

Deformação da superfície externa dos alargadores ProTaper® Universal

MARIANA DRAGO*, MIGUEL ÂNGELO SCHETTINO JUNIOR**, DANIEL FERNANDES CIPRIANO***, FABIANO JOSÉ PEREIRA DE OLIVEIRA****, ROSANA DE SOUZA PEREIRA*****

*Mestranda em Clínica Odontológica – Endodontia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória/ES.

**Doutor em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória/ES.

***Graduando em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória/ES.

****Graduado em Estatística pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória/ES.

*****Doutora em Endodontia; Professora Associada na disciplina de Endodontia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória/ES.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o tipo e a localização dos defeitos nas superfícies dos instrumentos rotatórios antes e depois de seu uso no preparo de canais radiculares, in vitro. Quarenta molares inferiores e superiores humanos foram preparados com oito jogos de instrumentos rotatórios ProTaper® Universal (Dentsply Maillefer, Switzerland), rotação constante de 350 rpm. Os instrumentos foram avaliados de D0 a D3 ao microscópio eletrônico de varredura (Superscan SS-550, Shimadzu, Japão) em três momentos: Grupo A – antes do uso dos instrumentos; Grupo B – após o uso de cada série de instrumentos no preparo de três dentes; Grupo C – pelas mesmas séries de alargadores no preparo de mais dois molares. As alterações de superfície foram classificadas como marcas de frenagem, tiras de metal, arestas cortantes rombas e depressões. Os alargadores analisados descritivamente antes da instrumentação mostraram marcas de frenagem e tiras de metal no primeiro e terceiro milímetros. Depressões foram predominantes no segundo milímetro. No segundo momento, marcas de frenagem; tiras de metal e depressões foram predominantes no primeiro milímetro. E no terceiro momento, depressões estiveram presentes em todos os milímetros de cada instrumento estudado. Os alargadores que sofreram deformidades significativas foram Sx, S1 e F1 no milímetro D0-D1; F3 e F4 no milímetro D1-D2; e F5 no milímetro D2-D3. O tempo não influenciou nos

resultados encontrados. Conclui-se que os defeitos nos instrumentos estavam presentes na superfície dos alargadores ao longo dos 3 mm estudados. Com a instrumentação, a quantidade de alargadores que apresentou arestas cortantes rombas e depressões progrediu.

DESCRITORES

Endodontia. Instrumentos odontológicos. Cavidade pulpar.

INTRODUÇÃO

Os defeitos de fabricação podem desempenhar um papel na falha do instrumento. A usinagem dos instrumentos de níquel-titânio é complexa e resulta em superfícies com alta concentração de defeitos, como detritos, marcas de frenagem e tiras de metal, além de arestas cortantes rombas e depressões. As marcas de usinagem e fissuras das superfícies dos instrumentos contribuem para a falha pelo processo de propagação de trincas. Estas falhas de superfície resultantes do processo de fabricação são responsáveis pelo aumento de sua resiliência, porque atuam como pontos de concentração de tensão capazes de iniciar a fratura^{7,10,14,23,24,26}.

Uma explicação pode ser encontrada na deformação das bordas de usinagem, que ocorre quando os instrumentos de níquel-titânio são utilizados em dentina. A deformação forma duas bordas pseudousinadas das bordas do instrumento original. Uma delas em posição que pode provocar abrasão na direção de deslocamento e a outra, na de tração. A liga de níquel-titânio nessas pseudobordas recém-formadas pode ser muito macia para continuar a abrasão da dentina. Então, quando uma liga de níquel-titânio é ressaltada por deformação ou calor, sofre transformação em sua estrutura cristalina. Durante as

Endereço para correspondência:

Mariana Drago

Rua Luis Fernandes Reis, 530, apto. 101 – Praia da Costa

CEP 29101-120 – Vila Velha/ES

Fone: (27) 9877-2824

E-mail: dragomari@hotmail.com

mudanças estruturais, sobretudo quando as forças exercidas sobre a liga de níquel-titânio são bruscas, a resistência pode diminuir drasticamente. Contudo, deve-se lembrar de que a maioria dos objetivos dos estudos sobre a qualidade dos instrumentos de níquel-titânio tem sido feita com resina ou bloco de plásticos como substrato. Substâncias plásticas não alteram a eficiência de usinagem dos instrumentos e, portanto, oferecem pouca ajuda na avaliação da resistência ao desgaste^{10,11}.

A estrutura cristalográfica dos instrumentos de níquel-titânio em repouso e na temperatura ambiente é austenítico, ou seja, tem estrutura cristalina cúbica de face centrada. Quando a liga de níquel-titânio é resfriada ou sofre estresses, como na preparação de canais radiculares curvos, mudanças na fase austenita para martensítica ocorrem no metal. Nesta fase, os átomos têm estrutura complexa e oferece à liga sua superelasticidade. Com a interrupção do estresse ou aumento de temperatura, o metal recupera a sua estrutura austenítica²¹. Esta capacidade de transformação reversível é chamada de memória de forma, que, em termos práticos, traduz a capacidade do instrumento de retornar à sua forma original logo que a força que causou a distorção para^{21,23}. Cada uma dessas fases de transformação cristalográficas enfraquece o instrumento^{17,23}.

Os instrumentos endodônticos de níquel-titânio tornaram possível melhoria da qualidade da preparação do canal radicular e redução do tempo de trabalho. No entanto, os principais inconvenientes destes instrumentos são seu elevado grau de fragilidade, a falta de memória elástica, falta de resistência à fadiga e acúmulo de tensões não quantificáveis. Um número substancial de instrumentos demonstra as deformações, mas não tem sido possível determinar quando esse fenômeno ocorre¹⁶.

Os clínicos devem estar cientes do desgaste que ocorre nos cortes das superfícies dos instrumentos de níquel-titânio, em especial sobre aqueles usados nas técnicas rotatórias⁷, já que o uso clínico de instrumentos de níquel-titânio pode gerar uma quantidade considerável de defeitos de superfície, tais como embotamento das arestas de corte e microfissuras^{1,7,22,24}. A deformação é um precursor para a separação dos instrumentos endodônticos e, como tal, é sinal benéfico, alertando para a substituição antes da fratura⁶.

Quando uma carga é aplicada sobre o instrumento endodôntico, impedindo a alteração de sua posição, a força tende a deformar elástica ou plasticamente este corpo. A deformação é elástica (temporária ou transitória) quando, após a remoção da força aplicada, desaparece. É plástica (permanente ou residual) se o corpo permanece deformado após a remoção da força aplicada¹².

Para o instrumento sofrer fratura sem nenhum sinal de alerta, a fratura pode ocorrer sem nenhum defeito visível ou deformação previa^{9,19,27}. As rachaduras surgem de defeitos superficiais que desempenham papel na fratura do instrumento, ilustrando a importância da qualidade superficial. A maioria das deformações no instrumento pode ser apenas observada no microscópio eletrônico de varredura com grande magnificação⁹.

OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi avaliar o tipo e a localização dos defeitos nas superfícies dos instrumentos rotatórios antes e depois de seu uso no preparo de canais radiculares, *in vitro*.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências em Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) sob o parecer de aprovação 169/10.

Quarenta molares inferiores e superiores humanos, extraídos com ápices completamente formados obtidos a partir do Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP) foram preparados com oito jogos de instrumentos rotatórios de níquel-titânio do sistema rotatório ProTaper® Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) com o diâmetro D_0 de 0,19 mm (S1), 0,20 mm (S2), 0,19 mm (Sx), 0,20 mm (F1), 0,25 mm (F2), 0,30 mm (F3), 0,40 mm (F4) e 0,50 mm (F5) e 25 mm de comprimento, sendo acionados por um motor elétrico, Easy Endo SI 2010, com rotação constante de 350 rpm. A técnica de instrumentação utilizada foi a “coroa-ápice”, segundo indicado pelo fabricante.

Antes e após o seu uso, os 64 instrumentos foram avaliados de D_0 a D_3 (D_0 - D_1 ; D_1 - D_2 ; D_2 - D_3) ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) (Superscan SS-550, Shimadzu, Japão) para observação de alterações de superfície: marcas de frenagem e tiras de metal, arestas cortantes rombas e depressões. Esta observação se fez em três momentos; Grupo A – antes do uso dos instrumentos; Grupo B – após o uso de cada série de instrumento no preparo de três dentes molares, perfazendo um total de 24 molares; Grupo C – composto pelas mesmas séries de limas no preparo de mais dois molares cada, perfazendo total de 16 dentes molares. Todos os canais radiculares foram preparados pelo mesmo operador que foi previamente calibrado. Foi anotado o tempo gasto por cada lima utilizada no preparo dos canais e descrito na literatura que o uso de uma caixa de instrumentos de

níquel-titânio acionados a motor para o preparo de até cinco dentes molares tem-se mostrado seguro em relação a evitar a fratura destes instrumentos¹³.

As medições foram realizadas no MEV Superscan SS-550, Shimadzu, Japão, do Laboratório de Materiais Carbonoso e Cerâmicos do Departamento de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (CCE-UFES), de acordo com a especificação nº 101 da American National Standard/American Dental Association (ANSI/ADA 2001) e foram conduzidas pelo pesquisador, após calibragem por meio da realização de uma série de medidas dos parâmetros dimensionais em análise dos instrumentos previamente selecionados e sob a supervisão de dois operadores experientes no uso do MEV².

Após a remoção das embalagens e o uso em cada etapa do experimento, todos os alargadores do sistema ProTaper® Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) foram desinfetados com a escovação com detergente enzimático e esterelizados na autoclave (Cristofoli Biossegurança Vitali 12) em 200 mL de água destilada, realizando o ciclo completo de 30 minutos a uma temperatura de 121°C a 15 psi, a fim de eliminar resíduos sobre a superfície destes alargadores, provenientes do processo de instrumentação.

Os instrumentos foram fixados no porta-amostra com fita adesiva dupla face de carbono e suas posições foram numeradas. A parte de encaixe do cabo do instrumento foi posicionada para cima, de forma a padronizar as medidas. Para receber a amostra, a câmara do MEV estava à pressão ambiente. Depois do fechamento e evacuação da câmara, foram acionadas a corrente elétrica no filamento e a formação do vácuo, que iniciou a emissão do feixe de elétrons para formar a imagem na tela do computador. Com a visualização da imagem do instrumento, o contraste e o brilho foram ajustados.

Para que a imagem do instrumento ficasse orientada de maneira adequada, o seu longo eixo foi colocado paralelo a uma linha horizontal de referência. As avaliações relativas à deformação foram realizadas após o posicionado no centro da tela, com ampliação de 300 a 600 vezes (Figura 1).

Os dados obtidos foram computados no programa de computador Microsoft Excel (2007). Para a avaliação da deformação das amostras foi realizada a estatística descritiva. A computação do tempo foi feita por meio dos valores mínimo, máximo, mediana, média, e desvio padrão.

RESULTADOS

A avaliação dos alargadores ProTaper® Universal analisados descritivamente antes da instrumentação

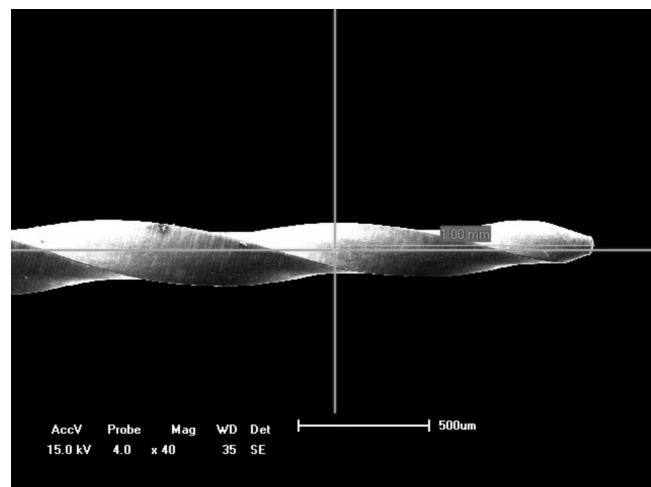


Figura 1 - Imagem ampliada (X40) para a demonstração da demarcação do D₀ (ponta do instrumento) a D₁ (eixo de medição).

monstra a prevalência de depressões no milímetro 2 (D1-D2) (Tabela 1, Figura 2). Marcas de frenagem e tiras de metal foram predominantes nos milímetros 1 (D0-D1) e 3 (D2-D3) (Figura 3). No segundo momento, em que cada alargador instrumentou três dentes, foi predominante no milímetro 1 marcas de frenagem, tiras de metal e depressões. Já nos milímetros 2 e 3 predominaram depressões (Tabela 2). No terceiro momento, após a instrumentação de dois molares, predominaram depressões em todos os milímetros do instrumento estudado. As arestas cortantes rombas estiveram presentes em pelo menos um instrumento de cada grupo de alargadores estudados (Figura 4). Os alargadores que sofreram deformidades significativas foram Sx, S1 e F1 no milímetro D0-D1; F3 e F4 no milímetro D1-D2; e F5 no milímetro D2-D3 (Tabela 3).

Em relação ao tempo, a variação dos dados é baixa, o que pode ser notado pela proximidade da média e mediana. O tempo não influenciou nos resultados encontrados (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Segundo a Lei de Hooke, a deformação é diretamente proporcional à força aplicada dentro do limite elástico, ou seja, se o metal excede esse limite, a deformação se torna permanente. A deformação dentro do limite elástico ocorre em até 8% nas ligas de níquel-titânio^{3,13}.

Sattapan *et al.*¹⁷ analisaram o tipo e a frequência dos defeitos nos instrumentos rotatórios de níquel-titânio após o uso clínico rotineiro. Todos os instrumentos descartados foram analisados. Quase 50% apresentaram algum defeito visível; 21% fraturaram e 28% apresentaram outros defeitos sem fratura. Na redução do risco de instrumentos

Tabela 1
Estatísticas descritivas das deformidades apresentadas segundo instrumento (D_0 - D_1)

Instrumento	Deformação	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
		n	%	n	%	n	%
SX	A	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	B	4	50,0	0	0,0	0	0,0
	C	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	4	50,0	8	100,0	8	100,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S1	A	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	B	2	25,0	0	0,0	0	0,0
	C	2	25,0	2	25,0	2	25,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	4	50,0	6	75,0	6	75,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S2	A	3	37,5	1	12,5	0	0,0
	B	2	25,0	1	12,5	1	12,5
	C	2	25,0	4	50,0	5	62,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	1	12,5	2	25,0	2	25,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
F1	A	4	50,0	2	25,0	1	12,5
	B	1	12,5	0	0,0	0	0,0
	C	3	37,5	5	62,5	5	62,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
F2	A	5	62,5	5	62,5	3	37,5
	B	1	12,5	0	0,0	0	0,0
	C	2	25,0	2	25,0	3	37,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
F3	A	4	50,0	4	50,0	2	25,0
	B	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	C	2	25,0	2	25,0	4	50,0
	AB	1	12,5	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
F4	A	5	62,5	3	37,5	3	37,5
	B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	C	3	37,5	4	50,0	3	37,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
F5	A	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	B	4	50,0	2	25,0	1	12,5
	C	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	2	25,0	3	37,5	4	50,0
	BC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0

A: Marcas de frenagem e tiras de metal; B: Arestas cortantes rombas; C: Depressões.

Tabela 2							
Estatísticas descritivas das deformidades apresentadas segundo instrumento (D ₁ -D ₂)							
Instrumento	Deformação	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
		n	%	n	%	n	%
SX	A	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	C	4	50,0	1	12,5	1	12,5
	AB	1	12,5	0	0,0	0	0,0
	AC	3	37,5	4	50,0	4	50,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	3	37,5	3	37,5
S1	A	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	C	4	50,0	4	50,0	3	37,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	2	25,0	2	25,0	2	25,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
S2	A	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	B	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	C	7	87,5	6	75,0	4	50,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	1	12,5	3	37,5
F1	A	2	25,0	1	12,5	0	0,0
	B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	C	3	37,5	3	37,5	4	50,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	3	37,5	4	50,0	4	50,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
F2	A	2	25,0	0	0,0	0	0,0
	B	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	C	4	50,0	5	62,5	5	62,5
	AB	1	12,5	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	2	25,0	2	25,0
F3	A	3	37,5	0	0,0	0	0,0
	B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	C	4	50,0	5	62,5	5	62,5
	AB	0	0,0	2	25,0	2	25,0
	AC	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
F4	A	4	50,0	2	25,0	1	12,5
	B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	C	4	50,0	6	75,0	5	62,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	2	25,0
F5	A	5	62,5	2	25,0	1	12,5
	B	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	C	2	25,0	5	62,5	3	37,5
	AB	0	0,0	0	0,0	1	12,5
	AC	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	2	25,0

A: Marcas de frenagem e tiras de metal; B: Arestas cortantes rombais; C: Depressões.

Tabela 3
Estatísticas descritivas das deformidades apresentadas segundo instrumento (D₂-D₃)

Instrumento	Deformação	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
		n	%	n	%	n	%
SX	A	4	50,0	0	0,0	0	0,0
	B	4	50,0	1	12,5	1	12,5
	C	0	0,0	3	37,5	3	37,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	3	37,5	3	37,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
S1	A	1	12,5	0	0,0	0	0,0
	B	3	37,5	0	0,0	0	0,0
	C	3	37,5	4	50,0	4	50,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	1	12,5	3	37,5	3	37,5
	BC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S2	A	3	37,5	0	0,0	0	0,0
	B	3	37,5	2	25,0	1	12,5
	C	2	25,0	4	50,0	4	50,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
	BC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
	ABC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
F1	A	2	25,0	1	12,5	0	0,0
	B	2	25,0	2	25,0	1	12,5
	C	4	50,0	5	62,5	4	50,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	2	25,0
F2	A	2	25,0	1	12,5	0	0,0
	B	3	37,5	2	25,0	2	25,0
	C	3	37,5	4	50,0	5	62,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	BC	0	0,0	1	12,5	1	12,5
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
F3	A	3	37,5	2	25,0	0	0,0
	B	2	25,0	2	25,0	1	12,5
	C	3	37,5	4	50,0	5	62,5
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
F4	A	5	62,5	3	37,5	2	25,0
	B	1	12,5	1	12,5	1	12,5
	C	2	25,0	4	50,0	4	50,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	1	12,5
F5	A	4	50,0	1	12,5	0	0,0
	B	0	0,0	1	12,5	0	0,0
	C	3	37,5	5	62,5	6	75,0
	AB	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	AC	1	12,5	1	12,5	2	25,0
	BC	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	ABC	0	0,0	0	0,0	0	0,0

A: Marcas de frenagem e tiras de metal; B: Arestas cortantes rombas; C: Depressões.

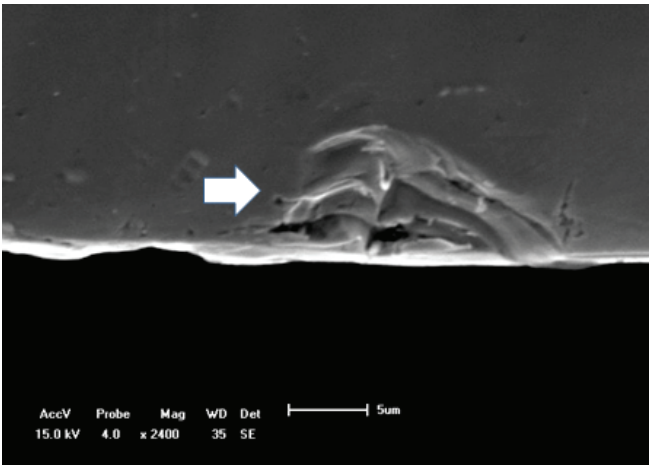


Figura 2 - Imagem de depressões ampliada (X2400) do grupo C, alargador S2, D₁-D₂.

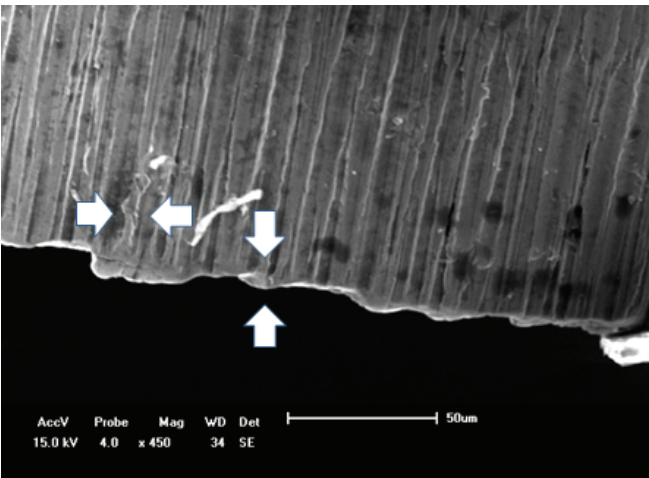


Figura 3 - Imagem de marcas de frenagem e tiras de metal ampliada (X450) do grupo A, alargador S2, D₁-D₂.

fraturados dentro dos canais radiculares, todos os instrumentos devem ser examinados após cada instrumentação. O alargador com presença de deformação deveria ser devolvido, já que defeitos de fabricação podem causar a fratura de instrumentos novos, mesmo durante o primeiro uso. Cada instrumento deve ser examinado antes de cada utilização para a verificação de, por exemplo, pequenos defeitos. Erros de fabricação e deformação plástica podem não ser detectados a olho nu. Assim, recomenda-se análise do instrumento, com ampliação de pelo menos 10 vezes.

Svec *et al.*²⁰ citam que os instrumentos rotatórios de níquel-titânio não podem ser usados indefinidamente. Os clínicos não são capazes de checar quantas vezes um instrumento pode ser usado antes de ser descartado, exceto se foi fraturado ou está visivelmente deformado. Os instrumentos

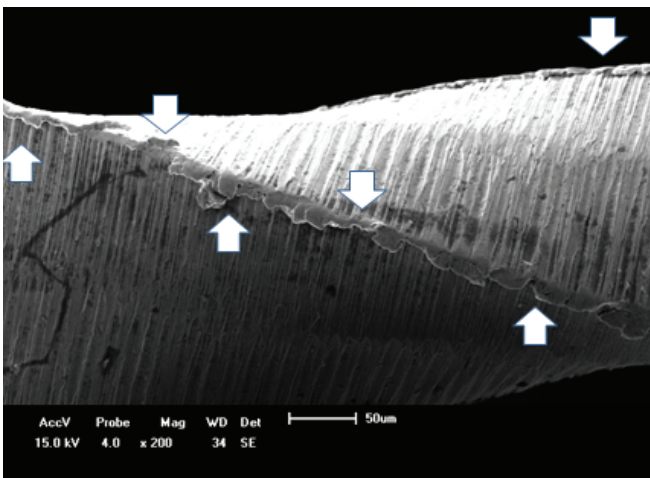


Figura 4 - Imagem de arestas cortantes rombas ampliada (X200) do grupo B, alargador F1, D₀-D₁.

Tabela 4					
Tempo de uso dos alargadores					
Tempo					
Alargadores	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
Sx	59	88	72,00	72,50	6,63
S1	57	91	72,50	73,10	8,93
S2	59	92	75,00	75,55	8,67
F1	60	91	73,00	72,35	7,51
F2	50	89	74,00	73,40	8,11
F3	65	87	73,00	74,30	5,91
F4	59	97	75,00	75,15	8,27
F5	58	93	76,00	74,20	8,82

rotatórios foram examinados com o MEV antes do uso para a detecção de eventuais defeitos. Foram reexaminados após cada um dos cinco usos para documentar a deterioração. Todos mostraram sinais de deterioração após a primeira utilização. Dois deles tiveram distorção visível, acompanhada por fratura do metal. O desgaste foi o defeito de superfície típico verificado em todos os instrumentos.

Yun *et al.*²⁵, observando a distorção de instrumentos usados em canais simulados, perceberam que 50% dos alargadores F3 ficaram deformados. Calberson *et al.*⁴ determinaram a habilidade de modelagem dos instrumentos ProTaper em canais radiculares simulados. Ao usar os instrumentos F2 e F3 em canais curvos, deve-se evitar a remoção excessiva na curva interna. O cuidado precisa ser tomado para que não haja deformação do alargador F3. A maioria das deformações dos instrumentos ocorreu durante a modelagem final com o instrumento de acabamento. Neste estudo, o F2, F3 e F4 foram os que sofreram maior deformação durante a instrumentação.

Parashos *et al.*¹⁵ examinaram instrumentos rotatórios de níquel-titânio e identificaram fatores que podem influenciar os defeitos produzidos durante o uso clínico. Os fatores de modelagem do instrumento influenciaram a taxa de defeitos, mas em menor extensão. Mudanças longitudinais de fissuras superficiais, trincas e corrosão foram observadas para a maioria das amostras no MEV, indicando a presença do uso dos instrumentos. Foram analisados os deformados, nos quais se observou rachaduras ao longo da aresta de corte. No caso de maior uso dos instrumentos, a separação ocorria nesses locais. A influência mais importante na taxa de defeito foi o operador, que pode estar relacionado à habilidade clínica ou à utilização de instrumentos de um determinado número de vezes ou até que os defeitos fossem evidentes.

Para Shen *et al.*¹⁸ é amplamente aceitável que os instrumentos de níquel-titânio possam falhar devido ao uso incorreto ou excessivo, reiterando a importância do treinamento adequado no uso desta tecnologia. No entanto, muitos fatores têm sido associados à propensão aos defeitos das limas a motor de níquel-titânio. Um estudo clínico sugere que o desenho do instrumento poderia influenciar a taxa de defeitos. Tanto a área transversal quanto o desenho dos alargadores, que influenciam a distribuição de tensões durante o carregamento, podem afetar a resistência do instrumento à fratura.

No presente estudo, os alargadores ProTaper® Universal foram instrumentados por um operador experiente e não houve fratura de nenhum instrumento.

Durante o processo de usinagem dos instrumentos endodônticos, defeitos como ranhuras, rebarbas e

microcavidades originam ferramentas de corte no metal. As rebarbas são saliências de metal que se formam nas hélices durante o processo de fabricação, reduzindo a capacidade de corte devido à alteração da aresta de corte e ângulo do instrumento¹³. As ranhuras de usinagem na superfície, após o processo de fabricação, são “iniciadores” de microfissuras, que podem facilitar a deformação e resultar em fratura desses instrumentos⁵. No presente estudo, os alargadores analisados antes da instrumentação apresentaram marcas de frenagem e tiras de metal com predominância no primeiro e terceiro milímetro, estando presentes nos instrumentos S2, F1, F2, F3, F4 e F5.

Os defeitos superficiais formados durante a fabricação são provenientes das ligas de níquel-titânio devido às fases austenítica e martensítica, que possuem propriedades e estruturas cristalinas distintas^{3,13}.

Nos resultados deste estudo, as depressões estavam presentes apenas no segundo milímetro antes da instrumentação dos alargadores. Após a instrumentação em três dentes, esse resultado aumentou para o segundo e terceiro milímetro. Já no terceiro momento, as depressões predominaram em todos os milímetros dos instrumentos estudados.

Confirmando esses resultados, Vieira *et al.*²⁴ citaram que o uso clínico dos alargadores de níquel-titânio pode gerar quantidade adicional de defeitos de superfície, como embotamento das arestas de corte e microfissuras. Os ciclos de deformação inicial no uso clínico e a sua densidade aproximada sobre a superfície dos instrumentos não devem alterar substancialmente após ciclos adicionais, mas a sua profundidade aumentará continuamente até a fratura ocorrer. A propagação de trincas no processo de nucleação parece ser o passo mais influente para a falha dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio. Este tipo de processo é descrito na mecânica da fratura, afirmando que a nucleação da fissura é rápida, enquanto a propagação é lenta e controla o processo de falência como um todo. Uma possível razão para a lenta propagação da rachadura em estruturas metálicas e não metálicas é uma ramificação das fissuras existentes em fissuras secundárias adjacentes, dissipando a energia que seria utilizada para a propagação rápida da fissura principal. A presença de um grande número de fissuras secundárias na superfície de fratura do instrumento indica que este mecanismo pode estar funcionando na falha dos instrumentos de níquel-titânio²⁴.

Sugerimos que, para evitar deformação que leve à fratura do instrumento durante o seu uso, seja realizado

o pré-alargamento dos terços coronário e médio com as limas Kerr #10 e #15, e explorado o comprimento do canal e pressão apical, realizando a patência.

Segundo o fabricante, a técnica de instrumentação coroa-ápice, em que o uso de instrumentos maiores procedem aos menores gradualmente, até a penetração do ápice, é a mais apropriada para a utilização dos alargadores rotatórios. Essa abordagem reduz o atrito das paredes de dentina com os instrumentos menores, melhorando a modelagem e reduzindo a propensão do instrumento a deformação dentro do canal.

Uma desvantagem do instrumento rotatório de níquel-titânio é a sua propensão para o desenvolvimento de defeitos intraoperatórios. Há uma percepção entre os clínicos e investigadores de que o número de utilização dos instrumentos pode ser um fator importante na taxa de defeito, influenciada por uma complexa interação de fatores do instrumento, incluindo a marca, desenho, tamanho, conicidade e forma de secção convexa. As devoluções prematuras de 20% dos instrumentos devido a defeitos indicam a necessidade de melhora das propriedades metalúrgicas e do desenho das ranhuras para construir um instrumento mais robusto^{15,8}.

Conforme Shen *et al.*¹⁸, cerca de 0,5% dos instrumentos novos podem falhar na primeira utilização, e a maioria das rupturas e deformações ocorre após múltiplos usos. A geometria do canal pode afetar a magnitude do

estresse sobre os instrumentos. Os molares muitas vezes possuem canais finos e curvos e são um desafio no preparo. Quase três quartos dos instrumentos de níquel-titânio deformados ocorreram após o uso em dentes molares, enfatizando a importância de uma disposição mais frequente e oportuna do instrumento, evitando rupturas¹⁸.

CONCLUSÃO

Os tipos de defeitos encontrados nos instrumentos ProTaper® Universal foram marcas de frenagem e tiras de metal, arestas cortantes rombas e depressões. Esses defeitos estavam presentes na superfície dos alargadores ao longo dos 3 mm estudados. Antes da instrumentação nos canais radiculares, marcas de frenagem e tiras de metal e arestas cortantes rombas foram mais observadas no primeiro e no terceiro milímetros. Após a instrumentação, a quantidade de alargadores que apresentou arestas cortantes rombas e depressões progrediu.

AGRADECIMENTOS

À Dentsply/Maillefer do Brasil, pela doação dos instrumentos; Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), possibilitando a realização deste trabalho.

ABSTRACT

Deformation of the outer surface of the Protaper® Universal files

This study aimed to evaluate the type and location of the defects on the surface of rotary instruments before and after their use in the preparation of root canals in vitro. Forty human upper and lower molars were prepared with eight sets of rotary instruments ProTaper® Universal (Dentsply Maillefer, Switzerland), in constant speed of 350 rpm. The instruments were evaluated D₀ to D₃ to the scanning electron microscope (Superscan SS-550, Shimadzu, Japan) at three moments: Group A – before the use of the files; Group B – after the use of each set of instruments in the preparation of three teeth; Group C – for the same series of files to prepare over two molars. The surface changes were classified as braking marks, strips of metal, sharp edges and dips. Files descriptively analyzed before the instrumentation showed marks of braking and metal strips in the first and third millimeter. Dips were predominant in the second millimeter. At a second moment, braking marks, metal strips and dips were prevalent in the first millimeter. In a third moment, dips were present in every millimeter of each instrument studied. Files which suffered deformities were significant Sx, S1 and F1 in millimeter D₀-D₁; F3 and F4 in millimeter D₁-D₂; and F5 in millimeter D₂-D₃. The time did not affect the results. It is concluded that defects in the instruments were present on the surface of the files over the 3 mm in the study. With the instrumentation, the amount of lives that showed sharp edges and dips progressed.

DESCRIPTORS

Endodontics. Dental instruments. Dental pulp cavity.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Mitchell JC. Scanning electron microscope observations of new and used nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2003;29(10):667-9.
- American National Standards Institute/American Dental Association. Specification No. 101-2001. Root canal instruments: general requirements. ADA American Dental Association Council on Scientific Affairs. Chicago: ANSI/ADA; 2001. Disponível em: <http://webstore.ansi.org/RecordDetail.aspx?sku=ANSI/ADA±Specification±No.±101-2001>.
- Anusavice KJ. Phillips: materiais dentários. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
- Calberson FL, Deroose CA, Hommez GM, De Moor RJ. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *Int Endod J* 2004;37(9):613-23.
- Cheung GS, Peng B, Bian Z, Shen Y, Darvell BW. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *Int Endod J* 2005;38(11):802-9.
- Daugherty DW, Gound TG, Comer TL. Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. *J Endod* 2001;27(2):93-5.
- Eggert C, Peters O, Barbakow F. Wear of nickel-titanium lightspeed instruments evaluated by scanning electron microscopy. *J Endod* 1999;25(7):494-7.
- Hartmann MS, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod* 2007;33(8):962-5.
- Inan U, Aydin C, Uzun O, Topuz O, Alacam T. Evaluation of the surface characteristics of used and new ProTaper instruments: an atomic force microscopy study. *J Endod* 2007;33(11):1334-7.
- Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LS. Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;81(5):596-602.
- Loizides AL, Kakavetsos VD, Tzanetakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputer tomography. *J Endod* 2007;33(12):1455-9.
- Lopes HP, Siqueira Jr JF. Endodontia: biologia e técnica. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2004.
- Lopes HP, Siqueira Jr JF. Endodontia: biologia e técnica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
- Marending M, Lutz F, Barbakow F. Scanning electron microscope appearances of Lightspeed instruments used clinically: a pilot study. *Int Endod J* 1998;31(1):57-62.
- Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 2004;30(10):722-5.
- Rapisarda E, Bonaccorso A, Tripi TR, Condorelli GG, Torrisi L. Wear of nickel-titanium endodontic instruments evaluated by scanning electron microscopy: effect of ion implantation. *J Endod* 2001;27(9):588-92.
- Sattapan B, Palamara JE, Messer HH. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endod* 2000;26(3):156-60.
- Shen Y, Coil JM, Haapasalo M. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 3: a 4-year retrospective study from an undergraduate clinic. *J Endod* 2009;35(2):193-6.
- Spanaki-Voreadi AP, Kerezoudis NP, Zinelis S. Failure mechanism of ProTaper Ni-Ti rotary instruments during clinical use: fractographic analysis. *Int Endod J* 2006;39(3):171-8.
- Svec TA, Powers JM. The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. *J Endod* 2002;28(2):105-7.
- Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33(4):297-310.
- Tripi TR, Bonaccorso A, Tripi V, Condorelli GG, Rapisarda E. Defects in GT rotary instruments after use: an SEM study. *J Endod* 2001;27(12):782-5.
- Troian CH, Só MV, Figueiredo JA, Oliveira EP. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int Endod J* 2006;39(8):616-25.
- Vieira EP, França EC, Martins RC, Bueno VT, Bahia MG. Influence of multiple clinical use on fatigue resistance of ProTaper rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2008;41(2):163-72.
- Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95(2):228-33.
- Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, et al. Separation incidence of ProTaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. *J Endod* 2006;32(12):1139-41.
- Zinelis S, Magnissalis EA, Margelos J, Lambrianidis T. Clinical relevance of standardization of endodontic files dimensions according to the ISO 3630-1 specification. *J Endod* 2002;28(5):367-70.

Recebido em: 27/4/11
Aceito em: 11/7/11