



# Avaliação da força de penetração de espaçadores endodônticos digitais de aço inoxidável e de NiTi durante a compactação lateral

*Evaluation of stainless steel and nickel-titanium finger spreaders advance strength during lateral compactation*

**Hélio Pereira Lopes**

Professor do Mestrado em Odontologia da Unesa  
Coordenador do Curso de Especialização da ABE-RJ

**Mônica A. Schultz Mussel**

Mestre em Endodontia pela Unesa  
Professora da Especialização em Endodontia da Unesa

**Carlos Nelson Elias**

Professor do Departamento de Engenharia de Materiais  
do Instituto Militar de Engenharia (IME)

## Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da forma e do acabamento superficial das pontas dos espaçadores endodônticos digitais de aço inoxidável e de níquel-titânio na força de penetração do instrumento no interior de um canal artificial contendo cone de guta-percha. As pontas foram analisadas por meio do MEV; uma máquina de ensaio universal quantificou a força. Os resultados revelaram que a forma e o acabamento da ponta dos espaçadores influenciaram nos resultados obtidos. A força máxima necessária para a penetração do espaçador em um canal artificial foi maior para o de NiTi do que para o de aço inoxidável.

**Palavras-chave:** espaçadores endodônticos digitais; força máxima do espaçador; compactação lateral.

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of configuration and surface finishing of stainless steel (SS) and nickel-titanium (NiTi) finger spreaders on the advance strength in an artificial canal with the master gutta-percha cone placed on the apical segment. The tips of the finger spreaders were observed with a scanning electron microscope. The load was verified by means of an universal testing machine. The results revealed that the tips configuration and the surface finishing of the finger spreaders affected the results. The maximum load required for the spreader to penetrate into a simulated canal was bigger when using the NiTi spreader than the SS one.

**Keywords:** finger spreaders; spreader's maximum load; lateral compression.

## Introdução

númeras técnicas têm sido propostas para a obturação dos canais radiculares, entretanto, a técnica de compactação lateral é a mais utilizada na maioria das situações clínicas. Esta técnica consiste na colocação sucessiva de cones de guta-percha auxiliares lateralmente a um cone principal adaptado no segmento apical e cimentado no interior de um canal radicular. O espaço para os cones auxiliares é criado pela ação de espaçadores, os quais podem ser fabricados em aço inoxidável ou em níquel-titânio (NiTi). Resultados existentes na literatura sugerem que os espaçadores endodônticos denominados digitais devem ser preferidos em relação aos manuais (9, 12).

Os espaçadores devem atingir uma profundidade de 1 a 2 mm do comprimento de trabalho, sem induzir durante a obturação carga excessiva nas paredes do canal radicular (1, 9). A intensidade da tensão induzida na parede de um canal radicular, durante a obturação pela técnica de compactação lateral, pode ser influenciada por fatores inerentes a anatomia do dente e ao espaçador endodôntico.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da forma e do acabamento superficial da ponta dos espaçadores endodônticos digitais de aço inoxidável e de NiTi, na força de penetração do instrumento no interior de canais artificiais (reto e outro curvo), contendo um cone de guta-percha principal adaptado no segmento apical.

## Material e Método

Foram utilizados espaçadores endodônticos digitais denominados C de 25 mm de comprimento, fabricados em aço inoxidável e NiTi (Dentsply – Maillefer, Suíça). Seis instrumentos de cada liga metálica tiveram os comprimentos e os diâmetros ( $D_3$  e  $D_{13}$ ) medidos com o auxílio de um paquímetro digital (Mítutoyo, Sul - Americana - Suzano, SP).

A conicidade (C) e o diâmetro  $D_0$  em milímetros dos espaçadores foram calculados mediante as expressões:

$$C = D_{13} - D_3 / 10 \quad D_0 = D_3 - C \times 3$$

As formas e os acabamentos superficiais das pontas dos espaçadores foram analisados por meio de um microscópio eletrônico de varredura – MEV (Jeol JSM 5800 – Tóquio, Japão).

Os ângulos das pontas foram medidos nas fotomicrografias obtidas no MEV. Foram traçadas duas tangentes nas superfícies de contornos das pontas dos espaçadores endodônticos digitais C e com um transferidor determinou-se os ângulos

internos do encontro destas tangentes.

Dois canais artificiais (um reto e outro curvo) com 17 mm de comprimento confeccionados em blocos de resina foram preparados em toda extensão até uma lima tipo K de NiTi nº 40 (Nitiflex, Dentsply - Maillefer, Suíça). O canal curvo após o preparo apresentou comprimento do segmento reto de 11 mm e comprimento do arco de 6 mm com raio de 7,5 mm.

Cones de guta-percha padronizados de valores nominais de nº 40 e de conicidade 0,02 mm/mm (Endpoints, Rio de Janeiro) tiveram os diâmetros  $D_3$  e  $D_{13}$  medidos com auxílio de um projetor de perfil Nikon Profile Projector (6C - 2 - Nippon - Tóquio, Japão). Para padronizar as dimensões dos cones, o limite de tolerância adotado foi de  $\pm 0,02$  mm.

A força necessária para a penetração dos espaçadores no interior dos canais artificiais foi determinada por meio do ensaio de compressão. O ensaio de compressão consistiu na aplicação de uma força crescente empregando-se uma máquina de ensaio Universal (Emic, DL 10.000, Paraná, Brasil) medindo-se os valores da força *versus* o deslocamento do espaçador endodôntico digital adaptado no interior do canal artificial. Os espaçadores foram fixados pelos cabos por meio de um dispositivo metálico adaptado à cabeça da máquina de ensaio.

O conjunto bloco de acrílico contendo no interior do canal um cone de guta-percha nº 40 adaptado e travado no segmento apical era posicionado sobre a mesa da máquina de ensaio Universal. O conjunto, depois de posicionado, era alinhado verticalmente em relação ao espaçador endodôntico digital, imobilizado na cabeça da máquina de ensaio Universal. A seguir, a máquina era acionada para o en-

saio de compressão. A força e o deslocamento do espaçador no interior do canal até completar a penetração de 15 mm foram registrados continuamente por um microcomputador acoplado à máquina de ensaio. Para todos os ensaios o espaçador era introduzido entre a parede do cone de guta-percha e a mesma parede do canal artificial. Os canais utilizados (reto e curvo) e os espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi foram os mesmos para todos os ensaios realizados. Para cada canal artificial e espaçador C de aço inoxidável ou de NiTi foram realizados dez ensaios. A cada ensaio o cone de guta-percha presente no interior do canal era substituído.

## Resultados

Os espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi são fabricados por usinagem de fios metálicos de forma cilíndrica e possuem um cabo plástico e uma haste metálica. A haste metálica possui dois segmentos: um menor cilíndrico (intermediário), próximo ao cabo, e outro maior (parte de trabalho) com forma cônica circular, tendo o menor diâmetro, voltado para a extremidade do espaçador (Figura 1).

As médias das dimensões dos espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi avaliados são mostradas na tabela I.

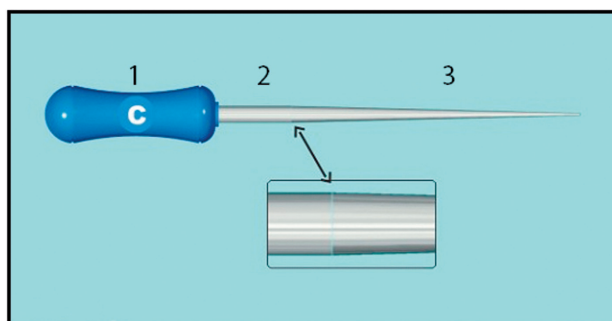


Figura 1. Desenho esquemático de um espaçador endodôntico digital. 1) Cabo; 2) intermediário; 3) parte de trabalho

Tabela I. Média das dimensões dos espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi (mm)

Espaçador C	Diâmetros (mm)				Comprimentos (mm)			
	$D_3$	$D_B$	$D_0$	Conicidade	Total	Cabo	Intermediário	Parte de trabalho
NiTi	0,37	0,83	0,22	0,05	35,00	10,00	8,00	17,00
Aço inoxidável	0,37	0,84	0,22	0,05	34,87	10,03	4,84	20,00

$$C = D_B - D_3/10$$

$$D_0 = D_3 - C \times 3$$

A parte de trabalho dos espaçadores endodônticos digitais C apresenta dois segmentos: um menor (ponta) localizado na extremidade da parte de trabalho e outro maior com conicidade de 0,05 mm que se estende da base da ponta até o intermediário. As pontas dos espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável apresentaram superfícies lisas e os vértices arredondados, enquanto que

os de NiTi apresentaram superfícies com ranhuras circunferenciais e os vértices truncados (Figura 2).

A média do ângulo de contorno das pontas dos espaçadores C de aço inoxidável foi de 20 graus (Figura 3). As pontas dos espaçadores de NiTi apresentaram dois ângulos de contornos: um de 90° na extremidade da ponta formando um bisel e outro de 20°, localizado na parte posterior da ponta (Figura 4).

Os valores obtidos em relação às dimensões em  $D_3$  e  $D_{13}$  dos cones de guta-percha selecionados estavam dentro do limite de tolerância adotado ( $\pm 0,02$  mm).

A tabela II mostra a força máxima (gf) necessária para os espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi completar a penetração de 15 mm em direção apical no interior dos canais artificiais (reto e curvo) contendo um cone de guta-percha de nº 40 (ensaio de compressão).

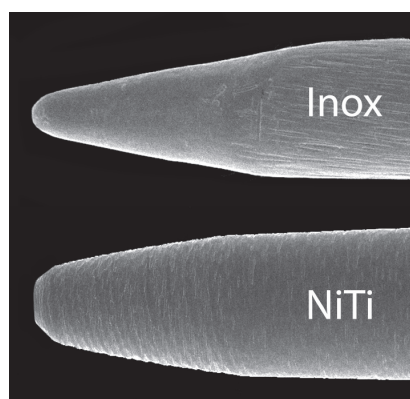


Figura 2. Pontas dos espaçadores endodônticos digitais C. Superior - aço inoxidável com ponta lisa e vértice arredondado; inferior - NiTi com ponta com ranhura circunferencial e vértice truncado. MEV 150x

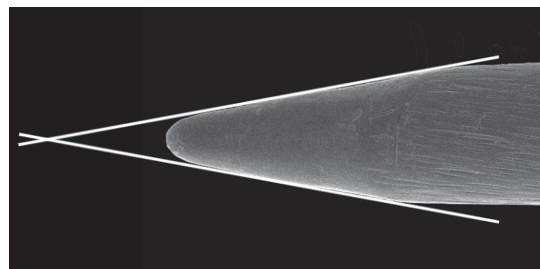


Figura 3. Espaçador endodôntico digital C de aço inoxidável. Ângulo de contorno da ponta. MEV 150x

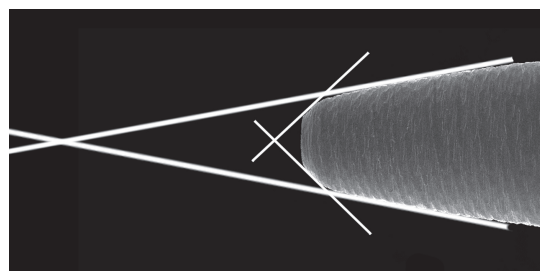


Figura 4. Espaçador endodôntico digital C de NiTi. Ângulos de contornos da ponta. MEV 150x

Tabela II. Média e desvio padrão da força máxima (gf). Ensaio de compressão

Canal artificial	Nº de ensaios	Espaçador C	Força máxima	Desvio padrão
Reto	10	NiTi	810	72,99
Reto	10	Aço inox.	693	77,40
Curvo	10	NiTi	1948	184
Curvo	10	Aço inox.	1604	223

A análise estatística empregando-se o teste *t* de Student revelou que para um mesmo tipo de canal (reto ou curvo) houve diferença significativa na comparação entre resultados dos espaçadores endodônticos C de aço inoxidável e de NiTi com nível de significância de 1%. A força necessária para a penetração do espaçador C de NiTi em canais artificiais reto ou curvo foi maior do que a necessária para a penetração do espaçador de aço inoxidável.

## Discussão

Os instrumentos selecionados para esse trabalho foram os espaçadores endodônticos digitais C de 25 mm de comprimento nominal, fabricados em aço inoxidável e em NiTi pela Dentsply, Maillefer, Suíça. A seleção buscou o máximo de uniformização, por que segundo KAZEMI, STENMAN, SPANG-

BERG (8), para uma comparação minuciosa de ligas metálicas diferentes, faz-se necessário que os instrumentos tenham configurações semelhantes.

As dimensões dos instrumentos foram obtidas com o emprego de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm, como em estudos anteriores realizados por GHARAI, THORPE, STROTHER *et al.* (4), WILSON & BAUMGARTNER (14).

As conicidades e os diâmetros em  $D_0$  dos espaçadores endodônticos digitais avaliados foram calculados a partir dos diâmetros medidos em  $D_3$  e  $D_{13}$  como realizados por STENMAN & SPANBERG (13).

Os valores obtidos entre os espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi em relação às dimensões foram semelhantes (com variações desprezíveis), exceto para o comprimento da parte de trabalho. Estes instrumentos são considerados não padronizados porque não apresentam dimensões regulamentadas pela *International Organization for Standardization* (ISO) 3630-3 de 1994 (6).

No ensaio de compressão foi utilizado um canal artificial reto e outro curvo, com o objetivo de

padronizar a influência da configuração do canal em relação aos valores da força aplicada. Pelo mesmo motivo, se padronizou as dimensões dos cones de guta-percha. Também, foi empregado um único espaçador C de aço inoxidável e outro de NiTi para evitar variáveis em relação às dimensões e ao acabamento superficial das pontas dos instrumentos. Isto foi possível porque o ensaio de compressão utilizado não foi destrutivo para os canais artificiais e para os espaçadores endodônticos digitais. O ensaio de compressão foi obtido por meio de uma máquina de Ensaio Universal (3, 4, 5, 7, 10, 11).


Baseado na literatura era de se esperar que o espaçador de NiTi devido a sua maior flexibilidade em relação ao de aço inoxidável necessitaria de uma força máxima de penetração menor (2, 4, 7, 11, 14). Entretanto, resultado discordante foi obtido neste estudo. Certamente, esta discordância se deve às diferenças existentes em relação às formas e aos acabamentos superficiais das pontas dos espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi.

Vértice truncado, bisel de 90°

e ranhuras circunferenciais presentes na ponta do espaçador endodôntico digital C de NiTi ofereceram maior resistência mecânica à penetração do instrumento no interior do canal artificial reto ou curvo induzindo à aplicação de uma maior força. Ao contrário, ponta lisa, vértice arredondado e ausência de bisel ofereceram menor resistência mecânica à penetração do espaçador endodôntico digital C de aço inoxidável no interior do canal artificial, reto ou curvo, induzindo à aplicação de uma menor força.

## Conclusão

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que:

1. a força máxima necessária para a penetração do espaçador endodôntico digital C em um canal artificial reto ou curvo foi maior para o de NiTi do que para o de aço inoxidável;
2. a forma e o acabamento superficial da ponta dos espaçadores endodônticos digitais C de aço inoxidável e de NiTi são diferentes e influenciaram nos resultados obtidos. 

Recebido em: 24/01/2008

Aprovado em: 11/02/2008

Carlos Nelson Elias

Laboratório de Biomateriais do Instituto Militar de Engenharia

Praça General Tibúrcio, 80 - Praia Vermelha

Rio de Janeiro/RJ - CEP: 22290-270

E-mail: elias@ime.br

## Referências Bibliográficas

1. ALLISON, D. A., MICHELICH, R. J., WALTON, R. E. The influence of the master cone adaptation on the quality of the apical seal. *Journal of Endodontics*, v. 7, p. 61-65, 1981.
2. BERRY, K. A., LOUSHINE, R. J., PRIMACK, P. D. *et al.* Nickel-Titanium versus stainless steel in curved canals. *Journal of Endodontics*, v. 24, p. 752-754, 1998.
3. DULAIMI, S. F., WALI AL-HASHIMI, M. K. A comparison of spreader penetration depth and load required during lateral condensation in teeth prepared using various root canal preparation techniques. *International Endodontic Journal*, v. 38, p. 510-515, 2005.
4. GHARAI, S. R., THORPE, J. R., STROTHER, J. M. *et al.* Comparison of generated forces and apical microleakage using nickel-titanium and stainless steel finger spreaders in curved canals. *Journal of Endodontics*, v. 31, p. 198-200, 2005.
5. HOLCOMB, J. Q., PITTS, D. L., NICHOLLS, J. I. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *Journal of Endodontics*, v. 13, p. 277-284, 1987.
6. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION DENTAL. Root-canal instruments – Part 3: condensers, pluggers and spreaders. ISO 3630-3, 1994.
7. JOYCE, A. P., LOUSHINE, R. J., WEST, L. A. *et al.* Photoelastic comparison of stress induced by using stainless steel versus nickel-titanium spreaders in vitro. *Journal of Endodontics*, v. 24, p. 714-715, 1998.
8. KAZEMI, R. B., STENMAN, E., SPANGBERG, L. S. W. A comparison of stainless steel and nickel-titanium H-type instruments of identical design: torsional and bending test. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, v. 90, p. 500-515, 2000.
9. LOPES, H. P., SIQUEIRA, J. F. *Endodontia: Biologia e Técnica*. 2ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan/Medisi, 2004.
10. PITTS, D. L., MATHENY, H. E., NICKOLLS, J. I. An *in vitro* study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *Journal of Endodontics*, v. 13, p. 277-284, 1983.
11. SCHMIDT, K. J., WALKER, T. L., JOHNSON, J. D. *et al.* Comparison of Nickel-titanium and stainless steel spreader penetration and accessory cone fit in curved canals. *Journal of Endodontics*, v. 26, p. 42-44, 2000.
12. SPEIER, M. B., GLICKMAN, G. N. Volumetric and densitometric comparison between nickel-titanium and stainless steel condensation. *Journal of Endodontics*, v. 22, 1996.
13. STENMAN, E., SPANGBERG, L. S. W. Root canal instruments are poorly Standardized. *Journal of Endodontics*, v. 17, p. 327-334, 1993.
14. WILSON, B. L., BAUMGARTNER, J. C. Comparison of spreader penetration during lateral compaction of .04 and .02 tapered gutta-percha. *Journal of Endodontics*, v. 29, p. 828-831, 2003.