



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**AVALIAÇÃO DA CENTRALIZAÇÃO DO PREPARO BIOMECÂNICO
EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS COM OS SISTEMAS
PROTAPER UNIVERSAL™, PROFILE™ E TWISTED FILE™.**

DANIELA DE ANDRADE MENDES

Recife

2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ODONTOLOGIA

**AVALIAÇÃO DA CENTRALIZAÇÃO DO PREPARO BIOMECÂNICO
EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS COM OS SISTEMAS
PROTAPER UNIVERSAL™, PROFILE™ E TWISTED FILE™.**

Dissertação apresentada ao colegiado do Curso de Mestrado em Odontologia com área de concentração em Clínica Integrada da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar
Co-Orientadora: Andréa Cruz Câmara

DANIELA DE ANDRADE MENDES

Recife

2010

Mendes, Daniela de Andrade

Avaliação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares preparados com os sistemas ProTaper Universal™, Profile™ e Twisted File™ / Daniela de Andrade Mendes. – Recife: O Autor, 2010.

112 folhas: il., fig., tab., gráf.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Odontologia, 2010.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Canal radicular. 2. Preparo biomecânico. 3. Instrumentos rotatórios. 4. Níquel-titânio. I. Título.

616.314.16
617.634 2

CDU (2.ed.)
CDD (20.ed.)

UFPE
CCS2010-062



DANIELA DE ANDRADE MENDES

**AVALIAÇÃO DA CENTRALIZAÇÃO DO PREPARO BIOMECÂNICO
EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS COM OS SISTEMAS
PROTAPER UNIVERSAL™, PROFILE™ E TWISTED FILE™.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Geraldo Bosco Lindoso Couto – UFPE
Presidente

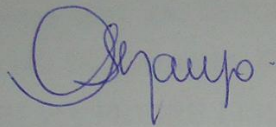
Profª. Drª. Rosana Maria Coelho Travassos – UPE
1º Examinador

2º Examinador
Profª. Drª. Jurema Freire Lisboa de Castro – UFPE

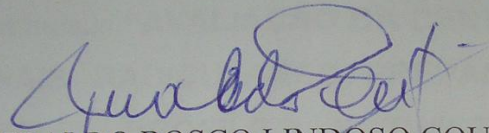
Ata da 99ª Defesa de Dissertação do Curso de Mestrado em Odontologia com área de Concentração em Clínica Integrada do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 25 de março de 2010.

Às 09:30(nove horas e trinta minutos) do dia 25 (Vinte e cinco) do mês de março do ano de dois mil e dez, reuniram-se no auditório do Curso de Pós Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco, os membros da Banca Examinadora, composta pelos professores: Prof. Dr. GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO, atuando como presidente, Profa. Dra. ROSSANA MARIA COELHO TRAVASSOS, atuando como primeiro examinador, Profa. Dra. JUREMA FREIRE LISBOA DE CASTRO, atuando como segundo examinador, para julgar o trabalho intitulado **“AVALIAÇÃO DA CENTRALIZAÇÃO DO PREPARO BIOMECÂNICO EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS COM OS SISTEMAS PROTAPER UNIVERSAL™, PROFILE™ E TWISTED FILE™”**, da mestrande DANIELA DE ANDRADE MENDES, candidata ao Grau de Mestre em Odontologia, na Área de Concentração em CLINICA INTEGRADA, sob orientação da Prof.Dr. CARLOS MENEZES AGUIAR e Co-orientação da Profa. ANDREA CRUZ CAMARA. Dando início aos trabalhos o Prof. Dr. GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO, membro do Programa de Pós Graduação em Odontologia abriu os trabalhos convidando os senhores membros para compor a Banca Examinadora, foram entregues aos presentes cópias do Regimento Interno do Curso de Mestrado em Odontologia, que trata dos critérios de avaliação para julgamento da Dissertação de Mestrado. O presidente da mesa após tomar posse conferiu os membros, seguindo convidou a CD. DANIELA DE ANDRADE MENDES, para expor sobre o aludido tema, tendo sido concedido trinta minutos. A candidata expôs o trabalho e em seguida colocou-se a disposição dos Examinadores para argüição. Após o término da argüição os Examinadores reuniram-se em secreto para deliberações formais. Ao término da discussão, atribuíram a candidata os seguintes conceitos: Profa. Dra. ROSSANA MARIA COELHO TRAVASSOS (**APROVADA**), Prof. Dra. JUREMA FREIRE LISBOA DE CASTRO, (**APROVADA**), Prof. Dr. GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO , (**APROVADA**), a candidata recebeu três conceitos (**APROVADA**) considerada (**APROVADA**), devendo a candidata acatar as sugestões da Banca Examinadora e de acordo com o Regimento Interno do Curso, face a aprovação, fica a candidata, apta a receber o Grau de Mestre em Odontologia, cabendo a Universidade Federal de Pernambuco através

sua Pró-Reitoria para Assuntos de Pesquisa e Pós Graduação, tomar as providências cabíveis. Nada mais havendo a tratar, O Presidente da Banca Examinadora encerrou a sessão e para constar foi lavrada a presente ata que vai por mim assinada, Oziclere Sena de Araújo e pelos demais componentes da Banca Examinadora e pela recém formada mestre pela UFPE, **DANIELA DE ANDRADE MENDES**

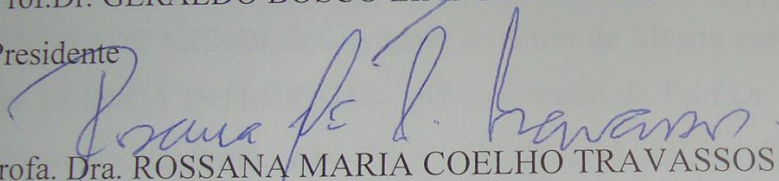


Recife, 25 de março de 2010.



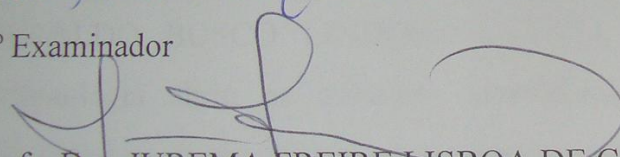
Prof.Dr. GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO

Presidente



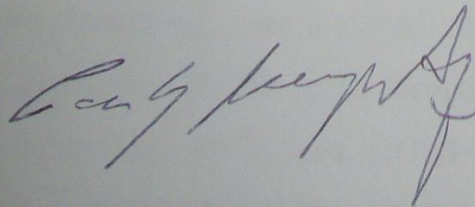
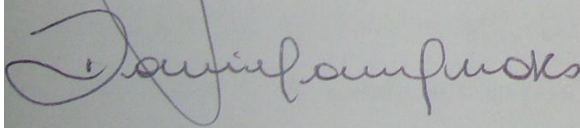
Profa. Dra. ROSSANA MARIA COELHO TRAVASSOS

1º Examinador



Profa. Dra. JUREMA FREIRE LISBOA DE CASTRO

2º Examinador



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

REITOR

Prof. Dr. Amaro Henrique Pessoa Lins

VICE-REITOR

Prof. Dr. Gilson Edmar Gonçalves e Silva

PRÓ-REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prof. Dr. José Thadeu Pinheiro

VICE-DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prof. Dr. Márcio Antônio de Andrade Coelho Gueiros

**COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ODONTOLOGIA**

Prof. Dr. Jair Carneiro Leão

CORPO DOCENTE

Alessandra de Albuquerque Tavares Carvalho

Anderson Stevens Leonidas Gomes

Carlos Menezes Aguiar

Claudio Heliomar Vicente da Silva

Geraldo Bosco Lindoso Couto

Jair Carneiro Leão

Jurema Freire Lisboa de Castro

Lucia Carneiro de Souza Beatrice

Renata Cimões Jovino Silveira

SECRETÁRIA

Oziclere Sena de Araújo

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que me apoiaram e contribuíram sobremaneira para a realização desta pesquisa e entrega desta dissertação, dentre elas:

Primeiramente agradeço a DEUS pela minha vida, pela garra e perseverança que me motivaram a seguir e buscar meus maiores objetivos. Pela paciência e coragem que me motivaram a prosseguir nos momentos de angústia. A minha querida mãe, NOSSA SENHORA que sempre me acompanha, intercede por mim e acalma meu coração nos momentos de aflição.

Ao meu **Pai** e minha **Mãe**, que sempre torceram por mim. Deram-me a serenidade e o apoio necessário na busca dos meus ideais. Levantaram-me e incentivaram-me nos momentos em que pensei em desistir, mostrando que intercorrências existem e que sou forte o bastante para superá-las. Para eles, sempre serei a MELHOR em tudo que faço. Razão da minha vida. Agradeço por toda a dedicação, devoção e abnegação. A eles retribuo com mais essa conquista.

À minha irmã **Juliana**, pela paciência, companheirismo, incentivo. Pela torcida constante. Ao meu fiel, amigo e escudeiro, **Pingo**, companheiro constante de todas as horas dedicadas ao meu estudo. A quem amo como um irmão. Obrigada por tudo.

Ao meu amor, **Alexandre** pelo apoio incondicional e por me incentivar todas as vezes que me senti desmotivada. Pelo amor, PACIÊNCIA, compreensão e carinho que sempre dedicou a mim no decorrer deste ano e da minha pesquisa, o meu muito obrigada.

À minha **Família** pelos momentos de sublime convivência e compreensão as minhas constantes ausências.

Ao meu orientador, **Professor Dr. Carlos Menezes Aguiar**, que foi meu professor, orientador e meu mestre. Que sempre acreditou em mim no meu potencial. Agradeço pela paciência e dedicação. Pela nossa longa convivência. Por sua orientação e amizade. A profissional que sou hoje agradeço a você. Minha formação acadêmica, especialização e título de mestre, estarão sempre atrelados ao teu nome. Você sempre foi uma peça fundamental na minha formação. E a isto serei eternamente grata.

À **Andréa Cruz Câmara**, uma amiga e minha co-orientadora. A quem sempre recorri, pedi ajuda e prontamente fui atendida. Agradeço pela sua dedicação, ajuda e confiança. Você foi indispensável na minha formação. A você também dedico mais esta minha vitória. Você que sempre esteve ao meu lado, me ajudando e incentivando teve uma grande importância em minha formação. Sei que sempre poderei contar contigo. E você comigo. Obrigada por tudo.

Ao **Professor Dr. Amaro Henrique Pessoa Lins**, Magnífico Reitor da Universidade Federal de Pernambuco.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia** pela oportunidade de realização desta etapa da minha formação acadêmica.

Ao **Professor Dr. Jair Carneiro Leão**, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

A todos os **Professores da Pós-Graduação**, pelos ensinamentos transmitidos durante o Curso.

Aos **Colegas de Curso**, pela convivência, amizade e companheirismo em todos os momentos.

Aos **Funcionários da Pós-Graduação** em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco, em especial a **Ozicleres Sena**, por toda ajuda e paciência.

Aos **amigos** que sempre estiveram ao meu lado, torcendo por mim e apoiando-me mesmo distantes. Meu agradecimento especial a Bruna Farias, amiga querida e fundamental em minha trajetória durante o mestrado. As amigas inestimáveis, Juliana Luna e Alexsandra Freire por estarem sempre ao meu lado. Por entenderem minha correria e eventuais ausência. Por sempre terem uma palavra amiga e de ânimo. Amigas-irmãs que escolhi e que levarei comigo para sempre

Àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

NORMATIZAÇÃO

NORMATIZAÇÃO

Este trabalho foi elaborado de acordo com as seguintes Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- NBR 14724 de agosto de 2002: Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação.
- NBR 6023 de agosto de 2002: Informação e documentação – Referências - Elaboração.
- NBR 10520 de agosto de 2002: Informação e documentação – Citações em documentos - Apresentação.
- NBR 6028 de agosto de 2002: Informação e documentação – Elaboração de resumo.

RESUMO

RESUMO

O conhecimento da morfologia interna do sistema de canais radiculares e suas diversas conformações têm um importante papel no sucesso da terapia endodôntica. A familiarização com as curvaturas torna-se importante para execução de um correto planejamento do preparo biomecânico dos canais radiculares escolhendo técnicas e instrumentos apropriados para cada situação, uma vez que a manutenção da sua anatomia original é de suma importância para o sucesso da terapêutica aplicada. O preparo biomecânico do sistema de canais radiculares apresenta como objetivo promover a limpeza, modelagem tridimensional e a completa desinfecção do sistema de canais radiculares utilizando instrumentos e soluções que permitam maior precisão e menor tempo de trabalho. Desde sua introdução, os instrumentos endodônticos confeccionados em níquel-titânio (NiTi) vêm sendo largamente utilizados por apresentar grande flexibilidade e capacidade em manter a morfologia original do canal radicular. Instrumentos rotatórios confeccionados com esta liga promovem o alargamento das porções curvas dos canais mantendo a sua anatomia original, provocando menores índices de desvios. Esta pesquisa avaliou a centralização do preparo biomecânico após a instrumentação mecânico-rotatória efetuada por três sistemas rotatórios (ProTaper™, ProFile™ e Twisted-File™) em canais radiculares curvos e a conformação das paredes dentinárias após o preparo biomecânico efetuado pelo sistema ProTaper™. Diante dos resultados obtidos, pôde-se concluir que: os três sistemas analisados ProTaper, ProFile e Twisted-File foram capazes de realizar o preparo biomecânico centralizado na porção apical do canal radicular provocando pequenas proporções de desvio, não sendo observadas diferenças estatisticamente significantes entre os mesmos; O sistema rotatório ProTaper Universal™ não foi totalmente eficaz em instrumentar todas as paredes do terço apical dos canais radiculares, apresentando porém uma capacidade aceitável para a modelagem de canais radiculares curvos.

PALAVRAS-CHAVE: Preparo do canal radicular; Instrumentos rotatórios; Níquel-titânio.

ABSTRACT

ABSTRACT

The knowledge of the internal morphology of the root canal system and its various conformations have an important role in the success of endodontic therapy. Familiarization with the curvatures is important to perform an adequate planning of biomechanical preparation of root canals, picking techniques and instruments appropriate for each situation as the maintenance of their original anatomy is important to the success of therapy applied. Mechanical preparation of root canals has the objective to promote a clean, three-dimensional modeling and complete disinfection of root canals using instruments that provide greater accuracy and less working hours. Since its introduction by Walia, Brantley and Gerstein (1988)³² instruments in endodontic nickel-titanium (NiTi) have been widely used because they showed great flexibility and ability to maintain the original anatomy of the root canal. Rotatory instruments made with this alloy promote the extension of the curved portions of the channels while retaining their original anatomy, resulting in lower rates of deviation. This study aimed to assess the centralization of biomechanical after mechanical rotatory instrumentation performed by three rotatory systems (ProTaper TM, ProFile TM and Twisted-File) in curved root canals and evaluate the final shape of the walls after biomechanical preparation of root canals instrumented by ProTaper UniversalTM rotatory system. On these results, we conclude that: 1 - the three systems reviewed ProTaper, ProFile and Twisted-File were able to perform the biomechanical centered on the apical root canal causing small amounts of deviation, and there were no statistically significant differences between them; 2 - The ProTaper UniversalTM rotatory system was not totally effective instrument in every wall of the apical third of root canals, but features a capacity acceptable to the modeling of root canals.

KEY WORDS: Root canal preparation, rotatory instruments; Nickel-titanium.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Revisão da Literatura

Figura 1: Canais radiculares e sua complexa anatomia	32
Figura 2: A - Imagem da região apical antes do preparo biomecânico. B - Imagem da região apical após o preparo biomecânico do canal radicular com o sistema ProTaper Universal TM	38

Artigo 1

Figura 1: Representação esquemática das imagens pré e pós-operatórias do terço apical	46
Figura 2: Figura 1: A - Imagem da região apical antes do preparo biomecânico. B - Imagem da região apical após o preparo biomecânico do canal radicular com o sistema ProTaper Universal TM .	47
Gráfico 1: Distribuição dos valores das medidas horizontal e vertical obtidas pelos instrumentos utilizados.	49

Artigo 2

Figura 1: A imagem pré-operatória (esquerda) e imagem pós-operatória (direita) mostrando a ausência de instrumentação na a parede lingual (seta). M, mesial; D, distal, V, vestibular; L, lingual.	60
Figura 2: A imagem pré-operatórios (esquerda) e imagem pós-operatório (direita) mostrando instrumentação completa das paredes. M, mesial; D, distal, V, vestibular; L, lingual.	60

Artigo 3

Figura 1: Representação esquemática das imagens pré e pós-operatórias do terço apical.	74
Figura 2: Imagens pré(a) e pós (b) preparo biomecânico do canal radicular com o sistema rotatório ProTaper Universal TM .	76

Figura 3: Imagens pré(a) e pós (b) preparo biomecânico do canal radicular com o sistema rotatório ProFileTM. 76

Figura 4: Imagens pré(a) e pós (b) preparo biomecânico do canal radicular com o sistema rotatório Twisted FileTM. 76

LISTA DE TABELAS

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1: Principais estatísticas descritivas das medidas horizontais e verticais, de acordo com o tipo de instrumento utilizado. 48

Tabela 2: Comparação de médias das distâncias horizontal e vertical de instrumentos correspondentes. 49

ARTIGO 2

Tabela 1: Frequência de paredes instrumentadas de acordo com o diâmetro do instrumento utilizado. 61

ARTIGO 3

Tabela 1: Estatística das medidas D1 e D2 segundo o grupo. 78

Tabela 2: Estatística das diferenças entre os grupos para as medidas D1 e D2. 79

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAA: “*Canal Access Angle*” – ângulo do Canal de Acesso

CRT: comprimento real de trabalho

D1: Valor numérico. Resultado da razão da centralização do preparo biomecânico no sentido Vestíbulo-Lingual.

D2: Valor numérico. Resultado da razão da centralização do preparo biomecânico no sentido Mésio-Distal.

F1: *finishing file 1* – lima de acabamento 1

F2: *finishing file 2* – lima de acabamento 2

F3: *finishing file 3* – lima de acabamento 3

G: gauge

NiTi: Níquel-Titânio

RPM: rotações por minutos

SX: *Shaping File X* – Lima de preparo cervical

S1: *Shaping File 1* – Lima de preparo 1

S2: *Shaping File 2* – Lima de preparo 2

SUMÁRIO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
2	REVISÃO DA LITERATURA	30
2.1	MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES	31
2.2	PREPARO BIOMECÂNICO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES	32
2.3	INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-TITÂNIO PARA O PREPARO BIOMECÂNICO DOS CANAIS RADICULARES	33
2.3.1	Sistema ProFile™	35
2.3.2	Sistema ProTaper™	36
2.3.3	Sistema ProTaper Universal™	37
2.3.4	Sistema Twisted –File™	38
3	OBJETIVOS	39
3.1	OBJETIVO GERAL	40
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	40
4	ARTIGO 1: Avaliação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares instrumentados com o sistema rotatório ProTaper™ e com limas manuais NiTiFlex™.	41
5	ARTIGO 2: Avaliação do toque de parede após o preparo biomecânico de canais radiculares instrumentados com sistema rotatório ProTaper Universal™	53
6	ARTIGO 3: Avaliação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares preparados com os sistemas ProTaper Universal™, ProFile™ e Twisted-File™.	68
7	CONCLUSÕES	85
	REFERÊNCIAS	87
	ANEXOS	91

PREÂMBULO

PREÂMBULO

Tendo em vista o formato de apresentação desta dissertação ser artigo científico, como forma de familiarizar o leitor com o referido tema, optamos por realizar uma breve fundamentação teórica acerca do assunto abordado, visto que nos artigos científicos há uma limitação neste capítulo. Desta forma permitiremos ao leitor uma melhor capacidade de julgamento sobre o tema que motivou a execução de toda esta pesquisa.

INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico está intimamente relacionado à execução de uma técnica de instrumentação que permita acesso amplo franco e direto ao ápice radicular, mantendo o trajeto original e promovendo a desinfecção do canal radicular para o seu posterior selamento hermético. A capacidade de alargar o canal radicular sem provocar desvios durante a instrumentação, principalmente em canais curvos e atrésicos é o objetivo primordial do tratamento endodôntico (HATA *et al.*, 2002). No entanto, durante o preparo biomecânico, podem ocorrer intercorrências como, por exemplo, desvio do trajeto original do canal, formação de degraus ou perfurações que poderão interferir de maneira negativa no resultado final da terapêutica endodôntica.

Em 1974, Schilder já demonstrava uma grande preocupação com a manutenção do formato tridimensional do canal original após o preparo biomecânico. Tendo em vista isto, estabeleceu critérios mecânicos que deveriam ser considerados e seguidos durante o preparo químico-mecânico do canal radicular: deveria apresentar uma forma cônica e afunilada; realizado no interior do canal dentinário; preparo mantendo a forma original do canal radicular e a posição do forâmen apical.

Com o objetivo de minimizar os efeitos indesejáveis durante o preparo biomecânico, instrumentos endodônticos manuais e rotatórios têm sido desenvolvidos e comercializados permitindo precisão e menor tempo de trabalho, evitando ou reduzindo o risco de acidentes como desvios, perfurações, degraus e fratura dos instrumentos colocando o profissional frente a uma gama bastante variável de instrumentos a sua escolha (LIMONGI *et al.*, 2004).

Os instrumentos endodônticos confeccionados em NiTi foram introduzidos por Walia *et al.* em 1988. Fabricados com essa liga, os instrumentos apresentam duas propriedades fundamentais: elasticidade e efeito de memória de forma, que permite uma melhor adaptação às diferentes curvaturas presentes nos canais radiculares, permitindo o preparo com menores riscos de deformações e desvios.

Recentemente estudos têm demonstrado que instrumentos confeccionados a partir de ligas NiTi têm sido os instrumentos de escolha para o tratamento de canais radiculares curvos e atresados por apresentar características como grande flexibilidade, maior resistência à fratura e poder de corte. A necessidade

de avaliar a centralização do preparo proporcionado por diferentes sistemas rotatórios confeccionado com esta liga e acionados a motor elétrico, frente ao preparo de canais radiculares curvos e atresiadados requer a realização de novos estudos para ratificar tais afirmativas.

Diante da vasta gama de instrumentos endodônticos confeccionados em ligas metálicas flexíveis disponibilizados pelos diversos fabricantes, indicados para realização de preparos biomecânicos sem provocar maiores alterações no trajeto original dos canais radiculares, o presente trabalho se propôs a avaliar a centralização do preparo biomecânico proporcionada por três sistemas rotatórios (ProTaper™, ProFile™ e Twisted File™) confeccionados em NiTi quando utilizados no preparo de canais radiculares curvos e atresícos.

REVISÃO DA LITERATURA

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES

O conhecimento da morfologia interna do sistema de canais radiculares e suas variações desempenham um importante papel no sucesso da terapia endodôntica. Muitas metodologias de estudos examinando as configurações dos canais radiculares têm sido realizadas. Dentre eles, secções macroscópicas dos elementos, impressões em resina, amostras transparentes e radiografias têm sido usadas tanto para estudos “*in vitro*” como na análise “*in vivo*” (BAYIRLI; SERT, 2004).

Significantes alterações na morfologia dos canais radiculares ocorrem durante a sua instrumentação quando curvaturas estão presentes, não considerando o tipo de instrumento ou a técnica utilizada. Quanto maior o grau de curvatura, mais difícil será a limpeza e manutenção da morfologia na região apical, o que pode ocasionar diversas alterações como perfurações, zips, degraus e desvio do trajeto original do canal radicular (IMURA *et al.*, 2001).

Em geral, o primeiro molar inferior é o dente mais volumoso da arcada humana. Seu comprimento médio é de 21mm. Quanto à curvatura de suas raízes, a mesial geralmente volta-se para distal em cerca de 85% dos casos, e a distal toma uma direção reta em quase 75% (ANDRADE; MATTOS, 1998).

A raiz distal possui naturalmente um canal radicular podendo apresentar frequentemente dois canais. A raiz mesial apresenta na grande maioria dos casos dois canais radiculares que podem apresentar as seguintes formas: com trajetória paralela e independente, terminando em dois forâmens; com trajetória convergente em sentido apical, terminando em um único canal; comunicar-se por uma série de intercondutos, apresentando-se com um aspecto reticulado; canal único e amplo – nos jovens. Embora a literatura apresente o primeiro molar inferior com três ou quatro canais, tem sido relatada a existência de um quinto canal, localizado na raiz mesial entre o canal méso-vestibular e o méso-lingual, que foi denominado por Vande Voorde (1975) de canal mésiocentral e por Fabra Campos (1982) de canal mesio-intermediário (PINTO; PINHEIRO, 2000).

A anatomia interna do sistema de canais radiculares é complexa, não

apresentando apenas um único canal principal, mas, um sistema de canais radiculares com canais laterais, co-laterais, secundários, acessórios e recorrentes ratificando o atual conceito de “Sistema de canais radiculares” (AGUIAR; MENDES; FERREIRA, 2007) – Figura 1.

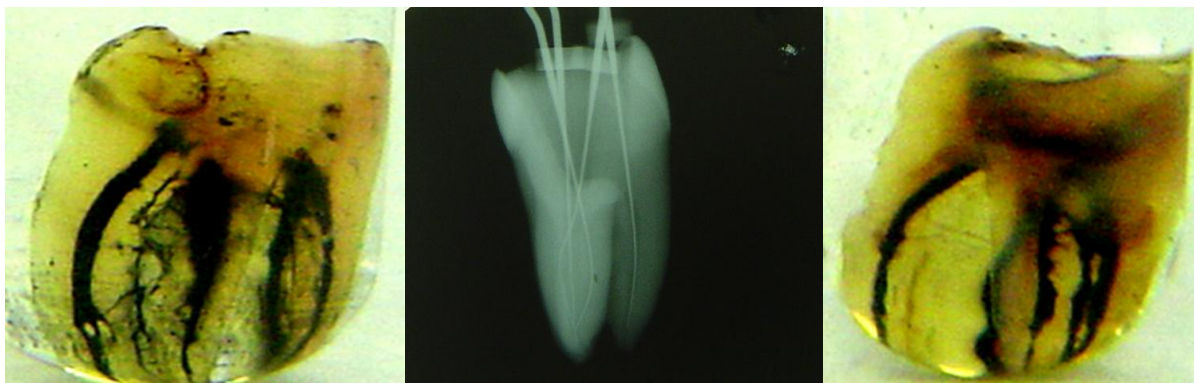


Figura 1: Canais radiculares e sua complexa anatomia (AGUIAR; MENDES; FERREIRA, 2007).

O conhecimento das curvaturas é importante para que se possa planejar um correto preparo biomecânico do sistema de canais radiculares, escolhendo técnicas e instrumentos apropriados para cada situação, pois o desconhecimento das condições anatômicas e suas possíveis variações poderão levar ao insucesso endodôntico, com formação de degraus, perfurações apicais, transporte do forâmen, perda do comprimento de trabalho, retificação do canal entre outros acidentes (PORTES; OLIVEIRA; CARLIK, 2000).

2.2 PREPARO BIOMECÂNICO DOS CANAIS RADICULARES

Limpeza e modelagem são as palavras que definem com maior precisão o objetivo final do preparo do sistema de canais radiculares. Dentro da modelagem, o preparo do terço apical é um importante obstáculo a ser vencido, pois a conservação da sua anatomia é influenciada pelas condições anatômicas, grau e nível de curvatura radicular, dureza da dentina, flexibilidade e desempenho dos instrumentos e tipo do movimento empregado na instrumentação (HECK; GARCIA, 1999). Negligenciar a sanificação deste terço fará com que ele funcione como uma reserva de micro-organismos (BAUMGARTNER; FALKLER, 1991).

O preparo biomecânico apresenta como objetivo promover a limpeza, modelagem tridimensional e a completa desinfecção do sistema de canais radiculares, visando o completo saneamento para um posterior selamento. Permitindo desta maneira um preparo cônico-afunilado decrescente no sentido cérvico-apical bem como a manutenção da forma original do canal radicular e a posição do forâmen apical (SCHILDER, 1974).

O objetivo do preparo biomecânico é permitir um canal com conicidade contínua, sendo o menor diâmetro em apical e o maior diâmetro em cervical, permitindo desta forma um efetivo processo de irrigação-aspiração com posterior preenchimento do canal radicular com um material obturador o mais hermético possível (SCHAFFER; ERLER; DAMMASCHKE, 2006).

O processo de sanificação deverá abranger todo o sistema de canais radiculares incluindo canais laterais, colaterais, secundários, intercondutos e deltas apicais, não ficando restrito apenas ao canal principal, visto que estes locais são inacessíveis aos instrumentos endodônticos utilizados durante o preparo biomecânico mesmo os dotados de uma maior flexibilidade (CÂMARA; AGUIAR; FIGUEIREDO, 2007).

A terapia endodôntica tem como um dos principais objetivos a modelagem do canal radicular, tentando manter sua forma anatômica original. Com isto diferentes técnicas e diversas formas de instrumentos abrem um leque de opções cada um chamando para si determinadas vantagens, principalmente no que diz respeito à instrumentação de canais curvos (COSTA; SANTOS; BOMBANA, 1999).

O preparo biomecânico tem por objetivo criar espaços para permitir a ação da solução irrigadora, remoção de restos pulparem bem como a dentina contaminada e modelar o canal radicular de forma que se permita a obturação tridimensional e hermética dos canais radiculares (CÂMARA; AGUIAR; FIGUEIREDO, 2008).

2.3 INSTRUMENTOS DE NÍQUEL-TITÂNIO PARA O PREPARO BIOMECÂNICO DOS CANAIS RADICULARES

A importância da confecção de instrumentos endodônticos (limas) com desenhos que acompanhem a forma anatômica do canal radicular, que forneçam conicidades variáveis e a maior flexibilidade dos instrumentos no controle da

distorção da curvatura ficam claras neste estudo, bem como o menor tempo de trabalho quando utilizados os sistemas rotatórios e a necessidade de maior treinamento para sua melhor aplicação na clínica diária (COSTA; SANTOS; BOMBANA, 1999).

Uma nova geração de instrumentos endodônticos rotatórios em NiTi tem sido desenvolvida com o objetivo de criar um padrão de conformações progressivas, com conicidades progressivas, onde se possa obturar o sistema de canais radiculares tridimensionalmente e de maneira hermética, utilizando qualquer técnica (WEST, 2001).

Os sistemas rotatórios fabricados em NiTi e acionados a motor elétrico que controlam o torque, velocidade e o auto-reverso fazem dos sistemas rotatórios mais eficientes principalmente para a instrumentação de canais radiculares curvos e atrésicos, pois apresentam uma menor incidência de fratura, menor tempo de trabalho e menor propensão a ocasionar deformações durante o preparo biomecânico (DE LUNA; MOLINA; BLANNO, 2004).

Os instrumentos rotatórios de NiTi são fabricados em diversas conicidades que variam de 2% a 19%, partindo-se da ponta em direção ao cabo. Permitem uma conformação cônico-afunilada do canal radicular com grande rapidez e eficiência e determinam ainda uma menor incidência de acidentes, como formação de degraus, perfurações e desvios (AGUIAR; CÂMARA; MORAES, 2006).

O advento dos instrumentos rotatórios confeccionados em NiTi tem revolucionado o tratamento dos canais radiculares por reduzir a fadiga do operador, o tempo necessário para o preparo e possíveis erros associados com a instrumentação, como desvio do trajeto original do canal (PARK, 2001).

O *design* dos instrumentos rotatórios confeccionados em NiTi pode ser dividido em duas categorias: os de conicidade progressiva e os de conicidade constante. Pode-se dizer que os instrumentos com conicidade variável proporcionam um preparo cônico de forma mais rápida quando comparados com instrumentos que apresentam conicidade constante (VELTRI *et al.*, 2005).

Atualmente, a manutenção do trajeto original do canal radicular tem sido vista como um pré-requisito durante o preparo biomecânico. O desenvolvimento e uso de instrumentos em NiTi que devido a sua flexibilidade se adaptam e trabalham em porções curvas de canais radiculares, permite o preparo do canal

radicular com pequenos índices de transporte do trajeto original do canal e do foramem apical (GUELZOW *et al.*, 2005).

Hata *et al.* (2002) demonstraram que os instrumentos rotatórios confeccionados em NiTi promovem o alargamento das porções curvas dos canais radiculares mantendo a sua patência original, sem que haja formação de *zips*, promovendo menores índices de desvios do trajeto original do canal radicular.

Iqbal *et al.* (2003) comparando o preparo biomecânico obtido por diferentes instrumentos rotatórios confeccionados em NiTi concluíram que as diferentes técnicas empregadas produziram resultados similares com valores mínimos de desvios do trajeto original do canal e de perda do comprimento de trabalho.

2.3.1 SISTEMA PROFILE™

Os *designs* das limas como as do sistema ProFile™ .04 e .06 Series 29 Files (Tulsa Dental Products ,Tulsa, USA) e as do Profile GT (Tulsa Dental Products ,Tulsa, USA) têm sido introduzidas com o aumento gradual da conicidade em seu design, o que automaticamente fornece o necessário formato cônico e amplo do canal. Pesquisas demonstram que a Série 29 também é capaz de manter a patência original do canal provocando o mínimo de aberrações (PONTI *et al.*, 2002).

Shen *et al.* (2006) afirmaram que os instrumentos rotatórios ProFile™ diferem dos outros devido ao design de sua superfície de corte, conicidade variável e configuração da ponta de seus instrumento. Por se tratar de um sistema já consagrado tem sido o sistema com o qual os novos sistemas confeccionados em NiTi acionados a motor são comparados. O mesmo fabricante introduziu outro instrumento com *design* diferente – O sistema ProTaper™ (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland), com o objetivo de aumentar a eficiência de corte e melhorar a flexibilidade do instrumento.

O sistema ProFile™ produziu significativamente menos transporte e manteve-se mais centralizado dentro do canal quando comparado com outros sistemas rotatórios. Tal desempenho pode ser justificado pelo *design* da sua secção transversal em U, lâminas com área de corte em radial e ângulo de corte neutro ou ligeiramente negativo, que promove o desgaste uniforme em toda extensão do

canal radicular permitindo que o instrumento mantenha-se centralizado no interior do canal (AL-SUDANI, AL-SHAHRANI, 2006).

2.3.2 SISTEMA PROTAPER™

O Sistema ProTaper™ prepara os canais radiculares sem provocar maiores erros. Algum transporte apical foi evidente, porém não é estatisticamente significativo. Em geral a anatomia do canal tem impacto insignificante no preparo com o ProTaper™ indicando que este é capaz de manter a forma em canais atresícos, em contraste, canais amplos não foram tão bem preparados sugerindo que este instrumento apresenta melhor desempenho frente à instrumentação de canais curvos e atresíados (PETERS *et al.*, 2003).

Nos últimos anos uma grande quantidade de diferentes sistemas confeccionados em níquel-titânio com diferentes conicidades e *designs* têm sido introduzidos no arsenal endodôntico. Desta forma inúmeros estudos têm sido conduzidos no intuito de avaliar parâmetros como eficácia no saneamento dos canais radiculares, transporte e preparo tridimensional, erros de procedimentos e sucesso. Devido ao seu *design*, o ProTaper™ é capaz de promover a instrumentação dos canais provocando o mínimo de transporte na trajetória original do canal. (OZGUR UYANIK *et al.*, 2006)

A flexibilidade e o desenho do instrumento, tanto no corpo quanto na ponta, associado à introdução de conicidades progressivas em um mesmo instrumento, fazem do ProTaper™, um excelente sistema para novas investigações e conhecimento de seu funcionamento no interior dos canais radiculares (DE LUNA; MOLINA; BLANNO, 2004).

O Sistema ProTaper™ difere dos outros essencialmente no *design* da superfície de corte e conicidade de seus instrumentos. Esta superfície de corte é composta por lâminas radiais, que se acredita, serem responsáveis pela manutenção dos instrumentos centralizados no interior dos canais, provocando o mínimo transporte apical e outros acidentes durante o procedimento (IQBAL *et al.*, 2004).

2.3.3 SISTEMA PROTAPER UNIVERSAL™

Desde a introdução destes instrumentos, inúmeros sistemas rotatórios de NiTi têm sido introduzidos no arsenal endodôntico, diferindo no *design* das lâminas cortantes e na conicidade; o ProTaper Universal™ é um dos representantes desta nova geração de instrumentos (AGUIAR; CÂMARA, 2008).

O sistema rotatório ProTaper Universal foi lançado como sendo a nova versão do sistema rotatório ProTaper™. É constituído pelos instrumentos modeladores, de acabamento e de retratamento. Os primeiros são representados pelos instrumentos SX (Shaping file X), com diâmetro na extremidade de 0,19 mm e tem por objetivo o preparo da entrada do canal radicular; S1 (shaping file 1) é um instrumento com diâmetro de ponta de 0,17 mm e é responsável pelo preparo dos terços médio e apical do canal radicular; S2 (shaping file 2) tem o diâmetro de 0,20mm e é destinado ao preparo do terço apical do canal radicular. Por sua vez, os instrumentos destinados ao refinamento do preparo apical (finishing files F1, F2, F3, F4 e F5) são instrumentos que apresentam diâmetro de 0,20, 0,25, 0,30, 0,40, 0,50 mm, respectivamente (VAUDT *et al.* 2009).

O sistema ProTaper Universal™ mostrou-se eficaz na manutenção da trajetória original do canal radicular ocasionando baixa proporção de desvios quando avaliada a centralização do preparo biomecânico no terço apical de canais radiculares curvos. (AGUIAR *et al.*, 2009).

Williamson *et al.* (2009) compararam o ProTaper Universal™ com outros instrumentos rotatórios e observaram que todos os sistemas rotatórios avaliados em seu trabalho foram efetivos no saneamento do canal radicular.



Figura 2: A - Imagem da região apical antes do preparo biomecânico. B - Imagem da região apical após o preparo biomecânico do canal radicular com o sistema ProTaper UniversalTM (AGUIAR *et al.*, 2009).

2.3.4 SISTEMA TWISTED FILETM

O sistema Twisted FileTM (Sybron Dental Specialties, Orange, USA) representa um avanço na produção de instrumentos endodônticos rotatórios em NiTi. Estes instrumentos têm atualmente um tamanho constante de ponta 0,25 mm com conicidades fixa de .04, .06, 0,8, .10 e .12. O fabricante defende os três métodos de concepção deste novo processo, ou seja, tratamento térmico na Fase-R, torção do metal e um condicionamento de superfície especial que aumenta significativamente a resistência do instrumento à fadiga cíclica e sua flexibilidade mesmo com grandes conicidades (LARSEN, 2009).

O Twisted-FileTM apresentou uma resistência à fadiga cíclica significativamente superior a outros instrumentos de NiTi que foram fabricados com um processo de usinagem (RaCe-FKG Dentaire; Helix – DiaDent; e ProTaper – Dentsply-Maillefer) (KIM *et al.*, 2010).

OBJETIVOS

3 - OBJETIVOS

3.1 - OBJETIVO GERAL

Avaliar a centralização do preparo biomecânico após a instrumentação mecânico-rotatória em canais radiculares curvos com os sistemas ProFile™, Protaper™ e Twisted File™.

3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Avaliar “*in vitro*” através de imagens pré e pós-operatórias do canal méso-vestibular de molares inferiores permanentes humano curvos e atrésicos a presença de desvios ocorridos após o preparo biomecânico com o Sistema mecânico-rotatório confeccionados em níquel-titânio ProTaper Uiversal™
- 2) Avaliar “*in vitro*” através de imagens pré e pós-operatórias do canal méso-vestibular de molares inferiores permanentes humano curvos e atrésicos a presença de desvios ocorridos após o preparo biomecânico com o Sistema mecânico-rotatório confeccionados em níquel-titânio ProFile™
- 3) Avaliar “*in vitro*” através de imagens pré e pós-operatórias do canal méso-vestibular de molares inferiores permanentes humano curvos e atrésicos a presença de desvios ocorridos após o preparo biomecânico com o Sistema mecânico-rotatório confeccionados em níquel-titânio Twisted-File™.
- 4) Avaliar comparativamente a centralização do preparo biomecânico proporcionada pelos três sistemas mecânico-rotatórios.
- 5) Avaliar a eficiência do sistema ProTaper™ em modelar as paredes do canal radicular.

Avaliação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares instrumentados com o sistema rotatório ProTaper™ e com limas manuais NiTiFlex™.

Artigo científico publicado no periódico Australian Endodontics Journal vol. 35, p. 174-9, 2009

ANEXO A

Avaliação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares instrumentados com o sistema rotatório ProTaper™ e com limas manuais manuais NiTiFlex™.

Daniela de Andrade Mendes^a, Carlos Menezes Aguiar^b, Andréa Cruz Câmara^c, Jose Antonio Poli de Figueiredo^d.

^aAluna do Curso de Mestrado em Odontologia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco.

^cProfessor Doutor Associado do Departamento de Prótese e Cirurgia Bucal Facial da Universidade Federal de Pernambuco.

^aAluna do Curso de Doutorado em Ciências Farmacêuticas do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Pernambuco.

^d Professor Doutor Adjunto de Endodontia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Endereço para Correspondência: Daniela de Andrade Mendes, Rua Professor Augusto Lins e Silva, 383, apt 1002, Boa Viagem, Recife-PE. CEP: 51130-030. Telefone: (81) 3461 1591. E-mail: mendes_dam@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a centralização do preparo biomecânico realizado pelo sistema rotatório ProTaper UniversalTM. Utilizou-se 20 canais méso- vestibulares de molares inferiores permanentes humanos com grau de curvatura entre 35° e 60°. Imagens pré-operatórias das secções dos terços apical foram visualizadas por lupa esterioscópica com magnificação de 10X, capturadas, armazenadas e avaliadas através do *software Image Tools*. Após o preparo biomecânico, as imagens do terço apical foram novamente capturadas, avaliadas e comparadas com as imagens pré-operatórias. Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente através dos testes t de Student e Kruskal–Wallis concluindo-se que o sistema ProTaper UniversalTM foi capaz de realizar preparos centralizados em canais radiculares curvos e atrésicos com baixos índices de desvios do trajeto original do canal radicular.

Palavras Chaves: Preparo do canal radicular; Instrumentos Odontológicos; Endodontia.

INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico dos canais radiculares apresenta como objetivo básico a desinfecção e modelagem tridimensional de forma cônica e afunilada¹⁷, sem provocar desvios do seu trajeto original principalmente em canais curvos e atrésicos⁷, utilizando-se de técnicas e instrumentos que permitam maior precisão e menor tempo de trabalho¹¹.

Os instrumentos em NiTi vêm sendo largamente utilizados, por apresentar grande flexibilidade e capacidade em manter a anatomia original do canal radicular⁵. Instrumentos rotatórios confeccionados em NiTi promovem o alargamento das porções curvas dos canais mantendo a sua patência original provocando menores índices de desvios de seu trajeto original e de perda do comprimento real de trabalho^{8, 20}.

A flexibilidade, o *design* e a introdução de conicidades progressivas em um mesmo instrumento, fazem do ProTaperTM um excelente sistema para a instrumentação de canais radiculares curvos e atrésicos³. Devido ao seu *design*, o ProTaperTM promove preparos mais centralizados¹³ diferenciando-se pela superfície de corte composta por lâminas radiais responsáveis pela realização de preparos com o mínimo de alterações morfológicas⁹.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar, através de imagens pré e pós-operatórias, a centralização do preparo biomecânico no terço apical realizado pelo sistema rotatório ProTaper UniversalTM em canais radiculares curvos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Seleção da amostra e preparo dos espécimes

Utilizou-se 20 molares inferiores permanentes humanos com processo de rizogênese completo e raízes mesiais com grande grau de curvatura⁶, obtidas no Banco de Dentes do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco aprovado pelo comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde sob o Protocolo nº. 178/06 CEP/CCS/UFPE (ANEXO B).

Após realizado o acesso coronário iniciou-se o cateterismo e esvaziamento dos canais com as limas tipo K Sensus-Flexofile 06#, 08# e 10# (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). O comprimento real de trabalho (CRT) foi determinado através da visualização no forâmen apical da extremidade da lima K 10# e realizando-se seu recuo em 1,0mm e desta forma obteve-se a padronização do CRT em 1,0 mm aquém do forâmen apical.

Na sequência, as raízes distais foram seccionadas das mesiais com auxílio de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) e devolvidas ao Banco de Dentes.

Inclusão dos Espécimes

Os espécimes foram incluídos em blocos de resina acrílica autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico LTDA, São Paulo, Brasil) de acordo com metodologia previamente descrita¹.

Obtenção das imagens Pré-Operatórias

Para padronização, as raízes dos espécimes foram seccionadas nos terços cervical, médio e apical a 9,0; 6,0; e 3,0mm do ápice radicular com discos diamantados de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil).

Posteriormente, obtiveram-se as imagens pré-operatórias do terço apical através da visualização em lupa esterioscópica (Ramsor, São Paulo, Brasil) com magnificação de 10X. As imagens obtidas foram capturadas através do *software Image Tools* (University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas, EUA) e armazenadas em computador.

Na sequência, foram determinadas as medidas das superfícies dentinárias obtendo-se as medidas das paredes mesial, distal, lingual e vestibular do canal radicular (Figura 1).

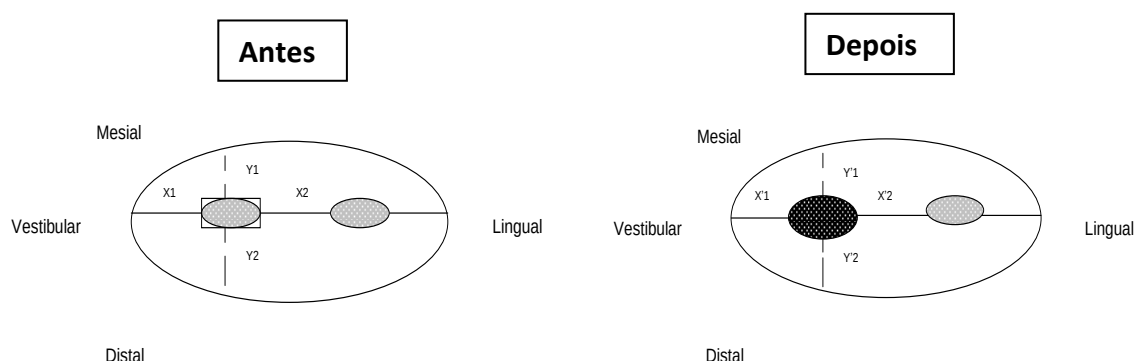


Figura 1: Representação esquemática das imagens pré e pós-operatórias do terço apical.

X1 é a distância da parede vestibular do canal méso vestibular à parede vestibular da superfície vestibular da raiz do canal não instrumentado.

X2 é a distância da parede lingual do canal méso-vestibular à parede lingual da superfície lingual da raiz não instrumentado.

Y1 é a distância da parede mesial do canal méso-vestibular à parede mesial da superfície mesial da raiz não instrumentado.

Y2 é a distância da parede distal do canal méso-vestibular à parede distal da superfície lingual da raiz não instrumentado.

X'1 é a distância da parede vestibular do canal méso vestibular à parede vestibular da superfície vestibular da raiz do canal instrumentado.

X'2 é a distância da parede lingual do canal méso-vestibular à parede lingual da superfície lingual da raiz instrumentado.

Y'1 é a distância da parede mesial do canal méso-vestibular à parede mesial da superfície mesial da raiz instrumentado.

Y'2 é a distância da parede distal do canal méso-vestibular à parede distal da superfície lingual da raiz instrumentado.

Grupos experimentais

Após a obtenção das imagens pré-operatórias os espécimes foram remontados na fôrma plástica utilizada para a confecção do bloco de resina e divididos aleatoriamente em dois grupos compostos por 10 espécimes cada:

Grupo 1: Canais preparados com instrumentos manuais de Nitiflex™ (Dentsply- Maillefer, Ballaigues, Switzerland), através da técnica Crown-Down.

Grupo 2: Canais preparados com o Sistema Rotatório ProTaper Universal™ (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de acordo com a técnica descrita pelo fabricante.

Obtenção das Imagens Pós-operatórias

Após o preparo biomecânico os espécimes foram “desmontados” e as imagens do terço apical foram capturadas da mesma forma descrita anteriormente para as imagens pré-operatórias e avaliadas através do software Image Tools de acordo com o diâmetro dos instrumentos utilizados (20#, 25#, 30# e F1, F2 ,F3) avaliando-se a presença da centralização do preparo do canal radicular (Figura 2).

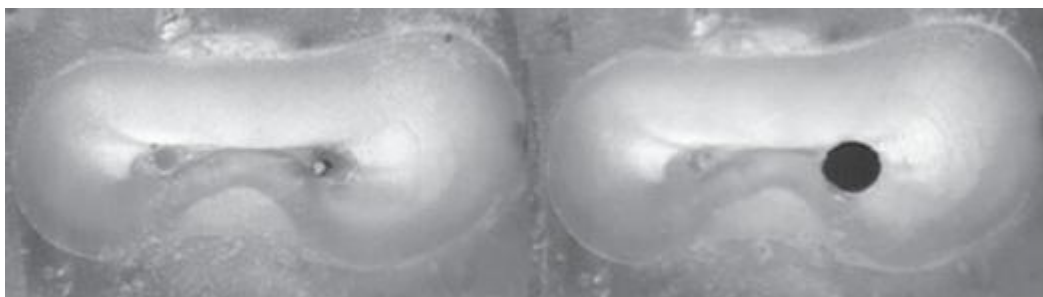


Figura 2: A - Imagem da região apical antes do preparo biomecânico. B - Imagem da região apical após o preparo biomecânico do canal radicular com o sistema ProTaper Universal™.

Critérios para avaliação da centralização do preparo

Para avaliar a centralização do preparo dos canais radiculares foram utilizados os critérios sugeridos por Gambill *et al.*⁴ onde se calcula a centralização do preparo através da fórmula:

D1(Distância no sentido Vestíbulo-Lingual) $\rightarrow X1/X2 = (X1 - X'1) / (X2 - X'2)$

D2 (Distância no sentido Mésio-Distal) $\rightarrow Y1/Y2 = (Y1 - Y'1) / (Y2 - Y'2)$

Esta proporção indica a capacidade do instrumento em manter-se centralizado no canal radicular durante o preparo biomecânico. Se a proporção for igual a 1 pode-se traduzir como perfeita a centralização.

Análise estatística

Os dados relativos as medidas horizontal (D1) e vertical (D2) foram resumidos através das medidas usuais de locação (média e mediana) e dispersão (desvio padrão, valores mínimo e máximo). Foram construídos intervalos de 95% de confiança para as médias das medidas horizontal (D1) e vertical (D2) que poderiam ser produzidas com os instrumentos utilizados. A comparação das médias das medidas obtidas com instrumentos correspondentes foi realizada com o teste t de Student. A comparação das medidas obtidas com os instrumentos F1, F2 e F3 foi realizada com o teste de Kruskal–Wallis. Em todos os testes adotou-se o nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as principais estatísticas descritivas das medidas horizontais (D1) e verticais (D2) obtidas com os diversos instrumentos. Também são apresentados intervalos de confiança para as médias de cada uma dessas medidas. O intervalo de confiança para a média da distância vertical do instrumento 30# indica que a média dessa medida foi significativamente diferente de um.

Tabela 1. Principais estatísticas descritivas das medidas horizontais e verticais, de acordo com o tipo de instrumento utilizado.

Variáveis	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	CV	IC95% para a média	
20# D1	10	0,699	0,507	0,19	0,560	1,80	72,5	0,337	1,061
20# D2	10	1,119	0,768	0,06	1,350	2,00	68,6	0,570	1,668
25# D1	10	0,808	0,432	0,33	0,680	1,62	53,5	0,499	1,117
25# D2	10	1,444	0,802	0,38	1,715	2,60	55,5	0,870	2,018
30# D1	10	1,106	0,688	0,33	0,970	2,70	62,2	0,614	1,598
30# D2	10	1,780	0,622	0,73	1,650	2,70	34,9	1,335	2,225
F1 D1	10	1,094	0,570	0,25	1,045	1,92	52,1	0,687	1,501
F1 D2	10	1,249	0,580	0,42	1,085	2,13	46,4	0,834	1,664
F2 D1	10	0,985	0,401	0,29	1,040	1,74	40,7	0,698	1,272
F2 D2	10	1,143	0,296	0,77	1,065	1,84	25,9	0,931	1,355
F3 D1	10	0,970	0,313	0,25	1,040	1,35	32,3	0,746	1,194
F3 D2	10	1,176	0,358	0,89	1,015	1,84	30,4	0,920	1,432

O Gráfico 1 apresenta as distribuições dos valores das medidas horizontal (D1) e vertical (D2) obtidas pelos instrumentos. Observa-se que as medidas obtidas pelos instrumentos F2 e F3 foram mais precisas que as medidas obtidas pelos demais instrumentos.

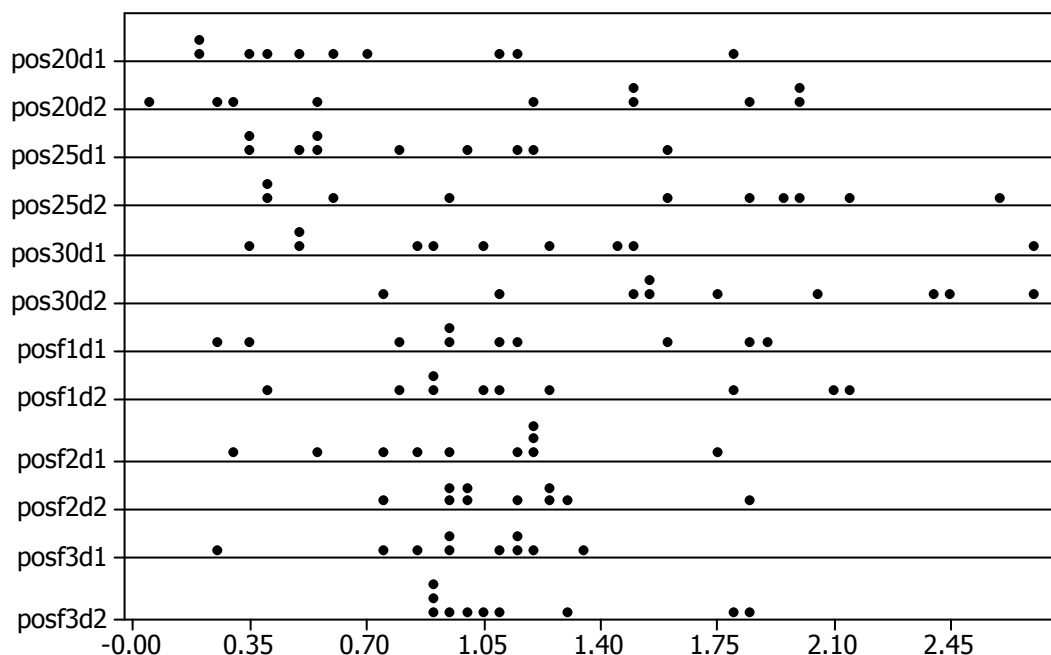


Gráfico 1. Distribuição dos valores das medidas horizontal e vertical obtidas pelos instrumentos utilizados.

A Tabela 2 apresenta o resultado das comparações das médias das medidas horizontal (D1) e vertical (D2) obtidas por instrumentos equivalentes. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre as médias da distância vertical obtidas pelos instrumentos LK 30# e F3.

Tabela 2. Comparação de médias das distâncias horizontal e vertical de instrumentos correspondentes.

Comparação	Diferença de médias	IC 95% para a diferença de médias		Valor p
20# D1 x F1 D1	-0.395	-0.901	0.111	0.119
20# D2 x F1 D2	-0.130	-0.769	0.509	0.674
25# D1 x F2 D1	-0.177	-0.568	0.214	0.354
25# D2 x F2 D2	0.301	-0.267	0.869	0.280
30# D1 x F3 D1	0.136	-0.366	0.638	0.576
30# D2 x F3 D2	0.604	0.127	1.081	0.016

O resultado do teste de Kruskal–Wallis indicou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os instrumentos F1, F2 e F3 tanto em relação à distância D1 ($p = 0,945$), quanto à distância D2 ($p = 0,987$).

DISCUSSÃO

Uma das formas de avaliar a centralização do preparo biomecânico é a comparação entre as imagens pré e pós-preparo biomecânico dos canais radiculares^{1,4} possibilitando observar o preparo incluindo totalmente o trajeto original do canal como também a presença de áreas não instrumentadas que possam ter permanecido após o término do preparo¹⁴.

A flexibilidade dos instrumentos confeccionados em NiTi faz com que os mesmos trabalhem nas porções curvas de canais radiculares promovendo o alargamento com menores índices de desvios do trajeto original e a manutenção do comprimento real de trabalho^{5,8,20}. No presente estudo as limas manuais confeccionadas em NiTi foram as que apresentaram os maiores índices de desvio no preparo, sendo as limas 30# responsáveis pelos maiores valores corroborando com a afirmação de que quanto maior o diâmetro do instrumento maior a tendência a provocar desvios do trajeto original do canal¹². Estes achados estão contrapondo-se a estudos prévios os quais preconizam o alargamento de canais mesiais de molares com instrumentos de calibre 45#¹⁹ e 60#².

Os sistemas rotatórios fabricados em NiTi e acionados a motor elétrico tornam esses sistemas eficientes para a instrumentação de canais curvos e atresiadados³ permitindo limpeza e modelagem em um tempo de trabalho curto, respeitando a conformação original do canal radicular^{7, 11, 17} que se apresentará de forma cônica e afunilada com menor diâmetro em apical e o maior diâmetro em cervical¹⁶.

Uma grande quantidade de diferentes sistemas confeccionados em NiTi tem sido disponibilizada ao endodontista. Todavia o Sistema ProTaperTM difere essencialmente no *design* do instrumento na superfície de corte, composta por lâminas radiais responsáveis pela manutenção dos instrumentos centralizados no interior dos canais provocando o mínimo transporte apical e pela conicidade variável de seus instrumentos^{9,13}.

Diferentemente dos resultados apresentados anteriormente¹⁰, onde o ProTaperTM apresentou uma forte tendência a formação de zips e desvios, na presente pesquisa o ProTaper UniversalTM mostrou-se capaz de preparar os

canais radiculares sem provocar maiores deformações. O transporte apical foi evidente em 20% dos casos, porém não foi estatisticamente significativa^{3,15,18}. Os instrumentos F2 e F3 foram os responsáveis pelos menores índices de desvio, este fato sugere que estes instrumentos tendem a corrigir as alterações iniciais provocadas por instrumentos imediatamente inferiores como F1, fazendo com que o resultado final seja um preparo amplo de forma cônica, afunilada e centralizado, com todas as paredes do canal radicular trabalhadas de maneira equivalente.

CONCLUSÃO

O ProTaper Universal™ mostrou-se capaz de realizar preparos centralizados em canais radiculares curvos e atrésicos com baixos índices de desvios do trajeto original do canal radicular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Câmara AC, Aguiar CM, Figueiredo JAP. Assessment of the deviation after biomechanical preparation of the coronal, middle and apical thirds of root canals instrumented with three Hero Rotary Systems. J Endod 2007;33:1460-3.
2. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. J Endod 2002; 28: 779-83.
3. De Luna AFH, Molina JRD, Blanno ALG. Evaluación de la transportación y ensanchamiento in-vitro Del sistema Pro-Taper. Assoc Dent Mexic 2004; 61: 5-13.
4. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand –file instrumentation using computed tomography. J Endod 1996; 22: 369-75.
5. Guelzow A, Stam O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. Int Endod J 2005; 38: 743-52.
6. Günday M, Sazak H, Garip Y. A comparative study of three different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. J Endod 2005; 31: 796-98.
7. Hata GI, Uemura M, Kato AS, Imura N, Novo NF, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT File and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. J Endod 2002; 28: 316-21.

8. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S, Phil M. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod* 2003; 29: 587-91.
9. Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between Profile and Protaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004; 37: 359-64.
10. Javaheri HH, Javaheri GHA. Comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod* 2007; 33: 284-286.
11. Limongi O, Klymus AO, Barato Filho F, Vanni JR, Travassos R. In vitro evaluation of the presence of apical deviation with employment of automated handpieces with continuous and alternate motion for root canal preparation. *J Appl Oral Sci* 2004; 12: 195-99.
12. Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 1979;23: 575 -92.
13. Ozgur Uyanik M, Cebreli ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three Nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod* 2006; 32: 668-71.
14. Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 2005; 38: 8-16.
15. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 2003; 36: 86-92.
16. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006; 39: 196-202.
17. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18: 269 -96.
18. Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J* 2007; 33: 73-81.
19. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J* 2002; 35: 264-7.
20. Yang GB, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shu Y, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2007; 40: 707-14.

**Avaliação do toque de parede após o preparo biomecânico de canais
radiculares instrumentados com sistema rotatório ProTaper Universal™**

Artigo publicado no periodic Journal of Applied Oral Science, v. 17, n. 6, p. 590-5,
2009.

ANEXO C

Avaliação do toque de parede após o preparo biomecânico de canais radiculares instrumentados com sistema rotatório ProTaper Universal™

Daniela de Andrade Mendes^a, Carlos Menezes Aguiar^b, Andréa Cruz Câmara^c, Jose Antonio Poli de Figueiredo^d.

^aAluna do Curso de Mestrado em Odontologia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco.

^cProfessor Doutor Associado do Departamento de Prótese e Cirurgia Bucal da Universidade Federal de Pernambuco.

^aAluna do Curso de Doutorado em Ciências Farmacêuticas do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Pernambuco.

^d Professor Doutor Adjunto de Endodontia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Endereço para Correspondência: Daniela de Andrade Mendes, Rua Professor Augusto Lins e Silva, 383, apt 1002, Boa Viagem, Recife-PE. CEP: 51130-030. Telefone: (81) 3461 1591. E-mail: mendes_dam@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a conformação das paredes dentinárias do canal radicular após o preparo biomecânico com o sistema rotatório ProTaper Universal™. Vinte canais méso-vestibulares de primeiros molares inferiores humanos foram divididos em 2 grupos de 10 espécimes cada. Os canais radiculares foram seccionados transversalmente 3 mm do ápice antes do preparo biomecânico e remontados em seus moldes. Todos os canais radiculares foram preparados com o sistema ProTaper Universal™ rotatório ou com limas manuais Nitiflex™. As imagens pré e pós-operatórias do terço apical foram analisadas com uma lupa estereoscópica (45X) e capturadas digitalmente para posterior análise. Os resultados obtidos foram analisados pelo teste exato de Fisher e teste qui-quadrado em nível de 5% de significância. As diferenças observadas entre as paredes instrumentadas e as paredes não instrumentadas não foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$). Nenhum dos instrumentos avaliados apresentou eficácia absoluta, pois não conseguiram instrumentar de maneira satisfatória todas as paredes dos canais radiculares.

Palavras-chave: Cavidade da polpa dentária. Níquel-titânio. ProTaper Universal. Preparo do canal radicular. Instrumentos rotatórios.

INTRODUÇÃO

O preparo biomecânico do canal radicular é um dos principais objetivos da terapia endodôntica e está diretamente relacionada à desinfecção e posterior selamento o mais hermético possível^{21, 37}. O objetivo do preparo do canal radicular é proporcionar uma forma contínua e cônica, com o menor diâmetro a nível do forame apical e maior a nível cervical com o objetivo de permitir o processo de irrigação-aspiração de maneira eficaz e seu preenchimento²⁷. Para isto utilizam-se técnicas e instrumentos que apresentam maior precisão proporcionando menor tempo de trabalho¹³. Vários tipos de instrumentos endodônticos têm sido recomendados, porém apenas alguns parecem ser realmente capazes de atingir estes objetivos de maneira satisfatória²⁶.

Ficou comprovado que os sistemas rotatórios de NiTi reduzem o tempo necessário para o preparo biomecânico e minimizam as falhas relacionadas com instrumentação⁷. Desde sua introdução, numerosos sistemas rotatórios de NiTi

foram acrescentados ao arsenal endodôntico e em alguns casos, o mesmo fabricante lança projetos diferentes de um mesmo instrumento, tentando melhorar o desempenho do seu sistema de limas. O sistema rotatório ProTaper Universal™ é um exemplo que pode ser mencionado. Os instrumentos rotatórios ProTaper™ apresentam uma secção triangular convexa e ponta inativa. A série básica de limas ProTaper™ é composta por seis instrumentos: três instrumentos de modelagem e três instrumentos de acabamento. Segundo o fabricante, o instrumento SX deve ser usado para produzir maior alargamento na porção coronária do canal radicular. O instrumento S1 deve ser utilizado inicialmente até 4 mm aquém do ápice radicular e na seqüência, os instrumentos S1 e S2 em todo o comprimento de trabalho para ampliar progressivamente o terço apical. Os instrumentos de acabamento (F1, F2 e F3) devem ser usados para ampliar o terço apical do canal¹.

Mais recentemente, o sistema rotatório ProTaper™ foi atualizado para o sistema rotatório ProTaper Universal™, que inclui instrumentos de modelagem, acabamento e de retratamento. Ele apresenta uma secção transversal convexa tri-triangular para melhorar a flexibilidade dos instrumentos de maior calibre. A modificação do projeto também foi sugerida para reduzir a sensação subjetiva do instrumento a ser "puxado" para dentro do canal ou o também chamado "efeito parafuso" ^{2, 18,30,31}.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a conformação das paredes dentinárias do canal radicular após o preparo biomecânico de canais radiculares instrumentados pelo sistema rotatório ProTaper Universal™.

MATERIAIS E MÉTODOS

Vinte canais méso-vestibulares de primeiros molares inferiores humanos obtidos do Banco de Dentes do Departamento de Prótese Dentária e Cirurgia Buco-Facial da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil foram selecionados com a aprovação do Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde sob o Protocolo nº. 178/06 CEP/CCS/UFPE (ANEXO D).

As raízes vestibulares apresentavam processo de rizogênese completa e grau de curvatura variando entre 35° a 60° de acordo com técnica de CAA ¹¹. Onde o grau de curvatura é calculado por uma linha traçada ligando o orifício de acesso do canal e ápice radicular. O ângulo formado pela intersecção entre

esta linha e uma outra linha traçada paralelamente ao longo eixo do canal desde a parte coronária, é definida como a técnica CAA¹¹.

A Abertura coronária foi efetuada e a raiz mesial separada da distal com disco de carborundum (KG Sorensen, Barueri, Brasil). A raiz distal foi devolvida ao Banco de dentes e a mesial foi lavada em água corrente por 2 min e deixada secar à temperatura ambiente. Uma lima 10# Senseus-Flexofile (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi introduzida no canal mésio-vestibular até sua ponta ficar visível a nível do forame apical. O comprimento de trabalho foi calculado subtraindo-se 1,0 mm do comprimento observado após a lima ser retirada do canal radicular.

Os espécimes foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, SP, Brasil), de acordo com o método descrito anteriormente⁵. Após a polimerização, os blocos de acrílico foram removidos dos moldes e seccionados transversalmente 3 mm do ápice. Para fins de padronização foram usados discos diamantados dupla face (KG Sorensen, Barueri, Brasil). O terço apical dos elementos foram visualizados com uma lupa estereoscópica (45X) (Ramsor, São Paulo, Brasil) do Núcleo de Pesquisa Clínica em Biomateriais (NPCB) da Universidade Federal de Pernambuco e as imagens pré-operatórias foram capturadas digitalmente. Os espécimes foram remontados em seus moldes e o preparo biomecânico foi realizado.

Preparo biomecânico dos canais radiculares

Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 2 grupos com 10 elementos cada. Foi considerada uma distribuição equitativa entre os grupos levando em consideração o grau de curvatura de cada elemento. Os casos de curvaturas mais severas foram uniformemente distribuídos em cada grupo:

Grupo 1: Sistema rotatório ProTaper UniversalTM (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os canais foram instrumentados com uma velocidade de rotação de 300 rpm (Driller Endo-Pro Torque, São Paulo, Brasil) como se segue: (1) O SX foi utilizado para o preparo cervical; (2) O S1 foi utilizado até a 4 mm aquém do ápice; (3) Os instrumentos S1 e S2 foram utilizados por todo comprimento real de trabalho; e (4) F1, F2 e F3 foram utilizados no comprimento real de trabalho.

Grupo 2 (controle): Os canais foram instrumentados segundo a técnica crown-down com as limas manuais Nitiflex™ (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os canais radiculares foram ampliados até o diâmetro de ponta 0,30 mm.

Todos os espécimes foram instrumentados por um único operador. A solução manipulada de hipoclorito de sódio a 1% (Roval, Recife, Brasil) foi utilizada associada com o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA - Biodinâmica, Ibiaporã, Brasil) como um agente quelante para irrigar os canais radiculares com auxílio de uma seringa de 3 mL com uma agulha de calibre 30 G (Injecta, Diadema, SP, Brasil). A irrigação foi realizada antes da instrumentação, após cada mudança de instrumento, e ao final do preparo biomecânico.

Após a instrumentação com as limas F1, F2 e F3 (grupo 1), e LK 20#, 25# e 30# (grupo 2), os espécimes foram removidos dos moldes de resina acrílica e as secções apicais visualizadas através da lupa estereoscópica (45X) de onde as imagens foram capturadas digitalmente após o preparo biomecânico.

A ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular (vestibular, lingual, mesial e distal) foi analisada de acordo com o método descrito anteriormente⁵. Os resultados foram registrados em cartões de registro individuais e a eficácia dos instrumentos utilizados foi avaliada. As pontuações registradas foram: 0, ausência de parede não instrumentadas; 1, presença de parede não instrumentada ou paredes (Figuras 1 e 2).

Os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística. Os dados categóricos foram resumidos por meio de frequência absoluta e percentual relativo e os dados numéricos por meio de estatísticas descritivas usuais de localização e de dispersão. A concordância entre os examinadores foi avaliada pelo teste kappa de Cohen. Os dados referentes às paredes instrumentadas foram analisados pelo teste exato de Fisher e o teste qui-quadrado. O nível de significância de 0,05 foi adotado para todos os testes.

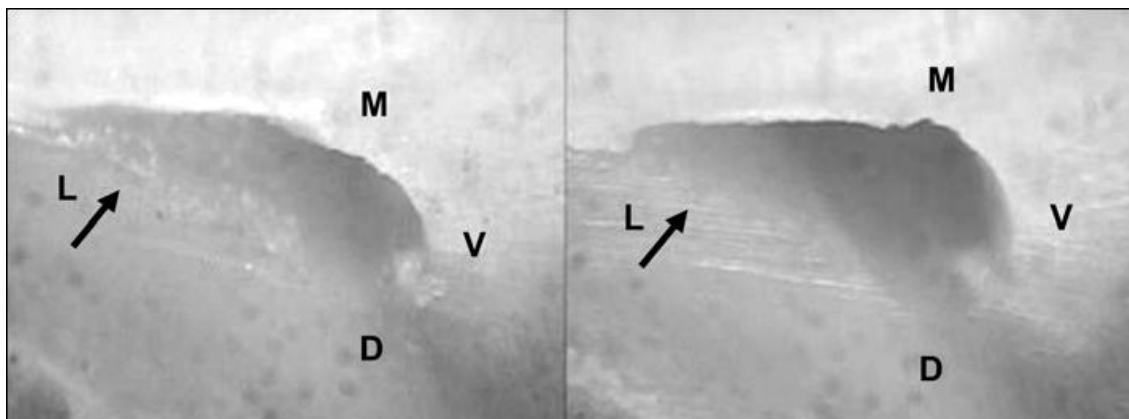


FIGURA 1 - A imagem pré-operatória (esquerda) e imagem pós-operatória (direita) mostrando a ausência de instrumentação na a parede lingual (seta). M, mesial; D, distal, V, vestibular; L, lingual.

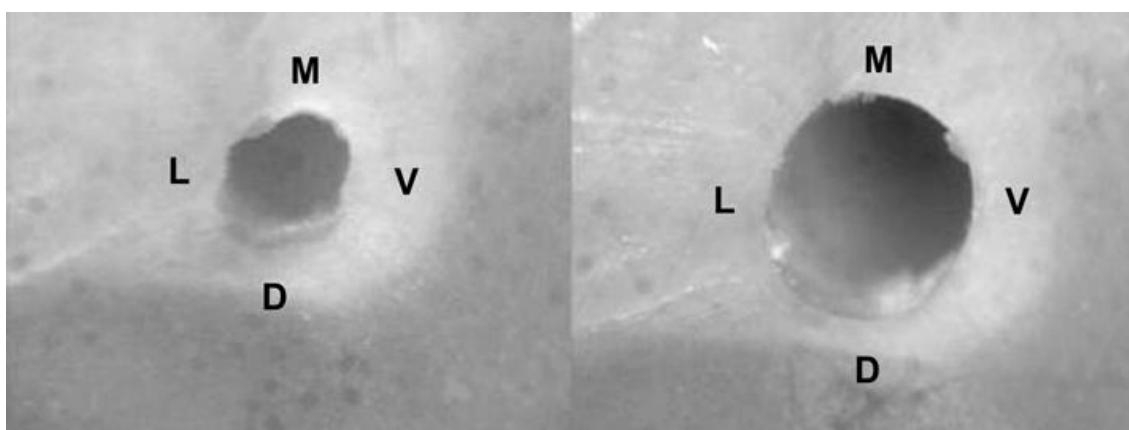


FIGURA 2 - A imagem pré-operatórios (esquerda) e imagem pós-operatório (direita) mostrando instrumentação completa das paredes. M, mesial; D, distal, V, vestibular; L, lingual.

RESULTADOS

A Tabela 1 demonstra a frequência das paredes instrumentadas (vestibular, lingual, mesial e distal) de acordo com o diâmetro (LK20#, 25# e 30#; F1, F2 e F3) do instrumento utilizado (Nitiflex™ e ProTaper Universal™). Não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as paredes instrumentadas e não instrumentadas. Não houve nenhuma evidência de que qualquer instrumento foi diferente do outro em relação a sua capacidade de instrumentar todas as paredes do canal radicular. A concordância inter-examinadores perfeita foi observada nos grupos 1 e 2 ($k = 1,000$).

Tabela 1: Frequência de paredes instrumentadas de acordo com o diâmetro do instrumento utilizado

Paredes Instrumentadas	n	Limas NiTiFlex	%	n	ProTaper Universal	%
MESIAL						
20/F1	10		100.0	9		90
25/F2	10		100.0	10		100
30/F3	10		100.0	10		100
Valor de p		p=1,000		p=1,000		
VESTIBULAR						
20/F1	9		90	9		90
25/F2	9		90	10		100
30/F3	9		90	10		100
Valor de p		p=1,000		p=1,000		
DISTAL						
20/F1	8		80	8		80
25/F2	9		90	10		100
30/F3	8		80	10		100
Valor de p		p=1,000		p=0,310		
LINGUAL						
20/F1	8		80	8		80
25/F2	8		80	8		80
30/F3	8		80	8		80
Valor de p		p=1,000		p=1,000		
TODAS AS PAREDES						
20/F1	35		87,5	34		85
25/F2	36		90	38		95
30/F3	35		87,5	38		95
Valor de p		p=1,000		p=0,215		

N= Número de Paredes

DISCUSSÃO

Vários tipos de sistemas rotatórios de NiTi foram introduzidos no mercado odontológico nos últimos 5 anos. A maioria deles apresenta conicidade fixa, enquanto o sistema rotatório ProTaper Universal TM apresenta conicidade variando ao longo do comprimento de um mesmo instrumento ^{2,18,30,31}. O uso de instrumentos rotatórios de NiTi para o preparo do canal radicular reduziu significativamente o tempo necessário para instrumentação dos canais

radiculares, provocando o mínimo desvio do trajeto original do canal em comparação com a instrumentação manual ^{1, 5}.

Apesar de todas as fases do tratamento endodôntico serem igualmente importantes, a limpeza e a modelagem do sistema de canais radiculares demanda o maior esforço por parte do operador ²⁷. Deve-se mencionar a dificuldade em modelar canais radiculares achatados uma vez que os instrumentos não conseguem agir com eficiência em todas as paredes do canal. Isso foi observado no presente estudo, de acordo com as conclusões de estudos anteriores ^{3,5,8,9,20,22,24,35} em que a instrumentação completa dos canais radiculares não foi atingida em nenhum dos grupos avaliados.

No presente estudo, F2 e F3 foram os instrumentos mais eficazes para a instrumentação apical. Este achado está em concordância com Baratto-Filho *et al.*³ (2009) que concluíram que a capacidade de limpeza dos instrumentos apicais do sistema ProTaper TM (F1, F2 e F3) era diretamente proporcional ao seu diâmetro. Por outro lado, Calberson *et al.*⁴ (2004) recomendaram que os cuidados devem ser tomados para evitar uma remoção excessiva na porção interna da raiz, levando a zonas de perigo, ao usar instrumentos F2 e F3 em canais curvos. Além disso, o cuidado deve ser tomado para evitar a fratura do instrumento F3.

Dois métodos têm sido comumente utilizados para a avaliação do preparo do canal radicular: dentes humanos extraídos ou canais radiculares simulados com as curvaturas do canal radicular estritamente definidas em termos de ângulo e raio. No presente estudo, dentes humanos naturais foram utilizados ^{1,2,5,10,12,15-17,22,23,29,31,32,34-36} por simular mais fielmente as situações encontradas *in vivo*. A resina acrílica para confecção de canais simulados não seria o material ideal para testar instrumentos rotatórios, pois não consegue reproduzir a microdureza da dentina ¹⁸ nem a variação anatômica (alargamentos, canal radicular oval) que são frequentes em canais radiculares ⁶.

A comparação das imagens pré e pós-operatórias permitiu avaliar um dos pontos mais importantes da preparo biomecânico do canal radicular, ou seja, o canal preparado deverá incluir completamente o canal original e áreas não-instrumentadas não deveriam permanecer. Uma série de métodos para investigar a eficácia dos instrumentos endodônticos durante a instrumentação de canais radiculares tem sido usadas ^{9,11,13,20,23,25,32}. No presente estudo, da mesma forma como em investigações anteriores, ^{2,5,14,17,32,37} as imagens pré e pós-operatórias

das seções transversais do canal foram vistas através de uma lupa estereoscópica com ampliação de 45X para análise das paredes instrumentadas^{5, 32}. Este método permite uma comparação relativamente fácil e repetitiva dos canais antes e após a instrumentação de uma forma que fica possível analisar a ação dos instrumentos nas paredes do canal radicular (vestibular, lingual, mesial e distal)³³.

O sistema rotatório ProTaper™ é atualmente um dos mais populares sistemas de NiTi do mercado. Numerosos estudos têm sido realizados para avaliar a capacidade desses instrumentos, usando canais de geometria variável em blocos de resina e também em dentes extraídos³¹. Veltri *et al.*³³ (2004) compararam a capacidade de instrumentação dos sistema ProTaper™ e dos instrumentos rotatórios GT™ e observaram que os dois sistemas não produziram aberrações anatômicas nem alterações no comprimento de trabalho. Paqué, Musch e Hülsmann²⁰ (2005), bem como Foschi *et al.*⁸ (2004) relataram que o sistema ProTaper™ é capaz de respeitar a curvatura original do canal radicular sendo seguro para uso, porém a sua limpeza não foi considerada satisfatória.

Mais recentemente, o sistema rotatório ProTaper™ foi atualizado para o sistema ProTaper Universal™. O fabricante alterou a secção e a ponta de alguns instrumentos. Ünal *et al.*³¹ (2009) avaliaram se as mudanças do sistema ProTaper™ contribuíam para melhorar a capacidade de modelagem dos instrumentos considerando a morfologia de canais curvos. Os autores observaram que as modificações dos instrumentos ProTaper™ não criam qualquer discrepância nas habilidades de modelagem destes instrumentos bem como em outros fatores tais como tempo de trabalho, deformação e fratura do instrumento e manutenção do comprimento de trabalho. Williamson, Sandor e Justman³⁶ (2009) compararam a eficácia da limpeza sob microscopia eletrônica de varredura utilizando três diferentes sistemas rotatórios de NiTi (ProTaper Universal™, ProFile GT™ e EndoSequence) e informou que todos os sistemas rotatórios foram igualmente eficazes no desbridamento do canal radicular.

Este estudo avaliou a conformação das paredes dentinárias instrumentadas em canais radiculares preparados com o sistema rotatório ProTaper Universal™. A análise revelou que no grupo ProTaper Universal™, o instrumento de F1 não foi capaz de preparar todas as paredes do canal radicular. Quando os instrumentos F2 e F3 foram utilizados verificou-se que, exceto para a

parede lingual, todas as outras paredes do canal foram instrumentadas. No grupo Nitiflex™, independente do diâmetro do instrumento utilizado somente a parede mesial foi totalmente preparada, e até mesmo com aumento do diâmetro do instrumento as paredes ainda permaneciam sem ser instrumentadas.

Este resultado mais eficaz do sistema ProTaper Universal™ nas paredes do canal radicular em relação as limas Nitiflex™ pode ser explicado pelo fato de que os instrumentos do sistema ProTaper Universal™ apresentam uma variação progressiva da conicidade em um mesmo instrumento. Em concordância com um estudo anterior² o presente trabalho demonstrou que ProTaper Universal™ tem uma boa capacidade de modelagem dos canais radiculares, apesar da permanência de algumas paredes não instrumentadas.

Uma das grandes aspirações da endodontia é o surgimento de um instrumento endodôntico eficaz que consiga manter a curvatura original dos canais radiculares e, ao mesmo tempo, trabalhar em todas as paredes.

Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que, nenhum dos instrumentos avaliados apresentou eficácia absoluta, pois não conseguiram instrumentar todas as paredes dos canais radiculares.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo, as limas manuais Nitiflex™ e o sistema rotatório ProTaper Universal™ não foram totalmente eficazes em instrumentar todas as paredes do terço apical dos canais radiculares, porém demonstraram uma capacidade aceitável para a modelagem dos canais radiculares.

REFERÊNCIAS

1- Aguiar CM, Câmara AC. Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with ProTaper™ for hand use and the ProTaper™ and RaCe™ rotary instruments. Aust Endod J. 2008;34:115-9.

2- Aguiar CM, Mendes DA, Câmara AC, Figueiredo, JAP. Evaluation of the centreing ability of the ProTaper Universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files. Aust Endod J. 2009;35:174-9.

3- Barato-Filho F, Leonardi DP, Zielak JC, Vanni JR, Sayão-Maia SM, Sousa-Neto MD. Influence of ProTaper finishing files and sodiumhypochlorite on cleaning and

shaping of mandibular central incisors- a histological analysis. *J Appl Oral Sci.* 2009;17:229-33.

4- Calberson FL, Deroose CAJ, Hommez GM, De Moor RJ. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *Int Endod J.* 2004;37:613-23.

5- Câmara AC, Aguiar CM, Figueiredo JAP. Assessment of the deviation after biomechanical preparation of the coronal, middle and apical thirds of root canals instrumented with three Hero Rotary Systems. *J Endod.* 2007;33:1460-3.

6- Diemer F, Sinan A, Calas P. Penetration depth of warm vertical gutta-percha pluggers: impact of apical preparation. *J Endod.* 2006;32:123-6.

7- Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001;34:354-8.

8- Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2004;37:832-9.

9- Grecca FS, Garcia RB, Bramante CM, Moraes IG, Bernardineli N. A quantitative analysis of rotary, ultrasonic and manual techniques to treat proximally flattened root canals. *J Appl Oral Sci.* 2007;15:89-93.

10- Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J.* 2005;38:743-52.

11- Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative study of three different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. *J Endod.* 2005;31:796-8.

12- Hülsmann M, Schade M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2001;34:538-46.

13- Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S, et al. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 2003;29:587-91.

14- Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between ProFile™ and ProTaper™ NiTi rotary instruments. *Int Endod J.* 2004;37:359-64.

15- Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod.* 2007;33:284-6.

- 16- Jeon IS, Spangberg LSW, Yoon TC, Kazemi RB, Kum KY. Smearlayer production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96:601-7.
- 17- Kaptan F, Kayahan B, Haznedaroglu F, Tanalp J, Bayirli G. Comparative evaluation of the preparation efficacies of HERO shaper and Nitiflex root canal instrumentation in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;100:636-42.
- 18- Kim HC, Cheung GSP, Lee CJ, Kim BM, Park JK, Kang SI. Comparison of forces generated during root canal shaping and residual stresses of three nickel–titanium rotary files by using a three-dimensional finite-element analysis. *J Endod.* 2008;34:743-7.
- 19- Kum K, Spängberg L, Cha BY, IL-Young J, Seung-Jang L, Chan- Young L. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod.* 2000;26:716-23.
- 20- Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. *Int Endod J.* 2005;38:8- 16.
- 21- Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J.* 2003;36:86-92.
- 22- Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clin Oral Investig.* 2004;8:102-10.
- 23- Santos MDB, Marceliano MF, Souza PR. Evaluation of apical deviation in root canals instrumented with K3 and ProTaper systems. *J Appl Oral Sci.* 2006;14:460-4.
- 24- Sasaki EW, Versiani MA, Perez DEC, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC, Silva RG. *Ex vivo* analysis of the debris remaining in flattened root canals of vital and nonvital teeth after biomechanical preparation with Ni-Ti rotary instruments. *Braz Dent J.* 2006;17:233-6.
- 25- Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickeltitanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2004;37:229-38.
- 26- Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary two instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2006;39:196-202.
- 27- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18:269-96.

- 28- Shott S. Statistics for health professionals. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1990.
- 29- Tasdemir T, Aydemir H, Inan U, Ünal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J*. 2005;38:402-8.
- 30- Ünal GÇ, Kaya BU, Taç AG, Keçeci AD. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J*. 2009;42:344-50.
- 31- Ünal GÇ, Maden M, Savgat A, Onur Orhan E. Comparative investigation of 2 rotary nickel-titanium instruments: protaper universal versus protaper. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;107:886-92.
- 32- Uyanik MO, Cebreli ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod*. 2006;32:668-71.
- 33- Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LF, Balleri P. In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files. *J Endod*. 2004;30:163-6.
- 34- Veltri M, Mollo A, Mantovani L, Pini PP, Balleri P, Grandini SA. Comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endod J*. 2005;38:610-6.
- 35- Weiger R, ElAyouti A, Löst C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod*. 2002;28:580-3.
- 36- Williamson AE, Sandor AJ, Justman BC. A comparison of three nickel titanium rotary systems, EndoSequence, ProTaper Universal, and Profile GT, for canal-cleaning ability. *J Endod*. 2009;35:107-9.
- 37- Yang GB, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shu Y, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2007;40:707-14.

Avaliação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares preparados com os sistemas ProTaper Universal™, ProFile™ e Twisted File™.

Artigo a ser submetido ao periódico Journal of Endodontics

Avaliação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares preparados com os sistemas ProTaper Universal™ e ProFile™ e Twisted File™.

Daniela de Andrade Mendes^a, Carlos Menezes Aguiar,^b Andréa Cruz Câmara^c.

^aAluna do Curso de Mestrado em Odontologia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco.

^cProfessor Doutor Associado do Departamento de Prótese e Cirurgia Bucal da Universidade Federal de Pernambuco.

^aAluna do Curso de Doutorado em Ciências Farmacêuticas do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Pernambuco.

Endereço para Correspondência: Daniela de Andrade Mendes, Rua Professor Augusto Lins e Silva, 383, apt 1002, Boa Viagem, Recife-PE. CEP: 51130-030. Telefone: (81) 3461 1591. E-mail: mendes_dam@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a centralização do preparo biomecânico no terço apical realizado pelos sistemas rotatórios ProTaper UniversalTM, ProFileTM e Twisted FileTM. Utilizou-se 30 canais méso-vestibulares de molares inferiores permanentes humanos com grau de curvatura entre 35° e 60°. Imagens pré-operatórias das secções dos terços apical foram visualizadas em lupa esterioscópica com magnificação de 10X, capturadas, armazenadas e avaliadas através do *software Image Tools*. Após o preparo biomecânico, as imagens do terço apical foram novamente capturadas, avaliadas e comparadas com as imagens pré-operatórias. Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente através dos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney, concluindo-se que os três sistemas analisados foram capazes de realizar o preparo biomecânico centralizado na porção apical do canal radicular provocando pequenas proporções de desvio, não sendo observadas diferenças estatisticamente significantes entre os mesmos.

Palavras Chave: Preparo do canal radicular; Instrumentos Odontológicos; Endodontia.

Abstract

The purpose of the following research was to evaluate the centralization of the rotatory ProTaper UniversalTM root canal preparation. Twenty Mesio Buccal root with curvature degree range from 35° to 60° had been used. Pre-operative images of the transversal sections of the apical thirds were visualized in stereomicroscope glass with 10X magnifier and captured, stored and evaluated through the Image Tools software. After the preparation, the apical thirds were evaluated and compared with the preoperative images again. The data was tabulated and analyzed through the tests Kruskal-Wallis and Mann-Whitney concluded that the three systems reviewed were able to perform the biomechanical centered on the apical root canal causing small amounts of deviation, and there were no statistically significant differences between them.

Keywords: Root canal preparation, Dental instruments, Endodontics.

INTRODUÇÃO

O objetivo do preparo biomecânico do canal radicular é remover o conteúdo do canal, especificamente micro-organismos. Este procedimento é realizado através da ampliação e modelagem do canal proporcionando desbridamento adequado e preservando a anatomia radicular original¹². Canais extremamente curvos e atresiadados representam um desafio durante a instrumentação uma vez que sua complexa anatomia interna contribui sobremaneira para aparecimento de aberrações e iatrogenias, tais como degraus e desvios do trajeto original¹⁷. Quanto maior o grau de curvatura, mais difícil é a limpeza e manutenção do formato na região apical¹³.

Em 1974, Schilder²⁴ já demonstrava preocupação com a manutenção do formato tridimensional do canal original após o preparo biomecânico. Em vista disto, diversas técnicas e instrumentos vem sendo desenvolvidos para minimizar os erros decorrentes da instrumentação do canal radicular abrindo um leque de opções, cada um chamando para si determinadas vantagens frente a instrumentação de canais curvos e atresícos.

Uma das grandes aspirações da endodontia é o desenvolvimento de um instrumento endodôntico capaz de manter a curvatura original dos canais radiculares e, ao mesmo tempo, trabalhar em todas as paredes. Proporcionando excelência na limpeza dos canais provocando o mínimo de alterações morfológicas⁴.

Com o objetivo de reduzir as aberrações, instrumentos em NiTi foram introduzidos por Walia *et al.* em 1988, apresentando duas propriedades fundamentais: elasticidade e efeito memória de forma. A flexibilidade conferida a estes instrumentos proporciona uma melhor adaptação às diferentes curvaturas presentes nos canais radiculares permitindo a manutenção da curvatura original sem deformá-la⁹.

Por se tratar de um sistema já consagrado, o instrumento rotatório ProFile tem sido o sistema com o qual os novos sistemas confeccionados em NiTi acionados a motor são comparados. Posteriormente o mesmo fabricante introduziu outro instrumento com *design* diferente – O sistema ProTaper com o

objetivo de aumentar a eficiência de corte e melhorar a flexibilidade do instrumento introduzindo a conicidade variável em um mesmo instrumento²³.

Quase 20 anos depois de testar os primeiros instrumentos rotatórios de NiTi, novos métodos e materiais de fabricação têm evoluído dando a segunda geração de instrumentos de NiTi maior flexibilidade, maior resistência à fadiga cíclica e maior eficiência de corte. O sistema Twisted-FileTM (Sybron Dental Specialties, Orange, USA) representa um avanço na fabricação de instrumentos de NiTi⁷. Estes instrumentos têm atualmente um tamanho constante de extremidade 0,25mm com conicidade fixa de .04, .06, .08, .10 e .12. O tratamento térmico R-fase, torção do metal e condicionamento especial de superfície, aumenta significativamente a resistência do instrumento à fadiga cíclica e confere flexibilidade, mesmo em grandes conicidades¹⁶.

Diante da vasta gama de instrumentos endodônticos confeccionados em ligas metálicas flexíveis disponibilizados pelos mais diferentes fabricantes, o presente trabalho teve por objetivo avaliar, através de imagens pré e pós-operatórias, a centralização do preparo biomecânico no terço apical realizado pelos sistemas rotatórios ProTaper UniversalTM (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ProFileTM (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e Twisted FileTM (Sybron Dental Specialties, Orange, USA) em canais radiculares curvos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Seleção da amostra e preparo dos espécimes

Utilizou-se 30 molares inferiores permanentes humanos com processo de rizogênese completo e raízes mesiais com grau de curvatura entre 35° e 60° determinado segundo a técnica CAA descrita por Günday *et al.*¹⁰ obtidas no Banco de Dentes do Departamento de Prótese e Cirurgia Buco-Facial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco após aprovação do Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde sob o Protocolo nº. 172/08 CEP/CCS/UFPE (ANEXO E).

Após realizado o acesso coronário iniciou-se o cateterismo e esvaziamento dos canais com as limas tipo K Sensus-Flexofile 06#, 08# e 10# (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). O comprimento real de trabalho (CRT) foi

determinado através da visualização no forâmem apical da extremidade da lima K 10# e seu recuo em 1,0mm. Padronizando-o em 1,0mm aquém do forâmem.

Na sequência, as raízes distais foram seccionadas das mesiais com auxílio de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) e devolvidas ao Banco de Dentes.

Inclusão dos Espécimes

Os espécimes foram incluídos em blocos de resina acrílica autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico LTDA, São Paulo, Brasil) de acordo com metodologia previamente descrita⁴.

Obtenção das imagens Pré-Operatórias

Para padronização, as raízes dos espécimes foram seccionadas nos terços cervical, médio e apical a 9,0; 6,0; e 3,0 mm do ápice radicular com discos diamantados de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil).

Posteriormente, obtiveram-se as imagens pré-operatórias do terço apical através da visualização em lupa esterioscópica (Ramsor, São Paulo, Brasil) com magnificação de 10X. As imagens obtidas foram capturadas através do *software Image Tools* (University of Texas Health Science Center, San Antonio, Texas, EUA) e armazenadas em computador.

Na sequência, foram determinadas as medidas das superfícies dentinárias obtendo-se as medidas das paredes mesial, distal, lingual e vestibular do canal radicular (Figura 1).

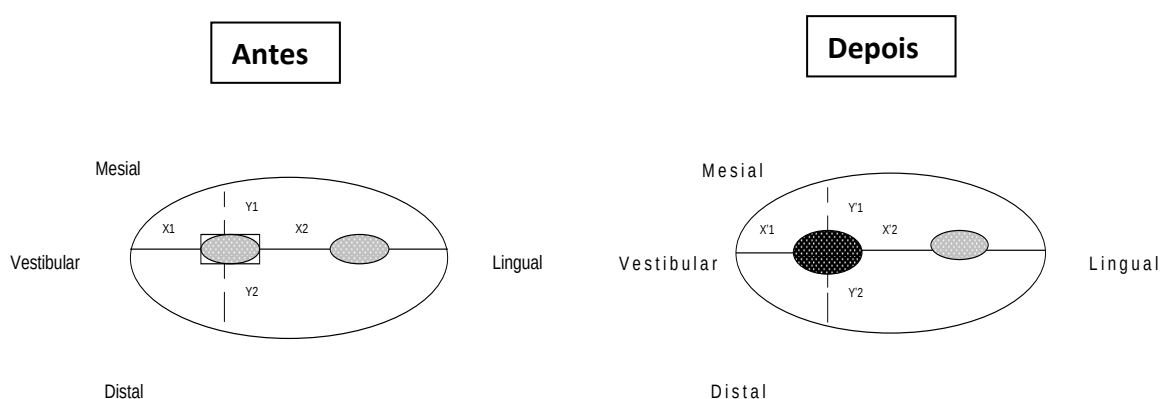


Figura 1: Representação esquemática das imagens pré e pós-operatórias do terço apical.

X1 é a distância da parede vestibular do canal méso vestibular à parede vestibular da superfície vestibular da raiz do canal não instrumentado.

X2 é a distância da parede lingual do canal méso-vestibular à parede lingual da superfície lingual da raiz não instrumentado.

Y1 é a distância da parede mesial do canal méso-vestibular à parede mesial da superfície mesial da raiz não instrumentado.

Y2 é a distância da parede distal do canal méso-vestibular à parede distal da superfície lingual da raiz não instrumentado.

X'1 é a distância da parede vestibular do canal méso vestibular à parede vestibular da superfície vestibular da raiz do canal instrumentado.

X'2 é a distância da parede lingual do canal méso-vestibular à parede lingual da superfície lingual da raiz instrumentado.

Y'1 é a distância da parede mesial do canal méso-vestibular à parede mesial da superfície mesial da raiz instrumentado.

Y'2 é a distância da parede distal do canal méso-vestibular à parede distal da superfície lingual da raiz instrumentado.

Grupos experimentais

Após a obtenção das imagens pré-operatórias os espécimes foram remontados na fôrma plástica utilizada para a confecção do bloco de resina e divididos aleatoriamente em três grupos com 10 espécimes cada:

Grupo 1: Canais preparados com o Sistema Rotatório ProTaper Universal™ (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de acordo com a técnica descrita pelo fabricante.

Grupo 2: Canais preparados com o Sistema Rotatório ProFile™ (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) de acordo com a técnica descrita pelo fabricante.

Grupo 3: Canais preparados com o Sistema Rotatório Twisted File (Sybron Dental Specialties, Orange, CA) de acordo com a técnica descrita pelo fabricante.

Obtenção das Imagens Pós-operatórias

Após o preparo biomecânico os espécimes foram “desmontados” e as imagens do terço apical foram capturadas da mesma maneira descrita anteriormente para as imagens pré-operatórias e avaliadas através do software Image Tools de acordo com o diâmetro dos instrumentos utilizados (Grupo 1: F1, F2; Grupo 2: 25.04, 25.06; Grupo 3: 25.04, 25.06) observando-se a centralização do preparo do canal radicular (Figuras 2, 3 e 4).

Figura 2: imagens pré(a) e pós (b) preparo biomecânico do canal radicular com o sistema rotatório ProTaper Universal™

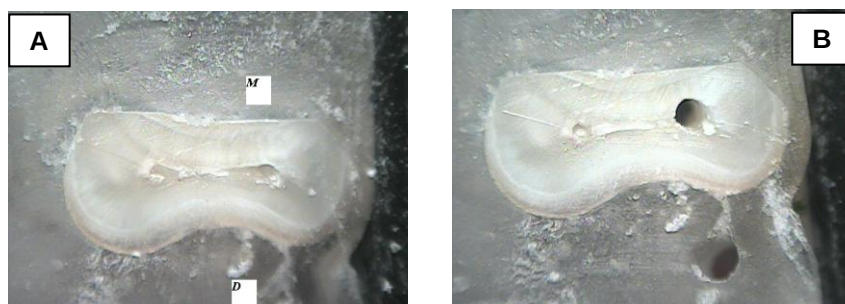


Figura 3: Imagens pré(a) e pós (b) preparo biomecânico do canal radicular com o sistema rotatório ProFile

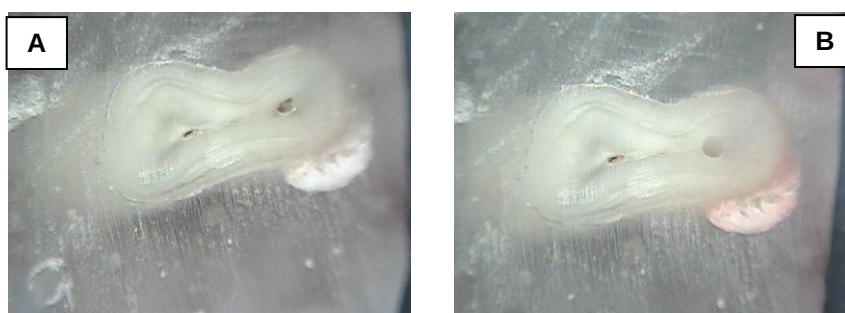
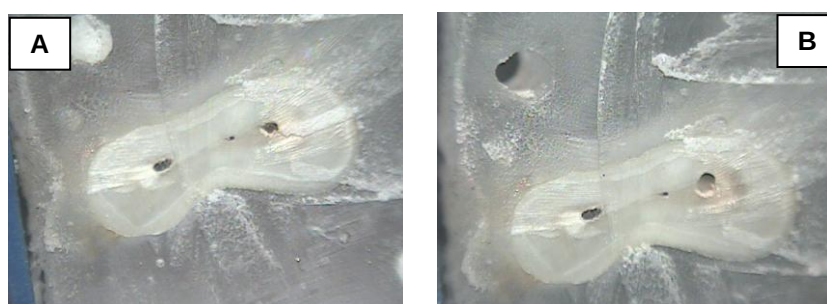


Figura 4: Imagens pré(a) e pós (b) preparo biomecânico do canal radicular com o sistema rotatório Twisted File



CrITÉRIOS para avaliação da centralização do preparo

Para avaliar a centralização do preparo dos canais radiculares foram utilizados os critérios sugeridos por Gambill *et al.*⁸ onde se calcula a centralização do preparo através da fórmula:

D1(Distância no sentido Vestíbulo-Lingual) $\rightarrow X1/X2 = (X1 - X'1) / (X2 - X'2)$

D2 (Distância no sentido Mésio-Distal) $\rightarrow Y1/Y2 = (Y1 - Y'1) / (Y2 - Y'2)$

Esta proporção indica a capacidade do instrumento em manter-se centralizado no canal radicular durante o preparo biomecânico. Se a proporção for igual a 1 pode-se traduzir como perfeita a centralização.

Análise estatística

Para a análise dos dados foram obtidas as medidas estatísticas: média, mediana, desvio padrão, valor mínimo e máximo e distribuição absoluta (técnicas de estatística descritiva). Como técnicas de estatística inferencial foram utilizados os testes estatísticos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney e a obtenção de intervalo de confiança. Ressalta-se que a escolha dos referidos testes foi devido à variabilidade elevada.

Os cálculos estatísticos foram realizados através do programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 15. A margem de erro utilizada na decisão dos testes estatísticos foi 5,0%.

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas das medidas D1 (vestíbulo-lingual) e D2 (mésio-distal) segundo o diâmetro do instrumento utilizado e ao grupo do sistema rotatório ao qual pertence (ProTaper™, ProFile™ e Twisted File™). Desta tabela destaca-se que: as médias de D1 variaram de 0,79 a 1,50, sendo que o maior valor foi registrado no instrumento 25.06 do ProFile™, entretanto não se comprova diferença significativa entre os grupos e nem entre os instrumentos em um mesmo grupo ($p > 0,05$).

Tabela 1 – Estatística das medidas D1 e D2 segundo o grupo

Instrumento	n	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Intervalo de Confiança com 95,0%	Valor de p(1)	Valor de p(2)
PTU F1 D1	10	1,09	1,05	0,57	0,25	1,92	(0,69 a 1,50)	0,631	0,853
PTU F1D2	10	1,25	1,09	0,58	0,42	2,13	(0,83 a 1,66)	0,694	0,971
PTU F2D1	10	0,99	1,04	0,40	0,29	1,74	(0,70 a 1,27)	0,665	0,853
PTU F2D2	10	1,14	1,07	0,30	0,77	1,84	(0,93 a 1,36)	0,080	0,971
PF 25.04 D1	10	1,03	1,02	0,35	0,30	1,65	(0,78 a 1,28)	0,548	0,481
PF 25.04 D2	10	1,45	0,86	1,68	0,06	5,52	(0,24 a 2,65)	0,272	0,315
PF 25.06 D1	10	1,50	0,47	2,72	0,08	9,05	(-0,44 a 3,45)	0,651	0,481
PF 25.06 D2	10	0,86	0,33	1,09	0,04	3,07	(0,08 a 1,65)	0,088	0,315
TF 25.04 D1	10	0,79	0,76	0,53	0,17	1,42	(0,41 a 1,18)	0,548	0,529
TF 25.04 D2	10	1,52	1,20	1,25	0,36	4,35	(0,63 a 2,42)	0,272	0,481
TF 25.06 D1	10	1,04	1,20	0,62	0,18	2,13	(0,59 a 1,48)	0,651	0,529
TF 25.06 D2	10	1,05	0,78	0,78	0,37	3,00	(0,49 a 1,61)	0,088	0,481

(1) Através do teste de Kruskal Wallis

(2) Através do teste de Mann-Whitney

n= amostra

PTU= ProTaper Universal

PF= ProFile

TF= Twisted File

As médias de D2 (Mesial-Distal) variaram de 0,86 a 1,52, sendo mais elevada no grupo dos sistemas rotatórios Twisted-FileTM, entretanto não se comprova diferença significativa entre os grupos e nem entre os instrumentos em um mesmo grupo ($p > 0,05$).

A Tabela 2 apresenta as estatísticas das diferenças entre os grupos por instrumento correspondente. A tabela mostra que as médias das diferenças da medida D1 variaram de – 0,52 (Protaper – Profile) no 2º instrumento a 0,47 (Profile – Twisted) no 2º instrumento. As médias das diferenças da medida D2 variaram de – 0,28 a 0,28.

Tabela 2 – Estatística das diferenças entre os grupos para as medidas D1 e D2

Grupo	Instrumento	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	IC com 95,0%
(ProTaper X Twisted File)	F1D1 X 25.04 TFD1	0,30	0,35	0,74	-0,94	1,75	(-0,23 a 0,83)
(ProTaper X Twisted File)	F2D1 X 25.06 TFD1	-0,05	-0,03	0,82	-1,36	1,26	(-0,64 a 0,53)
(ProTaper X Twisted File)	F1D2 X 25.04 TFD2	-0,28	-0,33	1,48	-3,46	1,76	(-1,33 a 0,78)
(ProTaper X Twisted File)	F2D2 X 25.06 TFD2	0,09	0,37	0,95	-2,02	1,27	(-0,58 a 0,77)
(ProTaper X ProFile)	F1D1 X 25.04 PFD1	0,06	0,12	0,71	-1,40	0,89	(-0,44 a 0,57)
(ProTaper X ProFile)	F2D1 X 25.06 PFD1	-0,52	0,24	2,71	-7,86	1,53	(-2,46 a 1,42)
(ProTaper X ProFile)	F1D2 X 25.04 PFD2	-0,2	-0,01	1,61	-4,27	1,68	(-1,34 a 0,95)
(ProTaper X ProFile)	F2D2 X 25.06 PFD2	0,28	0,69	1,14	-2,09	1,50	(-0,53 a 1,09)
(Twisted File X ProFile)	25.04 TFD1 X 25.04 PFD1	0,24	0,06	0,6	-0,43	1,42	(-0,19 a 0,67)
(Twisted File X ProFile)	25.06 TFD1 X 25.06 PFD1	0,47	-0,18	2,78	-1,99	7,91	(-1,52 a 2,45)
(Twisted File X ProFile)	25.04 TFD2 X 25.04 PFD2	-0,07	0,04	2,37	-4,28	4,99	(-1,77 a 1,62)
(Twisted File X ProFile)	25.06 TFD2 X 25.06 PFD2	-0,19	-0,27	0,87	-1,29	1,70	(-0,81 a 0,44)

A variação de todos os intervalos de confiança para as diferenças deslocaram de valores negativos a positivos, indicando a inexistência de diferenças significativas entre as médias dos grupos.

DISCUSSÃO

Atualmente a manutenção do trajeto original do canal tem sido vista como um importante pré-requisito durante o preparo biomecânico interferindo de maneira direta no sucesso da terapia endodôntica^{12, 24}. O resultado final da instrumentação de canais radiculares curvos pode ser influenciada por diversos fatores como a flexibilidade e diâmetro do instrumento endodôntico, técnica de instrumentação, localização da abertura do forâmen apical e dureza da dentina¹⁷. Significantes alterações na morfologia dos canais radiculares podem ser observadas após sua instrumentação quando curvaturas estão presentes, sendo o grau da curvatura considerado um fator de risco importante na limpeza e manutenção do formato anatômico original da região apical^{13,17}.

O desenvolvimento e uso de instrumentos em NiTi que com a sua flexibilidade se adaptam e trabalham em porções curvas de canais radiculares³¹ faz com que deformações nas paredes do canal ocorram de forma sutil, onde um

tolerável transporte do trajeto original do canal e do foramem sejam avaliados como “considerável” em grande parte dos casos como ficou demonstrado no presente trabalho^{4, 9}.

A escolha de sistemas rotatórios confeccionados em NiTi para a realização deste estudo foi feita levando-se em consideração diversos fatores que os tornam diferentes de outros sistemas tais como: o *design* de sua superfície de corte, taper variável e configuração da ponta de seus instrumentos²³ que fazem destes sistemas mais eficientes principalmente frente a instrumentação de canais radiculares curvos e atrésicos. Estes apresentam uma menor incidência de fratura, menor tempo de instrumentação e menor propensão a ocasionar deformações no trajeto original do canal durante o procedimento, mesmo quando utilizados instrumentos de conicidades superiores a .02^{6, 16}.

Diferentes métodos são utilizados para avaliar a presença de desvio do trajeto original do canal radicular após a instrumentação endodôntica. Um deles é através da utilização de uma plataforma radiográfica²⁶, atualmente em desuso por fornecer apenas uma imagem bi-dimensional, impossibilitando a observação da conformação do preparo dos canais radiculares de maneira tridimensional. Outros métodos utilizados para análise são a tomografia computadorizada^{18,27} e a microscopia eletrônica de varredura¹⁵ que apresentam como fator dificultante para sua execução o alto custo. No presente estudo, como em estudos anteriores^{5,18,33} a comparação das imagens obtidas pré e pós-preparo biomecânico dos canais radiculares permite a avaliação de uma maneira tridimensional um dos mais importantes requisitos que deve ser alcançado durante o preparo do canal, que é a manutenção do trajeto original do canal, como também permite a observação de áreas não preparadas que possam ter permanecido após o término da instrumentação.

Apesar do Sistema Protaper UniversalTM apresentar diâmetros maiores, o presente trabalho limitou-se a utilizar apenas os instrumentos F1 e F2 como forma de padronizar o alargamento apical de maneira equivalente e correspondente aos instrumentos que foram avaliados nos outros sistemas, 25.04 e 25.06 no ProFile e Twisted-File, uma vez que o diâmetro da ponta de um instrumento F2 corresponde a um instrumento de diâmetro de ponta 0,25mm.

O sistema ProTaper UniversalTM apresentou a melhor performance quando comparado com os demais sistemas (ProFileTM e Twisted-FileTM), apesar da

diferença não ter sido estatisticamente significativa, mostrou-se capaz de efetuar preparos mais centralizados mantendo a anatomia original do canal radicular provocando o mínimo de desvios^{1,20}. Diferentemente de outros resultados^{3, 11, 29} em que o ProTaperTM foi o responsável por grandes mudanças na curvatura dos canais, apresentando uma tendência a formação de zips apicais e ao transporte apical^{14, 32}. Já Vautt *et al.* (2009)²⁹ afirmaram que os instrumentos do ProTaper com conicidades maiores como o F2 e F3 foram responsáveis por altos índices de transporte do canal radicular e a retificação das curvaturas, estes achados estão em discordância com os resultados deste estudo no qual o instrumento F2 foi o responsável por preparos mais centralizados do que os demais instrumentos.

Analisando o transporte apical no sentido vestibulo-lingual (D1), o sistema ProFile foi o que apresentou os maiores índices de desvio quando comparado com os outros sistemas, corroborando os resultados apresentados por Vanni *et al.* (2004)²⁸. Diferentemente Al-Sudani, Al-Shahrani (2006)² descreveram o sistema ProFileTM como sendo o sistema capaz de produzir significativamente menos transporte apical e de manter-se o mais centralizado possível no interior do canal radicular. Esses autores atribuem tal desempenho ao design da sua secção transversal em U, presença de lâminas radiais e ângulo de corte neutro ou ligeiramente negativo, que promove o desgaste uniforme em toda extensão do canal radicular.

Observando o desempenho dos sistemas no sentido méso-distal (D2) o instrumento 25.04 do sistema rotatório Twisted-FileTM foi o responsável pelos maiores índices de transporte do canal radicular. Por se tratar de uma inovação no mercado de instrumentos rotatórios endodônticos em NiTi^{7,16} novos estudos são necessários para avaliar a real efetividade deste sistema e a sua capacidades de manter-se centralizado, quando utilizados no preparo biomecânico de canais radiculares curvos e atresiadados.

Na presente pesquisa ficou constatado que os três sistemas rotatórios de NiTi utilizados (ProTaperTM, ProFileTM e Twisted-FileTM) foram capazes de realizar preparos biomecânicos de maneira centralizada, onde todos os instrumentos avaliados provocaram baixas proporções de desvio do trajeto original do canal na região apical. Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os sistemas avaliados e tampouco entre os instrumentos componentes de um mesmo sistema. Ficou demonstrado que tanto o ProTaper Universal^{1, 6} como o

ProFile^{21,30} e o Twisted File são capazes de preparar canais radiculares atresiadados e curvos de maneira efetiva, apresentando apenas pequenos desvios em relação ao eixo principal do canal radicular, não prejudicando o sucesso da terapia endodôntica aplicada^{19, 22, 25}.

CONCLUSÃO

Os três sistemas analisados ProTaperTM, ProFileTM e Twisted-FileTM foram capazes de realizar o preparo biomecânico centralizado na porção apical do canal radicular provocando pequenas proporções de desvio, não sendo observadas diferenças estatisticamente significantes entre os mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguiar CM, Mendes DA, Cruz Câmara AC, Figueiredo JAP. Evaluation of the centreing ability of the ProTaper UniversalTM rotary system in curved roots in comparison to NitiflexTM files. Aust Endod J. 2009; 35: 174-9.
2. Al-Sudani D, Al-Shahrani S. A comparison of the canal centering ability of proFile, K3, and RaCe nickel titanium rotary systems, J Endod. 2006; 32: 1198-1201.
3. Blum JY, Machtou P, Ruddell C, Micallef JP. Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. J Endod. 2003; 29:567–75.
4. Câmara A C, Aguiar C M, Figueiredo JAP. Assessment of the Deviation after Biomechanical Preparation of the Coronal, Middle, and Apical Thirds of Root Canals Instrumented with Three HERO Rotary Systems. J Endod. 2007;3:1460-3.
5. Câmara A C, Aguiar C M, Figueiredo JAP. Evaluation of the root dentine cutting effectiveness of the HERO 642®, HERO Apical® and HERO Shaper® Rotary Systems. Aust Endod J. 2008; 34: 94-100.
6. De Luna AFH, Molina J R D, Blanno AL G. Evaluación de la transportación y ensanchamiento in-vitro Del sistema Pro-Taper. Rev Assoc Dent Mex. 2004; 6: 5-13.
7. Gambarini G, Grande N M, Plotino G, Somma F, Garala M, Massimo De Luca M, Testarelli L. Fatigue Resistance of Engine-driven Rotary Nickel-Titanium Instruments Produced by New Manufacturing Methods. J Endod. 2008; 34:1003–5.

8. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nuckel-titanium and stainless stell hand –file instrumentation using computed tomography. J Endod. 1996; 22: 369-75.
9. Guelzow A, Stam O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. Int Endod J. 2005; 38: 743-52.
10. Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative Study of Three Different Root Canal Curvature Measurement Techniques and Measuring the Canal Access Angle in Curved Canals. J Endod 2005; 31: 796-8.
11. Hartmann MSM, Barletta FB, Fontanella VRC, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. J Endod 2007;33:962–5.
12. Hata G, Uemura M, Kato A, Imura N, Novo N, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT File and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. J Endod. 2002; 28: 316-21.
13. Imura N, Kato A S, Novo N F, Hata G, Uemura M, Toda T. A comparison of mesial molar root canal preparations using two engine-driven instruments and the balanced-force technique. J Endod. 2001; 27: 627-31.
14. Javaheri H H, Javaheri G H. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. J Endod 2007;33:284–6.
15. Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Haznedaroglu F, Tanalp J, Bayirli G. Comparative evaluation of the preparation efficacies of HERO Shaper and Nitiflex root canal instruments in curved root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;100:636–42.
16. Larsen C M, Watanabe I, Glickman G I, He J. Cyclic Fatigue Analysis of a New Generation of Nickel Titanium Rotary Instruments. J Endod. 2009;35: 401-3.
17. Nidhi Jain, Suneja Tushar. Curved canals: Ancestral files revisited. Indian J Dent Res. 2008; 19:267-71.
18. Paqué F, Ganahl D, Peters O. A. Effects of Root Canal Preparation on Apical Geometry Assessed by Micro–Computed Tomography. J Endod. 2009; 35: 1056-9.
19. Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comaprison of canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. Int Endod J. 2005; 38: 8-16.
20. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape anaysed by micro CT. Int Endod J. 2003; 36: 86-92.

21. Ponti TM, McDonald NJ, Kuttler S, Strassler HE, Dumsha TC. Canal-centering ability of two rotary file systems. *J Endod* 2002; 28: 283-6.
22. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2006; 39: 203–12.
23. Shen Y, Cheung GS, Bian Z, Peng B. Comparison of defects in ProFile and ProTaper Systems after clinical use. *J Endod*. 2006; 32: 61-5.
24. Schilder, H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974; 18: 269-96.
25. Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J*. 2007; 33: 73–81.
26. Sydney G B.; Batista A, Melo L L. The radiographic platform: a new method to evaluate root canal preparation in vitro. *J Endod*. 1991; 17: 570–2.
27. Uyanik MO, Cehreli ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod* 2006; 32: 668–71.
28. Vanni J R, Albuquerque D S, Reis C, Baratto Filho F, Limongi O, Della Bona I. Apical displacement produced by rotary nickel-titanium instruments and stainless steel files. *J Appl Oral Sci*. 2004; 12(1):51-5.
29. Vaudt J, Bitter K, Neumann K, Kielbassa A M. 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: 22–33.
30. Versiani M A, Pascon E A, Sousa C J A, Gagliardi Borges M A G, Sousa-Neto M D. Influence of shaft design on the shaping ability of 3 nickel-titanium rotary systems by means of spiral computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 105: 807-13.
31. Walia H, Brantley W A, Gerstein N H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J of Endod*. 1988; 14: 346-57.
32. Zhang L, Luo H, Zhou X, Tan H, Huang D. The Shaping Effect of the Combination of Two Rotary Nickel-Titanium Instruments in Simulated S-Shaped Canals. *J Endod*. 2008; 24: 456-458.
33. Zaia AA, Ferraz CCR, Yoshinari GH, Souza Filho FJ. A simple method for the analysis of root canal preparation. *J Endod* 2000; 26: 172–4.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

Baseando-se na metodologia utilizada e dentro das limitações do presente estudo, pode-se concluir que:

- Os três sistemas analisados ProTaper UniversalTM, ProFileTM e Twisted-FileTM foram capazes de realizar o preparo biomecânico centralizado na porção apical de canais radiculares curvos e atrésicos provocando pequenas proporções de desvio, não sendo observadas diferenças estatisticamente significantes entre os mesmos.
- O sistema rotatório ProTaper UniversalTM não foi totalmente eficaz em instrumentar todas as paredes do terço apical dos canais radiculares, porém demonstrou uma capacidade aceitável para a modelagem dos canais radiculares.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. M.; CÂMARA, A. C.; MORAES, A. C. de. Avaliação radiográfica do desvio apical em canais instrumentados com o Sistema ProTaper. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas, v. 60, n. 1, p. 67-71, 2006.
- AGUIAR, C. M.; MENDES, D. de A.; FERREIRA, J. P. M. G. Morfologia interna do primeiro molar inferior através da radiografia e da diafanização. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas, v. 61, n. 2, p. 157-62, 2007.
- AGUIAR, C. M.; CÂMARA, A. C. Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with ProTaper™ for hand use and the ProTaper™ and RaCe™ rotary instruments. Australian Endodontic Journal, v. 34, n. 3, p.115-19, 2008.
- AGUIAR, C. M.; MENDES, D. de A.; CÂMARA, A. C.; FIGUEIREDO, J. A. P. de. Evaluation of the centreing ability of the ProTaper Universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files. Australian Endodontic Journal, v. 35, p.174-9, 2009.
- AL-SUDANI, D.; AL-SHAHRANI, S. A comparison of the canal centering ability of ProFile, K3, and RaCe Nickel Titanium Rotary Systems, Journal of Endodontics, v. 32, n. 12, p. 1198-1201, 2006.
- ANDRADE, S.C.S.M., MATTOS, N.H.R. Topografia e biologia da cavidade pulpar, ápice radicular e periápice. In: BERGER, C.R. et al. Endodontia. São Paulo: Pancast, 1998. Cap.4, p.49-64.
- BAUMGARTNER J. C.; FALKLER, W. A. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. Journal of Endodontics, v. 17, n. 8, p. 380-3, 1991.
- BAYIRLI G.S., SERT, S. Evaluation of the root canal configurations of teeth mandibular and maxillary permanente teeth by gender in the Turkish Population. Journal of Endodontics. v.30, n.6, p.391-8, 2004.
- CÂMARA, A. C.; AGUIAR, C. M.; FIGUEIREDO, J. A. P. de. Assessment of the deviation following biomechanical preparation of the coronal, middle and apical thirds of root canals instrumented with three HERO rotary systems. Journal of Endodontics, v. 33, n. 12, p.1460-3, 2007.
- CÂMARA, A. C.; AGUIAR, C. M.; FIGUEIREDO, J. A. P. de. Evaluation of the root dentine cutting effectiveness of the HERO 642®, HERO Apical® and HERO Shaper® Rotary Systems. Australian Endodontic Journal, v. 34, n. 3, p. 94-100, 2008.
- COSTA C, SANTOS M, BOMBANA AC. Avaliação da distorção da curvatura em canais simulados, instrumentados por dois sistemas rotatórios: Quantec Series 2000™ e RBS™ Moyco Union Broach. Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo, v. 13, p. 391-4, 1999.

DE LUNA AFH, MOLINA JRD, BLANNO ALG. Evaluación de la transportación y ensanchamiento in-vitro Del sistema Pro-Taper. Revista De la Asociacion Dental Mexicana, v. 61, p. 5-13, 2004.

GUELZOW A, STAM O, MARTUS P, KIELBASSA AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. International Endodontic Journal, v. 38, p. 743-52, 2005.

HATA GI, UEMURA M, KATO AS, IMURA N, NOVO NF, TODA T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT File and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. Journal of Endodontics, v. 28, p. 316-21, 2002.

HECK AR, GARCIA RB. Avaliação radiográfica do desvio apical do canal radicular após a instrumentação manual com limas Flexofile, Flex-R e Onyx-R e o sistema mecânico rotatório Profile. Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru v. 7:, p. 27-32, 1999.

IMURA N, KATO AS, NOVO N F, HATA G I, UEMURA M, TODA T. A comparison of mesial molar root canal preparations using two engine-driven instruments and the balanced-force technique. Journal of Endodontics, 2001; v. 27, p. 627-31, 2001.

IQBAL MK, MAGGIORE F, SUH B, EDWARDS K R, KANG J, KIM S, PHIL M. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. Journal of Endodontics, v. 29, p. 587-91, 2003.

KIM HC, YUM J, HUR B, CHEUNG GS. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. Journal of Endodontics , v. 35, n. 1, p. 147-52, 2010.

LARSEN,C.M.; WATANABE, I.; GLICKMAN, G. I.; HE,J. Cyclic Fatigue Analysis of a New Generation of Nickel Titanium Rotary Instruments. Journal of Endodontics, v. 35, n. 3, p. 401-3, 2009.

LIMONGI, O.; KLYMUS, A. O.; BARATTO FILHO, F.; VANNI, J. R.; TRAVASSOS, R. In vitro evaluation of the presence of apical deviation wuith employment of automated handpieces with continuos and alternate moyion for root canal preparation. Journal Applied Oral Science, v. 12, n. 3, p. 195-9, 2004.

OZGUR UYANIK M, CEBRELI Z C, MOCAN BO, DAGLI FT. Comparative evaluation of three Nickel-titanium instrumentation systems in huma teeth using computed tomography. Journal of Endodontics, v. 32, p. 668-71, 2006.

PARK HA. A comparison of nickel-titanium and stainless stell files to shape curved root canals. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics, v. 9, p. 715-8, 2001.

PETERS OA, PETERS CI, SCHONENBERGER K, BARBAKOW F. Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. International Endodontic Journal, v. 36, p. 86-92, 2003.

PINTO, S.A. H., PINHEIRO, E.T. Canal Mésio-Central em Molares Inferiores. Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas. v.54, n.2, p.121-4, mar./abr., 2000.

PONTI TM, MCDONALD NJ, KUTTLER S, STRASSLER HE, DUMSHA TC. Canal-centering ability of two rotary file systems. Journal of Endodontics, v. 28, p. 283-6, 2002.

PORTES ML, OLIVEIRA S, CARLIK J. Estudo tridimensional da curvatura do canal palatino de molares superiores Revista Pauista del Odontologia. v. 22, p. 32-7, 2000.

SCHAFER E, ERLER M, DAMMASCHKE T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part1. Shaping ability in simulated curved canals. International Endodontic Journal, v. 39, p.196-202, 2006.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. Dental Clinics of North America, v. 18, n. 2, p. 269-96, 1974.

SHEN Y, CHEUNG GS, BIAN Z, PENG B. Comparison of defects in ProFile and ProTaper Systems after clinical use. Journal of Endodontics, v. 32, p. 61-5, 2006.

VAUDT, J.; BITTER, K.; NEUMANN, K.; KIELBASSA, A. M. *Ex vivo* study on root canal instrumentation of two rotary nickel–titanium systems in comparison to stainless steel hand instruments. International Endodontic Journal, v. 42, n. 1, p. 22-33, 2009.

VELTRI M, MOLLO A, MANTOVANI L, PINI P, BALLERI P, GRANDINI S. A comparative study of endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. International Endodontic Journal, v. 38, p. 610-6, 2005.

WALIA, H.; BRANTLEY,W. A.; GERSTEIN, N. H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. Journal of Endodontics, v. 14, n. 7, p. 346-57, 1988.

WEST J D. Introduction of a new rotary endodontic system. Progressively tapering files. Dentistry Today, v. 20, n. 5, p. 50-7, 2001.

WILLIAMSON, A. E.; CARDON, J. W.; DRAKE, D. R. Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of *Enterococcus faecalis*. Journal of Endodontics, v. 35, n. 1, p. 95-97, 2009.

ANEXOS

ANEXO A



ORIGINAL RESEARCH

Evaluation of the centreing ability of the ProTaper Universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files

Carlos Menezes Aguiar, BDS, MSc, PhD¹; Daniela de Andrade Mendes, BDS²; Andréa Cruz Câmara, BDS, MSc³; and Jose Antonio Poli de Figueiredo, BDS, MSc, PhD⁴

1 Department of Prosthodontics and Oral and Facial Surgery, Faculty of Dentistry, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

2 Department of Prosthodontics and Oral and Facial Surgery, Faculty of Dentistry, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

3 Department of Pharmaceutical Sciences, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

4 Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul – PUCRS, Porto Alegre, Brazil

Keywords

dental pulp cavity, instrumentation, instruments, root canal, root canal preparation.

Correspondence

Dr Carlos Menezes Aguiar, Rua Heitor Mele Filho, 52 Apt. 201, Madalena, Recife PE 50750-525, Brazil. Email: cmaqui@uol.com.br

doi:10.1111/j.1747-4497.2009.00168.x

Abstract

The aim of the present study was to assess the centreing ability of the ProTaper Universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files, by means of preoperative and postoperative imaging of a cross-section of the apical third. Twenty mesiobuccal canals of human first mandibular molars with a degree of curvature ranging from 35° to 60° were divided into two groups of 10 specimens each: group 1, ProTaper Universal™ rotary system; group 2 (control), Nitiflex™ files. All instruments produced morphological alterations. The Student's *t*-test and Kruskal–Wallis test showed that the differences were not statistically significant, except for the specimens instrumented by Nitiflex file #30. The ProTaper Universal™ showed the capacity for producing centered preparations in curved and thin root canals with low proportions of apical deviation.

Introduction

The root canal preparation is one of the major components of root canal treatment and is directly related to subsequent disinfection and filling (1,2). The aim of root canal preparation is to form a continuously tapered shape with the smallest diameter at the apical foramen and the largest at the orifice to allow effective irrigation and filling (3), without any deviations from the original trajectory, in curved and thin canals (4), using techniques and instruments which have the greatest precision and the shortest working time (5). Many instruments have been recommended but only a few seem to be capable of achieving these primary objectives of root canal preparation consistently (6,7). Nickel-titanium (NiTi) instruments are mainly used because they have greater flexibility and capacity for maintaining the original configuration without creating any iatrogenic events such as external transportation, ledge or perforation (8).

It has been recognized that NiTi rotary systems reduce the time required for biomechanical preparation, as well

as diminishing the failures related to instrumentation (9). Rotary instruments allow conical tapered conformation of root canals with great speed and effectiveness (10) and maintain the working length (WL) (11).

Since their introduction, numerous NiTi rotary systems have been added to the arsenal of endodontic instruments. The same manufacturer can make several designs, trying to improve the performance of such systems. The ProTaper™ Universal instruments are an example of this.

The ProTaper™ rotary instruments have a convex triangular cross-sectional design and a non-cutting safety tip. The basic series of ProTaper™ files comprise six instruments: three shaping and three finishing files. According to the manufacturer, the auxiliary shaping file SX should be used to produce more shape in the coronal portion of the root canal. The shaping file S1 should be used initially up to 4 mm short of the apex and the shaping files S1 and S2 throughout the WL to progressively enlarge the apical third. The finishing files (F1, F2 and F3) should be used to complete the apical third of the root canal (12).

More recently, the ProTaper™ NiTi rotary system has been upgraded to the ProTaper Universal™ system, which includes shaping, finishing and retreatment instruments. It incorporates a shallow U-shaped groove at each of its convex triangular sides in cross-section, supposedly to improve the flexibility of the larger instruments. The modified design has also been suggested to reduce the subjective feeling of the instrument being 'pulled' into the canal or so-called screw-in effect (13).

By means of an evaluation of the preoperative and postoperative images of a cross-section of the apical third of root canals, the present study set out to verify the centreing ability of the root canals prepared with the ProTaper Universal™ rotary system in comparison to Nitiflex™ files.

Materials and methods

Selection and preparation of the samples

Twenty mesiobuccal canals of human mandibular first molars obtained from the Tooth Bank of the Department of Prosthodontics and Oral and Facial Surgery of the Federal University of Pernambuco were selected with the approval of the Ethics in Research Committee of the Center of Health Sciences of the University. The mesiobuccal roots had completely formed apices and severely curved root canals with curvature degrees ranging from 35° to 60° according to canal access angle (CAA) technique (14). The distance between the canal orifice and apex was connected by drawing a line. The angle formed by the intersection between this line and one drawn parallel to the long axis of the canal from the coronal part, is defined as the CAA.

The coronal access was made, and the distal root was separated from the mesial root with the aid of a carboburundum disk (KG Sorensen, Barueri, Brazil). The distal root was returned to the Tooth Bank, and the mesial root was washed in running water for 2 min and left to dry at room temperature. To determine the WL, a #10 Senseus-Flexofile (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was inserted into the mesiobuccal canal until it was visible at the apical foramen. The WL was calculated to be 1 mm less than the length obtained with this initial file.

Embedding of the specimens in acrylic resin blocks

The specimens were embedded in autopolymerised resin acrylic blocks (Artigos Odontológicos Clássico LTDA, São Paulo, Brazil) according to a previously described method (7).

Obtaining the preoperative images

After polymerisation, the acrylic blocks were removed from the molds and transversely sectioned 3 mm from the apex, for standardisation purposes, with the aid of a double-faced diamond disk (KG Sorensen, Barueri, Brazil). The preoperative images of the apical thirds were viewed with a stereoscopic magnifier (10×) (Ramsor, São Paulo, Brazil) at the Biomaterials Clinical Research Unit (NPCB) of the Federal University of Pernambuco and captured digitally. The specimens were remounted in their molds and the biomechanical preparation was performed.

Biomechanical preparation of the root canals

The specimens were randomly divided into the following two groups with 10 root canals each:

Group 1: ProTaper Universal™ Rotary System (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland). The canals were instrumented at a rotational speed of 300 rpm (Driller Endo-Pro Torque, São Paulo, Brazil) as follows: (1) SX file was used to one half of the WL; (2) S1 file was used up to 4 mm short of the apex; (3) S1 and S2 files were used to the full WL; and (4) F1, F2 and F3 files were used to the full WL.

Group 2 (control): The canals were instrumented by the crown-down technique with Nitiflex™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) hand files. A size 40 file was inserted gently into the root canal until resistance was met; the file was then drawn back 1 mm to prevent blocking and quarter-turn and traction movements were made against the walls, after which the file was removed. This movement was repeated until the instrument no longer met any resistance and the file was free in its path of penetration. These manoeuvres were subsequently repeated with #35, #30, #25, #20, #15 and #10 files, the last of these at the WL. After this step, with a view to obtaining standardisation of the biomechanical preparation, apical widening was carried out with #15, #20, #25 and #30 files in incremental order, the last of these files being referred to as the final apical instrument.

Single-use instrumentation was performed. A freshly prepared 1% sodium hypochlorite solution (Roval, Recife, Brazil) was used in conjunction with ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA – Biodinamica, Itapora, Brazil) as a chelating agent for irrigating the root canals, as well as a 3-mL syringe with a 30-gauge needle (Injecta, Diadema, Brazil). The irrigation was performed at the start of the instrumentation, after each instrument change, and at the end of the biomechanical preparation. A single operator prepared all root canals.

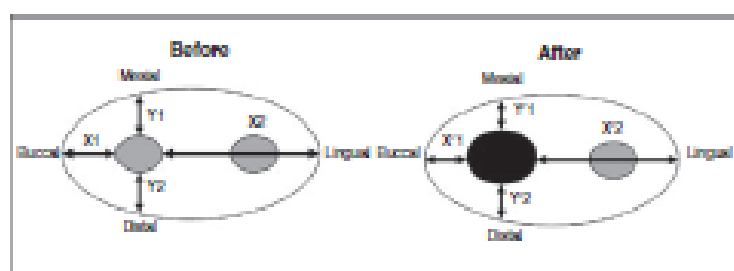


Figure 1 Schematic representation of the image used in the evaluation.

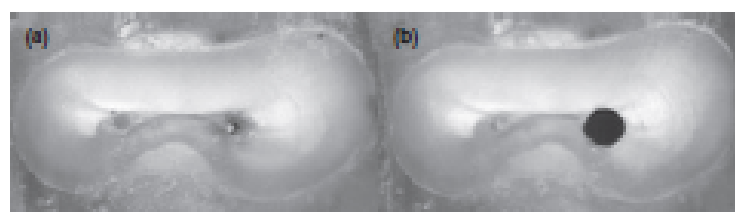


Figure 2 (a, b) Image taken from the apical region before and following root canal preparation.

Obtaining the postoperative images

After the instrumentation with files F1, F2 and F3 (group 1), and #20, #25, #30 (group 2), the specimens were removed from the acrylic resin moulds, and the apical third section was viewed again in the stereoscopic magnifier with 10× magnification, the postoperative images being captured by a computer.

Evaluation of centreing capacity

Using the Image Tool software (University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, USA) the images of the uninstrumented and instrumented canals were compared. According to a previously described method (15), the following formula was devised to evaluate centreing capacity (Fig. 1):

$$D1: X1/X2 = (X1 - X'1)/(X2 - X'2)$$

$$D2: Y1/Y2 = (Y1 - Y'1)/(Y2 - Y'2)$$

According to this formula, a result of 1 indicates perfect centreing (Fig. 2).

Statistical analysis of the data

The data regarding the buccal-lingual measurement (D1) and mesial-distal measurement (D2) were calculated from the usual location measurements (mean and average) and dispersion (standard deviation, minimum

and maximum) at the 95% confidence interval. Comparison of means of the measurements obtained with the corresponding instruments was done using the Student's *t*-test. Comparison of the measurements obtained with the F1, F2, F3, #20, #25 and #30 instruments was made by means of the Kruskal-Wallis test. In all tests a level significance of 0.05 was adopted.

Results

Table 1 presents the main descriptive statistics of the buccal-lingual measurement (D1) and mesial-distal measurement (D2) obtained with the various instruments. The confidence intervals are also given for the means of each of these measurements. No statistically significant difference was found between the two groups in terms of the apical deviation, except for the specimens instrumented by NiTi-flex file #30. The confidence interval for the mean of the mesial-distal (D2) distance of instrument #30 indicates that the mean of this measurement was significantly different from a result of 1, demonstrating the greatest apical deviation when this instrument was used.

Table 2 presents the evaluation of the centreing ability from equivalent instruments determined by the comparison of the means of the buccal-lingual measurement (D1) and mesial-distal measurement (D2). Comparing the instrument #30 with F3, there was a statistically significant difference between the means of the mesial-distal (D2) distances, showing the least centreing ability of #30 instrument.

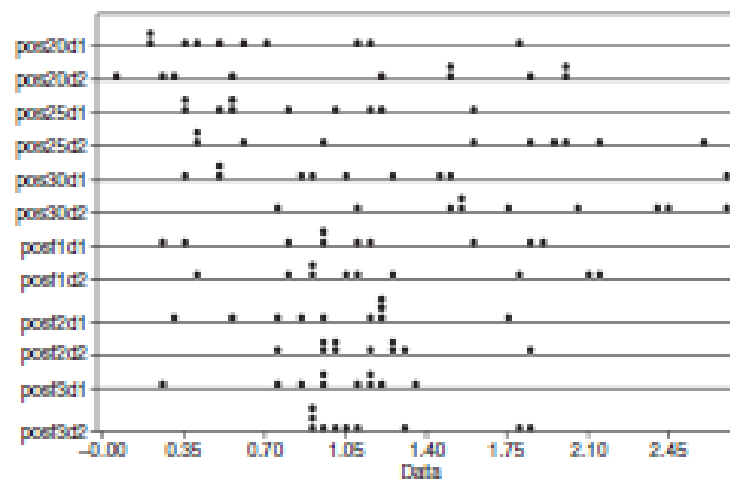


Figure 3 Distribution of the mean buccal-lingual and mesial-distal values obtained by the different instruments used.

Table 1 Principal descriptive statistics of the buccal-lingual and mesial-distal measurements according to the instrument used

Variables	n	Measurement	SD	Minimum	Mean	Maximum	VC	CI	95% of the mean
#20 D1	10	0.699	0.507	0.19	0.560	1.80	72.5	0.337	1.061
#20 D2	10	1.119	0.768	0.06	1.250	2.00	68.6	0.570	1.668
#25 D1	10	0.808	0.432	0.33	0.680	1.62	53.5	0.499	1.117
#25 D2	10	1.444	0.802	0.38	1.715	2.60	55.5	0.870	2.018
#30 D1	10	1.106	0.688	0.33	0.970	2.70	62.2	0.614	1.598
#30 D2	10	1.780	0.622	0.73	1.650	2.70	34.9	1.335	2.225
F1 D1	10	1.094	0.570	0.25	1.045	1.92	52.1	0.667	1.501
F1 D2	10	1.249	0.580	0.42	1.085	2.13	46.4	0.804	1.664
F2 D1	10	0.985	0.401	0.29	1.040	1.74	40.7	0.698	1.272
F2 D2	10	1.143	0.296	0.77	1.065	1.84	25.9	0.931	1.355
F3 D1	10	0.970	0.313	0.25	1.040	1.35	32.3	0.746	1.194
F3 D2	10	1.176	0.258	0.89	1.015	1.84	30.4	0.920	1.432

n, number of specimens; SD, standard deviation; VC, variance coefficient; CI, confidence interval.

Table 2 Comparison of the means of the buccal-lingual and mesial-distal of the distances of the corresponding instruments

Comparison	Mean difference	CI	95% of mean difference	P value
#20 D1 × F1 D1	-0.395	-0.901	0.111	0.119
#20 D2 × F1 D2	-0.130	-0.769	0.509	0.674
#25 D1 × F2 D1	-0.177	-0.568	0.214	0.354
#25 D2 × F2 D2	0.201	-0.267	0.669	0.280
#30 D1 × F3 D1	0.136	-0.366	0.638	0.576
#30 D2 × F3 D2	0.604	0.127	1.081	0.016

CI, confidence interval.

Figure 3 presents the distribution of the mean buccal-lingual (D1) and mesial-distal (D2) values obtained by the different instruments used.

Discussion

Since the introduction of the NiTi rotary systems, numerous NiTi rotary systems have been added to the endodontic armamentarium. The ProTaper Universal™ rotary system differs essentially in the cutting blade designed for increased flexibility, cutting and efficiency (12,16,17) as demonstrated in the present study. These findings are in contrast to previous studies (2,18,19) in which ProTaper™ showed a greater tendency to produce morphological alterations.

In the present study natural human teeth were used following other authors (7,8,10,12,17,20–25). The main reason for choosing human teeth is the fact that they simulate clinical conditions better than acrylic blocks. Acrylic resin is not an optimum material for testing rotary instruments because it does not manage to reproduce the microhardness of dentin (26) and the anatomic variation (enlargements, oval root canals, etc.) that are frequent and cannot be easily simulated (27).

Many studies have used the Schneider method (28) to determine root canal curvature (10,20,24). In the present study, the curvatures were measured by the CAA method, because this method is as effective as the Schneider angle in evaluating root canal curvature and it is a better method to measure centreing ability of root canal instruments.

The comparison of the pre- and postoperative images of the root canal cross-sections enabled the evaluation of the one of the most important parameters of root canal preparation, the centreing ability. A number of methods for investigating the centreing ability of endodontic instruments during the instrumentation of root canals have been used (14,16,17,29). In the present study, as with previous studies (2,7,10,17), the preoperative and postoperative images of the root canals sectioned were viewed by means of a stereoscopic magnifier with $\times 10$ magnification.

Despite the fact that all phases of root canal treatment are equally important, the one requiring the greatest effort on the part of the operator is the cleaning and shaping of the root canal system (3). The main parameters used to evaluate shaping are to protect the curvature of the canal and to maintain good centreing ability. In this study the ProTaper Universal™ presented centered root canal preparations. This may suggest a final centreing preparation with all root canal walls shaped. Manual NiTi instruments demonstrated the greatest apical deviation, emphasising #30 files with which the highest proportion of apical deviations was observed, which is in agreement with some previous studies (4,8).

One of the great aspirations of endodontics is the emergence of an effective endodontic instrument that manages to maintain the original curvature of the root canals and at the same time works on all the walls. None of the instruments evaluated in this study was totally effective in performing the biomechanical preparation of the root canals, morphologic changes being observed.

Conclusions

The ProTaper Universal™ showed the capacity for producing centered preparations in curved and thin root canals with low proportions of apical deviation.

References

- Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow P. Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 2003; 36: 86–92.
- Yang GB, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shao Y, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2007; 40: 707–14.
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974; 18: 269–96.
- Hata GI, Uemura M, Kato AS, Imura N, Nono NP, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT File and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *J Endod* 2002; 28: 316–21.
- Iqbal MK, Maggiore F, Suh B *et al.* Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod* 2003; 29: 387–91.
- Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006; 39: 196–202.
- Almaraz AC, Aguiar CM, Figueiredo JAP. Assessment of the deviation after biomechanical preparation of the coronal, middle and apical thirds of root canals instrumented with three Hero Rotary Systems. *J Endod* 2007; 33: 1460–3.
- Guchow A, Stum O, Martin P, Kielbaso AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J* 2005; 38: 743–52.
- Pernaz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J* 2001; 34: 354–8.
- Kaptan PS, Kayahan B, Hamedaroglu F, Tanalp J, Bayirli G. Comparative evaluation of the preparation efficacies of HERO shaper and Nitiflex root canal instrumentation in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100: 636–42.
- Wu MK, Barkis D, Rorie A, Wessellink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J* 2002; 35: 264–7.
- Aguiar CM, Almaraz AC. Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with ProTaper™ for hand use and the ProTaper™ and RaCe™ rotary instruments. *Aust Endod J* 2008; 34: 113–9.
- Kim HC, Cheung GSP, Lee CJ, Kim BM, Park JK, Kang SI. Comparison of forces generated during root canal shaping and residual stresses of three nickel-titanium rotary files by using a three-dimensional finite-element analysis. *J Endod* 2006; 34: 743–7.

14. Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative study of three different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. *J Endod* 2009; 31: 796–8.
15. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996; 22: 369–73.
16. Uyarik OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 2003; 36: 86–92.
17. Uyarik MO, Gebreli ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three Nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod* 2006; 32: 668–71.
18. Sonntag D, Ott M, Kork K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Miwo and ProTaper. *Aust Endod J* 2007; 33: 73–81.
19. Javaheri HH, Javaheri GHA. Comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod* 2007; 33: 284–6.
20. Hülsmann M, Schade M, Schäfers P. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2001; 34: 338–46.
21. Weiger R, ElAyouti A, Löt C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod* 2002; 28: 580–3.
22. Jeon IS, Spangberg LSW, Yoon TC, Kamei RB, Kim KY. Smear layer production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96: 601–7.
23. Prati C, Pouchi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clin Oral Invest* 2004; 8: 102–10.
24. Tasdemir T, Aydemir H, İman U, Önal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J* 2009; 36: 402–8.
25. Veltri M, Mollo A, Mantovani L, Pini P, Balleri P, Grandini SA. Comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Miwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endod J* 2009; 36: 610–6.
26. Kim K, Spångberg L, Cha HY, IL-young J, Seung-jang L, Chan-young L. Shaping ability of three Profile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 2000; 26: 716–23.
27. Diemer F, Sinan A, Calas P. Penetration depth of warm vertical gutta-percha pluggers: impact of apical penetration. *J Endod* 2006; 32: 123–6.
28. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 32: 271–3.
29. Paqué F, Much U, Hülsmann M. Comparison of canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 2009; 36: 8–16.

ANEXO B

Título do Projeto de Pesquisa

AValiação DA CENTRALIZAÇÃO DO PREPARO BIOMECÂNICO EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS COM OS SISTEMAS PROTAPER UNIVERSALTM E PROFILETM.

Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	29/05/2008 09:10:10	03/07/2008 14:44:26		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	24/05/2008 11:51:48	Folha de Rosto	FR195993	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	29/05/2008 09:10:10	Folha de Rosto	0168.0.172.000-08	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	03/07/2008 14:44:26	Folha de Rosto	172/08	CEP

ANEXO C

ASSESSMENT OF CANAL WALLS AFTER BIOMECHANICAL PREPARATION OF ROOT CANALS INSTRUMENTED WITH PROTAPER UNIVERSAL™ ROTARY SYSTEM

Carlos Menezes AGUIAR¹, Daniela de Andrade MENDES², Andréia Cruz CÂMARA³, Jose Antonio Poli de FIGUEIREDO⁴

1- DDS, MSc, PhD, Professor of Endodontics, Department of Prosthodontics and Oral and Facial Surgery, Dental School, Federal University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

2- DDS, Master's degree student in Integrated Clinical Dentistry, Department of Prosthodontics and Oral and Facial Surgery, Dental School, Federal University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

3- DDS, MSc, Doctorate student in Pharmaceutical Sciences, Department of Pharmaceutical Sciences, Federal University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

4- DDS, MSc, PhD, Adjunct Professor of Endodontics and Coordinator of the Postgraduate Program in Dentistry, Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

Corresponding address: Prof. Dr. Carlos Menezes Aguiar - Rua Heitor Maia Filho, 52 - Apt. 201 - Madalena - Recife - PE - 50750-525 - Brazil - Phone: +55-81-3467-6821 - e-mail: craguiar.ufpe@yahoo.com.br

Received: September 17, 2008 - Modification: May 18, 2009 - Accepted: August 11, 2009

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to examine the instrumented walls of root canals prepared with the ProTaper Universal™ rotary system. Material and Methods: Twenty mesiobuccal canals of human first mandibular molars were divided into 2 groups of 10 specimens each and embedded in a muffle system. The root canals were transversely sectioned 3 mm short of the apex before preparation and remounted in their molds. All root canals were prepared with ProTaper Universal™ rotary system or with Nitiflex™ files. The pre and postoperative images of the apical thirds viewed with a stereoscopic magnifier ($\times 45$) were captured digitally for further analysis. Data were analyzed statistically by Fisher's exact test and Chi-square test at 5% significance level. Results: The differences observed between the instrumented and the noninstrumented walls were not statistically significant ($p < 0.05$). Conclusions: The Nitiflex™ files and the ProTaper Universal™ rotary system failed to instrument all the root canal walls.

Key words: Dental pulp cavity. Nickel-titanium. ProTaper Universal. Root canal preparation. Rotary instruments.

INTRODUCTION

The root canal preparation is one of the major components of root canal treatment and is directly related to subsequent disinfection and filling^(1,2). The goal of root canal preparation is to form a continuously tapered shape with the smallest diameter at the apical foramen and the largest at the orifice to allow effective irrigation and filling⁽³⁾, using techniques and instruments which have the greatest precision and the shortest working time⁽⁴⁾. Several types of endodontic instruments have been recommended but only a few seem to be capable of achieving these primary objectives of root canal preparation consistently^(5,6).

It has been recognized that NiTi rotary systems reduce the time required for biomechanical preparation and minimize the failures related to instrumentation⁷. Since their introduction, numerous NiTi rotary systems have been added to the arsenal of endodontics tools and sometimes the same

manufacturer launches several instrument designs, trying to improve the performance of the file systems. The ProTaper Universal™ rotary system is an example that can be mentioned. The ProTaper™ rotary instruments have a convex triangular cross-sectional design and a non-cutting safety tip. The basic series of ProTaper™ files comprise six instruments: three shaping and three finishing files. According to the manufacturer, the auxiliary shaping file SX should be used to produce more shape in the coronal portion of the root canal. The shaping file S1 should be used initially up to 4 mm short of the apex and the shaping files S1 and S2 throughout the working length to progressively enlarge the apical third. The finishing files (F1, F2 and F3) should be used to complete the apical third of the root canal⁸.

More recently, the ProTaper™ NiTi rotary system has been upgraded to the ProTaper Universal™ system, which includes shaping, finishing and retreatment instruments. It

incorporates a shallow U-shaped groove at each of its convex triangular sides in cross section, supposedly to improve the flexibility of the larger instruments. The modified design has also been suggested to reduce the subjective feeling of the instrument being "pulled" into the canal or so-called screw-in effect^{11,12,13}.

The aim of the present study was to evaluate the instrumented walls of root canals prepared with the ProTaper Universal™ rotary system.

MATERIAL AND METHODS

Twenty mesiobuccal canals of human mandibular first molars obtained from the Tooth Bank of the Department of Prosthodontics and Oral and Facial Surgery of the Federal University of Pernambuco, Brazil were selected with the approval of the Research Ethics Committee of the University's Center of Health Sciences. The mesiobuccal roots had completely formed apices and severely curved root canals with curvature degrees ranging from 35° to 60° according to canal access angle (CAA) technique. The distance between the canal orifice and apex was connected by drawing a line. The angle formed by the intersection between this line and one drawn parallel to the long axis of the canal from the coronal part, is defined as the CAA¹⁴.

The coronal access was made, and the distal root was separated from the mesial root with a carbide diamond disk (KG Sorensen, Barnari, SP, Brazil). The distal root was returned to the Tooth Bank, and the mesial root was washed in running water for 2 min and left to dry at room temperature. A size 10 Sensens-Flexofile (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was introduced into the mesiobuccal canal until its tip was visible at the apical foramen. The working length was calculated to be 1 mm less than the length obtained with this initial file.

The specimens were embedded in autopolymerized acrylic resin (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, SP, Brazil) according to a previously described method⁵. After polymerization, the acrylic blocks were removed from the molds and sectioned transversely 3 mm from the apex, for standardization purposes using a double-faced diamond disk (KG Sorensen). The apical thirds were viewed with a stereoscopic magnifier ($\times 45$) (Ramos, São

Paulo, SP, Brazil) at the Biomaterials Clinical Research Unit (NPCE) of the Federal University of Pernambuco and the preoperative images were captured digitally. The specimens were remounted in their molds and the biomechanical preparation was performed.

Biomechanical Preparation of the Root Canals

The specimens were randomly divided into the following 2 groups with 10 root canals each. Random distribution of the groups considered the degree of canal curvature, allowing the average curvature, as well as the more severe cases to be evenly allocated to each group: Group 1: ProTaper Universal™ rotary system (Dentsply/Maillefer). The canals were instrumented at a rotational speed of 300 rpm (Driller Endo-Pro Torque, São Paulo, SP, Brazil) as follows: (1) SX file was used to one half of the WL; (2) S1 file was used up to 4 mm short of the apex; (3) S1 and S2 files were used to the full WL; and (4) F1, F2 and F3 files were used to the full WL. Group 2 (control): The canals were instrumented according to the crown-down technique with NitiFlex™ (Dentsply/Maillefer) hand files. The root canals were enlarged up to a size 30 master file.

Single-use instrumentation was performed. A freshly prepared 1% sodium hypochlorite solution (Ronal, Recife, PE, Brazil) was used in conjunction with ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA - Biodinâmica, Itaiporá, PR, Brazil) as a chelating agent for irrigating the root canals, as well as a 3-mL syringe with a 30-gauge needle (Injecta, Diadema, SP, Brazil). The irrigation was performed at the beginning of the instrumentation, after each instrument change, and at the end of the biomechanical preparation. A single operator prepared all root canals.

After instrumentation with files F1, F2 and F3 (group 1), and sizes 20, 25 and 30 (group 2), the specimens were removed from the acrylic resin molds, and the apical third cross sections were viewed again with the stereoscopic magnifier ($\times 45$) and the postoperative images were captured digitally.

The action of the instruments on the root canal walls (buccal, lingual, mesial, and distal) was analyzed according to a previously described method⁵. The data were recorded on individual record cards and the effectiveness of the instruments used was evaluated. The following scores were used: score 0, absence of noninstrumented wall or walls;

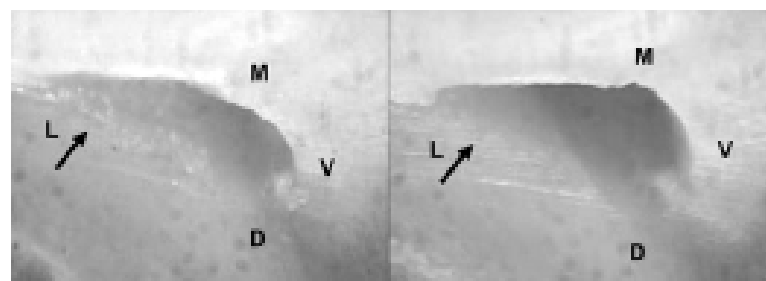


FIGURE 1- Preoperative image (left) and postoperative image (right) showing the absence of instrumentation at the lingual wall (arrow). M, mesial; D, distal; V, buccal; L, lingual ($\times 45$)

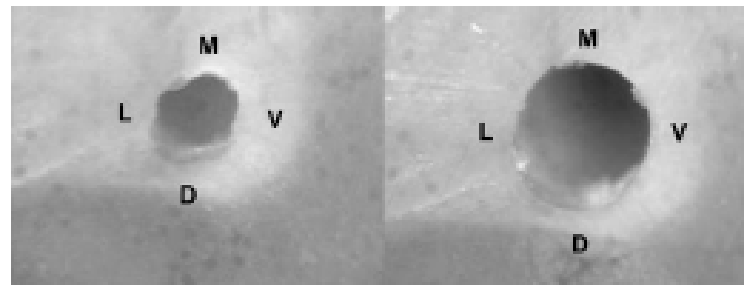


FIGURE 2- Preoperative Image (left) and postoperative Image (right) showing complete instrumentation of the walls. M, mesial; D, distal; V, buccal; L, lingual (x45)

TABLE 1- Frequency of instrumented walls according to the diameter of the instrument used

Wall/ Instrument	Group			
	NitiFlex™ files		ProTaper Universal™	
	n	%	n	%
Mesial				
20/F1	10	100.0	9	90.0
25/F2	10	100.0	10	100.0
30/F3	10	100.0	10	100.0
P value	p = 1.000		p = 1.000	
Buccal				
20/F1	9	90.0	9	90.0
25/F2	9	90.0	10	100.0
30/F3	9	90.0	10	100.0
P value	p = 1.000		p = 1.000	
Distal				
20/F1	8	80.0	8	80.0
25/F2	9	90.0	10	100.0
30/F3	8	80.0	10	100.0
P value	p = 1.000		p = 0.310	
Lingual				
20/F1	8	80.0	8	80.0
25/F2	8	80.0	8	80.0
30/F3	8	80.0	8	80.0
P value	p = 1.000		p = 1.000	
Entire walls				
20/F1	35	87.5	34	85.0
25/F2	36	90.0	38	95.0
30/F3	35	87.5	38	95.0
P value	p = 1.000		p = 0.215	

N= number of walls

score 1, presence of noninstrumented wall or walls (Figures 1 and 2). The results were tabulated and subjected to statistical analysis. The categorical data were summarized by means of absolute frequency and relative percentage and the numeric data by means of the usual descriptive statistics of location and dispersion. Interexaminer agreement regarding the instrumented walls was evaluated by Cohen's kappa test. Data referring to the instrumented walls were analyzed by Fisher's exact test and Chi-square test²⁸. A level of significance of .05 was adopted for all the tests.

RESULTS

Table 1 shows the frequency of instrumented walls (buccal, lingual, mesial, and distal) according to the diameter (sizes 20, 25 and 30) of the instrument used (Nitiflex™ files and ProTaper Universal™). There was no statistically significant differences ($p < 0.05$) between the instrumented and the noninstrumented walls. There was no evidence that any instrument was different from the others regarding its ability to instrument all root canal walls. A perfect interexaminer agreement was observed in groups 1 and 2 ($k = 1.000$).

DISCUSSION

Various brands of NiTi rotary systems have been introduced in the market. Most of them come with a regularly tapered shaft, whereas the ProTaper Universal™ rotary system has a varying taper along the length of the instrument^{23,24,25}. The use of rotary NiTi files for root canal preparation significantly reduced the time required to instrument canals with minimal deviation from the original canal path compared with hand instrumentation^{1,3}.

Although all phases of root canal treatment are equally important, cleaning and shaping of the root canal system demand the greatest effort on the part of the operator²⁷. It should be mentioned the difficulty in shaping flattened root canals because the instruments might not act efficiently on all canal walls. This was observed in the present study in agreement with the findings of previous studies^{2,3,4,6,10,22,23,24,25}, in which complete instrumentation of the root canals was not achieved in any of the groups evaluated.

In the present study, the F2 and F3 instruments were the most effective for apical instrumentation. This is in accordance with Baratto-Filho, et al.⁶ (2009), who observed that the cleaning ability of the apical instruments of the ProTaper™ system (F1, F2, and F3) was directly proportional to their diameter. On the other hand, Calberton, et al.⁴ (2004) recommend that care should be taken to avoid excessive removal at the inner curve, leading to danger zones when using F2 and F3 instruments in curved canals. In addition, care should also be taken to avoid deformation of the F3 instrument.

Two methods have been used commonly used for evaluation of root canal preparation: extracted human teeth

or simulated root canals with strictly defined root canal curvatures in terms of angle and radius. In the present study, natural human teeth were used following other authors^{1,3,5,10,11,13,17,22,23,26,28,30,31,32} because they simulate more faithfully the situations encountered *in vivo*. Acrylic resin is not an optimum material for testing rotary instruments because it does not manage to reproduce the microhardness of dentin³³ and the anatomic variation (enlargements, oval root canals, etc) that are frequent in root canals and cannot be easily simulated⁶.

Comparison of the pre and postoperative images of the root canal diameter allowed for evaluating one of the most important points of root canal preparation, that is, the prepared canal should completely include the original canal and no unprepared areas should remain. A number of methods for investigating the effectiveness of endodontic instruments during the instrumentation of root canals have been used^{11,13,20,22,23,30}. In the present study, in the same way as in previous investigations^{2,3,4,6,10,22,23}, the preoperative and postoperative images of the canal cross sections were viewed under a stereoscopic magnifier with $\times 45$ magnification for analysis of the instrumented walls³³. This method allows a relatively easy and repeatable comparison of preinstrumentation and postinstrumentation canals in a way that it is possible to analyze the action of the instruments on the root canal walls (buccal, lingual, mesial, and distal)³³.

The original ProTaper™ system rotary instrument is the one of the most popular endodontic NiTi systems currently on the market. Numerous studies have been carried out to evaluate the shaping capabilities of these instruments using canals of varying geometry in plastic blocks and extracted teeth³. Veltri, et al.³⁴ (2004) compared the shaping abilities of ProTaper™ instruments and GT rotary instruments and observed that the two systems produced no aberrations and changes in the working length. Paque, Musch and Helmreich²² (2005) as well as Foschi, et al.⁶ (2004) related that the ProTaper™ system respected the original root canal curvature and were safe to use, but the cleanliness was not satisfactory.

More recently, the ProTaper™ NiTi rotary system has been upgraded to the ProTaper Universal™ system. The manufacturer has modified the design and tip of some instruments. Unal, et al.³⁵ (2009) evaluated whether the changes of the ProTaper™ system contributed to the shaping ability of the instruments in terms of the morphology of curved canals. The authors observed that the modifications of the ProTaper™ instruments did not create any discrepancy in the shaping abilities of the instruments and others factors such as working time, instrument fracture, instrument deformation, and maintenance of working length. Williamson, Sander and Justman³⁶ (2009) compared the cleaning effectiveness under scanning electron microscopy using three different rotary NiTi systems (ProTaper Universal, ProFile GT and EndoSequence) and reported that all the rotary systems were equally effective in root canal debridement.

This study evaluated the instrumented walls of root canals prepared with the ProTaper Universal™ rotary

system. The analysis of the root canal walls revealed that in the ProTaper Universal group, the F1 instrument was not able to prepare all of the root canal walls. When the F2 and F3 files were used, it was found that, except for the lingual wall, all other canal walls were instrumented. In the Nitiflex™ group, independent of the diameter of the instrument used only the mesial wall was fully prepared, and even increasing the diameter of the instrument, walls still remained without being instrumented. This apparent more effective action of ProTaper Universal™ system on the root canal walls compared the Nitiflex™ files could be explained by the fact that the ProTaper Universal™ instruments have a varying taper. Accordingly, a previous study² has demonstrated that ProTaper Universal™ has good capacity to shape root canals. However, though differences existed in the present study they were not statistically significant and both types of instruments produced similar results with minimal non-instrumented walls.

One of the great aspirations of endodontics is the emergence of an effective endodontic instrument that manages to maintain the original curvature of the root canals and at the same time works on all the walls. None of the instruments evaluated in this study was totally effective in performing the biomechanical preparation of the root canals, uninstrumented walls being observed.

CONCLUSIONS

Within the limitations of this present study, the Nitiflex™ files and the ProTaper Universal™ rotary system failed to instrument the apical third walls of the root canals, but demonstrated an acceptable capacity to shape root canals.

REFERENCES

- 1- Aguiar CM, Câmara AC. Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with ProTaper™ for hand use and the ProTaper™ and RaCe™ rotary instruments. *Aust Endod J*. 2008;34:115-9.
- 2- Aguiar CM, Mendes DA, Câmara AC, Figueiredo JAP. Evaluation of the centring ability of the ProTaper Universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files. *Aust Endod J*. [serial on the internet] 2009 [cited 2009 Nov 4]. In press. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-4477.2009.00168.x>
- 3- Barato-Filho F, Leonardi DP, Zielak JC, Vitti JR, Sayto-Mais SM, Sousa-Neto MD. Influence of ProTaper finishing files and sodium hypochlorite on clearing and shaping of mandibular central incisors - a histological analysis. *J Appl Oral Sci*. 2009;17:229-33.
- 4- Calhoun FL, Derosier CAJ, Hommer GM, De Moor RJ. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *Int Endod J*. 2004;37:613-23.
- 5- Câmara AC, Aguiar CM, Figueiredo JAP. Assessment of the deviation after biomechanical preparation of the coronal, middle and apical thirds of root canals instrumented with three Hero Rotary Systems. *J Endod*. 2007;33:1460-3.
- 6- Diemer F, Sizan A, Calas P. Penetration depth of warm vertical gutta-percha pluggers: impact of apical preparation. *J Endod*. 2006;32:123-6.
- 7- Ferraz CC, Gomes NV, Gomes HP, Zaia AA, Teixeira FH, Sousa-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J*. 2001;34:354-8.
- 8- Foschi F, Nucci C, Montebagnoli L, Marchionni S, Breschi I, Malagrino VA, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004;37:832-9.
- 9- Gracia FS, Garcia RH, Bramante CM, Moraes RJ, Bernardini N. A quantitative analysis of rotary, ultrasonic and manual techniques to treat proximally flattened root canals. *J Appl Oral Sci*. 2007;15:89-93.
- 10- Guelzow A, Sharin O, Martin P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*. 2005;38:743-52.
- 11- Günday M, Sazak H, Garip Y. A Comparative study of three different root canal curvature measurement techniques and measuring the canal access angle in curved canals. *J Endod*. 2005;31:796-8.
- 12- Hillerbrand M, Schade M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J*. 2001;34:538-46.
- 13- Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards ER, Kang J, Kim S, et al. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod*. 2003;29:587-91.
- 14- Iqbal MK, Firie S, Tulcan J, Karabacak B, Kim S. Comparison of apical transportation between Profile™ and ProTaper™ NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004;37:359-64.
- 15- Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod*. 2007;33:284-6.
- 16- Jeon IS, Spangberg LSW, Yoon TC, Kazemi RH, Kim KY. Smear layer production by 3 rotary systems with different cutting blade designs in straight root canals: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;96:601-7.
- 17- Kaptan F, Kayahan B, Harnedaroğlu F, Tanalp J, Bayirli G. Comparative evaluation of the preparation efficacies of HERO shaper and Nitiflex root canal instrumentation in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;100:636-42.
- 18- Kim HC, Cheung OSP, Lee CJ, Kim BM, Park JK, Kang SL. Comparison of forces generated during root canal shaping and residual stresses of three nickel-titanium rotary files by using a three-dimensional finite-element analysis. *J Endod*. 2008;34:743-7.
- 19- Kim K, Spangberg L, Cha HY, Il-Young J, Seung-Jang L, Chan-Young L. Shaping ability of three Profile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod*. 2000;26:716-23.
- 20- Paput F, Masch U, Hillerbrand M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. *Int Endod J*. 2005;38:8-16.
- 21- Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J*. 2003;36:86-92.
- 22- Preti C, Foschi F, Nucci C, Montebagnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clin Oral Investig*. 2004;8:102-10.
- 23- Santos MDI, Marceliano MF, Souza PR. Evaluation of apical deviation in root canals instrumented with K3 and ProTaper systems. *J Appl Oral Sci*. 2006;14:860-4.

- 24- Sanaki EW, Versiani MA, Perez DEC, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC, Silva BO. *Ex vivo* analysis of the debris remaining in flattened root canals of vital and nonvital teeth after biomechanical preparation with Ni-Ti rotary instruments. *Braz Dent J*. 2006;17:233-6.
- 25- Schäfer E, Vassia M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J*. 2004;37:229-38.
- 26- Schäfer E, Erler M, Dammascchio T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary two instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J*. 2006;39:196-202.
- 27- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974;18:269-96.
- 28- Shott S. *Statistics for health professionals*. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1990.
- 29- Tasdemir T, Aydemir H, Iran U, Onal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J*. 2005;38:402-8.
- 30- Onal OÇ, Kaya BU, Taç AG, Koyucu AD. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an *ex vivo* study. *Int Endod J*. 2009;42:344-50.
- 31- Onal OÇ, Maden M, Savgat A, Onur Orhan E. Comparative investigation of 2 rotary nickel-titanium instruments: protaper universal versus protaper. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;107:886-92.
- 32- Uyanik MO, Cobrelci ZC, Mocan BO, Dagli FT. Comparative evaluation of three Nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod*. 2006;32:668-71.
- 33- Veltri M, Molio A, Pini PP, Ghelli LF, Balleri P. In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files. *J Endod*. 2004;30:163-6.
- 34- Veltri M, Molio A, Mantovani L, Pini PP, Balleri P, Grandini SA. Comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Micro NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endod J*. 2005;38:610-6.
- 35- Weiger E, ElAyouti A, Léot C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod*. 2002;28:580-3.
- 36- Williamson AE, Sendor AJ, Justman BC. A comparison of three nickel titanium rotary systems, EndoSequence, ProTaper Universal, and Profile GT, for canal-cleaning ability. *J Endod*. 2009;35:107-9.
- 37- Yang GH, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shu Y, Wu HC. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2007;40:707-14.

Título do Projeto de Pesquisa

AValiação DA CENTRALIZAÇÃO DO PREPARO BIOMECÂNICO EM CANAIS RADICULARES PREPARADOS COM OS SISTEMAS PROTAPER UNIVERSALTM E PROFILETM.

Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	29/05/2008 09:10:10	03/07/2008 14:44:26		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	24/05/2008 11:51:48	Folha de Rosto	FR195993	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	29/05/2008 09:10:10	Folha de Rosto	0168.0.172.000-08	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	03/07/2008 14:44:26	Folha de Rosto	172/08	CEP

Título do Projeto de Pesquisa

AValiação da centralização do preparo biomecânico em canais radiculares preparados com os sistemas PROTAPER UNIVERSALTM E PROFILETM.

Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	29/05/2008 09:10:10	03/07/2008 14:44:26		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	24/05/2008 11:51:48	Folha de Rosto	FR195993	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	29/05/2008 09:10:10	Folha de Rosto	0168.0.172.000-08	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	03/07/2008 14:44:26	Folha de Rosto	172/08	CEP