex Vivo	Não fala o foi ampliado.	Comparou duas técnicas de preparo do canal radicular com aumento apical após a determinação do diâmetro do forame apical.	As técnicas manuais com limas NiTi e rotatória de NiTi permitem um preparo apical com menor risco de iatrogenia. Cerca de 70% dos canais preparados com sistema rotatório e 69% preparados com limas manuais,

				apresentaram cortes circunferenciais em 2 dos 3 níveis apicais analisados. Em alguns casos, mesmo com um grande aumento apical, não determinou o corte completo das paredes do canal.
Junior et al., 2014	Estudo experimental Ex Vivo	Preparação de 25 a 40. Doze molares inferiores.	Avaliou o aumento do volume apical com uso de 2 instrumentos (reciprocante e manual) com o desgaste apical.	Não houve diferença significativa de desgaste dentinário em vários níveis avaliados, na comparação entre os preparos com os dois sistemas.
Aminoshariae; Kulild, 2015	Revisão Sistemática	Vários artigos avaliados.	Avaliou artigos em de 1950 a julho de 2014, que relatavam resultados clínicos e radiográficos.	Sugere que para pacientes com polpa necrótica e lesões periapicais o aumento apical resultou em maior cicatrização.
Adorno; Suda; Yoshioka, 2011	Estudo experimental Ex Vivo	As ampliações seguiram a sequência 25.04, 25.06, 30.40, 35.04, de acordo com os limites apicais estabelecidos.	Avaliou efeitos de preparos com 3 limas diferentes de NiTi de marcas diferentes e início de trincas apicais, trabalhando no limite CDC aquém e além do forame apical.	Não houve diferença entre os grupos avaliados. Trabalhar 1mm aquém do forame causou menos trincas na superfície apical. Foi observada mais rachaduras ao utilizar instrumentos de diâmetros maiores. A instrumentação com essas limas rotatórias pode causar mais rachaduras na superfície da raiz apical.
Santos et al., 2018	Estudo experimental Ex Vivo randomizado	No 0,0mm o localizador apical e em 1,0 mm além do localizador apical do Apex. Usando duas	Avaliou com a microscopia eletrônica a morfologia e os aspectos do	

cinemáticas: rotatória convencional (lima 25 08) e reciprocante (lima 25 08).	forame apical após instrumentação do canal radicular com instrumentação rotatória convencional e reciprocante em dois diferentes comprimentos de trabalho.	As duas instrumentações promoveram grandes deformações do forame apical. A instrumentação no 0,0mm Apex e 1,0mm além, promoveram deformações do forame apical.
--	---	---

Discussão

A ampliação foraminal intencional visa reduzir o arranjo microbiano das paredes do forame apical promovendo remoção de dentina infectada, limpeza e induzindo uma resposta de reparação tecidual e maior previsibilidade do tratamento endodôntico^{14,21,25}. Diante do grande número de estudos apontando as desvantagens da execução desse procedimento, este trabalho buscou classificar essas pesquisas, considerando a quantidade de estudos sobre cada desvantagem citada, construindo, assim os três principais eixos temáticos. No entanto, além dos assuntos abordados nos eixos temáticos escolhidos para o presente estudo, a ampliação foraminal também foi citada por outros trabalhos, envolvida na geração de outros efeitos indesejáveis como aumento na extrusão de detritos apicais, substâncias químicas auxiliares, irrigantes, material obturador e trauma mecânico nos tecidos periapicais^{17,47}. Esses trabalhos não foram utilizados para a confecção de novos eixos temáticos, em função do baixo número de estudos com relevância científica considerável, relacionando especificamente os temas citados. Dessa forma, como limitação do presente estudo, cabe considerar a possibilidade de outros subtemas importantes e pertinentes ao assunto, não avaliados por este trabalho.

Considerando-se a relação entre ampliação foraminal e sintomatologia pós-operatória, destacam-se 12 estudos de alta relevância científica 3 revisões sistemáticas e 9 ensaios clínicos randomizados). Os trabalhos de revisão sistemática com metanálise permitem uma avaliação criteriosa dos trabalhos que tratam do tema, permitindo que as conclusões nos aproximem das situações reais.

Em relação aos estudos que buscaram comparar presença de sintomatologia possivelmente gerados por instrumentação mecanizada rotatória ou reciprocante, dois estudos relataram maior sintomatologia ao se utilizar instrumentação reciprocante em relação à rotatória^{15,25}. No entanto, outros trabalhos observaram apenas sintomas moderados ou ausentes ao realizar a ampliação foraminal com sistemas reciprocantes^{19, 20, 44}. Considerando-se diferenças entre irrigantes utilizados,

além dos instrumentos e sistemas implementados em cada estudo também serem diferentes, os estudos clínicos randomizados avaliados em conjunto, não permitem relacionar de forma direta a dor pós ampliação foraminal à forma (rotatória ou recíprocante) de instrumentação mecanizada.

Os ensaios clínicos randomizados relacionados a sintomatologia após ampliação foraminal revelaram amplas diferenças metodológicas. A utilização de localizadores foraminais eletrônicos para se determinar o posicionamento preciso do forame apical têm se mostrado mais efetiva que os exames radiográficos^{48,49}. Embora a ampla maioria das pesquisas tenham se utilizado de localizadores foraminais eletrônicos, há diferenças em relação ao posicionamento efetivo dos instrumentos durante a ampliação foraminal.

Alguns estudos compararam os irrigantes (hipoclorito de sódio ou clorexidina) durante os procedimentos de ampliação foraminal, em relação à maior incidência de sintomatologia^{19,20}. Nessas pesquisas, protocolos idênticos de ampliação foraminal foram realizados, estabelecendo-se como única diferença, o tipo de irrigante utilizado. Esses trabalhos não mostraram diferenças de sintomatologia pós-operatórios entre os grupos cuja irrigação foi realizada com hipoclorito de sódio 5,25% ou clorexidina gel 2%. Entretanto, é importante ressaltar que, em todos os estudos clínicos randomizados incluídos nessa revisão de literatura, em que se detectaram diferenças, com sintomas mais intensos em um dos grupos (em geral nos grupos de ampliação foraminal), o irrigante utilizado foi hipoclorito de sódio em diversas concentrações : 5,25%, 3,0% ou 2,5%^{8, 16, 22,25}.

Considerando-se apenas ensaios clínicos randomizados, cujo objetivo foi verificar diferenças entre sintomas pós-operatórios entre grupos com ou sem ampliação foraminal, dois estudos com metodologia de ampliação equivalente não observaram diferença significativa entre os grupos^{21,25}. No entanto, outros trabalhos verificaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais, concluindo que a ampliação foraminal gerou mais dor pós-operatória^{8,17,22}. Importante lembrar que o extravasamento de restos dentinários infectados além do forame apical sempre foi considerado um dos fatores mais amplamente relacionados à dor pós-instrumentação endodôntica. Sendo assim, ainda que a metodologia utilizada pelas pesquisas seja semelhante ou mesmo idêntica, a execução dos protocolos pode ser diretamente influenciada pela experiência do operador e pela resposta imunológica inerente a cada hospedeiro. O correto dimensionamento das amostras em estudos bem conduzidos visa minimizar possíveis vieses relacionados a essas e outras variáveis, assumindo enorme importância. Assim, os ensaios clínicos randomizados avaliados pelo presente trabalho, apontam na direção de que a ampliação foraminal pode aumentar a presença dos sintomas pós-operatórios.

Em relação aos trabalhos que procuram relacionar a ampliação foraminal à limpeza do terço apical, deve-se considerar que a maior parte dos estudos são trabalhos experimentais *ex-vivo*, cuja relevância científica é inferior aos estudos clínicos randomizados e revisões sistemáticas. Sendo

assim, amplas divergências metodológicas, algumas vezes aliadas ao menor nível de rigor científico podem não permitir conclusões acuradas. Ainda assim, em geral, maiores ampliações resultaram em maior chegada e troca de irrigantes e substâncias químicas auxiliares, maior tensão de cisalhamento dessas substâncias nas paredes apicais do conduto e forame, reduzindo a quantidade de detritos, microrganismos e endotoxinas através da ação mecânica e química dessas substâncias^{28, 29, 30, 31, 32, 34}.

Embora utilizando-se de protocolos de ampliação foraminal diferentes, dois ensaios clínicos randomizados observaram significativa redução de colônias bacterianas apicais no grupo da ampliação foraminal em relação ao grupo sem ampliação^{26,27}. Um trabalho de revisão sistemática corrobora com esses achados, na medida em que, ao avaliar se a ampliação foraminal reduziria a carga microbiana dos canais, os autores observaram que a maioria dos trabalhos concluiu haver significativa redução nos grupos experimentais que realizaram a ampliação foraminal em relação aos grupos sem ampliação⁴⁵. Avaliando-se em conjunto os trabalhos que comparam limpeza da porção apical com ou sem ampliação foraminal, pode-se relacionar maior grau de limpeza e desinfecção aos procedimentos de ampliação foraminal. Ainda que haja diferenças na metodologia e na relevância científica dos estudos, são escassos os trabalhos conclusivos que apontem claramente para ausência benefícios da ampliação foraminal em relação à desinfecção e limpeza da região apical do conduto.

A maior parte dos trabalhos que buscam avaliar possíveis alterações da anatomia foraminal utilizaram dentes naturais recém extraídos, avaliados através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Embora essas pesquisas *ex vivo* não apresentem o mesmo nível de evidência científica dos estudos clínicos randomizados e revisões sistemáticas, quando bem conduzidos, esses trabalhos expõem claramente os aspectos microscópicos e macroscópicos da região foraminal. Estudos importantes com metodologia muito similar^{42,50}, determinaram como procedimento de ampliação foraminal com a utilização de um dos grupos experimentais formatado 1,0 mm além do forame, com instrumentos mecanizados (rotatórios ou reciprocantes) com taper .06 ou superiores. Esses trabalhos observaram importantes alterações foraminais (deformações e trincas), tanto em canais curvos quanto retos, principalmente nos grupos submetidos aos procedimentos de ampliação foraminal. Contudo, os dados obtidos não permitem inferir consequências clínicas diretas advindas dessas alterações morfológicas. Por meio dessas observações de uma forma geral, embora se observem diferenças metodológicas, a maioria dos estudos apontam relação entre ampliação foraminal a alterações importantes da anatomia apical.

Conclusão

Considerando-se as limitações do presente estudo, conclui-se que, baseados nos trabalhos de revisão sistemática e ensaios clínicos randomizados, a literatura parece associar a ampliação intencional do forame apical à sintomas pós-operatórios. Em relação aos trabalhos que comparam limpeza apical com ou sem ampliação foraminal, pode-se relacionar maior grau de limpeza e desinfecção aos procedimentos de ampliação foraminal, ainda que haja diferenças na metodologia e na relevância científica dos estudos. Apesar das diferenças metodológicas de procedimentos e de avaliação parece seguro assumir que a ampliação foraminal pode produzir deformações importantes e trincas nas áreas anexas ao forame apical formatado.

Abstract

The objective of this work was to review the literature on apical foraminal enlargement and address the advantages and disadvantages in relation to symptoms, cleaning and changes in root anatomy during chemical-mechanical preparation. A literature search was carried out using the following databases: PubMed/MedLine, Virtual Health Library, Scielo and Google Scholar. Articles from the last 20 years were considered for review. Search criteria included keywords: foraminal enlargement; endodontics. Only studies in the English language were considered. The works included were related to the respective sub-themes: postoperative symptoms, apical cleaning and disinfection, maintenance of apical anatomy. The thematic axis relating foraminal enlargement to cleaning the apical region consisted of a total of 17 studies, one systematic review, 4 randomized clinical trials and 11 ex vivo experimental studies and 1 in vitro experimental study. It was concluded through this study that the literature correlates foraminal enlargement with postoperative symptoms, however, there are methodological differences between the included studies.

Keywords: foraminal enlargement, endodontics, apical preparation

Referências

1. Ruddle C. Endodontics 101 - Back to Basics. Dent Today. 2018;1-7.
2. Ruddle C. Finishing the apical one third. Endodontic considerations. Dent Today. 2002;21(5):66-73.

3. Rodrigues R, Zandi H, Kristoffersen A, Enersen M, Mdala I, Orstavik D, et al. Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod*. 2017;43(7):1058-1063.
4. Lorencetti K, Silva-Sousa Y, Nascimento G, Messias D, Colucci V, Abi Rached-Junior A, et al. Influence of apical enlargement in cleaning of curved canals using negative pressure system. *Braz Dent J*. 2014;25(5):430-434. doi: 10.1590/0103-6440201302435.
5. Plotino G, Özyürek T, Grande N, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J*. 2019;52(3):343-351. doi: 10.1111/iej.13002.
6. Lee O, Khan K, Li K, Shetty H, Abiad R, Cheung G, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. *Int Endod J*. 2019;52(9):1366-1376. doi: 10.1111/iej.13127.
7. Boutsoukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LW. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J*. 2010;43(10):874-881.
8. Saini HR, Sangwan P, Sangwan A. Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis: A randomized controlled trial. *Int Endod J*. 2016;49(12):1116-1123.
9. Borges Silva E, Guimarães L, Küchler E, Antunes L, Antunes L. Evaluation of Effect of Foraminal Enlargement of Necrotic Teeth on Postoperative Symptoms: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod*. 2017;43(12):1969-1977.
10. Bucchi C, De Anta J, Manzanares C. Micro-computed tomographic analysis of apical foramen enlargement of mature teeth: a cadaveric study. *Int. J. Odontostomat*. 2020;14(2):177-182.
11. Silva D, Gomes A, Silva J, Neves A, Alexandre A, Silva E. Evaluation of foraminal transportation during foraminal enlargement with different instrumentation systems. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2014;13(4):246-250.
12. Siqueira J, Rôças I. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*. 2008;34(11):1291-1301.
13. Hülsmann M, Schäfer E. Apical patency: fact and fiction – amyth or a must? A contribution to the discussion. *Endodontic Practice Today*. 2009;3(4):285–307.
14. Silva E, Ferreira V, Silva C, Herrera D, De-Deus G, Gomes B. Influence of apical enlargement and complementary canal preparation with the self-adjusting file on endotoxin reduction in retreatment cases. *Int Endod J*. 2017;50(7):646-651.
15. Kurnaz S. Comparison of postoperative pain after foraminal enlargement of necrotic teeth using continuous rotary system and reciprocating instrument: a randomized clinical trial. *Niger J Clin Pract*. 2020;23(2):212-218.

16. Arora M, Sangwan P, Tewari S, Duhan J. Effect of main taining apical patency on endodontic pain in posterior teeth with pulp necrosis and apical periodontitis: a randomized controlled trial. *Int Endod J*. 2016;49(4):317-324.
17. Saini H, Sangwan P, Sangwan A. Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis: a randomized controlled trial. *Int Endod J*. 2016;49(12):1116-1123.
18. Junior J, Coelho M, Kato A, Vivacqua-Gomes N, Fontana C, Rocha D, et al. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with the reciproc system on postoperative pain: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod*. 2015;42(1):8-11.
19. Bourreau M, Soares A, Souza-Filho F. Avaliação da dor pós-operatória após tratamento endodôntico com aumento e obturação do forame usando dois protocolos químicos auxiliares. *Rev Odontol UNESP* 2015;44(3):157-162.
20. Silva E, Monteiro M, Belladonna F, Almeida J, De-Deus G, Neves A. Dor pós-operatória após instrumentação foraminal com sistema alternativo e diferentes soluções irrigantes. *Rev Bras Odontol*. 2015;26(3):216-221.
21. Silva E, Menaged K, Ajuz N, Monteiro M, Coutinho-Filho T. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod*. 2013;39(2):173-176.
22. Yaylali I, Teke A, Tunca Y. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with a continuous rotary system on postoperative pain: a randomized controlled trial. *J Endod*. 2017;43(3):359-363.
23. Krunic J, Mladenovic I, Žuža A, Radović I, Stojanović N. Influence of Endodontic Procedure on Postoperative Pain – Evidence from Systematic Reviews. *Balk J Dent Med*. 2019;23:121-125.
24. Devij T. Foraminal enlargement of necrotic teeth is associated with higher levels of postoperative pain. *J Am Dent Assoc*. 2018;149(8).
25. Bourreau M, Frozoni M, Mota M, Zaia A, de Lima C, Prado M, et al. Avaliação do tratamento endodôntico em uma única visita e retratamento não cirúrgico com aumento foraminal de dentes com periodontite apical. *Rev Bras Odontol*. 2020;77(1484):1-7.
26. Cavalli D, Toia C, Orozco E, Khoury R, Cardoso F, Alves M, et al. Effectiveness in the removal of endotoxins and microbiological profile in primary endodontic infections using 3 different instrumentation systems: a randomized clinical study. *J Endod*. 2017;43(8):1237-1245.
27. Rodrigues R, Zandi H, Kristoffersen A, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, et al. Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal-treated teeth with apical periodontitis. *J Endod*. 2017;43(7):1058-1063.

28. Bago I, Plotino G, Katić M, Ročan M, Batinić M, Anić I. Evaluation of filling material remnant safter basic preparation, apical enlargement and final irrigation in retreatment of severely curved root canals in extracted teeth. *Int Endod J.* 2020;53(7):962-973.
29. Lee O, Khan K, Li K, Shetty H, Abiad R, Cheung G, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. *Int Endod J.* 2019;52(9):1366-1376.
30. Almeida B, Provenzano J, Marceliano-Alves M, Rôças I, Siqueira J. Matching the dimensions of currently available instruments with the apical diameters of mandibular molar mesial root canal sobtained by micro-computed tomography. *J Endod.* 2019;45(6):756-760.
31. Duque J, Vivan R, Duarte M, Alcalde M, Cruz V, Borges M, et al. Effect of larger apical size on the quality of preparation in curved canals using reciprocating instruments with different heat thermal treatments. *Int Endod J.* 2019;52(11):1652-1659.
32. Pérez A, Alves F, Marceliano-Alves M, Provenzano J, Gonçalves L, Neves A, et al. Effects of increased apical enlargement on the amount of unprepared areas and coronal dentine removal: a micro-computed tomography study. *Int Endod J.* 2018;51(6):684-690.
33. Plotino G, Özyürek T, Grande N, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J.* 2018;52(3):343-351.
34. Gregorio C, Arias A, Navarrete N, Del Rio V, Oltra E, Cohenca N. Effect of apical size and taper on volume of irrigant delivered at working length with apical negative pressure at different root curvatures. *J Endod.* 2013;39(1):119-124.
35. Markvart M, Darvann T, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J.* 2012;45(3):273-281.
36. Rodig T, Sedghi M, Konietschke F, Lande K, Ziebolz D. Efficacy of syringe irrigation, RisEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canal with different apical sizes. *Int Endod J.* 2010;43(7):581-589.
37. Aminoshariae A, Kulild J. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of microbial reduction. *Int Endod J.* 2014;48(11):1007-1022.
38. Silva E, Guimaraes L, Kuchler E, Antunes L, Antunes L. Evaluation of Effect of Foraminal Enlargement of Necrotic Teeth on Postoperative Symptoms: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* 2017;43(12):1969-1977.
39. Card S, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod.* 2002;28(11):779-783.
40. Fornari V, Silva-Sousa Y, Vanni J, Pécora J, Versiani M, Sousa-Neto M. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J.* 2010;43(11):988-994.

41. Wolgin M, Grundmann M, Tchorz J, Frank W, Kielbassa A. Ex vivo investigation on the postoperative integrity of the apical constriction after the sole use of electronic working length determination. *J Dent*. 2017; 64:52-57.
42. Lui R, Kaiwar A, Shemesh H, Wesselink P, Hou B, Wu M. Incidence of apical root cracks and apical dentinal detachments after canal preparation with hand and rotary files at different instrumentation lengths. *J Endod*. 2013;39(1):129-132.
43. Bartha T, Kalwitzki M, Löst C, Weiger R. Extended apical enlargement with hand files versus rotary NiTi files. Part II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;102(5):692-697.
44. Junior A, Cavenago B, Zapata R, De-Deus G, Bramante C, Duarte M. The Effect of Larger Apical Preparations in the Danger Zone of Lower Molars Prepared Using the Mtwo and Reciproc Systems. *J Endod*. 2014;40(11):1855-1859.
45. Aminoshariae A, Kulild J. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. *Int Endod J*. 2015;48(7):639-647.
46. Adorno C, Yoshioka T, Suda H. Crack initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working lengths. *J Endod*. 2011; 37(4):522-525.
47. Albuquerque P, Hungaro Duarte M, Pelegrine R, Kato A, Stringheta C, Duque J, et al. Influence of Foraminal Enlargement on the Apical Extrusion of Filling Material: Volumetric Analysis Using Micro-Computed Tomography. *Aust Endod J*. 2020.
48. Chandler N. Electronic apex locators may be better at determining endodontic working length than radiographs and could reduce patient radiation exposure. *J Evid Based Dent Pract*. 2015;15(1):28-29.
49. Martins J, Marques D, Mata A, Caramês J. Clinical efficacy of electronic apex locators: systematic review. *J Endod*. 2014;40(6):759-777.
50. Santos A, Portela F, Coelho M, Fontana C, Martin A. Foraminal Deformation after Foraminal Enlargement with Rotary and Reciprocating Kinematics: A Scanning Electronic Microscopy Study. *J Endod*. 2018;44(1):145-148.

Endereço para correspondência:

Warley Oliveira Silva
Rua Itamar Soares de Oliveira, 115, Cascatinha
CEP 36033-280– Juiz de Fora, Minas Gerais , Brasil
Telefone: (31)999991887
E-mail: warleyosodonto@gmail.com

Recebido em: 28/02/2024. Aceito: 02/03/2024.