

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

CONVÊNIO UFRGS - UDELAR

MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

ENDODONTIA

**CENTRALIZAÇÃO E TRANSPORTE: AVALIAÇÃO *IN VITRO* DOS
SISTEMAS DE ROTAÇÃO CONTÍNUA E RECÍPROCANTE EM
CANAIS RADICULARES CURVOS**

BEATRIZ VILAS

PORTO ALEGRE
2013

BEATRIZ VILAS

Centralização e transporte: avaliação *in vitro* dos sistemas de rotação contínua e recíproca em canais radiculares curvos

Centering and transportation: *in vitro* evaluation of systems using continuous and reciprocating motion in curved root canals

Linha de pesquisa

Biomateriais e Técnicas Terapêuticas em Odontologia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica-Endodontia.

Orientadora Prof. Dra. Fabiana Soares Grecca

PORTO ALEGRE
2013

CIP - Catalogação na Publicação

Vilas, Beatriz
CENTRALIZAÇÃO E TRANSPORTE: AVALIAÇÃO IN VITRO
DOS SISTEMAS DE MOTACÃO CONTÍNUA E RECÍPROCANTE EM
CANAIS RADICULARES CURVOS / Beatriz Vilas. -- 2013.
54 f.

Orientadora: Fabiana Soares Grecca.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia,
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto
Alegre, RS, 2013.

1. Endodontia. 2. Preparo do canal radicular. 3.
Tomografia computadorizada. I. Grecca, Fabiana
Soares, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho,

À minha família, especialmente a meu marido Mario, companheiro da vida, pelo amor, apoio incondicional, compreensão e paciência nos momentos das ausências.

À professora e amiga Martha López Miral, por ter sido uma grande mestra em meu caminho pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Fabiana Soares Grecca, pela dedicação, incentivo, disponibilidade e bondade permanentes. Obrigada pela companhia, seu riso fácil sempre me acolheu em nossos encontros. Meu sincero reconhecimento pela confiança em me aceitar como sua orientada, apesar da distância estava sempre presente o seu bom conselho e seu constante estímulo. Muito obrigada!

Aos professores do Departamento de Endodontia, especialmente a Régis Burmeister dos Santos, Patrícia Poli Kopper, Marcus Vinicius Reis Só e Francisco Montagner, por fazer-me sentir como em casa, pela cooperação e por dividir comigo seus conhecimentos e seu espaço de trabalho. Obrigada pela ajuda.

À professora Ma. Elia Alonso, por me introduzir ao amor pela Endodontia.

Às autoridades das Faculdades de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Universidad de la República, por estabelecer este convênio que nos permitiu essa experiência maravilhosa.

Aos meus colegas do mestrado do Uruguai, em especial Anunzziatta, Judith e Laura, pelo companheirismo e amizade, pela contribuição intelectual e pelos gratos momentos de descontração.

À Carolina Bender Hoppe, pela disponibilidade e ajuda na realização deste trabalho.

Á Richard Jaureguy e Santiago Jaureguy, pela aquisição das tomografias computadorizadas e por compartilhar seus conhecimentos em Imaginologia.

Á meus colegas Néstor Valverde e Rafael Bercianos, por sua generosidade, colaboração e disponibilidade.

Á Claudia Ezquenazi e Eduardo Grumberg pelo fornecimento dos materiais da VDW.

*Quando pensávamos que tínhamos todas as respostas,
de repente, mudaram todas as perguntas.*

Mario Benedetti

RESUMO

VILAS, B. N. **Centralização e transporte: avaliação *in vitro* dos sistemas de rotação contínua e recíproca em canais radiculares curvos.** 2013. 54 f. Dissertação/mestrado - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

Um dos objetivos da terapêutica endodôntica radical é a conformação e limpeza do sistema de canais radiculares. Nos últimos anos têm surgido múltiplos sistemas de instrumentação e variações em suas dinâmicas, sendo fundamental a manutenção da forma original do canal depois do preparo. O objetivo desse estudo foi avaliar a centralização e transporte de canais radiculares curvos, nos terços cervical e apical, utilizando os sistemas de rotação contínua ProTaper® e Mtwo®, de rotação alternada Reciproc® e uma técnica coroa-ápice de instrumentação manual. Foram selecionadas raízes mesio vestibulares de primeiros molares superiores humanos permanentes extraídos. Após a definição dos comprimentos, ângulos e raios de curvatura, os canais (n=60) foram divididos em quatro grupos experimentais, conforme os sistemas de preparo. O diâmetro apical final foi padronizado em #25. Tomografias computadorizadas antes e após o preparo foram feitas para mensuração do transporte e centralização dos canais e os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente através de ANOVA e Tukey. Quando se utilizou diâmetro apical 25 nos preparos radiculares, não foram encontradas diferenças estatísticas no transporte dos canais entre os sistemas ($p > 0.05$). Na análise de centralização, diferença significativa ocorreu na avaliação apical ($p < 0.05$) entre o sistema Reciproc e ProTaper, sendo que o sistema Reciproc apresentou o pior resultado.

Palavras-chave: endodontia, preparo de canal radicular, tomografia computadorizada.

ABSTRACT

VILAS, B. N. **Centering and transportation: *in vitro* evaluation of systems using continuous and reciprocating motion in curved root canals.** 2013. 54 p. Master Thesis - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

One of the purposes of the radical endodontic therapy consists of cleaning and shaping of the root canal system. In recent years there have been multiple instrumentation systems and variations in their dynamics, being fundamental the fact of maintaining the original shape of the canal after mechanical preparation. The aim of this study was to evaluate the centering ability and transportation in curved root canals at the cervical and apical thirds, using systems with continuous motion, ProTaper® and MTwo®, reciprocating motion, Reciproc®, and a step-down manual instrumentation technique. Mesial buccal roots of human extracted first maxillary permanent molars were selected. After having determined the lengths, angles and radius of curvature, the canals (n = 60) were divided into four groups according with preparation systems. The final apical diameter was standardized in # 25. Computed tomographies were made to measure centering ability and transportation of the canals. The results were statistically analyzed by ANOVA and Tukey. When used apical preparation # 25, no statistical differences were found in the transportation between the systems ($p > 0,05$). In the analysis of centering ratio, significantly difference occurred in the apical evaluation ($p < 0,05$) between Reciproc and ProTaper systems, the Reciproc system showed the worst result.

Key-words: endodontic, root canal preparation, computed tomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Amostra: raíz mesio vestibular de primeiro molar superior	20
Figura 2.	Definição dos ângulos de curvatura e distância A-B no programa Adobe Photoshop, ferramenta <i>Ruler Tool</i>	21
Figura 3.	Bloco com raíz fixada com acrílico	22
Figura 4.	a) Suporte a inserir no tomógrafo, b) placa fixada ao suporte e c) blocos com raízes fixadas na placa	23
Figura 5.	Tomógrafo com suporte e placa em posição	24
Figura 6.	a) Motor, b) contra-ângulo redutor e c) função <i>calibration</i>	25
Figura 7.	a) Instrumentos ProTaper Universal e b) motor calibrado.....	26
Figura 8.	a) Instrumentos Mtwo e b) motor calibrado	27
Figura 9.	a) Instrumento Reciproc e b) motor em função recíprocante	27
Figura 10.	Esquema de medidas antes e após o preparo	29
Figura 11.	Imagens antes e após o preparo e medições realizadas com a ferramenta <i>Ruler Tool</i> do Adobe Photoshop	30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Média e desvio-padrão da razão de centralização nos grupos33
- Tabela 2. Média e desvio-padrão do transporte do canal (mm) nos grupos34

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

% _ Por cento

° _ Graus

cm _ Centímetros

CT _ Comprimento de trabalho

dpi _ Dots per inch

et al. _ *et alli* (e colaboradores)

FO _ Faculdade de Odontologia

g_ Gramas

IM _ Instrumentação manual

kVp _ Kilovolt

mA _ Miliamperes

mm _ Milímetros

mL _ mililitros

MT _ Mtwo

NiTi _ Níquel titânio

PT _ ProTaper Universal

rpm _ rotações por minuto

RE _ Reciproc

UFRGS _ Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UDELAR _ Universidad de la República

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	17
OBJETIVO GERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
METODOLOGIA	19
TIPO DE ESTUDO	19
LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	19
AMOSTRA.....	19
Seleção da amostra.....	19
Ângulo de curvatura e raio	20
AQUISIÇÃO DAS IMAGENS.....	22
DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS	24
PREPARO DOS CANAIS RADICULARES	25
ANÁLISE DO TRANSPORTE E CENTRALIZAÇÃO DOS CANAIS APÓS O PREPARO	28
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	44
ANEXO 1 Aprovação do Comissão de Pesquisa. Faculdade de Odontologia UFRGS.	53
ANEXO 2 Aprovação do Comitê de Ética. Faculdade de Odontologia. UDELAR.....	54

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da terapêutica endodôntica radical consiste na conformação e limpeza do sistema de canais radiculares. Estas etapas têm recebido diferentes denominações: cirurgia dos condutos radiculares (PUCCI; REIG, 1944), preparo biomecânico (GROSSMAN, 1973), limpeza e conformação (SCHILDER, 1974), entre outros.

Ao longo da história da Endodontia, diferentes instrumentos e técnicas foram utilizados no alcance desse objetivo. Maynard, em 1838, criou o primeiro instrumento endodôntico, utilizando uma mola de relógio. A partir disso, os instrumentos passaram a ser projetados em liga de aço carbono e, atualmente, são utilizadas ligas de aço inoxidável, níquel-titânio e titânio-alumínio (RAO, 2011).

Até o início da década de 90 o preparo dos canais radiculares era feito utilizando-se técnicas manuais com instrumentos de aço inoxidável (MORTMAN, 2011). Tal abordagem tornava-se complexa quando consideradas as limitações destes instrumentos no preparo de canais curvos ou atrésicos (WEIGER; ELAYOUTI; LOST, 2002; SCHAFFER; VLASIS, 2004) levando a acidentes operatórios como deformações, desvios dos canais ou perfurações (DE ALENCAR et al., 2010; GERGI et al., 2010).

O uso da liga de níquel-titânio (NiTi) em Endodontia foi sugerido por Civjan, Huget e De Simon em 1975 em razão das propriedades de memória de forma e superelasticidade. Porém, em 1988, Walia, Brantley e Gerstein utilizaram esta liga em instrumentos endodônticos.

Em canais com curvatura acentuada, estes instrumentos tornaram-se mais indicados por apresentarem baixo módulo de elasticidade, permitindo maior flexibilidade elástica (WALLIA; BRANTLEY; GERSTEIN, 1988). Em razão da sua maior flexibilidade e resistência á torção, tornou possível, também, seu emprego em movimento de rotação contínua (BAUMANN, 2004; GUTMANN; GAO, 2012). Com esta liga foram desenvolvidos instrumentos com

variadas conformações geométricas (THOMPSON, 2000; BAUMANN, 2004; PAQUÉ et al., 2010; GAO et al., 2011) e conicidades múltiplas e progressivas.

Desta maneira, a indústria dos metais tem procurado otimizar a forma e desenho destes instrumentos para que os procedimentos possam ser realizados em menor tempo, reduzindo a fadiga do operador e aprimorando o preparo, principalmente de canais curvos.

Apesar de toda essa evolução tecnológica, as variações anatômicas do canal continuam sendo um desafio para a obtenção da conformação e limpeza desejadas. Atualmente, ainda não existe instrumento ou sistema de instrumentos que atinja estes objetivos em sua totalidade, particularmente na porção apical e nas zonas dos istmos entre canais (HULSMANN; PETERS; DUMMER, 2005; PAQUÉ et al., 2009; FORNARI et al., 2010; VERSIANI; PÉCORA; SOUSA-NETO, 2011; MARKVART et al., 2012; PARANJPE et al., 2012). Os sistemas de rotação contínua, assim como a instrumentação manual, não têm sido capazes de preparar todas as paredes do canal, deixando áreas sem sequer serem tocadas (PETERS et al., 2003; SIQUEIRA et al., 2010; DE-DEUS et al., 2011; OZER, 2011; SOLOMONOV et al., 2012) e com remanescentes teciduais e bacterianos (BURKLEIN et al., 2012).

Recentemente vários processos termomecânicos e tecnologias de fabricação têm sido desenvolvidos para aperfeiçoar a microestrutura das ligas de NiTi (SHEN et al., 2013), tornando-as ainda mais flexíveis e resistentes que a liga convencional (KIM et al., 2012; PEREIRA et al., 2012). Ainda, foram propostas técnicas de conformação que utilizam apenas um instrumento, em movimento de rotação alternada ou recíproca, com o objetivo de simplificar os sistemas rotatórios convencionais (YARED, 2008; BERUTTI et al., 2012; KIM et al., 2012).

O movimento recíproco foi desenvolvido para aumentar a centralização do preparo bem como reduzir o risco de deformação dos canais, pois ocorre o alívio das tensões torcionais e flexurais (AL-HADLAQ et al., 2010; PLOTINO et al., 2012). A dinâmica de movimento recíprocante consiste em rotação no sentido anti-horário (direção de corte) seguido de uma rotação menos ampla no sentido horário (direção de liberação do instrumento), permitindo o avanço contínuo e progressivo em direção apical (YARED, 2008).

Os ângulos de rotação, a velocidade e o torque variam entre os instrumentos. O movimento reciprocante poderia eliminar os riscos de fratura por torção já que o instrumento não estaria sujeito aos níveis de estresse causado pelo movimento rotatório contínuo (YARED, 2008; VARELA-PATIÑO et al., 2010). Em comparação com os sistemas rotatórios, este sistema não tem apresentado diferença quanto a remoção de debris e formação de smear layer (BURKLEIN et al., 2012), sendo capazes de manter o eixo original de canais curvos durante o preparo (BERUTTI et al., 2011).

A transformação do canal anatômico dando-lhe uma forma cilíndrico-cônica deve respeitar as características originais, mantendo também a integridade da forma e tamanho do forame apical (DEGERNESS; BOWLES, 2010). Em canais curvos, se descrevem áreas consideradas como zonas de risco e de segurança. A zona de risco refere-se a porção da parede do canal radicular com menor espessura dentinária, presente na região de furca que, se for desgastada em excesso, provocará o risco de alcançar o periodonto. A área de segurança é considerada aquela onde a espessura dentinária é mais volumosa, o que permite um maior desgaste e um menor risco de perfuração (ABOU RASS; FRANK; GLICK, 1980). Instrumentação descuidada ou excessiva nas áreas cervical e apical, leva a possíveis desvios e perfurações, comprometendo o sucesso a longo prazo do tratamento (ISOM; MARSHALL; BAUMGARTNER, 1995). Degerness e Bowles (2010) compararam a espessura dentinária da parede mesial e distal nos três terços da raiz méso vestibular de molares superiores, na porção radicular cervical a espessura da parede distal foi até 33% mais fina.

Ao longo da história da pesquisa em Endodontia, têm sido propostos diferentes métodos para a avaliação da instrumentação dos canais radiculares. A microscopia óptica foi amplamente utilizada (GUTIÉRREZ; GARCÍA, 1968; SCHNEIDER, 1971; KLAYMAN; BRILIANT, 1975; WALTON, 1976). O corte seriado, utilizando-se o sistema de muflas ou suas variações (BRAMANTE; BERBERT; BORGES, 1987; JUHLIN; WALTON; DOVGAN, 1993; HULSMANN; PETERS; DUMMER, 2005) permite a avaliação de diversos parâmetros em uma mesma região do canal, mas produz alterações irreversíveis na amostra (HULSMANN; PETERS; DUMMER, 2005; PAQUE et al., 2005). A avaliação de imagens radiográficas (GUTMANN et al., 1993; KARABUCAK et al., 2008) é um método que

não compromete a estrutura física do espécime e tem como limitação a análise do canal radicular em apenas duas dimensões (FAN et al., 2008; KUNERT et al., 2010). A microscopia eletrônica de varredura tem sido amplamente utilizada para comparar diferentes técnicas de preparo do canal sobre dentes extraídos (MOODNICK et al., 1976; RUBIN et al., 1979; BOLANOS; JENSEN, 1980).

Canais artificiais fabricados em blocos de acrílico foram propostos como modelo experimental para avaliar diferentes preparos realizados (BRISEÑO et al., 1993; COLEMAN; SVEC, 1997; BANEGAS et al., 2000). Schäffer (1996), utilizou fotografias de blocos de resina transparentes antes e depois da instrumentação de canais curvos. Outros estudos utilizaram diferentes métodos de coloração nos canais artificiais digitalizando as imagens (SVEC; WANG, 1998). No entanto, o uso de dentes naturais ainda é o recurso de escolha para o estudo de técnicas de instrumentação (EL AYOUTI et al., 2008; AL-OMARI; AURICH; WIRTTI, 2010; LAWLOR et al., 2010) .

A tomografia computadorizada, de grande impacto no diagnóstico médico e odontológico, permite a visualização e medição do exterior e interior dos materiais, sem invadí-los ou destruí-los. Inúmeros estudos destacam a aplicabilidade e a confiabilidade da tomografia computadorizada como um recurso para a pesquisa básica e aplicada em endodontia (TACHIBANA; MATSUMOTO, 1990; NIELSEN et al., 1995; RHODES et al., 1999; NAIR; NAIR , 2007; HARTMANN et al., 2007; SHEMESH et al., 2007; PATEL, 2009). A nova geração de aparelhos de microtomografia computadorizada permite ainda maior precisão na avaliação (DOWKER; DAVIS; ELLIOT, 1997; GRANDE et al., 2008; FAN et al., 2009; HAMMAD, QUALTROUGH; SILIKAS, 2009; DE ALENCAR et al., 2010; PAQUÉ; AL-JADAA; KFIR, 2012).

Diante do exposto, e com a introdução de novos instrumentos para a conformação do sistema de canais radiculares, implica na responsabilidade de pesquisadores em criar protocolos e avaliar o efeito destes no desgaste da dentina e suas possíveis consequências em comparação com os instrumentos e técnicas disponíveis e já estudados.

OBJETIVOS

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar o efeito do preparo em canais radiculares de raízes mesio vestibulares de primeiros molares superiores, utilizando os sistemas de rotação contínua Mtwo® e ProTaper®, de rotação recíproca Reciproc® e uma técnica coroa-ápice de instrumentação manual.

Objetivos específicos

Avaliar o transporte dos canais radiculares nos terços cervical e apical após o preparo, por meio da tomografia computadorizada.

Avaliar a razão de centralização dos instrumentos nos canais radiculares nos terço cervical e apical após o preparo, por meio da tomografia computadorizada.

METODOLOGIA

METODOLOGIA

Tipo de estudo

Estudo experimental, *in vitro*, cego, randomizado e controlado.

Local de realização da pesquisa

Este estudo foi aprovado pelo Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia (FO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (ANEXO 1) e pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia (FO) da Universidad de la República (UDELAR) (ANEXO 2).

A etapa experimental foi desenvolvida nos laboratórios de endodontia das mesmas instituições. A aquisição das imagens foi realizada no Centro de Imaginologia ORI, Odonto Radiologia Integral, em Montevideo.

Amostra

Seleção da amostra

Para este estudo foram selecionados primeiros molares superiores humanos permanentes com raízes completamente formadas; livre de calcificações, reabsorções dentinárias interna e externa, manipulações endodônticas prévias ou fraturas radiculares. A unidade amostral utilizada foi o canal principal das raízes mesio vestibulares (Figura 1), totalizando 60 canais radiculares.



Figura 1. Amostra: raiz méso vestibular de primeiro molar superior.

Os molares foram radiografados no sentido ortorrádial utilizando filmes periapicais Kodak Insight® (Kodak, São Paulo, SP, Brasil) e aparelho de raios X Kodak 2100® (Kodak, São Paulo, SP, Brasil), nos parâmetros de 60kV e 10 mA, com tempo de exposição de 0,3 segundos e distância foco/filme de 15cm.

O processamento dos filmes foi realizado em processadora automática (DentX 9000®, DentX, Elmsford, Nova Iorque, NY, EUA).

As imagens obtidas foram digitalizadas em escâner de mesa, com leitor de transparência (Epson Perfection 2450®, Long Beach, Califórnia, CA, EUA) em tamanho original, sem ajuste de contraste e brilho, em 600dpi e 8 bits (256 tons de cinza). As imagens foram armazenadas no formato *JPEG*.

A amostra foi randomizada e estratificada baseado no ângulo de curvatura, raio e no comprimento do canal radicular.

Ângulo de curvatura e raio

Para determinar o ângulo de curvatura foi utilizado o método de Schneider (1971). No programa Adobe Photoshop (v. 6.0, Adobe Systems, San Jose, CA, EUA) foram traçadas duas linhas sobre cada uma das imagens digitalizadas. Foi traçada uma linha sobre a parede mesial do canal radicular, paralela ao seu longo eixo. Em seguida, foi traçada outra linha do vértice radiográfico (ponto B) até a

intersecção com a primeira linha traçada no ponto onde tem início a curvatura, ou seja, quando a parede mesial começa a deixar o longo eixo traçado (ponto A). O ângulo agudo (α) formado por essas duas retas foi registrado (figura 2).

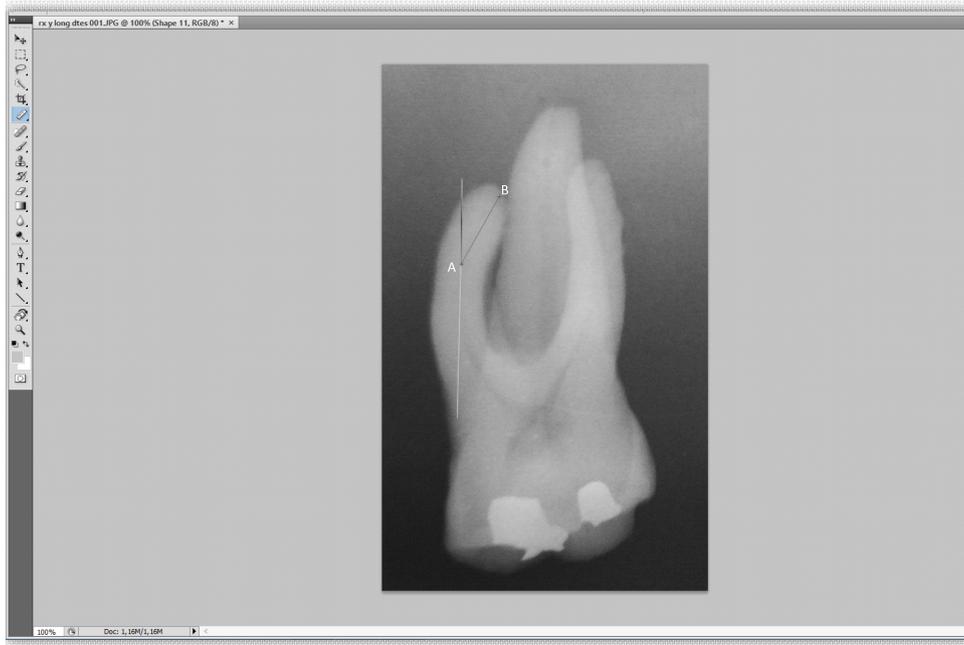


Figura 2. Definição dos ângulos de curvatura e distância A-B no programa Adobe Photoshop, ferramenta *Ruler Tool*.

Após a definição da curvatura dos canais radiculares através das medidas do ângulo, foi calculado o raio dos mesmos utilizando-se a fórmula proposta por Schäfer e colaboradores (2002) que, a partir dos princípios geométricos de um triângulo isósceles, determina o raio (r) como a distância A-B (distância do forame apical até o início da curvatura em mm) sobre 2 vezes o seno do ângulo encontrado em cada canal radicular em radianos. Para isso, utilizou-se o programa Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA), transformando-se inicialmente os ângulos dos canais radiculares de graus para radianos, empregando a fórmula abaixo:

$$r = \frac{\text{distância A-B (mm)}}{2(\text{seno } \hat{A} \text{ em radianos})}$$

Foram selecionadas as raízes que apresentavam canais radiculares com comprimento entre 12 e 15 mm, curvaturas entre 20° e 40° e raios entre 8 e 10 mm.

Aquisição das Imagens

As coroas foram removidas na altura da junção amelocementária e a raiz méso vestibular foi separada das outras raízes com o auxílio de um disco de diamante em baixa rotação (Isomet, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração constante.

As raízes foram fixadas com resina acrílica transparente (Duralay®, Dental Mfg.Co. Worth, IL, EUA) em um bloco de acrílico, emergindo apenas os primeiros 2mm do terço cervical. Previamente foi colocada cera rosa (Reus®, Reus S.A., MA, Espanha) ao redor do ápice radicular (Figura 3).

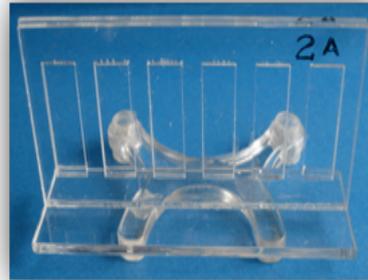


Figura 3. Bloco com raiz fixada com acrílico.

Desenharam-se placas acrílicas com cavidades para inserir cada bloco e manter a sua posição durante a aquisição das imagens pré e pós-preparo. Cada placa foi fixada a um suporte do tomógrafo, para reduzir a possibilidade de fazer as aquisições em posições diferentes. Os blocos com as raízes foram colocados nas placas (figuras 4 a, b e c).



a



b



c

Figuras 4. a) Suporte a inserir no tomógrafo; b) Placa fixada ao suporte; c) Blocos com raízes fixadas na placa.

Tomografias *cone-beam* foram realizadas antes do preparo utilizando o tomógrafo Kodak 9000® (Kodak, Carestream Dental, Atlanta, Geórgia, EUA) (figura 5). A aquisição das imagens base foi realizada durante 10,8 segundos, utilizando voxel isotrópico de 0,076 mm. Os parâmetros utilizados foram de 70 kVp e 8 mA.



Figura 5. Tomógrafo com suporte e placa em posição.

Divisão dos grupos experimentais

Os 60 canais radiculares foram divididos em 4 grupos (n = 15) conforme a técnica utilizada para o preparo. Os grupos foram designados como segue:

Grupo I (PT)	ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça)
Grupo II (MT)	Mtwo (VDW GmbH, Munique, Alemanha)
Grupo III (RE)	Reciproc (VDW GmbH, Munique, Alemanha)
Grupo IV (IM)	Instrumentação Manual (VDW GmbH, Munique, Alemanha)

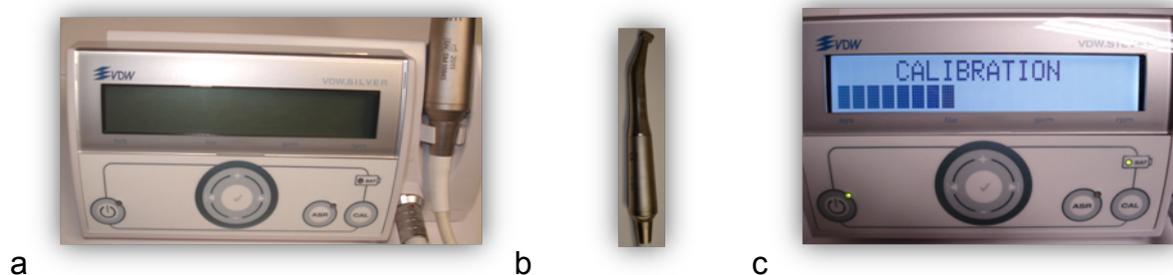
Preparo dos canais radiculares

Cada canal foi irrigado com 2 mL de solução de hipoclorito de sódio a 2.5% (Biodinâmica – Ibioporã, Paraná, Brasil) usando-se seringas plásticas descartáveis de 5 mL (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) acopladas a agulhas NaviTip (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA). Cânulas de aspiração foram usadas associadas a uma bomba de sucção para aspiração da solução durante a irrigação. A irrigação com 2 mL da solução foi realizada antes da exploração do canal, a cada troca de instrumento ou cada vez que o instrumento era removido do canal.

O comprimento do canal foi estabelecido quando a ponta do instrumento se apresentava visível na saída foraminal. Para isso foi utilizado o auxílio de uma lupa com magnificação de quatro vezes, momento em que a lima foi removida do canal e medida em uma régua endodôntica (Angelus Ltda. – Londrina, Paraná, Brasil).

Foi realizada uma exploração com os instrumentos de aço-inoxidável manuais pré-curvados tipo K número 10 até o CT em cada canal radicular.

O acionamento mecânico dos instrumentos dos grupos ProTaper, Mtwo e Reciproc foi realizado com o contra-ângulo redutor 6:1 Sirona (VDW GmbH, Munique, Alemanha) acoplado ao micro-motor SM 16845 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) conectado ao motor elétrico VDW Silver com atualização RECIPROC® (VDW GmbH, Munique, Alemanha). A velocidade de rotação e torque do motor foram calibrados por meio da função *calibration* (CAL), pré-definidos para cada sistema (figuras 6 a, b e c).



Figuras 6. a) Motor; b) Contra-ângulo redutor; c) Função *calibration*.

ProTaper Universal (PT)

Os instrumentos foram acionados em rotação contínua na seguinte sequência: S1 introduzida até o comprimento do início da curvatura (velocidade: 250 rpm; torque: 300 g.cm); SX no mesmo comprimento da S1 (velocidade: 250 rpm; torque: 300 g.cm); S1 seguida da S2 até CT (velocidade: 250 rpm; torque 300 e 100 g.cm respectivamente); F1 e depois F2, no CT, (velocidade: 250 rpm; torque: 150 e 200 g.cm respectivamente) para obter um calibre apical final #25. Para os instrumentos S foram utilizados movimentos de pinceladas e para os instrumentos F, movimentos de introdução e recuo (figuras 7 a e b).



a

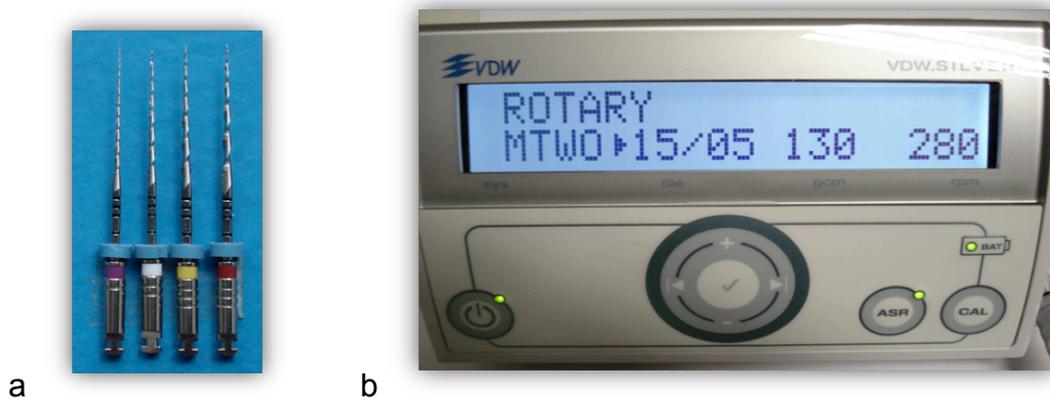


b

Figuras 7. a) Instrumentos ProTaper Universal, b) Motor calibrado.

Mtwo (MT)

Os instrumentos foram acionados em movimento de rotação contínua e usados na seguinte sequência: 10/.04 (velocidade: 280 rpm; torque 120 g.cm); 15/.05 (velocidade: 280 rpm; torque 130 g.cm); 20/.06 (velocidade: 280 rpm; torque 210 g.cm) e 25/.06 (velocidade: 280 rpm; torque 230 g.cm) (Figuras 8 a e b). Cada instrumento a sua vez, foi introduzido no canal até o início da curvatura e, na sequência, avançavam, com movimentos ascendentes e descendentes, até o CT. Alcançada essa medida, introduzia-se o instrumento seguinte. Nos movimentos descendentes foi exercida ligeira pressão e nos movimentos ascendentes foram utilizados movimentos de pinceladas.



Figuras 8. a) Instrumentos Mtwo, b) Motor calibrado.

Reciproc (RE)

Foi utilizado instrumento Reciproc 25.08 (figuras 9 a e b) em movimento recíprocante. O instrumento foi introduzido no canal com leve pressão apical e com movimento de bicada, em avanços de 2 a 3 mm até atingir o CT.



Figuras 9. a) Instrumento Reciproc, b) Motor em função recíprocante.

Instrumentação Manual Coroa-ápice (IM)

A instrumentação foi iniciada com um instrumento de calibre 40 introduzido no canal até encontrar resistência e com movimentos oscilatórios à direita e à esquerda e suave pressão apical estes movimentos foram repetidos até que este se encontrasse folgado no canal. Este passo foi repetido sucessivamente com instrumentos de menor calibre (#35, 30, 25,20,15) até atingir o comprimento de trabalho. As limas que alcançaram o terço apical do canal radicular foram pré-curvadas com auxílio de um flexor de limas endodônticas (Flexobend, Aronson, SP, São Paulo, Brasil). O preparo apical foi realizado com movimentos oscilatórios de giro à esquerda e à direita no CT, e iniciado com o instrumento que chegou ao CT, sendo levado até o calibre 25.

Após, foi realizado o recuo progressivo anatômico no qual foram empregadas as limas de calibres 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60 com movimentos de limagem anti-curvatura (ABOU RASS; FRANK; GLICK, 1980).

Todos os canais foram preparados por um único operador, com experiência clínica e laboratorial nos sistemas testados.

Para todos os grupos, exceto o Reciproc, a cada troca de instrumento foi realizada a irrigação e feita a recapitulação com instrumento de aço inoxidável # 10 até o CT.

Cada instrumento foi utilizado para o preparo de 3 canais radiculares e depois descartado. Se durante seu uso, algum instrumento sofresse fratura ou deformação, este seria substituído e informações referentes ao tipo do instrumento e número de usos seria anotado em uma planilha.

Análise do transporte e centralização dos canais após o preparo

Foi realizada a aquisição das imagens em tomógrafo, após o preparo, como descrito anteriormente.

Para avaliar a direção do transporte do canal e a centralização, foi utilizada uma adaptação da metodologia descrita por Gambill, Alder e Del Rio (1996) e Stern e colaboradores (2012). Foram selecionados dois cortes axiais de cada amostra,

sendo um deles no terço cervical e outro no apical, antes e após o preparo. Para esta seleção, a raiz foi dividida em 3 terços, sendo selecionado o corte central do terço apical e o corte central do terço cervical. As imagens selecionadas foram transferidas para o programa Adobe Photoshop (v. 6.0, Adobe Systems, San Jose, CA, EUA).

As imagens inicial e final foram sobrepostas para que se confirmasse que o corte selecionado antes e após o preparo fosse o mesmo. Após, elas foram justapostas e foram realizadas 4 medidas para cada canal, X1, X2, Y1, Y2 (figuras 10 e 11):

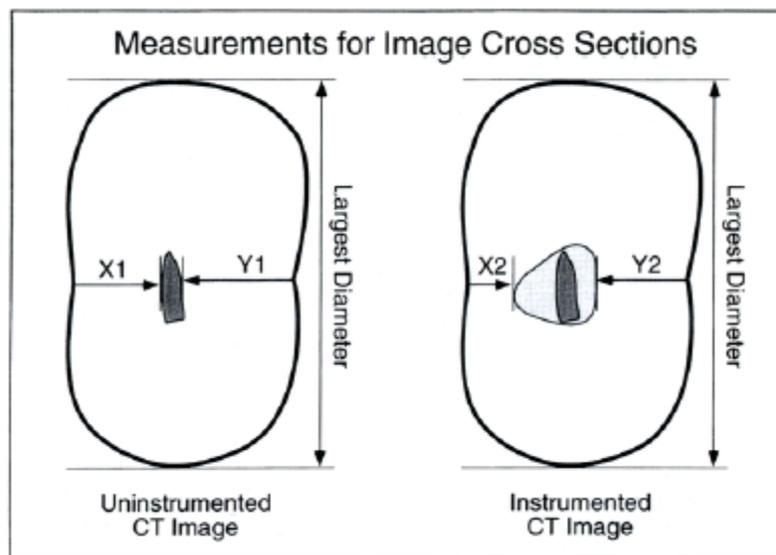


Figura 10. Esquema de medidas antes e após o preparo.

Fonte: GAMBILL; ALDER; DEL RIO, 1996.

X1: representa a menor distância da parede distal (furca) da raiz até a periferia da porção não instrumentada do canal;

X2: representa a menor distância da parede distal (furca) da raiz até a periferia da porção instrumentada do canal;

Y1: representa a menor distância da parede mesial da raiz até a periferia da porção não instrumentada e

Y2: representa a menor distância da parede mesial da raiz até a periferia da porção já preparada do canal.

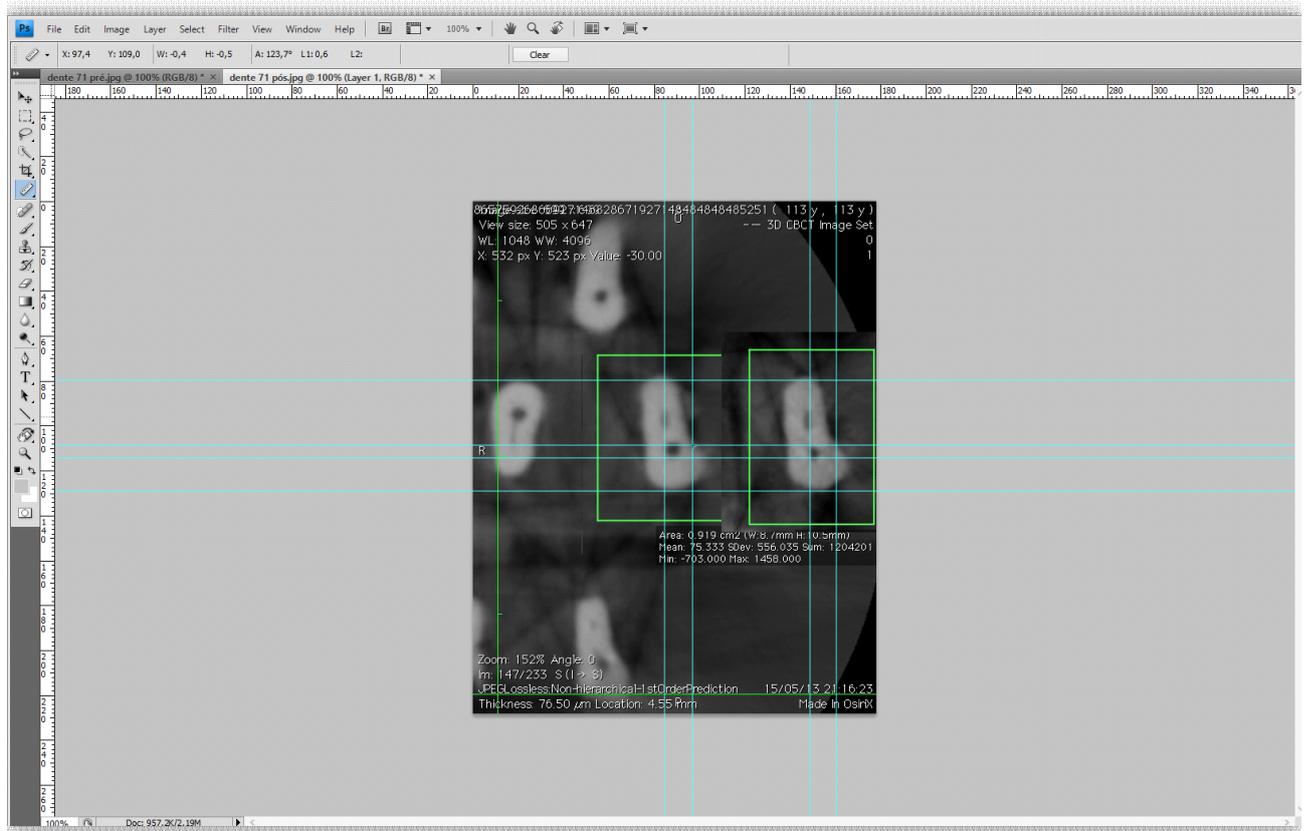


Figura 11. Imagens antes e após o preparo e medições realizadas com a ferramenta *Ruler Tool* do Adobe Photoshop.

A fórmula $(X1 - X2) - (Y1 - Y2)$ foi usada para calcular o transporte de canal. Quando o resultado do valor obtido na primeira fórmula for igual a zero, não houve transporte de canal, um valor positivo indica desvio do canal em direção a parede distal (furca), um valor negativo indica desvio do canal em direção a parede mesial.

A fórmula $(X1 - X2)/(Y1 - Y2)$ ou $(Y1 - Y2)/(X1 - X2)$ foi usada para calcular a relação de centralização. O valor 1 significa que o instrumento é capaz de se manter perfeitamente centralizado, enquanto que valores próximos a zero, significam uma pior capacidade do instrumento em se manter centralizado. O numerador sempre será o menor número encontrado quando os valores forem desiguais.

Para avaliar a normalidade dos valores obtidos foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov. Para análise entre os grupos, na porção cervical e na apical, foi utilizado o teste ANOVA de uma via. O nível de significância ficou estabelecido

em 5%. Quando os valores de ANOVA foram significativos foi realizado o teste de Tukey, com o nível de significância de 5%. O estatístico foi cegado quanto à identificação das técnicas avaliadas. O programa estatístico utilizado para todas as análises foi o SPSS Statistics 17.0 (SPSS IBM Corporation, Armonk, NY, EUA).

RESULTADOS

RESULTADOS

Centralização

Todos os sistemas de preparo testados não apresentaram diferença na razão de centralização dos canais em cervical ($p>0,05$). No terço apical, o sistema Reciproc apresentou diferença estatística ($p=0,032$) em relação ao sistema ProTaper, apresentando pior comportamento em relação a centralização, não havendo diferença para os outros sistemas (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvio-padrão da razão de centralização nos grupos.

Grupo	CERVICAL	APICAL
	Média e desvio-padrão	Média e desvio-padrão
PT	0,58 ± 0,30	0,83 ± 0,35 ^A
MT	0,78 ± 0,68	0,56 ± 0,30 ^{AB}
RE	0,54 ± 0,26	0,49 ± 0,37 ^B
IM	0,54 ± 0,24	0,80 ± 0,27 ^{AB}

Transporte

Não houve diferenças estatísticas significantes para o transporte de canal nos grupos experimentais, tanto em apical quanto em cervical ($p>0,05$). (Tabela 2).

Tabela 2. Média e desvio-padrão do transporte do canal (mm) nos grupos.

Grupo	CERVICAL	APICAL
	Média e desvio-padrão	Média e desvio-padrão
PT	0,19 ± 0,78	-0,06 ± 0,27
MT	-0,31 ± 0,80	0 ± 0,11
RE	-0,07 ± 0,80	0,07 ± 0,25
IM	-0,28 ± 0,84	-0,05 ± 0,08

Houve a fratura de um instrumento Mtwo #10 em seu terceiro uso e um instrumento Reciproc #25 apresentou alterações na extremidade da porção ativa após três usos.

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

Durante o preparo dos canais radiculares procura-se manter a sua forma e posição original. O desvio da trajetória causados pela instrumentação leva a dificuldades na obtenção da limpeza e posterior obturação, comprometendo o sucesso do tratamento endodôntico.

A centralização dos instrumentos no interior dos canais radiculares é um fator importante a ser considerado na avaliação de possíveis desvios decorrentes do preparo. Vários instrumentos e sistemas de instrumentos que visam simplificar a terapia endodôntica, mantendo a trajetória original do canal, requerendo menos tempo de trabalho e menos fadiga do operador têm surgido e são de relevante importância.

Históricamente, os estudos que avaliam a instrumentação de canais radiculares têm sido realizados por meio de análises radiográficas, cortes seriados, diafanização, microscopia clínica e eletrônica de varredura (VERTUCCI, 1984; KULID; PETERS, 1990; THOMPSON, 2000; BALDASSARI-CRUZ et al., 2002; OMER; AL SHALABI; JENNINGS, 2004; PAQUÉ et al., 2010). Nenhum destes métodos são capazes de analisar o espécime sem alterá-lo, além da impossibilidade de avaliá-lo tridimensionalmente (ALENCAR et al., 2008; BARATTO FILHO et al., 2009).

A tomografia computadorizada surgiu como uma técnica não invasiva que permite a avaliação das estruturas, sendo freqüentemente utilizada para a avaliação da morfologia do canal antes e depois da instrumentação (PETERS et al., 2000; RHODES et al., 2000; HARTMANN et al., 2007; MOORE; FITZ-WALTER; PARASHOS, 2009). Atualmente é considerada como padrão-ouro em estudos *ex vivo* (MATHERNE et al., 2008; BLATTNER et al., 2010; BAUMAN et al., 2011).

Neste estudo se avaliou raízes méso vestibulares dos primeiros molares superiores. Este grupo dentário é considerado como aquele com a morfologia dos canais radiculares mais complexa da dentição maxilar (VERTUCCI, 2005; ZHENG et al., 2010) e normalmente se apresentam estreitos e com curvas acentuadas (PUCCI; REIG, 1944; VERTUCCI 1984) que aumentam o nível de dificuldade durante a instrumentação.

O emprego de dentes humanos extraídos em estudos, tem a vantagem de se aproximar das condições clínicas (VERSIANI et al., 2008). Porém, um fator a considerar é a heterogeneidade morfológica do sistema de canais radiculares em um mesmo grupo dentário (HÜLSMANN et al., 2005; UYANIK et al., 2006; BÜRKLEIN et al., 2012). No entanto o benefício de testar instrumentos e técnicas em dentes naturais, provavelmente, é maior que o benefício derivado de observar desvios padrão pequenos em canais artificiais (ALVES; BUENO; CUNHA, 2012). Apesar das variações naturais dos canais, alguns cuidados foram tomados para promover a comparabilidade dos grupos experimentais, todos os canais tiveram comprimento entre 12 e 15 mm, ângulos de curvatura entre 20° e 40° e raio de curvatura entre 8 e 10mm (SCHÄFFER; VLASSIS, 2004; BÜRKLEIN et al., 2011, 2012).

Entre vários objetivos, a instrumentação visa alcançar uma conformação sem desvios da trajetória original dos canais (AGUIAR et al., 2009). O *Glossary of Endodontics Terms of the American Association of Endodontists* (2012) define o transporte de canal como: "remoção da estrutura da parede do lado de fora da curva na porção apical do canal devido à tendência dos instrumentos retornarem a sua forma original linear durante o preparo, podendo levar a formação de degrau ou perfuração." Peters, em 2004, definiu transporte de canal como qualquer desvio indesejável do caminho natural do canal. Estudos demonstram que sistemas rotatórios promovem menos transporte de canal do que os instrumentos manuais, conseguindo preparos mais cônicos e centralizados (PETERS, 2004; HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005; VERSIANI et al., 2008).

Um sistema de instrumento único recíprocante, dois sistemas de rotação contínua e uma técnica de instrumentação coroa-ápice manual como controle foram selecionados para o preparo dos canais radiculares. O diâmetro apical final das amostras foi padronizado em todos os grupos em #25 por se tratarem de canais estreitos e curvos. Neste estudo, os valores obtidos para o transporte do canal no terço apical foram bem próximos a zero, este resultado provavelmente se deva ao pequeno diâmetro apical utilizado. Clinicamente, os valores obtidos para transporte é desprezível, portanto podemos considerar que não houve transporte dos canais em nenhum grupo estudado, mostrando ainda que a instrumentação manual foi semelhante aos sistemas rotatórios, contrariando o que foi reportado por Peters (2004), Hülsmann, Peters e Dummer (2005) e Versiani et al. (2008). Ainda, cabe

salientar que o sistema recíprocante, que ainda necessita de maiores estudos, também não mostrou a presença de transporte dos canais radiculares.

Alguns estudos advertem que o uso de diâmetros apicais maiores pode causar desvio, perfuração ou retificação do canal (AL-OMARI; DUMMER, 1995; BARBIZAM et al., 2002; SCHÄFER; DAMMASCHKE, 2009; BÜRKLEIN et al., 2012). Por outro lado, considera-se que só com diâmetros apicais entre #40-45 é alcançada uma limpeza adequada dos canais radiculares, reduzindo o número de microorganismos e de debris, encontrando mais áreas de dentina instrumentadas (HÜLSMANN; PETERS; DUMMER, 2005; FORNARI et al., 2010). Isto é suportado por alguns estudos anatômicos que argumentam que o diâmetro anatômico apical das raízes mesio vestibulares dos molares superiores, correspondem a um instrumento #25-30 (VANNI et al., 2005; PAQUÉ; ZEHNDER; MARENDING, 2010; MARKVART et al., 2012).

Para o terço cervical é importante salientar que, mesmo não havendo diferença estatística significativa, o ProTaper apresentou maior desgaste em direção a furca, ou seja, na zona de perigo, o que pode estar relacionado ao uso dos instrumentos S que fazem o preparo deste terço. Nos grupos Mtwo e Reciproc, onde não há a sugestão de preparo cervical pelo fabricante e no grupo de instrumentação manual, a tendência de desvio do trajeto original do canal na porção cervical foi em direção mesial.

Gambill e colaboradores (1996) definiram a razão de centralização como a medida da habilidade do instrumento de permanecer centrado no canal. Na análise de centralização, diferença significativa ocorreu na avaliação apical. O sistema de instrumento único, Reciproc, foi o que pior se comportou quanto à centralização. Talvez isto esteja relacionado a conicidade deste instrumento único de preparo, .08, ou seja, foi o instrumento que apresentou maior conicidade. Podemos considerar também que, o uso do instrumento único com ponta maior que o diâmetro 25 pode levar a maiores problemas de centralização.

Por outro lado, o tratamento termomecânico que os fabricantes desenvolveram para modificar a liga de NiTi nos instrumentos recíprocantes aumentando a flexibilidade deste instrumento, pode não ter melhorado seu desempenho no preparo. Outros estudos, principalmente microbiológicos, devem ser realizados com este sistema para comprovar sua eficiência, já que o uso do

instrumento único reduz significativamente o tempo de preparo e o tempo em que a solução irrigadora permanece atuando no interior do canal.

Neste estudo houve a fratura de um instrumento Mtwo #10 em seu terceiro uso e um instrumento Reciproc #25 apresentou alterações na extremidade da porção ativa após três usos, portanto nenhum instrumento precisou ser substituído durante o preparo. Estas alterações pode estar relacionada a ausência de preparo cervical nestes grupos experimentais.

A exploração inicial do canal e o preparo cervical têm se mostrado fundamentais como facilitadores no processo de conformação (BERUTTI et al., 2009; SANFELICE et al., 2010; BERUTTI et al., 2012; D'AMARIO et al., 2013), sendo também as etapas onde o clínico encontra as primeiras dificuldades (JAFARZADEH; ABBOT, 2007). A ausência destas manobras prévias ao emprego de instrumentos NiTi rotatórios, aumenta o risco de fratura (PATIÑO et al., 2005; BERUTTI et al., 2009, 2012), fundamentalmente devido a estresses gerados por fadiga e por torção (BERUTTI et al., 2004; ALAPATI et al., 2005; PARASHOS; MESSER, 2006).

Alguns aspectos que podem contribuir para aumentar estas tensões são: uma excessiva pressão axial do operador, uma área grande de contato entre as paredes dentinárias e a superfície de corte do instrumento e uma secção do canal menor que a ponta inativa do instrumento (PETERS et al., 2003; BERUTTI et al., 2004; CASSIM; VAN DER VYVER, 2013; D'AMARIO et al., 2013). Os canais estudados apresentam alguns destes aspectos, especialmente ao tentar conformar com um instrumento com as características do Mtwo #10.04, onde a exploração com uma lima K 10, foi a única manobra prévia realizada e não houve preparo cervical.

Uma das vantagens que se atribuem ao movimento recíprocante é a redução da fadiga cíclica comparado à rotação contínua (YOU et al., 2010; VARELA-PATIÑO et al. 2010). Pode-se especular que a alteração da lima Reciproc tenha ocorrido por ser tratar de um preparo que exige maior pressão para alcançar o comprimento de trabalho. Quando apenas um instrumento é utilizado para todo o preparo, maior estresse é gerado do que quando realizado com sequências completas de sistemas de instrumentação (BÜRKLEIN; TSOTIS; SCHÄFFER, 2013).

Na busca de novos instrumentos e sistemas que contribuem para a simplificação das manobras endodônticas, é um risco considerar válidos apenas os argumentos utilizados pelos fabricantes onde se pode confundir simplificação com

simplicidade. O desenvolvimento tecnológico tem contribuído para a melhoria das manobras técnicas e existe uma linha tênue que separa o significado clínico dos achados publicados em pesquisas. Neste estudo, houve transporte em todos os grupos, sem diferença significativa entre eles, porém sem relevância na prática clínica. Estes resultados se devem principalmente ao diâmetro do preparo apicais mantido em 25. Quanto à centralização dos instrumentos avaliados, apenas foi observada diferença significativa do sistema Reciproc na porção apical em relação ao sistema ProTaper. Outras investigações podem ser realizadas com preparos apicais maiores para avaliar estes aspectos.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que, não houve diferença no transporte entre os sistemas de rotação contínua ProTaper e MTwo, rotação alternada Reciproc e a instrumentação manual coroa-ápice no preparo de canais radiculares curvos quando se utilizou o preparo apical com diâmetro 25. Com relação a centralização, o sistema Reciproc foi diferente do Sistema ProTaper no terço apical.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ABOU-RASS, M.; FRANK, A.; GLICK, D. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J Am Dent Assoc**, v. 101, n. 5, p. 792-4, 1980.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS. Glossary of Endodontics Terms. **American Association of Endodontics**, 8a. ed. Chicago, USA, 2012.
- AGUIAR, C. M. et al. Evaluation of the centreing ability of the ProTaper Universal rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex files. **Aust Endod J**, Sidney, v. 35, p. 174-9, 2009.
- ALAPATI, S. B. et al. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical use. **J Endod**, New York, v. 31, n. 1, p. 40-3, 2005.
- AL-HADLAQ, S. M.; ALJARBOU, F. A.; ALTHUMAIRY, R. I. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. **J Endod**, New York, v. 36, n. 2, p. 305-7, 2010.
- ALENCAR, A. G.; FIGUEIREDO, J. A.; ESTRELA, C. Microtomografia computadorizada na avaliação do preparo do canal radicular: análise crítica. **Robrac**, v. 44, n. 17, p. 159-65, 2008.
- AL-OMARI, M. A.; DUMMER, P. M. Canal blockage and debris extrusion with eighth preparation techniques. **J Endod**, New York, v. 21, n. 3, p. 154-8, 1995.
- AL-OMARI, M. A.; AURICH, T.; WIRTTI, S. Shapping canals with Profiles and K3 instruments: does operator experience matter? **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St.Louis, v. 110, p. e50-5, 2010.
- ALVES, V. D. et al. Comparison among manual instruments and Pathfile and Mtwo rotary instruments to create a glide path in the root canal preparation of curved canals. **J Endod**, New York, v. 38, n. 1, p. 117-20, 2012.
- BALDASSARI-CRUZ, L. A.; LILLY, J. P.; RIVERA, E. M. The influence of dental operating microscopes in locating the mesiolingual canal orifices. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St.Louis, v. 93, n. 2, p. 190-4, 2002.
- BANEGAS, G. et al. Conductos radiculares artificiales: Análisis de su confiabilidad para el estudio de diferentes técnicas de instrumentación. **Rev Asoc Odont Argent**, v. 88, n.4, p. 269-72, 2000.
- BARATTO FILHO, F. Analysis of the internal anatomy of maxillary first molars by using different methods. **J Endod**, New York v. 35, n. 3, p. 337-42, 2009.
- BARBIZAM, J. V. et al. Efectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. **J Endod**, New York, v. 28, n. 5, p. 365-6, 2002.

- BAUMANN, M. A. Nickel-titanium: options and challenges. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v. 48, n. 1, p. 55-67, 2004.
- BAUMAN, W. R. et al. Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. **Int Endod J**, Oxford, v. 44, n. 8, p. 752-8, 2011.
- BERUTTI, E. et al. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper instruments. **J Endod**, New York, v. 30, n. 4, p. 228-30, 2004.
- BERUTTI, E. et al. Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. **J Endod**, New York, v. 37, n. 12, p. 1687-90, 2011.
- BERUTTI, E. et al. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. **J Endod**, New York, v. 35, n. 3, p. 408-12, 2009.
- BERUTTI, E. et al. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. **J Endod**, New York, v. 38, n. 1, p. 101-4, 2012.
- BLATTNER T. et al. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. **J Endod**, New York, v. 36, n. 5, p.867-70, 2010.
- BOLANOS, O.; JENSEN, J. Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation. **J. Endod**, New York, v. 6, n. 11, p. 815-22, 1980.
- BRAMANTE, C.; BERBERT, A.; BORGES, R. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. **J Endod**, New York, v. 13, n. 5, p.243-5, 1987.
- BRISEÑO, B. et al. Comparison by means of a computer-supported device of the enlarging characteristics of two different instruments. **J Endod**, New York, v. 19, n. 6, p. 281-7, 1993.
- BÜRKLEIN, S. et al. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. **Int Endod J**, Oxford, v. 45, p. 449-61, 2012.
- BÜRKLEIN, S. et al. Shaping ability and cleaning effectiveness of Mtwo versus coated and uncoated EasyShape instruments in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod J**, Oxford, v. 44, p. 447-57, 2011.
- BÜRKLEIN, S.; TSOTSIS, P.; SCHÄFER, E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. **J Endod**, New York, v. 39, n. 4, p. 501-4, 2013.
- CASSIM, I.; VAN DER VYVER, P. J. The importance of glide path preparation in endodontics: a consideration of instruments and literature. **SADJ**, Pretoria, v. 68, n. 7, p. 322-7, 2013.

- CIVJAN, S.; HUGET, E.; DE SIMON, L. Potential applications of certain nickel-titanium alloys. **J Dent Res**, v. 54, n. 1, p. 89-96, 1975.
- COLEMAN, C.; SVEC, T. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. **J Endod**, New York, v. 23, n. 4, p. 232-5, 1997.
- D'AMARIO, M. et al. Evaluation of a new nickel-titanium system to create the glide path in root canal preparation of curved canals. **J Endod**, New York, v. 39, n. 12, p. 1581-4, 2013.
- DEGERNESS, R.; BOWLES, W. Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. **J Endod**, New York, v. 36, n. 6, p. 985-9, 2010.
- de ALENCAR, A. G. et al. Procedural errors during root canal preparation using rotary NiTi instruments detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 6, p. 543-9, 2010.
- DE-DEUS, G. et al. The self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. **J Endod**, New York, v. 37, n. 5, p. 701-5, 2011.
- DOWKER, S. E.; DAVIS, G. R.; ELLIOTT, J. C. X-ray microtomography. Nondestructive three dimensional imaging for in vitro endodontic studies. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St.Louis, v. 83, p. 510-6, 1997.
- EL AYOUTI, A. et al. Efficacy of rotary instruments with great taper in preparing oval root canals. **Int End J**, Oxford, v. 41, n. 12, p. 1088-92, 2008.
- FAN, W. et al. Identification of a C-shaped canal system in mandibular second molars- part III: anatomic features revealed by digital subtraction radiography. **J Endod**, New York, v. 34, n. 10, p. 1187-90, 2008.
- FAN, W. et al. Negotiation of C-shaped canal systems in mandibular second molars. **J Endod**, New York, v. 35, n. 7, p. 1003-8, 2009.
- FORNARI, V. J. et al. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. **Int End J**, Oxford, v. 43, n. 11, p. 988-94, 2010.
- GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. **J Endod**, New York, v. 22, n. 7, p. 369-75, 1996.
- GAO, Y. et al. Mechanical behavior of ProTaper Universal F2 finishing file under various curvature conditions: a finite element analysis study. **J Endod**, New York, v. 37, n. 10, p. 1446-50, 2011.
- GERGI, R. et al. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, pathfile-protaper system, and stainless steel hand k-files by using computed tomography. **J Endod**, New York, v. 36, n. 5, p. 904-7, 2010.
- GRANDE, N. M. et al. Micro-computerized tomographic analysis of radicular and canal morphology of premolars with long oval canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St.Louis, v. 106, n. 3, p. e70-6, 2008.

GROSSMAN, L. *Práctica endodóntica*. 3° ed. Bs.As. Argentina. 1973.

GUTIERREZ, J.; GARCIA, J. Microscopic and macroscopic investigation of results of mechanical preparation of root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, St. Louis, v. 25, p. 108-16, 1968.

GUTMAN, J. L. et al. An assesment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 1. Radiographic evaluation of adaption and placement. **Int End J**, Oxford, v. 26, n. 3, p. 173-8, 1993.

GUTMAN, J. L.; GAO, Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. **Int End J**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 113-28, 2012.

HAMMAD, M.; QUALTROUGH, A; SILIKAS, N. Evaluation of root canal obturation: a three dimensional in vitro study. **J Endod**, New York, v. 35, n. 4, p. 541-4, 2009.

HARTMANN, M. et al. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. **J Endod**, New York, v. 33, n. 8, p. 962-5, 2007.

HÜLSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P.M.H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and mean. **Endodontic Topics**, Oxford, v. 10, p. 30–76, 2005.

ISOM, T.; MARSHALL, J.; BAUMGARTNER, J. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. **J Endod**, New York, v. 21, n. 7, p. 368-71, 1995.

JAFARZADEH, H.; ABBOT, P. V. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. **J Endod**, New York, v. 33, n. 10, p. 1155-62, 2007.

JUHLIN, J.; WALTON, R.; DOVGAN, J. Adaptation of thermafil components to canal walls. **J Endod**, New York, v. 19, n. 3, p. 130-5, 1993.

KARABUCAK, B. et al. The comparison of gutta-percha and resilon penetration into lateral canals with different thermoplastic delivery systems. **J Endod**, New York, v. 34, n. 7, p. 847-9, 2008.

KIM, H. C. et al. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc vs WaveOne. **J Endod**, New York, v. 38, n. 4, p. 541-4, 2012.

KLAYMAN, S.; BRILIANT, J. Comparison of the efficacy of serial preparation versus giromatic preparation. **J Endod**, New York, v. 1, n. 10, p. 334-7, 1975.

KULID J, PETERS D. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. **J Endod**, New York, v. 16, n. 7, p. 311-7, 1990.

KUNERT, G. et al. Analysis of apical root transportation associated with Protaper Universal F3 and F4 instruments by using digital subtraction radiography. **J Endod**, New York, v. 36, n. 6, p. 1052-55, 2010.

LAWLOR, K. et al. Dentin removal efficacy over time of the Buc-1 ultrasonic tip. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Med Endod**, St. Louis, v. 109, n. 5, p. e107-9, 2010.

MARKVART, T. A. et al. Micro CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. **Int End J**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 273-81, 2012.

MATHERNE, R. P. et al. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. **J Endod**, New York, v. 34, n. 1, p. 87-9, 2008.

MOODNIK, R et al. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. **J Endod**, New York, v. 2, n. 9, p. 261-6, 1976.

MOORE, J; FITZ-WALTER, P; PARASHOS, P.A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. **Int End J**, Oxford, v. 42, n. 12, p. 1057-64, 2009.

MORTMAN, R. E. Technologic advances in endodontics. **Dent Clin N Am**, Philadelphia, v. 55, n. 3, p. 461-80, 2011.

NAIR, M.; NAIR, U. Digital and advanced imaging in Endodontics: a review. **J Endod**, New York, v. 33, n. 1, p. 1-6, 2007.

NIELSEN, R. et al. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. **J Endod**, New York, v. 21, n. 11, p. 561-8, 1995.

OMER, O.; AL SHALABI, R.; JENNINGS, M. A comparison between clearing and radiographic techniques in the study of the root canal anatomy of maxillary first and second molars. **Int End J**, Oxford, v. 37, n. 5, p. 291-6, 2004.

OZER, S. Y. Comparison of root canal transportation induced by three rotary systems with noncutting tips using computed tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St.Louis, v. 111, n. 2, p. 244-50, 2011.

PAQUÉ, F.; MUSCH, U.; HULSMANN, M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary NiTi instruments. **Int End J**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 8-16, 2005.

PAQUÉ, F. et al. Hard tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. **J Endod**, New York, v. 35, n. 7, p. 1044-7, 2009.

PAQUÉ, F; GANAHL, D; PETERS O. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. **J Endod**, New York, v. 35, n. 7, p. 1056-9, 2009.

PAQUÉ, F. et al. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel titanium rotary instruments: a microcomputed tomography study. **J Endod**, New York, v. 36, n. 4, p. 703-7, 2010.

PAQUÉ, F.; ZEHNDER, M.; MARENDING, M. Apical fit of initial K files in maxillary molars assessed by microcomputed tomomgraphy. **Int End J**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 328-35, 2010.

- PAQUÉ, F.; AL-JADAA, A.; KFIR, A. Hard tissue debris accumulation created by conventional rotary versus self adjusting file instrumentation in mesial root canal systems of mandibular molars. **Int End J**, Oxford, v. 45, n. 5, p. 413-8, 2012.
- PARANJPE, A. et al. Efficacy of the self adjusting file system on cleaning and shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation. **J Endod**, New York, v. 38, n. 2, p. 226-31, 2012.
- PARASHOS, P.; MESSER, H. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. **J Endod**, New York, v. 32, n. 11, p. 1031-43, 2006.
- PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: part 2. Cone beam computed tomography. **Int End J**, Oxford, v. 42, n. 6, p. 463-75, 2009.
- PATIÑO, P. et al. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. **J Endod**, New York, v. 31, n. 1, p. 114-6, 2005.
- PEREIRA, E.S. et al. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. **Int End J**, Oxford, v. 45, n. 5, p. 469-74, 2012.
- PETERS, O. et al. Three dimensional analysis of root canal geometry by high resolution computed tomography. **J Dent Res**, v. 79, p.1405-9, 2000.
- PETERS, O. et al. Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. **Int End J**, Oxford, v. 36, n. 2, p. 86-92, 2003.
- PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod**, New York, v. 30, n. 8, p. 559-67, 2004.
- PLOTINO, G. et al. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. **Int Endod J**, Oxford, v. 45, n. 7, p. 614-8, 2012.
- PUCCI, F; REIG, R. Conductos radiculares. Anatomia, patologia y terapia. Montevideo, Uruguay, v.1, cap. 3, p. 145-247, 1944.
- RAO, N. Endodoncia Avanzada. Caracas. Venezuela, 2011.
- RHODES, J et al. Microcomputed tomography: a new tool for experimental endodontology. **Int Endod J**, Oxford, v. 32, n. 3, p. 165-70, 1999.
- RHODES, J. et al. A comparison of two nickel titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. **Int Endod J**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 279-85, 2000.
- RUBIN, L. et al. The effect of instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy: a scanning electron microscope study. **J Endod**, New York, v. 5, n. 11, p. 328-35, 1979.
- SANFELICE, C. M. et al. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using cone beam computed tomography. **J Endod**, New York, v. 36, n. 5, p. 858-61, 2010.

SCHÄFFER, E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: a comparison study. **J Endod**, New York, v. 22, n. 12, p. 685-9, 1996.

SCHÄFFER, E. et al. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. **J Endod**, New York, v. 28, n. 3, p. 211-6, 2002.

SCHÄFFER, E.; VLASSIS, M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. **Int Endod J**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 239-48, 2004.

SCHÄFFER, E; DAMMASCHKE, T. Development and sequelae of canal transportation. **Endodontic Topics**, Oxford, v.15, n.1, p.75–90, 2006.

SHEN, Y. et al. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. **J Endod**, New York, v. 39, n. 2, p. 163-72, 2013.

SHEMESH, H. et al. The ability of optical coherence tomography to characterized the root canal walls. **J Endod**, New York, v. 33, n. 11, p. 1369-73, 2007.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 18, n. 2, p. 269-96, 1974.

SCHNEIDER, S. W. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, St. Louis, v. 32, n. 2, p. 271-5, 1971.

SIQUEIRA, J. F. Jr. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. **Endodontic Topics**, Oxford, v.10, n. 1, p. 123-47, 2005.

SIQUEIRA, J. F. Jr. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. **J Endod**, New York, v. 36, n. 11, p. 1860-5, 2010.

SOLOMONOV, M. et al. The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. **J Endod**, New York, v. 38, n. 2, p. 209-14, 2012.

STERN, S. et al. Changes in centring and shaping ability using three nickel–titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). **Int Endod J**, Oxford, v. 45, n. 6, p. 514-23, 2012.

SVEC, T.; WANG, M. The effect of instrument precurving on transportation in simulated root canals. **J Endod**, New York, v. 24, n. 2, p. 122-4, 1998.

TACHIBANA, H; MATSUMOTO, K. Applicability of X-ray computerized tomography in Endodontics. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 6, n. 1, p. 16-20, 1990.

THOMPSON, S. A. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry **Int Endod J**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 297-310, 2000.

UYANIK, M. et al. Comparative evaluation of three nickel titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. **J Endod**, New York, v. 32, n. 7, p. 668-71, 2006.

VANNI, J. et al. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM analysis. . **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, p. 181-6, 2005.

VARELA-PATIÑO, P. et al. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. . **J Endod**, New York, v. 36, n. 1, p. 157-9, 2010.

VERSIANI, M. A. et al. 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**, St. Louis, v. 105, n. 6, p. 807-13, 2008.

VERSIANI, M.; PECORA, J.; SOUSA-NETO, M. Flat oval canal preparation with self adjusting file instrument: a micro computed tomography study. **J Endod**, New York, v. 37, n. 7, p. 1002-7, 2011.

VERTUCCI, F. J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surg**, St. Louis, v. 58, n. 11, p. 589-599, 1984.

VERTUCCI, F. J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. **Endodontic Topics**, Oxford, v.10, n. 1, p. 3-29, 2005.

WALIA, H. M.; BRANTLEY, W. A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. **J Endod**, New York, v. 14, n. 7, p. 346-51, 1988.

WALTON,R. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. **J Endod**, New York, v. 2, n. 10, p. 304-11, 1976.

WEIGER, R.; ELAYOUTI, A.; LÖST, C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. **J Endod**, New York, v. 28, n. 8, p. 580-3, 2002.

YARED, G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J**, Oxford, v. 41, n. 4, p. 339-44, 2008.

YOU, S. Y. et al. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. **J Endod**, New York, v. 36, n. 12, p. 1991-4, 2010.

ZHENG, Q. et al. A cone beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. **J Endod**, New York, v. 36, n. 9, p. 1480-4, 2010.

ANEXOS

ANEXO 1_ Aprovação do Comissão de Pesquisa. Faculdade de Odontologia.
UFRGS

 beatrizvilas <beatrizvilas@gmail.com>

Fwd: Projeto de Pesquisa na Comissão de Pesquisa de Odontologia

1 mensagem

Fabiana Grecca <fabiana.grecca@ufrgs.br> 14 de diciembre de 2011 13:25
Para: "Dra. Beatriz Vilas" <beatrizvilas@gmail.com>

De: <alexnhaas@gmail.com>
Data: 14 de dezembro de 2011 12:21:30 BRST
Para: fabiana.grecca@ufrgs.br
Assunto: Projeto de Pesquisa na Comissão de Pesquisa de Odontologia
Responder A: <alexnhaas@gmail.com>

Prezado Pesquisador FABIANA SOARES GRECCA VILELLA,

Informamos que o projeto de pesquisa AVALIAÇÃO DO EFEITO DO PREPARO CERVICAL UTILIZANDO TRÊS SISTEMAS MECANIZADOS DE INSTRUMENTAÇÃO: ESTUDO IN VITRO encaminhado para análise em 07/11/2011 foi aprovado quanto ao mérito pela Comissão de Pesquisa de Odontologia com o seguinte parecer:

Trate-se de um estudo em dentes molares humanos cujo objetivo é realizar análise comparativa da redução dentinária produzida por três sistemas rotatórios (ProTaper, Mtwo, Reciproc) comparados ao manual (controle) na parede distal do terço cervical e médio das raízes mesio-vestibulares de molares superiores. O projeto está bem escrito e tem mérito científico, contemplando aspectos metodológicos importantes para a qualidade do estudo.

Devido as suas características este projeto foi encaminhado nesta data para avaliação por Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS.

Atenciosamente, Comissão de Pesquisa de Odontologia

Profa. Dra. Fabiana Grecca
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Odontologia - Endodontia
51 3308 5191
fabiana.grecca@ufrgs.br

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=fca3fea8c7&view=pt&q=fabiana.grecca%40ufrgs.br&search=query&th=1343cf71c8b85d0a> 1/1



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
Sección Comisiones y Claustro

Montevideo, 27 de noviembre de 2012.

Reunido el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Odontología resuelve: -----

APROBAR:

El Proyecto titulado **“EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS MECANIZADOS EN LA INSTRUMENTACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO DE LAS RAÍCES MESIOVESTIBULARES DE MORLARES SUPERIORES”**, presentado por la Dra. Beatriz Vilas Navós.-----

Firma manuscrita de Ernesto Borgia.

Dr. Ernesto Borgia
Pte. Comité de Ética
en Investigación