

OCORRÊNCIA DE DEFEITOS DENTINÁRIOS APÓS O USO DOS SISTEMAS BIORACE, K3, PROTAPER UNIVERSAL E HERO 642

OCCURRENCE OF DENTINAL DEFECTS WITH THE USE OF BIORACE, K3, PROTAPER UNIVERSAL AND HERO 642 SYSTEMS

Orlando Aguirre GUEDES¹, João Milanez MOREIRA-JÚNIOR², Lucas Rodrigues de Araújo ESTRELA³, Luciana Carvalho BOGGIAN⁴, Maura Cristiane Gonçalves Orçati DORILÊO⁵, Vinícius Caixeta de SOUSA⁶, Helder Fernandes de OLIVEIRA¹

¹ Doutor, Professor da Faculdade de Odontologia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, Anápolis, Goiás, Brasil.

² Doutor, Professor da Faculdade de Odontologia da Universidade de Cuiabá - UNIC, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

³ Acadêmico da Faculdade de Odontologia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, Anápolis, Goiás, Brasil.

⁴ Mestre, Professora da Faculdade de Odontologia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, Anápolis, Goiás, Brasil.

⁵ Doutora, Professora da Faculdade de Odontologia da Universidade de Cuiabá - UNIC, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

⁶ Doutor, Professor do Curso de Odontologia do Centro Universitário Alfredo Nasser - UNIFAN, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil.

Informação sobre o manuscrito

Recebido em: 98 Dez 2021

Aceito em: 22 Dez 2021

Este estudo foi financiado em parte pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (bolsa CNPq165370/2020-3 para O.A.G).

Autor para contato:

Orlando Aguirre Guedes

Faculdade de Odontologia, Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, Km 3,5, Cidade Universitária, 75083-515, Anápolis, Goiás, Brasil.

Tel: +55 (62) 3310-6630

E-mail: orlandoaguedes@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o surgimento de defeitos na dentina radicular após o uso de diferentes sistemas rotatórios de níquel-titânio (NiTi). Cem molares inferiores humanos tiveram as coroas e raízes mesiais removidas a fim de se obter um espécime de 14 mm da raiz distal. Vinte raízes serviram como controle e não foram preparadas. As demais foram alocadas em 4 grupos ($n = 20$) e preparadas com os seguintes sistemas: BioRace[®], K3[®], ProTaper Universal[®] e Hero 642[®]. Após o preparo as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo a 1, 3, 6 e 9 mm do ápice, coradas com azul de metileno a 1% e examinadas em um estereomicroscópio com aumento de 40X. Os discos de dentina foram inspecionados e a ausência/presença de defeitos da dentina radicular registrada. A análise estatística dos dados incluiu distribuição de frequência e teste de associação. A significância estatística para a associação entre as variáveis foi determinada pelo teste do Qui-quadrado. O nível de significância estabelecido foi $p < 0,05$. Um total de 300 fatias foram examinadas. O sistema BioRace[®] promoveu mais fraturas e outros defeitos quando comparado aos sistemas K3[®] e Hero 642[®] ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas BioRace[®] e ProTaper Universal[®] ($p > 0,05$). Com relação aos níveis de profundidade do canal radicular, maior quantidade de defeitos foi observada nos cortes realizados a 6 e 9 mm do ápice radicular. O uso de instrumentos de NiTi durante o preparo do canal resultou em defeitos na dentina.

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia; Preparo do canal radicular; Falha de tratamento.

INTRODUÇÃO

O conceito do preparo do canal radicular privilegia a sua limpeza e modelagem.¹ A introdução dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi) representou importante inovação, com expressivo impacto sobre estes procedimentos.^{2,3} Vários instrumentos, com diferentes características (movimento, secção transversal, ângulo de corte, ângulo helicoidal, guia radial etc.), foram introduzidos no mercado nos últimos anos.⁴⁻⁸ Tem-se observado, com a utilização desses instrumentos, a obtenção de maior conicidade e centralização do preparo, reduzido número de iatrogenias e menor tempo de trabalho.⁹

A técnica de instrumentação mais preconizada atualmente envolve o avanço gradual em direção à extremidade apical do canal radicular.¹⁰ A necessidade de se obter um preparo cônico bem definido¹¹ fez com que a indústria incorporasse instrumentos de elevada conicidade em seus sistemas.¹² Esse aumento de conicidade tem sido associado à uma maior tensão no interior do canal e, conseqüentemente, com o surgimento de micro trincas na dentina radicular.¹³⁻¹⁶ A presença de micro defeitos na dentina poderia servir como ponto de partida para o surgimento de fraturas radiculares verticais (FRV), o que

influenciaria negativamente a sobrevida de dentes tratados endodonticamente.¹⁷

Embora pesquisas prévias tenham demonstrado o impacto da modelagem do canal na formação de defeitos, existe limitada quantidade de informação sobre o surgimento de trincas e fraturas radiculares após o uso do sistema BioRace^{®4}. Zuolo *et al.* (2017)⁴ avaliaram a formação de micro trincas na dentina radicular de incisivos inferiores após o uso dos sistemas TRUShape[®], Self-Adjusting File[®] (SAF), BioRace[®] e Reciproc[®] em imagens de micro tomografia computadorizada. Os autores identificaram defeitos em 32,9% das amostras instrumentadas com BioRace[®]. No entanto, todos os defeitos dentinários observados já estavam presentes nas imagens pré-instrumentação. Até o momento não foram identificados estudos sobre o efeito dos instrumentos BioRace[®] na dentina radicular de dentes posteriores. Dessa forma, o presente estudo avaliou o surgimento de defeitos dentinários em canais ovais de molares inferiores após o uso dos sistemas BioRace[®], K3[®], ProTaper[®] e Hero 642[®]. A hipótese nula testada foi que a ocorrência de fraturas radiculares e trincas não varia em função do sistema de NiTi utilizado durante o preparo do canal radicular.

MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo deste estudo foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional (protocolo 042-2011).

Obtenção e seleção da amostra

Cem molares inferiores humanos, extraídos por diferentes razões, foram obtidos no Serviço de Urgência da Faculdade de Odontologia da Universidade de Cuiabá - UNIC, Cuiabá, MT, Brasil. Os dentes foram armazenados em solução de timol à 0,2% (Farmácia Nossa Senhora de Fátima, Cuiabá, MT, Brasil), sendo em seguida imersos por 30 minutos em solução de hipoclorito de sódio à 5% (NaOCl; Farmácia Nossa Senhora de Fátima), para remoção de tecidos orgânicos da superfície externa da raiz.

Tomadas radiográficas pré-operatórias foram realizadas no intuito de confirmar a ausência de calcificações no interior dos canais radiculares, tratamento endodôntico prévio, retentor intraradicular e reabsorções internas e externas, bem como a presença da completa formação dos ápices dentários. As radiografias periapicais foram obtidas pela técnica do paralelismo, utilizando o aparelho Spectro X70 (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com tubo focal de 0,8 mm x 0,8 mm e filmes Kodak Insight-E (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, EUA). Em todos os dentes

foi utilizada uma plataforma radiográfica para a padronização das imagens radiográficas. Os filmes foram processados em uma processadora automática e a avaliação das imagens foi realizada em negatoscópio sob penumbra com auxílio de lupa. Foram utilizados neste estudo apenas dentes apresentando 3 canais radiculares (distal, mesiovestibular e mesiolingual). Todos os dentes apresentavam comprimento inferior a 22 mm e raiz mesial com curvatura moderada.¹⁸ Para aumentar a padronização, somente dentes apresentando raízes distais com canais radiculares de larguras compatíveis, mensuradas 9 mm do ápice dentário em ambas tomadas radiográficas, foram incluídos neste estudo.

Inicialmente, as coroas e raízes mesiais foram removidas com disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) sob refrigeração em água, a fim de se obter um espécime de 14 mm da raiz distal. Todas as raízes tiveram suas superfícies avaliadas com relação a presença de trincas e fraturas radiculares pré-existentes com o auxílio de um estereomicroscópio em aumento de 20X (Expert DN; Müller Optronic, Erfurt, Alemanha). A exploração do canal radicular foi realizada com limas do tipo K-File #10 e #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Raízes apresentando diâmetro anatômico

superior a 0,20 mm foram substituídas. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado com o uso de limas K-File #15 (Dentsply Maillefer) introduzidas até serem observadas no forame apical. O CT foi estabelecido a 1 mm aquém do forame apical. As raízes foram revestidas com material de impressão à base de silicón de adição (Aquasil; Dentsply Maillefer)¹⁹, para simulação do espaço do ligamento periodontal, e, em seguida, incorporadas a um tubo de PVC (14 x 20 mm), contendo resina acrílica autopolimerizável (Jet Clássico, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil).

Preparo do canal radicular

Vinte raízes serviram como controle e não foram preparadas, sendo as demais aleatoriamente divididas em 4 grupos experimentais (n = 20) e preparadas com os seguintes sistemas rotatórios: BioRace® (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça); K3® (SybronEndo, Orange, CA, EUA); ProTaper Universal® (Dentsply Maillefer); Hero 642® (Micro Mega, Besançon, França). Para o preparo dos canais radiculares os espécimes foram adaptados e estabilizados em uma morsa, a fim de permitir a execução mais próxima do ideal das seguintes técnicas:

BioRace®

Neste grupo os terços cervical e médio foram ampliados com os instrumentos BRO (#25/.08) e BR1 (#15/.05). Os instrumentos BR2 (#25/.04), BR3 (#25/.06), BR4 (#35/.04) e BR5 (#40/.04) foram utilizados em todo CT.

K3®

Neste grupo os terços cervical e médio foram ampliados com os instrumentos #25/.06 e #25/.04. Os instrumentos #25/.02, #30/.02, #35/.02 e #40/.02 foram utilizados em todo CT.

ProTaper Universal®

Neste grupo os terços cervical e médio foram preparados com broca LA Axxess #2 (#35/.06) (SybronEndo). Os instrumentos F1 (#20/.07), F2 (#25/.08), F3 (#30/.09) e F4 (#40/.06) foram utilizados em todo CT.

Hero 642®

Neste grupo os terços cervical e médio foram preparados com o instrumento #30/.06. O instrumento #30/.04 foi utilizado em todo CT.

Os instrumentos de NiTi foram acoplados a um motor elétrico (X-Smart Plus®; Dentsply Maillefer) e acionados seguindo as recomendações de seus respectivos fabricantes. Cada instrumento foi utilizado no preparo de apenas 5 canais

radiculares. A broca LA Axxess foi acoplada a um micromotor Intramatic 2068 e peça de mão 181DBN (Kavo Ind. Com. Ltda., Joinville, SC, Brasil) e acionada a 5.000 rpm. Durante o preparo e a cada troca de lima, os canais foram irrigados com 3 mL de NaOCl à 1% (Farmácia Nossa Senhora de Fátima). Os canais foram secados com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer) e preenchidos com 3 mL de EDTA à 17% (Biodinâmica, Iporã, PR, Brasil) (Ph 7,2) por 3 minutos, para remoção da *smear layer*. Uma nova irrigação com 3 mL de NaOCl à 1% foi realizada.

Dois especialistas em Endodontia, com mais de 5 anos de experiência, realizaram todos os procedimentos clínicos. Ambos receberam instruções e treinamento com relação aos sistemas rotatórios utilizados no presente estudo.

Seccionamento e exame das raízes

As raízes foram retiradas dos blocos de resina, sendo em seguida o material de impressão a base de silicone removido da superfície radicular. As raízes foram então seccionadas perpendicularmente ao seu longo eixo a 1, 3, 6 e 9 mm do ápice radicular com o auxílio de um disco diamantado de dupla face (4 x 0,12 x 0,12; Extec, Enfiel, CT EUA) montado em micrótomo de tecido duro (Isomet 1000; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA),

sob refrigeração com água e com velocidade de corte de 250 rpm. A secção obtida a 1 mm do ápice radicular tinha por finalidade proporcionar uma base plana para avaliação do disco de 3 mm, e foi posteriormente descartada. Os discos de dentina tiveram a face cervical identificada, em seguida, foram corados com azul de metileno a 1% (Farmácia Phloraceae, Cuiabá, MT, Brasil) para facilitar a identificação de defeitos,²⁰ lavados com água destilada, secados com papel absorvente e examinados com o auxílio de um estereomicroscópio em aumento de 40X (Expert DN). Todos os discos de dentina foram fotografados com uma câmera digital acoplada ao estereomicroscópio. As imagens foram inspecionadas e os defeitos registrados de acordo com Shemesh *et al.* (2009).²¹ “Nenhum defeito” foi registrado na presença de dentina radicular desprovida de trincas ou linhas em que tanto a superfície externa do canal como a interna não apresentavam defeitos. “Fratura” foi registrada sempre que uma linha se estendia do espaço do canal radicular para a superfície externa da raiz. “Outros defeitos” foram registrados na presença de outras trincas/linhas que não se originavam do espaço do canal radicular e não se estendiam para a superfície externa da raiz (exemplo, trinca/linha parcial: linha que se estendia da parede do canal radicular até a dentina sem alcançar a superfície externa

da raiz, ou trinca/linha sinuosa: linha que se estendia de outra superfície até a dentina sem alcançar o espaço do canal radicular) (**Figura 1**). Um total de 60 imagens foram analisadas em cada grupo. Um examinador previamente calibrado avaliou as imagens determinando a presença ou ausência dos defeitos bem como sua classificação. O mesmo examinador reavaliou as imagens com um intervalo de 7 dias entre as avaliações.

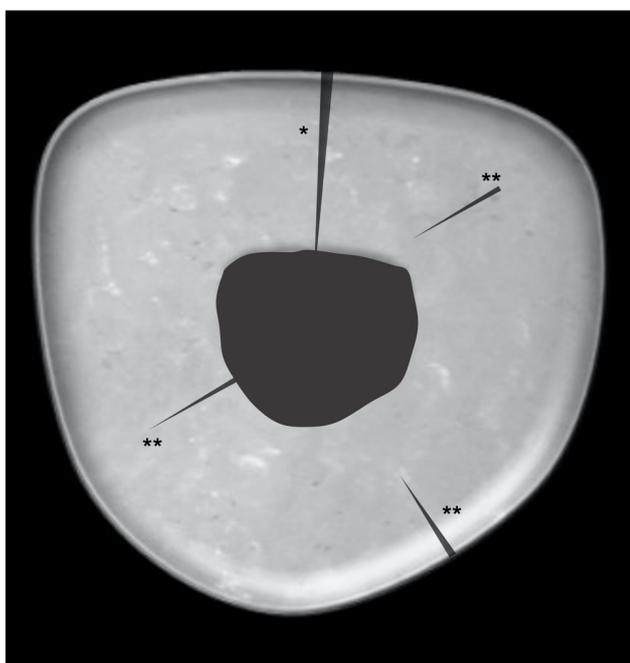


Figura 1: Representação esquemática dos defeitos em dentina radicular avaliados. (*) fratura radicular; (**) outros defeitos.

Análise estatística

Os resultados foram expressos na forma de número absoluto e porcentagem de defeitos em cada grupo. A significância estatística entre os grupos foi determinada com auxílio do programa IBM SPSS for Windows 21.0 (IBM Corporation, Somers,

NY, EUA) por meio do teste do Qui-quadrado. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$. A concordância intraexaminador foi avaliada por meio do teste de kappa após revisão de 10% da amostra.

RESULTADOS

O valor kappa foi de 0,86, o que indicou excelente grau de concordância intraexaminador. Dos 300 discos de dentina avaliados, 82 (27,33%) apresentaram algum tipo de defeito. Nenhum defeito foi observado no grupo controle (dentes sem intervenção), enquanto fraturas e outros defeitos foram observados em todos os 4 grupos experimentais com diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,05$). O sistema BioRace® promoveu mais fraturas e outros defeitos quando comparado aos sistemas K3® e Hero 642® ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas BioRace® e ProTaper Universal® ($p > 0,05$) (**Tabelas 1 e 2**). Com relação aos níveis de profundidade do canal radicular, maior quantidade de defeitos foi observada nos cortes realizados a 6 (médio) e 9 (cervical) mm do ápice radicular.

Tabela 1. Incidência de outros defeitos de acordo com o sistema rotatório utilizado e nível de profundidade do canal radicular.

Grupos	Nível do canal radicular			Total
	9 mm n (%)	6 mm n (%)	3 mm n (%)	
Controle	0 (0,00) ^A	0 (0,00) ^A	0 (0,00) ^A	0 (0,00) ^A
BioRace [®]	8 (12,50) ^B	9 (14,10) ^B	4 (6,25) ^A	21 (32,85) ^B
K3 [®]	4 (6,25) ^B	6 (9,40) ^B	5 (7,80) ^A	15 (23,45) ^C
ProTaper Universal [®]	5 (7,80) ^B	7 (10,90) ^B	5 (7,80) ^A	17 (26,50) ^B
Hero 642 [®]	4 (6,25) ^B	4 (6,25) ^B	3 (4,70) ^A	11 (17,20) ^C
Valor de p*	0,042*	0,016*	0,192*	0,000*

*Qui-quadrado.

Letras maiúsculas comparam grupos na vertical. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre os grupos ($p < 0,05$).

Tabela 2. Incidência de fraturas radiculares de acordo com o sistema rotatório utilizado e nível de profundidade do canal radicular.

Grupos	Nível do canal radicular			Total
	9 mm n (%)	6 mm n (%)	3 mm n (%)	
Controle	0 (0,00) ^A	0 (0,00) ^A	0 (0,00) ^A	0 (0,00) ^A
BioRace [®]	3 (1,70) ^A	3 (16,70) ^B	0 (0,00) ^A	6 (33,40) ^B
K3 [®]	1 (5,50) ^A	0 (0,00) ^A	1 (5,50) ^A	2 (11,00) ^A
ProTaper Universal [®]	3 (16,70) ^A	4 (22,30) ^B	1 (5,50) ^A	8 (44,50) ^B
Hero 642 [®]	2 (11,10) ^A	0 (0,00) ^A	0 (0,00) ^A	2 (11,10) ^A
Valor de p*	0,386*	0,020*	0,548*	0,000*

*Qui-quadrado.

Letras maiúsculas comparam grupos na vertical. Letras iguais indicam ausência de diferença estatística entre os grupos ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O presente estudo investigou se a ocorrência de defeitos na dentina radicular durante o preparo de canais ovais é influenciada pelo tipo de sistema rotatório de NiTi utilizado. Os resultados demonstraram que o uso dos sistemas BioRace[®] e

ProTaper Universal[®] resultou no surgimento de elevada quantidade de trincas e fraturas radiculares. Assim, a hipótese nula testada foi rejeitada.

O método de seccionamento radicular empregado neste estudo tem sido amplamente utilizado na avaliação da

influência dos diferentes procedimentos endodônticos no surgimento de defeitos na dentina radicular.²² Essa metodologia permite, por meio da inspeção direta de discos de dentina, a observação de trincas e fraturas radiculares em diferentes profundidades da raiz.^{6,7,13,21,23} No entanto, este método tem sido questionado por alguns autores, que afirmam que a realização do corte poderia contribuir para a formação de micro trincas na dentina.^{6,8,22} No presente estudo, as amostras foram previamente inspecionadas, e apenas dentes com raízes sem defeitos foram incluídos. Além disso, nenhum defeito foi observado no grupo controle (raízes sem intervenção), o que sugere que o corte perpendicular dos espécimes para obtenção dos discos de dentina não gerou defeitos^{1,6,13,21} e que todas as trincas e fraturas radiculares registradas foram resultados dos procedimentos endodônticos. Vale a pena destacar que o uso do azul de metileno contribuiu para uma detecção mais acurada dos defeitos¹² e que a superfície radicular dos espécimes foi revestida com material à base de sílica de adição. Este procedimento objetivou mimetizar o ligamento periodontal.¹⁹

Apenas raízes distais de molares inferiores humanos foram utilizadas neste estudo. A padronização foi estabelecida a partir da escolha de raízes com canal único, com formação radicular completa e

dimensões internas semelhantes. A seleção de raízes com canais radiculares ovais e retos objetivou permitir o uso de limas calibrosas (BR0 #25/.08, BR3 #25/.06, F3 #30/.09 e F4 40/.06), visto que a influência desses instrumentos na formação de defeitos tem sido pouco estudada.^{7,12} Embora a literatura demonstre que a incidência de defeitos na dentina radicular possa ser influenciada pela anatomia interna/externa radicular,⁸ pouca atenção tem sido dada a padronização do tipo e morfologia radicular empregados,^{7,12,23} o que dificulta a explicação de resultados e comparação entre os estudos.^{8,12}

Inúmeros instrumentos e técnicas foram desenvolvidos e disponibilizados no mercado com o intuito de facilitar o preparo do canal radicular e aumentar os índices de sucesso da terapia endodôntica.⁴⁻⁸ Quatro diferentes sistemas rotatórios de NiTi (BioRace®, ProTaper Universal®, K3® e Hero 642®) foram utilizados neste estudo. Todos os sistemas são utilizados em rotação contínua e foram acionados seguindo as configurações propostas por seus respectivos fabricantes. Os instrumentos do sistema BioRace® apresentam ângulo de corte alternado, ponta inativa, área seccional triangular sem banda radial e tratamento eletrolítico.²⁴ As limas do sistema ProTaper Universal® possuem secção transversal triangular convexa e ângulo e inclinação helicoidal variáveis sobre suas

lâminas de corte.²⁵ Os instrumentos K3[®] apresentam design assimétrico e ângulo de corte ligeiramente positivo.²⁶ Já o sistema Hero 642[®] possui secção transversal em tripla hélice e ângulo de corte positivo.²⁷ Yoldas *et al.* (2012)¹⁴ destacaram que o desenho da ponta do instrumento, área de secção transversal e *taper* podem estar relacionados com a formação de trincas na dentina radicular. Para Hin *et al.* (2013)⁶ a conicidade do preparo pode ser um fator de contribuição na formação de defeitos dentinários.

Os resultados do presente estudo evidenciaram que o uso dos instrumentos BioRace[®] e ProTaper Universal[®] resultou em maior número de fraturas e trincas. As limas BR0 e BR3 do sistema BioRace[®] e a lima F3 do sistema ProTaper Universal[®] apresentam elevados *tapers*, .08, .06 e .09, respectivamente, o que poderia explicar a grande quantidade de defeitos observada nesses grupos. Tem sido demonstrado que o emprego de instrumentos calibrosos pode gerar elevada tensão às paredes do canal radicular o que levaria a formação de defeitos.^{6,15} Hero 642[®] foi o sistema que apresentou menor quantidade de defeitos. O uso de uma técnica que emprega apenas 2 instrumentos pode explicar esse achado. Estudos prévios observaram que o emprego de um sistema que envolve o uso de vários

instrumentos durante a ampliação do canal resultou em maior quantidade de defeitos radiculares.^{2,12,19}

Com relação aos níveis de profundidade do canal, maior quantidade de defeitos foi observada nos cortes realizados a 9 (cervical) e 6 (médio) mm do ápice radicular. Estudos já publicados confirmam que os terços cervical e médio de canais ovais sofrem maior estresse durante a ação dos instrumentos, tornando-se mais susceptíveis ao aparecimento de defeitos.^{5,8,28}

É importante ressaltar que este é um estudo *in vitro*, e que não é possível extrapolar seus resultados para situações clínicas. Outro aspecto importante é que não houve padronização com relação ao diâmetro cirúrgico dos preparos e torque utilizado. As características heterogêneas dos grupos, em relação a esses dois cuidados, apontam para as limitações deste estudo, visto a existência de evidência sobre a relação direta entre o calibre dos instrumentos e torque empregado no desenvolvimento de defeitos na dentina radicular.^{6,13,19,28,29} Novos estudos devem ser realizados com vistas ao estabelecimento de protocolos de preparo mais seguros.

CONCLUSÃO

Todos os sistemas rotatórios de NiTi promoveram defeitos na dentina radicular. Preparos realizados com os sistemas ProTaper Universal® e BioRace® produziram maiores quantidades de fraturas radiculares e outros defeitos, localizadas geralmente nos terços cervical e médio da raiz.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the occurrence of dentinal defects after root canal preparation with different instruments. One hundred extracted human mandibular molar were selected. The coronal portions and mesial roots were removed leaving distal roots of 14 mm in length. The roots were allocated into 1 control group and 4 experimental groups (n=20). Roots in the control group were left unprepared, whereas the others were prepared using BioRace®, K3®, ProTaper Universal® and Hero 642® nickel-titanium (NiTi) rotary systems. All roots were horizontally sectioned at 1, 3, 6, and 9 mm from the apex, stained with 1% methylene blue, and viewed through a stereomicroscope at 40X magnification. The slices were inspected, and the absence/presence of root dentin defects recorded. Statistical analysis of the data included frequency distribution and association testing. The statistical significance for the association between the variables was determined using the chi-square test. The established level of significance was $p < 0.05$. A total of 300 slices were examined. BioRace® was associated with a significantly higher number of partial cracks, craze lines and root fractures than K3® and Hero 642® ($p < 0.05$) but was not significantly different from ProTaper Universal® ($p > 0.05$). Regarding the different sections, more defects were observed in middle (6 mm) and coronal (9 mm) sections when compared with apical (3 mm) sections. The use of NiTi instruments during the root canal preparation resulted in the root dentin defects.

KEYWORDS: Endodontics; Root canal preparation; Treatment failure.

REFERÊNCIAS

1. Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. *Int Endod J.* 2010;43(4):321-7.
2. Kumari MR, Krishnaswamy MM. Comparative analysis of crack propagation in roots with hand and rotary instrumentation of the root canal -An ex vivo study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(7):Zc16-9.
3. Vaudt J, Bitter K, Neumann K, Kielbassa AM. Ex vivo study on root canal instrumentation of two rotary nickel-titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. *Int Endod J.* 2009;42(1):22-33.
4. Zuolo ML, De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJ, Lopes RT, Souza EM, et al. Micro-computed tomography assessment of dentinal micro-cracks after root canal preparation with TRUShape and Self-adjusting File systems. *J Endod.* 2017;43(4):619-22.
5. Karatas E, Gunduz HA, Kirici DO, Arslan H, Topcu MC, Yeter KY. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne instruments. *J Endod.* 2015;41(2):261-4.
6. Hin ES, Wu MK, Wesselink PR, Shemesh H. Effects of self-adjusting file, Mtwo, and ProTaper on the root canal wall. *J Endod.* 2013;39(2):262-4.
7. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod.* 2013;39(4):501-4.
8. Liu R, Hou BX, Wesselink PR, Wu MK, Shemesh H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod.* 2013;39(8):1054-6.
9. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics.* 2005;10(1):30-76.

10. Borges AH, Pereira TM, Porto AN, de Araujo Estrela CR, Miranda Pedro FL, Aranha AM, et al. The influence of cervical preflaring on the amount of apically extruded debris after root canal preparation using different instrumentation systems. *J Endod.* 2016;42(3):465-9.
11. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269-96.
12. Borges AH, Damiao MS, Pereira TM, Filho GS, Miranda-Pedro FL, Luiz de Oliveira da Rosa W, et al. Influence of cervical preflaring on the incidence of root dentin defects. *J Endod.* 2018;44(2):286-91.
13. Bier CA, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu MK. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod.* 2009;35(2):236-8.
14. Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. *J Endod.* 2012;38(2):232-5.
15. Capar ID, Saygili G, Ergun H, Gok T, Arslan H, Ertas H. Effects of root canal preparation, various filling techniques and retreatment after filling on vertical root fracture and crack formation. *Dent Traumatol.* 2015;31(4):302-7.
16. Zuli TAB, Guedes OA, Gonçalves G, da Silva Júnior AR, Borges Á H, Aranha AMF. Effect of post space preparation drills on the incidence of root dentin defects. *Restor Dent Endod.* 2020;45(4):e53.
17. Tamse A. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: diagnostic signs and clinical management. *Endodontic Topics.* 2006;13(1):84-94.
18. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271-5.
19. Ashwinkumar V, Krithikadatta J, Surendran S, Velmurugan N. Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. *Int Endod J.* 2014;47(7):622-7.
20. Helvacioğlu-Yigit D, Aydemir S, Yilmaz A. Evaluation of dentinal defect formation after root canal preparation with two reciprocating systems and hand instruments: an in vitro study. *Biotechnol Biotechnol Equip.* 2015;29(2):368-73.
21. Shemesh H, Bier CA, Wu MK, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J.* 2009;42(3):208-13.
22. A. Versiani M, Souza E, De-Deus G. Critical appraisal of studies on dentinal radicular microcracks in endodontics: methodological issues, contemporary concepts, and future perspectives. *Endodontic Topics.* 2015;33(1):87-156.
23. Khoshbin E, Donyavi Z, Abbasi Atibeh E, Roshanaei G, Amani F. The effect of canal preparation with four different rotary systems on formation of dentinal cracks: An in vitro evaluation. *Iran Endod J.* 2018;13(2):163-8.
24. Debelian G, Trope M. BioRaCe: efficient, safe and biological based sequence files. *Roots.* 2008;1:20-6.
25. Ruddle CJ. The protaper technique. *Endodontic topics.* 2005;10(1):187-90.
26. Gianluca G. The K3 rotary nickel titanium instrument system. *Endodontic Topics.* 2005;10(1):179-82.
27. Vulcain JM, Calas P. The three wave concept of Hero 642. *Endod Prac.* 1999;2(2):20-4, 6, 8-31.
28. Li SH, Lu Y, Song D, Zhou X, Zheng QH, Gao Y, et al. Occurrence of dentinal microcracks in severely curved root canals with ProTaper Universal, WaveOne, and ProTaper Next File systems. *J Endod.* 2015;41(11):1875-9.
29. Dane A, Capar ID, Arslan H, Akcay M, Uysal B. Effect of different torque settings on crack formation in root dentin. *J Endod.* 2016;42(2):304-