

UNIVERSIDADE TIRADENTES

SARA DEISE ALVES SANTANA

TIPOS DE FRATURAS DOS INSTRUMENTOS  
ENDODÔNTICOS

Aracaju  
2011

SARA DEISE ALVES SANTANA

TIPOS DE FRATURAS DOS INSTRUMENTOS  
ENDODÔNTICOS

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à coordenação curso  
de odontologia da Universidade  
Tiradentes como parte dos  
pré-requisitos para obtenção do  
grau de bacharel em odontologia.

Prof. Msc. Domingos Alves dos Anjos Neto

Aracaju  
2011

SARA DEISE ALVES SANTANA

TIPOS DE FRATURA DOS INSTRUMENTOS  
ENDODÔNTICOS

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à coordenação curso  
de odontologia da Universidade  
Tiradentes como parte dos  
pré-requisitos para obtenção do  
grau de bacharel em odontologia.

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Banca examinadora

---

Prof. Msc. Domingos Alves dos Anjos Neto  
Orientador/presidente da banca

---

Prof. Msc. Carla Pereira Santos Porto

---

Prof. Msc. Sérgio Giansante Júnior

## Tipos de Fraturas dos Instrumentos Endodônticos

Sara Deise Alves Santana<sup>a</sup>, Domingos Alves dos Anjos Neto<sup>b</sup>.

<sup>(a)</sup> *Graduanda em Odontologia – Universidade Tiradentes;* <sup>(b)</sup> *MSc.Professor Assistente do Curso de Odontologia – Universidade Tiradentes.*

---

### Resumo

As diferentes manobras utilizadas para a realização do tratamento endodôntico proporcionam alguns acidentes, e, a fratura de instrumentos endodônticos constitui um dos mais indesejáveis. Este acidente pode ser ocasionado por vários motivos, podendo estar relacionado à fabricação do instrumento, à particularidades da morfologia dos canais e ao modo pelo qual estes instrumentos são utilizados pelo cirurgião-dentista. Entre os tipos de fraturas que ocorrem nos instrumentos endodônticos, durante o tratamento endodôntico, pode-se citar: quanto à direção de propagação das trincas, estão classificadas em intergranular e transgranular; quanto às características morfológicas de superfície de fraturas dos materiais, elas podem ser dúctil ou frágil, entre outras. Em fim, a fratura de instrumentos no interior do canal é um incidente desagradável, contudo, elas podem ser amenizadas, desde que obedecidas às recomendações para o uso de cada instrumento e a técnica de instrumentação. O objetivo desse trabalho foi analisar os tipos de fratura dos instrumentos endodônticos, durante a terapia endodôntica.

Palavras-chave: Instrumentos endodônticos, fraturas dos instrumentos, endodontia.

---

### ABSTRACT

The various maneuvers used to perform root canal therapy provide some accidents, and the fracture of endodontic instruments is one of the most undesirable. This accident may be caused by various reasons, may be related to the manufacture of the instrument, the peculiarities of the morphology of channels and the way in which these instruments are used by dentists. The types of fractures that occur in endodontic instruments during endodontic treatment, we can mention: the direction of propagation of cracks, are classified as intergranular and transgranular, and the morphological characteristics of fracture surface of the materials, they can be ductile or brittle, among others. In the end, the fracture of instruments within the canal is an unpleasant incident, however, they can be mitigated, provided they obey the recommendations for use of each instrument and instrumentation technique. The aim of this study was to analyze the types of fracture of endodontic instruments during endodontic therapy.

Keywords: Endodontic instruments, fractures of the instruments, endodontics.

---

### 1. Introdução

Para alcançar o sucesso no tratamento endodôntico todas as etapas como abertura coronária, odontometria, modelagem dos canais radiculares, medicação intracanal e obturação devem ser realizadas de forma criteriosa e dentro dos padrões técnicos e biológicos (ANJOS NETO 2008; LOPES e SIQUEIRA JR. 2010).

A etapa do preparo biomecânico dos canais radiculares tem como objetivo principal a remoção do

tecido pulpar e/ou seus restos necróticos, proporcionando limpeza e modelagem, favorecendo

uma obturação hermética. (ANJOS NETO 2004; 2008).

Vários materiais vêm sendo empregados na instrumentação dos canais radiculares, como limas, alargadores, e mais recentemente os sistemas rotatórios de níquel e titânio (NiTi) (ESTRELA 2004).

As limas endodônticas de aço inoxidável, são, certamente, as mais utilizadas, atual-mente no preparo biomecânico do sistema de canais radiculares. É comumente chamada de aço inoxidável quando 12 a 30% de cromo são adicionados ao aço, porém, outros elementos também podem estar presentes (LOPES e SIQUEIRA JR. 2010).

Esses aços são altamente resistentes à corrosão (oxidação superficial) e resistentes à descoloração devido ao efeito “passivador” de uma camada de óxido de cromo que se forma na superfície da liga, quando esta é submetida a uma atmosfera oxidante (LOPES e SIQUEIRA JR. 2010).

Já a liga de níquel-titânio (NiTi) possui boas propriedades mecânicas, incluindo flexibilidade e alta resistência à torção, além disso a liga superelástica NiTi exhibe uma boa resistência à corrosão em saliva e soluções salinas. Tal liga pode ser chamada de Nitinol (LOPES e SIQUEIRA JR. 2010).

É durante a fase do preparo químico-cirúrgico que acidentes podem acontecer, tais como: fraturas de instrumentos, perfurações e desvios. É a análise das fraturas que permite determinar as possíveis causas da falha do material (LOPES et. al 2000).

Para Lopes et. al (2000), a ocorrência de falhas de um material, normalmente, é o resultado de deficiências do projeto, processo inadequado dos materiais, deterioração em uso e operação incorreta pelo homem.

A fratura dos materiais consiste na separação em duas ou mais partes devido à aplicação de cargas externas (LOPES et. al 2000).

Pode ser induzida pela aplicação de cargas lentas (tração, flexão, torção), pelo impacto, por carregamentos repetidos (fadiga), ou por cargas de baixa intensidade atuando durante muito tempo (CETLIN et. al 1988; LOPES e ELIAS, 2007; LOPES et. al 2000)

Sendo assim o objetivo desse trabalho, foi analisar os tipos de fratura dos instrumentos endodônticos, durante a terapia endodôntica.

## 2. Discussão

A ocorrência de falhas de um material normalmente é o resultado de deficiências do projeto, processamento inadequado dos materiais, deterioração em uso e operação incorreta pelo homem (LOPES e SIQUEIRA JR. 2010).

A importância da análise das fraturas dos instrumentos endodônticos está em determinar as possíveis causas da falha do material, e com

informações obtidas, é possível prevenir novas falhas. Embora as causas de falha e comportamento dos materiais possam ser co-nhecidas, a prevenção dessas falhas é uma condição difícil, mais não impossível de ser garantida. (LOPES e SIQUEIRA JR. 2010).

A fratura dos materiais consiste na separação em duas ou mais partes devido à aplicação de cargas externas. Pode ser induzida por cargas (tração, flexão ou torção), pelo impacto, por carregamentos repetidos (fadiga) ou por cargas de baixa intensidade atuando durante muito tempo (fluência) (CETLIN et al., 1988; ELIAS e LOPES, 2007; LOPES et al., 2000)

Iniciam-se trincas na superfície dos materiais quando submetidos a carregamentos ocasionando a fratura. Trincas são descontinuidades abertas na superfície, ou interna, originadas de tensões localizadas, cujos valores excedem o limite de ruptura do material. Qualquer processo de fratura envolve duas etapas, a formação (nucleação), e a propagação de trincas, em resposta à imposição de uma tensão (CALLISTER JR., 2002; CETLIN et al. 1988; ELIAS e LOPES, 2007).

Quanto à direção de propagação das trincas, a fratura dos materiais pode ser classificada em transgranular e intergranular na trans-granular as trincas se propagam pelo interior dos grãos e na intergranular é ao longo dos contornos dos grãos, sendo que na intergranular o material absorve menos energia que na transgranular. (CALLISTER JR., 2002; CETLIN et al. 1988; LOPES e ELIAS, 2007).

Quanto à classificação da fratura em função do estado de tensão aplicado ao material, considera-se que as tensões trativas produzem fratura por clivagem, ao passo que as tensões cisalhantes induzem fratura por cisalhamento. A tensão compressiva pode levar à nucleação de trincas, mas não ao crescimento das mesmas para causar fratura. Quanto às características morfológicas de superfície de fratura dos materiais, estas podem ser do tipo dúctil ou frágil. Na fratura dúctil, a superfície de fratura apresenta microcavidades com forma hemisférica ou alongada. Na fratura frágil, a morfologia da superfície é lisa e brilhante (BROEK, 1986; LOPES; ELIAS; SIQUEIRA JR, 2000).

Considerando a direção de propagação da trinca e o estado de tensão, a fratura trans-granular pode ser por clivagem, com características de frágil, ou por cisalhamento, normalmente com características de dúctil. A fratura inter-granular pode ser por cisalhamento com característica morfológica de dúctil ou por de coesão (BROEK, 1986; LOPES; ELIAS; SIQUEIRA JR, 2000).

A fratura transgranular por clivagem o-corre em alguns planos preferenciais dos materiais cristalinos. A superfície de fratura tem aparência plana com alta reflexibilidade e brilho. É a forma mais frágil de fratura apresentada pelos materiais (BROEK, 1986).

As fraturas que se desenvolvem por clivagem são, normalmente, frágeis, porém, nem toda fratura frágil é por clivagem. Ao alisar a superfície de fratura com características morfológicas de frágil, se observa marcas radiais, as quais indicam o local de início da fratura e o sentido de propagação do defeito. (LOPES; ELIAS; SIQUEIRA JR, 2000).

Em alguns casos, a superfície de fratura por clivagem, apresenta pequenas irregularidades chamadas de marcas de rios. A presença destas marcas permite identificar a origem e o sentido de propagação da fratura. Este tipo de falha é observado com maior frequência nos materiais com estrutura cristalina cúbica de corpo centrado (CCC) e hexagonal compacta (HC). Na odontologia, pode-se observar a fratura frágil nas lâminas de bisturis, nos grampos de prótese removíveis e nas próteses cerâmicas (LOPES; ELIAS; SIQUEIRA JR, 2000).

O processo de fratura dúctil está intimamente relacionado à presença de partículas de segunda fase, principalmente inclusões, presentes nas ligas metálicas comerciais. A fratura ocorre em três etapas: nucleação, crescimento e coalescência de microcavidades. Como as inclusões possuem propriedades elásticas diferentes do cristal da matriz, elas não acompanham a deformação da matriz. Por sua vez, como a matriz não possui habilidade de escoar completamente em torno destas partículas, é iniciado o processo de falha da interface partícula-matriz mediante a nucleação de microcavidades em torno das partículas de segunda fase (ZELADA; VARELA; MARTIN; BAHILLO; MAGAN, 2002).

Com a continuidade do carregamento, as microcavidades crescem e em determinado momento iniciam a coalescência. À medida que ocorre a coalescência das microcavidades, há redução da área resistente do material, culminando com a fratura. A forma hemisférica ou alongada das cavidades, observada no microscópio eletrônico de varredura, depende do estado de tensão imposto ao material durante o carregamento. O tamanho dessas cavidades depende das características microestruturais e das propriedades mecânicas do material (COUTINHO; KREBS; BERLINCK; GALINDO, 1998).

Nesse tipo de fratura, o material absorve grande quantidade de energia e, após a falha,

apresenta deformação plástica macroscópica (CALLISTER, 2002; CETLIN, 1988; LOPES, 2000).

Na odontologia, este tipo de fratura pode ser observado nos instrumentos endodônticos, fios ortodônticos e restaurações de ouro (LOPES; ELIAS; SIQUEIRA JR, 2000).

Na fratura intergranular, o material absorve baixa energia e tende a ocorrer quando os contornos de grão são mais frágeis que a rede cristalina (SIQUEIRA JR, 2000).

Em função da intensidade de deformação apresentada, poderá ser dúctil ou por decoesão. Na fratura intergranular por decoesão, as características morfológicas são do tipo frágil. Pode ser observada em ligas de cromo e cobalto usadas nas estruturas de próteses removíveis em que não houve adequado controle de impurezas. A fratura intergranular dúctil ocorre por cisalhamento ou quando existe uma concentração de inclusões não-metálicas nos contornos de grão (SIQUEIRA JR, 2000).

Dentre os diversos tipos de fratura dos instrumentos endodônticos (limas endodônticas), a grande maioria dos casos está direta ou indiretamente, relacionada a fraturas que ocorrem em canais radiculares curvos. Pensando nisso, muitas alterações foram feitas tanto no sentido de mudar as técnicas relacionadas ao preparo do sistema de canais radiculares, quanto em modificar o processo de fabricação de tais limas (LOPES e SIQUEIRA JR., 2010)

Deste modo, pesquisas introduziram o conceito de “forças balanceadas” na instrumentação do sistema de canais radiculares, onde o método consiste na utilização de movimentos oscilatórios alternados do instrumento, porém, com amplitude de giro diferentes, conseguindo-se assim, um maior controle do operador sobre o instrumento e o vencimento progressivo das curvaturas do canal radicular; reduzindo-se, o risco de deformação na anatomia original do canal e ainda o risco de fratura dos instrumentos por flexão (LOPES et al. 2001; ROANE, et al. 1985).

Além disso, surgiu no mercado limas endodônticas mais flexíveis, possibilitando assim que estas acompanhassem o correto trajeto do canal radicular. Contudo, ainda não se conseguiu contornar as dificuldades de aplicação destes instrumentos em alguns casos de acentuada curvatura dos canais, fazendo com que, apesar de se obter acentuada redução nas fraturas dos instrumentos, casos não raros ainda ocorram. A fratura dos instrumentos endodônticos de níquel-titânio durante o preparo do canal radicular pode ocorrer por torção, por

flambagem e por flexão do instrumento (DAUGHERTY; GOUND; COMER, 2001).

Nestes casos, o esforço de carregamento (torção à direita e/ou à esquerda) provoca deformação plástica na haste helicoidal do instrumento. Esta deformação plástica aumenta o encruamento do material. A continuidade do carregamento cisalhante pode ultrapassar o limite de resistência à fratura do instrumento, provocando a sua separação em duas partes, junto ao ponto de imobilização (BROEK, 1986; LOPES; ELIAS; SIQUEIRA JR, 2000 a,b.).

Buscando aumentar a resistência à torção dos instrumentos endodônticos Santos (1994) determinou um tratamento térmico recristalizador que diminui o encruamento original da lima, aliviando as tensões induzidas e melhorando a qualidade final do instrumento tornando-o mais seguro, sendo que as limas de níquel-titânio ainda apresentam maior resistência à torção quando comparadas as limas convencionais submetidas ao tratamento recristalizador.

Já a fratura por flambagem ocorre quando o instrumento, ao avançar em direção apical, fica submetido a um carregamento compressivo na direção do seu eixo. Este esforço provoca uma deformação elástica, encurvando e formando um arco de flecha no instrumento. O aumento do carregamento pode ultrapassar o limite de escoamento do material e provocar uma deformação plástica. Isto ocorre quando a velocidade de avanço do instrumento em direção apical é maior do que a sua velocidade de corte. A fratura por flexão rotativa ocorre quando um instrumento endodôntico, gira no interior de um canal curvo, estando ele dentro do limite elástico do material (LOPES; ELIAS; SIQUEIRA JR, 2000 a,b.).

Pruett et al. (1997) submetem instrumentos endodônticos de NiTi ao teste de fadiga e relataram que, a intensidade das tensões trativas e compressivas impostas na região de flexão do instrumento depende do raio de curvatura do canal. Concluíram que quanto menor o raio de curvatura menor era o tempo de vida útil do instrumento.

As fraturas por flexão acontecem pela fadiga que o metal sofre em canais radiculares com pequeno raio de curvatura, onde o limite de flexibilidade dos instrumentos são excedidos, resultando em sua fadiga cíclica (DIETER, 1986).

A intensidade das tensões trativas e compressivas impostas na região de flexão de um instrumento depende do raio de curvatura do canal e do diâmetro do instrumento empregado. Durante a instrumentação de um canal radicular, quanto menor

o raio de sua curvatura e maior o diâmetro do instrumento empregado, maior será a incidência de fratura do instrumento endodôntico, ou seja, menor será o tempo de vida útil do instrumento (LOPES; ELIAS, 2001).

Na região de flexão do instrumento, são geradas tensões que variam, alternadamente, entre tração e compressão. A repetição cíclica do carregamento, mesmo que com tensão abaixo do limite de escoamento obtida em ensaios de tração ou torção, induz a nucleação de trincas que crescem, coalescem e se propagam até a fratura do instrumento. (DIETER, 1986).

Em alguns casos, pode-se caracterizar a fratura como sendo do tipo por fadiga de baixo ciclo. A frequência de fratura está relacionada ao número de ciclos de carregamento e à intensidade das tensões trativas impostas na região de flexão do instrumento (GARCIA; SPIM; SANTOS, 2000).

Sabe-se que o número de ciclos é acumulativo e que depende da velocidade de rotação e do tempo do ensaio de flexão. Além disso, durante a instrumentação de um canal radicular, quanto maior a velocidade de rotação e o tempo de permanência da lima girando (flexionada), maior será a incidência de fratura da mesma (LOPES et al. 2000).

Young; Vliet (2005) relataram que em aplicações clínicas, a vida útil do instrumento, número de ciclos para a fratura, é aumentada diminuindo a razão entre o diâmetro do instrumento e o raio do canal, minimizando o volume do instrumento que sofre deformação e utilizando um meio fluido que efetivamente dissipe o calor durante a instrumentação mecânica.

Os instrumentos de maior diâmetro não apenas são menos resistentes à fadiga, eles são mais sensíveis aos efeitos do pré-carregamento após usos sucessivos. Os autores recomendam a utilização cuidadosa destes instrumentos em canais radiculares curvos (ULLMANN; PETER 2005).

A fratura dos alargadores Gates Glidden e Largo pode ocorrer por torção, flexão rotativa e por combinação desses carregamentos. Geralmente, ocorre por flexão rotativa, sendo o instrumento pressionado lateralmente de encontro a uma parede dentinária (pincelamento) (ULLMANN; PETER 2005).

### 3. Considerações Finais

O tratamento endodôntico é guiado por princípios básicos, no qual todas as fases do tratamento são igualmente importantes, uma vez que são dependentes. Consequentemente, a não observância ou falha em qualquer uma dessas fases dificulta ou impede a realização da próxima etapa, onde a ocorrência de acidentes operatórios é maior durante a fase do preparo biomecânico, sendo o incidente mais comum a fratura de instrumentos.

Sabe-se que as fraturas de instrumentos endodônticos são causadas por fatores diversos como: desenho do instrumento, a técnica de instrumentação utilizada, a intensa pressão apical durante a penetração do instrumento no canal radicular, inexperiência do operador, defeitos na fabricação dos instrumentos, o número repetido de ciclos de uso e a complexa anatomia dos canais radiculares, entre outros.

Ainda que indesejáveis, as fraturas são riscos que podem ocorrer durante a terapia endodôntica e este risco deve ser informado ao paciente antes do início do tratamento. O operador deve saber avaliar as condições dos instrumentos, evitando assim sua fratura, como também possuir destreza e experiência para o sucesso e segurança na remoção desses instrumentos fraturados.

## Referências

ANJOS NETO, D. A. Influência da Patência Apical e dos Cimentos Sealapex e AH PLUS no Reparo de Lesões Periapicais Inflamatórias Crônicas, Induzidas em Dentes de Cães, Após Curativo com Hidróxido de Cálcio. (dissertação de mestrado), Universidade de Marília - UNIMAR – MARÍLIA-SP, 222f, 2008.

ANJOS NETO, D. A. Relato de um Caso Clínico Tratado na Clínica Odontológica da Universidade Tiradentes Empregando a Técnica da Renovação do Hidróxido de Cálcio em Dentes com Lesão Periapical Extensa Comprovada Radiograficamente. (Monografia de Graduação), Universidade Tiradentes- UNIT, Aracaju- SE, 111f, 2004.

BROEK, D. Elementary engineering fracture mechanics. 3 ed. Boston: Martinus Nijhoff Publishers, 1986.

CALLISTER JR., W.P. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 5ª edição. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos. Ed. S.A., 2002.

CETLIN, P. R.; SILVA, P. S. P.; PENNA, J. A. Análise de Fraturas. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1988.

COUTINHO FILHO, T; KREBS R.L; BERLINCK, T.C.A; GALINDO, R.G.S. Retrieval of a broken endodontic instrument using cyanoacrylate adhesive. Case report. Braz Dent J 1998; 9: 57-60.

DAUGHERTY, D. W., GOUND, T. G., COMER, T. L. “Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm”, Journal of Endodontics, v. 27, n.2, pp. 93-95, 2001.

DIETER, G.E. “Mechanical Metallurgy”, 3. Ed. 2, McGraw-Hill Book Co., 1986.

ELIAS, C. N.; LOPES, H. P. Materiais Dentários. Ensaios Mecânicos. São Paulo: Livraria Santos, 2007.

ESTRELA, C. Ciência Endodôntica. ed. Artes Médicas, São Paulo- SP, vol. 1, cap. 10, p. 363-414, 2004.

GARCIA, A.; SPIM, J.A.; SANTOS, C.A. Ensaio dos Materiais. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

LOPES, H.P., ELIAS, C.N. “Fratura das Limas Endodônticas tipo K. Fundamentos teóricos e práticos”, Revista Brasileira de Odontologia, v.58, n.6, p.406-410, 2001.

LOPES, H. P.; ELIAS C. N.; SIQUEIRA JR.,J. F. Fratura por Torção das Limas Endodônticas de Aço Inoxidável. RBO, vol. 57, p. 142-146, 2000 a.

LOPES, H. P.; ELIAS C. N.; SIQUEIRA JR.,J. F. Mecanismo de Fratura dos Instrumentos Endodônticos. Ver. Paul Odontol. V. 22, p. 4-9, 2000 b.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR.,J. F. Endodontia – Biologia e Técnica. ed.GEN, 3ª edição, cap. 11, p. 481-506, 2010.

PRUETT, J.P., CLEMENT, D.J., CARNES, D.L. Cyclic Fatigue Testing of Nickel- titanium Endodontic Instruments. J Endod. Cap. 23, p.77-85, 1997.



ROANE, J.B., SABALA, C.L., DUNCANSON, M.G. "The Balanced Force" concept for instrumentation of curved canals, *Journal of Endodontics*, v.11 n.5 p.203-211, 1985.

SANTOS, M. Avaliação comparativa do comportamento, diante de ensaio de torção, de limas endodônticas de diferentes tipos, marcas e números, submetidas ou não a um tratamento térmico recristalizador. São Paulo, 1994, 76 p. Tese (Doutorado) Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

ULLMANN C.J, PETERS O.A. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nick-el-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2005; 31:183-6.

YOUNG, J. M.; VLIET, K. J. V.; Predicting in vivo failure os pseudoelastic NiTi devices under low cycle, high amplitude fatigue. *J Biomed Mater Res B: ApplBiomater*, v. 72B, p. 17-26, 2005.

ZELADA G, VARELA P, MARTIN B, BAHILLO J.G, MAGAN, A.S. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2002; 28: 540-2.