

ANÁLISE COMPARATIVA DA CAPACIDADE DE PREPARO DE DOIS SISTEMAS ROTATÓRIOS POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO AUTOMATED SYSTEMS FOR ROOT CANAL TRANSPORT AND CENTRALIZATION BY COMPUTED TOMOGRAPHY

DANIELA LUIZA ALVES¹, SHAYANNE MARIA CLAUDINA SILVA², ADRIANA LUSTOSA PEREIRA³, FABRÍCIO LUSCINO ALVES DE CASTRO⁴, DANIELA TAVARES TAGUATINGA^{5*}, TESSA DE LUCENA BOTELHO⁶, KELLY FIRMINO BRUNO⁷

1. Especialista em Endodontia pela Universidade Paulista, Campus Flamboyant; 2. Especialista em Endodontia pela Universidade Paulista, Campus Flamboyant; 3. Doutora em Odontologia pela Universidade de São Paulo; 4. Doutor em Dentística Restauradora pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 5. Mestre em Endodontia pela Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic; 6. Pós-Doutorado em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás; 7. Pós-Doutora em Endodontia pela Universidade Luterana do Brasil

Rua 233, número 461, setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil CEP 74605-120. danitaguatinga@hotmail.com

Recebido em 28/05/2020. Aceito para publicação em 29/06/2020

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa de dois sistemas rotatórios quanto ao transporte do canal radicular e a centralização do preparo, por meio de tomografia computadorizada. Foram selecionados 15 molares inferiores com dois canais mesiais devidamente separados, aleatoriamente distribuídos em dois grupos: Protaper Next (PTN) (n=15) e ProDesign Logic (PDL) (n=15). Capturas pré e pós-instrumentação foram obtidas por meio de tomografia computadorizada, com cortes axiais correspondentes às distâncias de 3, 6 e 9 mm a partir do ápice radicular. O transporte do canal foi avaliado, em que o resultado zero (0) indicou ausência de transporte, resultado negativo indicou transporte para longe da furca e resultado positivo em direção à furca. A centralização do preparo também foi avaliada, onde o resultado um (1) indicou habilidade de centralização. Os dados foram analisados por meio do Teste T-Student com nível de significância de 5%. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas testados quanto ao transporte do canal radicular, em todas as distâncias ($p<0,001$). O sistema PDL apresentou valores mais próximos de zero e negativos, quando comparado ao PTN, com valores maiores e positivos. Em relação à centralização do preparo, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas testados, em todas as distâncias ($p<0,001$). O sistema PDL apresentou valores mais próximos de um, quando comparado ao PTN. O sistema PDL propiciou menor transporte do canal radicular e maior capacidade de centralização do preparo do que o sistema PTN.

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia, instrumentos odontológicos, tomografia computadorizada

ABSTRACT

This project aim was to achieve a comparative analysis of two rotary systems regarding root canal transportation and centralization from prepare through computed tomography. It was selected 15 mandibular molars with two Mesiobuccal

canals properly separated, randomly assigned into two groups: Protaper Next (PTN) (n=15) and ProDesign Logic (PDL) (n=15). Capture pre and post-instrumentation were obtained through computed tomography, with axial sections corresponding from a distance at 3, 6 and 9 mm from root apex. The canal transportation was evaluated, whereby the zero (0) result indicated transportation absence, negative result indicated transportation far from furcation and positive result towards furcation. Centralization prepare was also evaluated, whereby the result one (1) indicated centralization ability. The data were analyzed by T-Student Test with 5% significance level. Considerable statistically differences were found among tested systems with respect to root canal transportation in all distances ($p<0,001$). PDL system performed values closely to zero and negative when compared to PTN, with higher and positive values. With respect to prepare centralization, were found considerable statistically differences among tested systems in all distances ($p<0,001$). PDL system performed values closely to one, when compared to PTN. PDL system propitiated lower root canal transportation and prepare centralization increased capability than PTN system.

KEYWORDS: Endodontics, dental instruments, computed tomography.

1. INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico é uma etapa essencial do tratamento endodôntico e deve ser pautado em parâmetros biológicos e mecânicos que propiciem a cura, com a manutenção da morfologia original do canal e a preservação da posição foraminal¹. Todavia, manter esta modelagem consiste em um desafio, principalmente em anatomias curvas e atóricas, em que há a tendência de desvio do leito original.

Os instrumentos automatizados de níquel titânio (NiTi) têm possibilitado melhor qualidade de preparo nestas complexidades anatômicas, todavia, com risco de fratura. Com o intuito de melhorar a flexibilidade e a

resistência à fadiga desses instrumentos, novas ligas de NiTi vêm sendo desenvolvidas. A liga M Wire é obtida por um processo termomecânico especial, que faz com que a martensita esteja presente em sua microestrutura², capaz de aumentar a flexibilidade e melhorar a resistência à fadiga por flexão, presente nas limas Protaper Next (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça)³. Outra liga de NiTi otimizada é a de Memória Controlada, fabricada por um processo único que controla a memória de forma do material, permitindo que o instrumento acompanhe a trajetória anatômica do canal e reduza o risco de acidentes⁴, presente nas limas ProDesign Logic (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil).

Mesmo diante de tantos melhoramentos nos sistemas automatizados, sabe-se que diferenças no desenho e na fabricação dos instrumentos podem resultar em variabilidade na modelagem final do canal radicular e distinto desempenho clínico. Assim, preparar o canal radicular de forma efetiva continua sendo um dos aspectos críticos do tratamento endodôntico, com risco de acidentes como degraus, desvios, perfurações e transporte apical. O ideal é que após a instrumentação do canal radicular, o mesmo tenha sua anatomia respeitada⁵.

A tomografia computadorizada permite uma análise metricamente exata de variáveis como volume e área de superfície⁶ e tem sido preconizada em estudos que avaliam a capacidade dos instrumentos na preservação da anatomia do canal radicular, no que concerne ao seu transporte e centralização do preparo⁷.

O transporte do canal é determinado pela medida da menor distância a partir do canal não instrumentado até a periferia da raiz (mesial e distal), e então se subtraindo essas mesmas medidas de imagens de canais instrumentados. A centralização do preparo indica a habilidade do instrumento em manter-se centralizado no canal⁸.

Assim, o êxito do tratamento endodôntico está diretamente relacionado ao adequado preparo do canal radicular, que por sua vez está na dependência da escolha acertada dos instrumentos a serem utilizados. Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo realizar uma análise comparativa de dois sistemas rotatórios quanto ao transporte do canal radicular e centralização do preparo, por meio de tomografia computadorizada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Seleção e preparo dos dentes

Para o presente estudo foram selecionados 94 primeiros e segundos molares inferiores humanos extraídos com formação radicular completa, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Paulista (Protocolo 1.544.110).

Os dentes foram radiografados em aparelho radiográfico de 70 Kvp / 8 mA tipo Seletronic (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil), por meio de sensor intraoral digital Snapshot (Kavo, Joinville, Brasil) em um tempo de exposição de 0,32 segundos à uma

distância de 10 cm, todos com as raízes mesiais posicionadas para a direita do operador. As imagens obtidas foram utilizadas para determinar o ângulo de curvatura de acordo com o método de Schneider (1971)⁹ a partir do software Cliniview (Kavo, Joinville, Brasil). Para definir este ângulo, uma linha foi traçada da embocadura do canal seguindo o seu longo eixo e outra foi traçada a partir do forame. O ângulo agudo formado pelo cruzamento dessas linhas determinou o ângulo de curvatura. A partir de então, foram selecionados os dentes cujas raízes mesiais apresentassem ângulos entre 31° a 48° graus.

Os critérios de inclusão compreenderam molares com raízes mesiais moderadamente curvas, com dois canais radiculares e forames independentes, nos quais foi possível a introdução de uma lima #10 K-File (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), até o comprimento de trabalho. Assim, dos 94 dentes pré-selecionados, apenas 15 enquadraram-se nestes critérios.

O acesso da câmara pulpar foi realizado com pontas diamantadas de haste longa 1014 e 1016 (KG Sorensen, Cotia, Brasil). Essas também foram utilizadas para pequenos ajustes nas coroas dentárias, com vistas à padronização do comprimento dos dentes a serem instrumentados.

Com intuito de otimizar o local em que as medidas seriam realizadas nas imagens tomográficas, marcações foram efetuadas na raiz mesial por meio da inserção de metade da ponta ativa de uma broca carbide esférica número ½ de 19 mm na face vestibular (KG Sorensen, Cotia, Brasil), nos comprimentos de 3 mm, 6 mm e 9 mm a partir do ápice radicular, mensurados com régua flexível (Figura 1).



Figura 1. Marcações a cada 3 mm realizadas na raiz mesial. **Fonte:** os Autores.

Os 15 dentes selecionados com dois canais devidamente separados, perfizeram um total de 30 canais mesiais, aleatoriamente distribuídos em 15 canais

(n=15) para cada tipo de sistema a ser testado: Protaper Next (PTN) e ProDesign Logic (PDL).

Imagens por Tomografia Computadorizada

Para a obtenção das imagens tomográficas foi utilizada uma forma pré-fabricada de silicone contendo 15 compartimentos individualizados medindo aproximadamente 20 mm em seu maior diâmetro e 10 mm de profundidade, estes foram preenchidos por completo com material de impressão de alta precisão de silicone de condensação (Reflex, Yller, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil) e os dentes introduzidos neste material, individualmente com as cavidades de acesso coronário voltadas para cima, perpendiculares ao plano vertical, todos com a raiz distal posicionada para o mesmo lado, visando o correto reposicionamento e padronização durante a obtenção das imagens pré e pós-instrumentação. Para a captura das imagens foi utilizado o tomógrafo Eagle 3D (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil), com o seguinte protocolo de aquisição: FOV 8x12 cm, UHD, VOXEL 0,16 mm em regime de 85 kV a 0,5 mA. Foram obtidas as imagens DICOM originais e o volume analisado por meio do software RadiAnt Dicom Viewer em sistema operacional Windows.

Preparo do canal radicular

Anterior ao preparo dos dentes, os mesmos foram colocados em solução salina fisiológica por 30 minutos para hidratação, uma vez que estavam secos devido à primeira captura tomográfica.

O comprimento de trabalho foi estabelecido com lima #10 K-File (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), introduzida no canal radicular até sua visualização no forame apical e subtraído de 1 mm. A patência do canal foi realizada com uma lima #15 K-File, (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) até a saída do forame apical. O preparo dos canais foi realizado por um único endodontista, com os sistemas rotatórios selecionados.

Os instrumentos PTN foram acionados pelo respectivo motor do fabricante X-Smart Plus (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), com velocidade de 300 rpm e torque de 2,0 Ncm. A sequência de instrumentação compreendeu: ProTaper Universal SX (35.03) em dois terços do comprimento de trabalho, seguida de X1 (17.04) e X2 (25.06) em todo comprimento de trabalho.

Os instrumentos PDL foram acionados pelo respectivo motor do fabricante Easy Endo SI (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil). A sequência de instrumentação compreendeu: Instrumento glide (25.01) com velocidade de 350 rpm e torque de 1,0 Ncm, seguido do instrumento finalizador (25.06) com velocidade de 950 rpm e torque de 4 Ncm, ambos no comprimento de trabalho.

Cada instrumento foi utilizado para preparar quatro canais. Ainda, foi limpo a cada três avanços no interior do canal radicular e a irrigação foi realizada com seringa e agulha Endo-Eze Irrigator Tip 27 Ga (Ultradent, South Jordan, UT), utilizando-se 5 ml de hipoclorito de sódio

a 2,5%. A irrigação final com 2 ml de EDTA permaneceu no canal por três minutos, seguida de 5 ml de hipoclorito de sódio a 2,5%. Os canais foram secos com cones de papel absorventes (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) e posteriormente reposicionados no suporte em mesma posição para a realização da tomografia pós-instrumentação.

Análise tomográfica

Para a análise do transporte do canal radicular, cortes axiais correspondentes às distâncias de 3, 6 e 9 mm a partir do ápice radicular foram selecionados. Este transporte foi calculado em milímetros utilizando-se a fórmula $[(X1 - X2) - (Y1 - Y2)]$, descrita por Gambill *et al.* (1996)⁸, em que X1 consiste na menor distância da borda do canal não instrumentado até a periferia mesial da raiz, X2 a menor distância da borda do canal instrumentado até a periferia mesial da raiz, Y1 a menor distância da borda do canal não instrumentado até a periferia distal da raiz e Y2 a menor distância da borda do canal instrumentado até a periferia distal da raiz (Figura 2).

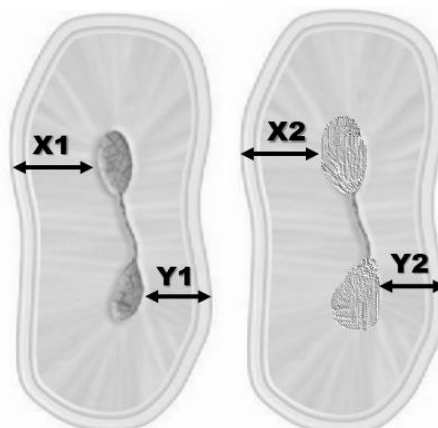


Figura 2. Desenho representativo das seções dos dentes, mostrando como as relações de transporte e centralização foram obtidas. Imagem não instrumentada à esquerda. Imagem instrumentada à direita. **Fonte:** os Autores.

Medidas pré e pós-instrumentação foram comparadas para revelar a presença ou ausência de desvios na anatomia do canal. De acordo com esta fórmula, o resultado zero (0) indica ausência de transporte do canal. Um resultado negativo indica transporte para longe da região de furca e um resultado positivo indica transporte em direção à região de furca.



Figura 3. Imagem tomográfica dos cortes axiais para análise da centralização do preparo.

Para a análise da centralização do preparo, cortes axiais correspondentes às distâncias de 3, 6 e 9 mm a partir do ápice radicular foram selecionados. Esta

centralização foi calculada a partir da fórmula $[(X1 - X2) / (Y1 - Y2)]$, descrita por Gambill *et al.* (1996)⁸, com os mesmos parâmetros supracitados (Figura 3). De acordo com esta fórmula, o resultado um (1) indica perfeita habilidade de centralização. Quanto mais próximo de zero (0) menor a capacidade do instrumento em manter-se no eixo central do canal¹⁵.

Análise Estatística

Os dados foram analisados por meio do Teste T-Student, com intuito de comparar a capacidade de transporte do canal radicular e a centralização do preparo, propiciada pelos sistemas rotatórios testados, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as médias e os desvios padrão dos dados de transporte do canal radicular para os dois sistemas rotatórios avaliados e considerando-se a distância para o ápice radicular. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas nas distâncias de 3 mm, 6 mm e 9 mm ($p < 0,001$). Valores de transporte mais próximos de zero (0) indicam maior efetividade do instrumento neste quesito.

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos dados de transporte do canal radicular para os sistemas rotatórios avaliados.

Sistema	Distância do ápice (mm)	Média (±DP)
PTN	3	0,391 (0,206)
	6	0,430 (0,260)
	9	0,400 (0,221)
PDL	3	-0,037 (0,139)
	6	-0,048 (0,122)
	9	-0,037 (0,129)

Fonte: os Autores.

Assim, o sistema PDL gerou menor transporte do canal do que o instrumento PTN, independente da distância do ápice radicular, sendo que os valores foram negativos para o primeiro e positivos para o segundo. Este fato torna-se relevante porque valores negativos indicam o transporte do canal para longe da região de furca, já valores positivos, em direção à região de furca.

Tabela 2. Médias e desvios padrão dos dados de centralização do preparo para os sistemas rotatórios avaliados.

Sistema	Distância do ápice (mm)	Média (±DP)
PTN	3	0,362 (0,355)
	6	0,445 (0,367)
	9	0,265 (0,277)
PDL	3	0,768 (0,670)
	6	0,681 (0,182)
	9	0,721 (0,185)

Fonte: os Autores.

A Tabela 2 apresenta as médias e os desvios padrão dos dados de centralização do preparo para os dois sistemas rotatórios avaliados e considerando-se a

distância para o ápice radicular. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas nas distâncias de 3 mm, 6 mm e 9 mm ($p < 0,001$). Valores de centralização mais próximos de 1 indicam maior efetividade do instrumento neste quesito. Assim, o sistema PDL apresentou maior capacidade de manter-se no eixo central do canal do que o sistema PTN, independente da distância do ápice radicular.

4. DISCUSSÃO

A Endodontia teve grande avanço nas últimas décadas e o desenvolvimento de novas tecnologias otimizou o preparo do canal radicular. A instrumentação automatizada está diretamente relacionada ao uso de uma liga metálica específica, de níquel titânio, que entrou definitivamente para o arsenal do endodontista. Desde então, fabricantes procuram usar e aperfeiçoar suas características físico-químicas para superar os desafios inerentes ao preparo dos canais radiculares^{2,3}.

Para o presente estudo, foram selecionados os sistemas PTN e PDL, por serem amplamente utilizados na clínica diária e confeccionados a partir de ligas de NiTi aprimoradas. Sabe-se que o método de fabricação pode afetar significativamente o desempenho clínico de tais instrumentos, alicerçando de forma expressiva suas indicações^{10,11}.

No estudo de Celikten *et al.* (2015)¹² verificou-se que os sistemas PTN e New OneShape (MicroMega, Bensançon, França) produziram transporte similar do canal.

Capar *et al.* (2014)¹³ ao comparar seis sistemas automatizados, OneShape (MicroMega, Besançon, França), ProTaper Universal F2 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), ProTaper Next X2 (Dentsply Maillefer), Reciproc R25 (VDW, Munique, Alemanha), Twisted File Adaptive SM2 (SybronEndo, Orange, CA) e WaveOne primário (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), também concluíram não haver diferença significativa entre os seis grupos quanto ao transporte do canal radicular.

Em contrapartida, Venino *et al.* (2016)¹⁴ verificaram que o sistema PTN apresentou maior transporte do canal do que o instrumento HyFlex EDM (Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland), sendo este desempenho atribuído à liga CM presente no instrumento HyFlex.

O resultado supracitado corrobora com o presente estudo, em que o sistema PDL, confeccionado com liga CM, permitiu menor transporte do canal radicular. Acredita-se que esta liga, por não apresentar o efeito memória de forma, permite que o instrumento não volte a sua forma original durante o preparo, e consequentemente, reduza o risco de transporte e desvio do leito original do canal¹⁴.

Deve-se ressaltar ainda, a direção em que os transportes do canal ocorreram nos dois sistemas. No sistema PDL, os valores foram mínimos e negativos, ou seja, em sentido contrário à furca. Já no sistema PTN, os valores foram cerca de 10 vezes maiores que o PDL e em direção à furca.

Verificou-se também a capacidade de centralização do preparo do canal radicular quando da utilização destes dois sistemas, visto ser esta uma característica importante na manutenção da anatomia original durante o tratamento endodôntico.

O presente estudo mostrou a superioridade do sistema PDL em produzir preparos radiculares mais centralizados que o sistema PTN. Estudo de Jain *et al.* (2015)¹⁵, também demonstrou resultados inferiores com a PTN com relação à centralização do preparo do canal radicular quando comparada com o sistema Revo S (RS, MicroMega, Bensançon, França). Em contrapartida, em estudo de Pasqualini *et al.* (2015)¹⁶, a PTN proporcionou preparos mais centralizados que a BioRace.

No estudo de Uzunoglu; Turker (2015)¹⁷, OneShape e PTN apresentaram resultados estatisticamente semelhantes. Tais estudos não conseguiram comprovar a capacidade superior da liga M Wire em detrimento da liga NiTi convencional (sem tratamento térmico), em manter o preparo do canal radicular mais centralizado.

Todavia, em estudo realizado por VENINO *et al.* (2016)¹⁴ o instrumento HyFlex (Coltene/Whaledent, Altstätten, Switzerland) apresentou melhor desempenho na centralização do preparo radicular do que a PTN (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), sendo este desempenho atribuído à liga CM presente no instrumento HyFlex.

O resultado acima está em concordância com o presente estudo, em que o sistema PDL também confeccionado com liga de NiTi CM, apresentou melhor performance no preparo do canal radicular, com maior centralização do mesmo¹⁴.

Deve-se ressaltar que a PDL mostrou valores mais próximos de 1 nas distâncias de 3, 6 e 9 mm do ápice radicular, ou seja, sua capacidade de centralização ocorreu nos três terços do canal radicular, cervical, médio a apical.

Vale salientar ainda, a importância de constantes pesquisas que investiguem a qualidade dos sistemas automatizados rotineiramente lançados no mercado, que respaldem a escolha de instrumentos seguros e eficazes para os profissionais.

5. CONCLUSÃO

O sistema PDL propiciou menor transporte do canal radicular e maior capacidade de centralização do preparo do que o sistema PTN.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Marzouk AM, Ghoneim AG. Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *Journal of Endodontics* 2013; 39:906-909.
- [2] Berendt CJ. Method of preparing Ni-Ti for use in manufacturing instruments with improved fatigue resistance. US Patent Application. 2007.
- [3] Borges AH, Pereira TM, Porto AN, *et al.* The influence of cervical preflaring on the amount of apically extruded debris after root canal preparation using different instrumentation systems. *Journal of Endodontics* 2016; p. 1-5.
- [4] Ninan E, Berzins DW. Bending properties of shape memory and superelastic nickel- titanium Rotatory instruments. *Journal of Endodontics* 2013; 39:101-104.
- [5] Pagliosa A, Sousa-Neto MD, Versiani MA, *et al.* Computed tomography evaluation of rotator systems on the root canal transportation and centering ability. *Braz Oral Res* 2015; 29:1-7.
- [6] Elsherief SM, Zayet MK, Hamouda I M. Cone-beam computed tomography analysis of curved root canals after mechanical preparation with three nickel-titanium rotary instruments. *J Biomed Res*; 2013; 27(4):326-35.
- [7] Lofthag-Hansen S, Huuomonen S, Gröndahl K, *et al.* Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103:114-9.
- [8] Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *Journal of Endodontics* 1996; 369-75.
- [9] Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Patol* 1971; 2(32):271-5.
- [10] Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics* 2005; 10:30-76.
- [11] Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics* 2004; 30:559-67.
- [12] Celikten B, Uzuntas CF, Kursun S, *et al.* Comparative evaluation of shaping ability of two nickel-titanium rotary systems using cone beam computed tomography. *BMC Oral Health* 2015; 32:3-8.
- [13] Capar ID, Ertas H, Ok E, *et al.* Comparative study of different novel nickel-titanium rotatory systems for root canal preparation in severely curved root canals. *Journal of Endodontics* 2014; 40:852-56.
- [14] Venino PM, Citterio CL, Pellegatta A, *et al.* A Micro-Computed Tomography Evaluation of the Shaping Ability of Two Nickel-Titanium Instruments, HyFlex EDM and ProTaper Next. *Journal of Endodontics* 2016; 1-5.
- [15] Jain D, Medha A, Patil N, *et al.* Shaping ability of the fifth generation ni-ti rotary systems for root canal preparation in curved root canals using cone-beam computed tomographic: an in vitro study. *J. Int. Oral Health* 2015; 57-61.
- [16] Pasqualini D, Alovisei M, Cemenasco A, *et al.* Micro-Computed Tomography Evaluation of ProTaper Next and BioRace Shaping Outcomes in Maxillary First Molar Curved Canals. *Journal of Endodontics* 2005; 1707-1710.
- [17] Uzunoglu E, Turker SA, & GÖRDUYSUS M. Effects of Different Rotary Files Combined with Different Irrigation Needles on Apically Extruded Debris. *Brazilian Dental Journal* 2015; 26(4):347-350.