UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

ANÁLISE COMPARATIVA "IN VITRO" DA
EXTRUSÃO APICAL DE DENTINA
PRODUZIDA POR DIFERENTES TÉCNICAS
DE INSTRUMENTAÇÃO MANUAIS E
ROTATÓRIAS NOS CANAIS
RADICULARES

CLARICE FERNANDES ELOY DA COSTA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Bauru, da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Mestre em
Odontologia, área Endodontia

BAURU
2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

ANÁLISE COMPARATIVA "IN VITRO" DA
EXTRUSÃO APICAL DE DENTINA
PRODUZIDA POR DIFERENTES TÉCNICAS
DE INSTRUMENTAÇÃO MANUAIS E
ROTATÓRIAS NOS CANAIS
RADICULARES

CLARICE FERNANDES ELOY DA COSTA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Bauru, da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Mestre em
Odontologia, área Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Norberti Bernardineli

BAURU
2007

COSTA, Clarice Fernandes Eloy da

C823a Análise Comparativa “in vitro” da Extrusão Apical de Dentina Produzida por Diferentes Técnicas de Instrumentação Manuais e Rotatórias nos Canais Radiculares / Clarice Fernandes Eloy da Costa. – Bauru, 2007.

135p. : il. ; 30cm

Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. USP

Orientador: Prof. Dr. Norberti Bernardineli

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e/ou meios eletrônicos.

Assinatura do autor:

Data: ____ / ____ / ____ .

Projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP. Protocolo de pesquisa nº 09/2006.

Dados Curriculares

Clarice Fernandes Eloy da Costa

Nascimento	26 de julho de 1979, Fortaleza / CE
Filiação	Regina Fernandes Eloy da Costa Alberto Eloy da Costa Neto
1998 – 2001	Curso de Odontologia – Universidade Federal do Ceará / Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem
2002 – 2004	Curso de Especialização em Endodontia na Associação Brasileira de Odontologia / Seção Ceará
2003 – 2005	Professora substituta do curso de Odontologia, disciplina de Endodontia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem - UFC / CE
2005 – 2007	Curso de Pós-graduação em Endodontia em nível de Mestrado na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP / SP
Associações	ABO/ CE – Associação Brasileira de Odontologia APCD – Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas

DEDICATÓRIA

DEDICATÓRIAS

A minha mãe Regina,

Sempre presente quando precisei conversar, desabafar, rir e também chorar. Meu exemplo de mãe, esposa e mulher. Te amo cada vez mais, não por ser minha mãe, mas por saber que tenho a melhor mãe do mundo. A Sra. Foi essencial nessa etapa nas ‘nossas’ vidas.

“O amor de mãe é o combustível que lhe permite a um ser humano fazer o impossível.” (Marion C. Garretty).

“Mãe: a palavra mais bela pronunciada pelo ser humano.” (Kahlil Gibran).

Ao meu pai Alberto,

Minha inspiração para ser uma pessoa cada dia melhor, sempre me esforçar cada vez mais, meu exemplo de vida. Dedico ao Sr. o resultado dos meus estudos, pelo apoio e conselhos que sempre me deu, tudo que posso fazer pelo Sr. será pouco para retribuir o que fez por mim. Amo-te.

“As palavras têm um impacto impressionante. As impressões da voz de um pai podem colocar em movimento toda uma tendência de vida.” (Gordon MacDonald).

“Não me cabe conceber nenhuma necessidade tão importante durante a infância de uma pessoa que a necessidade de sentir-se protegido por um pai.” (Sigmund Freud).

As minhas irmãs,

A minha irmã mais velha, Andréa, exemplo de inteligência e dedicação. Ainda tento ser como você. Muitas conversas ao telefone e muitas idas a Campinas, sempre foi presente e foi muito importante para a realização deste trabalho. Obrigada por todos os conselhos.

A minha irmã mais nova, Denise, intelectual por natureza, meu orgulho particular e meu xodó. Ainda terá uma estrada radiante pela frente, brilhará independente de onde estiver. Estarei sempre com você.

Amo muito as duas. Vocês são parte de mim.

"O amor é sofredor, é benigno; o amor não é invejoso; o amor não se vangloria, não se ensoberbece, não se porta inconvenientemente, não busca os seus próprios interesses, não se irrita, não suspeita mal; não se regozija com a injustiça, mas se regozija com a verdade; tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta. Agora, pois, permanecem a fé, a esperança, o amor, estes três; mas o maior destes é o amor." (I Coríntios, 13: 4-7;13)

Ao meu cunhado Marcondes,

Pelo interesse que sempre mostrou por minha pesquisa e pela ajuda que sempre me foi oferecida. Orgulho em dizer que você é da minha família. Meu estatístico particular!

"A simplicidade é o que há de mais difícil no mundo: é o último resultado da experiência, a derradeira força do gênio." (G. Sand)

Agradeço todos os dias pela família maravilhosa que me foi concebida. A pessoa que sou hoje nada mais é do que o reflexo do amor, da educação, da convivência e dos conceitos que me foram passados durante minha vida. Hoje sei do peso de cada uma dessas palavras, pois elas foram a base que fizeram meu caráter e me deram a certeza de saber o grande tesouro que tenho no meu lar.

AGRADECIMIENTO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Deus,

Sem ele, meu caminho não teria sido traçado dessa forma

Sem ele, não teria tido forças para superar as dificuldades

Sem ele, os momentos de saudade teriam sido mais persistentes e mais intensos

Sem ele, a distância teria sido uma obstáculo insuperável

Sem ele, não teria percebido as pessoas maravilhosas a minha volta

Com ele, sei que a felicidade sempre estará presente na minha vida e nas minhas vitórias.

Obrigada, pelas pessoas que me acolheram

Pelos lares que me receberam

Pela minha família abençoada e sempre presente

Pelos ensinamentos que me foram passados

Pelos sorrisos ao meu redor

Pelas oportunidades que me foram dadas

Pela vida que me foi concebida...obrigada!

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Norberti Bernardineli, professor simples, humilde, sempre disponível nas horas das dúvidas e de conversas além da odontologia. Recebe minha admiração pelo caminho que calçou dentro desta instituição, pelos conhecimentos e capacidade de passá-los através de ensinamentos para graduandos e pós-graduandos, pela coragem de ter deixado a minha disposição a escolha do tema desta pesquisa, pelas conversas sobre a metodologia, pelo seu carisma e pela admiração que sempre demonstrou pela minha cidade e meu estado. Muito obrigada.

“Um bom mestre tem sempre esta preocupação: ensinar o aluno a desenvencilhar-se sozinho.” (Gide, André)

Aos professores da Disciplina de Endodontia do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo Prof. Dr. Clóvis Monteiro Bramante, Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes e Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia. Professores que sempre me fizeram perceber o amor e a dedicação à docência. Minha formação profissional é única devido a essa obstinação pelo o ensino presente nesta faculdade.

*“A sabedoria é um adorno na prosperidade e um refúgio na adversidade.”
(Aristóteles)*

Aos professores da Disciplina de Endodontia da minha amada Faculdade de Farmácia, Odontologia, e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, Prof. Sérgio Araújo Holanda Pinto, Prof. Roberto Pinheiro Borges, Profa. Dra. Mônica Sampaio do Vale e ao professor da Disciplina de Radiologia, Prof. Dr. Ilan Sampaio do Vale. Por fazerem nascer em mim o interesse na área de endodontia, mostraram-me a paixão nessa especialidade, apoiaram-me e torceram pelo meu ingresso no mestrado da FOB. Pelo companheirismo, confiança e ensinamentos que me foram passados durante minha estadia na docência desta disciplina.

“A morte do homem começa no instante em que ele desiste de aprender.”

(Albino Teixeira)

“O essencial, com efeito, na educação, não é a doutrina ensinada, é o despertar.” (Renan, Ernest)

A equipe de professores da minha especialização em endodontia da Associação Brasileira de Odontologia / CE, Prof. Elilton Cavalcante Pinheiro Júnior, Prof. Flávio Moraes Pinheiro (in memoriam), Prof. José Barbosa Porto e Prof. Antônio Sérgio Teixeira de Menezes, pelos momentos de aprendizagem e dedicação que me fizeram ter mais experiência e conhecimento sobre a endodontia e que foram essenciais para minha entrada no mestrado.

“Escolha um trabalho que ames e não terás que trabalhar um único dia de sua vida.” (Confúcio)

Ao Prof. Eduardo Gurgel Filho, professor da Disciplina de Endodontia do Curso de Odontologia da Universidade de Fortaleza, pela orientação, ajuda e conselhos sobre o tema da minha dissertação, somente possíveis através de mensagens eletrônicas que foram trocadas. Obrigada pela grande atenção que me foi dada, apesar de não me conhecer pessoalmente.

Ao Prof. Nilton Vivacqua Gomes, atual docente na ABO / CE, pela orientação inicial com artigos sobre o tema da minha pesquisa.

Ao funcionário muito especial da Disciplina de Endodontia, Edímauro de Andrade, que, através da sua simplicidade, alegria e criatividade, esteve sempre a disposição para me ajudar, incentivar-me e fazer despertar um sorriso no rosto de qualquer um que estivesse ao seu lado. Foi muito importante para o desenvolvimento desta dissertação, esteve sempre presente e nunca mediu esforços para me ajudar. Obrigada pela amizade e pelo apoio.

“Meço o valor de um homem pela medida em que ele se liberta de seu próprio eu.” (Albert Einstein)

As funcionárias da Disciplina de Endodontia Dona Neide Leandro, Patrícia Fernanda Vital Lopes e Cleide, pelo

convívio sempre amigável e por sempre me apoiarem quando lhes era solicitado. Mostraram a alegria e a dedicação dentro desta instituição e o prazer que obtinham em ajudar quem necessitasse.

Aos meus colegas da turma de Mestrado em Endodontia Ramiro Oropeza, Roberta García, Bruno Vasconcelos, Márcia Magro, pelo acolhimento, pela amizade e por serem parte integrante dos desafios de pós-graduando em Bauru.

Em especial aos amigos Ronan Jacques, na busca de vencer obstáculos sem perder a alegria, Fernando Orozco, sempre prestativo e amigo, Carla Sipert, com seu sorriso inconfundível e Patrícia Coneglian, uma irmã que sempre me dava conselhos e me apoiava. Obrigada pelas horas de conversas, risos e desabafos no departamento, na biblioteca, nas aulas, no bandeirão, nos momentos do café. Por serem uma parte de mim que ficará em Belo Horizonte, Jundiaí, Diadema e Três Lagoas. Obrigada.

“Não há prazer comparável ao de encontrar um velho amigo, a não ser o de fazer um novo.” (Kipling)

Aos amigos cearenses Renata Cordeiro Teixeira, que será minha eterna colega de quarto, Flora Távora, pela meiguice e risadas, Delano Eloy, primo que é mais que primo,

é amigo, *Kadidja Machado*, que deu apoio nas nossas idas a São Paulo. Amigos que passaram pela saudade de casa que passei, mas que de alguma forma foi suprimida pelos momentos alegria, companheirismo, vitórias, tristezas e preocupações, vocês foram essenciais para a conclusão desta pesquisa. Amo muito!

Em especial as minhas amigas irmãs *Aline Dantas*, *Diógenes Saldanha* e *Danielle Frota de Albuquerque* que estiveram sempre ao meu lado e que, mesmo nos conhecendo somente aqui, tão longe de Fortaleza, considero como amigas de velhas datas e sempre serão eternas amigas. Amo muito vocês. Obrigada por tudo!

“A glória da amizade não é a mão estendida, nem o sorriso carinhoso, nem mesmo a delícia da companhia. É a inspiração espiritual que vem quando você descobre que alguém acredita e confia em você.” (Ralph Waldo Emerson)

As amigas *Valéria Bolola*, pela sua alegria e astral infinito, *Gabriela Vedolin*, pela generosidade e lealdade, *Marta Cunha*, pela felicidade e sinceridade expressos no olhar, *Renata Louro*, pelo bom humor e carisma e *Ana Paula*, por conseguir ser ao mesmo tempo pessoa centrada, bem humorada e meiga, vocês fizeram os dias ficarem mais amenos, sempre foram mais que companheiras e terão um eterno lugar no meu coração.

“A viagem mais importante que podemos fazer na vida é encontrar pessoas pelo caminho.” (Autor desconhecido)

A secretária da Endodontia Suely Regina Bettio, pelo profissionalismo e pelas informações passadas durante o mestrado. Obrigada por se mostrar presente quando necessária.

Aos professores da Disciplina de Materiais Dentários, Prof. Dr. César Antunes de Freitas, Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira Francísoni, por permitirem o desenvolvimento da minha pesquisa em seu departamento e por serem sempre receptivos comigo. Agradecimentos aos funcionários desta disciplina, Sandra Clea Pirola Azuaga e Lô, por fazerem do bom humor e compreensão peças chaves para seus trabalhos. Agradecimento especial ao funcionário, Alcides Urias da Costa, que esteve sempre presente nos momentos de pesquisa, ajudando-me com idéias e sendo uma pessoa de convívio espetacular. Meu muito obrigada.

Aos pós-graduandos do mestrado e doutorado sempre presentes na Disciplina de Materiais Dentários, Breno Mont'Alverne Haddade, Ian Matos Vieira, Leandro de Moura Martins, Márcia Furtado Antunes de Freitas, Wagner Baseggio, Fabiane Lopes Toledo, Cristiane Machado de Almeida Nishiyama, Dafna Geller Palti, Paola, Renato Cilli, pelo companheirismo e amizade que trouxeram alegria, entendimento e solidariedade ao ambiente de trabalho.

Aos professores e aos funcionários da Disciplina de Histologia / Embriologia do Departamento de Ciências Biológicas Prof. Dr. Gerson Francisco de Assis, Prof. Dr. Rumio Taga, Prof. Dr. Gustavo Pompermaier Garlet, Daniele Santi Ceolín, Tânia Mary Cestari e Beonildes Teresinha Ruiz Correia que permitiram o uso da balança de alta precisão que foi essencial a esta pesquisa. Obrigada pelo auxílio, compreensão e por serem sempre prestativos.

Aos funcionários da biblioteca - FOB / USP Cybelle de Assumpção Fontes, Rita de Cássia Paglione, Valéria Cristina Trindade Ferraz, Vera Regina Casari Boccato, Ademir Padilha, Ana Paula Moço, César Augusto do Amaral Campos, Maria Caetano, Jane Pimentel Nogueira, Maria José dos Santos Formenti que estavam sempre dispostos a ajudar da melhor forma, por romperem a seriedade da pesquisa e por deixarem a biblioteca cada vez mais acolhedora.

Ao professor Dr. José Roberto Pereira Lauris pela análise estatística dos resultados desta pesquisa.

Aos funcionários do setor de xerox Ana Paula Bertonha, Salvador Cruz dentre outros que participaram de todo o processo de pesquisa e estavam sempre dispostos a ajudar.

Aos colegas de doutorado da Endodontia Jarcio Baldi, Fausto Victorino, Ricardo Bernardes, Augusto Bodanezi, e Adriana Lustosa pelo companheirismo e camaradagem no departamento de Endodontia e nas clínicas e nos laboratórios da graduação.

Aos amigos de graduação do curso de Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará Beatriz Meireles, Juliana Gondim, Patricia Mota, Tacio Pinheiro Bezerra, Wagner Negreiros, Carine Uchoa por terem, cada um, uma participação especial para a conclusão dessa pesquisa, mesmo estando tão distantes. Foram parte fundamental para dias melhores e menos saudosos. Obrigada pela presença e carinho de todos vocês.

“As pessoas realmente ligadas não precisam de ligação física. Quando se reencontram, mesmo depois de muitos anos afastados, sua amizade é tão forte quanto sempre.” (Deng Ming-Dao)

Ao meu amigo irmão Edilson Duarte por ser essa pessoa sincera, bondosa, presente nos momentos mais especiais da minha vida. Você foi um grande apoio para mim, nas horas de conversas ao teclado, pessoa essencial nessa etapa. Meu eterno amigo, obrigada por tudo.

“Conhecer alguém aqui e ali que pensa e sente como nós, e que embora distante, está perto em espírito, eis o que faz da Terra um jardim habitado.” (Goethe)

A todos os colegas e alunos de pós-graduação que compartilharam aulas, apresentações, churrascos e que proporcionaram uma convivência sadia, além de aprendizado contínuo durante esses anos de amizade.

“A glória é tanto mais tardia quanto mais duradoura há de ser, porque todo o fruto delicioso amadurece lentamente.” (Arthur Schopenhauer)

E, finalmente, a todos que participaram e colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimento e finalização desta dissertação. Sozinha não teria conseguido êxito nessa caminhada e todos tiveram papel importante para a transformação de um desejo em realidade. Muito obrigada.

“Se os teus sonhos estiverem nas nuvens, não te preocupes, pois estão no lugar certo; agora começa construir os alicerces.” (Autor desconhecido)

SUMÁRIO

Lista de Figuras	xxiv
Lista de Tabelas	xxvi
Lista de Anexos	xxvii
Lista de Abreviaturas, siglas e símbolos	xxviii
Resumo	xxix
1 – Introdução	1
2 – Revisão da Literatura	7
2.1 - Fatores que afetam o reparo tecidual	9
2.2 - Associação entre extrusão apical e ocorrência de flare-ups	11
2.3 - Técnicas de instrumentação e extrusão apical de resíduos	13
2.4 - Evolução do preparo biomecânico e dos instrumentos utilizados	21
3 – Proposição	29
4 – Material e Métodos	33
4.1 – Metodologia	35
4.1.1 - Preparo do Dente	35
4.1.2 - Preparo do conjunto	36
4.1.3 – Técnicas	40
4.1.4 - Quantificação do material extruído além do forame apical	45
4.1.5 - Determinação do tempo de secagem dos conjuntos na estufa	46
5 – Resultados	49
6 – Discussão	57
6.1 - Da metodologia	60
6.2 – Dos resultados	66
7 – Conclusões	75
Anexos	79
Referências Bibliográficas	87
Abstract	99

Lista de Figuras

FIGURA 1 - (a) Conjunto desmontado; (b) Conjunto preparado para o trabalho	37
FIGURA 2 - (a) Papel de filtro Whatman; (b) Tampa perfurada	38
FIGURA 3 - Dente centralizado	39
FIGURA 4 - Motor elétrico Endo Plus (K Driller®)	40
FIGURA 5 - Seqüência técnica do Sistema ProTaper ®	42
FIGURA 6 - Seqüência técnica do Sistema K ³ Endo ®	43
FIGURA 7 - Seqüência técnica do Sistema RaCe®	44
FIGURA 8 - Balança de precisão (0,00001g) / Mettler Toledo ®	45
FIGURA 9 - Conjuntos colocados sobre suporte antes de serem levados à estufa	47
FIGURA 10 - Dispositivo utilizado na pesquisa após sua montagem	47
FIGURA 11 - (a) Vista aproximada do dente; (b) Fita veda rosca utilizada; (c) Momento da instrumentação; (d) Momento da irrigação e aspiração	48
FIGURA 12 - Média em gramas (g) do material sólido extruído além do forame de cada técnica de instrumentação utilizada	53

FIGURA 13 - Representação gráfica das médias e do desvio padrão da média em gramas do material sólido extruído além do forame para as diferentes técnicas de instrumentação	53
FIGURA 14 - Gráfico "Box-and-whisker plot"	55

Lista de tabelas

TABELA 1 - Resultados originais e média em gramas da extrusão apical das técnicas de instrumentação dos diferentes grupos experimentais	51
TABELA 2 - Análise da comparação entre técnicas (Teste de Tukey) com significância $p < 0,001$	54
TABELA 3 - Análise detalhada da comparação entre técnicas (Teste de Tukey) com significância $p < 0,001$	54

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Peso em gramas de cada espécime antes e após instrumentação, assim como o peso do material extruído para cada técnica	81
ANEXO 2 - Tabela com o comprimento real do dente (CRD) de cada espécime de cada grupo com a média final da medida para cada técnica utilizada.....	84
ANEXO 3 - Aprovação do Comitê de Ética	85

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	.....	porcentagem
°C	.....	graus Celsius
®	.....	marca registrada
cm	.....	centímetro
Fig	.....	figura
g	.....	gramas
ISO	.....	International Standards Organization
mg	.....	miligrama
mL	.....	mililitro
mm	.....	milímetro
NiTi	.....	Níquel-titânio
N.cm	.....	Newton vezes centímetro
nº	.....	número
Rpm	.....	rotações por minuto
SEM	.....	Microscopia eletrônica de varredura
USP	.....	Universidade de São Paulo

RESUMO

RESUMO

No tratamento endodôntico nos deparamos com a necessidade de privar pelo bom estado pós-operatório do paciente. Dessa forma, devemos minimizar os efeitos que uma instrumentação pode causar sobre os tecidos periapicais. Nesse dilema, o presente estudo tem como objetivo comparar a quantidade de material sólido extruído além do forame apical através de duas técnicas de instrumentação manuais: técnica Step-Back ou Escalonada regressiva e técnica de Oregon e três técnicas de instrumentação mecânico-rotatórias preconizadas pelos fabricantes dos instrumentos: Sistema ProTaper, Sistema K3 Endo e Sistema FKG RaCe™. Setenta e cinco dentes unirradiculados foram utilizados, sendo 15 dentes para cada técnica. O material sólido extruído foi coletado por um filtro de papel (Whatman®). Tais filtros foram, após a instrumentação, submetidos a secagem em estufa e posterior pesagem em balança digital de alta precisão. A massa de resíduo extruído foi dada pela diferença entre a massa inicial e a massa final. A análise dos resultados mostrou extrusão de material sólido além do forame apical em todas as técnicas de instrumentação utilizadas, porém foi observado que a técnica Step-Back promoveu maior quantidade de material extruído quando comparada às outras técnicas e que não houve diferença significativa entre as técnicas de Oregon e as dos Sistemas rotatórios. As técnicas foram assim classificadas em ordem crescente de material sólido extruído além do forame apical: Sistema K3 Endo, Sistema ProTaper, Sistema FKGRaCe, técnica de Oregon e Técnica Step Back.

Palavras-chaves: extrusão apical, endodontia, técnicas rotatórias, técnicas manuais.

1 - INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico é constituído de diferentes etapas interdependentes, mas interligadas de certa forma e que objetivam, através da limpeza, da desinfecção e da obturação ideal do canal radicular, promover o retorno da normalidade ou da saúde dos tecidos apicais e periapicais, assim como o retorno da função do dente na arcada. O sucesso do tratamento ocorre com a correta realização dessas fases.

Uma das etapas de suma importância na endodontia e que está sendo muito pesquisada e aperfeiçoada nos dias de hoje é o preparo biomecânico. Com o passar dos anos, o preparo do canal radicular obteve várias sinonímias, incluindo instrumentação, preparo biomecânico e preparo químico-mecânico (SCHILDER⁶², 1974).

Nesta fase é feita a limpeza e a modelagem do canal radicular, através do alargamento e do alisamento das paredes com a possível remoção de irregularidades e reentrâncias. Naturalmente, além das raspas de dentina, contaminadas ou não, são removidas também bactérias, produtos do seu metabolismo e tecido pulpar. O ato da irrigação e da aspiração tem grande importância nessa etapa, pois o refluxo do líquido facilita a remoção do material excisado pela instrumentação. Algumas soluções irrigadoras complementares da limpeza possuem ação química e, além disso, também diminuem o atrito entre o instrumento e o canal radicular, facilitando consideravelmente a instrumentação. Esses efeitos das soluções irrigadoras têm grande importância no processo de limpeza de um conduto radicular.

O uso dos instrumentos endodônticos durante o preparo biomecânico do canal radicular produz raspas de dentina que se agregam aos restos orgânicos, aos microrganismos e a solução irrigadora, formando um magma dentinário. Esse aglomerado pastoso permanece muitas vezes aderido à parede do canal radicular, obstruindo os túbulos dentinários e pode inclusive ser extruído para os tecidos periapicais durante o preparo biomecânico, principalmente devido a sua maior concentração no terço apical onde o contato do instrumento com a parede do canal é maior. SCHILDER⁶², em 1974, esclarece que, um dos objetivos biológicos do preparo biomecânico seria o

cuidado para que, durante o preparo do canal radicular, não levemos material necrótico além do forame apical.

A extrusão desse material, que pode ou não estar contaminado, para a região periapical atua como um fator irritante, causando uma reação inflamatória e, dependendo da quantidade, da combinação de microorganismos e da defesa imunológica do paciente, poderá proporcionar um pós-operatório doloroso e dificuldades na reparação dos tecidos periapicais. Além disso, deparamo-nos com a possibilidade de reagudecimento de um processo periapical crônico onde as bactérias e as raspas de dentina contaminadas iniciam uma reação antígeno-anticorpo que ativariam o sistema complemento, desencadeando o processo inflamatório (NAIDORF⁵⁰, 1985).

Inúmeras pesquisas têm mostrado que, independente da técnica de instrumentação utilizada, a extrusão de material para o periápice ocorre em menor ou maior grau (VANDE-VISSE; BRILLIANT⁷⁹, 1975, MARTIN; CUNNINGHAM⁴⁵, 1982, FAIRBOURN; McWALTER; MONTGOMERY²⁰, 1987, RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, 1987, McKENDRY⁴⁷, 1990, MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, 1991, AL-OMARI; DUMMER¹, 1995, VASAN⁸¹ et al., 1997, BEESON⁷ et al., 1998, HINRICHS; WALKER; SCHINDLER³⁰, 1998, REDDY; HICKS⁵⁵, 1998, FERRAZ²¹ et al., 2001, ALBRECHT; BAUMGARTNER; MARSHALL², 2004, BIDAR⁹ et al., 2004, TANALP⁷¹ et al., 2006).

Vários fatores como a anatomia dental, o comprimento dental e a curvatura radicular podem contribuir para a extrusão do magma dentinário. Outros fatores ainda influentes nessa extrusão seriam a presença de patologia periapical e de reabsorções apicais que, de alguma forma, facilitariam a passagem de resíduos além do forame (FAIRBOURN²⁰ et al, 1987). Em dentes sem patologias, os tecidos periapicais normais impediriam ou dificultariam a extrusão de resíduos, pois agiriam como uma barreira natural (HINRICHS; WALKER; SCHINDLER³⁰, 1998).

Devido a essa problemática, muitas técnicas de instrumentação foram propostas, analisadas e comparadas, levando-se em consideração os objetivos mecânicos e biológicos da instrumentação, propostos por SCHILDER⁶², 1974. Tais técnicas são pesquisadas na tentativa de conseguir-se tanto um canal radicular cada vez mais descontaminado quanto diminuir as iatrogenias decorrentes das técnicas utilizadas.

Inicialmente, as técnicas de instrumentação eram utilizadas no sentido ápico-cervical e os instrumentos eram usados em ordem crescente de diâmetro no comprimento de trabalho sem a preocupação de realizar-se um preparo cônico. Porém, essas técnicas causavam muitos acidentes como degraus, obliterações apicais com raspas de dentina e perfurações, principalmente em canais curvos e atrésicos.

Na tentativa de minimizar esses problemas, CLEM¹², em 1969, propôs o uso de instrumentos mais flexíveis e menos calibrosos no comprimento de trabalho. O autor também empregou a realização de um preparo cônico com a utilização de instrumentos mais calibrosos em ordem crescente em comprimentos inferiores ao comprimento de trabalho. Surgiu assim, a instrumentação escalonada ou telescópica regressiva, também chamada de técnica step-back, que preza pela conicidade no preparo do canal radicular.

A partir daí, outras técnicas foram propostas como a técnica de Oregon (MARSHALL; PAPPIN¹⁴, 1978), técnica da força balanceada, de movimentos oscilatórios e outras mais onde a instrumentação é feita no sentido coroa-ápice, removendo-se grande quantidade de material necrótico e microrganismos no terço cervical antes do preparo do terço apical.

Atualmente, temos ainda a disposição do profissional as técnicas automatizadas, podendo estas ser oscilatórias ou rotatórias, que utilizam instrumentos de níquel titânio de diversas conicidades e motores específicos. Inúmeras pesquisas têm avaliado o efeito dessas técnicas automatizadas no preparo de um conduto radicular e, dentre esses efeitos, a quantidade de material extruído para o periápice é algo que deve ser considerado por se tratar muitas vezes de dentina decomposta e contaminada. Naturalmente, quanto menor for a extrusão melhor o pós-operatório e consequentemente maior agilização orgânica na reparação da área.

Baseado nestas observações, pareceu-nos oportuno fazer uma análise comparativa, quantificando o material extruído além do forame apical de algumas técnicas manuais e automatizadas, em bastante evidência nos dias de hoje, que são utilizadas no preparo biomecânico do conduto radicular.

A grayscale photograph of a classical fountain. The fountain has a tiered, cylindrical structure. Water is spraying from a central nozzle, creating a small, dark, circular pool of water at the base of the fountain. The background is a soft, out-of-focus landscape.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2 – REVISÃO DE LITERATURA

Assim como as outras etapas do tratamento endodôntico, o preparo biomecânico possui grande importância para o sucesso do procedimento. SCHILDER⁶², em 1974, já dizia que o sistema de canais radiculares necessitava de limpeza e de modelagem. Tal conceito se resumiria na limpeza dos remanescentes orgânicos, sejam eles contaminados ou não, e na modelagem para o recebimento de uma obturação tridimensional do completo espaço do canal radicular.

2.1. Fatores que afetam o reparo tecidual

Os tecidos de suporte não necessitam de maiores tratamentos para retornar a normalidade, além da remoção de tecidos em degeneração e dos microrganismos presentes no interior do sistema de canais radiculares (SCHILDER⁶², 1974, YUSUF⁸³, 1982).

SELTZER; BENDER; TURKENKOPF⁶⁴, em 1963, estudaram, em uma grande amostragem de dentes, os fatores que influenciaram no reparo após o tratamento endodôntico. Analisaram na pesquisa as diversas condições de cada dente antes da intervenção e seis meses após o tratamento.

Segundo os autores, entre os inúmeros fatores observados, não fizeram menção a importância da instrumentação nem da extrusão apical durante o preparo biomecânico. Não foi observada nenhuma correlação entre a cultura positiva antes da obturação e a ocorrência de dor. Os autores constataram maior sucesso de reparo em dentes subobturados e obturados no nível do ápice quando comparado aos dentes sobreobturados.

Em 1968, SELTZER⁶⁵ et al., estudando a reação tecidual em função do limite de instrumentação, observaram que a esta foi mais suave quando a instrumentação ocorria aquém do forame e constataram inflamação persistente e formação de granulomas periapicais quando a instrumentação ocorria além do forame apical.

SCHILDER⁶², em 1974, relatava cinco objetivos biológicos na limpeza e modelagem do canal radicular que levaria ao sucesso do tratamento

e conforto do paciente: (1) o preparo biomecânico deverá ficar confinado no interior do canal radicular, (2) não forçar material necrótico além do forame apical durante a instrumentação, (3) remoção de todo debris tecidual do sistema de canais radiculares, (4) completa limpeza e modelagem em uma única sessão e (5) criação de espaço suficiente durante a modelagem para a colocação da medicação intracanal.

TRONSTAD⁷⁷, em 1978, estudou em macacos a reposta dos tecidos periapicais após realização de plug apical com raspas de dentina. Observaram que no grupo experimental, vinte e dois dos vinte quatro dentes tiveram formação de um tecido semelhante ao cimento junto às raspas de dentina.

No grupo controle, com 21 dentes, o autor constatou que, mesmo não tendo a intenção de compactar dentina na região apical, foi observado formação de plug de dentina em seis dos dez dentes que obtiveram formação de tecido duro junto ao ápice. Concluiu que mesmo quando há o cuidado para não compactação ou extrusão de dentina para região periapical, invariavelmente, essa compactação pode ocorrer como resultado do preparo biomecânico.

Resultados semelhantes foram observados por OSWALD; FRIEDMAN⁵¹, em 1980, no qual constataram que raspas de dentina não contaminada, quando colocadas junto ao forame apical, influenciam positivamente na deposição de cimento e osso, além de não promoverem resposta inflamatória significativa.

PATTERSON⁵⁴ et al., em 1988, observaram em dentes de macacos que os canais com plug de dentina não contaminada tiveram menor reação inflamatória quando comparados àqueles sem a presença do plug apical.

Porém, HOLLAND³¹ et al., em 1980, estudaram a reação periapical em dentes de cães quando o plug de dentina era formado por dentina infectada. Constataram resultados bastante desfavoráveis quando as raspas de dentina eram contaminadas em relação às não contaminadas.

Na tentativa de compactação de raspas de dentina para formação de um plug apical, invariavelmente, temos extrusão de dentina para o periápice.

TORNECK; SMITH; GRINDALL⁷⁶, em 1973, observando os efeitos biológicos após procedimentos endodônticos em dentes de macacos, afirmaram que o uso de pasta de hidróxido de cálcio como curativo de demora

aparentava acelerar o fechamento apical com tecido mineralizado em dentes anteriormente contaminados.

Em um estudo interligando a falha no tratamento endodôntico com a presença de corpos estranhos no periápice, YUSUF⁸³, em 1982, observou que 33% dos granulomas periapicais submetidos a exame histológico após apicectomia ou exodontia, continham corpo estranho no local. O autor identificou como corpo estranho raspas de dentina e cimento, amálgama e outros materiais de preenchimento. Identificou-se raspas de dentina ou de cimento em 47% dos casos nos quais se observou algum corpo estranho. A reação tecidual apresentada para esses fragmentos de tecido duro foi desde uma granulação tecidual com e sem infiltrado polimorfonuclear a um denso tecido fibroso sem infiltrado celular.

As raspas de dentina ou de cimento estavam associadas a inflamação aguda e agiam como irritante, dificultando o reparo apical e a regeneração óssea, provavelmente pela presença de microrganismos.

Em avaliação radiográfica e histológica de dentes de cadáveres tratados endodônticamente quando em vida, GREEN²⁵ et al., em 1997, utilizaram 29 dentes como grupo teste e 10 dentes sem tratamento endodôntico e com aparência radiográfica periapical normal, como grupo controle. Primeiramente, foi realizada avaliação radiográfica e os tratamentos foram classificados em sucesso ou insucesso. Em andamento, foi realizada avaliação histológica do ápice e do periápice dos dentes radiografados. Como conclusão, observou-se que os dentes classificados como insucesso na análise radiográfica, mostraram intensa inflamação e aqueles classificados como sucesso, mostraram desde um periápice normal até moderada inflamação.

2.2. Associação entre extrusão apical e ocorrência de flare-ups

Evidências mostram que uma instrumentação além do forame apical em canais contaminados resultaria em bacteremia transitória, enquanto que o alargamento e preenchimento limitado ao interior do canal radicular não teriam efeito em culturas sanguíneas coletadas durante e após o tratamento. A associação de flare ups ou reagudecimento com a extrusão de dentina contaminada nos tecidos periapicais parece estar diretamente relacionada com

a quantidade de material depositado além do forame e inversamente proporcional a minuciosa limpeza e modelagem do canal (SCHILDER⁶², 1974).

Não é sabido exatamente como ou por que os reagudecimentos ocorrem, sabe-se que existem determinados fatores ou procedimentos que podem aumentar o aparecimento de flare-ups. NAIDORF⁵⁰, em 1985, já dizia que o reagudecimento poderia ocorrer ao forçar material do canal para os tecidos periapicais. ATTEBERY; KIMURA; CARROL⁵, em 1980, já enfatizavam a importância da presença de microrganismos anaeróbios estritos em infecções agudas ocorridas após o tratamento endodôntico.

Segundo MATUSOW⁴⁶, 1988, alguns fatores sistêmicos como infecções virais, bruxismo, doenças sistêmicas e bulimia podem estar associadas a ocorrência de flare-ups e que a etiologia primária envolve a presença de microrganismos aeróbios, particularmente *Streptococcus*. DEBELIAN; OLSEN; TRONSTAD¹⁵, em 1995, isolaram microrganismos no sangue de pacientes após o tratamento endodôntico e sugeriram que o canal seria a fonte de alguns desses microrganismos.

Pesquisa feita por IMURA; ZUOLO³², em 1995, indicou que flare-ups tiveram alguma correlação com múltiplas sessões, casos de retratamento, dor anterior ao tratamento, presença de lesão periapical radiolúcida e pacientes que estavam previamente tomando analgésicos e antiinflamatórios. Os autores não observaram nenhuma correlação entre flare-up com a idade, o gênero e o grupo dental.

Em uma avaliação da incidência de dor pós-operatória, SIQUEIRA⁶⁸ et al., 2002, avaliaram 627 dentes que necessitavam de necropulpectomia ou de retratamento e correlacionaram nesses pacientes a dor pré-operatória e a presença de lesão periapical. O tratamento consistia de múltiplas sessões com a colocação de medicação intracanal, sem a prescrição de medicações sistêmicas. Aproximadamente uma semana após a primeira sessão, o paciente era questionado quanto a presença de dor e o grau de desconforto, classificando-a em: sem dor, pouca dor, dor moderada e dor severa (flare-up). Concluíram que a dor pós-operatória estava associada ao tratamento de dentes sintomáticos sem lesão perirradicular.

SIQUEIRA⁶⁷, 2003, mostrou uma grande relação entre a ocorrência de flare-ups e a extrusão de dentina infectada durante o preparo químico-

mecânico. A partir dessa revisão de literatura, o autor propôs alguns procedimentos preventivos para evitar o surgimento de reagudecimentos. As condutas propostas seriam: a seleção de técnicas de instrumentação que causem menos extrusão de dentina além do forame, o completo preparo químico-mecânico em uma única visita, o uso de medicamentos antimicrobianos entre sessões nos casos de necropulpectomia, evitar deixar os dentes sem uma restauração provisória e a manutenção da cadeia asséptica durante todo o tratamento.

Em um estudo para detectar possível bacteremia durante o tratamento endodôntico não cirúrgico, SAVARRIO⁵⁹ et al., 2005, realizaram tratamento endodôntico em 30 pacientes. Três amostras de sangue foram recolhidas de cada paciente: antes, durante e após a finalização do tratamento. Em adição a esse procedimento, antes da instrumentação, foi recolhida uma amostra das bactérias presentes no canal através de pontas de papel absorventes. Os microrganismos foram isolados e identificados. No exame sanguíneo, a cultura convencional identificou bacteremia em 30% dos pacientes do estudo que obtiveram cultura pré-operatória positiva, porém somente em 23,3%, foram identificadas as mesmas espécies bacterianas presentes nas pontas de papel. Com avaliação através de PCR (reação em cadeia da polimerase), observou menor detecção de microrganismos quando comparado a cultura bacteriana convencional. Os autores concluíram que um tratamento endodôntico não cirúrgico pode causar uma bacteremia detectável.

2.3. Técnicas de instrumentação e extrusão apical de resíduos

O conhecimento dos objetivos técnicos e biológicos de uma instrumentação, combinado ao conhecimento da estrutura e da capacidade dos instrumentos, levam a uma eficiente limpeza e modelagem dos canais radiculares (SCHILDER⁶², 1974).

MARTIN; CUNNINGHAM⁴⁵, em 1982, realizaram um estudo para avaliar a produção de raspas de dentina e extrusão de material através do forame apical na instrumentação convencional e utilizando o sistema ultrassônico. Os autores utilizaram 38 dentes humanos que foram divididos aleatoriamente em 4 grupos: grupo I, com nove dentes, foi instrumentado

manualmente numa extensão onde foi observada a lima no nível do forame apical; grupo II composto por nove dentes foi preparado com sistema Endosônico no mesmo comprimento do grupo anterior; grupo III, com 10 dentes, foi preparado manualmente a uma distância de 1 mm do forame apical e o grupo IV, com 10 dentes, foi preparado com sistema ultra-sônico a 1 mm do forame apical. Todos os grupos foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% e preparados até o diâmetro relativo a lima tipo K nº40 ou nº45 com movimentos de limagem. Observou-se que o sistema Endosônico produziu significativamente menos material extruído que a instrumentação manual. Os resultados também mostraram menos extrusão de material quando o preparo foi feito a 1 mm aquém do forame apical.

FAIRBOURN; McWALTER; MONTGOMERY²⁰, em 1987, utilizaram 80 dentes e avaliaram a quantidade de material extruído através do forame apical em quatro técnicas de instrumentação: Escalonada regressiva, Escalonada progressiva, técnica do Sistema ultra-sônico e técnica do Sistema sônico, sendo todos os dentes preparados a um 1 mm aquém do forame apical. Os grupos foram assim classificados de forma crescente em relação a quantidade de material extruído: técnica do Sistema sônico, técnica utilizando o preparo cervical (escalonada progressiva), técnica do Sistema ultra-sônico e técnica Escalonada regressiva. Observou-se diferença estatisticamente significativa entre a primeira e a última técnica selecionada.

RUIZ-HUBARD, GUTMANN e WAGNER⁵⁶, em 1987, avaliaram a quantidade de material extruído forçado para o periápice durante o preparo biomecânico em duas técnicas de instrumentação bastante empregadas nos dias atuais: técnica Escalonada regressiva e Escalonada progressiva sem pressão. Foram utilizados 20 blocos de resinas com 10 canais retos e 10 canais curvos. Cada técnica de instrumentação foi realizada em 5 blocos com canais retos e cinco blocos com canais curvos. Após a instrumentação, os canais foram secos e obturados com o intuito de evitar a entrada para o canal do material extruído durante a coleta. Os resultados mostraram que significativamente mais material foi forçado além do ápice na técnica Escalonada regressiva tanto nos canais retos quanto nos curvos. Porém, nenhuma das duas técnicas foi efetiva na prevenção de extrusão de material durante a instrumentação.

McKENDRY⁴⁷, em 1990, procurando verificar a extrusão de material além do forame apical, utilizou 45 dentes e os dividiu em três grupos realizando as seguintes técnicas de instrumentação: Força balanceada, Sistema Endosônico e Escalonada regressiva. O material extruído durante a instrumentação foi coletado em filtros previamente pesados que foram desidratados e pesados novamente após o preparo biomecânico. Constatou que o Sistema Endosônico produziu uma quantidade significativamente maior de material extruído além do ápice quando comparada com a técnica da Força balanceada. Não houve diferença significativa entre o Sistema Endosônico e a técnica Escalonada regressiva. Já a técnica da Força balanceada produziu significativamente menos debris que a Escalonada regressiva. Em ordem crescente de quantidade de material extruído além do ápice, assim ficou classificado: técnica da Força balanceada, técnica Escalonada regressiva e sistema Endosônico.

Em pesquisa comparativa, avaliando a extrusão de resíduos para a região apical, LEE; LEE; STRITTMATTER³⁵, em 1991, estudaram a instrumentação ultrasônica e a manual. Utilizaram-se modelos de resina que foram montados em cubos de plástico com gesso no seu interior. Uma mistura de azul de metileno e glicerina foi usada como tinta para marcar o conteúdo do canal. No grupo I, a instrumentação foi realizada com Ultrasom Enac a 3 mm do ápice, no grupo II, instrumentou-se também com o Ultrasom Enac a 1 mm do ápice e no grupo III, foi utilizado limas tipo K em instrumentação manual com movimentos de limagem a 1mm do ápice. Após a instrumentação, os blocos eram cortados no eixo axial e o terço apical era fotografado. A mensuração da penetração da tinta no gesso era feita com uso de um planímetro. Não houve diferença significativa entre a instrumentação manual e os dois grupos da técnica ultrasônica, porém a instrumentação ultrasônica a 3 mm do ápice causou maior penetração da tinta em relação a instrumentação a 1 mm do ápice ($p = 0,034$), os autores justificaram essa maior penetração, devido a lima vibrar mais livremente no canal a uma maior distância do forame apical.

MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, em 1991, compararam, na instrumentação de canais, a limagem convencional e a técnica do sistema Canal Master em relação ao material extruído além do forame apical. Utilizaram

60 dentes, divididos em três grupos segundo as condições em teste: no grupo 1, o preparo biomecânico foi realizado com imagem convencional a uma distância de 1 mm do forame; no grupo 2, a técnica do sistema Canal Master foi executada até o forame apical e no grupo 3, a imagem convencional foi feita no forame apical como forma de controle. Concluíram que a imagem convencional a 1 mm do forame apical foi a técnica que menos extruiu material, seguida pelo Sistema Canal Master e, finalmente, pela imagem convencional no nível de forame apical, sendo observada diferença significativa entre os três grupos. Foi observado que a presença de plug de dentina apical diminuiria a quantidade de material extruído.

AL-OMARI; DUMMER¹, em 1995, utilizaram 208 dentes e os dividiram para instrumentá-los em oito técnicas: (1) técnica Convencional, preconizada por Ingle; (2) Escalonada regressiva com alargamento; (3) Escalonada regressiva com imagem circunferencial; (4) Escalonada regressiva com imagem anti-curvatura; (5) Double-flare (biescalonada); (6) Step-down; (7) Coroa-ápice sem pressão e (8) Força balanceada. O preparo biomecânico foi realizado a 1 mm do forame apical. Observaram que as técnicas que menos produziram material extruído foram a Coroa-ápice sem pressão e a Força balanceada e as que mais tiveram extrusão de material foram as técnicas escalonada regressiva anti-curvatura e a escalonada com imagem circunferencial. Porém não foi observado diferença significativa na análise estatística. Sob as condições do estudo, os autores concluíram que as técnicas que envolvem movimentos lineares causam mais entulhamento do canal e extrusão de debris de dentina.

LOPES; ARAÚJO; DEZAN JUNIOR⁴¹, em 1996, realizaram uma pesquisa comparativa para analisar a influência do diâmetro da lima utilizada na recapitulação do canal na quantidade de material extruído. Foram utilizados 45 dentes incisivos centrais superiores instrumentados com a técnica escalonada de Weine. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos: no grupo I, a lima de recapitulação foi a tipo K nº 45, no grupo II, a tipo K nº 25 e no grupo III, a lima de recapitulação foi a do tipo K nº 10. O material extruído foi coletado, concluindo que o diâmetro da lima empregada na recapitulação influenciava significativamente na quantidade de resíduos

extruídos via forame apical, ou seja, quanto maior o calibre do instrumento, maior a extrusão apical.

SHOHA; GLICKMAN, em 1996, avaliaram o grau de extrusão apical nas seguintes técnicas: automatizadas, sistema Lightspeed, sistema McXim, sistema ProFile .04 e técnica manual Step-back. Todos os preparos foram feitos em blocos de resina. O material extruído foi acondicionado em recipientes que foram desidratados e pesados, pode-se observar que não houve diferença significativa entre as técnicas step-back, sistema ProFile .04 e Lightspeed. Já a técnica do sistema McXim extruiu menos resíduo que as técnicas step-back e ProFile .04. Os autores sugeriram que os sistemas rotatórios que utilizam limas NiTi produziram menos debris apical que a técnica step-back, utilizando limas manuais de aço inoxidável.

VANSAN⁸¹ et al., em 1997, trabalhando com incisivos centrais superiores, realizaram uma análise comparativa da extrusão apical utilizando as técnicas Convencional, Escalonada regressiva, Coroa-ápice e Ultra-sônica. O produto extruído foi coletado em aparelho especialmente confeccionado para este fim e a extrusão foi calculada através da massa do material extruído em balança de precisão. Concluíram que a técnica Escalonada regressiva produziu maior quantidade de material extruído que a técnica Convencional e que estas produziram mais extrusão apical que as técnicas Coroa-ápice e Ultra-sônica.

LOPES⁴² et al., em 1997, avaliaram “in vitro” a extrusão de material do canal radicular, comparando as técnicas manuais escalonada, movimentos oscilatórios e a técnica automatizada do sistema ProFile .04 série 29. O material extruído ficava aderido a um segmento de papel (Kodak – Lens Cleaning Paper) que era levado a estufa após a instrumentação, desidratado e pesado em balança de precisão. Observou-se extrusão apical em todas as técnicas empregadas, porém a técnica que promoveu menor quantidade de material além do forame foi a do sistema ProFile.

GURGEL FILHO²⁷, em 1997, avaliou a extrusão apical em quatro técnicas de instrumentação. Escalonada Regressiva, Escalonada Progressiva, Canal Finder e Oregon foram testadas e o material extruído foi coletado em um papel de filtro da marca Whatman que foi previamente pesado e, após a instrumentação, levado a estufa para desidratação e posterior pesagem. Concluiu que houve extrusão apical de material em todas as técnicas

utilizadas, porém a que apresentou menor índice de material extruído foi a do Canal Finder seguida pela Escalonada progressiva, técnica de Oregon e, finalmente a Escalonada Regressiva que proporcionou o maior índice de extrusão além do forame apical.

BEESON⁷ et al., em 1998, em relação a extrusão apical, compararam a técnica Escalonada regressiva e o Sistema Profile .04 com preparos biomecânicos a 1 mm e a nível do forame apical, sendo 4 grupos com um total de 69 dentes. Os autores avaliaram diversos fatores como a quantidade de debris e de irrigante forçados para apical, presença de plug apical e o tempo decorrido para a instrumentação. Concluíram que a técnica Escalonada regressiva quando realizada no nível do forame apical promoveu significativamente mais material extruído que os outros três grupos ($p < 0,01$). Independente da técnica, observou-se uma maior quantidade de irrigante extruído quando a instrumentação foi realizada no nível do forame apical ($p < 0,007$). Em relação ao tempo de instrumentação, o preparo com o Sistema ProFile foi significativamente mais rápido quando comparado a técnica escalonada regressiva ($p < 0,002$).

HINRICHS; WALKER; SCHINDLER³⁰, em 1998, prepararam 100 dentes com a técnica da Força balanceada utilizando limas Flex-R e as seguintes técnicas rotatórias: Lightspeed, ProFile .04 Taper Série 29 e NT McXIM. Os grupos foram avaliados quanto a extrusão apical e comparados com relação a curvatura do canal, comprimento do canal e tamanho do forame. Concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro grupos em relação a quantidade de debris extruído.

REDDY; HICKS⁵⁵, em 1998, avaliaram duas técnicas manuais: técnica Escalonada regressiva, utilizando limas tipo K e técnica da Força balanceada, utilizando limas Flex-R. Apesar de ter sido observado extrusão de material em todas as técnicas, a técnica Escalonada regressiva produziu significativamente mais material extruído via forame apical.

FERRAZ²¹ et al., em 2001, avaliaram a extrusão de material e substância irrigadora em duas técnicas de instrumentação manuais (técnica da Força balanceada e técnica Híbrida) e três técnicas de instrumentação rotatórias (ProFile .04, Quantec 2000 e Pow-R). Concluíram que a técnica Híbrida produziu significativamente maior extrusão tanto de debris quanto de

irrigante e que não houve diferença significativa entre a técnica da Força balanceada e as técnicas rotatórias.

DEONIZIO¹⁷, em 2001, comparou a extrusão apical de material em duas técnicas rotatórias; técnica coroa-ápice e técnica de variação da conicidade, utilizando as limas do Sistema Quantec. Concluiu que as duas técnicas provocaram extrusão de material sólido, porém a técnica coroa-ápice produziu menos extrusão com uma diferença estatisticamente significativa em relação a técnica de variação da conicidade.

Em avaliação do efeito da manutenção do forame apical original na extrusão periapical durante a instrumentação, LAMBRIANIDIS; TOSOUNIDOU; TZOANOPOULOU³⁴, em 2001, instrumentaram 33 dentes com a técnica step-back. Primeiramente, realizou-se a instrumentação no nível da constricção apical original e, após o preparo biomecânico, quantificou-se o material sólido e líquido extruído. O forame apical foi então alargado e uma nova constricção apical foi confeccionada, coronalmente a original. Nova instrumentação foi realizada e, após a segunda mensuração, constatou-se que houve maior extrusão apical antes do alargamento da constricção apical. Os autores justificam tal resultado devido a possível formação de plug após o alargamento apical e confecção de batente apical aquém do original.

MANGALAM; RAO; LAKSHMINARAYANAN⁴⁴, em 2002, avaliaram a quantidade de material sólido e irrigante extruídos durante o preparo biomecânico dos canais radiculares. Os autores utilizaram 30 dentes uniradiculados e com formação completa dos ápices. No grupo I, a técnica Step-back foi utilizada, no grupo II, utilizou-se o Sistema ProFile conicidade 0.04 com uma filosofia coroa-ápice e no grupo III, a instrumentação foi feita utilizando uma técnica híbrida com o uso de Gates-Glidden. A técnica que apresentou maior extrusão de debris foi a técnica Step-back convencional, os grupos II e III não mostraram diferença significativa entre si. Os autores concluíram que para minimizar a extrusão apical, o ideal é adaptar a filosofia coroa-ápice nas técnicas manuais ou rotatórias.

SANTANA⁵⁸, em 2002, analisou diferentes técnicas manuais de instrumentação dos canais radiculares em relação a quantidade de material extruído. Foram avaliadas as técnicas Flare-Preparation, de Oregon, da Força Balanceada e Escalonada Modificada. Observou-se que as técnicas Flare-

Preparation e a Escalonada Modificada foram estatisticamente semelhantes entre si e apresentaram significativamente maior quantidade de material extruído além do forame apical quando comparadas às técnicas Crown-Down e da Força balanceada. Não houve diferença estatística entre as técnicas Crown-Down e da Força balanceada.

BIDAR⁹ et al., em 2004, compararam instrumentação convencional com instrumentação rotatória em relação ao material extruído através do ápice. Os autores utilizaram 200 dentes que foram divididos em quatro técnicas: técnica Escalonada regressiva e Sistema ProFile .04 Taper Série 29 em três diferentes velocidades. Os resultados mostraram que a técnica Escalonada regressiva produziu significativamente mais debris que as técnicas rotatórias e que não houve diferença significativa entre as técnicas rotatórias, mostrando que a velocidade de instrumentação não influenciou nos resultados.

TINAZ⁷² et al., em 2005, avaliaram a quantidade de material extruído, utilizando a técnica Escalonada regressiva e o Sistema ProFile .04 Taper Série 29 em dentes com o forame apical com e sem arrombamento. Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre as técnicas de instrumentação, porém observaram que nas duas técnicas utilizadas ocorreu maior extrusão apical a medida que o diâmetro do forame aumentava.

Em estudo comparativo, utilizando três diferentes sistemas rotatórios, TANALP⁷¹ et al, em 2006, avaliaram a quantidade de extrusão apical de debris nos sistemas ProTaper, ProFile e HERO. Foram utilizados 60 incisivos centrais inferiores que foram divididos em três grupos, os dentes foram instrumentados 1 mm aquém do forame apical e os resíduos extruídos foram coletados em tubos de polietileno, desidratados e avaliados entre os grupos em teste. Os autores observaram que todos os sistemas produziram extrusão apical de resíduos durante a instrumentação, porém o sistema ProTaper produziu significativamente mais extrusão de debris quando comparado com o sistema ProFile. Não houve diferença significativa entre os demais grupos testados, isto é, entre o sistema ProTaper e HERO e o sistema ProFile e HERO, sendo o sistema ProFile o que menos extruiu material durante a instrumentação.

2.4. Evolução do preparo biomecânico e dos instrumentos utilizados

Desde o início das pesquisas em endodontia, os estudiosos observavam e comparavam de modo geral os instrumentos utilizados durante o preparo biomecânico com o intuito de melhorar a sua ação e diminuir as iatrogenias durante os tratamentos. Em 1968, GUTIÉRREZ; GARCIA²⁸, já comparavam a eficácia de desgaste entre alargadores e limas, não observando diferenças estatísticas entre os dois instrumentos.

Em 1978, MARSHAL; PAPPIN, apud DE DEUS¹⁴ (1992), propuseram a técnica da Universidade de Oregon que possuía uma filosofia coroa-ápice, diferente das técnicas antes utilizadas. A técnica era realizada com um avanço gradual pelo canal radicular e sem pressão apical. Pesquisadores consideram esse momento uma evolução na Endodontia e, atualmente, as técnicas de preparo biomecânico utilizadas iniciam a instrumentação do canal radicular com o preparo do terço cervical e médio para, a partir daí, realizar o preparo do terço apical.

A evolução na confecção dos instrumentos e nas técnicas de preparo biomecânico proporcionou com que os pesquisadores fizessem considerações sobre a importância da conicidade das limas endodônticas durante a instrumentação. Com o aumento do uso da filosofia de preparo biomecânico coroa-ápice, observou-se que as conicidades 0,04 e 0,06 mm/mm permitiam um maior desgaste de tecido dentinário junto a região cervical do canal radicular devido a um maior contato do instrumento em tal região. Tal fato favoreceria o avanço coroa-ápice e diminuiria a possibilidade de fratura do instrumento, pois evitaria o atrito de toda a extensão do instrumento nas paredes do canal radicular (LOPES⁴³ et al., 1998).

Preparos cônicos também auxiliam na distribuição de forças na condensação durante a obturação, evitando concentração das mesmas e possíveis fraturas radiculares. Grande importância deverá ser dada a porção apical do canal radicular, para manutenção da posição do forame e das direções de possíveis curvas (SCHILDER⁶², 1974).

O uso de limas de NiTi cresceu, devido suas vantagens em relação a uma maior elasticidade e eficiência de corte o que permitiu ao profissional

maior segurança no tratamento. Vários sistemas surgiram no mercado, sendo necessário um aumento no número de pesquisas para constatação da superioridade entre os sistemas e entre os mesmos e as técnicas manuais (BERGMANS⁸ et al., 2001).

MORGAN; MONTGOMERY⁴⁸, em 1984, avaliaram o preparo biomecânico das técnicas coroa-ápice sem pressão e a Step-back, utilizando 40 dentes unirradiculados com curvaturas de 10 a 35°, sendo 20 dentes para cada técnica. Após os preparos biomecânicos, material de impressão foi injetado nos canais radiculares sob vácuo e os dentes foram submetidos a técnica para torná-los transparentes. Os espécimes foram analisados por 5 avaliadores independentes de acordo com dois parâmetros na instrumentação, satisfatório e não satisfatório. Os profissionais observaram a efetividade da instrumentação através de um questionário. Os autores concluíram que a técnica coroa-ápice sem pressão mostrou melhor pontuação que a técnica step-back e que as duas técnicas apresentaram similar ocorrência de “zip”. Observaram também que a técnica coroa-ápice sem pressão mostrou ser um método eficiente de instrumentação em canais curvos.

Em estudo, utilizando histomorfometria para determinar a área de desgaste do canal radicular com o uso de fotografias no exame do preparo dos canais radiculares, BAUMGARTNER⁶ et al., em 1992, analisaram o preparo biomecânico de canais em quatro técnicas de instrumentação: técnica step-back, Cavi-Endo (ultrasônica), sistema Canal Master e técnica da força balanceada. Foram utilizados durante a instrumentação blocos de resina simulando canais radiculares curvos. Análise das áreas de desgaste dos canais radiculares após a instrumentação revelou diferença significativa entre os grupos. As áreas médias de desgaste após a instrumentação na técnica step-back foi de 17,33 mm², da técnica da força balanceada foi de 17,31 mm², da técnica Cavi-Endo, 15,87 mm² e da técnica Canal Master foi de 13,56 mm².

ARAGÃO; GARCIA⁴, em 1994, fizeram uma análise comparativa na limpeza dos canais radiculares proporcionadas pelas técnicas de instrumentação escalonada, Oregon modificada, ultra-sônica, ultra-sônica pré-escalonada com brocas de Gates-Glidden e ultra-sônica pré-escalonada com lima diamantada. Os resultados mostraram que a técnica que proporcionou

maior limpeza foi a de Oregon modificada e que o pré-escalamento aumentou a eficiência das outras técnicas.

Em estudo comparativo para avaliação da manutenção original do canal radicular durante a instrumentação de canais curvos, ESPOSITO; CUNNINGHAM¹⁹, em 1995, analisaram as limas manuais e rotatórias de níquel titânio e limas de aço inoxidável (K-Flex). O preparo biomecânico foi analisado através da sobreposição das radiografias antes e após a instrumentação. Os autores concluíram que as limas de níquel titânio foram mais eficientes na manutenção da curvatura do canal radicular original quando o preparo era realizado além do diâmetro ISO nº 30.

SVEC; POWERS⁷⁰, em 1999, simulando as condições clínicas, avaliaram os efeitos das substâncias irrigadores e da esterilização sobre limas rotatórias de níquel titânio. A pesquisa utilizou limas de conicidade 0,04 com comprimento de 25 mm e diâmetro ISO de 25, 30 e 35 e expuseram esses instrumentos à solução salina e ao hipoclorito de sódio 5,25%, enquanto os instrumentos rotacionavam livremente em movimento axial numa extensão aproximada de 6 mm a 150 rpm por 30 segundos, em canais simulados curvos. Os autores observaram que a fadiga cíclica, as soluções irrigadoras assim como a esterilização não afetaram o momento de fratura ou o ângulo de deflexão quando comparado ao grupo controle. O momento de fratura aumentou significativamente com o aumento do diâmetro da lima, independente da condição (estéril ou não estéril) ou solução utilizada.

YUN; KIM⁸², em 2003, fizeram um estudo comparativo da capacidade de modelagem de quatro sistemas rotatórios de níquel-titânio em canais radiculares simulados. Os sistemas utilizados na pesquisa eram compostos pelas limas ProFile, GT, Quantec e Protaper. Foram utilizados 48 blocos de plástico que foram analisados segundo os seguintes parâmetros: tempo de instrumentação, mudanças na curvatura, dimensões dos canais e deformação dos instrumentos. Os autores observaram que o sistema ProTaper proporcionou menor tempo de instrumentação, promoveu maior desgaste da parede do canal e produziu maiores deformações nos instrumentos.

Em análise comparativa entre instrumentação rotatória, manual e associação de ambas, GONÇALVES; BROSCO; BRAMANTE²⁴, em 2003, selecionaram trinta dentes, preencheram os canais com tinta nanquim e

dividiram em três grupos. No grupo 1, realizou-se instrumentação rotatória com GT, no grupo 2, a instrumentação foi manual com limas tipo K e no grupo 3, houve uma associação de instrumentos rotatórios e manuais. Apesar de ter sido observado melhor limpeza dos terços cervical e apical do canal radicular no grupo 2 e melhor limpeza no terço médio também no grupo 2, não houve diferença estatística significativa entre os grupos.

Em um estudo comparativo de dois sistemas rotatórios, SCHÄFER; VLASSIS⁶⁰, em 2004, avaliaram a capacidade no preparo biomecânico de canais curvos simulados em blocos de resina dos sistemas ProTaper e RaCe. Imagens foram captadas dos blocos antes e após a instrumentação e foram analisadas em computador onde se avaliou a incidência de desvios durante a instrumentação, o tempo de preparo, variação no comprimento de trabalho e fratura de limas. Como conclusão, os autores observaram que ambos os instrumentos realizam um preparo rápido e são relativamente seguros. O sistema RaCe respeitou mais as curvaturas originais dos canais radiculares quando comparado ao sistema ProTaper, que tende a transportar o canal radicular durante a instrumentação.

Ainda na mesma linha de pesquisa, SCHÄFER; VLASSIS⁶¹, em 2004, compararam a capacidade de limpeza e modelagem dos sistemas rotatórios ProTaper e RaCe em canais curvos de molares superiores e inferiores. Foram utilizadas radiografias antes e após a instrumentação que foram avaliadas em um programa de computação. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e a quantidade de debris e smear layer foi quantificada através de uma escala numérica em microscópio eletrônico de varredura (SEM). Os autores observaram que o sistema RaCe proporcionou boa limpeza e manteve a curvatura do canal significativamente melhor que o sistema ProTaper.

ANKRUM; HARTWELL;; TRUITT³, em 2004, avaliaram a incidência de deformação e de fratura quando utilizado os sistemas rotatórios ProTaper, K3 Endo e ProFile em raízes severamente curvas de molares extraídos. Foram utilizados 45 dentes com grau de curvatura entre 40 e 75°. Após o preparo biomecânico, a percentagem de deformação da limas foi de 15,3% para o grupo do sistema ProFile, 2,4% para grupo o sistema ProTaper e 8,3% para as limas do sistema K3 Endo. Diferença significativa foi observada entre o sistema

ProFile e o Protaper, o que não se observou entre os grupos ProTaper e K3 Endo e os grupos ProFile e K3 Endo. Não houve diferença significativa entre os grupos em relação ao número de limas fraturadas.

LEONARDI³⁶, 2004, realizou uma análise comparativa do preparo biomecânico com limas manuais flexofile e dois sistemas rotatórios utilizados com limas NiTi, o sistema K3 Endo e o sistema RaCe, em relação à ação desses instrumentos e possíveis deformações nas paredes do canal radicular em canais curvos. Foram utilizados 60 blocos de resina, simulando canais radiculares curvos com corante vermelhos em suas paredes. Os blocos foram divididos em 6 grupos: grupo I, instrumentação rotatória, utilizando o sistema K3 Endo com irrigação manual, grupo II, instrumentação rotatória, utilizando o sistema K3 Endo com irrigação ultra-sônica, grupo III, instrumentação rotatória, utilizando o sistema RaCe com irrigação manual, grupo IV, instrumentação rotatória, utilizando o sistema RaCe com irrigação ultra-sônica, grupo V, instrumentação manual com limas Flexofile com irrigação manual e grupo VI, instrumentação manual com limas Flexofile com irrigação ultra-sônica. Após o preparo biomecânico, os blocos de resina foram digitalizados e analisados de acordo com escores pré-estabelecidos. O autor concluiu, após análise estatística, que no terço médio obtiveram melhor resultados os grupos I, III e IV, seguidos pelos grupos II, V e VI, com os piores resultados. No terço apical os dois sistemas rotatórios apresentaram melhores resultados quando associados com a irrigação manual. A irrigação ultra-sônica promoveu a ocorrência de degraus e “zips” em todas as técnicas estudadas, porém quando associada à instrumentação manual preveniu formação de raspas de dentina.

Em um estudo comparativo, GUELZOW²⁶ et al., em 2005, analisou o preparo biomecânico de canais radiculares utilizando seis sistemas rotatórios de níquel-titânio e uma técnica de instrumentação manual. Os sistemas rotatórios utilizados foram sistema FlexMaster, sistema GT, HERO 642, sistema K3Endo, sistema ProTaper e sistema RaCe. A instrumentação manual utilizou alargadores e limas hedström em técnica padronizada. Foram utilizados os canais méso vestibulares de 147 molares inferiores com curvaturas acima de 70°. Após o preparo biomecânico, os dentes foram analisados através de radiografias, microscópio e fotografias. Os resultados mostraram que, sob essas condições, os sistemas rotatórios mantiveram a

curvatura dos canais radiculares, obtiveram alguns instrumentos fraturados e apresentaram menor tempo de instrumentação quando comparados à técnica manual. Os instrumentos do sistema ProTaper propiciaram um canal radicular de diâmetro mais regular após a instrumentação.

SOUZA⁶⁹, em 2005, avaliando a eficácia dos métodos de instrumentação, principalmente em relação à limpeza das paredes do canal radicular, mostrou que o Sistema K3 Endo apresentou os melhores resultados seguido pelo Sistema ProTaper, RaCe e manual, sendo o sistema K3Endo significativo apenas em relação as duas últimas técnicas.

Em análise comparativa do preparo biomecânico do canal radicular, utilizando as técnicas rotatórias dos sistemas ProTaper e RaCe, PAQUÉ; MUSCH; HÜLSMANN⁵³, em 2005, avaliaram o transporte do canal em raízes curvas, a segurança do uso dos instrumentos e o tempo de trabalho. A limpeza das paredes dos canais radiculares foi avaliada após a instrumentação em um microscópio eletrônico de varredura (SEM) através da presença de debris e de smear layer. Como conclusão, os autores relataram que ambos os sistemas rotatórios respeitavam a curvatura original do canal e eram seguros para o uso. A limpeza do canal radicular não foi satisfatória para os dois sistemas.

UYANIK⁷⁸ et al., em 2006, fizeram um estudo comparativo de três sistemas de instrumentação de níquel titânio em dentes humanos extraídos, utilizando um tomógrafo computadorizado. Os sistemas rotatórios utilizados no estudo foram: Hero Shaper, ProTaper e RaCe. Avaliaram na análise os seguintes parâmetros: mudança no volume do canal radicular, transporte do canal e tempo de trabalho. Raízes mesiais curvas de molares foram escaneadas em um tomógrafo computadorizado antes e após a instrumentação, sendo analisada visões transversais das raízes. Observou-se que o sistema ProTaper removeu significativamente mais dentina quando comparada ao sistema Hero Shaper e não houve diferença significativa entre os sistemas Hero Shaper e RaCe e entre os sistemas ProTaper e RaCe. A instrumentação aumentou a área de desgaste em todos os planos. Dessa forma, os valores numéricos mostraram que o sistema ProTaper removeu maior quantidade de dentina, seguido pelo sistema Race e Hero Shaper. O sistema RaCe transportou os canais radiculares significativamente mais na

porção conorária em direção a furca e não houve diferença significativa em relação ao tempo de trabalho entre os sistemas.

JODWAY; HÜLSMANN³³, em 2006, fizeram um estudo comparativo do preparo do canal radicular, utilizando limas de NiTi e dois sistemas acionados a motor, sistema NiTi – TEE e sistema K3Endo. A análise dos três terços do canal radicular foi feita em um microscópio eletrônico de varredura (SEM) após a instrumentação. Os autores concluíram que ambos os sistemas mantiveram a curvatura original do canal radicular e eram seguros para o uso, não havendo diferenças significantes entre eles.

SCHIRRMUSTER⁶³ et al., em 2006, avaliaram a capacidade de preparo e segurança de uso de cinco diferentes instrumentos rotatórios de níquel-titânio comparados com instrumentos manuais de aço inoxidável em canais radiculares curvos simulados com paredes radiculares coradas. Foram utilizados 115 blocos de resina, divididos em 6 grupos com as seguintes técnicas: sistema FlexMaster, sistema rotatório GT, sistema ProFile, sistema ProTaper e sistema RaCe como técnicas de instrumentação rotatórias e instrumentação manual com limas hedström. Após o preparo biomecânico, a área que permaneceu corada, que significava a não atuação do instrumento, foi mensurada em um programa de computador. Os autores observaram, após análise estatística, que o sistema RaCe mostrou-se mais eficiente e mais seguro quando comparado as outras técnicas e que o sistema que mostrou mais áreas sem preparo foi o sistema ProFile.

Em estudo para avaliar o uso racional de motores endodônticos de baixo torque, GAMBARINI²², em 2000, ressaltou que se o torque estiver abaixo do limite de elasticidade do instrumento, o risco de fratura será diminuído. O autor observou também que a instrumentação com baixo torque aumenta a sensibilidade tátil do operador durante o preparo biomecânico.

Em relação a velocidade de rotação utilizada nas técnicas dos sistemas rotatórios, DIETZ¹⁸ et al., em 2000, avaliaram a fratura das limas ProFile nº 3, 4 e 5, conicidade 0,04 em três velocidades, 150, 250 e 350 rpm. Durante a instrumentação, o motor, em velocidade constante, avançava 5 mm/min no canal radicular até a sua fratura, o comprimento penetrado pela lima era avaliado na radiografia e anotado. Como conclusão, os autores observaram que a velocidade influenciou na fratura das limas em canais

radiculares curvos; com a velocidade de 150 rpm foi possível atrasar a fratura do instrumento, além de permitir maior penetração da lima no comprimento do canal radicular quando comparada a velocidade de 350 rpm. Observaram também que as limas ProFile, conicidade 0,04, tiveram menor ocorrência de fratura quando utilizadas em baixa velocidade.

Porém, em contradição, DAUGHERTY; GOUND; COMER¹³, em 2001, demonstraram em um estudo que o uso das limas ProFile conicidade 0,04 a uma velocidade de 350 rpm mostrou-se mais eficiente no tempo de instrumentação, sendo observado metade das deformações ocorridas a uma velocidade de 150 rpm. Ambas as velocidades mostraram-se seguras, pois não houve nenhuma fratura de instrumento.

GAMBARINI²², em 2000, relatou que se o torque do motor endodôntico for ajustado abaixo do limite de elasticidade do instrumento utilizado, o risco de fratura será reduzido.

GAMBARINI²³, em 2001, concluiu em sua pesquisa que o uso de motores na endodontia com valores de torque baixos tendem a permitir maior resistência à fadiga cíclica em instrumentos de NiTi e, por consequência, diminuir a fratura das lima

3 - PROPOSIÇÃO

3 – PROPOSIÇÃO

Considerando os aspectos observados na literatura consultada, os objetivos desse trabalho são:

1) Realizar o preparo biomecânico utilizando duas técnicas manuais (técnica Escalonada regressiva, técnica de Oregon) e três técnicas rotatórias preconizadas pelos fabricantes dos instrumentos ProTaper®, K3® Endo e Sistema FKG RaCeTM®.

2) Avaliar a quantidade de material sólido extruído além do forame apical e comparar entre as técnicas utilizadas.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Metodologia

Foram selecionados 75 dentes incisivos inferiores íntegros, armazenados em formol a 10%. Os dentes foram radiografados no sentido vestibulo-lingual e méso-distal, tendo como intuito evidenciar a presença de um único canal radicular, com raiz reta e ausência de calcificações difusas ou localizadas, de reabsorções internas ou de tratamentos endodônticos prévios.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos de 15 dentes cada e instrumentados segundo as técnicas de instrumentação em teste, a saber: técnica Escalonada regressiva (Step-back), técnica de Oregon, técnicas preconizadas pelos fabricantes dos instrumentos ProTaper®¹, K3® Endo² e Sistema FKG RaCeTM®³.

Foram utilizados três jogos de limas manuais⁴ e de limas adaptadas em motor para cada técnica realizada, isto é, um jogo para cada cinco dentes.

Preparo do Dente

Após a remoção dos dentes da solução de formol a 10%, os mesmos foram lavados em água corrente por uma hora para remoção de qualquer resíduo de formol que pudesse ter permanecido em contato com as superfícies radiculares. As raízes foram limpas e alisadas com curetas periodontais, escova tipo Robson e discos de Sof-lex (3M) em baixa rotação. A seguir, secaram-se os dentes com gaze e realizou-se a abertura coronária de acordo com os princípios propostos por Paiva e Antoniazzi, em 1988.

O esvaziamento da câmara pulpar foi feito com hipoclorito de sódio a 0,5%. Após a abertura coronária, utilizou-se brocas de Batt⁵ em baixa rotação, na entrada dos canais radiculares em uma extensão de 2 a 3 mm com o intuito de proporcionar uma forma expulsiva em direção incisal e remover as projeções de dentina, normalmente presentes nas paredes linguais dos canais

¹ Dentsply / Maillefer Instruments S/A – Ballaigues-Suíça

² Sybron Dental Specialties-Kerr / Optimum

³ Suíça FKG-DENTAIRE

⁴ Dentsply / Maillefer

⁵ Dentsply / Maillefer

radiculares de incisivos. Durante tal procedimento, as câmaras pulpares estavam sempre preenchidas com solução irrigadora, evitando que raspas de dentina obliterassem a luz dos canais radiculares.

Com uma lima tipo K nº15, fez-se a exploração do canal radicular em toda sua extensão até que se alcançasse o forame apical, constatado através de exame visual com auxílio de lupa de 4 aumentos. O cursor de silicone era encostado na borda incisal, removia-se o instrumento, com o uso de uma régua milimetrada determinou-se o comprimento real do dente e padronizou-se o comprimento de trabalho em 1 mm aquém do comprimento real do dente. A remoção da polpa, quando presente, foi realizada com o auxílio de uma lima tipo K nº15.

Para padronização do diâmetro do forame, utilizou-se uma lima tipo K número 15 previamente calibrada no comprimento real do dente mais 1 mm, sendo inserida no canal.

Utilizou-se para todos os grupos como solução irrigante a água destilada e deionizada e a mesma foi acondicionada em tubetes anestésicos vazios, utilizados em conjunto com uma seringa tipo Carpule e uma agulha gengival curta¹. A penetração da agulha limitou-se a 3 mm do comprimento de trabalho, sendo essa extensão controlada por cursores de silicone.

Preparo do conjunto

O preparo químico-mecânico dos diversos grupos dentais foi realizado com os dentes fixos de um dispositivo especial de PVC.

O dispositivo era formado de um cap roscável (Tigre®), um adaptador soldável curto com bolsa e rosca para registro 32 x 1 (Tigre®), um tubo de PVC de 3,5cm de comprimento (Tigre®), um cap soldável (Tigre®), uma tampa perfurada e filtros de papel descartáveis². Após o encaixe de todas as partes do dispositivo, cada espécime dental foi fixado em um orifício lateral do conjunto que o mantinha em posição ligeiramente inclinada, permanecendo semi-imóvel durante o preparo biomecânico (figura 1).

¹ BD®

² Filtro de papel qualitativo 1 – Whatman ®

O filtro de papel² era inicialmente recortado com vazador de aço para a obtenção de filtros menores com diâmetro de 25 mm que foram, posteriormente, acondicionados sobre uma tampa perfurada (figura 2), que permitia a passagem da solução irrigadora, retendo, evidentemente, os resíduos extruídos durante o preparo.

Figura 1 – (a) Conjunto desmontado; (b) conjunto preparado para o trabalho

Figura 2 – (a) Papel de filtro Whatman; (b) tampa perfurada

O ápice dentário encontrava-se a uma distância de aproximadamente 2 centímetros do filtro de papel e nas proximidades do centro do filtro de papel (figura 3).

Antes da instrumentação de cada dente, lavava-se o dispositivo em água corrente e posteriormente em álcool absoluto, para remoção de qualquer resíduo ou umidade que pudesse alterar o valor da posterior pesagem do filtro.

Para que os dentes permanecessem semi-ímovéis lateralmente junto ao dispositivo, fez-se uma vedação na altura da junção cimento-esmalte, utilizando uma fita para vedação de roscas de PTFE¹ (figura 11), para que o líquido utilizado durante o preparo biomecânico, que emergia da câmara pulpar não penetrasse no interior do dispositivo e caísse por sobre o filtro.

¹ Firlon

Figura 3 – Dente centralizado

Na extremidade superior, o dispositivo possui uma abertura que, embora permanecesse fechada durante o preparo, proporcionava, ao final da instrumentação, uma visão da superfície radicular do dente; na extremidade inferior, o conjunto possui outra abertura onde é adaptado o filtro de 25 mm sobre a referida tampa perfurada.

Esse conjunto foi fixado a uma bancada de madeira com um orifício central, para que o mesmo permanecesse imóvel. O preparo químico-mecânico foi realizado em sala climatizada com umidade entre 44 e 46 e temperatura com aproximadamente 22° C.

A instrumentação foi realizada por um único operador, somente uma técnica era feita por dia e a cada troca de instrumento, independente da técnica, utilizava-se 1,8 mL de solução irrigadora.

Nas técnicas rotatórias, o motor elétrico utilizado foi o Endo Plus¹ a uma velocidade de 250 rpm, torque de 1 N.cm e contra-ângulo redutor de 16:1 (figura 4).

¹ K Driller®

Após o preparo químico-mecânico, as superfícies apicais externas das raízes foram lavadas com 3 mL de água destilada e deionizada em seringa descartável de 5mL para remoção de qualquer resíduo que, extruído pelo forame, possa ter ficado aderido ao ápice dentário. A obtenção e a pesagem destes resíduos foram a razão principal desta pesquisa.

Figura 4 – Motor elétrico Endo Plus (K Driller®)

Técnicas

- **Técnica Escalonada Regressiva (Step-back) ou Telescópica**

Após a abertura coronária e determinação do comprimento de trabalho, instrumentou-se os canais radiculares até a lima tipo K nº35 que foi definido como instrumento de memória.

A instrumentação escalonada regressiva ou telescópica propriamente dita inicia-se com o uso de instrumentos de calibres imediatamente superiores ao instrumento memória, ou seja, as limas tipo K nº40, 45 e 50 tiveram recuos sucessivos de 1, 2 e 3 mm, respectivamente. Entre cada instrumento utilizado no recuo, foi intercalado o instrumento

memória. Após o recuo, foram utilizadas as brocas de Gates-Glidden¹ nº 2 e 3 com o intuito de fornecer um preparo mais afunilado no terço coronário. Após todo preparo químico-mecânico, realizou-se o desbridamento do forame, utilizando uma lima tipo K nº 20 no comprimento real do dente.

Cada lima, com exceção do instrumento de diâmetro anatômico, será utilizada por 1 minuto. A cinemática de cada instrumento constituirá de movimentos de alargamento e de limagem, com amplitude de 2 mm.

• Técnica da Universidade de Oregon

Esta técnica foi desenvolvida na Universidade Oregon pelo prof. Dr. J. B. Pappin, em 1978. É denominada “instrumentação coroa-ápice sem pressão”, sendo muito utilizada em canais infectados, devido a desinfecção ser feita inicialmente nos terços cervical, médio e finalmente no apical.

Após a abertura coronária, o preparo radicular será feito primeiramente nos dois terços coronários da raiz onde se utilizou inicialmente uma lima tipo K nº 60, colocando-a na embocadura do canal até encontrar resistência, sem forçar em direção apical. À medida que se diminuía o diâmetro da lima, penetrava-se mais na extensão do canal, sendo essa seqüência levada até atingir a média de 14 milímetros.

A partir daí, utilizou-se brocas de Gates-Glidden em baixa rotação para complementação do preparo manual. Inicialmente, fez-se uso da broca de Gates-Glidden nº2 até 14 mm, irrigação, exploração do canal com lima tipo K nº15, broca de Gates-Glidden nº3 aproximadamente 2 milímetros a menos, irrigação, nova exploração do canal com lima tipo K nº15 em toda extensão do canal.

O preparo da matriz apical foi feito a partir dos 14 milímetros, utilizando-se a lima inicial, girando 720 graus (duas voltas) sem exercer pressão. Limas com diâmetros sucessivamente menores, seguindo a seqüência de numeração, com a mesma cinemática até atingirmos o comprimento de trabalho.

Com o comprimento de trabalho definido e alcançado, confeccionou-se o batente apical até a lima tipo K nº35, sendo este o diâmetro cirúrgico do

¹ Dentsply / Maillefer

canal. A cada troca de lima, efetuava-se a irrigação com 1,8 mililitros de água destilada e deionizada.

Após todo preparo químico-mecânico, realizou-se o desbridamento do canal radicular, utilizando uma lima tipo K nº 20 no comprimento real do dente.

- **Técnica do Sistema Pro-Taper®**

O primeiro instrumento a ser utilizado foi o S1, até o limite de dois terços do canal radicular, o segundo foi o SX atuando, principalmente, no terço cervical.

Após o preparo do terço cervical e médio, utilizou-se uma lima tipo K nº 15 para o reconhecimento da anatomia interna do canal radicular no comprimento de trabalho. Posteriormente, realizou-se a instrumentação do terço apical e a confecção do batente apical com os instrumentos S1, S2, F1, F2 e F3 no comprimento de trabalho (figura 5).

A irrigação era uma constante a cada troca de instrumento. Após todo preparo químico-mecânico, realizou-se o desbridamento do canal, utilizando uma lima tipo K nº 20 no comprimento real do dente.

Figura 5 – Sequência técnica do Sistema ProTaper ®

- **Técnica do Sistema K3 Endo®**

Após o preparo coronário, utilizou-se inicialmente para ampliação do terço coronário do conduto o instrumento abridor de orifício (Orifice Opener).

Iniciou-se com o instrumento 25/.10 (estria superior rosa – 0,10 mm/mm de conicidade e estria inferior vermelha – 0,25 mm D0), posteriormente, utilizou-se com um avanço de 1 a 3 mm, o instrumento abridor de orifício (Orifice Opener) 25/.08 (estria superior verde – 0,08 mm/mm de conicidade e 0,25 mm D0) para o preparo do terço cervical e início do médio.

Concluído este preparo, foi utilizada uma lima tipo K nº 15 para o reconhecimento da anatomia interna do canal radicular no comprimento de trabalho, através da sensibilidade tátil.

Para o preparo do terço médio e início do apical, na tentativa de alcançar o comprimento de trabalho, foram utilizados as limas K3 Endo 30/.06 (estria superior laranja – 0,06 mm/mm de conicidade e estria inferior azul – 0,30mm D0) a dois terços do comprimento de trabalho e, posteriormente, as limas K3 Endo 20/.04, 25/.04, 30/.04 e 35/.04 (todas com estria superior verde claro – 0,04 mm/mm e estrias inferiores amarela – 0,20 mm D0, vermelha – 0,25 mm D0, azul – 0,30 mm D0 e verde – 0,35 mm D0, respectivamente) no comprimento de trabalho.

Figura 6 – Seqüência técnica do Sistema K³ Endo®

Realizou-se a finalização do preparo com lima K3 Endo 25/.06 (estria superior laranja – 0,06 mm/mm de conicidade e estria inferior vermelha – 0,25 mm D0) no comprimento de trabalho (Figura 6).

A irrigação acompanhou toda troca de instrumento durante essas etapas. Após todo preparo químico-mecânico, realizou-se o desbridamento do canal, utilizando uma lima tipo K nº 20 no comprimento real do dente.

- **Técnica do Sistema FKG RaCe®.**

Segundo as recomendações do fabricante, o preparo biomecânico do canal radicular foi feito com os instrumentos pré-RaCe® e RaCe®. Nos terços cervical e médio dos canais foram utilizados os instrumentos pré-RaCe® que possuem maior conicidade. Já os instrumentos RaCe®, de calibres menores, atuam em toda extensão do conduto radicular até o comprimento de trabalho.

O preparo inicia-se com o instrumento pré-RaCe® número 35 conicidade 0,08 seguido pelo instrumento pré-RaCe® número 40 conicidade 0,10 no terço cervical. Para exploração do canal, foi utilizada uma lima tipo K nº 15. O avanço da instrumentação é progressivo, utilizou-se primeiro o instrumento RaCe® 25 conicidade 0.06, estendendo-se apicalmente com o instrumento RaCe® 25 conicidade 0,04. O preparo apical do canal foi feito com os instrumentos RaCe® número 25 conicidades 0,02; 0,04 e 0,06, finalizando com o número 30 na conicidade 0,02 até o comprimento de trabalho (Figura 7).

Entre cada instrumento utilizado, foi feita irrigação com água destilada e deionizada. Após todo preparo químico-mecânico, realizou-se o desbridamento do canal, utilizando uma lima tipo K nº 20 no comprimento real do dente.

Figura 7 – Sequência técnica do Sistema RaCe

Quantificação do material extruído além do forame apical

Os filtros eram manuseados com uma pinça e devidamente identificados antes da colocação sobre a tampa perfurada. Anteriormente à instrumentação, os conjuntos formados pela tampa perfurada e pelo filtro de papel tiveram suas massas pesadas em balança digital de precisão¹ (0,00001g). Devido sua alta sensibilidade foram feitas três pesagens com intervalo de 30 minutos e obtido uma média dos valores que foram anotados e serviram como referência para posterior comparação com a pesagem do material extruído (Figura 8).

¹ Mettler Toledo

Figura 8 – Balança de precisão (0,00001g)

Após a instrumentação, levavam-se os conjuntos (tampa perfurada e filtro), sempre com o auxílio de uma pinça, para a estufa a 37°C por 8 horas para secagem.

Após o tempo determinado, na sala climatizada, aguardava-se o resfriamento por 15 minutos. Os conjuntos foram pesados por três vezes com um intervalo de 30 minutos, obtendo-se, da mesma forma, uma média. A massa do material extruído será obtida pela diferença entre as médias das massas inicial e final, sendo os valores devidamente anotados em protocolo para posterior comparação e análise dos resultados.

Determinação do tempo de secagem dos conjuntos na estufa

Na intenção de determinar o tempo mínimo necessário para secagem do conjunto (tampa perfurada e filtro) na estufa, foram utilizados três conjuntos devidamente secos que foram pesados e seus valores foram anotados. Utilizou-se 3ml de água destilada e deionizada para molhar o filtro e, após o escoamento da água, o conjunto foi colocado sobre um suporte igual ao utilizado durante a instrumentação (figura 9) e posto na estufa a 37 graus centígrados.

A pesagem dos conjuntos foi realizada novamente com 60, 90, 120, 180, 240, 300, 360, 420 e 480 minutos de armazenagem na estufa. Foi observado que, somente após 480 minutos, todos os conjuntos adquiriram o peso inicial, tendo todo o líquido utilizado evaporado.

Como o intuito do trabalho é avaliar a quantidade de material sólido extruído, a intenção é que todo o líquido utilizado durante a instrumentação e na lavagem final não esteja mais presente. Dessa forma, foi-se utilizado o tempo de secagem de 8 horas na estufa para todos os espécimes.

Figura 9 - Conjuntos colocados sobre suporte antes de serem levados à estufa

Figura 10 – Dispositivo utilizado na pesquisa após sua montagem

Figura 11 - (a) Vista aproximada do dente; (b) Fita veda rosca utilizada; (c) Momento da instrumentação; (d) Momento da irrigação e aspiração

5 - RESULTADOS

5 - RESULTADOS

Os dados experimentais deste trabalho estão na tabela 1, sendo 75 valores numéricos representando os 75 dentes utilizados na pesquisa. Os números correspondem às massas em gramas da diferença entre os pesos iniciais e finais dos conjuntos levados à estufa, significando o material extruído além do forame. Pela tabela 1, podemos observar os dados originais e as respectivas médias em gramas das substâncias extruídas além do ápice em cada um dos cinco grupos experimentais de acordo com a técnica de instrumentação utilizada.

Tabela 1 – Resultados originais e médias em gramas da extrusão apical das técnicas de instrumentação dos diferentes grupos experimentais

Técnica Dente	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
	Escalonada Regressiva	Oregon	ProTaper	K ³ Endo	RaCe
1	0,00207	0,00110	0,00274	0,00055	0,00102
2	0,00218	0,00187	0,00157	0,00077	0,00111
3	0,00225	0,00126	0,00228	0,00112	0,00110
4	0,00199	0,00235	0,00125	0,00059	0,00110
5	0,00331	0,00175	0,00130	0,00057	0,00127
6	0,00755	0,00224	0,00126	0,00050	0,00122
7	0,00252	0,00196	0,00111	0,00079	0,00138
8	0,00296	0,00191	0,00097	0,00065	0,00128
9	0,00225	0,00084	0,00137	0,00082	0,00120
10	0,00516	0,00067	0,00113	0,00095	0,00132
11	0,01052	0,00021	0,00069	0,00035	0,00146
12	0,00208	0,00108	0,00083	0,00043	0,00161
13	0,00241	0,00039	0,00063	0,00019	0,00110
14	0,00204	0,00117	0,00057	0,00031	0,00133
15	0,00137	0,00180	0,00066	0,00002	0,00122
Média	0,00338g	0,00136g	0,00121g	0,00056g	0,00125g

O grupo 4, do sistema K³ Endo, foi o que menos extruiu material além do forame com uma média de 0,00056g, seguido pelo grupo 3, do sistema ProTaper, com 0,00121g, grupo 5, da técnica RaCe, com 0,00125g, na seqüência, a técnica de Oregon, com 0,00136g e finalmente, a Técnica

escalonada regressiva, com um índice de extrusão pós instrumentação de 0,00338g. Os valores de todas as técnicas variaram entre 0,00002g a 0,01052g.

Diante dos resultados, com os valores da tabela, a análise estatística foi realizada, utilizando o programa Statistica versão 5.1, StatSoft Inc., Tulsa, USA .

Através da ANOVA foi observado que havia diferença entre os grupos. Posteriormente, os resultados foram analisados pelo teste paramétrico de Tukey para a análise comparativa dos grupos entre si com a intenção de identificar quais dos grupos apresentavam diferença estatisticamente significativa.

A figura 12 disponibiliza claramente a extrusão que ocorreu em cada uma das técnicas de instrumentação segundo os grupos experimentais.

A figura 13 mostra o desvio padrão ocorrido entre os grupos, evidenciando que o maior índice de variância ocorreu com a técnica Step-back e o menor com o Sistema RaCe.

Figura 12 – Média em gramas (g) do material sólido extruído além do forame de cada técnica de instrumentação utilizada

Figura 13 – Representação gráfica das médias e do desvio padrão da média em gramas do material sólido extruído além do forame para as diferentes técnicas de instrumentação

Pela tabela 2, observamos que a análise de variância através do teste de Tukey mostrou significância da técnica Step-back quando comparada às demais técnicas, apresentando maior índice de extrusão de material sólido além do forame apical. As técnicas de Oregon, do Sistema ProTaper, do Sistema K3 e do Sistema RaCe não mostraram diferenças significantes entre si ($p < 0,001$).

Tabela 2 – Análise da comparação entre técnicas (Teste de Tukey) com significância $p < 0,001$

Comparação	Valor de P	P < 0,001
Step-back e Oregon	0,0003	Diferença significativa
Step-back e ProTaper	0,0002	Diferença significativa
Step-back e K3	0,0001	Diferença significativa
Step-back e RaCe	0,0002	Diferença significativa

Pela tabela 3 observamos uma análise detalhada entre as técnicas, com o valor de p, mostrando diferença significativa da técnica Step-back em relação às demais que foram insignificantes entre si.

Tabela 3 - Análise detalhada da comparação entre técnicas (Teste de Tukey) com significância $p < 0,001$

	STEP_BACK (1)	OREGON (2)	PRO TAPER (3)	K3 (4)	RaCe (5)
STEP_BACK (1)	1,0000				
OREGON (2)	0,0003*	1,0000			
PRO TAPER(3)	0,0002*	0,9971	1,0000		
K3 (4)	0,0001*	0,3718	0,5800	1,0000	
RaCe (5)	0,0002*	0,9986	1,0000	0,5451	1,0000

* Diferença estatisticamente significativa

Na figura 14, observamos em um único gráfico a mediana, o quartil inferior (percentil 25%), quartil superior (percentil 75%), o mínimo e o máximo indivíduo de cada grupo e os valores anormais que foram observados em alguns grupos. A mediana é uma medida de localização do centro da distribuição dos dados, correspondente ao valor que divide a amostra ao meio, isto é, metade dos indivíduos do grupo são menores ou iguais à mediana, enquanto que os restantes são superiores ou iguais. O quartil inferior é o valor

central da primeira semi-série da distribuição e o quartil superior é o valor central da segunda semi-série de distribuição.

Figura 14 – Gráfico "Box-and-whisker plot" mostrando a extrusão de resíduos para os 5 grupos. Grupo 1 – Técnica Step-back. Grupo 2 – Técnica de Oregon. Grupo 3 – Técnica do Sistema ProTaper. Grupo 4 – Técnica do Sistema K3Endo. Grupo 5 – Técnica do Sistema RaCe. A linha horizontal dentro do retângulo mostra a mediana de cada grupo. O extremo superior do retângulo mostra o percentil 75% (quartil superior) e o extremo inferior, o percentil 25% (quartil inferior). Os extremos do segmento de reta nos informam o mínimo e o máximo indivíduo de cada grupo. Os elementos dispersos fora do retângulo são as amostras que fugiram do padrão do grupo.

6 - DISCUSSÃO

6 – DISCUSSÃO

O preparo biomecânico é uma fase muito importante no tratamento endodôntico e a falta de atenção do profissional ou um pequeno descuido no manejo dos instrumentos pode levar a algumas conseqüências desagradáveis, como desvios, perfurações, entulhamento do canal radicular com raspas de dentina e extrusão de dentina para região periapical. Sabe-se que essa extrusão de resíduos além de muitas vezes poder reagudizar um processo periapical, causando dor pós-operatória, pode também dificultar a reparação na região apical e periapical (YUSUF⁸³, 1982), pois age como um fator irritante.

NAIDORF⁵⁰, em 1985, já observava a interligação existente entre a extrusão de resíduos irritantes e os reagudecimentos. TORABINEJAD; NAIDORF⁷⁴, em 1985, relatavam que uma injúria mecânica ou química aos tecidos periapicais é capaz de iniciar um processo inflamatório ou agravar uma reação já existente com a liberação de mediadores químicos não específicos. Dependendo da natureza e da quantidade de antígenos, assim como da duração da exposição, várias mudanças nos tecidos periapicais podem ocorrer, desde reações inflamatórias não específicas até reações imunológicas e formação de lesões periapicais como granulomas e cistos.

A partir desses estudos, podemos correlacionar o aparecimento de episódios de reação inflamatória aguda com o preparo biomecânico dos canais radiculares. Especialmente naqueles casos em que a polpa encontra-se necrosada e que a instrumentação dos canais radiculares proporcionou a passagem de dentina contaminada para os tecidos periapicais.

O aparecimento e a persistência de reação inflamatória nos tecidos periapicais após a instrumentação foi observado por TORNECK; SMITH; GRINDALL⁷⁵, em 1973. Os autores observaram também a presença de zonas de tecido necrótico na região apical, assim como de debris no canal principal e observaram no periápice o selamento biológico em alguns casos.

Inúmeros trabalhos têm mostrado que, durante o preparo biomecânico do canal radicular, a extrusão de material além do forame apical sempre ocorre (VANDE-VISSE; BRILLIANT⁷⁹, 1975, MARTIN; CUNNINGHAM⁴⁵, 1982, FAIRBOURN; McWALKER; MONTGOMERY²⁰, 1987, RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, 1987, McKENDRY⁴⁷, 1990, LEE;

LEE; STRITTMATTER³⁵, em 1991, MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, 1991, AL-OMARI; DUMMER¹, 1995, LOPES; ARAÚJO; DEZAN JUNIOR⁴¹, 1996, SHOHA; GLICKMAN⁶⁶, 1996, LOPES⁴² et al., 1997, VASAN⁸¹ et al., 1997, GURGEL FILHO²⁷, 1997, BEESON⁷ et al., 1998, HINRICHS; WALKER; SCHINDLER³⁰, 1998, REDDY; HICKS⁵⁵, 1998, FERRAZ²¹ et al., 2001, DEONIZIO¹⁷, 2001, SANTANA⁵⁸, 2002, ALBRECHT; BAUMGARTNER; MARSHALL², 2004, BIDAR⁹ et al., 2004, TINAZ⁷² et al., 2005, TANALP⁷¹ et al., 2006). Atualmente, inúmeras são as técnicas de instrumentação, com ênfase nas técnicas rotatórias, oscilatórias, sônicas e ultra-sônicas, além das manuais, já bastante divulgadas. As pequenas diferenças no manuseio de cada uma delas se traduzem em maior ou menor extrusão de material além do forame apical quando comparadas entre si.

Nesse contexto, levando em consideração a existência dessas pequenas diferenças, o intuito desse trabalho foi comparar a extrusão de resíduos além do forame apical entre duas técnicas manuais e três técnicas rotatórias, cuja aplicação está sendo amplamente divulgada nos dias atuais. As pesquisas estão avaliando bastante os efeitos das técnicas rotatórias, não somente em relação a sua eficiência de desgaste e preparo do canal radicular como também a formação de debris de dentina e a sua extrusão além do forame apical.

6.1. Da Metodologia

As técnicas de instrumentação utilizadas nesta pesquisa possuíam cinemáticas próprias, assim como as limas, em especial as rotatórias, que possuíam desenho e padronização próprios. Daí a importância do estudo para comparar se essas diferenças na técnica de instrumentação e no desenho das limas modificariam a massa de material extruído.

A técnica Step-back ou técnica escalonada regressiva foi utilizada como um grupo controle, pois, apesar de ser uma técnica antiga ainda é muito usada. Foi descrita pela primeira vez por CLEM¹², em 1969 e o resultado desse preparo é um canal radicular com segmento apical de pequeno diâmetro e uma conicidade progressivamente mais larga no sentido ápice-coroa. As

técnicas Crown-down, como também, as de filosofia coroa-ápice utilizada nos sistemas rotatórios foram, na realidade, uma modificação da técnica Step-back (TORABINEJAD⁷³, 1994). Dessa maneira, justifica-se o uso desta técnica como técnica de instrumentação controle.

Com a intenção de introduzir na endodontia uma técnica atraumática para os tecidos periapicais, PAPPIN¹⁴, em 1978, *apud* DE DEUS (1992), idealizou uma técnica que ficou conhecida como Técnica da Universidade de Oregon. A referida técnica utiliza instrumentos no sentido coroa ápice e, segundo DE DEUS¹⁴, em 1992, da maneira como é aplicada, é uma das técnicas que produziram menor extrusão além do forame apical, pois seu objetivo é exatamente não bombear material para a região periapical.

Já os sistemas mecânico-rotatórios utilizam limas de níquel-titânio e possuem a mesma filosofia da técnica da Universidade de Oregon, ou seja, visam primeiramente o preparo cervical para, em um segundo momento, fazer o preparo apical.

Um dos sistemas rotatórios incluídos na pesquisa foi o Sistema ProTaper. Como características gerais, o Sistema ProTaper possui conicidades variáveis, ausência de superfície radial, secção transversal cordiforme e ponta inativa. O sistema ProTaper é constituído pelos instrumentos para modelagem (Shaping files) e instrumentos para acabamento (Finishing files) (LEONARDO³⁸, 2005).

O Sistema rotatório K3Endo foi desenvolvido pelo Dr. John T. MacSpadden em 2001 *apud* LEONARDO³⁷, 2005, possui três lâminas com ângulo de corte positivo, o que propicia uma maior capacidade de corte ao instrumento. As limas do Sistema K3Endo possuem ângulo de corte variável em relação ao longo eixo da lima o que faz com que as raspas de dentina sejam mais facilmente removidas do canal radicular. Possuem também uma ponta inativa, cabo reduzido e um variável número de estrias por milímetro, diminuindo a sensação de enroscamento no canal. (HERZOG; MENDEZ; CÁRDENAS²⁹, 2005).

O Sistema FKG-RaCe que significa “Reamer with Alternating Cutting Edges” foi introduzido no comércio em 2001. As limas do Sistema possuem como características gerais ângulos helicoidais alternados, o que diminui a sensação de enroscamento, secção transversal em forma triangular,

favorecendo o alargamento, possuindo também a ponta inativa, como os outros sistemas mecânico-rotatórios utilizados na pesquisa. Os instrumentos de maior conicidade do sistema são chamados de limas Pré-RaCe e são indicadas para o preparo cervical. As limas utilizadas no comprimento de trabalho são denominadas de instrumentos RaCe e possuem maior comprimento da parte ativa e menor diâmetro na ponta (LEONARDO³⁹ et al., 2005).

Devido a influência de vários fatores na quantidade de material extruído além do forame apical como anatomia dental, grau de curvatura, comprimento dental, comprimento de trabalho (MARTIN; CUNNINGHAM⁴⁵, 1982, RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, 1987, LEE; LEE; STRITTMATTER³⁵, 1991), formação de plug de dentina (MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, 1991; BEESON⁷ et al., 1998), padronização do forame (TINAZ⁷² et al., 2005), diâmetro da lima utilizado na recapitulação (LOPES; ARAÚJO; DEZAN JUNIOR⁴¹, 1996), método de coleta dos resíduos extruídos (DEONIZIO¹⁶, 2000), técnica biomecânica e a dureza da dentina (DEONIZIO¹⁷, 2001), teve-se extremo cuidado na padronização dos grupos, visando a diminuição das variáveis que poderiam influenciar nos resultados.

Foram selecionados 15 dentes por técnica de instrumentação pesquisada, cujo número pareceu-nos adequado, levando em consideração outros trabalhos semelhantes, onde se alcançou resultados estatísticos confiáveis (McKENDRY⁴⁷, 1990, LOPES; ARAÚJO; DEZAN JUNIOR⁴¹, 1996, GURGEL FILHO²⁷, 1997, DEONIZIO¹⁷, 2001).

Utilizou-se nos grupos da pesquisa incisivos centrais e laterais inferiores com comprimento médio de 20,9 mm, sem calcificações, íntegros, com referência odontométrica bem definida durante o preparo biomecânico, além de serem relativamente retos. Alguns fatores que poderiam influenciar na extrusão apical como o comprimento do dente e a dureza da dentina foram compensados pela distribuição aleatória entre os grupos, como citado por DEONIZIO¹⁷, em 2001.

Segundo DEONIZIO¹⁷, em 2001, em relação à espessura média das raízes desse grupo dental, a 0,5 mm aquém do forame apical, a maioria desses dentes e seus respectivos canais possuem diâmetro comparável a instrumentos padrão ISO nº20 e nº30 respectivamente para os incisivos centrais e laterais inferiores. Entre 1 a 2 mm do forame, o diâmetro seria

compatível com instrumentos nº 30 e nº 40, a 2 mm do forame, com instrumentos aproximados ao nº 50 e a 3 mm, com instrumentos maiores que o nº 70.

Para que o tecido pulpar ainda presente no interior do canal radicular não fizesse parte da quantificação do material extruído além do forame, realizou-se uma irrigação inicial com hipoclorito de sódio a 0,5% com o uso de uma lima tipo K nº 15 para a remoção desse tecido (DEONIZIO¹⁷, 2001 e SANTANA⁵⁸, 2002).

FAIRBOURN; McWALKER; MONTGOMERY²⁰, em 1987, McKENDRY⁴⁷, em 1990, MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, em 1991, GURGEL FILHO²⁷, em 1997, DEONIZIO¹⁷, em 2001, já observavam que as superfícies radiculares externas irregulares e com presença de cálculo dental poderiam aderir aos resíduos extruídos e modificar a quantificação do material extruído. Dessa forma, as superfícies radiculares foram raspadas com curetas periodontais e alisadas com discos Sof-lex e escovas de Robson.

Utilizaram-se somente limas do tipo K na instrumentação manual, apesar de que, segundo SANTANA⁵⁸, em 2002, a quantidade de material extruído além do ápice depende da técnica de instrumentação realizada e não do tipo de lima utilizado. Foram utilizadas limas tipo K de uma mesma marca comercial com o intuito de padronização, porém CHAPMAN; COLLEE; BEAGRIE¹¹, em 1968, já afirmavam que a extrusão apical ocorreria tanto com limas quanto com alargadores, sem afirmar, no entanto, se a quantificação do material extruído seria idêntica nos dois instrumentos.

A água destilada e deionizada foi utilizada em tubetes como substância irrigadora, pois nosso objetivo era avaliar a extrusão apical de resíduos durante a instrumentação sem que a mesma interferisse ou exercesse alguma influência nas substâncias orgânicas e inorgânicas dos canais radiculares. Evitou-se o uso do hipoclorito de sódio durante a instrumentação dos canais radiculares, devido a possibilidade do mesmo depositar sais sobre o filtro de papel e influenciar de alguma forma na massa final do material extruído (VANSAN⁸⁰, 1993, GURGEL FILHO²⁷, 1997, SANTANA⁵⁸, 2002).

Para a irrigação durante o preparo biomecânico foram utilizadas agulhas curtas acopladas em seringas carpule e para padronizar a penetração da agulha no interior do canal radicular, que era uma condição bastante

importante, adaptou-se um cursor de silicone, limitando a penetração a 3 mm do comprimento de trabalho.

O comprimento de trabalho em todas as técnicas de instrumentação foi realizado a 1 mm aquém do forame apical, pois outras pesquisas já utilizam essa distância por ser considerada biologicamente segura (MARTIN; CUNNINGHAM⁴⁵, em 1982, FAIRBOURN; McWALKER; MONTGOMERY²⁰, em 1987, McKENDRY⁴⁷, 1990, VANSAN⁸¹ et al., 1997, LOPES⁴² et al., em 1997, GURGEL FILHO²⁷, 1997, BEESON⁷ et al., 1998, FERRAZ²¹ et al., 2001, DEONIZIO¹⁷, 2001, SANTANA⁵⁸, em 2002, BIDAR⁹ et al., em 2004, TANALP⁷¹ et al., em 2006). Algumas pesquisas têm mostrado que a instrumentação a 1 mm do forame apical proporcionou uma menor quantidade de material extruído quando comparada ao preparo biomecânico no comprimento do forame apical (BEESON⁷ et al., 1998).

Com o intuito de padronizar a fixação e inclinação do dente, além de facilitar uma seqüência de trabalho, foram utilizados tubos e adaptadores em PVC especificamente para a referida pesquisa. O dispositivo possui características semelhantes ao utilizado por GURGEL FILHO²⁷, 1997, e permitia a fixação do dente possibilitando uma ligeira inclinação do mesmo. Esse posicionamento proporcionava a visão somente da coroa dental durante o preparo biomecânico. A não visualização da raiz dental durante o preparo biomecânico evitaria a indução dos resultados por parte do operador. Tal procedimento foi enfatizado e realizado por alguns autores (RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, 1987, McKENDRY⁴⁷, 1990, MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, 1991, GURGEL FILHO²⁷, 1997, DEONIZIO¹⁷, 2001).

Toda a seqüência de trabalho foi realizada por um único operador. Segundo VANSAN⁸⁰, 1993, AL-OMARI; DUMMER¹, 1995, DEONIZIO¹⁷, 2001, SANTANA⁵⁸, em 2002, o objetivo dessa conduta foi diminuir as variáveis na metodologia. Provavelmente, variações da amplitude dos movimentos e da velocidade dos mesmos adotados por outros operadores poderiam interferir nos resultados finais.

Os dentes foram envolvidos em fita veda-rosca de teflon (fig. 10) no nível da união cimento esmalte. Essa conduta tem como objetivo evitar que a substância irrigadora utilizada no preparo biomecânico, que reflui para a superfície externa do dente, penetre, junto com o material excisado, no interior

do dispositivo e venha a provocar alguma alteração na massa do material extruído além do forame (GURGEL FILHO²⁷, 1997, SANTANA⁵⁸, 2002).

Em relação ao volume de solução utilizada na lavagem externa final dos ápices radiculares, observou-se uma variação nas pesquisas. VANSAN⁸⁰, 1993, utilizou 2 mL para a lavagem final, GURGEL FILHO²⁷, 1997, fez a lavagem com apenas 1 mL, já DEONIZIO¹⁷, 2001, utilizou 40 mL e SANTANA⁵⁸, 2002, lavou os ápices radiculares com 2 mL. Pareceu-nos apropriado e suficiente a utilização de 3 mL na lavagem externa final das raízes, pois observou-se com isso a remoção total do material aderido às raízes.

Para a determinação do tempo de permanência do conjunto tampa-filtro na estufa, foi realizado um piloto para observar o tempo suficiente de remoção de todo material líquido, antes da pesagem final do conjunto. Provavelmente, devido a uma maior retenção de líquido no conjunto durante a instrumentação, foi necessário maior período de permanência na estufa quando comparado a outras pesquisas de metodologia semelhante (VANSAN⁸⁰, em 1993, GURGEL FILHO²⁷, em 1997, DEONIZIO¹⁷, em 2001, SANTANA⁵⁸, em 2002).

Em sala climatizada, foram feitas três pesagens com intervalo de 30 minutos para maior confiabilidade nos resultados e o peso final do conjunto tampa-filtro foi obtido através da média aritmética das três pesagens.

Foram utilizados papéis de filtro qualitativos nº 1 da marca Whatman¹ com espessura de 0,8 mm como preconizado por VANSAN⁸⁰, 1993, GURGEL FILHO²⁷, em 1997 e SANTANA⁵⁸, em 2002. O diâmetro do filtro utilizado na pesquisa foi de 25 mm, sendo este apropriado para o tamanho da tampa.

Em relação às técnicas rotatórias desta pesquisa, utilizamos o motor Endo Plus a uma velocidade de rotação de 250 rpm. Segundo DIETZ¹⁸, et al., 2000, baixas velocidades permitem maior sensibilidade tátil do operador durante o preparo biomecânico dos canais radiculares, podendo aumentar inclusive a durabilidade do instrumento.

GAMBARINI²², em 2000, e GAMBARINI²³, em 2001, relatam que a velocidade e o torque adequados variam de acordo com o design e diâmetro

¹ Whatman Filter paper e Mart. / England

dos instrumentos, afirmando inclusive que o baixo torque aumentaria a sensibilidade táctil do operador. Como os instrumentos utilizados foram variáveis dependendo do sistema em uso, escolheu-se o torque de 1N/cm, evitando-se ultrapassar o limite de elasticidade de cada instrumento, o que poderia causar a fratura da lima.

6.2. Dos Resultados

Padronizou-se a maior quantidade possível de variáveis nessa pesquisa na tentativa de obter-se uma maior fidelidade nos resultados para cada técnica de instrumentação empregada. A análise dos valores originais em relação a extrusão de detritos, assim como a média, segundo a técnica empregada, pode ser visto na Tabela 1, onde foi feita a comparação entre os grupos experimentais.

A extrusão em maior ou menor escala ocorreu em todas as técnicas empregadas. Esta condição também foi observada em inúmeros trabalhos desta natureza e observado pelos valores individuais das amostras presentes na tabela 1(VANDE-VISSE; BRILLIANT⁷⁹, em 1975, MARTIN; CUNNINGHAM⁴⁵, em 1982, FAIRBOURN; McWALKER; MONTGOMERY²⁰, em 1987, RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, em 1987, McKENDRY⁴⁷, 1990, LEE; LEE; STRITTMATTER³⁵, em 1991, MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, em 1991, AL-OMARI; DUMMER¹, 1995, LOPES; ARAÚJO; DEZAN JUNIOR⁴¹, em 1996, SHOHA; GLICKMAN⁶⁶, 1996, LOPES⁴² et al., 1997, VASAN⁸¹ et al., 1997, GURGEL FILHO²⁷, em 1997, BEESON⁷ et al., 1998, HINRICHS³⁰ et al., 1998, REDDY; HICKS⁵⁵, 1998, FERRAZ²¹ et al., 2001, DEONIZIO¹⁷, 2001, SANTANA⁵⁸, 2002, ALBRECHT; BAUMGARTNER; MARSHALL², 2004, BIDAR⁹ et al., 2004, TINAZ⁷² et al., 2005, TANALP⁷¹ et al., 2006).

A análise estatística dos valores em questão mostrou diferença significativa entre a técnica Escalonada regressiva ou Step-back e as demais técnicas, que não mostraram diferença significativa entre si em relação à quantidade de material extruído além do forame apical. Tal resultado é semelhante a diversas pesquisas.

FAIRBOURN; McWALTER; MONTGOMERY²⁰, em 1987, observaram diferença estatisticamente significativa entre a técnica Escalonada

regressiva e a técnica do Sistema sônico, tendo a primeira técnica extruído maior quantidade de debris.

RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, em 1987, relataram maior quantidade de material extruído na técnica Escalonada regressiva quando comparada à técnica Escalonada progressiva sem pressão.

MYERS; MONTGOMERY⁴⁹, em 1991, realizaram o preparo biomecânico com as técnicas Escalonada regressiva e a do Sistema Canal Master e observaram que, quando a instrumentação do canal radicular foi realizada no comprimento real do dente, obtiveram uma maior extrusão com a técnica Escalonada regressiva com movimentos de limagem.

AL-OMARI; DUMMER¹, em 1995, avaliaram oito técnicas de instrumentação e observaram maior extrusão de debris nas técnicas escalonada regressiva anti-curvatura e na escalonada com limagem circunferencial. Os autores observaram que os movimentos lineares, utilizados na técnica Step-back causam maior entulhamento do terço apical do canal radicular e maior extrusão de debris de dentina.

Observa-se que, de um modo geral, são inúmeros os detalhes que são atribuídos à técnica Escalonada Regressiva para uma maior extrusão de resíduos, quando comparada às demais técnicas de instrumentação manuais, esses dados concordam com os que obtivemos nessa pesquisa.

Quando se compara a técnica Escalonada Regressiva com instrumentações mecânico-rotatórias, o resultado, como observado nas citadas pesquisas, é quase sempre uma maior extrusão para a técnica Escalonada Regressiva. Em nossa pesquisa, na qual a técnica Step-back (escalonada regressiva) é comparada a outras três técnicas rotatórias também foi observado esses resultados.

As demais técnicas possuem características próprias. A técnica de Oregon ou coroa ápice vai saneando o canal radicular a medida que o instrumento penetra em profundidade. As demais técnicas em estudo, por serem rotatórias e por possuírem cada lima desenhos originais de suas lâminas e de suas pontas ativas, as mesmas tendem devido ao movimento rotacional levarem a dentina excisada para a superfície externa do dente.

VANSAN⁸¹, et al., em 1997, concluíram que a técnica Escalonada regressiva produziu maior quantidade de material extruído quando comparada

com a técnica Convencional e estas produziram maior extrusão apical quando comparadas com as técnicas Coroa-ápice e Ultra-sônica.

GURGEL FILHO²⁷, em 1997, observou também maior extrusão apical na técnica Escalonada Regressiva quando comparada às técnicas de Oregon, Escalonada Progressiva e Canal Finder.

LOPES⁴² et al., em 1997, concluíram que houve maior extrusão de material sólido na técnica Escalonada regressiva em relação a técnica manual com movimentos oscilatórios e a técnica do Sistema Profile .04.

MANGALAM; LAO; LAKSHMINARAYANAN⁴⁴, em 2002, observaram maior extrusão de debris na técnica Step-back convencional quando comparada a técnica do Sistema ProFile .04 e a técnica híbrida com o uso da Gates-glidden.

BIDAR⁹ et al., em 2004, concluíram que a técnica Step-back provoca significativamente maior extrusão de dentina quando comparada à técnica rotatória do Sistema ProFile .04.

Porém, observamos nas pesquisas que as técnicas de instrumentação mostram resultados muitas vezes contraditórios em relação à extrusão de detritos além do forame apical.

McKENDRY⁴⁷, em 1990, comparando a técnica Step-back e a Endosônica observou semelhança na extrusão apical. LEE; LEE; STRITTMATTER³⁵, 1991, também relatou o mesmo resultado entre a técnica Step-back e a ultra-sônica sem diferença estatisticamente significativa e SHOHA; GLICKMAN⁶⁶, 1996, também não observaram diferenças significantes entre as técnicas Step-back, Sistema ProFile .04 e Sistema Lightspeed.

A técnica Step-back, pela própria característica pressupõe extrusão de detritos. MARTIN; CUNNINGHAM⁴⁵, em 1982, relataram que o movimento de raspagem ou limagem com limas tipo K requer uma maior pressão apical do que o movimento de um quarto de volta. TORNECK; SMITH; GRINDALL⁷⁵, em 1973, já afirmavam que o movimento de limagem pode forçar material para o periápice, pois a lima agiria como um pistão.

Estas observações concordam, de alguma forma, com nossos resultados, pois, entre as técnicas aplicadas, a Step-back mostrou os maiores índices de extrusão, a semelhança de outras pesquisas já citadas, onde esses detalhes já foram registrados.

Em relação a quantidade de material extruído, houve variação quando comparamos as massas extruídas da técnica Step-back desta pesquisa com as das pesquisas citadas acima. Segundo FAIRBOURN; McWALTER; MONTGOMERY²⁰, 1987, tal fato pode ser explicado por pequenas diferenças nas técnicas convencionais, variação de operador, pressão no instrumento, quantidade e frequência da irrigação e aspiração do canal radicular durante a instrumentação, diferença de irrigantes utilizados, diferentes limas, assim como limas novas versus limas usadas e diferentes limas utilizadas para o debridamento do canal radicular.

Os resultados obtidos com a técnica de Oregon foram estatisticamente semelhantes às técnicas rotatórias. Tais técnicas são bastante aceitas e aplicadas nos dias de hoje e a semelhança de resultados ocorreu em função de ambas empregarem a mesma filosofia de trabalho, ou seja, o emprego dos instrumentos no sentido coroa-ápice.

As técnicas de instrumentação dos canais radiculares manuais que empregam a filosofia coroa-ápice causam menor extrusão apical. A técnica de Oregon, empregada neste trabalho, causou menor extrusão apical além do forame apical, quando comparada a técnica Step-back, corroborando com as pesquisas de RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, 1987, AL-OMARI; DUMMER¹, em 1995, GURGEL FILHO²⁷, 1997, VANSAN⁸¹ et al., em 1997. Devidos seus achados, RUIZ-HUBARD; GUTMANN; WAGNER⁵⁶, em 1987, indicam para o preparo biomecânico a técnica Crown-down sem pressão apical.

Segundo LOPES⁴² et al., 1997, FERRAZ²¹ et al., 2001, BIDAR⁹ et al., em 2004, as técnicas de preparo biomecânico que utilizam motores e limas rotatórias de NiTi causam menor extrusão apical de material além do forame apical quando comparada às técnicas manuais, fato este que também pudemos observar nos resultados da nossa pesquisa.

Em relação à comparação de material extruído entre sistemas rotatórios, TANALP⁷¹ et al., em 2006, observaram diferença significativa entre o Sistema ProTaper® e os Sistemas ProFile® e HERO®. Porém, em nossa pesquisa, não encontramos diferença estatisticamente significativa entre os sistemas rotatórios utilizados. DEONIZIO¹⁷, em 2001, mostrou diferença estatística entre duas técnicas mecânico-rotatórias: uma técnica de variação da

conicidade e outra técnica coroa-ápice. Nas duas técnicas foram utilizadas limas rotatórias Quantec® LX. O autor observou que a técnica de variação da conicidade produziu mais extrusão de material sólido quando comparada à técnica coroa-ápice, justificando esse resultado devido a instrumentação inicial no terço cervical e médio.

OZGUR UYANIK⁵² et al., em 2006, avaliaram a ação do instrumento na parede do canal radicular e observaram maior desgaste de dentina com o Sistema ProTaper® quando comparado ao Sistema RaCe®, porém tal diferença não foi estatisticamente significativa. Estes resultados concordam com nossos achados, pois encontramos uma semelhança de dados entre o Sistema ProTaper® e o Sistema RaCe® em relação a extrusão de dentina, e de alguma forma, poderíamos correlacionar esse maior desgaste da dentina com a sua possível extrusão além do forame.

SCHIRRMESTER⁶³ et al., em 2006, avaliou o preparo do canal radicular com vários sistemas rotatórios e observou que o Sistema RaCe® mostrou-se mais eficiente quando comparado aos sistemas FlexMaster, GTRotary, ProTaper® e ProFile®. O Sistema RaCe®, também testado em nossa pesquisa, causou estatisticamente menos extrusão apical quando comparado a técnica escalonada regressiva e sem diferença significativa em relação ao Sistema ProTaper®, K3 Endo® e a técnica de Oregon. Nossos dados concordam, de alguma forma, com aqueles obtidos por SCHIRRMESTER et al. O maior desgaste das paredes dentinárias poderia estar relacionado a uma maior extrusão de dentina, como já citado.

O Sistema K3 Endo® embora sem significância estatística em relação ao Sistema ProTaper® e RaCe® foi o que apresentou o menor índice de extrusão em nosso trabalho, o que nos pareceu, em princípio, bastante importante se levarmos em consideração as conclusões de SOUZA⁶⁹ que em termos de limpeza nas paredes do conduto radicular, observou que o Sistema K3 Endo® apresentou os melhores resultados que o Sistema ProTaper®, RaCe® e a técnica manual.

Essas observações nos mostram duas condições bastante favoráveis ao instrumento: melhor limpeza do conduto com menor extrusão de detritos ao periápice.

As limas utilizadas nos sistemas rotatórios possuem uma área de escape maior entre as espiras quando comparadas às limas manuais do tipo K (LEONARDO; LEONARDO⁴⁰, 2002), tal característica facilitaria o refluxo da lama dentinária em direção coronária formada durante a instrumentação dos canais radiculares. De alguma forma, esta condição mostra a vantagem de uma técnica sobre a outra em relação a extrusão de detritos.

Em nossa pesquisa, as técnicas de instrumentação rotatórias não mostraram diferença significativa na extrusão apical quando comparadas com a técnica de Oregon, provavelmente devido possuírem a mesma cinemática de preparo cervical com avanço gradual em direção apical. Segundo LOPES⁴³ et al., em 1998, as maiores conicidades das limas no terço cervical e médio e o avanço gradual reduziriam significativamente a extrusão de material além do forame apical devido a facilitação para a saída de resíduos em direção coronária.

Em relação às técnicas que avançam no sentido coroa-ápice, BLUM¹⁰ et al., em 1999, verificaram a área de contato dos instrumentos com a parede do canal radicular, utilizando as técnicas Step-back e Crown down com limas ProFiles de conicidades 0,04 e 0.06. Observaram diferenças significantes no contato do instrumento com o canal radicular, sendo que esse contato era maior quando se usava a técnica Step-back, levando inclusive a uma maior tensão na ponta do instrumento. Provavelmente esse maior contato com a dentina pode ter influenciado no aumento da quantidade de material extruído durante o preparo biomecânico, principalmente se as zonas de escape não forem suficientes para o refluxo da dentina excisada.

FAIRBOURN; McWALTER; MONTGOMERY²⁰, 1987, relataram que as vantagens de um preparo cervical anteriormente ao preparo apical seriam: acesso direto a região apical; eliminação da constrição cervical; maior penetração da solução irrigante e maior facilidade de remoção de debris da área apical; diminuição da possibilidade de entulhamento de dentina; diminuição da possibilidade de fratura de instrumento; redução da possibilidade de transporte do forame apical e redução da contaminação que pode ser extruída do canal radicular.

Tais fatores são condições observadas nas técnicas rotatórias e a característica própria da técnica coroa ápice por si só favorece a menor

extrusão apical. Ao atingir o nível apical, onde o risco de extravasamento é maior, já temos praticamente preparado o conduto em toda a sua extensão e o que foi excisado até esse nível já fora anteriormente eliminado pelo próprio instrumento e pela irrigação.

Segundo LOPES⁴³ et al., 1998, as maiores conicidades das limas de NiTi favorecem o avanço dos instrumentos de menor calibre no preparo biomecânico no sentido coroa-ápice. Além disso, um maior preparo no terço cervical, aumentando a conicidade do canal radicular, possibilita um maior refluxo da solução irrigadora juntamente com as raspas de dentina.

Após a análise estatística, observamos a diferença significativa entre a técnica Step-back e os demais grupos, que utilizam a filosofia coroa-ápice, sejam com instrumentos manuais ou com instrumentos rotatórios. Pelo fato de ter sido observado uma menor extrusão apical na técnica de Oregon e nas técnicas rotatórias, o seu emprego nos parece promissor, pois de alguma forma a menor extrusão favorece o reparo, podendo inclusive minimizar ou mesmo evitar dor ou seqüelas pós-operatórias. Naturalmente, outros estudos em relação ao tema se fazem necessários para se confirmar ou não a veracidade dos fatos.

Nesse estudo, a metodologia proporcionou com que os ápices dos dentes utilizados ficassem suspensos no ar, porém sabemos que *in vivo* os ápices radiculares ficam envoltos por tecido periapical normal ou por tecidos com alguma alteração patológica. Os tecidos periapicais podem agir como uma barreira natural, evitando a passagem de material sólido e líquido para a região do periápice, assim como uma patologia periapical pode facilitar a extrusão de material além do forame apical (SALZGEBER; BRILLIANT⁵⁷, 1977, FAIRBOURN; McWALTER; MONTGOMERY²⁰, 1987).

Porém, sabemos da importância de estudos *in vitro*, pois os mesmos servem como base para futuras pesquisas com novas metodologias. Além disso, por tratar-se de um estudo comparativo, poderíamos correlacionar os resultados obtidos em pesquisas *in vivo* com as anteriormente obtidas *in vitro*.

Através do exposto, observamos a importância de novas pesquisas na busca de técnicas que promovam o máximo de limpeza e modelagem dos canais radiculares, auxiliando o profissional na efetuação do tratamento endodôntico e proporcionando ao paciente redução ou eliminação do

desconforto pós-operatório e melhores condições de reparo para a região apical e periapical.

Dessa forma, é necessária uma continuidade nas pesquisas dessa área para proporcionar mais conhecimentos aos profissionais, fortalecendo ainda mais as informações sobre o preparo biomecânico dos canais radiculares.

7 - CONCLUSÕES

7 – CONCLUSÕES

Com a análise e a discussão dos resultados obtidos através da metodologia empregada, podemos concluir que:

1 – Observou-se extrusão de material sólido além do forame apical em todas as técnicas de preparo biomecânico dos canais radiculares.

2 – A técnica Step-Back, também chamada de Escalonada Regressiva, proporcionou maior extrusão de material sólido além do forame apical, mostrando diferença estatisticamente significativa quando comparada às outras quatro técnicas que se equivaleram estatisticamente entre si.

3 – As técnicas podem ser classificadas em ordem crescente de material sólido extruído além do forame apical: Sistema K3 Endo, Sistema ProTaper, Sistema FKGRaCe, técnica de Oregon e Técnica Step Back.

ANEXO 1

Peso em gramas de cada espécime antes e após a instrumentação, assim como o peso do material extruído para cada técnica.

Peso em gramas das raspas de dentina extruídas na técnica Step-back.

Dente	Peso inicial do conjunto tampa e filtro	Peso final após a instrumentação	Peso do material extruído
1	2,00754g	2,00961g	0,00207g
2	1,98198g	1,98416g	0,00218g
3	1,96791g	1,97016g	0,00225g
4	1,83693g	1,83892g	0,00199g
5	2,45816g	2,46147g	0,00331g
6	1,68724g	1,69479g	0,00755g
7	1,87595g	1,87847g	0,00252g
8	2,05302g	2,05598g	0,00296g
9	2,01606g	2,01831g	0,00225g
10	1,93704g	1,94220g	0,00516g
11	1,63093g	1,64145g	0,01052g
12	1,62846g	1,63054g	0,00208g
13	2,01090g	2,01331g	0,00241g
14	1,68487g	1,68691g	0,00204g
15	1,83226g	1,83363g	0,00137g

Peso em gramas das raspas de dentina extruídas na técnica de Oregon.

Dente	Peso inicial do conjunto tampa e filtro	Peso final após a instrumentação	Peso do material extruído
1	2,01344g	2,01454g	0,00110g
2	1,93517g	1,93704g	0,00187g
3	1,82101g	1,82227g	0,00126g
4	1,68734g	1,68969g	0,00235g
5	2,45895g	2,46070g	0,00175g
6	1,83733g	1,83957g	0,00224g
7	2,05174g	2,05370g	0,00196g
8	1,63016g	1,63207g	0,00191g
9	2,02741g	2,02825g	0,00084g
10	1,83243g	1,83310g	0,00067g
11	1,82166 g	1,82187 g	0,00021 g
12	1,63247g	1,63355g	0,00108g
13	1,83270 g	1,83309g	0,00039 g
14	2,45350 g	2,45467 g	0,00117 g
15	2,04903 g	2,05083g	0,00180 g

Peso em gramas das raspas de dentina extruídas na técnica do Sistema ProTaper

Dente	Peso inicial do conjunto tampa e filtro	Peso final após a instrumentação	Peso do material extruído
1	1,97494 g	1,97768 g	0,00274 g
2	1,82950 g	1,83107g	0,00157g
3	2,07070g	2,07298g	0,00228g
4	1,68632g	1,68757g	0,00125g
5	2,01333g	2,01463g	0,00130g
6	1,83323g	1,83449g	0,00126g
7	1,63003g	1,63114g	0,00111g
8	2,04974g	2,05071g	0,00097g
9	2,45503g	2,45640g	0,00137g
10	1,82361g	1,82474g	0,00113g
11	1,63070g	1,63139g	0,00069g
12	1,68707g	1,68790g	0,00083g
13	1,83092g	1,83155g	0,00063g
14	2,45740g	2,45797g	0,00057g
15	2,02418g	2,02484g	0,00066g

Peso em gramas das raspas de dentina extruídas na técnica do Sistema K3

Dente	Peso inicial do conjunto tampa e filtro	Peso final após a instrumentação	Peso do material extruído
1	2,01386g	2,01441g	0,00055g
2	1,93249g	1,93326g	0,00077g
3	2,09420g	2,09532g	0,00112g
4	1,83482g	1,83541g	0,00059g
5	1,82515g	1,82572g	0,00057g
6	2,05201g	2,05251g	0,00050g
7	1,68398g	1,68477g	0,00079g
8	1,62706g	1,62771g	0,00065g
9	1,83431g	1,83513g	0,00082g
10	2,01244g	2,01339g	0,00095g
11	2,02805g	2,02840g	0,00035g
12	1,82970g	1,83013g	0,00043g
13	1,93177g	1,93196g	0,00019g
14	2,45407g	2,45438g	0,00031g
15	1,82463g	1,82465g	0,00002g

Peso em gramas das rasas de dentina extruídas na técnica do Sistema RaCe

Dente	Peso inicial do conjunto tampa e filtro	Peso final após a instrumentação	Peso do material extruído
1	1,81896g	1,81998g	0,00102g
2	2,02347g	2,02458g	0,00111g
3	2,05008g	2,05118g	0,00110g
4	2,45486g	2,45596g	0,00110g
5	1,92873g	1,93000g	0,00127g
6	1,82867g	1,82989g	0,00122g
7	1,62876g	1,63014g	0,00138g
8	1,83472g	1,83600g	0,00128g
9	2,01201g	2,01321g	0,00120g
10	1,68118g	1,68250g	0,00132g
11	1,82051g	1,82197g	0,00146g
12	2,05037g	2,05198g	0,00161g
13	2,06936g	2,07046g	0,00110g
14	1,93063g	1,93196g	0,00133g
15	2,45710g	1,45832g	0,00122g

ANEXO 2

Tabela com o comprimento real do dente (CRD) de cada espécime de cada grupo com a média final da medida para cada técnica utilizada

Técnica Dente	Técnica Step Back	Técnica de Oregon	ProTaper	K3Endo	FKG RaCe
1	22	22	22	19.5	22
2	22	22	20	21	24
3	21	20.5	24	20.5	20
4	20	20	18	21	21.5
5	22.5	19	22	21	20
6	19	22	19.5	20	18
7	19	20	22	22.5	25.5
8	23	20.5	20.5	21.5	19
9	20	20	20	21.5	20.5
10	20.5	20	18	22	26
11	21	20	24	19.5	24
12	21	21	20	21	23.5
13	24	18.5	19	20	25
14	19.5	20	20	20.5	20.5
15	22	19	22	21.5	19
Média do CRD	21.1	20.3	20.6	20.9	21.9

ANEXO 3

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa

Processo nº 09/2006

Bauru, 03 de abril de 2006.

Senhor Professor,

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado "**Análise comparativa in vitro da extrusão apical de dentina produzida por diferentes técnicas de instrumentação manuais e rotatórias nos canais radiculares**", de autoria de Clarice Fernandes Eloy da Costa, que será desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação.

Na reunião de 29 de março de 2006 o parecer do relator, **aprovando o projeto**, foi aceito pelo Comitê, considerando que não existem infrações éticas pendentes.

Informamos que após o envio do trabalho concluído, este Comitê enviará o parecer final, que será utilizado para publicação do trabalho.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Henrique Rubo
Coordenador

Ilmº Sr. **Prof. Dr. Norberti Bernardineli**
DD. Docente do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. J Endod. 1995 Mar;21(3):154-8.
2. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. J Endod. 2004 Jun;30(6):425-8.
3. Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. J Endod. 2004 Apr;30(4):234-7.
4. Aragão EM, Garcia RB. Análise comparativa das técnicas de instrumentação escalonada, oregon modificada e ultra-sônica na remoção de corante aderido às paredes do canal radicular. Rev Odontol Univ São Paulo. 1994;8(3):211-5.
5. Attebery HR, Kimura JT, Carroll GW. An acute anaerobic infection following endodontic treatment. J Endod. 1980 Oct;6(10):793-5.
6. Baumgartner JC, Martin H, Sabala CL, Strittmatter EJ, Wildey WL, Quigley NC. Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques. J Endod. 1992 Nov;18(11):530-4.
7. Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus profile .04 Taper series 29. J Endod. 1998 Jan;24(1):18-22.
8. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. Am J Dent. 2001 Oct;14(5):324-33.

9. Bidar M, Rastegar AF, Ghaziani P, Namazikhah MS. Evaluation of apically extruded debris in conventional and rotary instrumentation techniques. J Calif Dent Assoc. 2004 Sep;32(9):665-71.
10. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. Location of contact areas on rotary Profile instruments in relationship to the forces developed during mechanical preparation on extracted teeth. Int Endod J. 1999 Mar;32(2):108-14.
11. Chapman CE, Collee JG, Beagrie GS. A preliminary report on the correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. J Br Endod Soc. 1968 Jan./Mar.;2(1):7-11.
12. Clem WH. Endodontics: the adolescent patient. Dent Clin North Am. 1969 Apr;13(2):482-93.
13. Daugherty DW, Gound TG, Comer TL. Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. J Endod. 2001 Feb;27(2):93-5.
14. De Deus QD. Preparo dos canais radiculares. III - Instrumentação dos canais radiculares. Endodontia. 5^a ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 1992. p. 334-419.
15. Debelian GJ, Olsen I, Tronstad L. Bacteremia in conjunction with endodontic therapy. Endod Dent Traumatol. 1995 Jun;11(3):142-9.
16. Deonizio MDA. Avaliação de duas metodologias de quantificação da extrusão de *debris* apicais [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2000.
17. Deonizio MDA. Estudo comparativo da extrusão apical, produzida por duas técnicas mecânico-rotatórias [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2001.

18. Dietz DB, Di Fiore PM, Bahcall JK, Lautenschlager EP. Effect of rotational speed on the breakage of nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2000 Feb;26(2):68-71.
19. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod.* 1995 Apr;21(4):173-6.
20. Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod.* 1987 Mar;13(3):102-8.
21. 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 Jul;34(5):354-8.
22. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 2000 Jun;16(3):95-100.
23. Gambarini G. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low- and high-torque endodontic motors. *J Endod.* 2001 Dec;27(12):772-4.
24. Gonçalves SB, Brosco VH, Bramante CM. Análise comparativa entre instrumentação rotatória (GT), manual e associação de ambas no preparo de canais achatados. *J Appl Oral Sci.* 2003;11(1):35-9.
25. Green TL, Walton RE, Taylor JK, Merrell P. Radiographic and histologic periapical findings of root canal treated teeth in cadaver. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997 Jun;83(6):707-11.
26. 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 Oct;38(10):743-52.

27. Gurgel Filho ED. Avaliação IN VITRO da quantidade de material extruído durante a instrumentação dos canais radiculares, estudo comparativo de quatro técnicas [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade do estado do Rio de Janeiro; 1997.
28. Gutierrez JH, Garcia J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1968 Jan;25(1):108-16.
29. Herzog DS, Mendez V, Cárdenas A. Sistema K3 Endo (SybronEndo - SDS - Kerr - EUA). In: Leonardo MR, editor. *Endodontia: Tratamento de canais radiculares - princípios técnicos e biológicos.* São Paulo: Artes Médicas; 2005. p. 836-49.
30. Hinrichs RE, Walker WA, 3rd, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod.* 1998 Feb;24(2):102-6.
31. Holland R, De Souza V, Nery MJ, de Mello W, Bernabe PF, Otoboni Filho JA. Tissue reactions following apical plugging of the root canal with infected dentin chips. A histologic study in dogs' teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980 Apr;49(4):366-9.
32. Imura N, Zuolo ML. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. *Int Endod J.* 1995 Sep;28(5):261-5.
33. Jodway B, Hulsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2006 Jan;39(1):71-80.
34. Lambrianidis T, Tosounidou E, Tzoanopoulou M. The effect of maintaining apical patency on periapical extrusion. *J Endod.* 2001 Nov;27(11):696-8.

35. Lee SJ, Lee CS, Strittmatter EJ. An in vitro comparison of root canal content extrusion using ultrasonic and hand instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 1991 Apr;7(2):65-8.
36. Leonardi DP. Avaliação da instrumentação rotatória com limas de níquel e titânio, K3 e RaCe, em canais radiculares curvos simulados [Mestrado]. Araraquara: UNESP; 2004.
37. Leonardo MR. Endodontia: tratamento de canais radiculares - princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas; 2005.
38. Leonardo MR. Sistema ProTaper (Dentsply/Maillefer). In: Leonardo MR, editor. Endodontia: Tratamento de canais radiculares - princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas; 2005. p. 799-811.
39. Leonardo MR, Carvalho KKT, Esberard RR, Souza EM, Tanomaru JMG. Sistema FKG-RaCe (FKG Dentaire - Suíça). In: Leonardo MR, editor. Endodontia: Tratamento de canais radiculares - princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas; 2005. p. 789-97.
40. Leonardo MR, Leonardo RT. Aprimoramento e simplificação de técnicas endodônticas. *Sistemas Rotatórios em endodontia - instrumentos de níquel-titânio.* São Paulo; 2002. p. 1-34.
41. Lopes HP, Araújo Filho WR, Dezan Junior E. Preparo Biomecânico dos Canais Radiculares pela Técnica Escalonada: influência do diâmetro da lima na extrusão de material, via forame apical, durante a recapitulação. *Revista de Clínica Odontológica* 1996;2(3):4-7.
42. Lopes HP, Elias CN, Silveira GEL, Araújo Filho WR, Siqueira JF, Jr. . Extrusão de material do canal via forame apical. *Rev Paul Odontol.* 1997;19(4):34-6.

43. Lopes HP, Elias CN, Siqueira JF, Jr., Estrela C. Considerações sobre a conicidade e o diâmetro das limas endodônticas. *Rev Paul Odontol*. 1998;20(2):8-14.
44. Mangalam S, Rao CVN, Lakshminarayanan L. Evaluation of apically extruded debris and irrigant using three instrumentation techniques. *Endodontology*. 2002;14:19-23.
45. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1982 Jun;53(6):611-3.
46. Matusow RJ. The flare-up phenomenon in endodontics: a clinical perspective and review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1988 Jun;65(6):750-3.
47. McKendry DJ. Comparison of balanced forces, endosonic, and step-back filing instrumentation techniques: quantification of extruded apical debris. *J Endod*. 1990 Jan;16(1):24-7.
48. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod*. 1984 Oct;10(10):491-8.
49. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod*. 1991 Jun;17(6):275-9.
50. Naidorf IJ. Endodontic flare-ups: bacteriological and immunological mechanisms. *J Endod*. 1985 Nov;11(11):462-4.
51. Oswald RJ, Friedman CE. Periapical response to dentin filings. A pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1980 Apr;49(4):344-55.
52. Ozgur Uyanik M, Cehreli ZC, Ozgen Mocan B, Tasman Dagli F. Comparative evaluation of three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod*. 2006 Jul;32(7):668-71.

53. Paque F, Musch U, Hulsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J.* 2005 Jan;38(1):8-16.
54. Patterson SM, Patterson SS, Newton CW, Kafrawy AH. The effect of an apical dentin plug in root canal preparation. *J Endod.* 1988 Jan;14(1):1-6.
55. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 1998 Mar;24(3):180-3.
56. Ruiz-Hubard EE, Gutmann JL, Wagner MJ. A quantitative assessment of canal debris forced periapically during root canal instrumentation using two different techniques. *J Endod.* 1987 Dec;13(12):554-8.
57. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod.* 1977 Oct;3(10):394-8.
58. Santana JR. Análise Comparativa "in vitro" da quantidade de material extruído além do forame apical por diferentes técnicas manuais de instrumentação dos canais radiculares [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2002.
59. Savarrio L, Mackenzie D, Riggio M, Saunders WP, Bagg J. Detection of bacteraemias during non-surgical root canal treatment. *J Dent.* 2005 Apr;33(4):293-303.
60. Schafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2004 Apr;37(4):229-38.
61. Schafer 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.* 2004 Apr;37(4):239-48.

62. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2):269-96.
63. Schirrmester JF, Strohl C, Altenburger MJ, Wrbas KT, Hellwig E. Shaping ability and safety of five different rotary nickel-titanium instruments compared with stainless steel hand instrumentation in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 Jun;101(6):807-13.
64. Seltzer S, Bender IB, Turkenkopf S. Factors Affecting Successful Repair after Root Canal Therapy. *J Am Dent Assoc.* 1963 Nov;67:651-62.
65. Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Goldenberg A, Bender IB. Biologic aspects of endodontics. 3. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1968 Nov;26(5):694-705.
66. Shoha SD, Glickman GN. Evaluation of rotary NiTi Systems and Conventional Filing: Degree of apical extrusion. *J Endod.* 1996;22(4):194.
67. Siqueira JF, Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* 2003 Jul;36(7):453-63.
68. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JC et al. Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod.* 2002 Jun;28(6):457-60.
69. Souza RE. Avaliação da eficácia das técnicas de instrumentação e de substâncias químicas nas paredes de canais radiculares. Estudo em microscopia eletrônica de varredura [Doutorado]. Bauru: Universidade de São Paulo; 2005.
70. Svec TA, Powers JM. Effects of simulated clinical conditions on nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 1999 Nov;25(11):759-60.

71. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayir G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 Feb;101(2):250-7.
72. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* 2005 Jul;31(7):533-5.
73. Torabinejad M. Passive step-back technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994 Apr;77(4):398-401.
74. Torabinejad M, Eby WC, Naidorf IJ. Inflammatory and immunological aspects of the pathogenesis of human periapical lesions. *J Endod.* 1985 Nov;11(11):479-88.
75. Torneck CD, Smith JS, Grindall P. Biologic effects of endodontic procedures on developing incisor teeth. 3. Effect of debridement and disinfection procedures in the treatment of experimentally induced pulp and periapical disease. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973 Apr;35(4):532-40.
76. Torneck CD, Smith JS, Grindall P. Biologic effects of endodontic procedures on developing incisor teeth. IV. Effect of debridement procedures and calcium hydroxide-camphorated parachlorophenol paste in the treatment of experimentally induced pulp and periapical disease. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973 Apr;35(4):541-54.
77. Tronstad L. Tissue reactions following apical plugging of the root canal with dentin chips in monkey teeth subjected to pulpectomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1978 Feb;45(2):297-304.
78. 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(7):668-71.

79. Vande Visse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod.* 1975 Jul;1(7):243-6.
80. Vansan LP. Estudo comparativo "in vitro" da quantidade de material extruído apicalmente durante a instrumentação dos canais radiculares [Doutorado]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 1993.
81. Vansan LP, Pecora JD, da Costa WF, Silva RG, Savioli RN. Comparative in vitro study of apically extruded material after four different root canal Instrumentation techniques. *Braz Dent J.* 1997;8(2):79-83.
82. Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003 Feb;95(2):228-33.
83. Yusuf H. The significance of the presence of foreign material periapically as a cause of failure of root treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982 Nov;54(5):566-74.

ABSTRACT

ABSTRACT

Comparative analysis of dentin apical extrusion through different manual and rotary instrumentation root canal technique

Patient's general health is fundamental during endodontic therapy. Thus, we must minimize the harmful instrumentation effects in the periapical tissues. The aim of this study was to compare the amount of solid material extruded beyond the apical foramen among 2 manual instrumentation techniques: Step-Back and the Oregon's technique, as well as 3 mechano-rotary techniques preconized by the manufacturers of the following instruments: ProTaper, K3 Endo, and FKG RaCe™ Systems. Seventy-five unirradicular teeth were used, being 15 teeth in each technique. The solid material extruded was collected with a paper filter (Whatman). Afterward, the filters were dry in the oven and weighted in an analytical balance. The extruded material was considered as the difference between final and initial mass values. Data analysis showed extrusion for all instrumentation techniques; however, the Step-back technique provided greater values than the other techniques, and no differences were seen among the Oregon and the rotary techniques. Progressive classification for the extruded material was the following: K3 Endo, ProTaper, FKGRaCe, Oregon, and The Step-back technique.

Keywords: apical extrusion, endodontics, rotary technique, manual technique.