

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

FRANCISCO ROJAS DASSAYELWIS THAYNANN SILVA OLIVEIRA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO FORAMINAL NO
TRATAMENTO ENDODÔNTICO: UMA REVISÃO DA LITERATURA.**

**PATOS-PB
2016**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

FRANCISCO ROJAS DASSAYELWIS THAYNANN SILVA OLIVEIRA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO FORAMINAL NO
TRATAMENTO ENDODÔNTICO: UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à coordenação do curso de Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

ORIENTADOR: Prof^a Dr^a Luciana Ferraz Gominho.

PATOS-PB
2016

O48a Oliveira, Francisco Rojas Dassayelwis Thaynann Silva

Análise da influência do alargamento foraminal no tratamento endodôntico: uma revisão da literatura / Francisco Rojas Dassayelwis Thaynann Silva Oliveira. – Patos, 2016.
53f.:

Trabalho de Conclusão de Curso (Odontologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Luciana Ferraz Gominho".

Referências.

1. Endodontia. 2. Dor pós-operatória. 3. Instrumentação. I. Título.

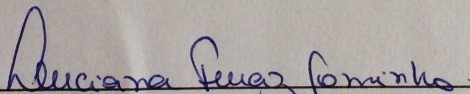
CDU 616.314.18

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO FORAMINAL NO
TRATAMENTO ENDODÔNTICO: UMA REVISÃO DA LITERATURA**

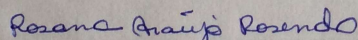
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à Coordenação do Curso de
Odontologia da Universidade Federal de
Campina Grande - UFCG, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Odontologia.

Aprovado em 29/09/2016.

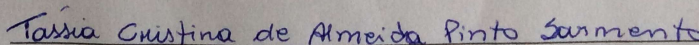
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Luciana Ferraz Gominho – Orientador
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Prof^ª. Dr^ª. Rosana Araújo Rosendo – 1º Membro
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Prof. Dr. Tássia Cristina de Almeida Pinto Sarmiento – 2º Membro
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a **Deus** por me conceder esta vitória e pela sua proteção frente a todas as dificuldades encontradas durante esta jornada.

Não só agradeço, mas dedico este trabalho aos meus pais, **Josenias Antônio de Oliveira** e **Maria Nilma da Silva**, que me ensinaram a acreditar nos meus sonhos e lutaram junto a mim para torná-los realidade. Sei o quanto se sacrificaram e não mediram esforços para me proporcionar uma boa educação. A vocês minha eterna gratidão!

Agradeço ao meu irmão **Josenias Filho** por todo o seu amor e companheirismo.

Agradeço à minha namorada **Karolline Leal** pelo seu amor, companheirismo, dedicação, cumplicidade e apoio.

A todos os meus amigos (**Aurélio Dantas, Alexandre Magno, Ranswagner Noronha, Sanya Araújo, Caroline Matoso, Talita Melo, Carlos Demócedes, Daniel Bandeira, Lizandra Magno, Beatriz Magno, Alison Rodrigues, Ayrton Rodrigues**), que compartilharam comigo os momentos mais difíceis e de maior alegria.

Agradeço aos amigos que conheci através da odontologia (**Luan Veiga, Caique Guimarães, Geraldo Jr, Saly Neto, Daniel Nepomuceno, Rafael Alison, Almir Feitosa, Renan Teles, Rayssa Batista, Érica Calú, Emiliano Crisóstomo, Luciana Gabriela, Samuel Ferrer, Pedro Henriques, Pedro Perazzo, Caio Uchoa, Mariana Alencar, Wanessa Arhiel**), que foram minha segunda família durante estes anos na universidade.

Agradeço a minha dupla, **Kaline Lays**, pela paciência durante todos esses anos na universidade.

Agradeço à minha orientadora **Prof^a Dr^a Luciana Ferraz Gominho** pelos ensinamentos passados, pela sua competência, dedicação e empenho no decorrer deste trabalho.

Agradeço a todos os meus professores da UFCG, em especial aos professores **João Nilton, Rodrigo Alves, Rodrigo Rodrigues e Julierme Rocha** que sempre estiveram presentes durante estes anos acadêmicos e contribuíram tanto na minha formação pessoal quanto profissional.

A TODOS, O MEU SINCERO OBRIGADO!

RESUMO

Na terapia endodôntica, o tamanho do alargamento apical se mostra como um assunto controverso entre clínicos e pesquisadores. Atualmente, o foco concentra-se na busca do tamanho adequado do alargamento foraminal e limite apical de obturação de acordo com a complexidade do terço apical de um dente. Neste estudo, foi analisada através de uma revisão literária a influência da ampliação foraminal no tratamento endodôntico. Realizou-se uma busca por artigos científicos para esclarecimento da temática abordada publicados entre 1968 a 2016 e acessados nas bases de dados Scielo, LILACS, PubMed e Biblioteca Digital da UNICAMP no período de Janeiro a Agosto de 2016. Foram utilizados teses e artigos científicos nacionais e internacionais disponíveis em texto completo relativos à instrumentação endodôntica no âmbito da patência foraminal, do diâmetro do alargamento do forame apical e sua extensão, da dor pós-operatória, da limpeza da região apical, da extrusão de debris periapical e do transporte foraminal após técnicas que envolvam o alargamento foraminal. De acordo com a revisão realizada, os resultados se mostraram favoráveis à utilização da tática operatória de ampliação do forame apical. Em relação à modelagem do ápice radicular o tamanho #40 apresentou resultado satisfatório em relação ao alargamento e que o selamento apresenta melhor qualidade quando a instrumentação é conduzida no limite do forame. A dor pós-operatória não foi observada em dentes vitais. Contudo, em molares com diagnóstico de necrose pulpar pode-se verificar a ocorrência de leve aumento da sensibilidade pós tratamento. A ampliação não mostrou efetiva interferência no tratamento. Pode-se concluir que o uso do alargamento foraminal apresenta resultados favoráveis para o tratamento endodôntico nos aspectos observados.

Palavras-chave: Endodontia. Dor pós-operatória. Instrumentação.

ABSTRACT

In endodontic therapy, the size of the apical enlargement appears as a controversial issue among clinicians and researchers. Currently, the focus is in the search for suitable size of the apical foramen enlargement and limit shutter according to the complexity of the apical third of a tooth. This study analyzed through a literature review the influence of foraminal expansion in endodontic treatment. We conducted a search for scientific articles to the theme addressed clarification published between 1968-2016 and accessed in Scielo databases, LILACS, PubMed and UNICAMP Digital Library in 2016. theses were used and national and international scientific papers available full text relating to endodontic instrument within the foraminal patency, diameter enlargement of the apical foramen and its extension, postoperative pain, cleaning apical region of the periapical debris extrusion and foraminal transport after techniques involving enlargement foraminal. According to the review carried out, the results were favorable to the use of tactical operative enlargement of the apical foramen. Regarding the modeling of the root apex size # 40 presents satisfactory results in relation to enlargement and the sealing has better quality when the instrumentation is conducted in the foramen limit. Postoperative pain wasn't observed in vital teeth, but molars with pulp necrosis occurred slight increase in pain. The expansion showed no interference effective in treatment. It can be concluded that the use of foraminal enlargement presents favorable results for endodontic treatment.

Key-words: Endodontics. Pain, Postoperative. Instrumentation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PQM	PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO
mm	MILÍMETRO
ml	MILILITRO
mg	MILIGRAMA
NiTi	NÍQUEL-TITÂNIO
MV	MESIO-VESTIBULAR
ML	MESIO-LINGUAL
NaOCl	HIPOCLORITO DE SÓDIO
MEV	MISCROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA
EDTA	ÁCIDO ETILENODIAMINO TETRA ACÉTICO

LISTA DE SÍMBOLOS

#	DIÂMETRO DO INSTRUMENTAL
%	POR CENTO
®	MARCA REGISTRADA
°	GRAU
<	MENOR QUE
>	MAIOR QUE

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 O EFEITO DA AMPLIAÇÃO FORAMINAL NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO	12
2.1.1 Na morfologia do canal radicular	12
2.1.2 Na qualidade da obturação	14
2.1.3 No reparo periapical (estudo em cães)	16
2.1.4 Dor pós-operatória	18
2.1.5 Limpeza da região apical e extrusão apical de debris	21
REFERÊNCIAS	23
3 ARTIGO CIENTÍFICO	26
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
ANEXO – NORMAS DE PUBLICAÇÃO – REVISTA GAÚCHA DE ODONTOLOGIA	49

1. INTRODUÇÃO

Dentro dos princípios básicos que orientam o tratamento endodôntico, encontram-se como requisitos fundamentais a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares para se obter a assepsia desejada e propiciar condições para que os tecidos envolvidos retornem ao seu estado de saúde (DOTTO et al., 2006).

Embora tenha sido relatado que é praticamente impossível tornar os sistemas de canais radiculares livres de bactérias (BYSTRÖM; SUNDQVIST, 1981; SHUPING et al., 2000), o objetivo principal do tratamento do canal radicular é eliminar microrganismos e restos patológicos do sistema de canais radiculares, evitando a sua reinfecção (KAKEHASHI; STANLEY; FITZGERALD, 1969). Dentre os grandes desafios da Endodontia, um deles é vencer as inúmeras variabilidades morfológicas dos sistemas de canais radiculares e promover uma adequada desinfecção em toda sua extensão (LOPES; SIQUEIRA, 2004).

No tratamento endodôntico há várias etapas que, quando executadas corretamente e individualmente, contribuem para o sucesso do tratamento. Uma delas é a odontometria, que busca a mensuração do comprimento de trabalho, limitando a ação do operador nos procedimentos de instrumentação e obturação, de modo a evitar danos aos tecidos periapicais e favorecer o reparo da área acometida (SELTZER et al., 1968).

A definição do comprimento real do canal e a precisão do limite de trabalho são tarefas indispensáveis para uma correta realização do tratamento endodôntico, que tem as dificuldades ditadas pela complexidade anatômica da região apical em condições de normalidade, ou frente a processos patológicos e pela imprecisão dos métodos radiográficos em fornecer detalhadamente o real aspecto desta zona (BRITTO; NAKATSUKA; NABESHIMA, 2012).

Na clínica endodôntica, não há dúvidas de que o terço apical é classificado como a região do sistema de canais radiculares que requer maior atenção durante o preparo químico-mecânico (PQM), no que se refere ao saneamento e modelagem, particularmente, em função de ser considerada a região prevalente de microrganismos com elevada virulência, de difícil acesso e anatomicamente complexa (MICKEL et al., 2007). O acúmulo de remanescentes de tecido pulpar e raspas dentinárias causa frequente entulhamento do conduto radicular, principalmente nesta região (ARIAS et al., 2009). Esse fato pode ser evitado com a execução da patência foraminal durante os procedimentos de limpeza e modelagem, favorecendo sensivelmente o prognóstico (SCHILDER, 1974).

Manter o comprimento de trabalho do canal durante a preparação é essencial para assegurar a remoção adequada de microrganismos, que têm sido demonstrados a desempenhar um papel significativo na falha do tratamento de canais radiculares (NAIR, 2006). Estudos têm demonstrado a presença de bactérias na região do forame apical, com as colônias se estendendo até a região extra-radicular, em certos casos (SIGNORETTI et al., 2011). Estas bactérias, se não forem eliminadas, tem uma alta probabilidade de sobrevivência devido o fornecimento constante de alimentação a partir da área periapical. Isto implica que a limpeza e modelagem da região foraminal pode ser necessário para obter a desinfecção adequada do canal radicular para garantir ambiente favorável para a cura periapical (SAINI et al., 2015).

Dessa forma, a patência foraminal consiste na introdução de um instrumento que seja compatível com o diâmetro foraminal, por toda extensão radicular, ultrapassando o limite de instrumentação com o objetivo de manter toda a extensão do canal radicular livre de raspas dentinárias e restos de tecidos orgânicos (SCHILDER, 1974). A patência foraminal favorece uma obturação tridimensional (TSEISIS et al., 2008), além de contribuir para um melhor saneamento e antisepsia do sistema de canais radiculares (SOUZA, 2006).

Conhecer os limites longitudinais e transversais adequados à modelagem do sistema de canais radiculares e suas influências na clínica endodôntica podem contribuir para a tomada de decisões no que concerne o protocolo de modelagem endodôntica a ser utilizado. Desse modo, este estudo tem por objetivo realizar uma revisão de literatura que evidencia influência do alargamento foraminal no tratamento endodôntico objetivando a avaliação de aspectos clínicos favoráveis ou desfavoráveis ao sucesso dos casos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo mais importante da terapia de canais radiculares é minimizar o número de microrganismos e detritos patológicos nos sistemas de canais radiculares para prevenir ou tratar periodontite apical. Este processo de debridamento químico-mecânico, ou limpeza dos sistemas de canais radiculares, tem sido descrito como a remoção de todos os conteúdos dos sistemas de canais radiculares antes e durante a modelagem. Sendo descrita a limpeza mecânica como parte mais importante da terapia do canal radicular (GROSSMAN, 1970), também considerando a limpeza e modelagem como base para a terapia endodôntica bem-sucedida (SCHILDER, 1974).

Uma vez infectado, o espaço do canal radicular parece atuar como uma câmara de incubação seletiva para as bactérias (FABRICIUS et al., 1982). Um melhor prognóstico é visto quando as bactérias não cultiváveis são encontradas no momento da obturação e, quando não está presente lesão perirradicular. Portanto, o objetivo principal do tratamento endodôntico é evitar ou eliminar a infecção dentro do sistema de canais radiculares (CARD et al., 2002).

A instrumentação do ápice radicular tem sido considerada como um componente essencial na terapia endodôntica, principalmente no que se diz respeito ao processo de limpeza e modelagem desta região (SPANGBERG, 2001). A combinação de instrumentação mecânica e irrigação pode diminuir o número de microrganismos de 100 a 1000 vezes (BYSTRÖN; SUNDQVIST, 1981).

O limite apical de instrumentação consiste num tema que gera discussões no campo da endodontia que confronta a escola de gerações. Segundo a escola conservadora, o limite de trabalho do endodontista seria a constrição apical, 1 a 2 mm do ápice radiográfico em dentes polpados, preservando o chamado “coto pulpar” envolvido no reparo. A relutância da execução da limpeza foraminal se dá por se acreditar que seria um procedimento traumático e inadequado, gerando no paciente submetido a tal, desconforto e dor pós-operatória (LEONARDO, 2005). Na contramão disto, a escola renovadora tem como filosofia a limpeza e a modelagem do canal em toda sua extensão preservando sua anatomia natural, devendo o forame apical ser patente ou ampliado durante todo o preparo endodôntico (KHABBAZ; PAPADOPOULOS, 1999).

Avanços científicos têm melhorado o desenvolvimento de novos instrumentos, técnicas e tecnologias, mas a remoção completa da camada de detritos ainda não foi

alcançada. Variações anatômicas são fatores limitantes na preparação biomecânica dos canais radiculares, favorecendo a persistência de restos de tecido e detritos bacterianos no istmo, entradas e ramificações dos canais. A limpeza do terço apical do canal é obtida pela modelagem correta e procedimentos de irrigação, mas uma determinação precisa do diâmetro anatômico e alargamento do lúmen do canal são indispensáveis. Além disso, os instrumentos de maiores diâmetros permitem uma melhor adaptação às paredes do canal e produzem uma limpeza mais eficiente (FARINIUK et al., 2003).

No entanto, o material removido composto por raspas de dentina, fragmentos de tecido vital ou com necrose pulpar, microrganismos e solução irrigadora pode ser forçado além do ápice na direção da região periapical, causando reações inflamatórias e dor pós-instrumentação (ZARRABI; BIDAR; JAFARZEDAH, 2006). A quantidade de extrusão de material ao periápice varia de acordo com as técnicas de instrumentação e irrigação, a desobstrução apical e curvatura radicular (LEONARDI; ATLAS; RAIDEN, 2007).

As técnicas rotatórias sempre foram uma pretensão dos profissionais ligados à endodontia. A viabilização das técnicas mecânicas ocorreu com o emprego da liga de níquel-titânio (NiTi) para confecção dos instrumentos endodônticos (HECK, 2005). Trabalhos referentes à efetividade do tipo de instrumentação são vastos na literatura, apesar disso, pouco se sabe sobre a morfologia do forame apical após técnicas utilizando a ampliação foraminal (ENDO, 2009). Muitos trabalhos fornecem informações sobre a ampliação foraminal considerando os fenômenos histológicos que ocorrem na região periapical. No entanto, são poucos os que avaliam suas consequências clínicas, necessitando-se, assim, de mais estudos para o aprofundamento desta questão (GURGEL-FILHO et. al., 2010).

2.1 O EFEITO DA AMPLIAÇÃO FORAMINAL NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

2.1.1 Na morfologia do canal radicular

Bartha et al. (2006) compararam 2 técnicas de preparação realizadas sob condições clínicas simuladas com extensão do alargamento apical seguindo a determinação ideal do tamanho de preparação apical (APS). Após pré-alargamento de 240 canais radiculares utilizando instrumento rotatório NiTi lightspeed ou instrumentos manuais Niti aplicando a técnica forças balanceadas, as amostras foram seccionadas na área apical em 3 níveis. Cada secção transversal foi analisada microscopicamente para verificar a remoção circunferencial da parede do canal de dentina. Verificou-se que em 70% de canais radiculares instrumentados com NiTi lightspeed® rotatório e 69% dos canais com instrumentação manual NiTi, 2 de 3

níveis demonstraram que a dentina do canal radicular foi cortada em circunferência. Não houve perda de comprimento de trabalho e perfuração em ambos os grupos. O tamanho do preparo apical frequentemente resulta em preparação apical quase completa, independentemente das técnicas de preparação. Em alguns casos, a ampliação apical para o tamanho do preparo apical não consegue o corte completo das paredes dos canais.

Lima, Soares e Souza-filho (2012) avaliaram as alterações morfológicas do forame apical após o preparo endodôntico de canais curvos com diferentes sistemas rotatórios, empregando-se a patência e a ampliação foraminal. Foram selecionadas 20 raízes (mesiais e distais) de molares superiores humanos, que apresentavam o mesmo comprimento (12mm) e grau de curvatura (10° a 15°). Os espécimes foram divididos em dois grupos: no grupo 1 (G1), os canais foram preparados empregando-se a sequência de limas Pro Design® acopladas ao Sistema Easy Endo Slim® 20/03, 15/05, 22/04, 25/04, 20/06 e 20/07, nesta ordem; no grupo 2 (G2) os canais foram instrumentados através da sequência de limas Mtwo® no Sistema Mtwo® 10/04, 15/05, 20/0, 25/06, 30/05, 35/04, 40/04 e 25/07. O comprimento de trabalho foi estabelecido em 1 mm além do forame apical. As imagens, antes e após o preparo, foram obtidas em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e analisadas por meio do programa Image Manager (Leica IM50®). Os resultados mostraram que no G1, a média das áreas foi de 0,007 mm² e 0,115 mm², antes e após. No G2, observou-se que esses valores eram de 0,093 mm² e 0,183 mm², respectivamente. Em ambos os grupos houve diferença estatística antes e após o preparo do forame pelo teste de T-student pareado (p<0,005). Ao se aplicar o teste T-student independente (p=0,011) verificou-se que a ampliação foraminal no G2 foi estatisticamente maior que no G1. Em apenas 20% dos casos foram observadas formas irregulares de forames após a instrumentação. A ampliação foraminal empregada no preparo endodôntico de canais curvos permitiu um alargamento apical de forma regular, independentemente da sequência de limas rotatórias utilizadas neste estudo. O emprego da patência apical e ampliação foraminal durante o tratamento do sistema de canais radiculares é recomendável e seguro.

Souza et al. (2012) analisaram a influência do tamanho da dilatação do canal cementário em dentes com abertura foraminal lateral. Foram divididos 34 incisivos centrais superiores sem anatomia externa complexa, curvatura acentuada, rizogênese incompleta e reabsorção apical, conforme determinado pelo exame direto e radiografias periapicais. Grupo 1 (N=17), sem pré-alargamento e Grupo 2 (N=17), com pré-alargamento usando brocas LA Axxess. K-file de diâmetros crescentes foram progressivamente (#30-#55) inseridas no canal

até que fosse alcançado o forame apical e fixadas com adesivo de acetato de cianoacrilato. Raízes e limas foram seccionadas transversalmente 5 mm do ápice e foram examinados por microscopia eletrônica de varredura ($\times 140$). Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste T-Student e o teste exato de Fisher com nível de significância de 5%. O tamanho médio do instrumento foraminal (isto é, aqueles que se liga ao canal cementário) foi maior no grupo 2 (#40). As diferenças para cada tamanho de lima foram testadas pelo teste exacto de Fisher. Foi observada diferença estatisticamente significativa ($p = 0,047$) entre os tamanhos #30 e #35 no Grupo 1, quando comparado com o Grupo 2. Micrografias mostraram que em 19 (56%) o forame apical surgiu lateralmente ao ápice da raiz, enquanto que em 15 (44%) coincidiu com ele. Significativamente mais dificuldade para atingir o forame apical foi observado no Grupo 2. Os resultados sugerem que, quanto maior o tamanho do instrumento foraminal, há uma maior dificuldade na instrumentação do forame apical que pode estar lateralmente surgindo nos canais de cimento.

Silva et al. (2014) avaliaram o transporte foraminal durante alargamento foraminal após a instrumentação manual com limas de aço inoxidável, a preparação com o sistema Mtwo[®] e limas Reciproc[®] R25. Foram selecionados 30 canais méso-vestibulares de molares superiores e divididos em 3 grupos de acordo com os diferentes sistemas de instrumentação: Limas Manuais (HF), Sistema Mtwo (MS) e sistema Reciproc (RS). Todos os grupos foram preparados com o nível de instrumentação 1 mm além do ápice radicular. Fotomicrografias foram realizadas utilizando microscopia eletrônica de varredura, para gravar a anatomia foraminal antes e após a instrumentação. Os dados foram analisados utilizando ANOVA seguido pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%. O grupo instrumentado com limas manuais apresentou transporte foraminal maior (0,91% com desvio padrão 1,19) quando comparado com os grupos Mtwo (0,55% com desvio padrão de 0,80) e Reciproc (0,20% com desvio padrão 0,40) ($p < 0,05$). O grupo Reciproc mostrou o transporte mais baixo quando comparado com o grupo Mtwo ($p < 0,05$). Verificou-se então que, as limas de aço inoxidável causam transporte foraminal significativo, enquanto o sistema Reciproc mostrou preparo apical seguro, com pouco transporte.

2.1.2 Na qualidade da obturação

Velasco (2000) avaliou *in vitro* a qualidade do selamento apical em dentes preparados com alargamento foraminal intencional. Para tanto, 72 incisivos centrais superiores com canais retos e amplos e divididos em 3 grupos: GI – instrumentados até #45 e estabelecida patência com #15 (N=24); GII- experimental (N=24) instrumentados de acordo com os

procedimentos anteriores, porém com alargamento do diâmetro do forame até lima 25, conseguido através de uma sobreinstrumentação de 2,0 mm além do comprimento de trabalho estabelecido; GIII – experimental (N=24) instrumentados de acordo com os procedimentos anteriores, porém com alargamento do diâmetro do forame até lima 40, conseguido através de uma sobre instrumentação de 2,0 mm além do comprimento de trabalho estabelecido. Foram utilizadas limas manuais tipo K e o comprimento de trabalho estabelecido 1mm aquém do forame apical. Foram obturados usando a técnica da condensação lateral com cones de gutapercha e cimento Endomethazone. Para a avaliação da microinfiltração apical, os dentes foram impermeabilizados com esmalte de unha, com excessão dos 2,0 mm apicais e mergulhados em tinta nanquim, submetidos a vácuo e deixados no corante por um período de 7 dias a 37°C. Após a remoção da película de esmalte, as raízes foram diafanizadas e analisadas sob lupa estereoscópica. A qualidade do selamento apical foi avaliada em relação à penetração ou não do corante entre as paredes do canal e a obturação ou entre os componentes da obturação. Foi feita a análise estatística dos resultados segundo o teste T-student com nível de significância $p=0,05$. Não houve diferença estatística na qualidade do selamento apical em dentes preparados com alargamento foraminal 1mm além do forame (GII 30% e GIII 40% de infiltração positiva do marcador), quando comparados aos dentes preparados 1mm aquém (GI 35%). Diferentes diâmetros de alargamento foraminal não influenciam na qualidade do selamento apical dos canais obturados. Portanto, o alargamento intencional do forame é uma manobra confiável na terapia endodôntica em relação ao selamento apical.

Silva (2011) avaliou a influência do alargamento foraminal e limite de instrumentação na alteração da anatomia apical e na capacidade de selamento após obturação. Foram selecionadas 55 raízes palatinas de molares superiores humanos extraídos. As amostras foram divididas em três grupos (N=15) de acordo com o comprimento de trabalho, no qual o grupo 1 foi instrumentado a 1mm aquém do forame; o grupo 2 foi instrumentado no limite do forame apical; e o grupo 3 instrumentado a 1mm além do forame. Em todos os grupos foram utilizados instrumentos K3 rotatórios de níquel-titânio, através da utilização de três limas de calibre subsequente ao do primeiro instrumento que se ajustou no comprimento de trabalho, e a obturação foi realizada com cimento AH Plus e gutapercha. Fotomicrografias foram realizadas em microscopia eletrônica de varredura, para registro da anatomia foraminal antes da instrumentação, após a utilização de cada instrumento, após instrumentação final e após obturação. Além disso, em todos os grupos foi realizada análise pelo teste de infiltração coronária por *Enterococcus faecalis*, incluindo os controles positivos (N=5) e controles

negativos (N=5). Os resultados deste estudo mostraram o canal cementário preservado quando a instrumentação é realizada 1mm aquém do forame apical. No que se refere à qualidade da ampliação foraminal não houve diferença estatística entre a ampliação realizada no limite do forame e a ampliação efetuada 1mm além do forame. Quando esta ampliação foi conduzida além do forame apical, maiores foram às ocorrências de desvio foraminal, porém esses desvios não interferiram na qualidade de selamento ou infiltração bacteriana. A análise em microscópio eletrônico de varredura mostrou uma melhor qualidade de selamento apical para os grupos que o alargamento foraminal foi realizado. No entanto, o modelo experimental de infiltração bacteriana utilizando *Enterococcus faecalis* não revelou diferenças entre os grupos experimentais.

Silva et al. (2016) avaliaram a influência do comprimento de trabalho e alargamento foraminal na capacidade de selamento e anatomia da região apical da raiz. Desta forma, 55 raízes de molares humanos foram divididas em três grupos: G1 (instrumentados 1 mm aquém do forame), G2 (instrumentação no limite do forame) e G3 (instrumentação 1 mm além do forame). Todos os grupos foram preparados usando instrumental K3 rotatório de níquel-titânio e obturados com AH Plus e guta-percha. Fotomicrografias foram feitas usando um microscópio eletrônico de varredura, antes da instrumentação, após instrumentação com cada lima e depois da obturação do canal radicular. Além disso, foi realizada infiltração bacteriana com *Enterococcus faecalis*. Os resultados foram analisados por meio dos testes de Mann-Whitney, Friedman, Kruskal-Wallis e de Kaplan-Meier em um nível de significância de 5%. O canal cementário foi sobinstrumentado no G1. Não foi observada diferença estatística em relação desvio forame quando comparados G2 e G3 ($P > 0,05$), onde G1 não apresentou desvio de forame. A análise de MEV mostrou que a qualidade da obturação do forame apical foi melhor em G2 (93,3%) e G3 (83,7%) em relação a G1. No G1, apenas 40% apresentavam quatro quadrantes de círculo obturados. Não houveram diferenças estatisticamente significativas na microinfiltração entre todos os grupos testados. Nas condições deste estudo, pode-se concluir que o alargamento forame resultou em desvio mais apical; no entanto, não foram observadas diferenças na microinfiltração bacteriana entre os grupos experimentais.

2.1.3 No reparo periapical (estudo em cães)

Benatti et al. (1985) estudaram a influência do alargamento intencional do forame apical no reparo periapical em cães. Foram tratados 134 canais radiculares de 13 cães sob anestesia geral. Os canais foram instrumentados 2mm além dos ápices e a medida foi confirmada através de radiografias com os instrumentos nos canais radiculares. Após isso,

dividiu os canais em grupos de acordo com o instrumento usado e a distância relativa obtida através das radiografias: GI - Limas Kerr #40, ultrapassando 1-2mm do forame apical / N=20, GII- Limas Kerr #40, ultrapassando 3mm do forame apical/ N=21, GIII- Limas Kerr #60 ultrapassando 1-2mm / N=21, GIV- Limas Kerr #60, ultrapassando 3mm do forame apical / N=20, GV- Limas Kerr #80, ultrapassando 1-2mm / N=26 e GVI- Limas Kerr #80, ultrapassando 3mm / N=26 e irrigando com frequência durante a instrumentação com tergentol, lauril sulfato de sódio éter dietilenoglicol a 28% (Searle, Chicago, IL). A obturação consistiu em cones de guta-percha e Endomethasone como selante. Obturação na distância de 1 a 3mm aquém do forame apical baseada nas radiografias obtidas e seladas com cimento de óxido de zinco e eugenol. Os animais foram sacrificados após 3, 7, 30 e 120. As amostras foram fixadas em formol tamponado a 10% e descalcificadas com ácido fórmico e citrato de sódio de acordo com a técnica de Morse por um período de 20 a 30 dias. As raízes foram separadas e preparadas para exame histológico coradas com hematoxilina e eosina. Verificou-se então que canais preenchidos de guta-percha e cimento 3 mm aquém do forame, demonstraram excelente cura. O processo de reparação sem inflamação no ligamento periodontal se estendeu na parte preparada e vazia do canal. Pôde-se notar também, crescimento de tecido conjuntivo fibroso para o interior dos canais, formações de cimento sobre as paredes internas dos canais e a ocorrência de osteogênese na parte axial do tecido conjuntivo que cresceu para o interior dos canais radiculares. No que diz respeito a ampliação, os resultados se mostraram favoráveis, mas a confirmação deve ser obtida através de futuras investigações para casos de necrose pulpar ou infecção.

Souza Filho, Benatti e Almeida (1987) avaliaram a influência do alargamento foraminal na reparação periapical de dentes contaminados de cães. Os canais radiculares (N=32) de dentes pré-molares foram instrumentados mais de 2 mm além do forame baseados nas medições radiográficas com lima Kerr #15 e expostos à contaminação e ao desenvolvimento de inflamação periapical durante um período de 45 dias. Numa segunda sessão, os dentes foram isolados com dique de borracha e a superfície foi desinfetada com tintura de iodo. Todos os canais foram preparados 2 mm além dos ápices radiográficos até o diâmetro #60 com limas Kerr. Durante a instrumentação os canais foram irrigados com frequência e secados com pontas de papel absorvente. Os canais radiculares foram obturados de 2 a 3 mm aquém dos ápices radiculares. Noventa dias após endodontia, ocorreu cicatrização e crescimento interno de tecido conjuntivo para dentro do canal radicular em 67,8% dos casos. Estes resultados sugerem que o diâmetro do forame e a intensidade da

contaminação do canal são fatores determinantes para a reparação dos tecidos periapicais em casos de necrose pulpar.

2.1.4 Dor pós-operatória

Gurgel-Filho et al. (2010) avaliaram a dor pós-operatória em dentes vitais uni ou birradiculares submetidos ou não ao alargamento foraminal até a lima # 30. Foram selecionados 40 dentes vitais, uni ou birradiculares com necessidade de tratamento endodôntico e divididos randomicamente em dois grupos. No Grupo I experimental (N=20) foi preconizada ampliação foraminal até a lima #30 e comprimento de trabalho 1 a 2 mm aquém do forame. No Grupo II de controle (N=20) foi preconizado limite de trabalho de 1 a 2 mm aquém do ápice e manutenção do remanescente pulpar. Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo operador. A vitalidade pulpar foi analisada com base em aspectos clínicos e radiográficos. Todos os dentes foram tratados em sessão única e o localizador apical Root ZX[®] foi utilizado para a determinação do comprimento de trabalho, conjuntamente com a comprovação radiográfica. A dor foi avaliada por um período de 24 e 48h. No Grupo I, nenhum paciente relatou dor. No Grupo II, 3 pacientes (15%) relataram dor (1 notou dor suave nas primeiras 24 horas, 1 com dor moderada nas primeiras 24 horas e 1 com dor moderada nas primeiras 24 e 48 horas). Com base nos resultados relatados pelos pacientes, não foi observada diferença estatística entre os dois grupos, ou seja, o alargamento do forame apical não aumentou a incidência de dor.

Silva et al. (2013) realizaram um estudo controlado randomizado e prospectivo clínico para determinar se o alargamento foraminal durante o tratamento endodôntico está associada à dor pós-operatória em comparação com a instrumentação padrão sem alargamento. Um número de 40 voluntários com canais radiculares únicos foram diagnosticados com necrose assintomática e periodontite apical. Em seguida, foram divididos igualmente em 2 grupos experimentais (o grupo de controle e o grupo com alargamento foraminal). O tratamento endodôntico foi realizado em sessão única e os voluntários foram instruídos a registrar a intensidade da dor (nenhuma, leve, moderada e grave). Pontuações de 1 a 4 foram atribuídas a cada tipo de dor após 12, 24, e 48 horas. Os testes t de Student e Kolmogorov-Smirnov foram usados para determinar diferenças significativas em $P < .05$. A percentagem de indivíduos que relataram nenhuma dor ou dor suave depois de um período de 12 horas para os grupos controle e experimental foi de 80% e 75%, respectivamente. Depois de um período de 24 horas, 80% do grupo controle e 90% do grupo experimental relataram nenhuma dor ou dor leve. Depois de um período de 72 horas, dor moderada foi observada em apenas 15% do

grupo de controle e 10% do Grupo experimental. Nenhum paciente neste estudo relatou dor intensa em qualquer ponto do tempo. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P > 0,05$, teste t-Student). Não houve diferença estatisticamente significativa na dor pós-operatória entre os grupos em qualquer período de observação ($P > 0,05$). Além disso, não se observou qualquer diferença significativa no número médio de comprimidos analgésicos utilizados entre os grupos ($p > 0,05$). O alargamento foraminal e técnicas sem alargamento resultaram na mesma dor pós-operatória e necessidade de medicação analgésica. Isto pode sugerir que o uso do alargamento foraminal apresenta previsibilidade em endodontia, sem aumentar a dor pós-operatória.

Saini et al. (2015) realizaram um estudo controlado randomizado para avaliar o efeito do alargamento foraminal no preparo químico-mecânico de canais na dor pós-operatória. Foram selecionados 70 primeiros molares inferiores diagnosticados com necrose pulpar e periodontite apical crônica, divididos igualmente ($n=35$) em dois grupos - com alargamento foraminal (FE) e sem ampliação foraminal (NFE). A modelagem coronal e ampliação dos canais foram realizadas com brocas Gates-Glidden de baixa velocidade (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Suíça). O comprimento de trabalho foi determinado utilizando um localizador foraminal eletrônico (Root ZX®; J Morita, Irvine, CA, EUA) e diagnóstico radiográfico com lima. No grupo FE, a instrumentação foi realizada no comprimento de trabalho estabelecido na leitura "APEX" do localizador foraminal eletrônico. No grupo NFE, foram preparados os canais com comprimento de trabalho 1 mm aquém da leitura do "APEX". A patência do canal foi mantida em ambos os grupos por meio de uma lima de aço inoxidável #10 0,5-1,0 mm além do comprimento de trabalho. Os canais foram ampliados com limas de aço inoxidável manuais de conicidade 0.02 três diâmetros maiores do que a primeira lima no comprimento de trabalho. Os canais foram irrigados com 5 mL de 3% NaOCl após cada ciclo de instrumentação. Após a conclusão da instrumentação de canal, todos os canais foram irrigados com 5 mL de 17% de EDTA durante 1 min seguido de irrigação final com 5 mL de 3% de NaOCl. A experiência de dor e analgesia foi registrada durante 7 dias após o preparo biomecânico. Os dados foram analisados por meio dos testes de Mann-Whitney e qui-quadrado. Os resultados da experiência de dor foram maiores com o alargamento foraminal do que quando se utilizou a técnica convencional. Uma diferença significativa foi observada em dor pós-operatória durante os primeiros 4 dias e no sexto dia ($P < 0,05$), com maior dor no grupo FE em comparação com o grupo NFE. Não houve diferença significativa na prevalência do consumo de analgésicos e número de doses entre os grupos experimentais ($P >$

0,05). Concluiu-se então que o alargamento do forame durante o tratamento do canal radicular aumentou a incidência e a intensidade da dor pós-operatória diante da técnica de instrumentação avaliada.

Bourreau, Soares e Souza-filho (2015) realizaram um estudo clínico prospectivo randomizado onde foi analisada a influência de duas substâncias químicas auxiliares, com diferentes potenciais de toxicidade, na dor pós-operatória observada em 301 tratamentos endodônticos concluídos em uma única sessão, com ampliação do forame apical e sobre-extensão de cimento para o periápice. Foram usados gel de clorexidina a 2% (CHX 2% gel; N=145) e hipoclorito de sódio a 5,25% (NaOCl 5,25%; N=156). Todos os dentes, independentemente da condição do tecido pulpar e consequente diagnóstico periapical, foram tratados usando instrumentação com a técnica crown-down com alargamento dos terços cervical e médio usando instrumentação rotatória HERO 20/.06 (HERO 642; MicroMega®, Besançon, Franche-Comté, França). Quando necessário, o alargamento do corpo do canal foi complementada com brocas Gates-Glidden #4 a #2 (DentsplyMaillefer®; Ballaigues, Jura-Nords Vaudois, Suíça) no sentido coroa-ápice para promover uma redução gradual adequada. O terço apical foi explorado usando Lima tipo K #10 (Hi-5; Miltex®, York, PA, EUA) para a descontaminação progressiva até alcançar a permeabilidade. O comprimento de trabalho (CT) foi estabelecido como 1 mm além comprimento do real do canal radicular, a fim de sobreinstrumentar a área do forame apical, mantendo esta área limpa e livre de detritos. Posteriormente, a instrumentação do canal e modelagem foi realizada utilizando instrumentos rotatórios (sistema Mtwo; VDW®, Bayerwaldstrasse Munique, Alemanha) números 10/.04, 15/05, 20/.06 e 25/.06, de acordo com as recomendações do fabricante. Os canais em ambos os grupos foram copiosamente irrigados com 5 ml de solução salina fisiológica sob pressão, em cada alteração de instrumento. Após a preparação do canal radicular e modelagem, o diâmetro final do forame foi determinado (lima de acabamento anatômico), estabelecendo o tamanho da lima do tipo K manual (CC+; VDW®, Bayerwaldstrasse, Munique, Alemanha), que forneceu o melhor ajuste dentro do forame preparado. Este diâmetro foi tomado como referência para calibrar o cone principal de guta-percha (Konne®, Belo Horizonte, MG, Brasil) para o preenchimento do canal radicular. Na ausência de um batente apical para a ancoragem, o diâmetro para a calibração do cone foi definido como dois tamanhos maiores do que o diâmetro final do forame. A obturação do canal radicular foi realizada em 2mm aquém do comprimento real do canal. A incidência de dor pós-operatória e desconforto foi avaliada em 24 horas, e foi expressa em porcentagem. Os testes (exato de Fischer e de Qui-quadrado)

foram utilizados para comparar a variação da dor pós-operatória. Os fatores analisados foram dor prévia, estado pulpar, idade e número de canais radiculares. Nos dentes com dor prévia e instrumentados com CHX 2% gel, a incidência de dor pós-operatória foi 22,22% (6/27), contra 11,11% (3/22) nos dentes instrumentados com NaOCl 5,25%. Nos dentes sem dor prévia e instrumentados com CHX 2% gel, a incidência de dor pós-operatória foi 5,08% (6/118), contra 2,33% (3/129) nos dentes instrumentados com NaOCl 5,25%, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Os resultados mostraram que a dor prévia exerceu uma influência significativa no estado pós-operatório ($p < 0,001$). Após 24 horas, 93,7% (282/301) dos dentes não apresentaram dor, ao passo que 6,3% (19/301) tiveram algum nível de dor pós-operatória e fizeram uso de uma ou duas doses da medicação. Diante dos resultados, concluiu-se que a substância química auxiliar não está associada à dor pós-operatória.

2.1.5 Limpeza da região apical e Extrusão apical de debris

Borges et al. (2011) avaliaram, *in vitro*, a limpeza da região apical em canais radiculares com curvaturas suaves ou moderadas submetidos à preparação biomecânica com um sistema rotatório e a quantidade de material extruído para a área periapical. Foram selecionados 32 incisivos laterais, 16 com curvatura com ângulos menores ou iguais a 10° (GI) e 16 com ângulos entre 11° e 25° (GII) foram submetidos à instrumentação rotatória HERO 642 com diferentes diâmetros cirúrgicos: (A) 30,02 e (B) 45,02. A irrigação foi realizada em cada alteração do instrumento com 5 ml de água ultrapura Milli-Q e o material extruído através do forame foi recolhido. Secções transversais das raízes foram submetidos à análise histológica por microscopia óptica ($\times 40$) e avaliadas morfometricamente usando o software Image Tool. A quantificação do material extruído foi realizada por pesagem após evaporação do líquido. ANOVA não mostrou diferenças estatisticamente significantes ($P > 0,05$) entre os grupos no que diz respeito aos procedimentos utilizados para limpar a região apical. Considerando a quantidade de material extruído, o HSD de Tukey mostrou que os canais com curvatura leve preparados com o diâmetro cirúrgico 45,02 mostraram valores mais elevados (0,2mg) ($p < 0,05$) que os dos outros grupos (45,02 com curvatura moderada = 0,09mg; 30,02 com curvatura leve = 0,07mg; 30,02 com curvatura moderada = 0,11mg), que foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). Observou-se que, o efeito de limpeza da região apical não diferiu entre os grupos, considerando-se a curvatura da raiz e o diâmetro cirúrgico de instrumentos utilizados para a modelagem apical. A quantidade de material extruído foi maior

em canais com curvatura suave que foram preparadas com o diâmetro do instrumento cirúrgico 45.02.

REFERÊNCIAS

- ARIAS, A et al. Relationship between postendodontic pain, tooth diagnostic factors, and apical patency. **Journal of Endodontics**. v.2. n.35. p.189-192. 2009.
- BARTHA, T. et al. Extended apical enlargement with hand files versus rotary NiTi files. Part II. **OOOOE**, Tubingen - Ger, v. 102, n. 5, p.692-697, 2006.
- BENATTI, O. et al. A Histological Study of the Effect of Diameter Enlargement of the Apical Portion of the Root Canal. **Journal Of Endodontics**, U.S.A, v. 11, n. 10, p.428-434, out. 1985.
- BORGES, M. F. A. et al. Influence of Apical Enlargement in Cleaning and Extrusion in Canals with Mild and Moderate Curvatures. **Brazilian Dental Journal**, Araraquara, Sp, Brasil, v. 22, n. 3, p.212-217, 2011.
- BOURREAU, M. L. S.; SOARES, A. J.; SOUZA-FILHO, F. J. Evaluation of postoperative pain after endodontic treatment with foraminal enlargement and obturation using two auxiliary chemical protocols. **Rev Odontol Unesp**. Campinas-sp, p. 157-162. jun. 2015.
- BRITTO, M. L. B.; NAKATSUKA, A. K.; NABESHIMA, C. K. Evaluation of the working length after rotary instrumentation. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 1, p.76-79, jun. 2012.
- BYSTRÖN, A. SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scandinavian Journal of Dental Research** v.89, p.321–328. 1981.
- CARD, S. J. et al. The Effectiveness of Increased Apical Enlargement in Reducing Intracanal Bacteria. **Journal of Endodontics**, San Antonio - Eua, v. 28, n. 11, p.779-783, nov. 2002.
- DE SOUZA FILHO, F. J.; BENATTI, O.; DE ALMEIDA, O. P. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 64, n. 4, p. 480-484, 1987.
- DOTTO, S.R. et al. EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTION OF DIFFERENT MEDICATIONS USED IN ENDODONTICS. **Revista Odonto Ciência**, Santa Cruz do Sul - Rs, v. 21, n. 55, p.266-269, jul. 2006.
- ENDO, M. S. Análise morfológica do forame apical após o preparo endodôntico com patência e ampliação foraminal, comparando instrumentos manuais e rotatórios. 2009. 46 f. **Monografia (especialização)** - curso de odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba – SP, 2009.
- FABRICIOUS, L. et al. Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. **Scandinavian Journal of Dental Research**. v.9, p.134–44. 1982.
- FARINIUK, L. F. et al. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the ENDOflash system. **Journal of Endodontics** v.29, p.651-653. 2003.
- GROSSMAN, L.I. **Endodontic practice**, 7ª ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1970.

- GURGEL-FILHO, E. D. et al. In vivo evaluation of post operative pain in vital pulps after the foramen enlargement. **Rfo - Upf**, Passo Fundo - RS, v. 15, n. 2, p.145-149, maio 2010.
- HECK, A. R. **Avaliação da alteração morfológica do canal radicular após o preparo com três técnicas de instrumentação e do tempo gasto para sua execução** [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2005.
- KAKEHASHI S., STANLEY H.R., FITZGERALD R. The exposed germ-free pulp: effects of topical corticosteroid medication and restoration. **Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology**. v.27, p.60–67. 1969.
- KHABBAZ M.G., PAPADOPOULOS P.D. Deposition of calcified tissue around an overextended gutta-percha cone: case report. **International Endodontic Journal**. v.3, n.3, p.232-5. 1999.
- LEONARDI L.E., ATLAS D.M., RAIDEN G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. **Brazilian Dental Journal**;18:1619. 2007.
- LEONARDO, M.R. **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. São Paulo: Artes Médicas; 2005.
- LIMA, T. F. R.; SOARES, A. J.; SOUZA-FILHO, F. J. Morphological evaluation of the apical foramen after shaping root canals with two rotatory systems. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, Higienópolis – São Paulo, v. 4, n. 66, p.272-276, abr. 2012.
- LOPES, H.P.; SIQUEIRA Jr, J.F. **Endodontia - Biologia e técnica**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2004.
- MICKEL, A.K. et al. The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. **Journal of Endodontics**. v.1. n.33. p.21-23. 2007.
- NAIR, P.N. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. **International Endodontic Journal** v.39, p.249–281. 2006.
- SAINI, H.R., SANGWAN, P., SANGWAN, A. Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis – A randomized controlled trial. **International Endodontic Journal**. Rohtak – India, p.01-08, nov. 2015.
- SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Amer**. v.2. n.18. p.269-296. 1974.
- SELTZER, S. et al. Biologic aspects of endodontics: part III – periapical tissue reactions to root canal instrumentation. **Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology**. v.26. p.534-546. 1968.
- SIGNORETTI, F.G. et al. Persistent extraradicular infection in root-filled asymptomatic human tooth: scanning electron microscopic analysis and microbial investigation after apical microsurgery. **Journal of Endodontics** v.37, p.1696–1700. 2011.
- SHUPING, G.B. et al. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. **Journal Of Endodontics**, v. 26, n. 12, p.751-755, dez. 2000.
- SILVA, D. et al. Evaluation of foraminal transportation during foraminal enlargement with different instrumentation systems. **Brazilian Journal of Oral Science**. Niterói-rj, p. 246-250. 10 dez. 2014.

SILVA, E. J. N. L. et al. Postoperative Pain after Foraminal Enlargement in Anterior Teeth with Necrosis and Apical Periodontitis: A Prospective and Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**. Campinas-sp, p. 173-176. fev. 2013

SILVA, J. M. **INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO FORAMINAL NA ANATOMIA APICAL E NA QUALIDADE DE SELAMENTO APÓS OBTURAÇÃO**. 2011. 63 f. Tese (Doutorado) - Curso de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba - SP, 2011.

SILVA, J. M. et al. Influence of working length and foraminal enlargement on foramen morphology and sealing ability. **Indian Journal Dental Research**. p. 66-72. 2016.

SOUZA, R. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. **Brazilian Dental Journal**; v.1, n.17, p.6-9. 2006.

SOUZA, R. A. et al. Influence of Apical Foramen Lateral Opening and File Size on Cemental Canal Instrumentation. **Brazilian Dental Journal**, Salvador - Ba, v. 23, n. 2, p.122-126, 2012.

SPANGBERG, L. The wonderful world of rotary root canal preparation. **OOOOE**. v.5, n.92, p.479. 2001.

TSESIS, I. et al. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. **International Endodontic Journal**; v.5, n.41, p.431-5. 2008.

VELASCO, J. O. Avaliação da qualidade de selamento apical de obturações endodônticas em dentes preparados com alargamento intencional do forame. 2000. 111 f. **Monografia (Especialização)** - Curso de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba - SP, 2000.

ZARRABI, M.H., BIDAR, M., JAFARZADEH, H. An in vitro comparative study of apically extruded debris resulting from conventional and three rotary (Profile, Race, FlexMaster) instrumentation techniques. **Journal of Oral Science**. v.48, p.85-88. 2006.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

Endodontia

INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO FORAMINAL NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: UMA REVISÃO DA LITERATURA.

INFLUENCE OF FORAMINAL ENLARGEMENT IN ENDODONTIC TREATMENT: A LITERATURE REVIEW.

Francisco Rojas Dassayelwis Thaynann Silva Oliveira¹, Luciana Ferraz Gominho²
Rosana Araújo Rosendo², Tássia Cristina de Almeida Pinto Sarmento²

1. Graduando de Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande. Correspondência: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Avenida dos Universitários, S/N, Rodovia Patos/Teixeira, km1, Jatobá, CEP: 58700-970 – Patos-Paraíba – Brasil. E-mail: thaynannrojas@gmail.com

2. Professora Doutora: curso de Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande. Correspondência: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Avenida dos Universitários, S/N, Rodovia Patos/Teixeira, km1, Jatobá, CEP: 58700-970 – Patos-Paraíba – Brasil. E-mail: fggf.end@gmail.com

RESUMO

Na endodontia, o tamanho do alargamento apical se mostra como um assunto controverso entre clínicos e pesquisadores. Atualmente, o foco concentra-se na busca do tamanho adequado do alargamento foraminal e limite apical de obturação de acordo com a complexidade do terço apical de um dente. Neste estudo, foi analisada através de uma revisão literária, a influência da ampliação foraminal no tratamento endodôntico. Realizou-se uma busca por artigos científicos para esclarecimento da temática abordada publicados entre 1968 a 2016 e acessados nas bases de dados Scielo, LILACS, PubMed e Biblioteca Digital da UNICAMP no período de Janeiro a Agosto de 2016. Foram utilizados teses e artigos científicos nacionais e internacionais disponíveis em texto completo relativos à instrumentação endodôntica no âmbito da patência foraminal, do diâmetro do alargamento do forame apical e sua extensão, da dor pós-operatória, da limpeza da região apical, da extrusão de debris periapical e do transporte foraminal após técnicas que envolvam o alargamento foraminal. De acordo com a revisão realizada, os resultados se mostraram favoráveis à utilização da tática operatória de ampliação do forame apical. Em relação à modelagem do ápice radicular, o tamanho #40 apresentou resultado satisfatório em relação ao alargamento e que o selamento apresenta melhor qualidade quando a instrumentação é conduzida no limite do forame. A dor pós-operatória não foi observada em dentes vitais. Contudo, em molares com diagnóstico de necrose pulpar pode-se verificar a ocorrência de leve aumento da sensibilidade pós tratamento. A ampliação não se mostrou com efetiva interferência negativa. Pode-se concluir que o uso do alargamento foraminal apresenta resultados favoráveis para o tratamento endodôntico nos aspectos observados.

Palavras-chave: Endodontia. Dor pós-operatória. Instrumentação.

ABSTRACT

In endodontic therapy, the size of the apical enlargement appears as a controversial issue among clinicians and researchers. Currently, the focus is in the search for suitable size of the apical foramen enlargement and limit shutter according to the complexity of the apical third of a tooth. This study analyzed through a literature review the influence of foraminal expansion in endodontic treatment. We conducted a search for scientific articles to the theme addressed clarification published between 1968-2016 and accessed in Scielo databases, LILACS, PubMed and UNICAMP Digital Library in 2016. These were used and national and international scientific papers available full text relating to endodontic instrument within the foraminal patency, diameter enlargement of the apical foramen and its extension, postoperative pain, cleaning apical region of the periapical debris extrusion and foraminal transport after techniques involving enlargement foraminal. According to the review carried out, the results were favorable to the use of tactical operative enlargement of the apical foramen. Regarding the modeling of the root apex size # 40 presents satisfactory results in relation to enlargement and the sealing has better quality when the instrumentation is conducted in the foramen limit. Postoperative pain wasn't observed in vital teeth, but molars with pulp necrosis occurred slight increase in pain. The expansion was not effective with negative interference. It can be concluded that the use of foraminal enlargement presents favorable results for endodontic treatment.

Key-words: Endodontics. Pain, Postoperative. Instrumentation.

Introdução

A limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares são requisitos fundamentais para se obter a assepsia e propiciar condições para os tecidos envolvidos retornarem ao seu estado de saúde¹. Embora seja praticamente impossível tornar os sistemas de canais radiculares livres de bactérias^{2,3}, o objetivo principal do tratamento do canal radicular é eliminar microrganismos e restos patológicos do sistema de canais radiculares, evitando a sua reinfecção⁴. Vencer as inúmeras variabilidades morfológicas dos sistemas de canais radiculares e promover uma adequada desinfecção em toda sua extensão é um dos grandes desafios da Endodontia⁵.

Há várias etapas que, quando executadas corretamente e individualmente, contribuem para o sucesso do tratamento endodôntico. Uma delas, a odontometria, busca a mensuração do comprimento de trabalho, limitando a ação do operador nos procedimentos de instrumentação e obturação, de modo a evitar danos aos tecidos periapicais e favorecer o reparo da área acometida⁶. Esta definição do comprimento real do canal radicular e a precisão do limite de trabalho são tarefas indispensáveis para correta realização do tratamento endodôntico, que tem as dificuldades ditadas

pela complexidade anatômica da região apical em condições de normalidade ou frente a processos patológicos e pela imprecisão dos métodos radiográficos em fornecer detalhadamente o real aspecto desta zona⁷.

Não há dúvidas de que o terço apical é a região do sistema de canais radiculares que requer maior atenção durante o preparo químico-mecânico (PQM), no que se refere ao saneamento e modelagem, em função de ser considerada uma região prevalente de microrganismos com elevada virulência, de difícil acesso e anatomicamente complexa⁸. O acúmulo de remanescentes de tecido pulpar e raspas dentinárias causa frequente de entulhamento do conduto radicular, principalmente nesta região⁹. Fato que pode ser evitado com a execução da patência foraminal durante os procedimentos de limpeza e modelagem, favorecendo o prognóstico¹⁰.

Manter o comprimento de trabalho do canal radicular durante a preparação é essencial para assegurar a remoção adequada de microrganismos, que têm demonstrado desempenhar papel significativo na falha do tratamento de canais radiculares¹¹. Estudos têm demonstrado a presença de bactérias na região do forame apical, com as colônias se estendendo até a região extra-radicular, em certos casos¹². Estas bactérias, se não eliminadas, tem uma alta probabilidade de sobrevivência devido o fornecimento constante de alimentação a partir da área periapical. Isto implica que a limpeza e modelagem da região foraminal pode ser necessária para obter uma desinfecção adequada, garantindo ambiente favorável para a cura periapical¹³. Dessa forma, a patência foraminal consiste na introdução de um instrumento que seja compatível com o diâmetro foraminal, por toda extensão radicular, ultrapassando o limite de instrumentação com o objetivo de manter toda a extensão do canal radicular livre de raspas dentinárias e restos de tecidos orgânicos¹⁰, favorecendo uma obturação tridimensional¹⁴, além de contribuir para um melhor saneamento e antissepsia do sistema de canais radiculares¹⁵.

Conhecer os limites longitudinais e transversais adequados à modelagem do sistema de canais radiculares e suas influências na clínica endodôntica podem contribuir para a tomada de decisões no que concerne o protocolo de modelagem endodôntica a ser utilizado. Desse modo, este estudo tem por objetivo realizar uma revisão de literatura que evidencia a influência do alargamento foraminal no tratamento endodôntico objetivando a avaliação de aspectos clínicos favoráveis ou desfavoráveis ao sucesso dos casos.

Métodos

O estudo desenvolvido consiste em um trabalho de exploração utilizando de uma pesquisa através da literatura, constituído de material que já foi elaborado e artigos científicos. Foi realizada uma pesquisa de Janeiro a Agosto de 2016 buscando artigos científicos sobre a temática abordada que foram acessados nas bases de dados Scielo, LILACS, PubMed e Biblioteca Digital da UNICAMP. Foram utilizados artigos científicos nacionais e internacionais disponíveis *online* em texto completo, entre os anos de 1968 a 2016. Para esta seleção de fontes, considerou-se como critério de inclusão textos que abordassem o alargamento foraminal e todo o seu contexto científico, sendo excluídos aqueles que não abordaram a temática. Após a seleção dos artigos, foi realizada uma leitura analítica, tendo em vista a ordenação das informações contidas nas fontes, possibilitando a elaboração do que foi proposto pela revisão. Diante dos estudos coletados, procedeu-se uma análise crítica embasada no referencial teórico proposto pela temática desta revisão.

Revisão da literatura

O objetivo da terapia de canais radiculares é minimizar o número de microrganismos e detritos patológicos para prevenir ou tratar a periodontite apical. Este processo de debridamento químico-mecânico tem sido descrito como a remoção de todos os conteúdos dos sistemas de canais radiculares antes e durante a modelagem. Sendo descrita limpeza mecânica como a parte mais importante da terapia do canal radicular¹⁶, também considerando a limpeza e modelagem como base para a terapia endodôntica bem-sucedida¹⁰.

Uma vez infectado, o espaço do canal radicular parece atuar como uma câmara de incubação seletiva para as bactérias¹⁷. Um melhor prognóstico é visto quando as bactérias não cultiváveis são encontradas no momento da obturação e, quando não está presente lesão apical. Portanto, o objetivo principal do tratamento endodôntico é evitar ou eliminar a infecção dentro do sistema de canais radiculares¹⁸.

A instrumentação do ápice radicular tem sido considerada como um componente essencial na terapia endodôntica, principalmente no que se diz respeito ao processo de limpeza e modelagem desta região¹⁹. A combinação de

instrumentação mecânica e irrigação pode diminuir o número de microrganismos de 100 a 1000 vezes².

O limite apical de instrumentação consiste num tema que gera discussões no campo da endodontia que confronta a escola de gerações. Segundo a escola conservadora, o limite de trabalho do endodontista seria a constrição apical, 1 a 2 mm do ápice radiográfico em dentes polpados, preservando o chamado “coto pulpar” envolvido no reparo. A relutância da execução da limpeza foraminal se dá por se acreditar que seria um procedimento traumático e inadequado, gerando no paciente submetido a tal, desconforto e dor pós-operatória²⁰. Na contramão disto, a escola renovadora tem como filosofia a limpeza e a modelagem do canal em toda sua extensão preservando sua anatomia natural, devendo o forame apical ser patente ou ampliado durante todo o preparo endodôntico²¹.

Avanços científicos têm melhorado o desenvolvimento de novos instrumentos, técnicas e tecnologias, mas a remoção completa da camada de detritos ainda não foi alcançada. Variações anatômicas são fatores limitantes na preparação biomecânica dos canais radiculares, favorecendo a persistência de restos de tecido e detritos bacterianos no istmo, entradas e ramificações dos canais. A limpeza do terço apical do canal é obtida pela modelagem correta e procedimentos de irrigação, mas uma determinação precisa do diâmetro anatômico e alargamento do lúmen do canal são indispensáveis. Além disso, os instrumentos de maiores diâmetros permitem uma melhor adaptação as paredes do canal e produzem uma limpeza mais eficiente²².

No entanto, o material removido composto por raspas de dentina, fragmentos de tecido vital ou com necrose pulpar, microrganismos e solução irrigadora pode ser forçado além do ápice na direção da região periapical, causando reações inflamatórias e dor pós-instrumentação²³. A quantidade de material extruído ao periápice varia de acordo com as técnicas de instrumentação e irrigação, desobstrução apical e curvatura radicular²⁴.

Muitos trabalhos fornecem informações sobre a ampliação foraminal considerando os fenômenos histológicos que ocorrem na região periapical. No entanto, são poucos os que avaliam suas consequências clínicas, necessitando-se, assim, de mais estudos para o aprofundamento desta questão²⁵.

O EFEITO DA AMPLIAÇÃO FORAMINAL NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO:

Na morfologia do canal radicular

Bartha et al.²⁶ compararam 2 técnicas de modelagem realizadas sob condições clínicas simuladas com extensão do alargamento apical seguindo a determinação ideal do tamanho de preparação apical (APS). Após pré-alargamento de 240 canais radiculares utilizando instrumento rotatório NiTi lightspeed ou instrumentos manuais Niti aplicando a técnica forças balanceadas, as amostras foram seccionadas na área apical em 3 níveis. Cada secção transversal foi analisada microscopicamente para verificar a remoção circunferencial da parede de dentina. Verificou-se que em 70% de canais radiculares instrumentados com NiTi lightspeed[®] rotatório e 69% dos canais com instrumentação manual NiTi, 2 de 3 níveis demonstraram que a dentina do canal radicular foi cortada em circunferência. Não houve perda de comprimento de trabalho e perfuração em ambos os grupos. O tamanho do preparo apical frequentemente resulta em preparação apical quase completa, independentemente das técnicas de preparação. Em alguns casos, a ampliação apical para o tamanho do preparo apical não consegue o corte completo das paredes dos canais.

Lima et al.²⁷ avaliaram as alterações morfológicas do forame apical após o preparo endodôntico de canais curvos com diferentes sistemas rotatórios, empregando-se a patência e a ampliação foraminal. Foram selecionadas 20 raízes (mesiais e distais) de molares superiores humanos, que apresentavam o mesmo comprimento (12mm) e grau de curvatura (10° a 15°). Os espécimes foram divididos em dois grupos: no grupo 1 (G1), os canais foram preparados empregando-se a sequência de limas Pro Design[®] acopladas ao Sistema Easy Endo Slim[®] 20/03, 15/05, 22/04, 25/04, 20/06 e 20/07, nesta ordem; no grupo 2 (G2) os canais foram instrumentados através da sequência de limas Mtwo[®] no Sistema Mtwo[®] 10/04, 15/05, 20/0, 25/06, 30/05, 35/04, 40/04 e 25/07. O comprimento de trabalho foi estabelecido em 1 mm além do forame apical. As imagens, antes e após o preparo, foram obtidas em microscopia eletrônica de varredura e analisadas por meio do programa Image Manager (Leica IM50[®]). Os resultados mostraram que no G1, a média das áreas foi de 0,007 mm² e 0,115 mm², antes e após. No G2, observou-se que esses valores eram de 0,093 mm² e 0,183 mm², respectivamente. Em ambos os grupos houve diferença estatística antes e após o preparo do forame pelo teste de

T-student pareado ($p < 0,005$). Ao se aplicar o teste T-student independente ($p = 0,011$) verificou-se que a ampliação foraminal no G2 foi estatisticamente maior que no G1. Em apenas 20% dos casos foram observadas formas irregulares de forames após a instrumentação. A ampliação foraminal empregada no preparo endodôntico de canais curvos permitiu um alargamento apical de forma regular, independentemente da sequência de limas rotatórias utilizadas neste estudo. O emprego da patência apical e ampliação foraminal durante o tratamento do sistema de canais radiculares é recomendável e seguro.

Souza et al.²⁸ analisaram a influência do tamanho da dilatação do canal cementário em dentes com abertura foraminal lateral. Foram divididos 34 incisivos centrais superiores sem anatomia externa complexa, curvatura acentuada, rizogênese incompleta e reabsorção apical, conforme determinado pelo exame direto e radiografias periapicais. Grupo 1 (N=17), sem pré-alargamento e Grupo 2 (N=17), com pré-alargamento usando brocas LA Axxess. K-file de diâmetros crescentes foram progressivamente (#30-#55) inseridas no canal até fosse alcançado o forame apical e fixadas com adesivo de acetato de cianoacrilato. Raízes e limas foram seccionadas transversalmente 5 mm do ápice e foram examinados por microscopia eletrônica de varredura ($\times 140$). Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste T-Student e o teste exato de Fisher com nível de significância de 5%. O tamanho médio do instrumento foraminal (isto é, aqueles que se liga ao canal cementário) foi maior no grupo 2 (#40). As diferenças para cada tamanho de lima foram testadas pelo teste exato de Fisher. Foi observada diferença estatisticamente significativa ($p = 0,047$) entre os tamanhos #30 e #35 no Grupo 1, quando comparado com o Grupo 2. Micrografias mostraram que em 19 (56%) o forame apical surgiu lateralmente ao ápice da raiz, enquanto que em 15 (44%) coincidiu com ele. Significativamente mais dificuldade para atingir o forame apical foi observado no Grupo 2. Os resultados sugerem que, quanto maior o tamanho do instrumento foraminal, há uma maior dificuldade na instrumentação do forame apical que pode estar lateralmente surgindo nos canais de cimento.

Silva et al.²⁹ avaliaram o transporte foraminal durante alargamento foraminal após a instrumentação manual com limas de aço inoxidável, a preparação com o sistema Mtwo® e limas Reciproc® R25. Foram selecionados 30 canais mesio-vestibulares de molares superiores e divididos em 3 grupos de acordo com os

diferentes sistemas de instrumentação: Limas Manuais (HF), Sistema Mtwo (MS) e sistema Reciproc (RS). Todos os grupos foram preparados com o nível de instrumentação 1 mm além do ápice radicular. Fotomicrografias foram realizadas utilizando microscopia eletrônica de varredura, para gravar a anatomia foraminal antes e após a instrumentação. Os dados foram analisados utilizando ANOVA seguido pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%. O grupo instrumentado com limas manuais apresentou transporte foraminal maior (0,91% com desvio padrão 1,19) quando comparado com os grupos Mtwo (0,55% com desvio padrão de 0,80) e Reciproc (0,20% com desvio padrão 0,40) ($p < 0,05$). O grupo Reciproc mostrou o transporte mais baixo quando comparado com o grupo Mtwo ($p < 0,05$). Verificou-se então que, as limas de aço inoxidável causam transporte foraminal significativo, enquanto o sistema Reciproc mostrou preparo apical seguro, com pouco transporte.

Na qualidade da obturação

Silva et al.³⁰ avaliaram a influência do comprimento de trabalho e alargamento foraminal na capacidade de selamento e anatomia da região apical da raiz. Desta forma, 55 raízes de molares humanos foram divididas em três grupos: G1 (instrumentados 1 mm aquém do forame), G2 (instrumentação no limite do forame) e G3 (instrumentação 1 mm além do forame). Todos os grupos foram preparados usando instrumental K3 rotatório de níquel-titânio e obturados com AH Plus e gutapercha. Fotomicrografias foram feitas usando um microscópio eletrônico de varredura (MEV), antes da instrumentação, após instrumentação com cada lima e depois da obturação do canal radicular. Além disso, foi realizada infiltração bacteriana com *Enterococcus faecalis*. Os resultados foram analisados por meio dos testes de Mann-Whitney, Friedman, Kruskal-Wallis e de Kaplan-Meier em um nível de significância de 5%. O canal cementário foi sobinstrumentado no G1. Não foi observada diferença estatística em relação desvio forame quando comparados G2 e G3 ($P > 0,05$), onde G1 não apresentou desvio de forame. A análise de MEV mostrou que a qualidade da obturação do forame apical foi melhor em G2 (93,3%) e G3 (83,7%) em relação a G1. No G1, apenas 40% apresentavam quatro quadrantes de círculo obturados. Não houveram diferenças estatisticamente significativas na microinfiltração entre todos os grupos testados. Nas condições deste estudo, pode-se concluir que o alargamento do forame resultou em desvio mais apical; no entanto,

não foram observadas diferenças na microinfiltração bacteriana entre os grupos experimentais.

No reparo periapical (estudo em cães)

Benatti et al.³¹ estudaram a influência do alargamento intencional do forame apical no reparo periapical em cães. Foram tratados 134 canais radiculares de 13 cães sob anestesia geral. Os canais foram instrumentados 2mm além dos ápices e a medida foi confirmada através de radiografias com os instrumentos nos canais radiculares. Após isso, dividiu os canais em grupos de acordo com o instrumento usado e a distância relativa obtida através da radiografias: GI - Limas Kerr #40, ultrapassando 1-2mm do forame apical / N=20, GII- Limas Kerr #40, ultrapassando 3mm do forame apical/ N=21, GIII- Limas Kerr #60 ultrapassando 1-2mm / N=21, GIV- Limas Kerr #60, ultrapassando 3mm do forame apical / N=20, GV- Limas Kerr #80, ultrapassando 1-2mm / N=26 e GVI- Limas Kerr #80, ultrapassando 3mm / N=26 e irrigando com frequência durante a instrumentação com tergentol, lauril sulfato de sódio éter dietilenoglicol a 28% (Searle, Chicago, IL). A obturação consistiu em cones de guta-percha e Endomethasone como selante. Obturação na distância de 1 a 3mm aquém do forame apical baseada nas radiografias obtidas e seladas com cimento de óxido de zinco e eugenol. Os animais foram sacrificados após 3, 7, 30 e 120. As amostras foram fixadas em formol tamponado a 10% e descalcificadas com ácido fórmico e citrato de sódio de acordo com a técnica de Morse por um período de 20 a 30 dias. As raízes foram separadas e preparadas para exame histológico coradas com hematoxilina e eosina. Verificou-se então que canais preenchidos de guta-percha e cimento 3 mm aquém do forame, demonstraram excelente cura. O processo de reparação sem inflamação no ligamento periodontal se estendeu na parte preparada e vazia do canal. Também se confirmou o crescimento para dentro de tecido conjuntivo fibroso, as formações de cimento sobre as paredes internas dos canais e a ocorrência da osteogênese na parte axial do tecido conjuntivo que cresceu internamente. No que diz respeito à ampliação, os resultados se mostraram favoráveis, mas a confirmação deve ser obtida através de futuras investigações para casos de necrose pulpar ou infecção.

Souza Filho et al.³² avaliaram a influência do alargamento foraminal na reparação periapical de dentes contaminados de cães. Os canais radiculares (N=32) de dentes pré-molares foram instrumentados mais de 2 mm além do forame

baseados nas medições radiográficas com lima Kerr #15 e expostos à contaminação e ao desenvolvimento de inflamação periapical durante um período de 45 dias. Numa segunda sessão, os dentes foram isolados com dique de borracha e a superfície foi desinfetada com tintura de iodo. Todos os canais foram preparados 2 mm além dos ápices radiográficos até o diâmetro #60 com limas Kerr. Durante a instrumentação os canais foram irrigados com frequência e secados com pontas de papel absorvente. Os canais radiculares foram obturados de 2 a 3 mm aquém dos ápices radiculares. Noventa dias após a endodontia, ocorreu cicatrização e crescimento interno de tecido conjuntivo para dentro do canal radicular em 67,8% dos casos. Estes resultados sugerem que o diâmetro do forame e a intensidade da contaminação canal são fatores determinantes para a reparação dos tecidos periapicais em casos de necrose pulpar.

Dor pós-operatória

Gurgel-Filho et al.²⁵ avaliaram a dor pós-operatória em dentes vitais uni ou birradiculares submetidos ou não ao alargamento foraminal até a lima #30. Foram selecionados 40 dentes vitais, uni ou birradiculares com necessidade de tratamento endodôntico e divididos randomicamente em dois grupos. No Grupo I experimental (N=20) foi preconizada ampliação foraminal até a lima #30 e comprimento de trabalho 1 a 2 mm aquém do forame. No Grupo II de controle (N=20) foi preconizado limite de trabalho de 1 a 2 mm aquém do ápice e manutenção do remanescente pulpar. Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo operador. A vitalidade pulpar foi analisada com base em aspectos clínicos e radiográficos. Todos os dentes foram tratados em sessão única e o localizador apical Root ZX[®] foi utilizado para a determinação do comprimento de trabalho, conjuntamente com a comprovação radiográfica. A dor foi avaliada por um período de 24 e 48h. No Grupo I, nenhum paciente relatou dor. No Grupo II, 3 pacientes (15%) relataram dor (1 notou dor suave nas primeiras 24 horas, 1 com dor moderada nas primeiras 24 horas e 1 com dor moderada nas primeiras 24 e 48 horas). Com base nos resultados relatados pelos pacientes, não foi observada diferença estatística entre os dois grupos, ou seja, o alargamento do forame apical não aumentou a incidência de dor.

Silva et al.³³ realizaram um estudo controlado randomizado e prospectivo clínico para determinar se o alargamento foraminal durante o tratamento endodôntico está associado à dor pós-operatória em comparação com a

instrumentação padrão sem alargamento. Um total de 40 voluntários com canais radiculares únicos foram diagnosticados com necrose assintomática e periodontite apical. Em seguida, foram divididos igualmente em 2 grupos experimentais (o grupo controle e o grupo com alargamento foraminal). O tratamento endodôntico foi realizado em sessão única e os voluntários foram instruídos a registrar a intensidade da dor (nenhuma, leve, moderada e grave). Pontuações de 1 a 4 foram atribuídas a cada tipo de dor após 12, 24, e 48 horas. Os testes t de Student e Kolmogorov-Smirnov foram usados para determinar diferenças significativas em $P < 0,05$. A porcentagem de indivíduos que relataram nenhuma dor ou dor suave depois de um período de 12 horas para os grupos de controle e experimental foi de 80% e 75%, respectivamente. Depois de um período de 24 horas, 80% do grupo controle e 90% do grupo experimental relataram nenhuma dor ou dor leve. Depois de um período de 72 horas, dor moderada foi observada em apenas 15% do grupo controle e 10% do Grupo experimental. Nenhum paciente neste estudo relatou dor intensa em qualquer ponto do tempo. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P > 0,05$, teste t-Student). Não houve diferença estatisticamente significativa na dor pós-operatória entre os grupos em qualquer período de observação ($P > 0,05$). Além disso, não se observou qualquer diferença significativa no número médio de comprimidos analgésicos utilizados entre os grupos ($p > 0,05$). O alargamento foraminal e técnicas sem alargamento resultaram na mesma dor pós-operatória e necessidade de medicação analgésica. Isto pode sugerir que o uso do alargamento foraminal apresenta previsibilidade em endodontia, sem aumentar a dor pós-operatória.

Saini et al.¹³ realizaram um estudo controlado randomizado para avaliar o efeito do alargamento foraminal no preparo químico-mecânico de canais na dor pós-operatória. Foram selecionados 70 primeiros molares inferiores com necrose pulpar assintomática e periodontite apical crônica e divididos igualmente ($n=35$) em dois grupos - com alargamento foraminal (FE) e com alargamento não foraminal convencional (NFE). A modelagem coronal e ampliação dos canais foram realizadas com brocas Gates-Glidden de baixa velocidade (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Suíça). O comprimento de trabalho foi determinado utilizando um localizador foraminal eletrônico (Root ZX®; J Morita, Irvine, CA, EUA) e diagnóstico radiográfico com lima. No grupo FE, a instrumentação foi realizada no comprimento de trabalho

estabelecido na leitura "APEX" do localizador foraminal eletrônico. No grupo NFE, foram preparados os canais com comprimento de trabalho 1 mm aquém da leitura do "APEX". A patência do canal foi mantida em ambos os grupos por meio de uma lima de aço inoxidável #10 0,5-1,0 mm além do comprimento de trabalho. Os canais foram ampliados com limas de aço inoxidável manuais de conicidade 0.02 três tamanhos maiores do que a primeira lima no comprimento de trabalho, seguido da técnica Step-back com cada instrumento sucessivamente maior colocados 0,5mm coronal ao anterior. Os canais foram irrigados com 5 mL de 3% NaOCl após cada ciclo de instrumentação. Após a conclusão da instrumentação de canal, todos os canais foram irrigados com 5 mL de 17% de EDTA durante 1 min seguido de irrigação final com 5 mL de 3% de NaOCl. Em seguida, foram secados com pontas de papel estéreis e hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) que foi colocado como um medicamento intracanal durante 7 dias, usando um lentulospiral. Os dentes foram restaurados com IRM (Dentsply Ltd®, Weybridge, Reino Unido). No pós-operatório, foi prescrito ibuprofeno 400 mg a serem tomadas, se necessário. A experiência de dor e analgesia foi registrada durante 7 dias após o preparo biomecânico. Os dados foram analisados por meio dos testes de Mann-Whitney e qui-quadrado. Os resultados da experiência de dor foram maiores com o alargamento foraminal do que quando se utilizou a técnica convencional. Uma diferença significativa foi observada em dor pós-operatória durante os primeiros 4 dias e no sexto dia ($P < 0,05$), com maior dor no grupo FE em comparação com o grupo NFE. Não houve diferença significativa na prevalência do consumo de analgésicos e número de doses entre os grupos experimentais ($P > 0,05$). Concluiu-se então que o alargamento do forame durante o tratamento do canal radicular aumentou a incidência e a intensidade da dor pós-operatória.

Bourreau et al.³⁴ realizaram um estudo clínico prospectivo randomizado onde foi analisada a influência de duas substâncias químicas auxiliares, com diferentes potenciais de toxicidade, na dor pós-operatória observada em 301 tratamentos endodônticos concluídos em uma única sessão, com ampliação do forame apical e sobre-extensão de cimento para o periápice. Foram usados gel de clorexidina a 2% (CHX 2% gel; N=145) e hipoclorito de sódio a 5,25% (NaOCl 5,25%; N=156). Todos os dentes, independentemente da condição do tecido pulpar e consequente diagnóstico periapical, foram tratados usando instrumentação com a técnica crown-

down; abertura de acesso padrão; isolamento absoluto; descontaminação e alargamento dos terços cervical e médio usando instrumentação rotatória HERO 20/.06 (HERO 642; MicroMega®, Besançon, Franche-Comté, França) com o uso concomitante da química auxiliar. Quando necessário, o alargamento do corpo canal foi complementada com brocas Gates-Glidden #4 a #2 (DentsplyMaillefer®; Ballaigues, Jura-Nords Vaudois, Suíça) no sentido coroa-ápice para promover uma redução gradual adequada. O terço apical foi explorado usando Lima tipo K #10 (Hi-5; Miltex®, York, PA, EUA) para a descontaminação progressiva até alcançar a permeabilidade. O comprimento real do canal radicular foi definido usando um localizador apical eletrônico (Novapex; Forum Engenharia Technologies®, Richon LeZion, Israel). O comprimento de trabalho (CT) foi estabelecido como 1 mm além do comprimento do real do canal radicular, a fim de sobreinstrumentar a área do forame apical, mantendo esta área limpa e livre de detritos. Posteriormente, a instrumentação do canal e modelagem foi realizada utilizando instrumentos rotatórios (sistema Mtwo; VDW®, Bayerwaldstrasse Munique, Alemanha) números 10/.04, 15/05, 20/.06 e 25/.06, de acordo com as recomendações do fabricante. Os canais em ambos os grupos foram copiosamente irrigados com 5 ml de solução salina fisiológica sob pressão, em cada alteração de instrumento. Após a preparação do canal radicular e modelagem, o diâmetro final do forame foi determinado (lima de acabamento anatômico), estabelecendo o tamanho da lima do tipo K manual (CC+; VDW®, Bayerwaldstrasse, Munique, Alemanha), que forneceu o melhor ajuste dentro do forame preparado. Este diâmetro foi tomado como referência para calibrar o cone principal de guta-percha (Konne®, Belo Horizonte, MG, Brasil) para o preenchimento do canal radicular. Na ausência de um batente apical para a ancoragem, o diâmetro para a calibração do cone foi definido como dois tamanhos maiores do que o diâmetro final do forame. O canal radicular foi preenchido com gel de clorexidina em forma de cone (aplicando pressão apical) para dar um ajuste confortável contra as paredes do canal radicular, até atingir um ponto ideal de aproximadamente 2 mm aquém do comprimento de canal real, como verificado por radiografia. A incidência de dor pós-operatória e desconforto foi avaliada em 24 horas, e foi expressa em porcentagem. Os testes (exato de Fischer e de Qui-quadrado) foram utilizados para comparar a variação da dor pós-operatória. Os fatores analisados foram dor prévia, estado pulpar, idade e número de canais radiculares. Nos dentes com dor prévia e instrumentados com CHX 2% gel, a incidência de dor pós-operatória foi 22.22%

(6/27), contra 11.11% (3/22) nos dentes instrumentados com NaOCl 5,25%. Nos dentes sem dor prévia e instrumentados com CHX 2% gel, a incidência de dor pós-operatória foi 5.08% (6/118), contra 2.33% (3/129) nos dentes instrumentados com NaOCl 5,25%, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Os resultados mostraram que a dor prévia exerceu uma influência significativa no estado pós-operatório ($p < 0,001$). Após 24 horas, 93,7% (282/301) dos dentes não apresentaram dor, ao passo que 6,3% (19/301) tiveram algum nível de dor pós-operatória e fizeram uso de uma ou duas doses da medicação. Diante dos resultados, concluiu-se que a substância química auxiliar não está associada à dor pós-operatória.

Limpeza da região apical e extrusão apical de debris

Borges et al.³⁵ avaliaram, *in vitro*, a limpeza da região apical em canais radiculares com curvaturas suaves ou moderadas submetidos à preparação biomecânica com um sistema rotatório e a quantidade de material extruído para a área periapical. Foram selecionados 32 incisivos laterais, 16 com curvatura com ângulos menores ou iguais a 10° (GI) e 16 com ângulos entre 11° e 25° (GII), os quais foram submetidos à instrumentação rotatória HERO 642 com diferentes diâmetros cirúrgicos: (A) 30,02 e (B) 45.02. A irrigação foi realizada em cada alteração do instrumento com 5 ml de água ultrapura Milli-Q e o material extruído através do forame foi recolhido. Secções transversais das raízes foram submetidas à análise histológica por microscopia óptica ($\times 40$) e avaliadas morfometricamente usando o software Image Tool. A quantificação do material extruído foi realizada por pesagem após evaporação do líquido. ANOVA não mostrou diferenças estatisticamente significantes ($P > 0,05$) entre os grupos no que diz respeito aos procedimentos utilizados para limpar a região apical. Considerando a quantidade de material extruído, o HSD de Tukey mostrou que os canais com curvatura leve preparados com o diâmetro cirúrgico 45.02 mostraram valores mais elevados (0,2mg) ($p < 0,05$) que os dos outros grupos (45.02 com curvatura moderada = 0,09mg; 30.02 com curvatura leve = 0,07mg; 30,02 com curvatura moderada = 0,11mg), que foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). Observou-se que, o efeito de limpeza da região apical não diferiu entre os grupos, considerando-se a curvatura da raiz e o diâmetro cirúrgico de instrumentos utilizados para a preparação apical. A

quantidade de material extruído foi maior em canais com curvatura suave que foram preparadas com o diâmetro do instrumento cirúrgico 45,02.

Conclusão

Diante da avaliação dos estudos presentes nesta revisão da literatura científica, verifica-se que alguns fatores contribuem de forma direta no sucesso do tratamento endodôntico realizando a ampliação foraminal. A partir da década de 80 surgia a idéia de alargamento foraminal inserido na modelagem endodôntica, como continuidade dos estudos, pesquisas em cães demonstraram excelente cura após a utilização de instrumentos em aço/manual com limas tipo K em dentes portadores de necrose pulpar induzida. Contudo, a idéia permaneceu em desuso até o início dos anos 2000, onde pôde-se observar novos estudos *in vitro* com dentes humanos e clínicos sendo realizados para avaliação dessa conduta clínica.

Por meio da avaliação dos estudos selecionados para análise, é possível observar algumas repercussões importantes ao ato clínico. No que diz respeito à morfologia do canal radicular após o alargamento foraminal, estudos mostram que há uma maior dificuldade na instrumentação do forame apical e maior ocorrência de desvio foraminal quando os canais radiculares são submetidos ao tratamento com limas em aço manuais e/ou são dilatados exageradamente. Estudos com canais méso-vestibulares de molares superiores instrumentados 1mm além do ápice radicular mostram que a utilização de Reciproc® é segura, apresentando baixo índice de desvio foraminal quando comparada à instrumentação manual.

A qualidade da obturação com a utilização de limas K manuais mostra um selamento seguro quando o alargamento foraminal foi realizado até o tamanho #40 em incisivos centrais superiores. Quando em molares superiores, utilizando instrumentação rotatória com K3 de níquel-titânio, não há diferença estatística na qualidade do selamento quando a instrumentação é realizada 1mm aquém do forame, no limite do forame e 1 mm além do forame apical. Porém, quando conduzida além do forame, há uma maior ocorrência de desvio foraminal, porém não interfere na qualidade do selamento. Revelando que, há uma melhor qualidade de selamento em dentes preparados com alargamento foraminal quando este alargamento é feito com a instrumentação no limite do forame.

Um aspecto importante e estudado recentemente é a condição de ausência ou presença de dor pós-operatória. Concluiu-se que na maior parte dos estudo não há diferença significativa entre tratamento com e sem alargamento apical. Mesmo em em dentes com canais radiculares únicos com diagnóstico de necrose não houve aumento da incidência de dor pós-operatória, sendo observado apenas ocorrência de aumento de dor pós-operatória em molares. Ainda, as substâncias auxiliares ,Gel de clorexidina a 2% e hipoclorito de sódio a 5,25%, não estão associadas à dor pós-operatória.

Nas condições avaliadas, pode-se concluir que o alargamento foraminal apresenta previsibilidade em endodontia, sendo uma manobra confiável na terapia endodôntica nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

1. Dotto SR, Travasso RMC, Ferreira R, Santos R, Wagner M. Evaluation of the antimicrobial action of different medications used in endodontics. **Revista Odonto Ciência**, 2006;21(53):266-9.
2. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **European Journal of Oral Sciences**, 1981;89(4):321-328.
3. Shuping GB, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. **Journal of Endodontics**. 2000;26:751–5.
4. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald R. The exposed germ-free pulp: effects of topical corticosteroid medication and restoration. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, 1969; 27(1):60-7.
5. Lopes HP; Siqueira Jr JF. **Endodontia - Biologia e técnica**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Medsi,2004.
6. Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Goldenberg A, Bender IB. Biologic aspects of endodontics: Part III. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, 1968;26(5):694-705.

7. Britto MLB, Nakatsuka AA, Nabeshima CK. Evaluation of the working length after rotary instrumentation. **Revista Brasileira de Odontologia**, 2012;69(1):76-9.
8. Mickel AK, Chogle S, Liddle J, Huffaker K, Jones JJ. The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. **Journal of endodontics**, 2007;33(1):21-3.
9. Arias A, Azabal M, Hidalgo JJ, José C. Relationship between postendodontic pain, tooth diagnostic factors, and apical patency. **Journal of endodontics**, 2009;35(2):189-92.
10. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am**, 1974;18:269-96.
11. Nair PNR. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. **International Endodontic Journal**, 2006;39(4):249-81.
12. Signoretti FG, Endo MS, Gomes BP, Montagner F, Tosello FB, Jacinto RC. Persistent extraradicular infection in root-filled asymptomatic human tooth: scanning electron microscopic analysis and microbial investigation after apical microsurgery. **Journal of endodontics**, 2011;37(12):1696-1700.
13. Saini HR, Sangwan P, Sangwan A. Pain following foraminal enlargement in mandibular molars with necrosis and apical periodontitis: A randomized controlled trial. **International Endodontic Journal**.2015.
14. Tsesis I, Amdor B, Tamse A, Kfir A. The effect of maintaining apical patency on canal transportation. **International endodontic journal**,2008; 41(5):431-35.
15. Souza RA (2006). The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. **Brazilian dental journal**, 2006;17(1):6-9.
16. Grossman LI. **Endodontic practice**, 7^a ed. Philadelphia: Lea & Febiger,1970.
17. Fabricious L, Dahlen G, Öhman AE, Möller AJ. Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. **European Journal of Oral Sciences**, 1982;90(2):134-44.
18. Card SJ, Sigurdsson A, Ørstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria.**Journal of Endodontics**, 2002;28(11):779-783.

19. Spångberg L. The wonderful world of rotary root canal preparation. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 2001;92(5):479.
20. Leonardo MR. **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. São Paulo: Artes Médicas; 2005.
21. Khabbaz MG, Papadopoulos PD. Deposition of calcified tissue around an overextended gutta-percha cone: case report. **International Endodontic Journal**, 1999;32(3):232-235.
22. Fariniuk LF, Baratto-Filho F, da Cruz-Filho AM, de Sousa-Neto MD. Histologic analysis of the cleaning capacity of mechanical endodontic instruments activated by the ENDOflash system. **Journal of Endodontics**, 2003;29(10):651-53.
23. Zarrabi MH, Bidar M, Jafarzadeh H. An in vitro comparative study of apically extruded debris resulting from conventional and three rotary (Profile, Race, FlexMaster) instrumentation techniques. **Journal of Oral Science**, 2006;48(2):85-8.
24. Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Apical extrusion of debris by manual and mechanical instrumentation. **Brazilian Dental Journal**, 2007;18(1):16-9.
25. Gurgel-Filho ED, Castelo-Branco YN, Maniglia-Ferreira C, Souza-Filho FJD, Coutinho-Filho T. In vivo evaluation of post operative pain in vital pulps after the foramen enlargement. **RFO UPF**, 2010;15(2):145-49.
26. Bartha, T, Kalwitzki M, Löst C, Weiger R. Extended apical enlargement with hand files versus rotary NiTi files. Part II. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 2006;102(5):692-97.
27. Lima TFR, Soares ADJ, Souza-Filho FJD. Morphological evaluation of the apical foramen after shaping root canals with two rotatory systems. **Revista da Associação Paulista de Cirurgioes Dentistas**, 2012;66(4):272-77.
28. Souza RA, Sousa YT, Figueiredo JAPD, Dantas JDCP, Colombo S, Pécora JD. Influence of apical foramen lateral opening and file size on cemental canal instrumentation. **Brazilian Dental Journal**, 2012;23(2):122-26.
29. Silva D, Gomes AC, Silva JMD, Neves ADA, Zaia AA, Silva EJNLD. Evaluation of foraminal transportation during foraminal enlargement with different instrumentation systems. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, 2014;13(4):246-50.

30. Silva JM, Brandão GA, Silva EJNL, Zaia AA. Influence of working length and foraminal enlargement on foramen morphology and sealing ability. **Indian Journal of Dental Research**, 2016;27(1):66.
31. Benatti O, Valdrighi L, Biral RR, Pupo J. A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal. **Journal of endodontics**, 1985;11(10):428-34.
32. de Souza Filho FJ, Benatti O, de Almeida OP. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, 1987;64(4):480-84.
33. Silva EJNL, Menaged K, Ajuz N, Monteiro MRFP, de Souza Coutinho-Filho T. Postoperative pain after foraminal enlargement in anterior teeth with necrosis and apical periodontitis: a prospective and randomized clinical trial. **Journal of Endodontics**, 2013;39(2):173-76.
34. Bourreau MLS, Soares ADJ, Souza-Filho FJD. Evaluation of postoperative pain after endodontic treatment with foraminal enlargement and obturation using two auxiliary chemical protocols. **Revista de Odontologia da UNESP**, 2015;44(3):157-62.
35. Borges MFA, Miranda CES, Silva SRCD, Marchesan M. Influence of apical enlargement in cleaning and extrusion in canals with mild and moderate curvatures. **Brazilian Dental Journal**, 2011;22(3):212-17.

Tabela 1 – Estudos clínicos realizados utilizando alargamento foraminal.

AUTOR (ANO)	TIPO DE ESTUDO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Benatti et al. (1985)	<i>In vivo</i> (cães)	Influência no reparo periapical.	Instrumentação 2mm além do forame apical / Limas K #40, #60 e #80 / Obturação 1-3mm aquém do ápice / Exame histológico após 3, 7, 30 e 120 dias.	Os canais apresentaram excelente cura. Com resultado favorável.
Souza Filho, Benatti e Almeida (1987)	<i>In vivo</i> (cães)	Influência do alargamento foraminal no reparo periapical em dentes contaminados.	Instrumentação 2mm além do ápice / Limas K até #60 / Exposição à contaminação durante 45 dias / Obturação 2-3mm aquém do ápice / Avaliação histológica após 90 dias.	Diâmetro foraminal e intensidade de contaminação são fatores determinantes na reparação periapical em dentes com necrose pulpar.
Gurgel-Filho et. al. (2010)	In vivo (Clínico)	Dor pós-operatória.	Dentes vitais / Dois grupos: Controle e com alargamento foraminal até #30 / utilizando limas K / Dor avaliada após 24 e 48 horas.	O alargamento foraminal não aumentou a incidência de dor pós-operatória.
Silva et al. (2013)	In vivo (Clínico)	Dor pós-operatória	40 dentes com necrose assintomática e periodontite apical / Dois grupos: Controle e com Alargamento foraminal / A Intensidade da dor foi verificada após 12, 24 e 48 horas.	Sem diferença estatística na dor pós-operatória entre os grupos em qualquer período de observação.
Saini et al. (2015)	In vivo (Clínico)	Dor pós-operatória	Dentes com necrose e periodontite apical crônica / Dois grupos: ampliação com diâmetro 3x maior do que o primeiro a chegar no forame apical e sem alargamento foraminal / avaliação após 7 dias.	Maior dor no grupo com alargamento foraminal.
Bourreau, Soares e Souza-filho (2015)	In vivo (Clínico)	Influência de substâncias químicas auxiliares na dor pós-operatória.	Dois grupos: com e sem alargamento do forame / Uso de Gel de clorexidina 2% ou Hipoclorito de sódio 5,25% / Comprimento de trabalho 1mm além do ápice radicular com Limas K / análise após 24 horas.	A dor prévia exerceu uma influência significativa no estado pós-operatório. A substância química auxiliar não está associada à dor pós-operatória.

A tabela 1 deve estar localizada após o final da revisão da literatura.

Tabela 2 – Estudos *in vitro* realizados utilizando alargamento foraminal.

AUTOR (ANO)	TIPO DE ESTUDO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Silva et al. (2016)	In vitro (dentes extraídos)	Alteração da anatomia apical e capacidade de selamento após obturação.	Instrumentação aquém do forame, no limite e além do forame com sistema K3 rotatório 3x maior que o primeiro a chegar no forame / MEV antes, durante e após a instrumentação.	Sem diferença estatística entre a ampliação realizada no limite do forame e a efetuada além do forame / Maior ocorrência de desvio foraminal quando além do forame / Melhor qualidade de selamento com alargamento foraminal.
Lima, Soares e Souza-filho (2012)	In vitro (dentes extraídos)	Alteração morfológica do forame apical em dentes com canais curvos.	Canais com curvatura entre 10° e 15° e instrumentados 1mm além do forame / Dois grupos: Pro Design® acopladas ao Sistema Easy Endo Slim® e limas Mtwo® no Sistema Mtwo® / MEV antes e após o preparo.	A ampliação foi maior quando se usou Mtwo® / O emprego desta técnica é recomendável e seguro.
Borges et al. (2011)	In vitro (dentes extraídos)	Limpeza da região apical e quantidade de material extruído.	Dois grupos: com curvatura de ângulo menor ou igual a 10° e com ângulo entre 11° e 25° / Instrumentação rotatória HERO 642 com diferentes diâmetros cirúrgicos: 30,02 e 45,02 / Material extruído através do forame foi recolhido e pesado. Microscopia óptica (x40).	Canais com curvatura leve preparados com o diâmetro cirúrgico 45,02 mostraram valor maior de material extruído. A limpeza da região apical não diferiu entre os grupos.
Silva et al. (2014)	In vitro (dentes extraídos)	Transporte foraminal	3 grupos: instrumentação com: Limas Manuais, Sistema Mtwo e sistema Reciproc / Instrumentação 1 mm além do ápice radicular / MEV antes e após a instrumentação.	Maior transporte foraminal com limas manuais / Reciproc no diâmetro R25 mostrou o transporte mais baixo quando comparado com o grupo Mtwo.

A tabela 2 deve estar localizada após a tabela 1.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da avaliação dos estudos presentes nesta revisão da literatura científica, verifica-se que alguns fatores contribuem de forma direta no sucesso do tratamento endodôntico realizando a ampliação foraminal. A partir da década de 80 surgia a idéia de alargamento foraminal inserido na modelagem endodôntica, como continuidade dos estudos, pesquisas em cães demonstraram excelente cura após a utilização de instrumentos em aço/manual com limas tipo K em dentes portadores de necrose pulpar induzida. Contudo, a idéia permaneceu em desuso até o início dos anos 2000, onde pôde-se observar novos estudos *in vitro* com dentes humanos e clínicos sendo realizados para avaliação dessa conduta clínica.

Por meio da avaliação dos estudos selecionados para análise, é possível observar algumas repercussões importantes ao ato clínico. No que diz respeito à morfologia do canal radicular após o alargamento foraminal, estudos mostram que há uma maior dificuldade na instrumentação do forame apical e maior ocorrência de desvio foraminal quando os canais radiculares são submetidos ao tratamento com limas em aço manuais e/ou são dilatados exageradamente. Estudos com canais méso-vestibulares de molares superiores instrumentados 1mm além do ápice radicular mostram que a utilização de Reciproc[®] é segura, apresentando baixo índice de desvio foraminal quando comparada à instrumentação manual.

A qualidade da obturação com a utilização de limas K manuais mostra um selamento seguro quando o alargamento foraminal foi realizado até o tamanho #40 em incisivos centrais superiores. Quando em molares superiores, utilizando instrumentação rotatória com K3 de níquel-titânio, não há diferença estatística na qualidade do selamento quando a instrumentação é realizada 1mm aquém do forame, no limite do forame e 1 mm além do forame apical. Porém, quando conduzida além do forame, há uma maior ocorrência de desvio foraminal, não interferindo na qualidade do selamento. Revelando que, há uma melhor qualidade de selamento em dentes preparados com alargamento foraminal quando este alargamento é feito com a instrumentação no limite do forame.

Um aspecto importante e estudado recentemente é a condição de ausência ou presença de dor pós-operatória. Concluiu-se que na maior parte dos estudos não há diferença significativa entre tratamento com e sem alargamento apical. Mesmo em dentes com canais radiculares únicos com diagnóstico de necrose não houve aumento da incidência de dor pós-operatória, sendo observado apenas ocorrência de aumento de dor pós-operatória em molares.

Ainda, as substâncias auxiliares, Gel de clorexidina a 2% e hipoclorito de sódio a 5,25%, não estão associadas à dor pós-operatória.

Nas condições avaliadas, pode-se concluir que o alargamento foraminal apresenta previsibilidade em endodontia, sendo uma manobra confiável na terapia endodôntica nos dias atuais.

ANEXO – NORMAS DA REVISTA GAÚCHA DE ODONTOLOGIA DIRETRIZES PARA O AUTOR

Apresentação do manuscrito:

O texto deverá ser digitado em fonte Arial tamanho 12, com espaço entrelinhas 1,5 cm. O papel deverá ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e esquerda (3 cm), inferior e direita (2 cm). Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimentos de eventuais dúvidas quanto à forma, sugere-se consulta a este fascículo. Os artigos devem ter, no máximo, 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50. Sempre que uma referência possuir o número de *Digital Object Identifier* (DOI), este deve ser informado.

Versão reformulada: a versão reformulada deverá ser encaminhada por e-mail, indicando o número do protocolo e o número da versão. **Os autores deverão enviar apenas a última versão do trabalho.** O texto do artigo deverá empregar fonte colorida (cor azul) para todas as alterações, juntamente com uma carta ao editor, reiterando o interesse em publicar nesta Revista e informando quais alterações foram processadas no manuscrito. Se houver discordância quanto às recomendações dos revisores, os autores deverão apresentar os argumentos que justificam sua posição. O título e o código do manuscrito deverão ser especificados. Os prazos fixados para nova submissão dos originais corrigidos serão informados no ofício que acompanha os originais e deverão ser rigorosamente respeitados.

A nova submissão fora dos prazos estipulados acarretará no cancelamento definitivo do processo de avaliação e a devolução definitiva dos originais.

Disposição dos elementos constituintes do texto

Os elementos constituintes do texto devem ser dispostos segundo a sequência apresentada abaixo:

Especialidade ou área da pesquisa: uma única palavra que permita ao leitor identificar de imediato a especialidade ou área à que pertence a pesquisa.

Título: Título: a) título completo em português e inglês ou espanhol, devendo ser conciso, **evitando excesso das palavras, como “avaliação do...”, “considerações acerca de...”, “estudo exploratório”;** b) short title com até 50 caracteres em português (ou espanhol) e inglês.

Nome dos autores: a) nome de todos os autores por extenso, indicando o Departamento e/ou Instituição a que pertencem (incluindo indicação dos endereços completos de todas as universidades às quais estão vinculados os autores); b) será aceita uma única afiliação por

autor. Os autores deverão, portanto, escolher dentre suas afiliações aquela que julgarem a mais importante; c) todos os dados da afiliação devem ser apresentados por extenso, sem nenhuma abreviação; d) endereço completo para correspondência de todos os autores, incluindo o nome para contato, telefone e e-mail. **Observação:** esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores. **Observação:** esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores.

Resumo: a) todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, **com um mínimo de 150 palavras e máximo 250 palavras**. Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do abstract em inglês; b) para os artigos **originais, os resumos devem ser estruturados** destacando objetivos, métodos básicos adotados, informação sobre o local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicando formas de continuidade do estudo. Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações; c) não deve conter citações e abreviaturas.

Termos de indexação: correspondem às palavras ou expressões que identifiquem o conteúdo do artigo. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) da Bireme.

Introdução: deve ser curta, definindo o problema estudado, sintetizando sua importância e destacando as lacunas do conhecimento que serão abordadas no artigo. Deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema, e que destaque sua relevância. Não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão.

Métodos: os métodos devem ser apresentados com detalhes suficientes para permitir a confirmação das observações, incluindo os procedimentos adotados, universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico.

Em relação à **análise estatística**, os autores devem demonstrar que os procedimentos utilizados foram não somente apropriados para testar as hipóteses do estudo, mas também corretamente interpretados. Os níveis de significância estatística (ex. $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) devem ser mencionados.

Identificar com precisão todas as drogas e substâncias químicas utilizadas, incluindo nomes genéricos, doses e vias de administração. Os termos científicos devem ser grafados por extenso, em vez de seus correspondentes símbolos abreviados. Incluem-se nessa classificação: nomes de compostos e elementos químicos e binômios da nomenclatura microbiológica,

zoológica e botânica. Os nomes genéricos de produtos devem ser preferidos às suas respectivas marcas comerciais, sempre seguidos, entre parênteses, do nome do fabricante, da cidade e do país em que foi fabricado, separados por vírgula.

Informar que a pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde e fornecer o número do parecer de aprovação. Ao relatar **experimentos com animais**, indicar se as diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais - ou se qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório - foram seguidas.

Resultados: devem ser apresentados com o mínimo possível de discussão ou interpretação pessoal, acompanhados de tabelas e/ou material ilustrativo adequado, quando necessário. Não repetir no texto todos os dados já apresentados em ilustrações e tabelas. Dados estatísticos devem ser submetidos a análises apropriadas.

Tabelas, quadros, figuras e gráficos devem ser limitados a seis no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. É imprescindível a informação do local e ano do estudo. A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros e tabelas terão as bordas laterais abertas. **Os gráficos devem ser enviados sempre acompanhados dos respectivos valores numéricos que lhes deram origem e em formato Excel.**

Os autores se responsabilizam pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações, tabelas, quadros e gráficos), que deverão permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente); **não é permitido o formato paisagem.** Figuras digitalizadas deverão ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 dpi. Na apresentação de imagens e texto, deve-se evitar o uso de iniciais, nome e número de registro de pacientes. O paciente não poderá ser identificado ou reconhecível nas imagens.

Discussão: deve restringir-se ao significado dos dados obtidos, evitando-se hipóteses não fundamentadas nos resultados, e relacioná-los ao conhecimento já existente e aos obtidos em outros estudos relevantes. Enfatizar os aspectos novos e importantes do estudo e as conclusões derivadas. Não repetir em detalhes dados ou outros materiais já citados nas seções de Introdução ou Resultados. Incluir implicações para pesquisas futuras.

Conclusão: parte final do trabalho baseada nas evidências disponíveis e pertinentes ao objeto de estudo. As conclusões devem ser precisas e claramente expostas, cada uma delas fundamentada nos objetos de estudo, relacionado os resultados obtidos com as hipóteses levantadas. Evidenciar o que foi alcançado com o estudo e a possível aplicação dos resultados

da pesquisa; podendo sugerir outros estudos que complementem a pesquisa ou para questões surgidas no seu desenvolvimento. **Não serão aceitas citações bibliográficas nesta seção.**

Agradecimentos: podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho.

Anexos: deverão ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Caberá aos editores julgar a necessidade de sua publicação.

Abreviaturas e siglas: deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado, por extenso, quando da primeira citação no texto. **Não devem ser usadas no título e no resumo.**

Referências: devem ser numeradas consecutivamente, seguindo a ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto, baseadas no *estilo Vancouver*

Nas referências com até seis autores, citam-se todos; acima de seis autores, citam-se os seis primeiros, seguido da expressão latina et al. Os títulos de periódicos devem ser abreviados de acordo com o *List of Journals Indexed in Index Medicus* (<http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>) e impressos sem negrito, itálico ou grifo, devendo-se usar a mesma apresentação em todas as referências.

Não serão aceitas citações/referências de **monografias** de conclusão de curso de graduação, **dissertações, teses** e de **textos não publicados** (aulas, entre outros). Livros devem ser mantidos ao mínimo indispensável uma vez que refletem opinião dos respectivos autores e/ou editores. Somente serão aceitas referências de livros mais recentes. Se um trabalho não publicado, de autoria de um dos autores do manuscrito, for citado (ou seja, um artigo no prelo), será necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo.

Citações bibliográficas no texto: utilizar o sistema numérico de citação, no qual somente os números-índices das referências, na forma sobrescrita, são indicados no texto. Deverão ser colocadas em **ordem numérica**, em algarismos arábicos, meia linha acima e após a citação, e devem constar da lista de referências. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pelo "&"; se forem mais de dois, cita-se o primeiro autor, seguido da expressão et al.

A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor. Todos os autores cujos trabalhos forem citados no texto deverão ser listados na seção de Referências.

Diretrizes para submissão (Todos os itens obrigatórios)

- A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista
- Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word e todas as URL no texto (ex: www.revistargo.com.br) estão ativas
- Manuscrito: formatado de acordo com as Diretrizes para Autores, encontradas na seção "Sobre" a revista. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas.
- 1. Declaração de Responsabilidade: deve ser assinada por todos os autores, responsabilizando-se pelo conteúdo original do trabalho. 2. Transferência de Direitos Autorais: Deve conter declaração expressa de transferência de direitos em caso de aceitação do trabalho e de existência ou não de conflito de interesses. 3. Contribuições do artigo: Destacar as principais contribuições do estudo para a área em que se insere.
- Enfim, encontro-me ciente da responsabilidade de o texto submetido encontrar-se em conformidade com os requisitos de formatação da revista segundo as Diretrizes do autor, encontradas na seção "Sobre" a revista

Aviso de Copyright

A revista se reserva o direito de efetuar, nos originais, alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical, com vistas a manter o padrão culto da língua, respeitando, porém, o estilo dos autores. As provas finais serão enviadas aos autores. Deve ser consignada a fonte de publicação original. Os originais não serão devolvidos aos autores. As opiniões emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade. Cada autor receberá um exemplar da revista.

Declaração de privacidade

Os nomes e endereços de e-mail neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.