

Chantal SAYKALY

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências de Saúde
2018

Chantal SAYKALY

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências de Saúde
2018

Chantal SAYKALY

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

Dissertação apresentada à Universidade
Fernando Pessoa como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária.

Resumo :

Introdução : A microfissura dentinária radicular é um problema clínico difícil de diagnosticar e tratar que pode levar à perda do dente.

Objetivos : Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados e metodologias de vários estudos recentes, para determinar a influência da dinâmica instrumental e de diferentes sistemas de preparação canal no desenvolvimento de defeitos dentinários.

Materiais e Métodos : a revisão Bibliográfica tem por base as palavras-chaves “microcracks” e “endodontics”, com o objectivo de angariar e debater o máximo de informação sobre este tema.

Resultados e Conclusões : A instrumentação endodôntica mecanizada de níquel-titânio tem maior probabilidade de desenvolver ou disseminar microfissuras dentárias.

Palavras – Chaves: “Defeito dentinário”, “microcracks”, “microfissuras dentinárias”, “preparação do canal radicular”, “instrumentação”, “endodontia”

Abstract:

Introduction: Microcracks are a clinical problem that is difficult to diagnose and treat, that can lead to the loss of the dental organ.

Aim: This work aims to present the results and methodologies of various recent studies, then to determine the influence of instrumental dynamics and different shaping systems in the development of dentinal defects.

Material and Methods: The Bibliographic review is based on the keywords “Dentinal crack” and “endodontics” with the aim of gathering and discussing the maximum information on this topic.

Results and conclusions: Mechanized nickel-titanium endodontic instrumentation is more likely to develop or spread dentin microcracks.

Keywords: “dentinal defect”, “Microcracks”, “Dentinal crack”, “Root canal preparation”, “Instrumentation”, “Endodontics”

Índice :

I. Introdução	1
1.1. Materiais e métodos	2
II. Desenvolvimento	3
1. Factores que influenciam os microfissuras : a instrumentação	3
1.1. Instrumentos em aço inoxidável	3
1.1.1. Características	3
1.1.2. Limas em aço	3
1.2. Instrumentos em níquel-titânio	4
1.2.1. Características	4
1.2.2. Os instrumentos em sequência	5
1.2.3. O princípio do instrumento único	5
1.3. A dinâmica instrumental	6
1.3.1. Preparação biomecânica com rotação contínua	6
1.3.2. Preparação biomecânica com movimento recíprocante	7
1.3.3. Preparação biomecânica com movimento híbrido	7
1.4. Os diferentes sistemas os mais analisados	8
2. Comparação das dinâmicas e dos sistemas na indução de microfissuras	8
2.1. Manual versus rotação contínua e movimento recíprocante	8
2.2. Reciprocidade versus rotação contínua	9
2.3. Instrumentos unico versus sequência instrumental	11
2.4. TFA versus rotação contínua e reciprocidade	12
III. Discussão	13
IV. Conclusão	15
V. Bibliografia	16
VI. Anexo	21

I. Introdução

A endodontia é, por definição, a disciplina da odontologia que diz respeito à prevenção, diagnóstico e tratamento de polpa associada e doenças periapicais. O objetivo do tratamento endodôntico é transformar um dente patológico em uma entidade saudável, assintomática e funcional na arcada, removendo bactérias e resíduos pulpares que possam servir de suportes e nutrientes para a propagação bacteriana. Para manter a viabilidade do tratamento endodôntico, o sistemas de canais radiculares tem de ser selado hermeticamente para promover a cicatrização (Simon *et al.*, 2012). Seu sucesso a longo prazo depende muito da preparação biomecânica ideal dos canais.

As técnicas de preparação canal foram sofrendo alterações, particularmente com a chegada na década de 1990 de instrumentos de níquel-titânio (Ni-Ti) que reduziram o tempo de operação da modelagem, tornando o seu resultado mais previsível. Primeiro com um movimento de rotação contínua, e depois com a introdução de um novo movimento: a reciprocidade (Yared, 2008) baseado no conceito de Roane (1985) sobre as "forças equilibradas" que usa limas manuais com movimentos no sentido horário e anti-horário. A reciprocidade reduz o *stress* nos instrumentos devido à sua eficiência de corte e ao movimento alternativo, e assim aumenta sua resistência à fadiga cíclica em comparação com instrumentos usados em rotação contínua (De-Deus *et al.*, 2014).

Ao longo dos anos, muitos sistemas foram sendo propostos, com diferentes desenhos, conicidades e dinâmicas, mas de acordo com vários estudos (Bürklein *et al.*, 2013; Kansal *et al.*, 2014), o *stress* nesses instrumentos poderia ser transmitido à dentina e criar microfissuras que poderiam se espalhar mais tarde.

Desde 2009, a ligação entre microfissuras e preparação mecânica canal está correlacionada. De fato, esses defeitos dentinários, tais como " *craze lines* " ou microfissuras são provavelmente a causa de fraturas verticais da raiz do dente e, portanto, o insucesso do tratamento endodôntico que poderá levar à extração do dente.

Este artigo tem como objetivo observar a incidência e comparar a frequência de microfissuras dentinárias durante o preparo do canal por diferentes sistemas de instrumentação.

1.1. Materiais e métodos

Para responder a nossa problemática, procuramos artigos recentes em bases de dados científicas (PubMed, Google Scholar, Science Direct ...), com limitação linguística francesa e inglesa. Associamos palavras-chave como "*microcracks*", "*dentinal crack*" e "*endodontics*" e mantemos 22 artigos, publicados de 2009 a 2018, estudando a formação de microfissuras de acordo com os diferentes tipos de preparo dos canais mecânicos. Para enriquecer nossos dados, foram realizadas pesquisas extensivas sobre instrumentos rotativos, sem limites de tempo, usando palavras-chave como "*dental instruments*" e "*root canal preparation*" permitindo de selecionar 31 artigos.

Incluímos ensaios clínicos que tiveram o mesmo protocolo. De fato, os 22 artigos foram estudos comparativos, em dentes extraídos, e preservados em água destilada, cuja coroa foi seccionada de modo a padronizar o comprimento da raiz tratada. Eles foram então observados sob um microscópio e raios-X para excluir raízes que já apresentavam defeitos dentinários.

As raízes foram divididas em vários grupos de diferentes sistemas e foram preparadas por instrumentos manuais e instrumentos NiTi em rotação contínua ou reciprocidade. Entre cada lima, a irrigação com NaOCl foi realizada. Qualquer instrumento foi utilizado para a preparação de 4 canais em média.

Além de 2 estudos (De-Deus *et al.*, 2015, De-Deus *et al.*, 2014), as raízes foram seccionadas perpendicularmente aos diferentes níveis do eixo radial longitudinal (frequentemente a 3, 6 e 9mm o ápice), em baixa velocidade e sob jato de água para evitar o superaquecimento. Cada porção foi observada sob microscópio óptico binocular (estereomicroscópio), ou microscópio eletrônico de varredura (MEV), e foi fotografada. As porções foram examinadas por dois observadores cegos até que houvesse um consenso entre eles.

Para definir a presença de microfissuras, dois critérios foram introduzidos:

- Ausência de defeito dentinário: ausência de linha ou microfissuras na dentina radicular.
- Presença de defeito dentinário: presença de "*craze lines*", microfissuras ou fraturas na dentina radicular.

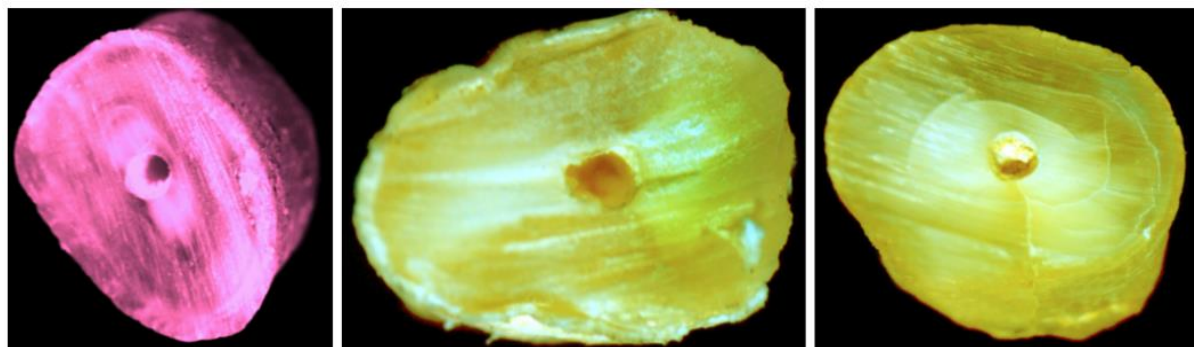


Figura 1 : Imagens obtidas por microscópio binocular ilustrando defeitos dentinários (no ordem : linhas, fissura parcial, fissura completa) (Adaptado de Monga et al., 2015)

II. Desenvolvimento

1. Factores que influenciam os microfissuras : a instrumentação

Fabricados em aço inoxidável ou níquel-titânio (NiTi), os instrumentos endodônticos são utilizados por técnicas manuais ou mecanizadas.

1.1. Instrumentos em aço inoxidável

1.1.1. Características

Eles ajudam na negociação inicial ou gestão de uma dificuldade operatória (degrau), na recapitulação, no preparo, na verificação do acabamento apical, e podem também ser usados para o alargamento.

1.1.2. Limas em aço

São comuns as limas K (por Kerr) e as limas H (por Hedström) :

- A lima K é um instrumento de exploração inicial, penetração e cateterismo.
- A lima H é muito afiada e serve essencialmente para alargar e evacuar os detritos organo-minerais gerados.

Eles têm um conicidade de 2% e existem em 3 comprimentos 21, 25, 29 mm, com parte ativa de 16 mm.

A preparação do canal com esses limas é baseada na técnica de descida descrita por Marshall e Papin (1980). Consiste na preparação dos 2/3 coronários do canal, a fim de reduzir as interferências coronal. Uma vez a parte inicial do canal ampliada, a preparação canalar contínua com instrumentos de menor conicidade para o terço apical para realizar o "step back".

Nos diz respeito à elasticidade, elas são deformáveis porque sua conicidade e seu limite elástico são fracos. Sua rigidez aumenta com o diâmetro do instrumento, o que pode causar um desvio da trajetória inicial do canal ou uma recuperação da curvatura, um degrau ou perfuração, ou a formação de rolhão de dentina (assentamento de detritos) causada por a dinâmica instrumental (Simon *et al.*, 2012).

No entanto, esses limas de aço inoxidável são usados na prática clínica porque facilitam, asseguram e completam a instrumentação mecanizada de NiTi.

1.2. Instrumentos em níquel-titânio

1.2.1. Características

Estes instrumentos endodônticos, compostos por 55% de níquel e 45% de titânio, possuem várias propriedades:

- Superelasticidade: capacidade de recuperar sua forma original após sofrer forte *stress* mecânico.
- Super flexibilidade : capacidade da lima para seguir o caminho do canal. A flexibilidade é independente do diâmetro dos instrumentos NiTi, ao contrário das limas de aço.
- Biocompatível: tem uma alta resistência à corrosão.
- Memória da forma : capacidade da liga de sofrer deformação elástica durante o ciclo de carga / descarga.
- Eficiência de corte : a rotação contínua a baixa velocidade e a variável conicidade dos instrumentos permitiram sua melhora.
- Resistência à fratura : Os instrumentos NiTi são mais fortes que os de aço ; é por isso que é recomendado no caso de curvaturas fortes.

Recentemente, surgimento da instrumentação rotatória em NiTi transformou a preparação radicular, reduzindo o tempo de trabalho, melhorando a qualidade média da preparação mecânica do canal radicular e proporcionando melhor reprodutibilidade (Schrader *et al.*, 1999; Taschieri *et al.*, 2005).

Contudo, complicações relacionadas ao seu uso persistem, como fratura instrumental, devido a fenômenos de enroscamento e fadiga cíclica que é proporcional ao número de rotações realizadas (Alapati *et al.*, 2003).

As limas em NiTi são usadas tanto na forma de instrumentação sequencial como na forma de instrumentação única.

1.2.2. Os instrumentos em sequência

Na década de 1990, surgiram os primeiros instrumentos rotatórios de níquel-titânio. Seu desenho é baseado no princípio da preparação corono-apical, que seja o crown-down : consiste em preparar a porção coronária do canal inicialmente, diminuindo o diâmetro dos instrumentos à medida que se avança em direção ao ápice para suprimir as interferências coronárias e alcançar mais facilmente a zona apical (Riitano *et al.*, 2005). Está associado à rotação contínua, que é um movimento rotacional puro. Resulta em uma preparação cônica favorecendo a desinfecção do canal pela solução de irrigação. Permite reduzir o contato entre as paredes do canal e o instrumento, diminuindo o risco de fratura.

1.2.3. O princípio do instrumento único

O instrumento único foi desenvolvido desde de 2010 e permite o uso de um único instrumento para o preparo do canal respeitando os princípios mecânicos da preparação de Schilder, enquanto simplifica o protocolo.

O instrumento único suporta resistência mecânica significativa porque ele vai fazer a preparação canal completa sozinho (em comparação a um instrumento convencional que é usado apenas para uma parte específica do canal) portanto, é importante usá-lo apenas uma vez para limitar qualquer risco de fratura. Portanto, alguns são feitos de uma liga específica NiTi obtido por tratamento termomecânico e consistindo de 55,8% de níquel, 44,1% de titânio, 0,05% de oxigênio e 0,02% de carbono: o M-WIRE (Memory-WIRE) que fornece

maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica ; e, portanto, um melhor respeito da trajetória do canal e uma segurança (Gambarini *et al.*, 2008; Johnson *et al.*, 2008).

Existem dois tipos de mono-instrumentos diferenciados por sua dinâmica instrumental: em rotação contínua (OneShape®, F360®) ou recíprocante (WaveOne®, Reciproc®).

1.3. A dinâmica instrumental

A instrumentação endodôntica mecanizada motorizada permite o movimento contínuo ou recíproco de instrumentos de aço ou NiTi, em velocidades variadas.

1.3.1. Preparação biomecânica com rotação contínua

O instrumento gira continuamente no sentido horário, numa velocidade lenta e constante, para cortar a dentina. A velocidade e o torque são variáveis e específicos para cada sistema, mas devem ser constantes e controlados para manter a liga na sua fase máxima de elasticidade e evitar fraturas.

Entre esses instrumentos, encontramos o sistema ProTaper, composto de 8 instrumentos (shaping files SX, shaping files S1 e S2, finishing files F1 / F2 / F3 / F4 / F5) feitos com liga convencional de níquel-titânio e associados a um movimento de rotação contínua (entre 150 e 350 rpm). Estes instrumentos possuem uma seção triangular convexa (shaping files) ou côncava (finishing files) com alto poder de corte (Martin *et al.*, 2002).



Figura 2 : Secção triangular e Ponta arredada (Adaptado de Laboratoire Dentsply Maillefer, 2007)

Há também o One Shape®, que é um sistema de uso único, feito de uma liga clássica de níquel-titânio e usado em rotação contínua (400 rpm). Seu diâmetro é de 25/100 na ponta com uma conicidade constante de 6%. O instrumento tem seções variáveis.

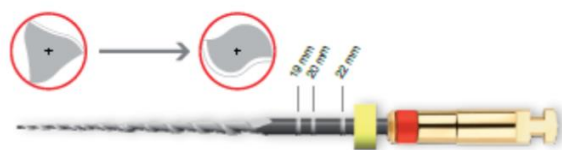


Figura 3 : os diferentes secções do instrumento (Adaptado de Laboratoire Micro Méga, 2014)

1.3.2. Preparação biomecânica com movimento recíprocante

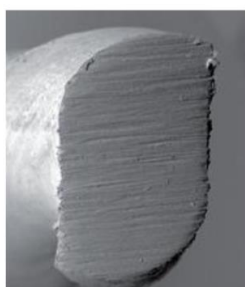
Este conceito, chamado « Movimento Alternado Transversal Assimétrico » (MATA), foi descrito por Yared (2008).

A reciprocidade tem várias características :

- Alternância do movimento anti-horário e horário assimétrico (a rotação no sentido anti-horário é mais importante, necessita vários ciclos para realizar uma rotação completa)
- Evita o fenómeno da aspiração (*aparafusamento*) conhecido em rotação contínua.
- Reduz o *stress* nos instrumentos devido à sua eficiência de corte e movimento alternado, aumentando assim sua resistência à fadiga cíclica, em comparação com instrumentos usados em rotação contínua (De-Deus *et al.*, 2014; Kiefner *et al.*, 2014; Pérez-Higueras *et al.*, 2013).

Os instrumentos em questão apareceram em 2010, como o sistema Reciproc® e o WaveOne®, que são feitos de uma liga NiTi M-Wire (Claisse-Crinquette, 2011).

O sistema Reciproc® é um sistema de uso único, feito de liga M-Wire e disponível em três tamanhos diferentes (R25, R40, R50). Tal como o WaveOne, eles têm uma helicoidal invertida e têm uma seção assimétrica com dois ângulos de corte. Seu movimento recíproco tem uma amplitude de 170 ° no sentido anti-horário e 50 ° no sentido horário, como o WaveOne.



*Figura 4 : Seções do Reciproc®
(Adaptado de Laboratoire VDM,
2013)*

1.3.3. Preparação biomecânica com movimento híbrido

Em 2008, a sociedade Kerr criou o Twisted Files Adaptive® (Gergi *et al.*, 2015; Karataş *et al.*, 2015), um sistema que funciona com a combinação de rotação contínua e recíprocante. Dependendo do *stress* na lima, o modo de rotação é alterado. Abaixo de um limiar de *stress*, o

instrumento possui um movimento de rotação pseudo-contínuo, isto permite melhor remoção de detritos, escovação contínua e redução do efeito de aparafusamento.

Quando o *stress* instrumental é acentuado, graças ao motor, a lima passa em reciprocidade. O motor adapta automaticamente para reduzir o risco de fratura.

1.4. Os diferentes sistemas os mais analisados

	ProTaper Universal®	ProTaper Next®	Reciproc®	Wave One®	Mtwo®	One Shape®	TFA®	K3XF®	F360®
Único			X	X		X			X
Sequência	X	X			X		X	X	
Reciprocidade			X	X			X		
Rotação contínua	X	X			X	X	X	X	X
Numero de instrumentos	5 a 8	2 a 5	1	1	4 a 10	1	1 a 3	3	1 a 4
Conicidade	5 a 9%	4 à 7%	5 a 8%	6 a 8%	4 à 7%	6%	4 à 6%	2 à 6%	4%
Diâmetro	0,18 a 0,50mm	0,17 a 0,50mm	0,25 a 0,50mm	0,21 a 0,40mm	0,10 a 0,60mm	0,25 a 0,37mm	0,20 a 0,50mm	0,15 a 0,60mm	0,25 a 0,55mm
Velocidade de rotação	150 a 300 rpm	300 rpm	300 rpm	300 rpm	250 a 350rpm	350 a 450 rpm	500 rpm	300 rpm	250 a 350 rpm
Secção transversal do instrumento	Triângulo -Convexo para SF -Côncavo para FF	Rectangular	Em S	Triângulo -côncavo apical -convexo coronal	Em S	Variável : Triângulo, transição e em S	Triângulo	Triângulo côncavo	Em S

Tabela dos sistemas frequentemente estudados nos artigos selecionados (adaptado de Cazoulat, 2016)

2. Comparação das dinâmicas e dos sistemas na indução de microfissuras

2.1. Manual versus rotação contínua e movimento reciprocante

10 artigos foram estudados, incluindo um grupo de dentes instrumentados manualmente, com limas de aço inoxidável ou NiTi. Destes, 9 estudos compararam instrumentação manual com rotação contínua, 7 artigos compararam a reciprocidade. 4 artigos (Al-Zaka *et al.*, 2012; Ashwinkumar *et al.*, 2012; Helvacioğlu-Yigit *et al.*, 2015; Priya *et al.*, 2014) encontraram defeitos dentinários como resultado do preparo manual, enquanto 6 artigos (Bier *et al.*, 2009; Cicek *et al.*, 2015; Hin *et al.*, 2013, Monga *et al.*, 2015; Ustun *et al.*, 2015; Yoldas *et al.*, 2012) não encontraram nenhum.

Os contatos do instrumento NiTi geram altas concentrações de tensão momentânea na dentina, o que poderia causar microfissuras na superfície do canal radicular (Cicek *et al.*, 2015).

Uma diferença no número de microfissuras geradas por diferentes sistemas de acordo com o concepção foi destacada, incluindo desenho (Bier *et al.*, 2009).

A ausência global de defeitos encontrados após a preparação endodôntica manual sugere que os protocolos de preparação comuns aos grupos (como seccionamento ou irrigação) não causam microfissuras.

Esses artigos mostram que muito poucas microfissuras dentinárias são causadas por instrumentação manual de aço inoxidável ou NiTi, graças a uma comicidade inferior e a um movimento menos agressivo da lima no canal. Muitas rotações no canal são necessárias para realizar a preparação com limas rotativas em comparação com as limas manuais (Pasqualini *et al.*, 2008), com o nível de concentração de *stress* gerado na dentina (West *et al.*, 2001) é superior com dinâmica em rotação contínua e reciprocidade.

Podemos supor que a velocidade de preparação mais lenta e a sensação tátil das limas manuais têm uma influência positiva. Além disso, o volume total de dentina removido durante a preparação, que está diretamente relacionado ao cone do instrumento, é significativamente maior com os sistemas rotatórios de NiTi em comparação com as limas manuais. Wilcox *et al.* (1997) já disse, "Quanto mais dentina for removida, maior o risco de iniciar uma fratura radicular".

Se for demonstrado que o método manual causa menos microfissuras e defeitos dentinários, os sistemas rotativos permanecem mais eficazes na limpeza e conformação do canal, o que afeta positivamente o prognóstico dentário.

2.2. Reciprocidade versus rotação contínua

Dos 22 artigos selecionados, 19 artigos foram estudados com pelo menos um grupo de raízes instrumentadas em rotação contínua e 16 com relação à reciprocidade. Destes, 13 estudos (Karatat *et al.*, 2015; Al-Zaka *et al.*, 2012; Ashwinkumar *et al.*, 2013; Bürklein *et al.*, 2013; Çicek *et al.*, 2014; De-Deus *et al.*, 2014; Kansal *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2013; Mavani *et al.*, 2015; Monga *et al.*,

2015; Priya *et al.*, 2014; Ustun *et al.*, 2015) compararam rotação contínua com reciprocidade. Entre esses 13 estudos comparativos:

- Em 9 artigos (Karatas *et al.*, 2015; Ashwinkumar *et al.*, 2013; Çicek *et al.*, 2014; Kansal *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2013; Mavani *et al.*, 2015; Monga *et al.*, 2015; Priya *et al.*, 2014; Ustun *et al.*, 2015), observou-se, pelo menos, um grupo de raízes tratadas em reciprocidade tendo menos de microfissuras em rotação contínua.
- Em 3 artigos (Al-Zaka *et al.*, 2012; Bürklein *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2015), o oposto foi notado. Pelo menos um grupo de raízes em rotação contínua apresentou menos microfissuras.
- Em 1 artigo (De-Deus *et al.*, 2014), concluiu-se que não há relação causal entre o preparo do canal e a formação de microfissuras dentinárias.
- Independentemente das diferentes secções, 9 artigos (Al-Zaka *et al.*, 2012; Ashwinkumar *et al.*, 2013; Bürklein *et al.*, 2013; Kansal *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2013; Mavani *et al.*, 2015; Monga *et al.*, 2015; Priya *et al.*, 2014) ter encontrado uma diferença significativa entre um grupo de raízes preparados por um sistema em reciprocidade e um ou mais grupos preparados por um sistema de rotação contínua.
- Isto implica também que os outros 4 estudos (Karatas *et al.*, 2015; Çicek *et al.*, 2014; De-Deus *et al.*, 2014; Ustun *et al.*, 2015) concluíram que não havia nenhuma diferença significativa entre os grupos instrumentados em reciprocidade e os grupos instrumentados em rotação contínua.

O sistema mais analisado é o ProTaper Universal®, presente em 12 estudos. Em 10 estudos (Karatas *et al.*, 2015; Al-Zaka *et al.*, 2012; Ashwinkumar *et al.*, 2013; Çicek *et al.*, 2014; Kansal *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2013; Mavani *et al.*, 2015; Monga *et al.*, 2015; Priya *et al.*, 2014; Ustun *et al.*, 2015), este sistema tem provocado mais microfissuras que o grupo de sistema em reciprocidade, quer seja o WaveOne®, o Reciproc® ou o ProTaper F2®. O sistema de rotação contínua produz a maioria dos defeitos dentinários.

Enquanto nos restantes 2 estudos (Bürklein *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2015), os sistemas WaveOne® e Reciproc® têm resultados a favor do sistema PTU®.

No entanto, há um viés nesses estudos porque eles comparam uma sequência instrumental em rotação contínua com um único instrumento em reciprocidade.

As diferenças entre as limas testadas podem ser devidas ao seu desenho transversal e à técnica de preparo (Bürklein *et al.*, 2013). As sistemas caracterizados por uma seção transversal

triangular (convexa ou côncava dependendo da área) refletem baixa eficiência de corte, menor limpeza e mais tensão aplicada à dentina, ao contrário de sistemas com o mesmo desenho transversal em forma de S com bordas afiadas (Schäfer *et al.*, 2004).

A conicidade das limas pode contribuir para a formação de microfissuras dentinárias ; quanto mais a conicidade aumenta, mais os detritos de dentina aumentam e mais aumenta o risco de fraturas (Zandbiglari *et al.*, 2006).

O movimento recíprocante diminuiria as forças de torção e flexão (Blum *et al.*, 1997), tal como o risco de falsos trajetos (Varela-Patiño *et al.*, 2010; Franco *et al.*, 2011). Também foi demonstrado, de acordo com alguns estudos, que a resistência à fadiga cíclica é superior (Kim *et al.*, 2012). Apesar do desenho e das seções transversais variáveis desses limas, essa diferença no resultado pode ser explicada pela dinâmica distinta dos sistemas. (Lui *et al.*, 2013).

Apesar dos resultados bastante contraditórios, os autores concluem que, em geral, todos os sistemas rotativos produzem microfissuras e que a diferença entre rotação contínua e reciprocidade não é significativa.

No entanto, De-Deus *et al.* (2015) apresentam resultados que contradizem os estudos anteriores, considerando que as microfissuras pós-operatórias já estavam presentes no pré-operatório. Além disso, mesmo aumentando o diâmetro e a conicidade dos instrumentos utilizados, não foram observadas microfissuras novas, seja em reciprocidade ou em rotação contínua, o que é importante porque uma preparação apical maior contribuirá para uma diminuição da carga bacteriana intracanal e dos restos dentinários.

2.3. Instrumentos unico versus sequência instrumental

Dos 22 artigos selecionados, 16 artigos analisam pelo menos um grupo de raízes instrumentados por uma lima única em comparação ao outro grupo de raízes tratadas por uma sequência de limas.

Entre esses, 11 artigos (Al-Zaka *et al.*, 2012; Ashwinkumar *et al.*, 2013; Bürklein *et al.*, 2013; Kansal *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2013; Mavani *et al.*, 2015; Monga *et al.*, 2015; Priya *et al.*, 2014; Harandi *et al.*, 2017; Khoshbin *et al.*, 2018) assinalam uma diferença significativa entre pelo menos um grupo

instrumentado por uma lima única e outro grupo por uma sequência de limas. 5 estudos (Karatas *et al.*, 2015; Çicek *et al.*, 2014; De-Deus *et al.*, 2014; Helvacioğlu- Yigit *et al.*, 2015; Ustun *et al.*, 2015) encontraram uma diferença não significativa entre instrumentação única e sequencial.

De acordo com Cicek *et al.* (2015), não houve diferença significativa entre os sistemas WaveOne®, PTU® e PTN®. Karatas *et al.* (2015) concluiu também uma diferença não significativa entre os sistemas PTU®, PTN®, WaveOne® e TFA®. Da mesma forma para Ustun *et al.* (2015), PTU®, PTU® F2, Reciproc® e PTN® não foram significativamente diferentes na produção de microfissuras.

Os estudos são bastante contraditórios. De fato, estudos anteriores relataram que os sistemas de instrumentação única são quatro vezes mais rápidos que os sistemas rotativos convencionais (Burklein *et al.*, 2012; Gavini *et al.*, 2012), portanto Harandi *et al.* (2017) concluíram que o maior número de microfissuras observadas nos grupos de instrumentação única pode ser o resultado do *stress* súbito inicialmente aplicado às paredes dentinárias.. No entanto, para Khoshbin *et al.* (2018) parece que o uso de sistemas de instrumentação única minimiza o trauma nas paredes dentinárias. Assim, quando se compara uma sequência instrumental a um único instrumento (em rotação contínua ou reciprocidade), a diferença é globalmente não significativa, exceto o sistema ProTaper Universal® que induz muito mais microfissuras. Segundo esses artigos, todos os sistemas, independentemente de sua dinâmica, produzem microfissuras

2.4. TFA versus rotação contínua e reciprocidade

3 artigos (Karatas *et al.*, 2015; Gergi *et al.*, 2015; De-Deus *et al.*, 2015) foram estudos incluindo um grupo de raízes instrumentado por TFA®.

As percentagens de defeitos variaram de 15 a 80% e podem ser o resultado de defeitos dentinários pré-existentes não detectados, além daqueles induzidos durante o procedimento de seccionamento, assim é importante de ter uma análise não destrutiva, fiável e precisa de imagens pré e pós-operatórias.

Dada a literatura atual, podemos concluir a partir desses estudos que o TFA® não produz significativamente mais defeitos dentinários do que outros sistemas em rotação contínua ou reciprocidade. Os autores explicam esse resultado pela conicidade dos instrumentos (Karataş *et al.*, 2015).

III. Discussão

Ainda há confusão na literatura sobre a definição de termos que descrevem os diferentes tipos de defeitos dentinários. Terminologias específicas devem ser determinadas. De fato, o tipo, a variedade e a caracterização das fissuras devem ser definidos a fim de evitar mal-entendidos, diagnóstico incorreto ou tratamento inadequado. « *Craze line* », « *other defects* », « *fracture* » « *cracked* », « *crack* », « *defect* », « *incomplete crack* », « *complete crack* », , e outros termos são por vezes utilizados alternadamente.

O uso de pequenos grupos experimentais não permite ir além da grande variabilidade das morfologias canulares, das estruturas dentinárias, da composição química e das propriedades mecânicas; incluindo a idade do dente que tem um impacto negativo sobre a sua força (Nazari et al, 2009; Kinney et al, 2005), um aspecto importante mas negligenciado na seleção. Isso dificulta a criação de uma população confiável e comparável, e reflete baixa padronização. Os resultados dos procedimentos endodônticos podem, portanto, ser subestimados ou superestimados. Para evitar esses vieses, são necessários critérios mais rigorosos.

Em qualquer estudo, o grupo controle é um elemento essencial. Entretanto, não controlaram o efeito cumulativo das fontes de *stress* durante a experiência (preparo mecânico, ataque químico por hipoclorito de sódio e seccionamento) ou mesmo as condições de armazenamento (tratamento dos dentes após a extração até o momento da experiência). No entanto, a solução a mais utilizada é a água destilada, é um bom ponto, pois o grau de hidratação dos dentes influencia a resistência dos dentes à fratura.

À primeira vista, nenhum sistema pode evitar completamente os defeitos dentinários, devido a diferenças metodológicas. No entanto, os dados atuais indicam que microfissuras estão associadas à instrumentação mecânica, incluindo limas manuais, sistemas NiTi em rotação contínua e recíproca, mas que, em geral, a incidência dos defeitos dentinários foi significativamente menor em usando limas manuais.

Segundo Adorno *et al.* (2011), quanto mais conicidade tiver um instrumento (aumento apical) e quanto mais em profundidade trabalha (preparo além de 1 mm do forame apical), mais presença de microfissura são observadas. Segundo Kumari *et al.*, (2016) trabalhando 1mm acima do ápice reduz a incidência de formação de microfissuras. Estes resultados foram

ampliados para instrumentos manuais ou rotativos graças ao estudo de Soni *et al.* (2016) e de Devale *et al.* (2017).

Ao comparar rotação contínua ou reciprocidade, Bürklein *et al.* (2013) concluíram que um único instrumento recíproco tem uma maior conicidade, e corta uma maior quantidade de dentina, o que favorece a formação de microfissuras, em comparação com sequências instrumentais continuamente em rotação.

No entanto, outros estudos não encontraram diferenças significativas entre a dinâmica instrumental (Karatas *et al.*, 2015; Çicek *et al.*, 2014; De-Deus *et al.*, 2014; Ustun *et al.*, 2015), a maioria concorda que os sistemas em rotação contínua induzem significativamente mais microfissuras do que os sistemas em reciprocidade (Al-Zaka *et al.*, 2012, Ashwinkumar *et al.*, 2013, Çicek *et al.*, 2014, Kansal *et al.* 2014, Liu *et al.*, 2013, Priya *et al.*, 2014, Ustun *et al.*, 2015). Entre todos os sistemas, os instrumentos ProTaper Universal® são frequentemente associados à maior taxa de microfissuras observadas.

No entanto, todos os resultados desses estudos parecem ser questionados pelos dois estudos de De-Deus *et al.* (2014, 2015), que não mostram diferença entre os sistemas. As microfissuras presentes após a instrumentação foram também em pré-operatório, após análise de micro-CT. Assim, estudos utilizando a micro-TC seriam necessários para confirmar ou invalidar isso, graças a métodos menos invasivos, permitindo um estudo longitudinal muito preciso.

No entanto, De-Deus *et al.* (2014; 2015) questionou todos esses resultados, não mostrando diferença entre os sistemas. Os microfissuras pós-instrumentação já estava presente no pré-operatório após a análise de micro-CT. Assim, outros estudos utilizando a micro-TC seriam necessários para confirmar ou invalidar esses resultados, porque combina métodos menos invasivos e um estudo longitudinal muito preciso.

IV. Conclusão

Para se obter um modelo experimental ideal, deve ser possível avaliar os defeitos dentinários de forma não destrutiva pré e pós-operatória, a fim de determinar a presença de microfissuras prévia e estabelecer um *follow-up* preciso de qualquer modificação. As investigações dos estudos que são, no entanto, comparativos, em raízes separadas, não permitem observações longitudinais e, assim, comprometem a credibilidade dos resultados. A literatura atual inclui um modelo experimental frágil de natureza inconclusiva, apoiado por estudos redundantes e uma falta de conclusões confiáveis.

Esta revisão da literatura revelou grandes diferenças nos resultados, mesmo para instrumentos e métodos de avaliação semelhantes.

A seleção da amostra (anatomia do canal), protocolos de preparo, protocolos de irrigação, métodos de observação, nomenclatura utilizada para classificar os defeitos, podem ser responsáveis por essas grandes diferenças nos resultados. Hoje, não há correlação entre a realidade clínica e os resultados obtidos.

É impossível de dizer qual dinâmica, ou qual sistema de preparação do canal é o menos prejudicial para a dentina. Avanços na imagem endodôntica vão fornecer uma compreensão mais profunda da formação e desenvolvimento de microfissuras dentinárias.

V. Bibliografia

Adorno, C.G., Yoshioka, T. e Suda H. (2011). Crack initiation on the apical root surface caused by three different Nickel-Titanium rotary files at different working lengths, *J Endod*, 37(4), pp. 522-5.

Al-Zaka, I. *et al.* (2012). The effects of canal preparation by different NiTi rotary instruments and reciprocating WaveOne file on the incidence of dentinal defects, *Mustansiria Dent J*, 9(2), pp. 137-42.

Arslan, H. *et al.* (2014). Effect of ProTaper Universal, Endoflare, Revo-S, HyFlex coronal flaring instruments, and Gates Glidden drills on crack formation, *J Endod*, 40(10), pp. 1681-3.

Ashwinkumar, V. *et al.* (2014). Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study, *Int Endod J*, 47(7), pp. 622-7.

Bier, C.A.S. *et al.* (2009). The ability of different Nickel-Titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation, *J Endod*, 35(2), pp. 236-8.

Blum, J.Y. *et al.* (1997). Analysis of forces developed during root canal preparation with the balanced force technique, *Int Endod J*, 30(6), pp. 386-96.

Burklein, S. *et al.* (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper, *Int Endod J*, 45(5), pp. 449-61.

Bürklein, S., Tsotsis, P. e Schäfer, E. (2013). Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation, *J Endod*, 39(4), pp. 501-4.

Capar, I.D. *et al.* (2014). Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex instruments on crack formation in dentin, *J Endod*, 40(9), pp. 1482-4.

Çiçek, E. *et al.* (2015). Evaluation of microcrack formation in root canals after instrumentation with different NiTi rotary file systems: A scanning electron microscopy study, *Scanning*, 37(1), pp. 49-53.

Claisse-Crinquette, A. (2011). Systèmes Reciproc et WaveOne - Mise en forme canalaire monoinstrumentale, *Clinic*, 32(11), pp. 591-601.

De-Deus, G. *et al.* (2015). Micro-computed tomographic assessment on the effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems on dentinal cracks, *J Endod*, 41(7), pp. 1116-9.

De-Deus, G. *et al.* (2010). Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement: Cyclic fatigue life of F2 ProTaper instrument, *Int Endod J*, 43(12), pp. 1063-8.

De-Deus, G. *et al.* (2014). Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems, *J Endod*, 40(9), pp. 1447-50.

Devale, M.R., Mahesh, M.C. e Bhandary, S. (2017). Effect of Instrumentation Length and Instrumentation Systems: Hand Versus Rotary Files on Apical Crack Formation – An In vitro Study, *J Clin Diagn Res*, 11(1), pp. ZC15–ZC18.

Franco, V. *et al.* (2011). Investigation on the shaping ability of Nickel-Titanium files when used with a reciprocating motion, *J Endod*, 37(10), pp. 1398-401.

Gambarini, G. *et al.* (2008). Fatigue resistance of engine-driven rotary Nickel-Titanium instruments produced by new manufacturing methods, *J Endod*, 34(8), pp. 1003-5.

Gavini, G. *et al.* (2012). Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement, *J Endod*, 38(5), pp. 684-7.

Gergi, R., Osta, N. e Naaman, A. (2015). Dentinal crack formation during root canal preparations by the Twisted File Adaptive, Reciproc and WaveOne instruments, *Eur J Dent*, 9(4), pp. 508.

Harandi, A. *et al.* (2017). Incidence of Dentinal Crack after Root Canal Preparation by ProTaper Universal, Neolix and SafeSider Systems, *Iran Endod J*, 12(4), pp. 432-438.

Helvacioğlu-Yigit, D., Aydemir, S. e Yılmaz A. (2015). Evaluation of dentinal defect formation after root canal preparation with two reciprocating systems and hand instruments: an *in vitro* study, *Biotechnol Biotechnol Equip*, 29(2), pp. 368-73.

Hin, E.S. *et al.* (2013). Effects of Self-Adjusting File, Mtwo, and ProTaper on the root canal Wall, *J Endod*, 39(2), pp. 262-4.

Johnson, E. *et al.* (2008). Comparison between a novel Nickel-Titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments, *J Endod*, 34(11), pp. 1406-9.

Kansal, R. *et al.* (2014). Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files, *J Endod*, 40(9), pp. 1443-6.

Karataş, E. *et al.* (2015). Dentinal crack formation during root canal preparations by the Twisted File Adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne instruments, *J Endod*, 41(2), pp. 261-4.

Kim, H.C. *et al.* (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new Nickel-Titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne, *J Endod*, 38(4), pp. 541-4.

Kinney, J.H. *et al.* (2005) Age-related transparent root dentin: mineral concentration, crystallite size, and mechanical properties, *Biomaterials*, 26(16), pp. 3363-76.

Koshbin, E. *et al.* (2018). The Effect of Canal Preparation with Four Different Rotary Systems on Formation of Dentinal Cracks: An In Vitro Evaluation, *Iran Endod J*, 13(2), pp. 163-168.

Kumari, M.R. e Krishnaswamy, M.M. (2016). Comparative Analysis of Crack Propagation in Roots with Hand and Rotary Instrumentation of the Root Canal -An Ex-vivo Study, *J Clin Diagn Res*, 10(7), pp. ZC16-9.

Kuttler, S. *et al.* (2004). The impact of post space preparation with Gates- Glidden drills on residual dentin thickness in distal roots of mandibular molars, *J Am Dent Assoc* 1939, 135(7), pp. 903-9.

Li, S. *et al.* (2015). Occurrence of dentinal microcracks in severely curved root canals with ProTaper Universal, WaveOne, and ProTaper Next file systems, *J Endod*, 41(11), pp. 1875-9.

Liu, R. *et al.* (2013). The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system, *J Endod*, 39(8), pp. 1054-6.

Martin, D., Amor, J. e Machtou, P. (2002). Endodontie mécanisée par le système ProTaper, principes et guide d'utilisation, *Rev OdontolStomatol*, (31), pp. 33-42. ^[11]_{SEP}

Mavani, P., Pujar, M. e Uppin, V. (2015). Comparative evaluation of root micro cracks by different rotary and reciprocating endodontic file systems, *J Dent Med Sci*, 14(9), pp. 18-22.

Monga, P. *et al.* (2015). Comparison of incidence of dentinal defects after root canal preparation with continuous rotation and reciprocating instrumentation, *Singapore Dent J*, 36, pp. 29-33.

Nazari, A. *et al.* (2009). Aging and the reduction in fracture toughness of human dentin, *J Mech Behav Biomed Mater*, 2(5), pp. 550- 9.

Pasqualini, D. *et al.* (2008). Hand-operated and rotary ProTaper instruments: a comparison of working time and number of rotations in simulated root canals, *J Endod*, 34(3), pp. 314-7.

Priya, N.T. *et al.* (2014). « Dentinal microcracks after root canal preparation» A comparative evaluation with hand, rotary and reciprocating instrumentation, *J Clin Diagn Res*, 8(12), pp. ZC70-2.

- Riitano, F. (2005). Anatomic endodontic technology (AET) – a crown-down root canal preparation technique : basic concepts, operative procedure and instruments, *Int Endod J*, 38(8), pp. 575-587.
- Roane, J., Sabala, C. e Duncansonjr, M. (1985). The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals, *J Endod*, 11(5), pp. 203–11.
- Schäfer, E. e Vlassis, M. (2004). Comparative investigation of two rotary Nickel-Titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth, *Int Endod J*, 37(4), pp. 239-48.
- Schrader, C., Ackermann, M. e Barbakow, F. (1999). Step-by-step description of a rotary root canal preparation technique, *Int Endod J*, 32(4), pp. 312-20.
- Simon, S., Matchou, P. e Pertot, W.J. (2012). *Endodontie*. CdP, Rueil-Malmaison, pp. 514.
- Soni, D. *et al.* (2016). Incidence of Apical Crack Initiation during Canal Preparation using Hand Stainless Steel (K-File) and Hand NiTi (Protaper) Files, *Int J Clin Pediatr Dent*, 9(4), pp. 303–307.
- Taschieri, S. *et al.* (2005). Avantages et limites des instruments en nickel-titane pour la préparation canalaire endodontique, *Rev Mens Suisse Odontostomatol*, 115(11), pp. 1000-5.
- Ustun, Y. *et al.* (2015). The effects of different Nickel-Titanium instruments on dentinal microcrack formations during root canal preparation, *Eur J Dent*, 9(1), pp. 41.
- Varela-Patiño, P. *et al.* (2010). Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life, *J Endod*, 36(1), pp. 157-9.
- Versiani, M.A., Souza, E. e De-Deus G. (2015). Critical appraisal of studies on dentinal radicular microcracks in endodontics: methodological issues, contemporary concepts, and future perspectives, *Endod Top*, 33(1), pp. 87-156.
- Walton, R.E., Michelich, R.J. e Smith G.N. (1984). The histopathogenesis of vertical root fractures, *J Endod*, 10(2), pp. 48-56.
- West, J.D. (2001). Introduction of a new rotary endodontic system: progressively tapering files, *Dent Today*, 20(5), pp. 50-2, 54-7.
- Wilcox, L.R., Roskelley, C e Sutton, T. (1997). The relationship of root canal enlargement to finger- spreader induced vertical root fracture, *J Endod*, 23(8), pp. 533-4.

Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations, *Int Endod J*, 41(4), pp. 339-44.

Zandbiglari, T., Davids, H. e Schäfer, E. (2006). Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 101(1), pp. 126-31.

VI. Anexo

Autor	Objectivo	Seleção da amostra	Grupo controle	Metodologia	Resultados e conclusões
Harandi <i>et al.</i> 2017	Comparar 3 técnicas de preparação (ProTaper, SafeSider, Neolix) na indução de microfissuras. 4 grupos de 15	n = 60 primeiros molares mandibulares recentemente extraídos	1 grupo sem preparação canalar	Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice. Análise: Estereomicroscopia Análise cega: sim	Apenas uma fratura completa foi observada no grupo ProTaper. Neolix (40%) produziu mais microfissuras do que SafeSider (26,7%) e ProTaper (13,3%) Microfissuras ocorreram principalmente na seção coronal (9 mm)
Khoshbin <i>et al.</i> 2018	Comparar 4 técnicas de preparação (Neolix, Reciproc, Mtwo, ProTaper) na indução de microfissuras 4 grupos de 25 e 2 grupos de 5	n = 110 dentes recentemente extraídos	1 grupo sem preparação canalar e 1 grupo sem preparo, mas que foi irrigado com 3mL de hipoclorito de sódio a 2,5%	Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice. Análise: Estereomicroscopia (x12) Análise cega: sim	O Neolix causou menos microfissuras que o Mtwo e o ProTaper. Destes 4 sistemas rotativos, o Neolix causou menos microfissuras no terço médio radicular
Al-Zaka <i>et al.</i> 2012	Comparar 4 técnicas de preparação (Limas Manual 30.02 ; WaveOne ; ProTaper Universal ; EndoSequence) no desenvolvimento de microfissuras 4 grupos de 20.	n = 80 raízes mesiais de primeiros molares mandibulares	Não informado.	Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice. Análise: Estereomicroscopia (x40) Análise cega : Não informado	O menor número de defeitos foi observado no grupo de limas manual seguido por EndoSequence, WaveOne e ProTaper (com 2 casos de microfissura completa, da parede do canal até a superfície da raiz).
Arslan <i>et al.</i> 2014	Comparar 5 4 técnicas de preparação (GG 1-3 ; PTU SX ; EF ; Revo-S SC1 ; HF 25.08) no desenvolvimento de microfissuras. 5 grupos de 18	n = 108 raízes mesiais de primeiros molares mandibulares	1 grupo sem preparação canalar	Seccionamento a 1, 2, 3, 4, 6 e 8mm do ápice. Análise: estereomicroscopia (x15) Análise cega: sim	Os sistemas estudados mostraram uma taxa de microfissuras comparável ao encontrado no grupo controle, com exceção do GG, cujos resultados foram duas vezes maiores. Maior conicidade dos instrumentos poderia influenciar a formação de microfissuras.

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

<p>Ashwinkumar <i>et al.</i> 2013</p>	<p>Comparar 4 técnicas de preparação (MNT 25.02 ; PTM S1-F2 ; PT S1-F2 ; WO 25.08) no desenvolvimento de microfissuras nos canais curvos.</p> <p>4 grupos de 30</p>	<p>n = 150 raízes mesiais curvadas (25 a 30°) dos primeiros molares mandibulares</p>	<p>1 grupo sem preparação canalar</p>	<p>Seccionamento a 3, 6 e 9mm do ápice.</p> <p>Análise: Microscópio Eletrônico de Varrimento</p> <p>Análise cega: não informado</p>	<p>Nenhum defeito foi observado nos grupos controle e dos limas manual em NiTi em todos os níveis, ao contrário das raízes instrumentadas com ProTaper Manual, ProTaper e WaveOne.</p> <p>As limas ProTaper produzem mais microfissuras em todos os níveis.</p>
<p>Bier <i>et al.</i> 2009</p>	<p>Comparar 4 técnicas de preparação (PTU SX-F4 ; GT 40.06 ; PF 40.06 ; S-ApeX) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>4 grupos de 50.</p>	<p>n = 260 premolares mandibulares monoradiculados recentemente extraídos</p>	<p>1 grupo sem preparação canalar E 1 grupo preparado com limas manuais</p>	<p>Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice.</p> <p>Análise: Estereomicroscopia (x12)</p> <p>Análise cega: sim</p>	<p>O grupo controle, o grupo limas manual e os canais preparados com S-ApeX não apresentaram defeitos.</p> <p>« <i>Craze lines</i> » e microfissuras parciais foram encontradas nos grupos SystemGT (4%), ProFile (8%) e ProTaper (16%), sugerindo que o uso de alguns instrumentos rotatórios de NiTi poderia resultar em um risco aumentado de defeitos dentinários.</p>
<p>Bürklein <i>et al.</i> 2013</p>	<p>Comparar 4 técnicas de preparação (M2 40.04 ; PTU SX-F4 ; RC 40.06 ; WO 40.08) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>4 grupos de 20.</p>	<p>n = 100 incisivos centrais mandibulares monoradiculados recentemente extraídos</p>	<p>1 grupo sem preparação canalar</p>	<p>Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice.</p> <p>Análise: Estereomicroscopia (x25)</p> <p>Análise cega: sim</p>	<p>Reciproc e WaveOne foram associados a microfissuras mais completas do que Mtwo e ProTaper, especialmente na seção apical.</p> <p>« <i>Craze lines</i> » foram observadas no grupo controle.</p>
<p>Capar <i>et al.</i> 2014</p>	<p>Comparar 3 técnicas de preparação (PTU SX-F4 ; PTN SX-X4 ; HF 40.04) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>3 grupos de 25</p>	<p>n = 100 premolares mandibulares recentemente extraídos</p>	<p>1 grupo sem preparação canalar</p>	<p>Seccionamento a 2, 4, 6 e 8mm do ápice.</p> <p>Análise: estereomicroscopia (x25)</p> <p>Análise cega: sim</p>	<p>Nenhuma fissura foi observada no grupo controle.</p> <p>O ProTaper Universal (56%) causou mais microfissuras do que o ProTaper Next (28%) e o HyFlex (28%).</p>

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

<p>Çicek <i>et al.</i> 2014</p>	<p>Comparar 4 técnicas de preparação (LM 25.02 ; PTU SX-F2 ; PTN X1-X2 ; WO 25.08) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>4 grupos de 15.</p>	<p>n = 60 raízes mesiais de molares mandibulares</p>	<p>O canal mesio-lingual na mesma raiz foi deixado não preparado.</p>	<p>Seccionamento a 3, 6 e 9mm do ápice.</p> <p>Análise: Microscópio Eletrônico de Varrimento (x40)</p> <p>Análise cega: não informado</p>	<p>Nenhuma microfissura foi observada no grupo das limas manual.</p> <p>Menos microfissuras foram observadas no grupo WaveOne (42,2%) do que nos grupos ProTaper Next (64,4%) e ProTaper Universal (75,5%).</p> <p>A maior percentagem de microfissuras foi no nível apical.</p>
<p>De-Deus <i>et al.</i> 2014</p>	<p>Comparar 3 técnicas de preparo (RC ; WO ; BR) com 2 tamanhos de alargamento apical, no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>3 grupos de 10.</p>	<p>n = 30 raízes mesiais de molares mandibulares</p>	<p>Mesmas raízes antes do preparo</p>	<p>65 340 seções foram avaliadas da furca até o ápice</p> <p>Análise: tomografia micro-computadorizada (resolução de 14,16 µm)</p> <p>Análise cega: não informado</p>	<p>As fissuras foram observadas em 8,72% (n = 5,697), 11,01% (n = 7197) e 7,91% (n = 5169), respectivamente, na Reciproc, WaveOne e BioRaCe.</p> <p>Todos os defeitos dentinários no pós-operatório estavam presentes nas imagens pré-operatórias. As microfissuras dentinárias e a preparação do canal não estão causalmente relacionadas.</p>
<p>De-Deus <i>et al.</i> 2015</p>	<p>Comparar 2 técnicas de preparação (PTN X1-X2 ; TFA SM1-SM2) com 2 tamanhos apicais de alargamento, no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>2 grupos de 10</p>	<p>n = 20 raízes mesiais de molares mandibulares</p>	<p>Mesmas raízes antes do preparo</p>	<p>25 820 seções foram avaliadas da furca até o ápice</p> <p>Análise: tomografia micro-computadorizada (resolução de 14,25 µm)</p> <p>Análise cega: não informado</p>	<p>De um total de 25.820 seções, 34,62% (n = 8940) apresentavam defeito dentinário.</p> <p>As microfissuras foram observadas em 38,7% (n = 5150) e 30,27% (n = 3790) no ProTaper Next e no TFA, respectivamente.</p> <p>Todos os defeitos dentinários no pós-operatório já estavam presentes nas imagens pré-operatórias. Assim, não foram observadas novas microfissuras após o preparo do canal.</p>
<p>Gergi <i>et al.</i> 2015</p>	<p>Comparar 3 técnicas de preparação (RC R25 ; WO 25.08 ; TFA 25.08) na indução de microfissuras.</p> <p>3 grupos de 30</p>	<p>n = 90 molares mandibulares recentemente extraídos</p>	<p>Não informado.</p>	<p>Seccionamento a 3, 9 e 15mm do ápice.</p> <p>Análise: estereomicroscopia (x25)</p> <p>Análise cega: sim</p>	<p>O TFA causou menos microfissuras do que sistemas recíprocos completos (Reciproc e WaveOne)</p> <p>Reciproc causou as microfissuras mais completas.</p>

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

Helvacioğlu- Yigit <i>et al.</i> 2015	Comparar 3 técnicas de preparação (LM 30.02 ; WO 25.08 ; RC R25) no desenvolvimento de microfissuras. 3 grupos de 15.	n = 60 incisivos mandibulares monoradiculado recentemente extraídos	1 grupo sem preparação canalar	Seccionamento a 3, 6 e 9mm do ápice. Análise: estereomicroscopia após coloração com azul de metileno a 1% (x24 apical, e x18,75 restante). Análise cega: sim	O grupo controle não apresentou microfissuras. Todos os instrumentos causaram defeitos dentinários, especialmente a 3mm, e uma fratura foi identificada no grupo Reciproc a 3mm.
Hin <i>et al.</i> 2013	Comparar 4 técnicas de preparação (LM 40.02 ; PT SX-F4 ; M2 40.04 ; SAF 2.0mm) no desenvolvimento de microfissuras. 4 grupos de 20.	n = 100 premolares mandibulares monoradiculados recentemente extraídos	1 grupo sem preparação canalar	Seccionamento a 3, 6 e 9mm do ápice. Análise: microscópio óptico (x12). Análise cega: sim	Nenhum defeito foi observado no grupo controle. SAF, Mtwo e ProTaper causaram defeitos dentinários; mas o SAF tende a causar menos danos.
Kansal <i>et al.</i> 2014	Comparar 3 técnicas de preparação (PT SX-F2 ; PTU F2 em movimento alternativo ; WO 25.08) no desenvolvimento de microfissuras. 3 grupos de 30.	n = 120 premolares mandibulares monoradiculados recentemente extraídos	1 grupo sem preparação canalar	Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice. Análise: Estereomicroscopia (x12) Análise cega : Não informado	Nenhum defeito foi observado no grupo controle. A dinâmica do movimento levou a diferenças significativas porque observa-se menos microfissuras no grupo WaveOne, seguidas pelo ProTaper F2 em movimento alternativo, e o grupo ProTaper rotativo.
Karatas <i>et al.</i> 2015	Comparar 4 técnicas de preparação (PTU SX-F2 ; PTN SX-X2 ; WO 25.08 ; TFA SM1-SM2) no desenvolvimento de microfissuras. 4 grupos de 15.	n =75 incisivos centrais mandibulares recentemente extraídos	1 grupo sem preparação canalar	Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice. Análise: Estereomicroscopia (x25) Análise cega: sim	Nenhum defeito foi observado no grupo controle. O ProTaper Next e o TFA produziram muito menos microfissuras do que o ProTaper Universal e o WaveOne na seção apical, a 3 mm. No geral, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

<p>Li <i>et al.</i> 2015</p>	<p>Comparar 3 técnicas de preparação (PTU S1-F2 ; WO 25.08 ; PTN X1-X2) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>3 grupos de 20.</p>	<p>n = 60 molares com curvatura de 25 a 40 °</p>	<p>Canais radiculares não tratados dos 60 molares</p>	<p>Seccionamento onde a raiz é a mais curva, 2 mm acima e 2 mm abaixo</p> <p>Análise: estereomicroscopia (x60)</p> <p>Análise cega: sim</p>	<p>O ProTaper Next causa menos microfissuras do que o ProTaper Universal e o WaveOne</p> <p>Havia mais microfissuras 2mm acima da curvatura a mais severa, exceto para ProTaper Next.</p>
<p>Liu <i>et al.</i> 2013</p>	<p>Comparar 4 técnicas de preparação (PT SX-F2 ; SAF 1,5 mm ; RC R25 ; OS 25,06) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>4 grupos de 20</p>	<p>n = 100 incisivos mandibulares recentemente extraídos</p>	<p>1 grupo controle (n = 20) : 1/3 coronariano preparado com GG #2.</p>	<p>Seccionamento a 2, 4 e 6mm do ápice.</p> <p>Análise: estereomicroscopia (x 20) após coloração com azul de metileno a 1%</p> <p>Análise cega: não informado</p>	<p>Nenhum defeito foi observado no grupo controle.</p> <p>Reciproc e SAF causaram menos microfissuras do que o OneShape e o ProTaper.</p> <p>Fissuras apareceram na superfície apical e em mais de um nível.</p>
<p>Mavani <i>et al.</i> 2015</p>	<p>Comparar 5 técnicas de preparação (PTU SX-F2 ; M2 25.06 ; K3XF 25.06, ;PTN P1-X2 ; WO 25.08) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>5 grupos de 15</p>	<p>n = 90 dentes monorradiculares com uma curvatura de 20 ° no máximo</p>	<p>1 grupo sem preparação canal</p>	<p>Seccionamento a 2 e 4 mm do ápice.</p> <p>Análise: estereomicroscópio (x20) após coloração com azul de metileno a 1%</p> <p>Análise cega: não informado</p>	<p>Nenhum defeito foi observado no grupo controle.</p> <p>O ProTaper Universal, o Mtwo e o K3XF causaram mais microfissuras do que o ProTaper Next e o WaveOne.</p>
<p>Monga <i>et al.</i> 2015</p>	<p>Comparar 4 técnicas de preparação (LM 40.02 ; PTU SX-F4 ; K3XF 40.06 ; WO 40.08) na indução de microfissuras.</p> <p>5 grupos de 30</p>	<p>n = 150 dentes recentemente extraídos</p>	<p>1 grupo sem preparação canal</p>	<p>Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice.</p> <p>Análise: Estereomicroscopia</p> <p>Análise cega: sim</p>	<p>Apenas uma microfissura completa foi encontrada no grupo instrumentado pelo ProTaper.</p> <p>O ProTaper (33,3%) produziu mais microfissuras do que o K3XF (16,7%) e o WaveOne (10%).</p> <p>Mais microfissuras foram induzida no terço coronário.</p>

Incidência dos microfissuras dentinárias durante a preparação mecânica

<p>Priya <i>et al.</i> 2014</p>	<p>Comparar 8 técnicas de preparação rotativa e recíproca (PTU SX-F3 ; PTN SX-X3 ; OS 25.08 ; RC R25) na indução de microfissuras.</p> <p>8 grupos de 10.</p>	<p>n = 100 incisivos centrais mandibulares recentemente extraídos</p>	<p>1 grupo sem preparação canal (n = 10).</p> <p>1 grupo preparado com limas manuais (n = 10).</p>	<p>Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice.</p> <p>Análise: Estereomicroscopia (x25)</p> <p>Análise cega : Não informado</p>	<p>Nenhum defeito foi observado no grupo controle. Nenhuma fractura vertical foi observada.</p> <p>O ProTaper Next mostrou menos microfissuras em movimento rotativo ou alternativo. Sequências instrumentais mostraram menos microfissuras do que instrumentos únicos. As sequências instrumentais mostraram menos microfissuras em movimento recíproco do que em movimento rotativo</p>
<p>Ustun <i>et al.</i> 2015</p>	<p>Comparar 5 técnicas de preparação (LM 25.02 ; PT F2 alternativo ; PTU SX-F2 ; RC R25 ; PTN X1-X2) no desenvolvimento de microfissuras.</p> <p>5 grupos de 20.</p>	<p>n = 120 incisivos mandibulares recentemente extraídos</p>	<p>1 grupo sem preparação canal</p>	<p>Seccionamento das raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice.</p> <p>Análise: Estereomicroscopia (x8)</p> <p>Análise cega : Não informado</p>	<p>Nenhuma fissura foi observada nos grupos controle e das limas manual.</p> <p>Uma fissura completa foi observada no ProTaper Universal e ProTaper Next.</p> <p>Em todos os grupos, fissuras incompletas foram observadas. Uma fissura incompleta somente foi observada no grupo ProTaper Universal no nível apical.</p>

Tabela analisando os estudos sobre a incidência da formação de defeitos dentinários durante a preparação mecânica canal

Legenda : EF : EndoFlare; ES : EndoSequence; GG : Gates Glidden; GT : System GT; HF : Hyflex; HS : HeroShaper; LM : limas manual; M2 : Mtwo; MNT : limas manual em NiTi; OS : OneShape; PF : ProFile; PT : ProTaper; PTM : ProTaper manual; PTN : ProTaper Next; PTU : ProTaper Universal; RC : Reciproc; SAF : Self-Adjusting File; TF : Twisted File; TFA : Twisted File Adaptive; WO : WaveOne