

INSTRUMENTAÇÃO RECIPROCANTE: REVISÃO DE LITERATURA

RECIPROCATING INSTRUMENTATION: LITERATURE REVIEW

*Humberto Matias KIRCHHOFF¹

Vanessa Machado da CUNHA²

Alison Luís KIRCHHOFF³

Reila Tainá MENDES⁴

Andrea Malluf Dabul de MELLO⁵

RESUMO

Introdução: O preparo biomecânico é a etapa do tratamento endodôntico responsável pela limpeza, modelagem e ampliação dos canais radiculares. Devido a sua grande importância, buscas por novos instrumentos e conceitos inovadores de instrumentação dos canais radiculares vêm sendo constantemente atualizados com o objetivo de elevar os índices de sucesso do tratamento endodôntico. **Objetivo:** A presente revisão de literatura tem como objetivo fazer um levantamento de alguns estudos realizados após seis anos da introdução do sistema recíprocante no mercado, visando entender e interpretar os resultados obtidos nos trabalhos selecionados. **Metodologia:** Esta revisão de literatura foi realizada por meio de pesquisa nas bibliotecas eletrônicas: Biblioteca Virtual em Saúde-BVS, Scientific Electronic Library Online-SCIELO e PUBMED. Foram selecionados artigos científicos relacionados ao sistema recíprocante de instrumentação dos canais radiculares. **Conclusões:** Os extensos estudos têm demonstrado os benefícios e desvantagens da utilização do sistema recíprocante para o preparo dos canais radiculares, indicando que, comparado com as técnicas existentes atualmente, é uma excelente opção para o preparo biomecânico do sistema de canais.

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia, Cavidade Pulpar, Instrumentação.

ABSTRACT

Introduction: Biomechanical preparation is the stage of endodontic treatment responsible for the cleaning, modeling and enlarging the root canals. Due to their great impact on the endodontic treatment, research for new instruments and concepts for the root canal instrumentation has been constantly updated in order to raise the success rates of endodontic treatment. **Objective:** This literature review aims to review some of the studies performed after six years of the introduction of the reciprocal system in the market, seeking to understand and to interpret the results obtained from the selected studies. **Methodology:** The selected studies related to the reciprocating system of root canal instrumentation were researched from the following electronic libraries: Virtual Health Library-VHL, Scientific Electronic Library Online-SCIELO and PUBMED. **Conclusions:** Extensive studies have demonstrated the benefits and disadvantages from the use of the reciprocating system to prepare root canals, showing that compared to the current known technics is an excellent option for the biomechanical preparation of the canal system.

KEY WORDS: Endodontics, Dental Pulp Cavity, Instrumentation.

¹Aluno de Graduação em Odontologia da Faculdade Herrero.

²Mestre em Endodontia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

³Doutor em Endodontia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

⁴Doutora em Clínica Integrada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

⁵Doutora em Dentística Restauradora pela USP-SP.

*E-mail para correspondência: kirchhoff12.h@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico é a etapa do tratamento endodôntico que promove, através do uso concomitante de instrumentos endodônticos e substâncias químicas, a ampliação, modelagem e limpeza do sistema de canais radiculares. Os objetivos desta etapa são promover um canal em formato cônico com o menor diâmetro na região apical, sem alteração do seu formato original; e eliminar microrganismos, seus produtos e tecido pulpar vivo ou necrosado¹.

Dentre as dificuldades encontradas durante o preparo biomecânico, pode-se destacar a difícil tarefa de realizar a ampliação e modelagem dos canais curvos de maneira correta, visto que a anatomia de um canal curvo facilita a realização de acidentes como formação de degraus, perfurações, deslocamentos apicais e obstruções provocadas por fratura de instrumentos. Visando minimizar esses acidentes são constantes as modificações e os avanços tecnológicos na confecção de instrumentos endodônticos e nas técnicas de instrumentação¹.

Ligas metálicas de Níquel-Titânio (NiTi) foram introduzidas para obtenção de instrumentos com grande elasticidade e resistência à deformação plástica, permitindo menor deslocamento apical, preparos mais centrados e com maiores diâmetros apicais. Sua maior flexibilidade, quando comparada às limas de aço inoxidável, associada a outras alterações mecânicas, lhe confere alta eficiência de corte, segurança e eficácia na instrumentação dos canais radiculares². No entanto, sua flexibilidade não garante a eliminação do risco de fratura em canais radiculares severamente curvos^{3,4}.

Buscando reduzir o tempo de trabalho e simplificar a instrumentação, as limas de NiTi passaram a ser fabricadas para serem utilizadas em micromotores a ar ou motores elétricos com movimento contínuo à direita. Estes aparelhos funcionam com diferentes torques e velocidades, e apesar da facilidade de uso e eficiência clínica, esse tipo de sistema de instrumentação ainda gera grande preocupação devido ao alto índice de fratura dos instrumentos quando comparados com os instrumentos manuais. Quando o instrumento rotaciona é submetido a forças de flexão alternadas que podem causar microfissuras e fratura⁵.

Para aumentar a resistência à fratura dos instrumentos, uma nova liga de NiTi denominada M-Wire foi desenvolvida através de um processo especial de tratamento térmico que proporciona maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica que a liga de NiTi convencional⁶⁻⁸. Além da nova liga, o movimento reciprocante que consiste em uma cinemática diferente também foi introduzido com o objetivo de tornar o preparo mais rápido, diminuindo a fadiga cíclica e buscando a eliminação de contaminação cruzada⁹.

O sistema reciprocante consiste em um preparo motorizado dos canais radiculares utilizando um único instrumento de liga M-Wire e de uso único com movimento alternado ou reciprocante que alivia a tensão no instrumento por movimentos especiais com ângulos maiores no sentido anti-horário (ação de corte) e ângulos menores no sentido horário (liberação do instrumento), com 120° de diferença entre ambos. Esse movimento aumenta a resistência à fadiga do instrumento em comparação com o movimento de rotação contínua^{9,10}.

A presente revisão de literatura tem como objetivo fazer um levantamento de alguns estudos realizados após seis anos da introdução do sistema reciprocante no mercado, visando entender e interpretar os resultados obtidos nos trabalhos selecionados.

2. FONTES DE DADOS

Esta revisão de literatura foi realizada por meio de pesquisa nas bibliotecas eletrônicas: Biblioteca Virtual em Saúde-BVS, Scientific Electronic Library Online-SCIELO e PUBMED. Foram selecionados artigos científicos relacionados ao sistema reciprocante de instrumentação dos canais radiculares.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o objetivo de comparar a incidência de defeitos dentinários causados por técnicas de movimento alternado e rotatório durante procedimentos de retratamento, Üstün et al.¹¹ (2014) selecionaram cento e vinte pré-molares mandibulares extraídos com canais únicos. Vinte dentes não foram preparados e os canais radiculares dos restantes cem dentes foram preparados com limas K até o tamanho #35 e preenchidos com Guta-percha e AH Plus utilizando uma técnica de compactação lateral a frio. Vinte canais não receberam tratamento adicional após serem preenchidos. Oitenta dentes foram divididos em quatro grupos (n = 20 em cada) para se submeter à remoção do material obturador. Nos grupos 1 e 2, o preenchimento da raiz foi removido utilizando ProTaper e Reciproc, respectivamente, e os canais não foram obturados novamente. Nos grupos 3 e 4, o preenchimento da raiz foi removido usando ProTaper e Reciproc, respectivamente, e os canais foram então obturados usando uma técnica convencional de compactação lateral a frio. As raízes foram seccionadas horizontalmente a 3, 6 e 9 mm do ápice da raiz e observadas sob um estereomicroscópio com aumento de 20X. Os defeitos foram classificados como nenhum defeito, defeito incompleto e fratura. As diferenças entre os grupos foram analisadas pelo teste qui-quadrado exato (P = 0,05). Na análise dos resultados, não foram observados defeitos nos grupos sem preparo e obturados, em contraste com os grupos experimentais. Nos terços coronais, os grupos 2 e 4 apresentaram mais defeitos dentinários que os grupos 1 e 3 (P <0,05). Nos terços médios, o grupo 4 apresentou mais defeitos que o grupo 1 (P <0,05). Nos terços apicais, o grupo 2 apresentou menos defeitos do que o grupo 3 e o grupo 4. Além disso, o grupo 3 apresentou mais defeitos que o grupo 1 (P <0,05). Ao comparar os grupos experimentais, não houve diferenças significativas em relação à fratura (P > 0,05). Através do estudo concluíram que ambos os sistemas de níquel-titânio foram associados com defeitos dentinários durante os procedimentos de retratamento em dentes pré-molares extraídos.

Em um estudo *in vitro*, Dagna et al.¹² (2014) avaliaram a resistência à fadiga cíclica de três instrumentos de níquel-titânio (NiTi) de uso único. Utilizaram quarenta instrumentos de OneShape (OS), Reciproc R25 (R25), WaveOne Primary (WO) e como grupo controle ProTaper (PT) F2. Foram testados em quatro canais artificiais curvos com diferentes ângulos e raios de curvatura. Determinaram o número de ciclos para fratura (NCF) e compararam os dados para as diferenças utilizando a análise de variância bidirecional (P <0,05). Os resultados obtidos foram que todos os instrumentos de uso único eram mais resistentes do que o instrumento rotatório tradicional usado como controle. R25 apresentou a maior resistência à fadiga cíclica. Os arquivos OneShape e WO apresentaram valores similares de resistência à fadiga cíclica, superiores à PT F2. Os autores concluíram que os instrumentos de uso único foram os mais resistentes à fadiga em comparação com um instrumento convencional. R25 apresentaram os melhores resultados, mas OS apresentou boa resistência mecânica, mesmo quando desenvolvida para uso em rotação contínua.

Da Frota et al.¹³, em 2014, compararam a resistência à fadiga cíclica e à torção do sistema de limas de uso único e do sistema de instrumentação rotatória em canal radicular simulado. Foram utilizados oitenta instrumentos, Reciproc R25 (VDW), WaveOne Primary (Dentsply/Maillefer), ProTaper Universal F2 (Dentsply/Maillefer), e MTwo 25.06 (VDW) (N = 20). Estes foram submetidos a testes de flexão dinâmica em canais com ângulo de curvatura de 45 ° e raio de curvatura de 5 mm. O deslocamento axial dos canais foi realizado com metade dos instrumentos (n = 10), através de movimentos na faixa de 1,5mm. O tempo até a fratura foi registrado e o número de ciclos até o instrumento fraturar foi calculado para determinar a fadiga cíclica. A fadiga cíclica e a resistência à torção foram maiores para os sistemas Reciproc do que para sistemas rotatórios, independentemente do deslocamento axial (P <0,05). Quando ocorreu deslocamento axial, o sistema Reciproc apresentou maior resistência à fadiga cíclica que o sistema WaveOne (P <0,05). Os instrumentos ProTaper Universal e MTwo não apresentaram diferença significativa (P >0,05).

Com o propósito de avaliar o transporte de canais radiculares pelo sistema Reciproc, Nazarimoghadam et al.¹⁴ (2014) utilizaram trinta blocos de resina acrílica com curvatura de 60° e tamanho #10. Foram divididos em dois grupos (n = 15). No grupo 1, a exploração do canal foi

realizada usando limas k de tamanho #10 e #15 no comprimento de trabalho e no grupo 2, os canais foram preparados com o sistema Reciproc no comprimento de trabalho. Utilizando um software de imagem digital (Auto CAD 2008), as imagens digitais feitas antes e após a instrumentação foram superpostas, levando os marcos como pontos de referências. Em seguida, as amostras do raio da curva interna e externa foram calculadas em três pontos α , β e γ (1mm do ápice como α , 3mm do ápice como β , e 5mm do ápice como γ). Os dados foram analisados estaticamente utilizando o teste T e teste U de Mann-Whitney pelo SPSS versão 16. Os resultados obtidos pelos testes foram que os grupos 1 e 2 não apresentaram diferença estatística em γ e β , embora a diferença para os dois tenha sido significativa em α . Isto significa que mais resina foi removida da parede da curvatura externa no grupo 2 (sem uso de lima de exploração). No entanto, as modificações da parede em γ e β no grupo 1 foram menores do que no grupo 2, e revelou que não houve diferença ($P > 0,008$). Concluíram que utilizando limas de exploração antes de usar o arquivo Reciproc em canal curvo pode impedir que haja mudança do terço apical.

Em 2015, Scelza et al.¹⁵ avaliaram comparativamente a resistência à flexão a 45°, a resistência à fadiga cíclica estática e dinâmica, e o tipo de fratura do WaveOne (Dentsply/Maillefer) 25.08 e Reciproc (VDW) 25.08. Foram utilizados um total de 60 instrumentos de níquel-titânio (NiTi) (30 Reciproc e 30 WaveOne) de três lotes diferentes, cada um tinha 25mm de comprimento. A resistência à flexão foi avaliada através dos resultados de um teste de flexão em uma máquina de ensaio universal. Para fadiga cíclica estática e dinâmica, o teste foi realizado usando um dispositivo customizado, um bloco metálico de liga de Ni-Cr-Mo-Ti fundido com um canal com 1,77mm de diâmetro e 20mm de comprimento total. Foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura para verificar o tipo de fratura. Os resultados foram submetidos a análises estatísticas. O instrumento WaveOne foi menos flexível que o Reciproc ($p < 0,05$). O instrumento Reciproc apresentou melhor resistência nos testes dinâmicos de fadiga cíclica ($p < 0,05$). A secção transversal e a geometria dos instrumentos foram fatores importantes na resistência à flexão e fratura cíclica. Ambos os instrumentos apresentaram características de fratura de tipo dúctil. Concluíram que o instrumento Reciproc 25.08 era mais resistente a interferências estáticas e fadiga cíclica dinâmica do que o instrumento WaveOne 25.08, enquanto o instrumento WaveOne 25.08 foi menos flexível. A resistência à curvatura e a resistência à fratura cíclica foram influenciados pelas geometrias dos instrumentos e secções transversais. Ambos os instrumentos apresentaram características da fratura.

Com o objetivo de comparar a porcentagem de área não instrumentada de canais radiculares preparados com diferentes ampliações através de análise tomográfica micro computadorizada, De Deus et al.¹⁶ (2015) utilizaram sistemas reciprocantes de uso único (Reciproc e WaveOne) e um sistema rotatório multi-instrumentos (BioRaCe). Foram utilizadas trinta raízes mesiais de molares inferiores com curvatura moderada (10 ° a 20°) apresentando configuração do canal Vertucci de tipo II e volume interno semelhante. Foram escaneadas com resolução microscópica de 14,16 μ m. A amostra foi classificada em 3 grupos ($n = 10$) de acordo com o sistema utilizado para a preparação do canal radicular: Reciproc, WaveOne e BioRaCe. A segunda e a terceira varredura foram realizadas após os canais serem preparados com instrumentos de tamanhos 25 e 40, respectivamente. As imagens gravadas dos voxels de superfície dos canais, antes e depois da preparação foram examinadas a partir do nível da região de furca até o ápice para quantificar a superfície não instrumentada. Os dados estatísticos foram comparados utilizando GLM para medidas repetidas com um nível de significância estabelecido em 5%. Os sistemas de instrumentação não influenciaram a porcentagem de superfícies intactas do canal radicular ($p = 0,690$), enquanto que em todos os grupos ($p = 0,507$) foi observada uma redução significativa na porcentagem de voxels estáticos após o alargamento do canal radicular ($p = 0,010$). Concluíram que nenhum dos sistemas foi capaz de preparar toda a área superficial dos canais mesiais dos molares mandibulares. O tamanho apical final aumentado resultou num efeito positivo significativo na capacidade de ampliação dos sistemas testados.

A frequência de microfissuras dentinárias após a instrumentação do canal radicular com dois sistemas alternados de movimento recíproco (Reciproc e WaveOne) e um sistema rotatório TF Adaptive (TFA) foi analisada em 2015 por Gergi et al.¹⁷. Foram utilizados noventa molares que

foram divididos em três grupos de 30. Após a preparação dos canais radiculares com cada um dos três sistemas, todas as raízes foram seccionadas horizontalmente a 15, 9 e 3 mm do ápice. As fatias foram então vistas cada uma através de um microscópio com ampliação de 25X para determinar a presença de fissuras. A ausência/presença de fissuras foi registrada, e os dados foram analisados com um teste Qui-quadrado. O nível de significância foi estabelecido em $P < 0,05$. Os resultados obtidos foram que em geral, Reciproc produziu fissuras significativamente mais completas quando em comparação com WaveOne e TFA ($P = 0,032$). Não houve diferença significativa entre TFA e WaveOne ($P > 0,05$). Em relação às secções média e coronal (15 e 18 mm), não houve diferença significativa entre os três sistemas de instrumentação ($P > 0,05$). Somente no terço apical (3 mm), Reciproc e WaveOne produziram fissuras significativamente mais incompletas que o TFA ($P = 0,004$). Na secção do terço médio (9 mm), somente o sistema Reciproc produziu fissuras significativamente mais incompletas ($P = 0,032$). Na secção do terço coronal, não houve diferença significativa entre os três sistemas de instrumentação ($P > 0,05$). Linhas de fissuras foram detectadas no grupo Reciproc no terço médio com diferença significativa ($P = 0,003$). Concluíram que houve uma diferença significativa entre os grupos na formação de microfissuras dentinárias. O sistema TFA causou menos microfissuras de raiz que os sistemas Reciproc e WaveOne. Em geral, Reciproc produziu as microfissuras mais completas.

Para avaliar a eficácia da desinfecção dos canais radiculares após a instrumentação com Reciproc e ProTaper Universal, concomitante à irrigação com hipoclorito de sódio (NaOCl) 1%, De Oliveira et al.¹⁸ (2015) utilizaram quarenta pré-molares inferiores uni-radiculares infectados com as bactérias *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*. Vinte canais foram deixados livres da infecção. As amostras foram divididas aleatoriamente em seis grupos ($n = 10$): Grupo 1: ProTaper Universal + NaOCl 1%; Grupo 2 (controle positivo): ProTaper Universal + soro fisiológico; Grupo 3 (negativo controle sem micro-organismos): ProTaper Universal + soro fisiológico; Grupo 4: Reciproc + hipoclorito de sódio a 1%; Grupo 5 (controle positivo): Reciproc + soro fisiológico; Grupo 6 (controle negativo sem micro-organismos): Reciproc + solução salina. A combinação do sistema ProTaper Universal e Hipoclorito de Sódio 1% elimina completamente todos os micro-organismos. O resultado obtido foi que o crescimento de micro-organismos foi observado usando um sistema Reciproc e hipoclorito de sódio a 1%. Os protocolos implementados mostraram que o sistema de Reciproc com hipoclorito de sódio a 1% falhou completamente na eliminação de *E. faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus* e *C. Albicans* de dentro do canal radicular.

Após o preparo do canal radicular com sistemas de instrumento único, Silva et al.¹⁹ (2016) avaliaram a quantidade de detritos extruídos apicalmente com diferentes comprimentos de trabalho e tamanhos de preparo apical. Utilizados 80 incisivos inferiores de raízes únicas e prepararam cavidades convencionais de acesso. Em seguida, foram divididos em quatro grupos ($n = 20$), de acordo com a instrumentação do canal radicular: Reciproc 25.08 e Reciproc 40.06 utilizados no forame; Reciproc 25.08 e Reciproc 40.06 utilizados a 1mm do forame. Utilizaram água destilada como irrigante e os detritos extruídos apicalmente foram recolhidos em frascos de vidro e secos. Analisaram o peso médio de detritos com uma micro-balança e avaliaram estatisticamente através de análise de variância simples (One-Way) e teste de comparação múltipla de Tukey post-hoc ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que todos os grupos experimentais foram associados à extrusão de detritos. Concluíram que não houve nenhuma diferença significativa na quantidade de detritos extruídos apicalmente entre todos os grupos experimentais ($p > 0,05$) e que o comprimento de trabalho e o tamanho da preparação apical não tiveram um efeito significativo na extrusão de detritos ao realizar o preparo com o sistema alternado de instrumento único.

Almeida-Gomes et al.²⁰ (2016) compararam a resistência à fadiga cíclica de nove tipos de instrumentos endodônticos de níquel-titânio. Foram utilizados cinco amostras de 25mm de comprimento de cada grupo: Reciproc (RC) R25; WaveOne (WO) Primary; UniCone (UC) L25 25/0,06; K3XF 25/0,06; ProTaper Universal F2 (PTF2); ProTaper Next X2 (PTX2); Mtwo 25/0,06; BioRaCe 25/0,06; OneShape (OS) L25 25/0,06. Foram submetidos a um teste de resistência à fadiga cíclica em um aparelho mecânico. O tempo médio de fratura foi analisado estatisticamente

pela análise de variância simples (One-Way) e pelo teste de Tukey post-hoc, com significância definida em $P < 0,05$. O resultado obtido pelos testes foi que o PTX2 apresentou o maior tempo médio de resistência à fadiga cíclica, seguido pelos arquivos RC, WO, UC, OS, K3XF, Mtwo, PTF2 e BR3. Utilizando ANOVA, os resultados mostraram que os grupos PTX2, RC, WO e UC foram significativamente mais resistentes à fadiga cíclica do que os demais grupos experimentais ($P < 0,001$), mas com diferença média de tempo não significativo entre si. Os grupos OS e K3XF não mostraram diferença estatística entre eles ($P > 0,05$), mas apresentaram menor tempo de resistência à fadiga cíclica do que os grupos PTX2, RC, WO e UC, porém, maiores que os grupos BR3, PTF2 e Mtwo ($P < 0,01$). O tempo médio de fratura dos grupos PTX2, WO e RC não apresentou diferença estatisticamente entre eles, apesar de serem significativamente mais resistentes à fadiga cíclica do que os demais grupos ($P < 0,01$). Concluíram que os instrumentos PTX2 (Dentsply), RC R25 (VDW), WO Primary (Dentsply) e UC L25 25/0,06 (Medin) são mais resistentes à fadiga cíclica do que OS L25 25/0,06 (Micro-Mega), K3XF 25/0,06 (Sybro), Mtwo 25/0,06 (VDW), PTF2 (Dentsply) e BR3 (FKG), quando utilizada a velocidade recomendada pelos fabricantes.

Em um estudo realizado por Coelho et al.²¹ (2016) foram avaliados os efeitos do uso de Glide Path sobre a capacidade de centralização e o tempo de preparo nos canais mesiais de molares inferiores com dois sistemas recíprocos. Foram utilizados sessenta molares extraídos com curvaturas de 25° - 39° e forames mesio-vestibular e mesio-lingual separados. Foram divididos em quatro grupos ($n = 15$); WaveOne + Glide Path; WaveOne; Reciproc + Glide Path e Reciproc. Os canais com ápices abertos foram excluídos e apenas um canal de cada dente foi instrumentado. Foram utilizadas limas de acesso manual tipo K no primeiro e terceiro grupo com # 10, 15 e 20. A preparação foi realizada com movimentos de entrada e saída de amplitude 3-4 mm e ligeira pressão apical. Radiografias iniciais e finais foram usadas para analisar a quantidade de dentina removida nos canais instrumentados. As radiografias foram sobrepostas com um software de edição de imagem e examinadas para avaliar discrepâncias em 3, 6 e 9 mm de distância do ápice. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para análise. O nível de significância foi estabelecido em 0,05. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na capacidade de centralização entre os quatro grupos ou entre as três diferentes distâncias do ápice (3, 6 e 9 mm) dentro de cada grupo. Nenhuma fratura de instrumento ou sinais de deformação foi detectada. Contudo, quando apenas o tempo de instrumentação foi registrado, grupos sem o uso de Glide Path mostraram tempos significativamente mais curtos ($P=0,001$). Concluíram que o uso dessas limas aumentou o tempo de instrumentação para a preparação de canais curvos com instrumentos WaveOne e Reciproc e que seu uso não teve influência na capacidade de centralização do canal destes sistemas.

Com o objetivo de avaliar a superfície dentinária do canal radicular por microscopia eletrônica de varredura (MEV) depois da modelagem com dois sistemas recíprocos de instrumento único e dois sistemas rotatórios de instrumento único, Dagna et al.²² (2016) verificaram a presença ou ausência da lama dentinária e a presença ou ausência de túbulos abertos ao longo das paredes de cada amostra. Foram utilizados quarenta e oito dentes de raízes únicas. Os mesmos foram divididos em quatro grupos e instrumentados com OneShape (OS), F6 SkyTaper (F6), WaveOne (WO) e Reciproc e irrigados com 5,25% de NaOCl e 17% de EDTA. As paredes do canal radicular foram analisadas por MEV numa ampliação padrão de 2500X a presença/ausência da lama dentinária e a presença/ausência de túbulos abertos. O terço coronal, o terço médio e terço apical de cada canal foram estimados utilizando-se uma escala de cinco pontuações. Os dados numéricos foram analisados utilizando os testes estatísticos Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U e a significância foi pré-determinada em $P < 0,05$. A ANOVA de Kruskal-Wallis para o escore de detritos mostrou diferenças significativas entre os sistemas NiTi ($P < 0,05$). O teste de Mann-Whitney confirmou que sistemas recíprocos apresentaram valores de pontuação significativamente maiores do que os sistemas rotatórios. Os mesmos resultados foram avaliados considerando os escores da lama dentinária. A ANOVA confirmou que o terço apical do canal manteve uma maior quantidade de detritos e lama dentinária após a preparação de todas as amostras. Os sistemas de instrumento único utilizados em rotação contínua pareceram ser mais eficazes que os instrumentos de rotação alternada para deixar paredes livres. Concluíram que os

sistemas feitos para rotação contínua parecem ser melhores que os reciprocantes na obtenção de paredes de canal limpas, se os protocolos de irrigação forem NaOCl + EDTA. Os sistemas alternados (WaveOne e Reciproc) deixam uma maior quantidade de detritos e a lama dentinária é amplamente representada ao longo das paredes do canal radicular.

Para avaliar a capacidade de modelagem, o tempo de preparo e a deformação por instrumentação rotatória, alternada e manual no canal de molares decíduos, Ramazini et al.²³ (2016) utilizaram os canais mesio-vestibulares de 64 segundos molares inferiores extraídos que foram injetados com tinta da Índia. As amostras foram divididas aleatoriamente em um controle e três grupos experimentais. Os grupos experimentais foram instrumentados com K-file, Mtwo em rotação contínua e Reciproc em movimento alternado, respectivamente. O grupo controle não recebeu tratamento. Os instrumentos foram descartados após quatro usos. A capacidade de modelagem foi avaliada utilizando tomografia computadorizada Cone Beam. Após a limpeza, a remoção da tinta foi marcada. O tempo de preparo e a fratura ou deformação dos instrumentos também foram registrados. Os dados foram analisados com SPSS 19 usando qui-quadrado, teste exato de Fisher, Kruskal-Wallis e testes post hoc a um nível de significância de 0,05. Nos resultados obtidos considerando a limpeza no terço coronal, Reciproc foi melhor do que o K-file ($P < 0,001$), mas não mais eficaz do que Mtwo ($P = 0,080$). Além disso, Mtwo deixou o canal mais limpo do que K-file ($P = 0,001$). No terço médio, apenas Reciproc apresentaram melhor eficácia de limpeza do que K-file ($P = 0,005$). No terço apical, não foi detectada diferença entre os grupos ($P = 0,794$). Em relação à capacidade de deformação, não foram encontradas diferenças entre Reciproc e Mtwo ($P = 1,00$). Entretanto, ambos apresentaram melhor eficácia de moldagem do que K-file ($P < 0,05$). Entre os dois grupos, houve diferenças no tempo de preparo ($P < 0,05$), sendo Reciproc o mais rápido. Nenhuma falha de instrumento ocorreu. Concluíram que o canal cônico foi significativamente relatado em favor de Reciproc e Mtwo do que K-file. Usando movimentos rotatórios, especialmente alternados tem boa eficácia de limpeza. Houve também uma redução significativa no tempo de preparação com Reciproc e Mtwo do que com K-file. A limpeza e a moldagem rápidas e suficientes podem ser alcançadas com Mtwo e especialmente com o Reciproc.

Com o propósito de comparar a resistência à fratura de dentes instrumentados utilizando 5 sistemas endodônticos e preenchidos com Guta-percha e AH Plus, Pawar et al.²⁴ (2016) utilizaram sessenta pré-molares mandibulares de raiz única, recém-extraídos, para obtenção de segmentos de 15mm. Estas amostras foram divididas aleatoriamente em seis grupos ($n = 10$). O grupo 1 serviu como controle contendo amostras não tratadas (sem instrumentação ou obturação). Nos Grupos 2 a 6, as amostras foram instrumentadas utilizando os instrumentos rotatórios (ProTaper Universal e Revo-S), reciprocantes (WaveOne e Reciproc) e auto-ajustáveis (SAF), respectivamente. Após a instrumentação, as amostras foram obturadas por compactação lateral com Guta-percha e AH Plus. Uma semana depois, após o selador estar completamente ajustado, uma carga vertical foi aplicada ao canal de cada amostra de todos os grupos até que ocorresse a fratura. As cargas necessárias para a fratura foram registradas, e a análise estatística foi realizada. As cargas médias necessárias para a fratura foram 367,95 N ($\pm 17,03$) para o Grupo 1, 298,63 N ($\pm 31,97$) para o Grupo 2, 311,42 N ($\pm 47,66$) para o Grupo 3, 280,61 N ($\pm 32,88$) para o Grupo 4, 287,41 N ($\pm 46,36$) para o Grupo 5 e 395,82 N ($\pm 41,63$) para o Grupo 6. Uma diferença significativa na resistência à fratura foi observada entre os grupos ($P < 0,01$: ANOVA), e o teste post-hoc de Tukey foi aplicado para comparações múltiplas. As amostras instrumentadas por SAF (Grupo 6) apresentaram resistência à fratura semelhante quando comparadas ao grupo controle ($P > 0,05$), enquanto que as amostras instrumentadas pelos grupos rotatórios (Grupo 2 e 3) e reciprocantes (Grupo 4 e 5) apresentaram resistência à fratura significativamente reduzida em comparação com o grupo controle ($P < 0,01$). Concluíram que a instrumentação de amostras usando os rotatórios e reciprocantes reduziu notavelmente a resistência à fratura dos dentes instrumentados em comparação com o controle. Por outro lado, a resistência à fratura de amostras do grupo SAF foi semelhante a das amostras do grupo controle.

O objetivo do estudo de Navós et al.²⁵ (2016) foi avaliar a centralização e o transporte em canais radiculares curvos após a utilização de ProTaper e Mtwo em rotação contínua, Reciproc em

movimento alternado, e uma técnica de instrumentação manual. Foram selecionadas as raízes mesiais de primeiros e segundos molares superiores extraídos de humanos e seus canais ($n = 60$) foram divididos em quatro grupos de acordo com as técnicas de preparação: PT-ProTaper; MT-MTwo; RE- Reciproc; MI-instrumentação manual. O diâmetro apical final foi padronizado para um tamanho #25. A centralização e o transporte foram avaliados por tomografia computadorizada de cone beam e software Adobe Photoshop 8.0. Os dados foram analisados estatisticamente por ANOVA e Tukey post hoc. Todos os sistemas avaliados não mostraram diferença na capacidade de centralização na porção cervical ($P > 0,05$). Reciproc apresentou pior comportamento no terço apical ($P = 0,032$) quando comparado ao ProTaper. Em relação ao transporte de canais, não houve diferenças estatísticas entre os grupos experimentais nos terços apical e cervical ($P > 0,05$). Um instrumento #10 MTwo fraturou durante seu terceiro uso, e um instrumento #25 Reciproc apresentou alterações no final da porção ativa após três usos. Concluíram que não houve diferença no transporte entre os sistemas de rotação contínua (ProTaper e MTwo), movimento alternado (Reciproc) e instrumentação manual para a preparação de raízes com canais curvos quando se utiliza o diâmetro de instrumentação apical # 25.

Em 2016, Koçak et al.²⁶ compararam a eficácia do instrumento manual, do instrumento rotatório de níquel-titânio e de dois instrumentos alternados na remoção de guta-percha e selante dos canais radiculares. Oitenta e oito dentes pré-molares inferiores foram utilizados. Os canais radiculares foram moldados e preenchidos com guta-percha e um selante à base de resina. Os espécimes foram divididos em quatro grupos de acordo com a técnica pelo qual o material obturador da raiz foi removido: Grupo 1- WaveOne; Grupo 2- Reciproc; Grupo 3- ProTaper Retratamento; e Grupo 4- Brocas Gates-Glidden e limas manuais. Em seguida, os dentes foram divididos longitudinalmente e fotografados. As imagens foram transferidas para um computador. A razão entre o material obturador e as paredes do canal radicular foi calculada com o auxílio do software ImageJ. A análise estatística foi realizada utilizando os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Nenhum dos instrumentos removeu completamente o material de obturador e os restos de material foram observados em todas as amostras, independentemente dos grupos examinados. Nas médias e nos desvios padrão da área de material obturador residual após a instrumentação, foi encontrada diferença significativa entre todos os grupos ($P < 0,001$). Os espécimes preparados com WaveOne demonstraram significativamente menos material obturador remanescente. O grupo Reciproc demonstrou significativamente menos material remanescente do que o grupo em que foi utilizado ProTaper Retratamento. A maior quantidade de material obturador foi encontrada entre os espécimes em que a guta-percha foi removida usando brocas Gates-Glidden e limas manuais de aço inoxidável. Concluíram que WaveOne foi significativamente mais eficaz do que Reciproc na remoção do material obturador do canal radicular. A técnica alternada foi o método mais eficiente para remoção de guta-percha e selante, seguido da técnica rotatória e da técnica com instrumentos manuais.

O estudo realizado por Kalyoncuoglu et al.²⁷ ainda em 2016, avaliou os defeitos e a composição do Reciproc #25 e do sistema ProTaper Retratamento (Dentsply Maillefer) utilizados no retratamento. Um total de 100 dentes incisivos superiores foram aleatoriamente divididos nos dois grupos seguintes: Reciproc #25 ($n=25$) e ProTaper Retratamento ($n=75$). O níquel-titânio (NiTi) dos instrumentos antes e depois do uso foram analisados utilizando espectrometria de Raios X dispersiva de energia (EDX). Qui-quadrado, Mann-Whitney U e Kruskal-Wallis foram utilizadas para analisar os dados. O grupo de instrumentos de ProTaper Retratamento apresentou um número significativamente maior de defeitos do que o grupo Reciproc ($P < 0,05$). Nenhuma fratura de instrumento foi detectada. A presença de detritos foi observada em ambos os grupos antes do uso, embora o nível tenha sido significativamente maior no grupo que utilizou ProTaper Retratamento ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa entre os instrumentos novos e os usados com relação à composição de NiTi ($P < 0,05$). A análise EDX mostrou que tanto o Reciproc quanto os instrumentos de ProTaper Retratamento tinham composição de NiTi dentro dos padrões especificados pela Sociedade Americana de Testes e Materiais. Concluíram que o uso do Reciproc

#25 e o sistema ProTaper Retratamento são seguros para remoção do material obturador dos canais radiculares.

Com o objetivo de correlacionar o perfil microbiológico e os níveis de endotoxinas encontrados em infecções endodônticas primárias com a presença de características clínicas e a remoção de micro-organismos e suas toxinas usando instrumentos rotatórios, reciprocantes e híbridos para o preparo químico-mecânico, Cavalli et al.²⁸ (2017) utilizaram trinta dentes de canais radiculares únicos onde havia sinais e sintomas de presença de infecção endodôntica primária. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos de acordo com o sistema de instrumentação utilizado (n = 10): MTwo (VDW) com 8 instrumentos, Reciproc (VDW) com um único instrumento, e instrumentação híbrida (GENIUS) com 3 instrumentos (um instrumento rotatório e dois reciprocantes). A irrigação foi realizada utilizando 24 ml de hipoclorito de sódio a 2,5% e as amostras foram colhidas antes (S1) e depois da instrumentação (S2) para serem submetidas à cultura microbiológica (formação de unidades formadoras de colônias/ml) e ao teste de hibridização DNADNA (checkerboard). As endotoxinas foram quantificadas utilizando Limulus Amebocyte Lysate (LAL). A análise dos resultados mostrou diferenças estatísticas para as culturas microbiológicas e redução de unidades de formação de colônia/mL em todos os sistemas testados (P <0,05), embora sem diferença estatística entre os grupos. As espécies mais frequentemente encontradas foram *Capnocytophaga ochracea* (53%) e *Fusobacterium nucleatum* (53%) em S1 e *F. nucleatum* (50%) e *Leptotrichia buccalis* (50%) em S2. Para a redução de endotoxinas em S2, MTwo apresentou os melhores resultados (95,05%), seguido pelo sistema híbrido Genius (91,85%) e pelo sistema reciprocante (64,68%), sem diferença estatística entre os grupos. Presença de dor anterior ao tratamento, sensibilidade à percussão, e presença de fístula foram associadas com microrganismos específicos (P <0,05). Concluíram que os sinais e sintomas foram correlacionados com micro-organismos e que o tratamento endodôntico foi eficaz na redução de bactérias e endotoxinas, embora não tenha sido capaz de removê-los completamente de dentro do canal radicular.

Keskin et al.²⁹, em 2017, compararam a resistência à fadiga cíclica do Reciproc Blue R25 (VDW) com o Reciproc R25 (VDW) e o WaveOne Gold Primary (Dentsply Maillefer). Testaram 15 instrumentos de cada em um dispositivo de teste de fadiga cíclica dinâmica, que tem um canal artificial com ângulo de curvatura de 60° e um raio de 5mm. Todos os instrumentos foram utilizados até que ocorresse a fratura. O tempo para fraturar (TF) e os comprimentos dos fragmentos fraturados foram registrados. A média e o desvio padrão de TF e comprimento do fragmento foram calculados para cada sistema. Os dados do TF foram submetidos à análise de variância de Kruskal-Wallis (One-Way) e ao teste de Dunn, enquanto que os dados dos comprimentos dos fragmentos fraturados foram submetidos à análise de variância simples (One-Way) (P <0,05). Observaram que as limas Reciproc Blue R25 exibiram a maior resistência à fadiga cíclica (P <0,05). Enquanto que os valores de resistência à fadiga do WaveOne Gold Primary foram significativamente maiores do que para o Reciproc R25 (P <0,05). Não houve diferença significativa no comprimento dos fragmentos fraturados (P > 0,05). Concluíram que as limas Reciproc Blue R25 apresentaram resistência à fadiga cíclica significativamente maior que a resistência dos instrumentos Waveone Gold e Reciproc R25.

Também com o propósito de comparar a resistência à fadiga cíclica, Gündogar e Özyürek³⁰ (2017), analisaram quatro sistemas diferentes de NiTi com arquivos de uso único, utilizando 30 instrumentos Reciproc Blue R25/0.08 (VDW), 30 HyFlex 25 EDM (Coltène/Whaledent), 30 Waveone Gold 25/0.07 (Dentsply/Maillefer), e 30 OneShape 25/0.06 (MicroMega). Todos os instrumentos foram girados no canal artificial feito de aço inoxidável com 1,5mm de diâmetro, ângulo de curvatura de 60° e raio de curvatura de 5mm milímetros até que ocorresse a fratura do instrumento. O tempo de fratura foi registrado em segundos usando um cronômetro de câmera digital. Os dados foram analisados estatisticamente usando testes post hoc de Kruskal-Wallis e Dunn via SPSS 21.0. O nível de significância estatística foi fixado em 5%. Observaram que os instrumentos HyFlex apresentaram estatisticamente maior resistência à fadiga, e os instrumentos OneShape revelaram ter a menor resistência à fadiga (P <0,05). O número médio de ciclos até a

fratura dos instrumentos Reciproc Blue foi estatisticamente maior do que o Waveone Gold ($P < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa no comprimento médio dos fragmentos de instrumentos fraturados ($P > 0,05$). Verificaram que a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos HyFlex foi maior do que dos instrumentos OneShape, WaveOne Gold e Reciproc Blue.

O objetivo do estudo de Kesim et al.³¹ (2017) foi comparar a incidência de fendas profundas após a instrumentação do canal radicular com instrumentos de NiTi utilizando diferentes cinemáticas de instrumentação. Cento e cinquenta pré-molares inferiores extraídos com ápices fechados e canais retos foram divididos em cinco grupos. No Grupo 1, 30 dentes foram preparados usando limas manuais tipo-K e denominados grupo controle, no Grupo 2, 30 dentes foram instrumentados com limas rotatórias K3XF (SybronEndo), no Grupo 3, 30 dentes foram instrumentados com limas rotatórias ProTaper Next (Dentsply/Maillefer), no Grupo 4, 30 dentes foram instrumentados pelas limas Reciproc (VDW) e no Grupo 5, 30 dentes foram instrumentados pelas limas TF Adaptive (TF) (SybronEndo). Todas as raízes foram seccionadas horizontalmente 3, 6, e 9 mm a partir do vértice. Em seguida, as fatias foram examinadas através de um microscópio estereoscópico para determinar a presença de microfissuras dentinárias. Para os terços apical (3 mm) e coronal (9 mm), o ProTaper Next e o TF Adaptive produziram significativamente mais fissuras do que os instrumentos manuais, Reciproc e K3XF ($P < 0,05$). Não houve diferença significativa entre os grupos experimentais e o grupo controle no terço médio ($P > 0,05$). Foi possível concluir que os instrumentos manuais e mecanizados causaram microfissuras na dentina do canal radicular.

Para analisar possíveis defeitos dentinários causados durante os procedimentos de retratamento utilizando ProTaper Next, TF Adaptive e Reciproc, Çitak e Özyürek³², em 2017, utilizaram um total de 150 incisivos inferiores com canais retos e únicos em seu estudo. Todos os canais foram preparados até um diâmetro apical de #40 usando limas de aço inoxidável. Trinta dentes foram armazenados aleatoriamente como o grupo controle negativo. Os outros 120 espécimes foram obturados com guta-percha e cimento AH Plus utilizando a técnica de compactação vertical. Trinta amostras com canais obturados foram separadas aleatoriamente para o grupo somente-obturado. Em seguida, os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos onde os procedimentos de retratamento foram realizados utilizando Reciproc, TF Adaptive e ProTaper Next. Todos os 150 dentes foram cortados perpendicularmente ao longo eixo do dente em 3, 6, e 9 mm de distância a partir do vértice. Para examinar a presença de quaisquer fissuras foi utilizado microscópio estereoscópico 25X. Teste do qui-quadrado foi utilizado ao nível de significância de 5%. Todos os sistemas de lima de NiTi causaram defeitos dentinários, diferindo significativamente em relação aos grupos não preparados e somente-obturados ($P < 0,05$). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em termos de defeitos da dentina ($P > 0,05$). Não se observou correlação entre os níveis de cortes e a distribuição de defeitos de dentina ($P > 0,05$).

4. DISCUSSÃO

A instrumentação dos canais radiculares através do uso de lima única em movimento recíproco vem se popularizando devido à redução do tempo de trabalho e menor tendência à fratura dos instrumentos¹. Em 2008, Yared⁹ propôs a técnica utilizando apenas um instrumento do sistema ProTaper em movimento recíproco, tendo como base as forças balanceadas de Roane. A partir daí surgiram novos aparelhos para a realização da instrumentação com movimento recíprocante que utilizam a liga M-Wire para a confecção de suas limas.

Tanto os instrumentos quanto os motores, continuam passando por diversos avanços. Já encontramos limas com diversas variações em suas seções transversais e submetidas a diferentes tratamentos térmicos com o objetivo de conferir ainda maior flexibilidade e poder de corte; aliados à segurança durante seu uso. As opções de motores endodônticos mecanizados com movimento recíprocante também estão mais amplas, e os fabricantes já começaram a disponibilizar contra-

ângulos que podem ser utilizados diretamente na baixa rotação que usamos normalmente na odontologia.

Apesar de preconizado o uso único das limas utilizadas no sistema recíprocante, usualmente o mesmo instrumento acaba sendo utilizado no preparo de todos os canais de um mesmo dente, o que acontece com frequência nos dentes molares, que possuem, na maioria das vezes, 3 ou 4 canais radiculares com anatomia complexa. Dessa maneira, os extensos estudos sobre a fadiga cíclica dos instrumentos e os grandes avanços tecnológicos com o objetivo de obter sistemas de preparo mais eficientes e limas mais flexíveis e resistentes à fratura, são de extrema importância na busca da excelência em limpeza e modelagem dos canais radiculares^{6,7,9}.

A simplificação do tratamento endodôntico em apenas um instrumento reduz o custo e o tempo de preparo dos canais radiculares¹³, eliminando a contaminação cruzada entre pacientes, uma vez que o instrumento é descartado após o uso²⁶. No entanto, por ser usado apenas um único instrumento, uma força maior é exercida sob este durante o preparo químico-mecânico¹³. Alguns autores acreditam que a resistência à curvatura e a resistência à fratura cíclica encontradas nos instrumentos utilizados com movimento recíprocante são influenciados pelo tipo de liga, pelo tipo de movimento e por suas diferentes geometrias e seções transversais^{15,20}. Isso explicaria os resultados obtidos por Dagna et al.¹², em que todos os instrumentos de uso único utilizados em movimento alternado foram mais resistentes do que os instrumentos rotatórios.

A velocidade de rotação durante o movimento alternado não é constante, ao contrário do que ocorre com sistemas rotatórios contínuos¹³. Assim, o processo de aceleração e desaceleração conferido pela diferença no ângulo de rotação para os sentidos anti-horário e horário gera menos tensão e estresse de torção ao instrumento²⁰ e, portanto, proporcionam menor risco à fratura¹³. Além disso, a resistência desses instrumentos é menor quando seu diâmetro é maior. Uma pequena área de seção transversal do instrumento aumenta sua flexibilidade e dá mais espaço para a remoção de detritos²⁰.

A geometria do material leva a concentrações de pontos de estresse especialmente em casos de estresse dinâmico. Scelza et al.¹⁵ acreditam que instrumentos com geometrias menos complexas, ou seja, seção transversal com desenhos simples, com queda estável, sem grandes variações ao longo da parte ativa e construídos a partir de ligas de NiTi atuais, oferecem maior segurança durante seu uso. Já os instrumentos com mais massa e com maiores dimensões de corte transversal, apresentam reduzida resistência à fratura²⁹. O efeito do tipo de tratamento térmico dado às ligas de NiTi altera sua estrutura molecular³⁰ e tem demonstrado mudanças para melhor na flexibilidade e resistência à fratura mesmo em instrumentos com mesmas seções transversais, mesmos modos operacionais e com mesmas variações em suas partes ativas²⁹. Esses fatores justificariam os resultados encontrados em alguns trabalhos analisados neste trabalho de revisão bibliográfica^{29,30}.

O tempo de preparo dos canais radiculares reduziu drasticamente com o uso da instrumentação mecanizada e principalmente com o movimento recíproco de lima única²³, proporcionando maior conforto para o paciente e para o profissional. No entanto, uma preocupação com tais sistemas refere-se à sua capacidade de desinfetar o canal radicular, uma vez que, devido à redução do tempo de preparo, menos quantidade de solução e menos tempo de permanência da solução dentro do canal podem dificultar a erradicação de todos os microrganismos¹⁸. É conhecido que o preparo biomecânico reduz drasticamente o número de microrganismos de dentro do canal radicular independente do sistema de instrumentação utilizado, mas não é capaz de eliminá-los completamente. Os microrganismos e suas endotoxinas são mais susceptíveis de serem reduzidos quando sistemas com um número maior de instrumentos são utilizados, o que exige uma maior frequência de irrigação durante o preparo biomecânico e não só uma quantidade considerável de solução²⁸. A porcentagem de área intocada do canal varia de 27,68% e 60,77%, destacando uma capacidade ruim de modelagem dos sistemas que temos disponíveis hoje para limpeza do canal. Conseqüentemente, essas descobertas enfatizam a importância da irrigação e dos medicamentos intracanal como uma tentativa de compensar a extensa área não limpa do canal.

Preparos apicais mais amplos também foram relacionados com a melhoria dos procedimentos de desinfecção e limpeza¹⁶ e conseqüentemente com melhores condições de

reparo¹⁹. De Deus et al.¹⁶ observaram que mesmo que o sistema alternado tenha sido executado com apenas um instrumento, a porcentagem de áreas não instrumentadas foi praticamente a mesma da instrumentação com multi-instrumentos, o que é um aspecto importante já que um único instrumento envolve menos etapas processuais e uma menor dificuldade de aprendizado.

O uso de limas de acesso utilizadas manualmente ou mecanicamente é essencial para uma instrumentação mecanizada mais segura, pois mantém os instrumentos contra tensões de forças excessivas que levam à fratura¹⁴. A realização de um pré-alargamento da área cervical do canal antes do preparo biomecânico facilita a inserção de outros instrumentos, assim como melhora a penetração de soluções irrigantes para o meio apical. Por conseguinte, os detritos formados durante a instrumentação alternada, devido ao seu movimento também em sentido horário, são mais facilmente removidos. Esse mecanismo acaba por favorecer a eliminação dos microorganismos e contribuir para uma melhor limpeza do canal radicular²⁸.

O estudo de Silva et al.¹⁹ mostrou que sistemas alternados de instrumentos únicos estão associados à extrusão de detritos, independente se a instrumentação é realizada no forame ou 1mm aquém deste. A presença de bactérias e seus subprodutos, a extrusão de detritos contaminados, materiais obturadores, ou proteínas quimicamente alteradas dos tecidos podem ser responsáveis por consequências indesejáveis, tais como a indução da inflamação e dor pós-operatória. Limas do sistema recíproco promovem grande corte de dentina, gerando grande formação de detritos. Além disso, o sentido horário do movimento recíproco favorece a compactação desses detritos ao longo das paredes do canal, obliterando túbulos dentinários e empurrando-os para os canais laterais. É importante notar que a anatomia do canal radicular é complexa e em muitos casos a *smear layer* pode acumular-se em áreas que não são tocadas por instrumentos. A remoção da *smear layer* é essencial, pois pode permitir que o hidróxido de cálcio penetre nos túbulos dentinários e melhore a sua ação bactericida²².

A instrumentação do canal radicular utilizando os arquivos rotatórios e reciprocantes reduz a resistência à fratura do dente instrumentado em até 30%. O grande diâmetro destes arquivos pode resultar em remoção excessiva e desnecessária de dentina, formando microfissuras e enfraquecendo a raiz²⁴. Estudos têm mostrado que tanto o sistema de movimento alternado quanto o rotatório são responsáveis por causar defeitos dentinários^{11,32}. Entretanto, Gergi et al.¹⁷ revelaram que a incidência de defeitos na dentina foi maior com os instrumentos utilizados em movimento alternado de uso único do que com instrumentos utilizados em movimento contínuo. As fissuras formadas durante a instrumentação podem se transformar em fraturas verticais durante o retratamento ou após estresses funcionais em longo prazo, como a mastigação. Tem sido relatado que as características das limas de NiTi, assim como o tipo de métodos de fabricação, a secção transversal, ou *taper* variável ou constante podem propiciar a formação de defeitos na dentina e que as propriedades da estrutura de arquivos de NiTi não têm efeito sobre esta formação³².

Os transportes apicais que são maiores que 0,3 mm podem comprometer o resultado do tratamento devido à diminuição significativa da capacidade de vedamento do material obturador da raiz. Navós et al.²⁵ observaram que os valores para o transporte do canal no terço apical utilizando instrumentos rotatórios, reciprocantes e manuais de tamanho #25, foram muito próximos de zero. Esses resultados satisfatórios também favorecem o uso da instrumentação reciprocante.

5. CONCLUSÃO

A literatura vem demonstrando que a instrumentação reciprocante representa um grande avanço para a endodontia, sendo uma excelente opção de instrumentação rápida, eficiente e segura. Os trabalhos revelam instrumentos mais flexíveis e resistentes, eficazes na redução de microorganismos quando associados à solução irrigante e que não provocam deslocamento do canal. Entretanto, mais estudos longitudinais *in vivo* devem ser realizados para confirmar seus benefícios, pois, devido aos seus cortes excessivos, os instrumentos podem provocar microfissuras nas paredes dentinárias e produzir grande quantidade de detritos que são mais facilmente

acumulados nas paredes dos canais radiculares devido ao tipo de movimento realizado durante a instrumentação recíprocante.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pereira HSC, Silva EJNL, Coutinho Filho ES. Movimento recíprocante em Endodontia: revisão de literatura. *Rev Bras Odontol* 2012; 69(2):246-9.
2. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2005; 31:373-375.
3. Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod* 2004; 30(4):234-7.
4. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* 2006; 32(11):1031-43.
5. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE.A., Messer HH. Defects in rotary nickel–titanium files after clinical use. *J Endod* 2000; 26:161–5.
6. Kim HC, Kwak SW, Cheung SGP, Ko DH, Chung SM, Lee WC. Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Two New Nickel-Titanium Instruments Used in Reciprocation Motion: Reciproc Versus WaveOne. *J Endod* 2012; 38:541-544.
7. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on Cyclic fatigue resistance of 4 different Nickel-Titanium rotary systems. *J Endod*. 2013; 36(2):258-261.
8. Gutman JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J* 2012; 45: 113-28.
9. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008; 41:339-44.
10. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, et al. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010; 36:157-159.
11. Üstün Y, Topçuoğlu HS, Düzgün S, Kesim B. The effect of reciprocation versus rotational movement on the incidence of root defects during retreatment procedures. *Int Endod J* 2014; 48(10):952-8.
12. Dagna A, Poggio C, Beltrami R, Colombo M, Chiesa M, Bianchi S. Cyclic fatigue resistance of OneShape, Reciproc, and WaveOne: An in vitro comparative study. *J Conserv Dent* 2014; 17(3): 250-254.
13. Da Frota MF, Espir CG, Berbert FLCV, Marques AAF, Sponchiado-Junior EC, Tanomaru-Filho M, Garcia LFRG, Bonetti-Filho I. Comparison of cyclic fatigue and torsional resistance in reciprocating single-file systems and continuous rotary instrumentation systems. *J Oral Sci* 2014; 56(4): 269-275.
14. Nazarimoghadam K, Daryaeian M, Ramazani N. An In Vitro Comparison of Root Canal Transportation by Reciproc File With and Without Glide Path. *J Dent* 2014; 11(4):554-559.
15. Scelza P, Davidowicz H, da Silva LE, Barbosa IB, Scelza MZ. A comparison of two reciprocating instruments using bending stress and cyclic fatigue tests. *Braz Oral Res* 2015; 29(1):1-7.
16. De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJNL, Marins JR, Souza EM, Perez R, Lopes RT, Versiani MA, Paciornik S, Neves AA. Micro-CT Evaluation of Non-instrumented Canal Areas with Different Enlargements Performed by NiTi Systems. *Braz Dent J* 2015; 26(6): 624-629.
17. Gergi RM, Osta NE, Naaman AS. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, Reciproc and WaveOne instruments. *Eur J Dent* 2015; 9 (4): 508-512.
18. De Oliveira BP, Aguari CM, Câmara AC, De Albuquerque MM, Correia ACRB, Soares MFLR. Evaluation of the reduction of microorganisms in root canals after the use of reciprocal rotary instrumentation. *Acta stomatol Croat* 2015; 49(4): 294-303.
19. Silva EJNL, Teixeira JM, Kudsi N, Sassone LM, Krebs RL, Coutinho-Filho TS. Influence of Apical Preparation Size and Working Length on Debris Extrusion. *Braz Dent J* 2016; 27(1): 28-31.
20. Almeida-Gomes F, De Matos HRM, Nunes RFLA, Arrais AM, Ferreira-Maniglia C, Vitoriano MM, Gurgel-Filho ED. Cyclic fatigue resistance of different continuous rotation and reciprocating endodontic systems. *Indian J Dent Res* 2016; 27:278-82.
21. Coelho MS, Fontana CE, Kato AS, Martin AS, Bueno CES. Effects of Glide Path on the Centering Ability and Preparation Time of Two Reciprocating Instruments. *Iran Endod J* 2016; 11(1): 33-37.

22. Dagna A, Gastaldo G, Beltrami R, Poggio C. Debris Evaluation after Root Canal Shaping with Rotating and Reciprocating Single-File Systems. *J. Funct Biomater* 2016; 7(28):1-8.
23. Ramazani N, Mohammadi A, Amirabadi F, Ramazani M, Ehsani F. In vitro investigation of the cleaning efficacy, shaping ability, preparation time and file deformation of continuous rotary, reciprocating rotary and manual instrumentations in primary molars. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect* 2016; 10(1):49-56.
24. Pawar AM, Barfiwala D, Pawar M, Metzger Z, Kfir A, Jain N. Assessment of the fracture resistance of teeth instrumented using 2 rotary and 2 reciprocating files versus the Self-Adjusting File (SAF): An ex vivo comparative study on mandibular premolars. *J Conserv Dent* 2016 19(2): 138–142.
25. Navós BV, Hoppe CB, Mestieri LB, Böttcher DE, Só MVR, Grecca FS. Centering and transportation: in vitro evaluation of continuous and reciprocating systems in curved root canals. *J Conserv Dent* 2016; 19(5):478-81.
26. Koçak MM, Koçak S, Türker SA, Sağlam BC. Cleaning efficacy of reciprocal and rotary systems in the removal of root canal filling material. *Conserv Dent* 2016; 19(2): 184–188.
27. Kalyoncuoğlu E, Keskin C, Uzun I, Bengü AS, Guler B. Scanning electron microscopy with energy dispersive X- ray Spectrophotometry analysis of reciprocating and continuous Rotary nickel-titanium instruments Following root canal retreatment. *J Oral Sci* 2016; 58(3): 401-406.
28. Cavalli D, Toia CC, Orozco EIF, Houry RD, Cardoso FGR, Alves MC, Carvalho CAT, Valera MC. Effectiveness in the Removal of Endotoxins and Microbiological Profile in Primary Endodontic Infections Using 3 Different Instrumentation Systems: A Randomized Clinical Study. *J Endod* 2017; 43(8):1237-1245.
29. Keskin C, Inan U, Demiral M, Keles A. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue, Reciproc, and WaveOne Gold Reciprocating Instruments. *J Endod* 2017; 43(8):1360-1363.
30. Gündogar M, Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *J Endod* 2017; 43(7):1192-1196.
31. Kesim B, Sagsen B, Aslan T. Evaluation of dentinal defects during root canal preparation using thermomechanically processed nickel-titanium files. *Eur J of Dent* 2017; 11(2): 1192-1196.
32. Çitak M, Özyürek T. Effect of different nickel-titanium rotary files on dentinal crack formation during retreatment procedure. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect* 2017; 11(2):90-95.