

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Fernanda Hecksher de Andrade

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO PARA A
REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER*, ATRAVÉS DE MEV, APÓS A
INSTRUMENTAÇÃO COM SISTEMA PROTAPER NEXT**

Belo Horizonte
2014

Fernanda Hecksher de Andrade

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO PARA A
REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER*, ATRAVÉS DE MEV, APÓS A
INSTRUMENTAÇÃO COM SISTEMA PROTAPER NEXT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas - Ênfase: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Nunes

Belo Horizonte

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

A553a Andrade, Fernanda Hecksher
Avaliação de diferentes protocolos de irrigação para a remoção da *smear layer*, através de MEV, após a instrumentação com sistema Protaper Next /
Fernanda Hecksher de Andrade. Belo Horizonte, 2014.
50 f. : il.

Orientador: Eduardo Nunes
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Instrumentos odontológicos. 2. Canal radicular - Tratamento. 3. Microscopia eletrônica de varredura. 4. Endodontia. 5. Adesivos dentários. I. Nunes, Eduardo. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

Fernanda Hecksher de Andrade

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO PARA A
REMOÇÃO DA *SMEAR LAYER*, ATRAVÉS DE MEV, APÓS A
INSTRUMENTAÇÃO COM SISTEMA PROTAPER NEXT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Ênfase: Endodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Gil Moreira Júnior – UI
- 2- Prof. Dr. Wellington Corrêa Jansen – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Eduardo Nunes – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 15 de dezembro de 2014

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 26 de janeiro de 2015

Prof. Dr. Eduardo Nunes
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

**À Deus,
aos meu pais e minha irmã pela dedicação,
meu marido pelo apoio e incentivo e
minha filha pela inacreditável parceria.**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Ricardo e Ondina Hecksher por acreditarem sempre no meu potencial, me apoiando em todos os momentos e pela ajuda incondicional desde o começo. Sem vocês nada disso seria possível.

À minha querida irmã, Rachel Hecksher, por seu exemplo de humanidade e dedicação à família. Amo muito você.

Ao meu marido, Bernardo Andrade, por compartilhar dos mesmos sonhos, por sempre me incentivar e acreditar que isso é só o começo de uma grande jornada.

A minha amada filha, Ananda Andrade, pelo companheirismo e amizade. Obrigada por ter entrado de cabeça em todas as nossas mudanças não só de cidade, mas como de país. Você soube superar todas as adversidades com brilhantismo. Você é o meu exemplo e faço tudo isso por você.

A minha madrinha Georgina Collares e tias Zilda Alves e Neide Collares por todo amor e carinho.

Ao meu sogro, Ronaldo Braga, e sogra, Isabel Andrade, pelo suporte em todas as horas.

Ao meu orientador Professor Dr. Eduardo Nunes, pelo suporte, por suas correções e incentivos. Sua disciplina, organização e dedicação à arte de lecionar são ensinamentos que levarei por toda a vida.

Aos professores de mestrado da PUC Minas, por quem manifesto enorme respeito e admiração, agradeço pela paciência, dedicação e pelos ensinamentos incansadamente repassados a mim.

Aos mestres Hector Rodrigues, Giane Borges e a Professora Dra. Sônia Mendes, o meu reconhecimento pelos ensinamentos prestados. O resultado de meus estudos só foi possível graças a cooperação de vocês. Meus eternos agradecimentos.

Aos amigos Patrícia Coelho, Pedro Xambre, Evert Leonard, Albano Teixeira, Bruno Vidigal, Saulo de Abreu, Olívia Silveira, pelo apoio em todas as horas e incentivo que me fizeram lograr tal êxito. Jamais lhes esquecerei!

O impossível reside nas mãos inertes daqueles que não tentam.
(EPÍCURO. 341-270 AC)

RESUMO

Este estudo *ex-vivo* teve como objetivo investigar a eficiência das substâncias irrigadoras na remoção da smear layer utilizando ativação ultrassônica associada ao Sistema Protaper Next®. Foram selecionados 34 dentes unirradiculados com único canal e divididos em 3 grupos, onde utilizamos o protocolo de irrigação convencional com ativação ultrassônica passiva (PUI) e o protocolo de irrigação alternada de hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl) e EDTA17% (ácido etilenodiamino tetracético) associado a PUI (irrigação ultrassônica passiva) e a CUI (irrigação ultrassônica contínua). Como grupo controle foram utilizados 2 dentes instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio sem o uso do ultrassom e outros 2 dentes apenas clivados sem nenhuma instrumentação ou irrigação prévia. Todos os dentes após instrumentação, foram clivados e observados em microscopia eletrônica de varredura (MEV) para verificação de presença ou ausência de *smear layer*. Como resultado não foi observada diferença estatística entre os grupos quando avaliado a quantidade de debris dentinários entre os terços apical, médio e cervical, mas pode-se observar uma maior quantidade de debris dentinários no grupo da CUI em comparação ao grupo da PUI com uso do EDTA somente no final quando toda a extensão da raiz foi avaliada conjuntamente. Podendo-se concluir que nenhuma das técnicas proporcionou uma limpeza ideal do canal radicular e a CUI mostrou-se menos eficiente quando observado o elemento radicular como um todo.

Palavras-chave: Irrigação. *Smear layer*. Ultrassom.

ABSTRACT

This ex-vivo study aimed to investigate the effectiveness of irrigating solutions in removing the smear layer using ultrasonic activation associated with Protaper Next® System. A total of 34 single-rooted teeth were selected and divided into 3 groups, in which we used the conventional irrigation with passive ultrasonic activation (PUI) protocol and the alternating irrigation protocol with sodium hypochlorite 2,5% (NaOCl) and EDTA 17% (ethylenediamine tetraacetic acid) associated with the PUI (passive ultrasonic irrigation) and the CUI (continuous ultrasonic irrigation). The control group used 2 teeth instrumented and irrigated with sodium hypochlorite without the use of ultrasound, and another 2 teeth, only cleaved, without any instrumentation or previous irrigation. All teeth, after instrumentation, were split longitudinally and observed under scanning electron microscopy to check for the presence or absence of smear layer. And as a result it was not observed statistical differences between the groups when evaluated the amount of debris between the apical, middle and cervical thirds. However, a worse performance in the CUI group can be observed when the entire length of the root was assessed jointly when compared with the PUI group with EDTA used only at the final of irrigation. It can be concluded that none of the techniques provided an optimal cleaning of the root canal and the CUI appeared less efficient when the root element was viewed as a whole

Keywords: Irrigation. Smear layer. Ultrasound.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PUI - Passive ultrasonic irrigation

NaOCl - Hipoclorito de Sódio

EDTA - Ácido etilenodiamino tetracético

CUI - Continuous ultrasonic irrigation

% - Porcentagem

MEV - Microscopia eletrônica de varredura

Mm - Milímetro

CPC - Comprimento patente do canal

CT - Comprimento de trabalho

RPM - Rotação por minuto

Ncm - Newton centímetro

ml - Mililitro

G - Grupo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Seleção da amostra.....	24
Figura 2. Grupos do experimento	25
Figura 3. Lima SX- pré alargamento.....	26
Figura 4. Lima Protape Next®	26
Figura 5. Motor VDW com rpm e torque determinados	26
Figura 6. Irrigação	28
Figura 7. Energização com inserto Irrisonic	28
Figura 8. Componentes da CUI	28
Figura 9. Adaptação da técnica da CUI.....	29
Figura 10. Uso do capillary tip	29
Figura 11. Uso do do papel absorvente.....	30
Figura 12. Amostras após banho de ouro	30
Figura 13. MEV.....	31
Figura 14. Padronização dos pontos para análise.....	31
Figura 15. Referência das graduações de smear layer utilizada na avaliação dos espécimes. A, Escore 1. B, escore 2. C, escore 3. D, escore 4.	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS.....	23
2.1 Objetivo geral	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Critérios de inclusão e exclusão da amostra.....	24
3.2 Critérios de padronização, instrumentação e irrigação.....	25
3.3 Análise dos dentes com utilização de microscopia eletrônica de varredura	30
3.4 Tabulação dos dados e análise estatística	32
4 ARTIGO	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO A – Declaração ao Comitê de Ética em Pesquisa	47
ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP	48

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo da instrumentação, manual ou através de sistema rotatório, é facilitar a remoção do tecido inflamado ou necrótico, microrganismos/biofilme, e outros debris do espaço dos canais radiculares (PETERS; SCHONEBERGER; LAIB, 2001).

Nas ultimas décadas uma série de conceitos, estratégias e técnicas de preparo do canal radicular tem sido propostas. Um conjunto impressionante de limas surgiram, variando não só o seu desenho, como também o número de instrumentos utilizados (RUDDLE; WEST; MACHTOU, 2013) .

A mais recente geração de limas, PROTAPER NEXT®, foi desenvolvida de tal maneira que o centro da massa ou o centro de rotação da lima se encontra deslocado. O seu formato cônico progressivo favorece a diminuição do embricamento mecânico da lima à dentina, melhorando a remoção de debris do canal. O tratamento M-Wire da liga, aumenta a sua flexibilidade, diminuindo a fadiga cíclica do instrumento. Dessa maneira esse sistema apresenta-se seguro e de simples execução (HASHEM et al., 2012; RUDDLE; WEST; MACHTOU, 2013).

Sendo impossível a erradicação dos debris intra radiculares somente com a instrumentação mecânica, uma solução irrigante se faz necessária para o completo e efetivo tratamento (BASRANI; HAAPASALO, 2012).

Atualmente não existe uma substância química irrigadora que preencha todos os requisitos necessários para um irrigante ideal. A irrigação eficiente é baseada na combinação de 2 ou várias soluções irrigadoras, em uma sequência específica para que seja obtida todas as funções desejadas de um irrigante eficiente e seguro (HAAPASALO et al., 2010).

O NaOCl é o irrigante mais popular, comumente utilizado em concentrações que variam entre 0,5% a 6%. É um potente agente antimicrobiano, eliminando instantaneamente quando em contato com as bactérias. Dissolve tecido pulpar remanescente e colágeno, e muitos componentes orgânicos da dentina (HAAPASALO et al., 2010).

A *smear layer* é originada do contato do instrumento endodôntico com a parede dentinária do canal radicular, sendo formada por matéria orgânica e inorgânica. A sua remoção, pela irrigação, faz-se necessária para que haja uma melhora na qualidade da limpeza e selamento da obturação (HAAPASALO; QIAN;

SHEN, 2012).

O NaOCl é o único irrigante que dissolve tanto tecido necrótico quanto tecido orgânico vital, mas sozinho não remove *smear layer*, atuando somente na parte orgânica da mesma. O uso do EDTA irá atuar na parte inorgânica da *smear layer* (HAAPASALO et al., 2010), favorecendo a ação antibacteriana do hipoclorito em camadas mais profundas da dentina (ØRSTAVIK; HAAPASALO, 1990). Sua ação quelante é autolimitada devido a sua saturação, precisando de constantes renovações durante a irrigação final (BASRANI; HAAPASALO, 2012).

Constata-se que devido a rapidez das novas técnicas de instrumentação, a substância irrigadora terá um menor tempo de atuação, o que poderá influenciar na sua eficácia. Pode-se variar o tempo de permanência da substância irrigadora no canal, a sua concentração e o fluxo. A utilização de insertos especiais adaptados ao aparelho de ultrassom aumenta a eficácia da irrigação, devido a uma maior movimentação do líquido irrigador e aumento de temperatura do mesmo (BASRANI; HAAPASALO, 2012).

Esta pesquisa, *ex-vivo*, tem como objetivo verificar a eficácia da ativação ultrassônica durante a irrigação por PUI e CUI na remoção da *smear layer* durante a instrumentação com sistema Protaper Next®, utilizando a microscopia eletrônica de varredura.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho será o de investigar a eficiência dos protocolos de irrigação na remoção da *smear layer* utilizando ativação ultrassônica associada ao sistema de instrumentação PROTAPER NEXT.

2.2 Objetivos específicos

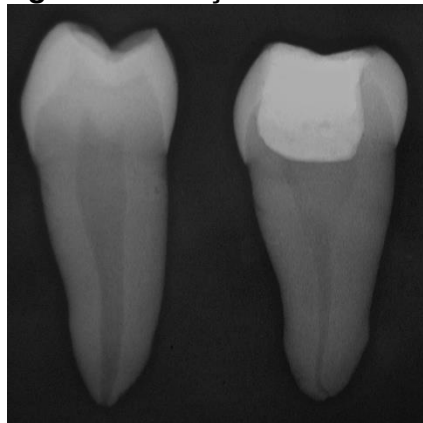
- a) avaliar a capacidade de remoção de *smear layer* utilizando irrigação intercalada NaOCl e EDTA com irrigação ultrassônica passiva;
- b) avaliar a capacidade de remoção de *smear layer* utilizando irrigação com NaOCl e irrigação final com EDTA com ativação ultrassônica passiva;
- c) avaliar a capacidade de remoção de *smear layer* utilizando irrigação intercalada NaOCl e EDTA com irrigação ultrassônica contínua.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Critérios de inclusão e exclusão da amostra

Foram selecionados 34 dentes pré molares, unirradiculados, cedidos pelo banco de dentes da PUC Minas (ANEXO A) e divididos em três grupos experimentais com 10 dentes cada e dois grupos controles com 2 elementos cada. Por meio de avaliação radiográfica, foram descartados dentes que apresentaram mais de um canal, rizogênese incompleta, reabsorções internas e externas, linhas de fratura, raízes curvas, canais obturados ou mesmo instrumentados. Os critérios para inclusão foram: canais únicos, raízes retas com rizogênese completa (Fig. 1).

Figura 1. Seleção da amostra



Fonte: Elaborado pelo autor

Os espécimes foram armazenados em água destilada e hipoclorito de sódio a 2,5% (Lenza Farmacêutica, Belo Horizonte, Brasil) na proporção de 10:1 até o momento da padronização do comprimento e instrumentação (Fig. 2).

Figura 2. Grupos do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Critérios de padronização, instrumentação e irrigação

Após aprovação pelo Comitê de Ética da PUC Minas (27724414.2.0000.5137) (ANEXO B) foi realizado acesso coronário utilizando brocas de aço 1557 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) e Endo Z (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) sob constante refrigeração. A cavidade de acesso foi irrigada com hipoclorito de sódio 2,5% a fim de limpar a câmara pulpar e melhor identificar o canal radicular. Os dentes tiveram seu comprimento padronizado em 18mm realizando a remoção parcial da coroa dentária com auxílio de um disco flexível adiamantado dupla-face (4217) (DFS, Riedenburg, Alemanha). O comprimento patente do canal (CPC) foi determinado visualmente pela inserção de uma lima tipo K 10 (Dentsply, Ballaigues, Suíça) até o forame apical. O comprimento de trabalho (CT) foi aferido pela diminuição de 1mm aquém do forame apical.

Os dentes foram fixados a um torno e a instrumentação do canal realizada pela técnica rotatória preconizada por Ruddle, West e Machtou (2013) utilizando instrumentos SX (Dentsply, Ballaigues, Suíça) e ProTaper Next® (Dentsply, Ballaigues, Suíça) acoplados ao motor endodôntico VDW Silver (VDW, Munich, Germany) com velocidade de 300 rpm (rotação por minuto) e torque de 2.0 Ncm (newton centímetro) (Figs. 3, 4 e 5).

Figura 3. Lima SX- pré alargamento



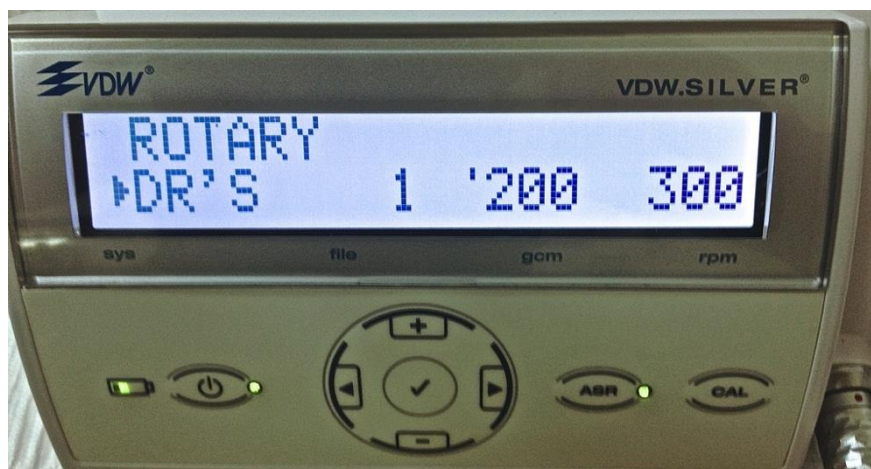
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 4. Lima Protape Next®



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5. Motor VDW com rpm e torque determinados



Fonte: Elaborado pelo autor

No grupo 1 foi realizado o preparo do terço médio e cervical com lima SX no comprimento de 12 mm seguido de irrigação com 2ml de NaOCl 2,5% (Lenza Farmacêutica, Belo Horizonte, Brasil) por 20 segundos utilizando seringa de 5 ml (Ultradent, Utah, EUA) e agulha Endo-Eze gauge 27 (Ultradent, Utah, EUA) em 12 mm (Fig.6) em seguida foi realizada energização com inserto Irrisonic (Capelli e Fabris, Santa Rosa de Viterbo) no comprimento de 12 mm acoplado ao aparelho de ultrassom Piezon® 250 (EMS, Nyon, Suíça) por 20 segundo na potência Endo 2. Em seguida foi realizado irrigação em 12 mm com 2 ml EDTA 17% (Lenza Farmacêutica, Belo Horizonte, Brasil) por 20 segundos e energização com inserto Irrisonic em 12 mm por 20 segundos (Figs. 6 e 7). Após o preparo inicial foi realizado a instrumentação manual com lima K 15 no CT com intuito de preparar o canal para a instrumentação rotatória. Instrumentação com as lima X1 (17.04) e X2 (25.06) no CT e a mesma sequência de irrigação após uso de cada lima com a preocupação em realizar a irrigação e energização em 20 segundos no CT. No grupo 2 foi realizado o mesmo protocolo de instrumentação variando a sequência de irrigação utilizando 2ml de hipoclorito de sódio 2,5% por 20 segundos com energização ultrassônica por 20 segundos após o uso de cada lima (SX, X1 e X2) respeitando o CT e irrigação final com 2 ml de EDTA 17% e 2 ml de NaOCl 2,5% ambas por 20 segundos e utilizando energização ultrassônica por 20 segundos no CT. No grupo 3 foi realizado o mesmo protocolo de instrumentação sendo a irrigação realizada pela CUI, uma seringa acoplada a uma mangueira que libera a solução irrigadora na parte superior do inserto ultrassônico (Capelli e Fabris, Santa Rosa de Viterbo) favorecendo a constante renovação do irrigante (Fig. 8). Nesse estudo a mangueira foi eliminada para que houvesse a exata precisão do volume do irrigante e para que não houvesse mistura de soluções no interior da mangueira (Fig. 9). Foram utilizados 2ml de NaOCl 2,5% e 2ml de EDTA 17% com 20 segundos de energização e irrigação contínua após uso da limas SX, X1 e X2 respeitando o comprimento de trabalho de cada lima na localização do inserto e irrigação final com 2 ml NaOCl 2,5% também pela técnica da CUI no CT.

Figura 6. Irrigação



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7. Energização com inserto Irrisonic



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8. Componentes da CUI



Fonte: Elaborado pelo autor

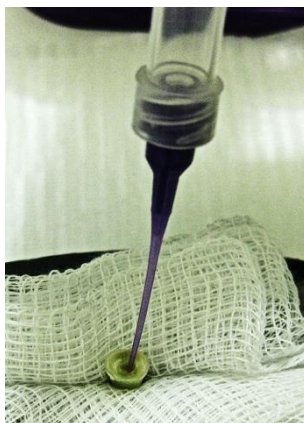
Figura 9. Adaptação da técnica da CUI



Fonte: Elaborado pelo autor

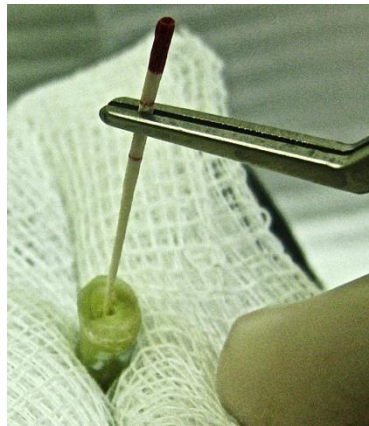
Após serem instrumentados, todos os canais foram secos com capillary tips 0.14 (Ultradent, Utah, EUA) (Fig. 10) e cones de papel absorvente F2 (Dentsply Maillefer, Ballaiguess, Suíça) (Fig. 11).

Figura 10. Uso do capillary tip



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11. Uso do papel absorvente



Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Análise dos dentes com utilização de microscopia eletrônica de varredura

Os espécimes foram então clivados, no sentido longitudinal, com um disco flexível diamantado dupla-face (4217) (DFS, Riedenburg, Alemanha) sem invadir o espaço do canal radicular e então fraturados, visando a exposição do canal, sendo desta maneira obtida duas metades de cada dente. Uma metade foi aleatoriamente escolhida e fixada em um “*stub*” metálico circular de 10mm de diâmetro e 5mm de altura. Em seguida a amostra foi presa a uma plataforma metálica e levada ao aparelho metalizador para receber o banho de ouro (Fig. 12). Adequadamente preparados, os espécimes foram analisados na câmara visual do MEV (Jeol Co., Tóquio, Japão) com um aumento de 1500X (Fig. 13).

Figura 12. Amostras após banho de ouro

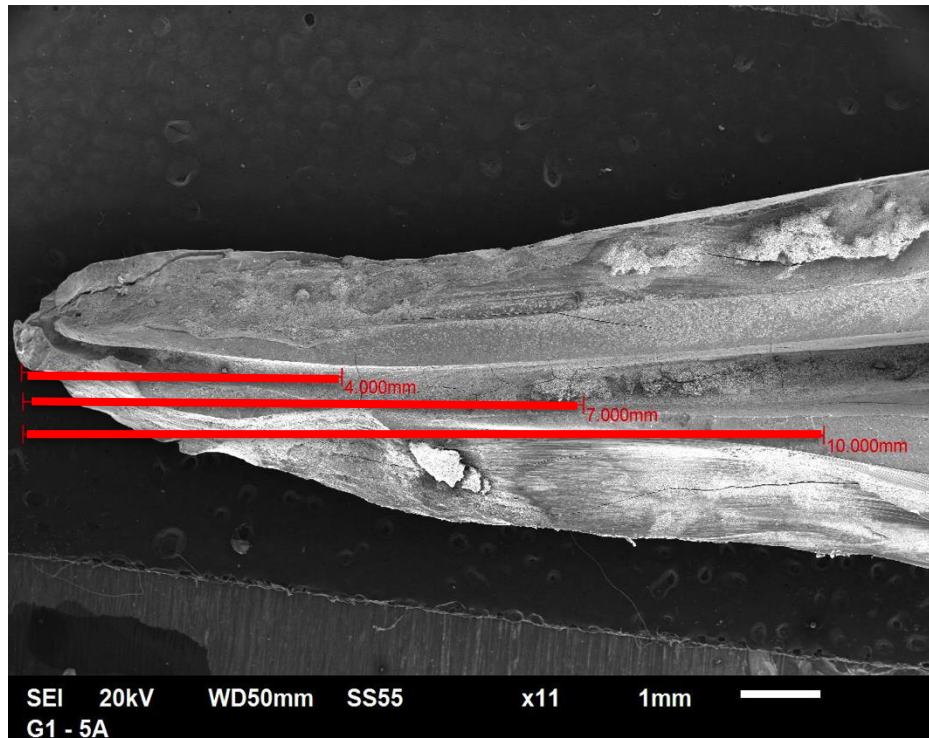


Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13. MEV

Fonte: Elaborado pelo autor

As raízes tiveram seu comprimento padronizado, sendo o ponto 0mm determinado como sendo o forame apical crescendo em direção cervical. O intuito dessa padronização foi determinar 3 pontos fixos (4mm, 7mm e 10mm) para avaliação microscópica (Fig. 14).

Figura 14. Padronização dos pontos para análise

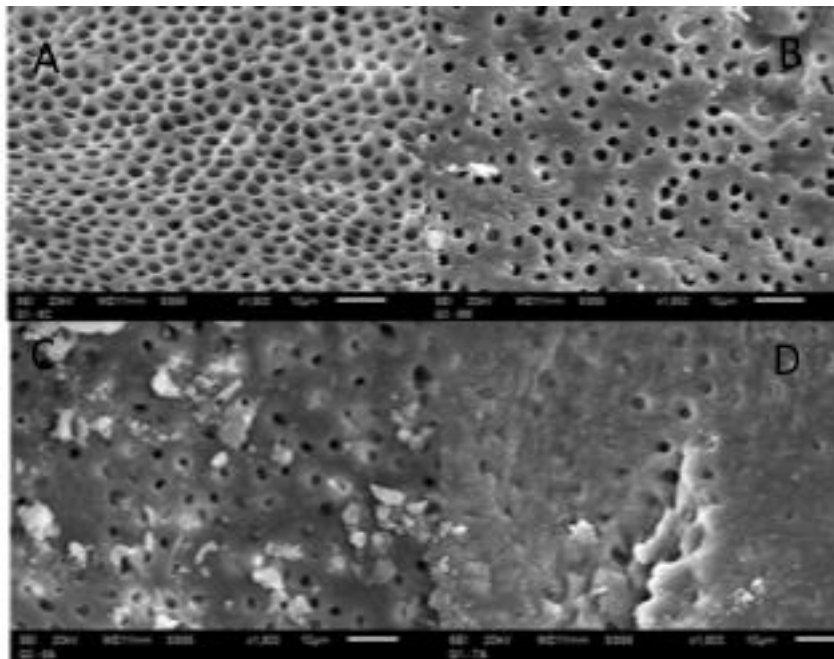
Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 Tabulação dos dados e análise estatística

Foi determinada a presença ou ausência de *smear layer*, por um examinador calibrado usando-se escores de 1 a 4 (Fig. 15) como realizado no estudo de Baumgartner, Brown e Mader (1984):

1. ausência de debris, com túbulos dentinários desobstruídos e limpos;
- 2 e 3. reflete a variação entre os extremos;
4. acentuada, localizada na superfície radicular e nos túbulos dentinários.

Figura 15. Referência das graduações de smear layer utilizada na avaliação dos espécimes. A, Escore 1. B, escore 2. C, escore 3. D, escore 4.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados foram anotados em planilha de Excel e submetidos à avaliação estatística pelo teste de Friedman seguido pelo teste *post hoc* de Dunn para avaliar a existência de diferenças na variável “quantidade de debris dentinários” entre cada região (terços apical, médio e cervical). Esta análise foi realizada separadamente para cada um dos grupos (G1, G2, G3).

E pelo teste de Kruskal Wallis seguido pelo teste *post hoc* de Dunn para avaliar a existência de diferenças na variável “quantidade de debris dentinários” entre cada um dos grupos (G1, G2 e G3). Esta análise foi realizada separadamente

para cada região avaliada (terços apical, médio e cervical) e também considerando conjuntamente toda a extensão da raiz (terços apical, médio e cervical).

O nível de significância foi estabelecido em 5%. As análises foram realizadas por meio do software BioEstat 5.0 (Optical Digital Technology, Belém, Brazil).

4 ARTIGO

Diferent Protocols Assessment for the Removal Of Smear Layer, through Sem, after the Instrumentation with the Protaper Next System

Artigo preparado dentro das normas da revista alvo: Journal of Endodontics (Qualis A1).

Normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico:

<http://www.aae.org/publications-and-research/journal-of-endodontics/authors-and-reviewers/guidelines-for-publishing-papers-in-the-joe.aspx#sthash.exAqqgMc.dpuf>.

Diferent Protocols Assessment for the Removal of Smear Layer, through Sem, after the Instrumentation with the Protaper Next System

Fernanda Hecksher de Andrade¹, Pedro Augusto Xambre de Oliveira Santos¹, Albano Teixeira Freitas¹, Martinho Campolina Rebello Horta², Frank Ferreira Silveira²; Eduardo Nunes²

ABSTRACT

This ex-vivo study aimed to investigate the effectiveness of irrigating solutions in removing the smear layer using ultrasonic activation associated with Protaper Next® System. A total of 34 single-rooted teeth were selected and divided into 3 groups, in which we used the conventional irrigation with passive ultrasonic irrigation (PUI) protocol and the alternating irrigation protocol with sodium hypochlorite 2,5% (NaOCl) and EDTA 17% (ethylenediamine tetraacetic acid) associated with the PUI and the CUI (continous ultrasonic irrigation). The control group used 2 teeth instrumented and irrigated with sodium hypochlorite without the use of ultrasound, and another 2 teeth, only cleaved, without any instrumentation or previous irrigation. All teeth, after instrumentation, were split longitudinally and observed under scanning electron microscopy to check for the presence or absence of smear layer. As a result it was not observed statistical differences between the groups when evaluated the amount of debris between the apical, middle and cervical thirds. However, a worse performance in the CUI group can be observed when the entire length of the root was assessed jointly when compared with the PUI group with EDTA used only at the final of irrigation. It can be concluded that none of the techniques provided an optimal cleaning of the root canal and the CUI appeared less efficient when the root element was viewed as a whole.

Keywords: Irrigation. Smear layer. Ultrasound.

¹ Programa de Pós-graduação em Odontologia - PUC Minas, Minas Gerais, Brasil.

² Departamento de Odontologia – PUC Minas, Minas Gerais, Brasil.

Correspondência ao autor: Eduardo Nunes. **Endereço:** Av. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico - Belo Horizonte/MG - Brazil CEP. 30535-901. **Telefone:** 55-31-3319-4414. email: edununes38@terra.com.br

Introduction

In the past few decades, a number of concepts, strategies and preparation techniques of the root canal has been proposed (1). The latest generation of files, ProTaper NEXT®, was developed in such a way that the center of mass or center of rotation of the file is moved and, attached to its conical shape, favors a progressive reduction of the mechanical interlock file to dentin, increases its flexibility and improves the removal of debris from the channel (2). Becoming a safe, simple system implementation combined with the most advanced technology on the market (1).

The smear layer is originally from the contact of endodontic instrument with the dentinal wall of the root canal, and its removal, by irrigation, is necessary for there to be an improvement in the quality of cleaning and sealing of the shutter (3). When used, the NaOCl will act in the organic part of the *smear layer* and the EDTA will act on the inorganic part (4), favoring the antibacterial action of hypochlorite into deeper layers of dentin (5). The action of both is self-limiting because of their saturation, requiring constant renewal (6).

It appears that, due to the speed of new instrumentation techniques, the irrigants substance will have a shorter time of action, which may influence on its effectiveness. One can vary the residence time of the irrigating solutions on the channel, its concentration and flow. The use of inserts adapted to the special ultrasound machine increases the efficiency of irrigation due to a larger motion of the irrigating liquid and an increase of its temperature. (6).

This study aimed to evaluate the efficiency of different irrigation protocols in removing the smear layer using ultrasonic activation associated with the instrumentation system ProTaper NEXT.

Material and Methods

Inclusion and exclusion criteria of the sample

A total of 34 pre molar teeth, single-rooted, granted by the bank of the Catholic University, were selected and divided into three experimental groups of 10 teeth each and two control groups with 2 elements each. The inclusion criteria were: single canals straight roots with complete root formation.

Criteria of standardization, instrumentation and irrigation

Coronary access was performed and the cavity was irrigated with sodium hypochlorite in order to clean the pulp chamber and to best identify the root canal. The teeth had their standard length in 18mm performing the partial removal of the tooth crown. The working length as measured by the reduction of 1 mm short of the foramen.

The teeth were fixed in a vise and the instrumentation channel was carried by the rotary technique (1) using SX instruments (Dentsply, Ballaigues, Switzerland) and ProTaper next® (Dentsply, Ballaigues, Switzerland).

In group 1 was carried out the preparation of the medium and cervical third with SX file in length of 12 mm followed by irrigation with 2 ml of 2.5% NaOCl (Lenza Pharmaceuticals, Belo Horizonte, Brazil) for 20 seconds using 5 ml syringe (Ultradent, Utah, USA) and Endo-Eze needle gauge 27 (Ultradent, Utah, USA) in 12 mm and afterwards were energized with insert Irrisonic (Capelli and Fabris, Santa Rosa de Viterbo) in length of 12 mm coupled to the ultrasound device Piezon® 250 (EMS, Nyon, Switzerland) for 20 seconds in power Endo 2. Then irrigation was performed in 12 mm with 2 ml 17% EDTA (Lenza Pharmaceuticals, Belo Horizonte, Brazil) for 20 seconds and power with insert Irrisonic 12 mm for 20 seconds. After the initial preparation was performed manual instrumentation with K file 15 in CT with a view to prepare the channel for rotary instrumentation. After the initial preparation was performed manual instrumentation with K file 15 in CT with a view to prepare the channel for rotary instrumentation. Instrumentation with X1 file (17:04) and X2 (25:06) in the CT and the same sequence of irrigation after use of each file with the concern to carry out irrigation and power in 20 seconds in CT. Group 3 was performed the same instrumentation protocol being performed by irrigation CUI a syringe attached to a hose which frees the irrigating solution in the upper part of the ultrasonic insert (Capelli and Fabris, Santa Rosa de Viterbo) favoring the constant renewal of irrigant. In this study the hose has been eliminated so that there was the exact accuracy of irrigating the volume and so there would be no mixing of solutions inside the hose. We used 2 ml of 2.5% NaOCl and 2 ml of 17% EDTA with 20 seconds of power-up and continuous irrigation after use of SX files, X1 and X2 respecting the CT of each file in the insertion of the insert and final irrigation with NaOCl 2.5 % also by CUI technical respecting the CT.

After being instrumented, all channels were dried with capillary tips 0.14 (Ultradent, Utah, USA) and F2 absorbent paper cones (Dentsply Maillefer, Ballaiguess, Switzerland).

Analysis of the teeth with the use of scanning electron microscopy

The specimens were cleaved longitudinally with a two-sided flexible disk (4217) (DFS, Riedenburg, Germany) without invading the space of the root canal, and then fractured in order to display the channel, and thus obtained two halves of each tooth. Properly prepared, the specimens were analyzed in visual camera of the scanning electron microscope (JEOL Co., Tokyo, Japan) with an increase of 1500X.

The roots had their standard length, determining as the point 0 mm being the apical foramen growing in cervical direction. The purpose of this standardization was to determine three fixed points (4mm, 7mm and 10mm) (Fig. 1) for microscopic evaluation.

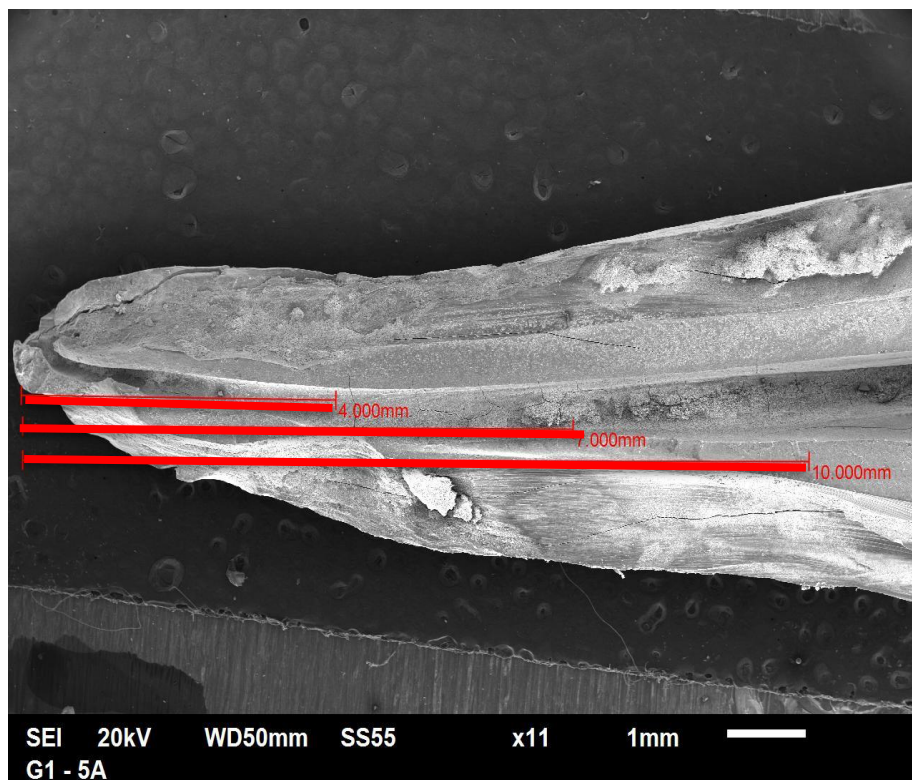


Figure 1. Standardization of points for analysis

Tabulation of data and statistical analysis

We determined the presence or absence of *smear layer* by a trained examiner using scores from 1 to 4 (Fig.2) as done in this study (7):

1. no superficial debris , with dentinal tubules clear and clean;
- 2 and 3. reflects the variation between the extremes;
4. marked, located in the root surface and in the dentinal tubules.

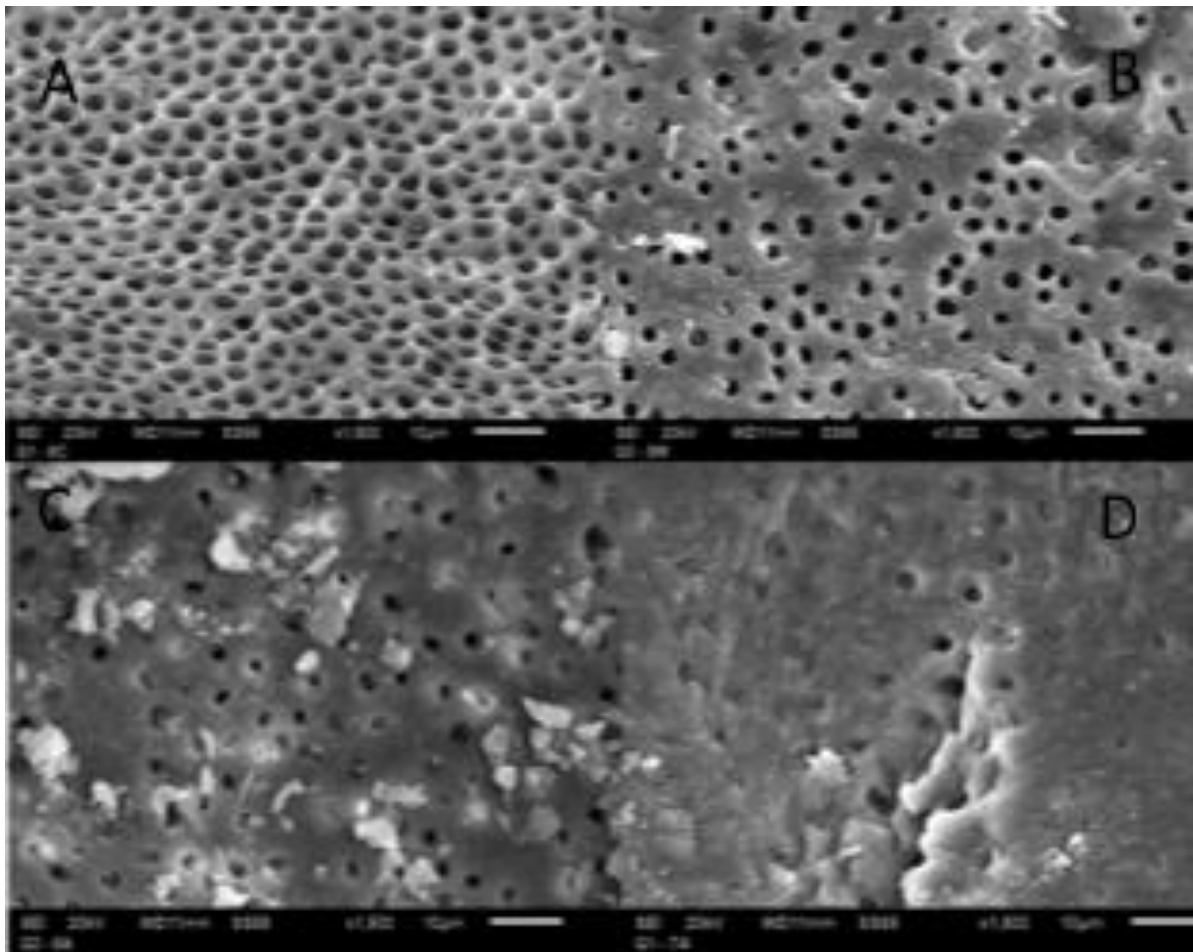


Figure 2. Graduations reference smear layer used in the evaluation of the specimens. **A** score 1. **B** score 2. **C** score 3. **D** score 4.

The results were submitted to statistical evaluation using the Friedman test followed by Dunn's post hoc test to assess the existence of differences in the variable "amount of debris dentinal" between each region (apical, middle and cervical thirds). This analysis was performed separately for each group (G1, G2, G3).

And by the Kruskal-Wallis test followed by Dunn's post hoc test to assess the existence of differences in the variable "amount of debris dentinal" between each group (G1, G2 and G3). This analysis was performed separately for each region

evaluated (apical, middle and cervical), and also considering jointly the entire length of the root (apical, middle, and cervical).

The level of significance was set at 5%. Analyses were performed using BioEstat 5.0 software (Optical Digital Technology, Belém, Brazil).

Results

No statistically significant differences were observed in the variable "amount of dentinal debris" between the groups G1, G2 and G3 when each region (apical, middle and cervical thirds) was evaluated separately. However, when the entire length of the root was evaluated together (apical, middle, and cervical thirds), the "amount of dentin debris" was statistically higher in G2 than in G3 (Tables 1 and 2).

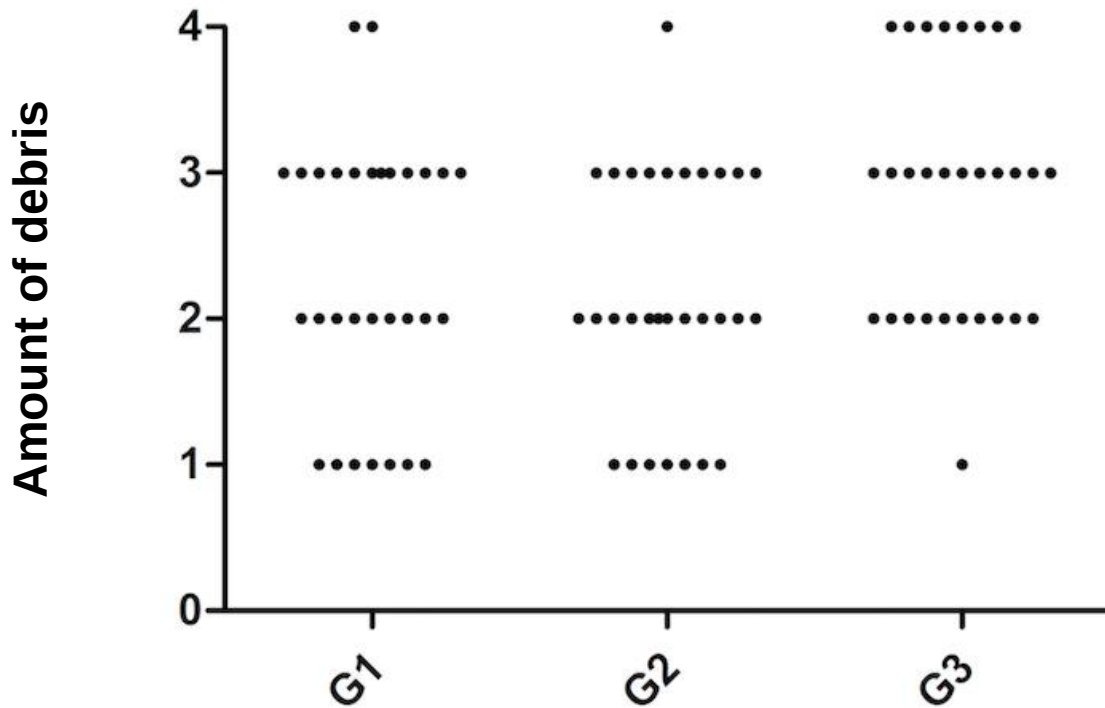
TABLE 1. Median, minimum and maximum "amount of dental debris"

	G1	G2	G3
Apical third	2,5 (1,0 – 4,0) ^{A,a}	2,5 (1,0 – 4,0) ^{A,a}	3,0 (2,0 – 4,0) ^{A,a}
Middle third	3,0 (1,0 – 3,0) ^{A,a}	2,0 (1,0 – 3,0) ^{A,a}	3,0 (2,0 – 4,0) ^{A,a}
Cervical third	2,0 (1,0 – 3,0) ^{A,a}	2,0 (1,0 – 3,0) ^{A,a}	2,5 (1,0 – 4,0) ^{A,a}
The entire length of the root (apical, middle, cervical)	2,0 (1,0 – 4,0) ^{A,B}	2,0 (1,0 – 4,0) ^A	3,0 (1,0 – 4,0) ^B

A, B - On the lines, followed by the same capital letters medians show no statistically significant difference ($p > 0.05$). P values were obtained using the Kruskal-Wallis test followed by the post hoc Dunn to compare the pairs.

a - In the columns, followed by the same lowercase letters medians show no statistically significant difference ($p > 0.05$). P values were obtained by the Friedman test followed by Dunn's post hoc test to compare the pairs.

TABLE 2- Dirt frequency in each group - G3 showing greater amount of debris all along the dentinal tooth followed by G1 and G2.



Discussion

ProTaper Next is a new rotary Ni-Ti system with the M-wire heat treatment and a square section with offset rotation center. These characteristics makes sure it has a greater resistance to cyclic fatigue, lower mechanical interlock and higher removal of debris during instrumentation (1). Requires the use of a smaller sequence of files. Therefore the irrigating solutions will have a shorter time of action, which may influence its effectiveness (3).

The smear layer is composed of organic and inorganic components, and its removal is based on a final irrigation of NaOCl, 0.5 to 6%, and 17% EDTA. It appears that there is a lack of consensus about the volume, concentration and time of power in the literature (4-6,8,9).

Similar to the studies of the authors (10), all efforts were made in this study to choose the same type of needle to all groups, time and irrigation volume and insertion length of the needle and the ultrasonic instrumentation insert in each step.

The PUI is the ultrasonic activation of the root canal irrigant performed by an

ultrasonic insert small arms so that there is no contact with the walls of the channel, increasing the temperature of irrigant and thus improving its removal capabilities organic material, bacteria and smear layer (11). Results of this study indicate there is a better smear layer removal in the middle thirds in G2 when compared to G1 although no statistical difference between them.

The use of PUI showed that the power of EDTA for 20 seconds or 1 minute showed no statistical difference by removing much of the smear layer produce. The same can be observed in the authors study (12,13).

The 2ml volume of EDTA proved that its so effective in removing the smear layer as the use of 6 ml, and this lack of relationship between volume and effectiveness is also observed in the authors study (8).

In this study, the use of CUI did not present statistical difference in removing smear layer when compared each third of the tooth contrast to the studies (9), probably because of the difference of the insert used. In this study, the irrigating solution was released into the pulp chamber and not inside the canal, not even allowing to determine the volume of irrigant that actually reached the middle and apical third (12). When analyzing the removal of the smear layer in tooth as a whole there was a worse performance of the CUI when compared to the PUI with final irrigation of EDTA.

Corroborating the studies of some authors (9,12,13), the use of PUI and CUI demonstrated to be effective in removing the smear layer, but its use did not remove the dentinal debris completely from the root canal.

The alternated use of EDTA and NaOCl during instrumentation has shown satisfactory results in the elimination of *Streptococcus faecalis* (14) but this study, when evaluated the smear layer removal by both the technique of PUI as of the CUI, did not show better results than the use only in final toilet.

On this and on other studies (14,15) were observed the presence of dentin erosion after the use of irrigation protocol using 5.25% NaOCl and 17% EDTA and ultrasonic power. To minimize this finding, it can be suggested a decrease in the time of energizing the ultrasonic insert. Furthermore, in the research, it was observed that the use of these inserts for a shorter period of time and the use of smaller volumes of EDTA did not interfere in the debris removal. This tatics can be confirmed in future research.

References

1. Ruddle CJ, West JD, Machtou P. The shaping movement: fifth-generation technology. *Dent Today*, 32 (2013) , pp.94-9.
2. Hashem AAR, Ghoneim GG, Lufty RA, Foda MY, Omar GAF. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod*. 38 (2012), pp.996-1000.
3. Haapasalo M, Qian W, Shen Y. Irrigation: beyond the smear layer. *Endod Top*. 27 (2012), pp.35-53.
4. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in Endodontics. *Dent Clin North Am*. 54 (2010) pp.291-312.
5. Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol*. 6 (1990), pp.142-9.
6. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Top*. 27 (2012), pp.74-102.
7. Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. *J Endod*. 10 (1984), pp.525-30.
8. Crumpton BJ, Goodell GG, McClanahan SB. Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *J Endod*. 31 (2005), pp.536-8.
9. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*. 35 (2009), pp.791-804.
10. Curtis TO, Christine M, Sedgley CM. Comparison of a continuous ultrasonic irrigation device and conventional needle irrigation in the removal of root canal debris. *J Endod*. 38 (2012), pp.1261-4.
11. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 40 (2007), pp.15-26.
12. Goel S, Tewari S, Rohtak MDS. Smear layer removal with passive ultrasonic irrigation and the NaviTip FX: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 108 (2009), pp.465-70.
13. Mancini M, Cerroni L, Lorio L, Armellini E, Conte G, Cianconi L. *Smear layer*

removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. J Endod. 39 (2013), pp.1456-60.

14. Soares JA, Carvalho MAR, Santos SMC, Mendonça RM, Ribeiro-Sobrinho AP, Brito MJ et al. Effectiveness of Chemomechanical Preparation With Alternating Use of Sodium Hypochlorite and EDTA in Eliminating Intracanal *Enterococcus faecalis* Biofilm. J Endod. 36 (2010), pp.894-8.
15. Moreira DM, Almeida JFA, Ferraz CCR, Gomes BPFA, Line SRP, Zaia AA. Structural analysis of bovine root dentin after use of different endodontics auxiliary chemical substances. J Endod. 35 (2009), pp.1023-7.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das novas técnicas de instrumentação, reduziu de forma significativa o tempo clínico dispensado ao tratamento endodôntico, conseqüentemente houve uma redução do tempo de ação das substâncias irrigadoras, o que influencia na sua eficácia. O uso do hipoclorito de sódio em concentrações que vão de 0,5% a 6% e do EDTA 17% tem sido preconizado na remoção da *smear layer* produzida durante a instrumentação. A utilização de insertos especiais adaptados ao aparelho de ultrassom é um artifício utilizado para aumentar a eficácia da irrigação. Nesta pesquisa, observou-se que a utilização desses insertos pela técnica da PUI por menor tempo e uso de menores volumes de EDTA mostrou ser mais eficaz na remoção de debris dentinários quando comparada a técnica da CUI em toda a extensão da raiz. Quando comparado os protocolos de irrigação com a utilização da PUI não foi observada diferença estatística entre elas. Foi constatado a presença de erosão em todos os protocolos de irrigação e para minimizar essa constatação, pode ser sugerido uma diminuição no tempo de energização do inserto ultrassônico. e para minimizar necessitando de futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

BASRANI, B.; HAAPASALO, M. Update on endodontic irrigating solutions. **Endodontic Topics**, v.27, n.1, p. 74-102, Sept. 2012.

BAUMGARTNER, J.C.; BROWN, C.M.; MADER, C.L. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. **Journal of Endodontics**, v.10, n.11, p. 525-530, Nov. 1984.

HAAPASALO, M.; QIAN, W.; SHEN, Y. Irrigation: beyond the smear layer. **Endodontic Topics**, v.27, n.1, p. 35-53, Sept. 2012.

HAAPASALO, M. et al. Irrigation in Endodontics. **Dental Clinics of North America**, v.54, n.1, p. 291-312, Sept. 2010.

HASHEM, A.A.R. et al. Geometric Analysis of Root Canals Prepared by Four Rotary NiTi Shaping Systems. **Journal of Endodontic**, v.38, n.7, p. 996 -1000, July 2012.

ØRSTAVIK, D.; HAAPASALO, M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. **Endodontics and Dental Traumatology**, v.6, n.4, p. 142-149, Aug. 1990.

PETERS, O.A.; SCHONENBERGER, K.; LAIB, A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. **International Endodontic Journal**, v.34, n.3, p.221-230, Apr. 2001.

RUDDLE, C.J.; WEST, J.D.; MACHTOU, P. The shaping movement: fifth-generation technology. **Dentistry Today**, v.32, n.4, p. 94-99, Apr. 2013.

ANEXO A – Declaração ao Comitê de Ética em Pesquisa



DECLARAÇÃO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (ANEXO 5)

Para fins de avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) desta Instituição, o Banco de Dentes Humanos do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas compromete-se a auxiliar pesquisadores na realização de seus projetos.

Sendo assim, após a aprovação do CEP, o Banco de Dentes Humanos declara que fornecerá 46 (quarenta e seis) pré molares unirradiculares, desde que os mesmos estejam em seus estoques, para execução do trabalho de pesquisa intitulado “Avaliação por MEV da remoção da smear layer variando-se o sistema de instrumentação de irrigação.”

Aluno: Fernanda Hecksher de Andrade

Orientador: Eduardo Nunes

OBS: Os dentes somente serão liberados após aprovação do projeto de pesquisa no CEP.

Belo Horizonte, 19 de Fevereiro de 2014.

Prof. Dra Cláudia Valéria de Sousa Resende Penido
Coordenadora do Banco de Dentes Humanos do DO/PUC Minas

Banco de Dentes Humanos PUC Minas
Av. Dom José Gaspar, 500, prédio 46, sala 209
Coração Eucarístico - Belo Horizonte/MG
Telefones: (31) 3319-4412 / 3319-4413
E-mail: bancodedentes@pucminas.br

Site: www.pucminas.br/bancodedentes

ANEXO B – Parecer Consubstanciado do CEP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO POR MEV DA REMOÇÃO DA SMEAR LAYER VARIANDO-SE O SISTEMA DE INSTRUMENTAÇÃO E IRRIGAÇÃO

Pesquisador: Fernanda Hecksher de Andrade

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 27724414.2.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 648.617

Data da Relatoria: 08/04/2014

Apresentação do Projeto:

Recentemente foram lançados comercialmente novos instrumentos que utilizam movimento reciprocante, tendo como principal finalidade modelar o canal radicular utilizando somente uma lima. Constatou-se que houve uma simplificação da técnica de instrumentação, com consequente diminuição do tempo clínico necessário para realizar o preparo mecânico dos canais. Este estudo ex-vivo, tem como objetivo investigar a eficiência das substâncias irrigadoras na remoção da smearlayer utilizando ativação ultrassônica associada ao sistema de instrumentação reciprocante. Serão selecionados 46 dentes unirradiculados com único canal, extraídos por finalidade ortodôntica, provenientes do Bando de Dentes da PUC Minas. Serão divididos em 4 grupos, comparando-se dois sistemas de instrumentação (RECIPROC® e WaveOne®) alternando-se os líquidos irrigadores (NaOCl e EDTA) com ativação ultrassônica intermediária e final. Como grupo controle teremos 2 dentes que serão instrumentados com RECIPROC® e 2 que serão instrumentados com WaveOne® que serão irrigados com soro fisiológico e não haverá energização ultrassônica. Outros 2 dentes serão apenas clivados sem nenhuma instrumentação ou irrigação prévia. Todos os dentes após instrumentação serão clivados e observados em microscopia eletrônica de varredura para verificação de presença ou ausência de smearlayer. Os dados serão

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228

Bairro: Goração Eucarístico

CEP: 30.535-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.propg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer: 648.617

analisados por dois avaliadores calibrados, tabulados e encaminhados para análise estatística.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- O objetivo desse trabalho será o de investigar a eficiência de substâncias irrigadoras na remoção da smear layer utilizando ativação ultrassônica associada ao sistema de instrumentação recíprocante.

Objetivo Secundário:

a) avaliar a capacidade de remoção de smearlayer dos túbulos dentinários usando o sistema de instrumentação RECIPROC®, ativação ultrassônica e irrigação com NaOCl com irrigação final de EDTA; b) avaliar a capacidade de remoção de smearlayer dos túbulos dentinários usando o sistema de instrumentação RECIPROC®, ativação ultrassônica e irrigação de NaOCl intercalada com EDTA; c) avaliar a capacidade de remoção de smearlayer dos túbulos dentinários usando o sistema de instrumentação WaveOne®, ativação ultrassônica e irrigação de NaOCl com irrigação final de EDTA; d) avaliar a capacidade de remoção de smearlayer dos túbulos dentinários usando o sistema de instrumentação WaveOne®, ativação ultrassônica e irrigação de NaOCl intercalada com EDTA.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Não existe riscos previsíveis, uma vez que serão utilizados dentes do Banco de Dentes da PUC Minas, devidamente autorizados.

Benefícios: Melhorar a capacidade de limpeza dos sistema de canais radiculares com a instrumentação recíprocante.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Adequada e pertinente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pela aprovação do projeto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: cep.proppg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer 648.617

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

BELO HORIZONTE, 15 de Maio de 2014

Assinado por:

CRISTIANA LEITE CARVALHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31) 3319-4517 Fax: (31) 3319-4517 E-mail: cep.pucmg@pucmg.br