

Comparação da qualidade e segurança do preparo biomecânico de canais simulados com dupla curvatura utilizando instrumentos manuais de níquel-titânio tratados termicamente e instrumentos manuais de aço inoxidável

Murilo Kenji Kurita de NEGREIRO¹; Raimundo Sales de OLIVEIRA NETO²; Murilo Alcalde PRIORI³; Rodrigo Ricci VIVAN³; Marco Antonio Hungaro DUARTE⁴

1 - Aluno de graduação da Faculdade de Odontologia, Universidade São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil; 2 - Mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas, Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia, Universidade São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil; 3 - Professor do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia, Universidade São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil; 4 - Professor Titular e Chefe do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia, Universidade São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil.

Resumo

Objetivo: Avaliar a qualidade e segurança do preparo biomecânico (PBM) de canais radiculares artificiais com dupla curvatura utilizando as novas limas M, o sistema SMF e instrumentos de aço-inoxidável tipo K. **Material e método:** Trinta blocos de acrílico com dupla curvatura foram radiografados com uma lima K 10 posicionada no comprimento de trabalho. Os blocos foram divididos em 3 grupos (n=10): Grupo 1- Preparo manual pela técnica de Oregon Modificada adotando como memória o instrumento 35; Grupo 2- Preparo com Lima M com conicidade .05 empregando técnica progressiva até o instrumento 35/.05; Grupo 3- Preparo com limas SMF pela técnica progressiva até o diâmetro 35/.04. Após o PBM, o último instrumento utilizado no preparo foi mantido no comprimento de trabalho e nova radiografia foi realizada. As radiografias foram sobrepostas e o desvio da trajetória do canal radicular foi medido no ponto de maior desvio de cada curvatura, nos terços médio e apical, por meio do *software* ImageJ. A taxa de fratura também foi calculada. **Resultados:** Não foram observadas diferenças na média do desvio da trajetória do canal radicular ($P > 0.05$), entretanto, os instrumentos de NiTi tiveram uma incidência menor de fratura e alcançaram com maior frequência o comprimento de trabalho, sem a ocorrência de iatrogenias, sendo as limas do sistema SMF com menor incidência de fratura (30%). **Conclusões:** O PBM manual de canais com duplas curvatura é mais seguro com a utilização de limas fabricadas em NiTi. As limas SMF apresentaram menor taxa de confecção de degrau e fratura dos instrumentos.



Copyright © 2024 Revista Odontológica do Brasil Central - Esta obra está licenciada com uma licença Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Recebido: 25/11/23
Aceito: 14/12/23
Publicado: 15/03/24

DOI: 10.36065/robrac.v33i92.1741

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia; Ligas de memória da forma; Preparo de canal radicular.

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Raimundo Sales de Oliveira Neto

Alameda Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, Faculdade de Odontologia, Universidade São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil. 17012-901 Bauru, SP, Brasil
Telefone: +55 91 982287826. E-mail: cdraimundoneto@hotmail.com

Introdução

O conhecimento da anatomia do canal radicular é o primeiro passo para um tratamento endodôntico exitoso. Algumas peculiaridades anatômicas podem dificultar a terapia endodôntica e são consideradas o fator central para levar a um desfecho de fracasso^{1,2}. Consequentemente, o endodontista deve estar ciente da configuração geral e possíveis diferenças anatômicas para reconhecê-las no tratamento endodôntico. Tipicamente, existem complexidades na anatomia endodôntica em grande parte dos dentes da cavidade bucal³⁻⁵. Alguns fatores desafiadores são encontrados na anatomia dos molares, como a presença de dupla curvatura, sendo considerado um desafio no preparo biomecânico (PBM) destes dentes^{6,7}.

A introdução do NiTi na fabricação dos instrumentos endodônticos aumentou a segurança e efetividade principalmente no preparo de canais com curvatura⁸. As ligas de NiTi tratadas termicamente e as tecnologias de fabricação envolvidas em sua produção melhoraram a microestrutura e aumentaram a flexibilidade dos instrumentos endodônticos em relação aos fabricados com liga de NiTi convencional ou aço inoxidável utilizados no PBM⁹⁻¹³. A composição da liga de NiTi e as características microestruturais das fases são essenciais para determinar o comportamento mecânico dos fios de NiTi. Neste aspecto, o tratamento térmico pode ajustar a temperatura de transformação da liga, o que pode determinar uma quantidade significativa de um tipo de fase microestrutural no uso clínico, tendo influência na resistência à fratura dos instrumentos¹⁴.

Atualmente, existem mais de duzentos sistemas de instrumentos de NiTi, sendo a maioria acionados de maneira mecanizada¹⁵. Entretanto, em muitos cursos de graduação, e, muitos clínicos gerais que realizam a endodontia em seus consultórios, não possuem motor endodôntico. Assim, algumas empresas lançaram instrumentos de NiTi manuais com conicidade. O primeiro que surgiu foi o Sistema ProTaper Manual, empregando liga

de NiTi convencional. Mais recentemente, foram introduzidas no mercado a Prodesign M e a SMF pela Easy (Easy Bassi, Belo Horizonte, Brasil) e MK Life (MK Life, Porto Alegre, Brasil) respectivamente, utilizando NiTi tratado termicamente.

Recentemente, a Easy lançou uma nova lima manual de Níquel-titânio, com alguns diferenciais em sua secção, apresentando quatro hélices cortantes, com ângulo de ataque positivo, ponta modificada (sem ângulo de transição), ângulo helicoidal modificado, que favoreceram a realização de rotação completa do instrumento sem travamento, além da variabilidade de diâmetros e conicidades, que proporcionam a atuação em diferentes desafios anatômicos. As novas Limas M apresentam dois ampliadores de orifício, 15/.10 e 15/.08, instrumentos de 15 a 50 com conicidades .03 e .05 e instrumentos 50,60 e 70 com conicidade .03.

Até a presente data, não existem trabalhos na literatura avaliando o preparo com os instrumentos manuais de NiTi. Diante do exposto, acha-se oportuno analisar a qualidade e segurança de preparo, para as novas Limas M, comparando com o preparo manual com instrumentos de aço inoxidável e com outro sistema Manual de NiTi (SMF- MK Life) no PBM de canais simulados com dupla curvatura. A hipótese nula é que não há diferença entre a qualidade e segurança no PBM de canais com dupla curvatura utilizando sistemas manuais de níquel-titânio e de aço inoxidável.

Material e métodos

Foram empregados nesse estudo 30 blocos de acrílico com canais simulados de dupla curvatura (IM do Brasil, São Paulo, Brasil). Os canais foram explorados com lima tipo K 10. Em seguida, foi realizada uma radiografia inicial com este instrumento endodôntico no comprimento de trabalho com o auxílio de sensor radiográfico (Micromega, Indaiatuba, Brasil), com objetivo de demonstrar a trajetória original do canal radicular.

Os blocos foram numerados e distribuídos de maneira randômica (<https://random.org>) em função da técnica de instrumentação. Todos os procedimentos experimentais foram realizados por um aluno de graduação. Cada instrumento foi usado no máximo três vezes e depois foram descartados. A cada troca de instrumento ou a cada passo da instrumentação, o canal foi irrigado com 5mL de hipoclorito de sódio 2,5% (ASFER, São Caetano do Sul, Brasil), realizou-se a passagem da lima de patência (instrumento K, calibre 10), aspirou e inundou o canal radicular com a solução irrigadora.

Nos blocos do grupo 1, foi realizado o preparo manual pela técnica de Oregon Modificada. O preparo iniciou com lima 50, sendo o calibre dos instrumentos reduzidos, à medida que se atingiu $\frac{2}{3}$ do comprimento do dente. As brocas de Gates-Glidden 2 e 3, acopladas em micromotor e contra-ângulo, foram empregadas no terço cervical, e então continuou-se com a instrumentação manual em ordem decrescente de calibre até alcançar o comprimento real de trabalho (CT), determinado em 1mm aquém do comprimento real do dente, através de inspeção visual da lima de patência através da saída foraminal. Durante essa fase progressiva, foram utilizados movimentos alternados de $\frac{1}{4}$ de volta no sentido horário, sem pressão apical, repetindo esse movimento 4 vezes por instrumento. Após chegar no comprimento real de trabalho, foi efetuada a ampliação do canal nessa medida até o diâmetro 35, realizando movimento oscilatório e em seguida realizou-se o escalonamento regressivo com limas 40, 45 e 50, recuando 1mm a cada lima e realizando movimento de limagem.

No grupo 2 foram empregados os instrumentos SMF. Inicialmente, o preparo cervical dos blocos foi realizado com o instrumento 17/.08. Posteriormente, foi efetuada a instrumentação apical com os instrumentos 15/.04 até o 35/.04 no comprimento de trabalho. As limas foram acionadas manualmente em movimentos de $\frac{1}{4}$ de volta no sentido horário, com leve pressão apical.

No grupo 3 (preparo com Limas M taper .05), primeiro o preparo cervical foi realizado com os instrumentos 15/.10 e 15/.08. Em seguida, a instrumentação apical com os instrumentos 15/.05 até o 35/.05 no comprimento de trabalho. Os instrumentos foram acionados por movimentos digitais de rotação completa, com leve pressão apical e em sentido horário.

Após o PBM, os instrumentos finais foram mantidos no comprimento de trabalho e uma nova radiografia periapical foi realizada, seguindo os mesmos parâmetros citados previamente.

As radiografias iniciais e finais foram sobrepostas e o desvio foi medido no ponto de maior distância entre a trajetória original do canal, demonstrado pelo trajeto da lima tipo K #10 nas radiografias iniciais, e a posição do instrumento na radiografia final. O desvio foi mensurado em dois pontos distintos, um na primeira curvatura, localizada no terço médio e outro na curvatura localizada no terço apical com auxílio do software ImageJ (Figura 1). A taxa de fratura e de degrau foram calculadas em porcentagem.

Os instrumentos de NiTi foram examinados com microscopia eletrônica de varredura (MEV - JEOL, JSM-TLLOA, Tóquio, Japão) para determinar as características topográficas dos fragmentos. Todos os instrumentos foram limpos em um dispositivo

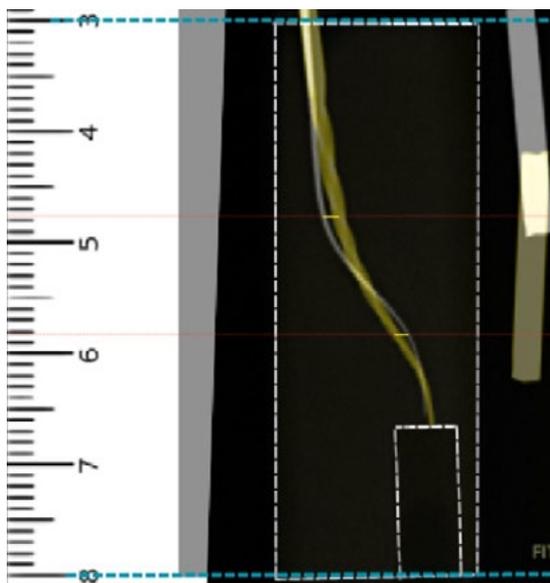


FIGURA 1 - Radiografias iniciais e finais sobrepostas. Nas curvaturas localizadas nos terços cervical e médio foram traçadas linhas para mensurar o tamanho do desvio da trajetória original do canal (cor cinza). A trajetória realizada pelo instrumento final está demarcada em coloração amarela.

de limpeza ultrassônica (Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) com água destilada por 3 minutos antes da avaliação no MEV. A superfície fraturada dos instrumentos foi examinada com aumento de 150X.

Os dados foram organizados em planilhas digitais e a normalidade de distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste estatístico de Shapiro-Wilk. Os dados de desvio foram testados estatisticamente pelo teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5% e o GraphPad Prism 8.3 foi utilizado como programa estatístico.

Resultados

A Tabela 1 demonstra os dados de desvio da trajetória original dos canais radiculares após o BPM. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os três sistemas utilizados ($P > 0.05$). Entretanto, como observado na Tabela 2, a instrumentação com as limas de aço inoxidável tipo K apresentaram uma maior taxa de confecção de degrau e de fratura dos instrumentos, sendo que em nenhum espécime foi possível atingir o comprimento de trabalho. Assim como a instrumentação com as limas K, ocorreu 50% de fratura com as Limas M, porém somente em 20% dos casos houve a confecção de degrau. As limas SMF apresentaram maior segurança no preparo de canais artificiais com dupla curvatura, demonstrando uma taxa de fratura dos instrumentos em 30% dos casos e criação de degrau em somente 10%.

TABELA 1 - Média do desvio (em mm) da trajetória original do canal radicular após o PBM. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística ($P > 0.05$).

Instrumentos	Terço Médio		Terço Apical	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
K	0.6580 ^a	0.3132	0.5738 ^a	0.2022
SMF	0.7393 ^a	0.1730	0.4099 ^a	0.2528
M.05	0.4878 ^a	0.4878	0.4295 ^a	0.3147

As fotomicrografias de microscopia de varredura a laser revelam que os instrumentos apresentaram marcas de abrasão típicas de fadiga torcional (Figura 2).

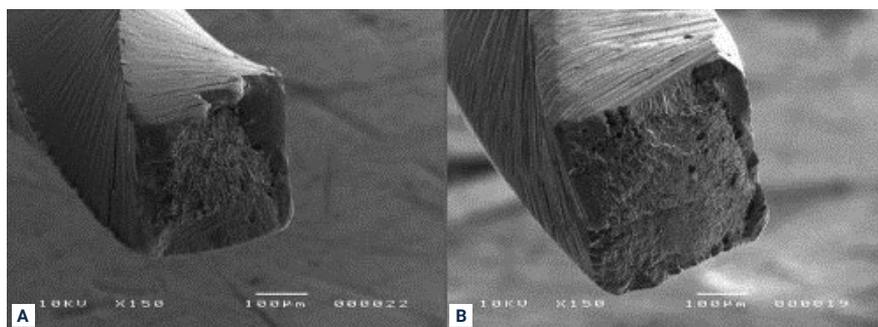


FIGURA 2 · Imagens de microscopia eletrônica de varredura das superfícies fraturadas dos instrumentos SMF (a) e M (b). As ondulações distorcidas perto do centro de rotação e as marcas de abrasão são características típicas de falha torcional.

TABELA 2 · Taxa de confecção de degrau e de fratura dos instrumentos após o PBM.

Instrumento	Não alcançou o CT - Degrau	Fratura do Instrumento
K	50%	50%
SMF	10%	30%
M.05	20%	50%

Discussão

O tratamento endodôntico depende da correta execução da instrumentação do sistema de canais radiculares¹⁶. É fundamental que os instrumentos endodônticos utilizados sejam capazes de promover a modelagem dos canais, sem a ocorrência de acidentes, como a criação de degrau, zip, desvios e separação ou fratura dos instrumentos^{15,17,18}. Dessa forma, a introdução do NiTi na confecção de limas endodônticas com maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica e torcional aumentou a qualidade e segurança no PBM¹⁹⁻²¹.

A introdução do NiTi na endodontia trouxe maior segurança para o preparo de canais com curvatura²². O sistema Protaper Universal foi um dos primeiros sistemas manuais lançados no mercado, confeccionado em NiTi convencional ou super elástico.

Porém, instrumentos fabricados com este tipo de liga são mais rígidos e apresentam menor resistência à fadiga cíclica que instrumentos fabricados em NiTi com tratamento térmico^{23,24}. Novos sistemas manuais de NiTi foram inseridos, como é o caso do sistema SMF e das novas Limas M, que possuem tratamento térmico, o que confere efeito de memória de forma a estes instrumentos. As limas SMF possuem forma de corte transversal, com secção triangular com faces angulares em que o ângulo de efeito positivo fornece a ação de corte eficiente, reduzindo o contato do instrumento com a parede do canal, prevenindo o “efeito parafuso”, segundo informações do próprio fabricante. Já as novas Limas M apresentam secção transversal em hélice quádrupla e devem ser manuseados seguindo movimentos rotatórios de 360° em sentido horário. Estes sistemas são acionados manualmente e por isso não necessitam de motores endodônticos para a sua utilização, sendo útil principalmente para alunos de graduação e cirurgiões-dentistas recém-formados.

Acidentes durante a etapa de instrumentação, como o desvio da trajetória do canal, confecção de degrau e zip, além da fratura dos instrumentos estão relacionados com um desfecho negativo da terapia endodôntica²⁵⁻²⁹, indicando a resolução da patologia periapical por meio de procedimentos cirúrgicos em alguns casos^{30,31}. Além disso, a instrumentação condizente com o correto comprimento de trabalho pode influenciar no prognóstico de dentes tratados endodonticamente³². Dessa forma, os instrumentos devem ter a capacidade de atingir os terços apicais de canais radiculares, sem a ocorrência de fraturas e acidentes. No presente estudo, quando as limas de aço-inoxidável tipo K foram utilizadas no PBM, em nenhum espécime foi possível alcançar o terço apical de canais com dupla curvatura. Em 50% dos casos houve a criação de um degrau, que impossibilitou o avanço dos instrumentos e nos outros 50% houve a ocorrência de fratura da lima. Estes resultados negativos podem estar relacionados com a menor flexibilidade e resistência à fratura dos instrumentos de aço inoxidável^{21,33,34}. Além disso, a anatomia utilizada nos blocos,

dupla curvatura, é considerada de alta complexidade³⁵, o que favoreceu um alto índice de fratura observado nos instrumentos tipo K, assim como no sistema de Limas M (também de 50%).

Os resultados do presente estudo indicaram não haver diferença estatística entre o desvio da trajetória do canal radicular, independentemente do sistema utilizado para a realização do preparo biomecânico, sendo observado uma retificação dos canais radiculares em alguns casos. Entretanto, estes dados devem ser interpretados com cuidado, haja vista que nenhum espécime do grupo das limas tipo K alcançaram o CT. Ambos os sistemas fabricados com liga de NiTi, SMF e M, apresentaram maior chance de atingir o CT de trabalho estipulado. Os instrumentos SMF apresentaram uma maior chance de atingir o CT. Além disso, também determinaram uma menor taxa de fratura dos instrumentos (30%). A secção transversal e o maior volume de massa metálica determinado pela secção transversal quadrangular destes instrumentos, podem ter influenciado no resultado. A conicidade .04, menor que a conicidade .05 das limas M utilizadas neste estudo, pode ter determinado uma maior capacidade do instrumento em acompanhar a trajetória do canal radicular, diminuindo a taxa de degrau.

O PBM deve manter o trajeto original dos canais radiculares³⁶. Entretanto, isto pode ser dificultado em casos de dentes com complexidades anatômica, como o caso de duplas curvaturas, também denominados de *S-shaped*. Inúmeros estudos foram publicados avaliando a qualidade do preparo em canais com curvatura, porém a maioria deles avaliam a capacidade de centralização em canais com uma única curvatura e com instrumentos mecanizados^{8,37-39}. Este é o primeiro estudo avaliando a qualidade e segurança do PBM de canais com duplas curvatura utilizando os sistemas manuais fabricados em NiTi tratado termicamente, SMF e M. A hipótese nula foi parcialmente rejeitada, haja vista que apesar de não ser observado diferença no desvio entre as diferenças técnicas de instrumentação, os

instrumentos de NiTi apresentaram menor taxa de fratura e maior chance de alcançar o comprimento de trabalho de canais com dupla curvatura.

Para este estudo foram utilizadas análises radiográficas, que só proporcionam a visualização bidimensional do canal radicular, assim, novos estudos avaliando o desvio da trajetória do canal radicular por meio de micro tomografia computadorizada são necessários para promover uma avaliação com maior precisão. Além disso, trabalhos clínicos avaliando a dor pós-operatória, desfecho e taxa de iatrogenias também são necessários.

Conclusão

A instrumentação manual de canais simulados com duplas curvatura é mais segura e efetiva quando realizada com limas fabricadas em NiTi. Apesar de não ser observada diferença na extensão do desvio da trajetória original dos canais radiculares entre os sistemas utilizados, as limas SMF apresentaram menor taxa de confecção de degrau e fratura dos instrumentos, quando comparada ao PBM realizado com as limas tipo K e com as novas limas M.

Referências

- 1- Alshehri AA, Alzain SM, Alnaim AJ, *et al.* Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Annals of Dental Specialty.* 2020; 8(2):94-96.
- 2- Ricucci D, Siqueira JF, Bate AL, *et al.* Histologic Investigation of Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis: A Retrospective Study from Twenty-four Patients. *J Endod.* 2009; 35(4):493-502.
- 3- Stropko JJ. Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. *J Endod.* 1999; 25(6):446-50.
- 4- Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011; 37(7):1002-7.
- 5- Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, *et al.* Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2018; 51(5):564-571.

- 6 - Kim H, Jeon SJ, Seo MS. Comparison of the canal transportation of ProTaper GOLD, WaveOne GOLD, and TruNatomy in simulated double-curved canals. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):533.
- 7 - Shi L, Wu S, Yang Y, Wan Jie. Efficacy of five irrigation techniques in removing calcium hydroxide from simulated S-shaped root canals. *J Dent Sci*. 2022; 17(1):128-134.
- 8 - Altufayli MD, Salim B, Katbeh I, Katbeh I, Merei R. Shaping Ability of Reciproc Blue Versus One Curve in Curved Canal: An In-Vitro Study. *Cureus*. 2022;14(4):10, doi:10.7759/cureus.24387
- 9 - Hayashi Y, Yoneyama T, Yahata Y, *et al*. Phase transformation behaviour and bending properties of hybrid nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J*. 2007;40(4):247-53.
- 10 - Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. *J Endod*. 2001; 27(8): 516-20.
- 11 - Kuhn G, Jordan L. Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod*. 2002; 28(10): 716-20.
- 12 - Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod*. 2013; 39(2): 163-72.
- 13 - Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YC, Mazzi-Chaves JF, Carvalho KKT, Barbosa AFS, Ver. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. *Braz Oral Res*. 2018;32(suppl 1):e66.
- 14 - Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J*. 2012; 45(2):113-28.
- 15 - Arias A, Peters OA. Present status and future directions: Canal shaping. *Int Endod J*. 2022; 55(Suppl 3):637-655.
- 16 - Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, *et al*. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res*. 2018;32(suppl 1):e65.
- 17 - Kulild JC, Peters DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. *J Endod*. 1990;16(7):311-7.
- 18 - Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974; 18(2):269-96.
- 19 - Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, Vasconcelos BC; Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, *et al*. Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. *Clin Oral Investig*. 2018;22(4):1865-1871.
- 20 - Ruiz-Sánchez C, Faus-Llácer V, Faus-Matoses I, Zubizarreta-Macho, A, Sauro S, Faus-Matoses V. The Influence of NiTi Alloy on the Cyclic Fatigue Resistance of Endodontic Files. *J Clin Med*. 2020; 9(11):3755.

- 21 - Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988; 14(7): 346-51.
- 22 - Sathorn C, Parashos P, Messer HH. Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2005; 38(6): 347-55.
- 23 - Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 endo, ProTaper, and ProFile systems: Breakage and distortion, in severely curved roots of molars. *J Endod.* 2004; 30(4): 234-237.
- 24 - Perez-Higueras JJ, Arias A, de la Macorra JC, Peters AO. Differences in Cyclic Fatigue Resistance between ProTaper Next and ProTaper Universal Instruments at Different Levels. *J Endod.* 2014;40(9):1477-1481.
- 25 - Mustafa M, Almuhaiza M, Alamri HM, Abdulwahed A, Alghomlas ZI, Alothman TA, Alhajri FF. Evaluation of the causes of failure of root canal treatment among patients in the City of Al-Kharj, Saudi Arabia. *Niger J Clin Pract.* 2021; 24(4): 621-628.
- 26 - Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J.* 2007; 40(12): 921-939.
- 27 - Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J.* 2008; 41(1): 6-31.
- 28 - Lewsey JD, Gilthorpe MS, Gulabivala K. An introduction to meta-analysis within the framework of multilevel modelling using the probability of success of root canal treatment as an illustration. *Community Dent Health.* 2001;18(3):131-7.
- 29 - Song M, Kim HC, Lee W, Kim E. Analysis of the Cause of Failure in Nonsurgical Endodontic Treatment by Microscopic Inspection during Endodontic Microsurgery. *J Endod.* 2011; 37(11): 1516-1519.
- 30 - Karamifar K, Tondari A, Saghiri MA. Endodontic Periapical Lesion: An Overview on the Etiology, Diagnosis and Current Treatment Modalities. *Eur Endod J.* 2020; 5(2): 54-67.
- 31 - Satheesh SL, Jain S, Bhuyan AC, Devi LS. Surgical management of a separated endodontic instrument using second generation platelet concentrate and hydroxyapatite. *J Clin Diagn Res.* 2017; 11(6): Zd01-zd03.
- 32 - Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990; 16(10): 498-504.
- 33 - Canalda-Sahli C, Brau-Aguade E, Sentis-Vilalta J. The effect of sterilization on bending and torsional properties of K-files manufactured with different metallic alloys. *Int Endod J.* 1998; 31(1): 48-52.

- 34** - Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LSW. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 81(5): 596-602.
- 35** - Almohaimede AA, AlShehri BM, Alaiban AA, Aldakhil RA. Significance of endodontic case difficulty assessment: a retrospective study. *Int Dent J.* 2022; 72(5): 648-653.
- 36** - Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod.* 2001; 27(1): 1-6.
- 37** - Alfadley A, Alrajhi A, Alissa H, Alzeghaibi F, Hamadah L, Alfouzan K, *et al.* Shaping ability of XP endo shaper file in curved root canal models. *Int J Dent.* 2020; 2020:1-6.
- 38** - Rebeiz J, Hachem CE, Osta NE, *et al.* Shaping ability of a new heat-treated NiTi system in continuous rotation or reciprocation in artificial curved canals. *Odontology.* 2021;109(4): 792-801.
- 39** - Silva RV, Alcalde MP, Horta MC, Rodrigues CT, Silveira FF, Duarte MA, *et al.* Root canal shaping of curved canals by reciproc blue system and pro taper gold: a micro-computed tomographic study. *J Clin Exp Dent.* 2021; 13(2): 112-e118.

Comparison of the quality and safety of the biomechanical preparation of heat-treated nickel-titanium and stainless-steel hand files in the preparation of simulated canals with double curvature

Abstract

Objective: To assess the quality and safety of biomechanical preparation (BMP) in artificial root canals with double curvature using the new M files, the SMF system, and K-type stainless steel instruments. **Material and Methods:** Thirty acrylic blocks with double curvature were radiographed with a K 10 file positioned at the working length. The blocks were divided into 3 groups (n=10): Group 1 - Manual preparation using the Modified Oregon technique with instrument 35 as a reference; Group 2 - Preparation with M files with a .05 taper using a progressive technique up to instrument 35/.05; Group 3 - Preparation with SMF files using a progressive technique up to diameter 35/.04. After BMP, the last instrument used in the preparation was kept at the working length, and a new radiograph was taken. Radiographs were superimposed, and the deviation of the root canal trajectory was measured at the point of the greatest deviation for each curvature, in the middle and apical thirds, using ImageJ software. The fracture rate was also calculated. **Results:** No differences were observed in the mean deviation of the root canal trajectory ($P>0.05$); however, NiTi instruments had a lower incidence of fracture and more frequently reached the working length without iatrogenic events. SMF system files had a lower incidence of fracture (30%). **Conclusions:** Manual BMP in double-curved canals is safer with the use of NiTi files. SMF files showed a lower rate of ledge formation and instrument fracture.

KEYWORDS: Endodontics; Shape memory alloys; Root canal preparation.

Como citar este artigo

Negreiro MKK, Oliveira Neto RS, Piori MA, Vivan RR, Duarte MAH. Comparação da qualidade e segurança do preparo biomecânico de canais simulados com dupla curvatura utilizando instrumentos manuais de níquel-titânio tratados termicamente e instrumentos manuais de aço inoxidável. Rev Odontol Bras Central 2024; 33(92): 32-45. DOI: 10.36065/robrac.v33i92.1741