

Flexibilidade de Instrumentos Endodônticos Tipo K, de Aço Inoxidável e de Niti: Estudo Comparativo

ENDODONTIA

Hélio Pereira LOPES¹
Carlos Nelson ELIAS²
Marcelo MANGELI³
Edson Jorge Lima MOREIRA⁴
Rosana de Souza PEREIRA⁵
Gisela de Souza PEREIRA⁶

RESUMO

Avaliar a carga necessária para induzir uma determinada deformação elástica (deslocamento) de instrumentos manuais de NiTi e de aço inoxidável de mesmo número, de quatro marcas comerciais. Nos ensaios mecânicos de flexão, as amostras foram fixadas em uma das extremidades (cantilever) e a carga aplicada na extremidade oposta, na direção perpendicular ao eixo do instrumento. Os resultados obtidos indicaram que os instrumentos da marca comercial Nitiflex são os mais flexíveis, enquanto os ProTaper se mostraram como os mais rígidos. A comparação entre os instrumentos de aço inoxidável (FlexoFile e CC Cord) não apresentou diferença estatística significativa. Os instrumentos testados apresentaram geometrias semelhantes às descritas pelos fabricantes.

Palavras-chave:

Instrumentos endodônticos tipo K de NiTi e aço inoxidável. Flexibilidade. Rigidez.

Data de recebimento: 17-7-2006
Data de aceite: 28-8-2006

1 Coronel-dentista R/1 do Exército; professor do Curso de Mestrado em Endodontia da Faculdade de Odontologia Estácio de Sá (UNESA-RJ).
2 Doutor em Ciência dos Materiais pelo IME; professor do Departamento de Materiais do Instituto Militar de Engenharia.
3 Doutor em Endodontia pela UERJ; professor de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Gama Filho.
4 Doutorando em Ciência dos Materiais pelo IME; professor de Endodontia e Clínica Integrada da UNIGRANRIO.
5 Doutora em Endodontia pela UERJ; professora de Endodontia II do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
6 Cirurgiã-dentista.

INTRODUÇÃO

Os principais objetivos do preparo químico mecânico são a limpeza do sistema de canais e a modelagem do canal radicular principal. A modelagem, por meio da instrumentação, visa à obtenção de um canal radicular de formato cônico contínuo, com o menor diâmetro apical e o maior em nível cervical. Esse formato cônico obtido deve, obrigatoriamente, ampliar a dimensão do canal sem alterar a sua trajetória original (LOPES; SIQUEIRA, 2004).

Após a instrumentação em canais retos, este objetivo é geralmente alcançado. Todavia em canais curvos, a manutenção da trajetória original do canal é tarefa difícil de ser realizada e depende da flexibilidade dos instrumentos empregados (LOPES; SIQUEIRA, 2004).

Flexibilidade em flexão é a deformação elástica apresentada pelo instrumento endodôntico, quando submetido ao carregamento na extremidade e na direção perpendicular a seu eixo. A flexibilidade em flexão de um instrumento endodôntico com carregamento em cantilever aumenta com a carga aplicada e com o comprimento do instrumento e diminui com o aumento do módulo de elasticidade da liga metálica e com o momento de inércia (TURPIN; CHAGNEAU; VULCAIN, 2000; TURPIN et al., 2001).

Módulo de elasticidade é o quociente entre a tensão de tração aplicada a um corpo e a deformação elástica que ela provoca. O módulo de elasticidade é uma das propriedades mais constantes dos metais ou ligas metálicas. Quanto menos intensas forem as forças de atração entre os átomos, menor será o módulo de elasticidade e, quanto menor o módulo de elasticidade, maior será a elasticidade do metal ou a liga metálica (LOPES; SIQUEIRA, 2004).

Momento de inércia é o produto da massa de uma partícula pelo quadrado da distância desta a um eixo. O momento de inércia depende da geometria (forma e dimensão) e da seção reta transversal de um instrumento. Assim, a flexibilidade de instrumentos endodônticos de números iguais diminui com a ampliação do momento de inércia (LOPES; SIQUEIRA, 2004).

O objetivo deste trabalho foi quantificar e comparar o valor da carga necessária para induzir um deslocamento da extremidade de instrumentos endodônticos tipo K, fabricados em aço inoxidável e em

NiTi de mesmo número (diâmetro nominal em D_0). Também foram avaliadas as geometrias (formas e dimensões) dos instrumentos ensaiados.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados instrumentos endodônticos tipo K, de 25mm de comprimento, número 30, das marcas comerciais FlexoFile (Dentsply, Maillefer, Suíça), CC Cord (Antaeos, Alemanha), Nitiflex (Dentsply, Maillefer, Suíça) e ProTaper (Dentsply, Maillefer, Suíça). Os instrumentos FlexoFile e CC Cord são fabricados por torção de uma haste piramidal de seção reta transversal triangular de aço inoxidável, ao passo que os instrumentos Nitiflex e ProTaper são fabricados por usinagem de um fio metálico de NiTi. Os instrumentos Nitiflex apresentam seção reta transversal triangular, enquanto os instrumentos ProTaper, seção reta transversal triangular convexa. Seis instrumentos de cada número (diâmetro nominal) e marcas foram submetidos ao ensaio de flexão.

O comprimento dos instrumentos foi medido com paquímetro digital (Mitutoyo Sul - Americana Ltda., Suzano, SP, Brasil) fazendo-se a medição do comprimento total e, então, subtraindo-se o comprimento do cabo do instrumento. Da mesma forma, foram determinados os diâmetros D_3 e D_{13} (pontos situados a 3 e 13mm do vértice das pontas dos instrumentos).

As medidas dos diâmetros dos instrumentos foram realizadas em duas direções perpendiculares. A segunda medida foi tomada a 90 graus em relação à primeira. Os diâmetros considerados de cada instrumento foram as médias aritméticas dos valores obtidos.

Dois instrumentos de cada marca ensaiada foram embutidos em resina acrílica e submetidos à preparação metalográfica para a avaliação da forma das seções retas transversais, por meio de um microscópio eletrônico de varredura MEV (JEOL 5800, Tóquio, Japão).

O ensaio de flexão consistiu na aplicação de uma carga (força) crescente em um instrumento endodôntico engastado em uma das extremidades (cantilever), empregando-se uma máquina de ensaio universal, medindo-se o valor da carga *versus* a deformação elástica.

O dispositivo usado neste trabalho para a realização do ensaio mecânico de flexão em cantilever foi o proposto por Lopes *et al.* (2005). Os instrumentos foram fixados por meio de seus cabos em um mandril tipo Jacob, que, por sua vez, estava imobilizado (haste do mandril) por um torno de bancada. A haste do mandril foi imobilizada com inclinação de 45 graus para baixo em relação ao eixo dos mordentes do torno de bancada. O ponto de aplicação da carga foi obtido fixando uma peça metálica (morsa de alumínio) a 3mm da ponta de cada instrumento.

Para a obtenção da carga aplicada nas amostras, durante o ensaio de flexão em cantilever, empregou-se uma máquina de ensaio universal (Emic, DL 10.000, Paraná, Brasil). A carga foi aplicada no instrumento por meio de um fio de *nylon* com uma das extremidades presa à cabeça da máquina de ensaio e a outra a 3mm da ponta da amostra (ponto de aplicação da carga). O comprimento útil do

corpo de prova foi de 22,0 mm. Neste dispositivo o comprimento do fio, que transmitiu a carga pode ser considerado como infinito em relação ao pequeno arco descrito pela ponta do instrumento e com deformação desprezível. O ensaio de flexão foi conduzido até que a extremidade do instrumento (ponto de aplicação da carga) realizasse um deslocamento de 15,5mm, permanecendo no regime elástico do material. A velocidade do ensaio foi de 15mm/minuto. A célula de carga empregada foi de 20 N.

Durante os ensaios de flexão, foi possível obter, para cada amostra, o diagrama carga (gf) x deslocamento (mm). Para a determinação do valor da carga fornecido pelo dispositivo, foi subtraído o peso da morsa de alumínio usada na ponta do instrumento (ponto de aplicação da carga).

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente pelo teste Kruskal-Wallis e pelo teste de comparações múltiplas SNK (Student-Newman-Keuls).

RESULTADOS

Por meio das dimensões dos instrumentos endodônticos empregados neste trabalho, obtivemos as médias enumeradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios (mm) das dimensões dos instrumentos endodônticos

Instrumentos	Comprimento		D3		D13	
	N	M	N	M	N	M
FlexoFile nº 30	25	25,02	0,36	0,36	0,56	0,55
CCCORD nº 30	25	25,07	0,36	0,38	0,56	0,55
Nitiflex nº 30	25	24,94	0,36	0,34	0,56	0,54
ProTaper nº 30 (F3)	25	25,07	0,57	0,55	1,11	1,01

N = Diâmetro nominal; M = Diâmetro medido

Quanto às formas das seções retas transversais das hastes helicoidais, observamos que os instrumentos FlexoFile, CC Cord e Nitiflex apresentaram formas triangulares, enquanto o ProTaper apresentou forma triangular convexa. As imagens obtidas confirmaram as formas descritas pelos fabricantes.

A Tabela 2 indica a carga máxima para flexionar em cantilever os instrumentos ensaiados até um deslocamento elástico de 15,5mm.

Tabela 2 - Média e desvio-padrão da carga máxima (gf) para flexionar a ponta dos instrumentos em 15,5mm

Instrumentos	Nº de amostras	Carga	
		Média	Desvio- Padrão
FlexoFile nº 30	6	204	14
CCCORD nº 30	6	214	18
Nitiflex nº 30	6	104	3,6
ProTaper nº 30 (F3)	6	318,5	9,6

Por meio dos resultados das cargas máximas obtidas, foi feito o teste Kruskal-Wallis, que revelou diferenças entre os grupos testados. Para identificar as diferenças, foi aplicado o teste SNK com $p < 0,05$.

Os resultados da análise estatística referentes aos grupos testados são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados da Análise Estatística

Comparações	Significância
FlexoFile X CCCord	NS
FlexoFile X Nitiflex	S
FlexoFile X ProTaper	S
CCCord X Nitiflex	S
CCCord X ProTaper	S
Nitiflex X ProTaper	S

S – Significante

NS – Não significante

DISCUSSÃO

No presente trabalho, foram avaliados instrumentos manuais tipo K de aço inoxidável das marcas comerciais FlexoFile e CC Cord e de NiTi da marca comercial Nitiflex. Os valores nominais desses instrumentos, segundo os fabricantes, é de 25mm de comprimento, número 30 e conicidade 0,02mm/mm. Os resultados foram complementados pelos instrumentos ProTaper manuais de NiTi de 25mm de comprimento, número 30 (F_3) de conicidade decrescente de 0,09 (D_1) a 0,05mm (D_6) e , a seguir, constante de 0,05mm/mm até D_{16} (LOPES; SIQUEIRA, 2004).

Foram escolhidos instrumentos de número 30, porque é o maior número encontrado para os instrumentos ProTaper.

Quanto ao número de amostras utilizadas nos ensaios de flexão, normalmente, aconselha-se um mínimo de seis instrumentos para cada grupo (GARCIA; SPIM; SANTOS, 2000; SERENE; ADAMS; SAXENA, 1995).

Como a flexibilidade dos instrumentos endodônticos é influenciada pelos comprimentos e diâmetros esses valores foram determinados nas amostras empregadas. A importância desta avaliação se deve ao fato de que, a despeito de todos os esforços no intuito de padronizar as dimensões dos

instrumentos endodônticos, há sempre a possibilidade de ocorrer discrepância entre os valores das dimensões de instrumentos de mesma numeração de um fabricante ou entre os próprios fabricantes (LOPES et al., 2005).

Os instrumentos ensaiados mostraram seções retas transversais triangulares com três arestas de corte e três canais helicoidais. Os perfis dos canais helicoidais dos instrumentos FlexoFile, CC Cord e Nitiflex eram retos (triangulares), enquanto o do instrumento ProTaper era triangular convexo. Essa diferença confere aos instrumentos ProTaper seção reta transversal com maior área e núcleo.

Os valores mostrados na Tabela 1, em relação aos comprimentos (tolerância de $\pm 0,5$ mm) e diâmetros (tolerância de $\pm 0,02$ mm) estão dentro dos limites de tolerância permitidos, exceto para o diâmetro D_{13} do instrumento ProTaper (ADA, 1988; LOPES; SIQUEIRA, 2004)

Como os limites de tolerância são altos, 2% para o comprimento e cerca de 7% para o diâmetro (no caso dos instrumentos com D_0 igual a 0,30), as variações dimensionais mostradas na Tabela 1 podem ter influenciado nos resultados dos ensaios de flexão.

Os cabos dos instrumentos deveriam ter sido retirados para manter constante o comprimento útil do corpo-de-prova. Todavia, não foram removidos com o objetivo de se determinar a flexibilidade dos instrumentos com as dimensões advindas dos fabricantes.

O presente estudo utilizou, para o ensaio de flexão em cantilever, o dispositivo descrito por Lopes et al. (2005). A carga de flexão, durante o ensaio das amostras, foi aplicada lentamente, criando uma velocidade de 15mm/minuto.

Os resultados dos ensaios de flexão revelaram que a carga máxima para flexionar os instrumentos de mesmo número até um deslocamento elástico de 15,5mm variou com a marca comercial, com o diâmetro e com a natureza da liga metálica.

Para flexionar os instrumentos Nitiflex, é necessária uma carga média menor que as cargas aplicadas nos demais instrumentos deste estudo, ou seja, são mais flexíveis.

Levando-se em consideração que os instrumentos Nitiflex, FlexoFile e CC Cord apresentaram geometrias (formas e dimensões) semelhantes, pode-

mos afirmar que a maior flexibilidade apresentada pelos instrumentos Nitiflex se deve ao menor módulo de elasticidade da liga de NiTi (1/4 a 1/5) em relação ao do aço inoxidável (LOPES; SIQUEIRA, 2004; SERENE; ADAMS; SAXENA, 1995).

Essa afirmação é reforçada pelos resultados observados para os instrumentos FlexoFile e CC Cord fabricados em aço inoxidável (módulos de elasticidade iguais) que exibiram comportamentos semelhantes (sem diferença estatística).

Para os instrumentos Nitiflex e ProTaper, embora fabricados com a mesma liga metálica (NiTi), a carga máxima de flexão variou com a geometria dos instrumentos. Já os instrumentos ProTaper, por apresentarem maiores dimensões em relação aos diâmetros D_3 e D_{13} e maior área da seção reta transversal da haste helicoidal (seção triangular convexa), o que produz maior momento de inércia, necessitaram de maior carga para se deformarem elasticamente e se comportaram de modo mais rígido do que os da marca Nitiflex. Essas afirmações são reforçadas por diversos trabalhos que demonstraram que o menor diâmetro e a menor área da seção reta transversal tornam os instrumentos fabricados com uma mesma liga metálica mais flexíveis (menos rígidos) (CAMPS; PERTOT, 1995; ESPOSITO; CUNNINGHAM, 1995; SCHÄFER; TEPEL, 2001; TURPIN; CHAGNEAU; VULCAIN, 2000).

Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos, ficou evidente a influência da liga metálica e da geometria na flexibilidade dos instrumentos ensaiados.

Quanto à importância da flexibilidade dos instrumentos endodônticos, diversos trabalhos demonstraram que os mais flexíveis mantêm o preparo de canais radiculares curvos mais centrados, quando comparados com os mais rígidos (CAMPS; PERTOT, 1995; EXPOSITO; CUNNINGHAM, 1995; HIMMEL; AHMED; WOOD, 1995; ROYAL; DONNELLY, 1995).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicaram que:

a) os instrumentos endodônticos Nitiflex (NiTi), estatisticamente, são os mais flexíveis (menos rígidos);

b) os instrumentos ProTaper (NiTi), estatisticamente, são os mais rígidos (menos flexíveis);

c) a comparação entre os instrumentos endodônticos de aço inoxidável (FlexoFile e CC Cord) não apresentou diferença estatística significativa;

d) os instrumentos testados apresentaram geometrias semelhantes às descritas pelos fabricantes.

ABSTRACT

FLEXIBILITY OF STAINLESS STEEL K-TYPE INSTRUMENTS AND OF NITI: COMPARATIVE STUDY

The present work evaluated the load needed to induce elastic deformation of NiTi and stainless steel hand instruments similar in sizes from four manufacturers. During the mechanical tests the samples were hooked in one end (cantilever) and the load was applied at the other perpendicularly to the long axis of the instrument. The results indicated the Nitiflex instruments were the most flexible, while the ProTaper instruments were the most rigid. The comparison between stainless steel instruments (FlexoFile and CC Cord) didn't show statistic differences. The tested instruments presented geometry as described for the manufacturers.

Keywords: NiTi and stainless steel K-Type endodontic instrument. Flexibility. Rigidity.

REFERÊNCIAS

- 1 AMERICAN DENTAL ASSOCIATION SPECIFICATION N° 28. Root canal files and reamers type K for hand use. **Amer. Dent. Ass.**, June 1988.
- 2 CAMPS J. J.; PERTOT W. J. Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. **Int. End. J.**, v. 28, p. 239-243, 1995.
- 3 ESPOSITO P. T.; CUNNINGHAM C. J. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. **J. Endod.**, v. 21, n. 4, p. 173-176, 1995.
- 4 GARCIA A.; SPIM J. Á.; SANTOS C. A dos. **Ensaio dos materiais**. Rio de Janeiro: Livros

- Técnicos e Científicos Editora S.A., 2000.
- 5 HIMEL V. T. et al. An evolution of nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam. **Oral Surg.**, v. 79, n. 2, p. 232-237, 1995.
 - 6 LOPES H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
 - 7 LOPES H. P. et al. Flexibilidade de instrumento endodôntico tipo K de aço inoxidável: influência do comprimento do corpo. **UFES Rev. Odontol.**, v. 7, n. 1, p. 6-10, jan./abr. 2005.
 - 8 LOPES H. P. et al. Estudo comparativo da flexibilidade de instrumentos endodônticos de NiTi acionados a motor. **RBO**, v. 62, n. 1e2, p. 115-118, 2005.
 - 9 ROYAL J. R.; DONNELLY J. C. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-force instrumentation with three different file types. **J. Endod.**, v. 21, n. 6, p. 300-304, 1995.
 - 10 SCHÄFER E.; TEPEL J. Relationship between design features of endodontics Instruments and their properties. Part 3. Resistance to bending and fracture. **J. Endod.**, v. 27, n. 4, p. 299-503, 2001.
 - 11 SERENE T. P.; ADAMS J. D.; SAXENA A. Nickel-titanium Instruments. **Applications in Endodontics**. St. Louis: Ishiyaku Euroamerica Inc., 1995.
 - 12 TURPIN Y. L.; CHAGNEAU F.; VULCAIN J. N. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. **J. Endod.**, v. 26, n. 7, p. 414-417, 2000.
 - 11 TURPIN, Y. L. et al. Impact of torsional end bending inertia on root Canal Instruments. **J. Endod.**, v. 27, n. 5, p. 333-336, 2001.

Correspondência para /Reprint request to:

Rosana de Souza Pereira

R. Desembargador João Manoel de Carvalho, 190/apto 701,
ED colina da Praia, Vitória, Espírito Santo
CEP: 29055-430 Tel.:(027) 3225-0839
E-mail: rosanadesouzapereira@yahoo.com.br