

Trabalho de Conclusão de Curso

EFEITO DO USO DE DIFERENTES SOLUÇÕES IRRIGADORAS PREVIAMENTE AO CURATIVO DE DEMORA COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NA RESISTÊNCIA DA DENTINA RADICULAR

Leila Clarisse Hillesheim



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Leila Clarisse Hillesheim

**EFEITO DO USO DE DIFERENTES SOLUÇÕES
IRRIGADORAS PREVIAMENTE AO CURATIVO DE DEMORA
COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NA RESISTÊNCIA DA
DENTINA RADICULAR**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cleonice da Silveira Teixeira

Florianópolis

2012

Leila Clarisse Hillesheim

**EFEITO DO USO DE DIFERENTES SOLUÇÕES
IRRIGADORAS PREVIAMENTE AO CURATIVO DE DEMORA
COM HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NA RESISTÊNCIA DA
DENTINA RADICULAR**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 17 de outubro de 2012.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Cleonice da Silveira Teixeira, UFSC
Orientadora

Prof. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi, UFSC
Membro

Prof.^a Dr.^a Maria Helena Pozzobon, UFSC
Membro

DEDICATÓRIAS

A Deus, pelo dom da vida.

Obrigada Senhor por ter me dado a vida, por tudo que me ensinastes ao longo desta caminhada, por ser meu esteio nos momentos difíceis, por me abençoar e me iluminar.

Obrigada por estar sempre ao meu lado para lembrar-me de ser humilde, fiel a Seus princípios e a tudo que é bom e justo.

Obrigada por colocar em minha vida pessoas especiais e amigas que compartilharam comigo momentos felizes e que me deram força e apoio quando precisei.

Obrigada Senhor pela vida concedida!

Aos meus pais, Carlos e Olívia, pelo exemplo de vida.

Obrigada a vocês, pai e mãe, que me ensinaram a viver a vida com dignidade, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, eu pudesse realizar os meus, pela compreensão e apoio durante esta minha caminhada. É a vocês, pai e mãe, que devo todas as minhas conquistas e vitórias, inclusive esta.

Obrigada pela presença de vocês, por toda oração, por cada conselho, por serem tão carinhosos e amáveis, verdadeiros exemplos de vida. Tudo o que sou hoje e todos os valores que aprendi, devo a vocês. Agradeço a Deus todos os dias por ter vocês como meus pais.

Aos meus irmãos, Charles e Liliam, pela grande companhia de sempre.

Os laços de sangue e amor que nos unem me deram garra para vencer muitos obstáculos. Obrigada por todos os momentos, pela atenção, carinho, amizade, estímulo e admiração. Dedico também a vocês dois esta etapa de minha vida.

A minha sobrinha, Sophia, pela alegria.

Sua alegria é contagiante e encantadora. Agradeço a Deus pela sua vida, por proporcionar a toda nossa família momentos felizes em que voltamos a ser criança como você.

Ao meu namorado, Diogo, por ser meu porto seguro.

Obrigada meu Amor por ser esse companheiro maravilhoso, que entendeu todos os momentos em que não pude estar presente, pela força, incentivo e admiração. És um grande homem e te admiro muito pelo seu caráter e pelo amor que me dedicas. Saibas que também te amo e por isso te dedico este momento!

AGRADECIMENTOS

À **Prof.^a Dr.^a Cleonice da Silveira Teixeira**, minha querida orientadora. Agradeço por toda confiança, credibilidade, valorização, apoio e dedicação a mim depositados ao assumir a orientação deste trabalho. Quero exprimir toda minha admiração pela sua amizade e carisma, pelo seu exemplo de mestre, pesquisadora e profissional que ama o que faz. Esse momento acadêmico em que convivemos foi muito enriquecedor para minha formação e levarei comigo todos os conselhos e ensinamentos. Muito obrigada!

À **Maybell Tedesco**, doutoranda da disciplina de Endodontia da Universidade Federal de Santa Catarina, sempre muito gentil e disposta a me ajudar. Agradeço pela valiosa contribuição nas etapas laboratoriais e bibliográficas. Muito Obrigada!

Aos **funcionários Jaqueline C. A. Natividade Skroch, Marli Nunes e Sérgio Batista Andrade**, por toda ajuda e imensa prontidão durante o período em que utilizei o Laboratório de Endodontia da UFSC. Obrigada!

Ao **Lauro Menezes**, funcionário do Laboratório de Materiais Dentários da UFSC, pela gentileza e disposição em me auxiliar durante a execução dos procedimentos experimentais. Obrigada!

Às **amigas Aline Galiuzzi, Aline Luiza Marodin, Elisa Remor de Souza, Franciele Perondi, Karolyni Duarte Velho, Laíse Andriani, Vanessa Salenave Becker e Vanessa da Silveira**, pela força, amizade incondicional, companheirismo e alegrias compartilhadas.

Ao **Dr. Alex Arthur Haeser**, pela gentil doação de parte do material necessário nas etapas laboratoriais. Agradeço também por todo o estímulo que tens me dado durante a graduação.

Ao Maurício da Silva e a Nésia Souza da Silva, por me acolherem e me receberem em sua família com carinho e cortesia nesses 5 anos em que morei em Florianópolis. Muito Obrigada!

À minha tia Zulmira da Silva e à minha prima Branda Vieira, agradeço pelo carinho, amizade e ajuda nesses 5 anos da minha graduação. Muito obrigada!

Ao meu tio, Frei Nelson Hillesheim, por todo incentivo e apoio nos meus estudos, pelo dom de servir ao próximo.

“Agradecer é um ato de sensibilidade, de amor, de reconhecimento pelo bem recebido como *Graça* e de graça. Aprendemos a agradecer desde infância. Nossos pais nos perguntavam quando recebíamos um presente... O que se deve dizer agora? O gesto profundo de gratidão é oportunidade de crescimento, de realização, de estímulo, de apoio, de convivência, de conquista, de superação, de celebração e de comunicação.” Frei Nelson Hillesheim, 2008.

“Feliz o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento; porque melhor é o lucro que ela dá do que o da prata, e melhor a sua renda do que o ouro mais fino.”

(Pv 3, 13-14)

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar *ex vivo* os efeitos do uso das soluções de hipoclorito de sódio e de ácido etileno diamino tetracético (EDTA), previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio (HC), com relação à resistência da dentina radicular. Foram utilizadas 48 raízes de dentes extraídos de humanos com canal único e reto. Após o acesso ao canal, o comprimento do dente foi determinado pelo método direto e o comprimento de trabalho foi de 1 mm aquém dessa medida. O preparo endodôntico foi realizado pela técnica coroa-ápice, com o uso de instrumentos Flexofile, até o STOP apical #50, e de brocas de Gates-Glidden de #4 a #1, sendo os canais irrigados com 2 mL de cloreto de sódio a 0,9% entre cada lima ou broca. Na sequência, os canais foram secos e os espécimes aleatoriamente divididos em 4 grupos (n=12), de acordo com a solução irrigadora utilizada: grupo 1 (controle), cloreto de sódio 0,9%; grupo 2, hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1%; grupo 3, EDTA a 17%; grupo 4, NaOCl a 1% e EDTA a 17%. O tempo de permanência das soluções irrigadoras em cada grupo foi de 40 min, sendo que a cada 10 min a solução testada foi renovada. No grupo 4, o tempo foi igualmente dividido, (20 min cada, alternando-se as soluções a cada 10 min). Na sequência, cada canal foi seco e preenchido com pasta de hidróxido de cálcio. Após a confirmação do preenchimento com radiografia periapical, cada canal foi selado com material restaurador provisório e armazenado em estufa à 37° C por 30 dias. Após este período, as raízes foram seccionadas 1 mm abaixo da junção esmalte-cimento e 6 mm apicalmente a partir deste corte, de forma a obter cilindros de 6 mm de comprimento. Cada cilindro foi posicionado em seu maior eixo entre duas placas metálicas em uma máquina Instron. O teste de resistência à compressão foi realizado com velocidade de cruzeta de 1mm/min. Os dados aferidos no momento da fratura dos espécimes (em MPa) foram analisados pelos testes estatísticos de ANOVA e Tukey ($\alpha = 5\%$). Constatou-se diferença estatística significativa entre o grupo 2, irrigado com NaOCl, e o grupo 4, irrigado com EDTA e NaOCl. O grupo 2 apresentou média de resistência à compressão superior à do grupo 4. Concluiu-se que a irrigação do canal com EDTA a 17% seguido por NaOCl a 1% promoveu diminuição significativa da resistência da dentina radicular, observada após 30 dias de curativo com hidróxido de cálcio.

Palavras-chave: dentina radicular; hidróxido de cálcio; resistência à compressão; soluções irrigadoras.

ABSTRACT

The aim of this ex vivo study was to evaluate the effects of the use of sodium hypochlorite and ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) solutions, prior to root canal dressing with calcium hydroxide (CH), with respect to the compressive strength of root dentin. Forty-eight roots with single and straight canals were used. After access to the canal, the tooth length was determined by the direct method and the working length was 1 mm short of this measure. The endodontic treatment was conducted by the crown-down technique, using drills of Gates-Glidden # 4 to # 1 and instruments Flexofile, until the apical STOP # 50. During preparation, the channels were irrigated with 2 ml of sodium chloride 0.9% between each file or drill. Further, canals were dried and specimens were randomly divided into four groups (n = 12), according to the irrigating solution used: group 1 (control), 0.9% sodium chloride, group 2, 1% sodium hypochlorite (NaOCl) and group 3, 17% EDTA, group 4, 1% NaOCl and 17% EDTA. The total time of irrigation in each group was 40 min, and every 10 min the tested solution was renewed. In group 4, the time was equally divided (alternating solutions every 10 min). Further, each root canal was dry and filled with calcium hydroxide paste. After X-rays to confirm the completion, each canal was sealed with temporary restorative material and stored at 37° C for 30 days. After this period, the roots were cut 1 mm below the cement-enamel junction and 6 mm apically from this cut, in order to obtain cylinders of 6 mm length. Each cylinder was positioned on its longest axis between two metal plates in an Instron machine. The compressive strength test was conducted with a crosshead speed of 1mm/min. The data recorded at fracture of the specimen (MPa) were analyzed by ANOVA and Tukey test ($\alpha = 5\%$) and it was found that there was statistically significant difference between group 2, irrigated with NaOCl, and group 4, irrigated with EDTA and NaOCl. Group 2 had a mean compressive strength superior to that of Group 4. It was concluded that irrigation of root canal with 17% EDTA followed by 1% NaOCl promote a significant reduction of root dentin resistance observed after 30 days of calcium hydroxide dressing.

Keywords: calcium hydroxide; compressive strength; irrigating solutions; root dentine.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTM – Comprimento de Trabalho de Modelagem

EDTA – Ácido Etileno Diamino Tetracético

HC – Hidróxido de Cálcio

H₂O₂ – Peróxido de Hidrogênio

NaCl – Cloreto de Sódio

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

Ca(OH)₂ – Hidróxido de Cálcio

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

MTA – Agregado de Trióxido de Mineral

RC – Resistência à Compressão

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

min – Minuto

μm – Micrometro

mm – Milímetro

– Calibre

mL – Mililitro

g – Grama

p – Significância estatística

α – Nível de significância estatística

kN – Quilo Newton

p – Carga máxima

π – Pi, relação entre perímetro e diâmetro da circunferência

d – Diâmetro

MPa – Mega Pascal

N – Newton

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	23
2 OBJETIVO	29
2.1 Objetivo Geral	29
2.2 Objetivos Específicos.....	29
3 ARTIGO.....	31
Resumo	35
Introdução.....	36
Materiais e métodos	38
<i>Seleção e preparo dos espécimes</i>	<i>38</i>
<i>Sistema de irrigação utilizado.....</i>	<i>39</i>
<i>Colocação do curativo de demora</i>	<i>40</i>
<i>Preparo dos corpos-de-prova e teste de compressão.....</i>	<i>40</i>
<i>Análise estatística.....</i>	<i>40</i>
Resultados	41
Discussão	42
Conclusão	46
Referências.....	47
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	55
ANEXO - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	65

1 INTRODUÇÃO GERAL

O preparo químico-mecânico tem por objetivo sanificar o interior do canal radicular visando à futura obturação. Essa sanificação será obtida pela limpeza e modelagem, com o uso de instrumentos endodônticos e de substâncias químicas auxiliares, por meio da irrigação e aspiração (LOPES; SIQUEIRA, 2010).

A irrigação é o melhor método para a remoção de restos teciduais e detritos de dentina criados durante a instrumentação radicular. Além disso, o uso das soluções irrigadoras proporciona debridamento, lubrificação, dissolução dos tecidos e destruição de bactérias. (COHEN; HARGREAVES, 2007). Existem vários tipos de irrigantes disponíveis no mercado, sendo que a solução mais frequentemente utilizada é a de hipoclorito de sódio, por sua forte ação antimicrobiana, ser excelente lubrificante, ter baixo custo, por não agredir os tecidos apicais e pela capacidade de dissolver material orgânico (ZEHNDER, 2006; SOARES et al., 2010). Entretanto, o hipoclorito de sódio não tem poder para dissolver partículas inorgânicas de dentina e, assim, evitar a formação de uma camada de esfregaço durante a instrumentação (NYGAARD-OSTBY, 1957). Sabe-se que essa camada, também denominada lama dentinária, pode servir de abrigo a bactérias e impedir a desinfecção do canal (BERUTTI; MARINI; ANGERETTI, 2007).

Para possibilitar a remoção completa da lama dentinária é necessário que a irrigação com NaOCl seja complementada com o uso da solução de ácido etileno diamino tetracético, EDTA. O EDTA é um agente quelante que remove a porção inorgânica da lama (TEIXEIRA; FELLIPE; FELIPPE, 2005; MARENDING et al., 2007; SOARES et al., 2010), aumenta a permeabilidade da dentina (SOARES et al., 2010), contribui para a difusão da medicação intracanal (ORSTAVIK; HAAPASALO, 1990) e, permite maior penetração dos materiais obturadores nos túbulos dentinários (GUTIERREZ et al., 1990; LLOYD et al., 1995). Portanto, o uso da irrigação final com EDTA a 17% e NaOCl a 1% tem sido indicado para a remoção da lama dentinária, após o preparo mecânico do canal (HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003).

Apesar da importância do uso das soluções de hipoclorito de sódio e de EDTA, tanto durante as etapas de preparo mecânico do canal, quanto previamente ao uso do curativo de demora e da obturação, pouco se sabe quanto aos efeitos do uso dessas soluções sobre a resistência da dentina radicular.

Em um estudo de revisão da literatura sobre o efeito do hipoclorito na dentina radicular, Pascon et al., (2009), pesquisaram as bases Cochrane Library, Embase, PubMed e Web of Science para trabalhos publicados entre 1984 e 2008. Os critérios de inclusão foram os estudos que avaliaram o efeito da solução de NaOCl, utilizada como solução irrigadora em endodontia, sobre as propriedades mecânicas da dentina radicular. Com base neste estudo, os autores sugerem que há fortes evidências de que o hipoclorito de sódio altera adversamente as propriedades mecânicas da dentina radicular, quando utilizado como irrigante endodôntico.

As pesquisas têm mostrado relação entre a irrigação com hipoclorito de sódio e a redução na microdureza da dentina (SALEH; ETTMAN, 1999; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004; SAYIN et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007). Esse efeito dificulta a capacidade de adesão e selamento dos materiais odontológicos (PASCON et al., 2009).

No estudo de Slutzky-Goldberg e colaboradores (2004), avaliando o efeito de soluções de hipoclorito de sódio a 2,5% e 6% na resistência da dentina radicular após diferentes tempos de irrigação, foram utilizadas quarenta e duas raízes bovinas divididas em sete grupos. O grupo controle foi irrigado com soro fisiológico e as amostras experimentais com hipoclorito de sódio a 2,5% ou 6% por 5, 10 ou 20 min. As soluções foram reabastecidas a cada minuto durante todo o período experimental para simular as condições clínicas. A microdureza da dentina foi medida nas profundidades de 500 µm, 1000 µm e 1500 µm da interface dentina-polpa. Os resultados da pesquisa mostraram que a microdureza da dentina bovina diminuiu após exposição às soluções de hipoclorito de sódio por 10 min e que seria vantajoso limitar o tempo de irrigação para um período mais curto do que 10 min ou usar solução alternativa de irrigação como, por exemplo, a solução de gluconato de clorexidine. Esse estudo também revelou que, a uma profundidade de 500 µm da luz do canal, o hipoclorito de sódio a 6% tem maior efeito sobre a microdureza da dentina do que de NaOCl a 2,5%. Os autores sugerem que sejam utilizadas concentrações menos elevadas de hipoclorito de sódio, de modo a não alterar as propriedades físicas da dentina e com isso prejudicar o dente.

Outras pesquisas correlacionam o uso do hipoclorito de sódio com a fragilização da dentina por diminuição da sua resistência à flexão (GRIGORATOS et. al., 2001; SIM et. al., 2001; MARENDING

et al., 2007; MARENDING et al., 2007) e do seu módulo de elasticidade (GRIGORATOS et al., 2001; SIM et. al., 2001).

Sim e colaboradores (2001), estudaram o efeito do cloreto de sódio e de duas concentrações de hipoclorito de sódio, 0,5% e 5,25%, sobre a resistência à flexão e o módulo de elasticidade. Para o experimento, utilizaram 100 barras de dentina que foram divididas em 3 grupos e imersas por 2 horas nas respectivas soluções. O experimento mostrou redução no módulo de elasticidade e na resistência à flexão para as barras de dentina imersas em NaOCl a 5,25%. Os autores explicaram que tais alterações nas propriedades físicas podem ser explicadas pela perda da matriz orgânica dentro da dentina.

Soluções de EDTA apresentam forte efeito desmineralizante, promovendo descalcificação da dentina, alargamento dos túbulos dentinários (GARBEROGLIO; BECCE, 1994) e, conseqüentemente, diminuição da dureza da dentina (ELDENIZ; ERDEMIR; BELLI, 2005). Os estudos de Çalt e Serper (2002) mostraram que 1 min de irrigação com EDTA a 17% é eficaz na remoção da camada de esfregaço. Porém, 10 min de irrigação com a mesma solução causa excessiva erosão da dentina peritubular e intertubular.

Şem; Ertürk; Pişkin (2009), investigaram a capacidade erosiva e de remoção da lama dentinária de diferentes concentrações de EDTA nas paredes do canal radicular de quarenta dentes unirradiculares instrumentados pela técnica de modelagem escalonada e irrigados com NaOCl a 2,5%. A amostra foi dividida aleatoriamente em quatro grupos que foram submetidos à irrigação final com diferentes concentrações, 15%, 10%, 5% e 1% de EDTA. Todos os espécimes foram preparados para avaliação em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na remoção de *smear layer* entre as diferentes concentrações de EDTA. E, considerando que soluções de EDTA nas concentrações de 15%, 10% e 5% demonstraram padrões de erosão semelhantes nas paredes do canal radicular, e que o EDTA a 1% causou erosão limitada, os autores concluíram que baixas concentrações de EDTA podem ser recomendadas para uso clínico a fim de evitar erosão excessiva da dentina, além de proporcionarem sucesso na remoção do esfregaço dentinário.

Teixeira; Felipe; Felipe (2005), com a finalidade de verificar, sob o microscópio eletrônico de varredura (MEV), a influência do tempo de irrigação com EDTA e hipoclorito de sódio na remoção da camada de esfregaço dentinário, realizaram experimento com vinte e um dentes permanentes, que foram instrumentados e, ao final do preparo,

irrigados com 3 mL de EDTA a 15%, seguido de 3 mL de NaOCl 1% por 1 min (grupo 1), por 3 min (grupo 2), e por 5 min (grupo 3). Os canais dos dentes do grupo 4 (controle) não receberam irrigação final. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e preparados para microscopia eletrônica de varredura. Neste estudo observou-se que a irrigação final com EDTA e hipoclorito de sódio por 1, 3 e 5 min foram igualmente eficazes na remoção da camada de esfregaço das paredes do canal.

Marending et al. (2007), usaram molares humanos para preparar 55 barras de dentina que posteriormente foram divididas em cinco grupos com a finalidade de avaliar o impacto de diferentes sequências de irrigação de NaOCl a 2,5% e EDTA a 17% sobre o módulo de elasticidade e resistência à flexão da dentina radicular. O regime de irrigação é mostrado na tabela a seguir:

Tabela 1. Os grupos experimentais e a sequência de irrigação (adaptado de MARENDING et al., 2007):

Tempo (em min)	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
0 – 21	NaOCl 2,5%	NaOCl 2,5%	NaOCl 2,5%	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂
21 – 24	EDTA 17%	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂	EDTA 17%	H ₂ O ₂
24 – 27	NaOCl 2,5%	NaOCl 2,5%	NaOCl 2,5%	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂
27 – 30	H ₂ O ₂	EDTA 17%	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂

Os autores (MARENDING et al., 2007) verificaram queda significativa na resistência à flexão das amostras submetidas à exposição de hipoclorito de sódio por 24 min. Este efeito, porém, não foi influenciado pelo uso de EDTA, antes ou após, a última exposição de hipoclorito. Além disso, a curta exposição ao EDTA, como é clinicamente recomendado, não afetou os parâmetros de mecânica da dentina, independentemente da sequência de irrigantes que foi utilizado. Por conseguinte, a hipótese de que o uso em curto prazo do EDTA antes de hipoclorito de sódio aumentaria o efeito destrutivo do NaOCl na dentina foi rejeitada.

No estudo de Ozdemir et al. (2012), a irrigação por 1 min de EDTA a 17% seguido por 1 minuto de NaOCl a 2,5% obteve os melhores resultados, tanto em dentina de pacientes jovens (com menos de 30 anos), como em dentina de pacientes idosos (com mais de 60

anos), pelo fato de não alterar significativamente a composição química e a estrutura morfológica das mesmas.

Após a instrumentação mecânica e do uso de soluções irrigadoras, o emprego da medicação intracanal com o hidróxido de cálcio está indicado principalmente nos tratamentos de dentes com necrose pulpar (COHEN; HARGREAVES, 2007). Entretanto, sabe-se que canais tratados com hidróxido de cálcio, mesmo que por curtos períodos, podem ter a resistência da dentina reduzida (WHITE et al., 2002; SAHEBI; MOAZAMI; ABBOTT, 2010).

White et al. (2002), tiveram como objetivo avaliar se o tratamento do canal com hidróxido de cálcio, agregado de trióxido mineral (MTA) e hipoclorito de sódio, promovia alguma mudança na força necessária para fraturar a dentina radicular. Foram confeccionados, a partir de 10 incisivos bovinos, cilindros de dentina de 6 mm de diâmetro externo, 3,5 mm de diâmetro interno e aproximadamente 15 mm de comprimento. Estes cilindros foram cortados longitudinalmente em quatro partes simétricas e divididos em quatro amostras que foram colocadas em placas de Petri e recobertas com uma camada de 1 mm de: a) hidróxido de cálcio; b) agregado de trióxido mineral; c) hipoclorito de sódio e d) soro fisiológico (controle). Os espécimes mantiveram-se nos pratos por cinco semanas e em seguida foram incluídos em resina acrílica e submetidos ao teste de resistência à tração por cisalhamento em uma máquina Instron. Os resultados alcançados revelaram que a força média necessária para fraturar as amostras de hidróxido de cálcio foi 32% menor em comparação com as amostras do grupo controle. Para os cilindros de MTA, a força média foi 33% menor do que a força necessária para a fratura do controle. E a força para a fratura do grupo exposto ao hipoclorito de sódio foi 59% inferior ao controle. Com este estudo, os autores sugerem que se faça aproveitamento destes materiais usando-os o menor tempo possível para diminuir o enfraquecimento dos dentes tratados com os mesmos.

Em outro experimento, Sahebi et al. (2010), prepararam os canais de cinquenta dentes unirradiculares com instrumentos rotatórios e, em seguida, dividiram os mesmos em dois grupos. Os canais da amostra experimental foram preenchidos com pasta de hidróxido de cálcio e a amostra controle manteve seus canais vazios durante o estudo. Todos os dentes foram armazenados imersos por 30 dias em solução salina. Cilindros de dentina foram confeccionados após o armazenamento, criados a partir do terço médio da raiz de cada dente, por meio da remoção da parte coronal e apical dos mesmos. Os espécimes foram submetidos ao teste de compressão. Os resultados mostraram que a força

média necessária para fraturar os cilindros que estavam preenchidos com hidróxido de cálcio foi relativamente menor do que os do grupo controle.

Também tem sido relatado que a permanência do hidróxido de cálcio por longos períodos pode contribuir para enfraquecer as raízes dos dentes (ANDREASEN, 1971; ANDREASEN et al., 1989), predispondo-os à fratura (ROSENBERG; MURRAY; NAMEROW, 2007).

Andreassen; Farik; Munksgaard (2002), testaram a hipótese de que a dentina em contato com o hidróxido de cálcio mostra uma redução na resistência à fratura após um determinado período de tempo. Utilizaram incisivos inferiores de ovinos com rizogênese incompleta e dividiram em dois grupos experimentais. No grupo 1, as polpas foram extirpadas e os canais radiculares foram preenchidos com hidróxido de cálcio e selados com cimento a base de óxido de zinco e eugenol. Os dentes foram armazenados em soro fisiológico e em temperatura ambiente por 1/2, 1, 2, 3, 6, 9 e 12 meses. No grupo 2 as polpas foram extirpadas, porém, os canais radiculares foram preenchidos com solução salina e, em seguida, selados com cimento a base de óxido de zinco e eugenol. Os dentes foram armazenados em solução salina por 2 meses. O grupo controle foi composto por dentes hígidos que foram testados quanto à resistência à fratura imediatamente após a extração. Foi observado neste estudo que o aumento do tempo de armazenamento para o grupo 1 diminuiu a força necessária para fraturar os espécimes. Os resultados indicam que a resistência à fratura de dentes imaturos preenchidos com HC é reduzida pela metade em cerca de um ano. A descoberta pode explicar as frequentes fraturas após o tratamento de dentes com rizogênese incompleta, e que fizeram uso do hidróxido de cálcio por períodos prolongados.

Entretanto, pouco se sabe sobre a influência do uso de soluções irrigadoras, tais como o NaOCl e o EDTA, previamente ao curativo de Ca(OH)_2 , na resistência da dentina.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar *in vitro* o efeito de diferentes soluções irrigadoras, previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio, na resistência da dentina radicular.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar, por meio do teste de resistência à compressão, a força necessária para a fratura da dentina radicular após o uso do curativo de demora com hidróxido de cálcio pelo período de 30 dias.

Comparar o efeito das soluções de hipoclorito de sódio e EDTA, sozinhas ou associadas, quando usadas previamente à colocação do curativo de demora com hidróxido de cálcio, com relação à resistência da dentina radicular.

3. ARTIGO

Efeito do uso de diferentes soluções irrigadoras previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio na resistência da dentina radicular.

Artigo a ser submetido à revista:

Journal of Endodontics

Efeito do uso de diferentes soluções irrigadoras previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio na resistência da dentina radicular.

Título Curto: Soluções irrigadoras na resistência da dentina radicular.

Hillesheim¹, LC; Hoffmann², J; Teixeira³, CS

¹ Leila Clarisse Hillesheim. Graduate student of Dental School, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brazil

² Juliara Hoffmann. Graduate student of Dental School, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brazil

³ Cleonice da Silveira Teixeira, DDS, MSc, PhD. Dental School, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brazil.

Efeito do uso de diferentes soluções irrigadoras previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio na resistência da dentina radicular.

RESUMO

Objetivos: Avaliar *ex vivo* os efeitos do uso das soluções de hipoclorito de sódio e de ácido etileno diamino tetracético, previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio, na resistência da dentina radicular.

Métodos: Foram utilizadas 48 raízes com canal único e reto. Após o acesso, o comprimento do canal foi determinado pelo método direto e o comprimento de trabalho foi de 1 mm aquém dessa medida. O preparo foi realizado pela técnica coroa-ápice, com o uso de instrumentos Flexofile e de brocas de Gates-Glidden, sendo os canais irrigados com 2 mL de cloreto de sódio a 0,9% entre cada lima ou broca. Após a secagem dos canais, os espécimes foram divididos em 4 grupos (n=12), de acordo com a solução irrigadora utilizada: grupo 1 (controle), cloreto de sódio 0,9%; grupo 2, NaOCl a 1%; grupo 3, EDTA a 17%; grupo 4, NaOCl a 1% e EDTA a 17%. O tempo de permanência das soluções irrigadoras em cada grupo foi de 40 min, sendo que a cada 10 min a solução foi renovada. No grupo 4, as soluções foram alternadas a cada 10 min. Na sequência, cada canal foi seco e preenchido com pasta de hidróxido de cálcio. Após a confirmação do preenchimento com radiografia periapical, cada canal foi selado com material restaurador provisório e armazenado em estufa à 37° C por 30 dias. Após este período, as raízes foram seccionadas de forma a obter cilindros de 6 mm de comprimento. Cada cilindro foi posicionado com seu longo eixo na vertical entre duas placas metálicas em uma máquina Instron. O teste de resistência a compressão foi realizado com velocidade de cruzeta de 1mm/min.

Resultados: Os dados obtidos (em MPa) foram analisados pelos testes estatísticos de ANOVA e Tukey ($\alpha = 5\%$). Constatou-se que houve diferença estatística significativa entre os grupos 2, irrigado com NaOCl, e o grupo 4, irrigado com EDTA e NaOCl. O grupo 2 apresentou média de resistência à compressão superior à do grupo 4.

Conclusão: A irrigação do canal com EDTA 17% seguido por NaOCl 1% promoveu diminuição significativa da resistência da dentina radicular, após 30 dias de curativo com hidróxido de cálcio.

Introdução

O preparo químico-mecânico tem por objetivo sanificar o interior do canal radicular visando à futura obturação. Essa sanificação será obtida pela limpeza e modelagem, por meio do uso de instrumentos endodônticos e de substâncias químicas, com o auxílio da irrigação e aspiração (1).

A irrigação é o melhor método para a remoção de restos de tecidos e detritos de dentina originados durante a instrumentação radicular. As soluções irrigadoras proporcionam debridamento, lubrificação, dissolução tecidual e destruição de bactérias (2). Dentre os vários irrigantes disponíveis no mercado, a solução utilizada com maior frequência é a de hipoclorito de sódio, por possuir ação antimicrobiana, ser excelente lubrificante, ter baixo custo, por não agredir os tecidos apicais e pela capacidade de dissolver material orgânico (3, 4). Entretanto, o hipoclorito de sódio não tem poder para dissolver partículas inorgânicas de dentina e, assim, evitar a formação de uma camada de esfregaço durante a instrumentação (5). Sabe-se que essa camada, também denominada lama dentinária, pode servir de abrigo a bactérias e impedir a desinfecção do canal (6).

Deste modo, para a remoção completa da lama dentinária recomenda-se que a irrigação com NaOCl seja complementada com o uso do ácido etileno diamino tetracético, EDTA (7, 8). O EDTA é um agente quelante que ajuda na remoção da lama dentinária (4, 8), aumenta a permeabilidade da dentina (8), contribui para melhor difusão da medicação intracanal (9) e permite maior penetração dos materiais obturadores nos túbulos dentinários (10, 11). Portanto, o uso combinado do EDTA a 17% e do NaOCl a 1% remove componentes inorgânicos e orgânicos da lama dentinária (12).

Apesar da importância do uso das soluções de hipoclorito de sódio e de EDTA, tanto durante as etapas de preparo mecânico do canal, quanto previamente à colocação do curativo de demora e da obturação, tem-se discutido quanto aos efeitos do uso dessas soluções na resistência da dentina radicular.

Estudos sugerem que há fortes evidências de que o hipoclorito de sódio altera adversamente as propriedades mecânicas da dentina, quando utilizado como irrigante endodôntico (13-21).

Diversas pesquisas têm mostrado relação entre a irrigação com hipoclorito de sódio e a redução na microdureza da dentina (13-16). Esse efeito dificulta a capacidade de adesão e selamento dos materiais odontológicos (17). Outras pesquisas correlacionam o uso do hipoclorito

de sódio com a fragilização da dentina por diminuição da sua resistência à flexão (18-21) e do seu módulo de elasticidade (18, 19).

Soluções de EDTA apresentam forte efeito desmineralizante, promovendo descalcificação da dentina, alargamento dos túbulos dentinários (22) e, conseqüentemente, diminuição da dureza da dentina (23). Os estudos de Çalt e Serper (24) mostraram que 1 min de irrigação com EDTA a 17% é eficaz na remoção da camada de esfregaço. Porém, 10 min de irrigação com a mesma solução causa excessiva erosão da dentina peritubular e intertubular.

Şem et al., (25), considerando que soluções de EDTA nas concentrações de 15%, 10% e 5% demonstraram padrões de erosão semelhante nas paredes do canal radicular e que o EDTA a 1% causou erosão limitada, concluíram que baixas concentrações de EDTA podem ser recomendadas para uso clínico a fim de evitar erosão excessiva da dentina, além de proporcionarem sucesso na remoção do esfregaço dentinário. Teixeira e colaboradores (8), observaram que a irrigação final com EDTA e hipoclorito de sódio por 1, 3 e 5 min foram igualmente eficazes na remoção da camada de esfregaço das paredes do canal. MARENDING et al., (21) observaram uma queda significativa na resistência à flexão das amostras submetidas à exposição de hipoclorito de sódio por 24 min.

No estudo de Ozdemir et al., (26), a irrigação por 1 min de EDTA a 17% seguido por 1 min de NaOCl a 2,5% obteve os melhores resultados, tanto em dentina de pacientes jovens (com menos de 30 anos), como em dentina de pacientes idosos (com mais de 60 anos), pelo fato de não alterar significativamente a composição química e a estrutura morfológica das mesmas.

Após a instrumentação mecânica e do uso de soluções irrigadoras, o emprego da medicação intracanal com o hidróxido de cálcio está indicado principalmente no tratamento de dentes com necrose pulpar (2). Entretanto, sabe-se que canais tratados com hidróxido de cálcio, mesmo que por curtos períodos, podem ter a resistência da dentina reduzida (27, 28).

Sahebi et al. (28), mostraram que a força média necessária para fraturar cilindros de dentina que estavam preenchidos com hidróxido de cálcio por 30 dias foi relativamente menor do que os do grupo controle, que permaneceu vazio. Já o estudo de Andreassen et al., (29), comprovou a hipótese de que a dentina quando em contato com o hidróxido de cálcio por longos períodos de tempo, mostra uma redução na resistência à fratura. Segundos esses autores, a descoberta pode explicar as frequentes fraturas observadas em dentes com rizogênese

incompleta, e que tiveram seus canais preenchidos com hidróxido de cálcio por períodos prolongados.

Entretanto, pouco se sabe sobre a influência do uso de soluções irrigadoras, tais como o NaOCl e o EDTA, previamente ao curativo de Ca(OH)_2 , na resistência da dentina.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes soluções irrigadoras, previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio, na resistência da dentina radicular.

A hipótese nula deste experimento foi a de que o uso de diferentes soluções irrigadoras, previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio, não acarretará em diferenças estatísticas significativas na resistência da dentina radicular observada nos diversos grupos experimentais.

Materiais e Métodos

Seleção e preparo dos espécimes

Previamente à execução da presente pesquisa, todos os procedimentos experimentais foram submetidos à análise e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSC.

No presente experimento foram utilizados 48 dentes de humanos, unirradiculares, hígidos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa e mantidos em solução de timol a 0,1%. Os dentes foram radiografados no sentido próximo-proximal e examinados cuidadosamente com lupa estereoscópica de aumento de 4X (Illuminated magnifying glass, Tokyo, Japão) com o objetivo de verificar a existência de canais únicos, retos, forame apical totalmente formado e ausência de trincas e imperfeições.

Após a limpeza das raízes com curetas periodontais, os dentes tiveram suas coroas seccionadas 1 mm acima da junção cimento-esmalte por um disco diamantado de dupla-face e sob spray ar/água, a fim de padronizar o comprimento das raízes em 16 mm.

Após acesso ao canal, o comprimento do dente foi determinado pelo método direto introduzindo-se uma lima Flexofile #15 até que sua ponta atingisse e coincidissem com o forame apical. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado como sendo 1 mm aquém do comprimento do dente. O preparo endodôntico foi realizado pela técnica coroa-ápice com o uso de instrumentos Flexofile (Dentisply Maillefer, Tulsa, OK, EUA), até o STOP apical #50, e de brocas de Gates Glidden

#4 a #1 (Union Broch, York, PA). Durante todo o preparo, os canais foram irrigados com 2 mL de cloreto de sódio a 0,9% (Dermus, Florianópolis, SC, Brasil) entre cada lima ou broca.

Na sequência, os canais foram secos com cones de papel (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, EUA) e aleatoriamente divididos em 4 grupos, de acordo com a solução irrigadora testada, sendo eles: grupo 1 (controle), solução de cloreto de sódio 0,9% (Dermus, Florianópolis, SC, Brasil); grupo 2, solução de hipoclorito de sódio a 1% (Dermus, Florianópolis, SC, Brasil); grupo 3, solução de EDTA a 17% (Dermus, Florianópolis, SC, Brasil); grupo 4, recebeu irrigação de EDTA a 17% (Dermus, Florianópolis, SC, Brasil) e, posteriormente, de hipoclorito de sódio a 1% (Dermus, Florianópolis, SC, Brasil).

Sistema de irrigação utilizado

Os dentes de cada grupo receberam regime padronizado de irrigação de acordo com a TABELA 1:

Tabela 1. Os grupos experimentais e a sequência de irrigação:

Períodos de irrigação (10 min cada)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	Regime de irrigação	Regime de irrigação	Regime de irrigação	Regime de irrigação
A	NaCl 0,9%	NaOCl 1%	EDTA 17%	EDTA 17%
B	NaCl 0,9%	NaOCl 1%	EDTA 17%	NaOCl 1%
C	NaCl 0,9%	NaOCl 1%	EDTA 17%	EDTA 17%
D	NaCl 0,9%	NaOCl 1%	EDTA 17%	NaOCl 1%

A irrigação em todos os espécimes foi feita com agulha gauge 30, calibradas no CTM - 2mm, e seringa Luer Lock de 5 mL. A cada período (A-D) os canais foram irrigados com 3 mL da solução destinada ao grupo pelo tempo de 10 min. Após cada período de irrigação a solução foi retirada por uma cânula de aspiração e renovada com a mesma quantidade (3 mL) permanecendo por mais 10 min e assim se deu, sucessivamente, até completar-se o tempo total de 40 min de irrigação.

Colocação do curativo de demora

Na sequência, cada canal foi seco com cones de papel (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, EUA) e, posteriormente, preenchido por pasta de hidróxido de cálcio. A pasta de hidróxido de cálcio foi obtida pela espatulação da mistura de 0,712 g do pó do hidróxido de cálcio P.A. com 0,4 mL de propileno glicol, por pelo menos 10 min ou até obter a consistência adequada para uso. A pasta foi introduzida com espiral lentulo (Dentsply, Maillefer, Tulsa, OK, EUA) calibre # 40, montada em contra ângulo e em baixa rotação. Após a confirmação do correto preenchimento, por meio de tomadas radiográficas, os canais foram selados com cimento restaurador provisório (Citodur, DoriDente, Vienna, Áustria). As raízes foram armazenadas imersas em solução de cloreto de sódio 0,9% e mantidas em estufa a 37 graus Celsius pelo período de 30 dias.

Preparo dos corpos-de-prova e teste de compressão

Cada espécime foi cortado apicalmente e coronalmente por um disco diamantado de dupla-face e sob spray ar/água com o objetivo de se obter tubos de dentina com comprimento de 6 mm. Desgastes adicionais foram realizados a fim de padronizar o diâmetro dos tubos em aproximadamente 3mm. Cada cilindro foi testado posicionado com seu longo eixo apoiado na vertical e com a apical voltada para baixo, entre duas placas metálicas dispostas na máquina de testes Instron 4444. A força compressiva foi aplicada com velocidade de cruzeta de 1mm/min até que se observasse a fratura do corpo-de-prova. O valor registrado no momento da fratura (em kN) foi utilizado para o cálculo da força necessária para a fratura do elemento dental. Aos resultados registrados foi aplicada a fórmula: $RC = 4p/\pi.d^2$, onde RC = resistência à compressão, em megapascals (MPa); p = carga máxima exercida na amostra, em newtons (N); d = diâmetro da amostra, em milímetros (mm).

Análise Estatística

Os dados obtidos (em MPa) foram analisados estatisticamente utilizando os programas Microsoft Excel 2011 (Microsoft Office system 2011) e SPSS 19 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Após a verificação da normalidade (Shapiro-Wilk, $p=0,129$), a análise dos dados foi realizada pelo teste de Análise de Variância com um fator (ANOVA *one-way*), para verificar possíveis diferenças estatísticas entre os grupos; e o teste de Tukey HSD, para indicar onde estas diferenças ocorriam. O nível de significância foi de 5% ($\alpha = 0,05$).

Resultados

Os resultados da análise estatística (Shapiro-Wilk, ANOVA de um fator e Tukey HSD) dos dados obtidos após o teste de resistência à compressão estão expostos nas TABELAS 2-3 e na FIGURA 1.

A análise dos dados (Tabela 2) mostrou que os grupos foram estatisticamente diferentes entre si ($p=0,020$). Na comparação entre os grupos (TABELA 3, teste de Tukey, $\alpha=5\%$) verificou-se que houve diferença estatisticamente significativa na resistência à compressão entre o grupo 1 (controle) irrigado com NaCl e o grupo 4 irrigado com EDTA e NaOCl, e, entre o grupo 2 irrigado com NaOCl e o grupo 4 irrigado com EDTA e NaOCl. Pode-se observar que o grupo 2 irrigado com NaOCl apresentou média de resistência à compressão estatisticamente superior à do grupo 4 irrigado com EDTA e NaOCl (FIGURA 1).

Tabela 2 - Análise de Variância *one-way* dos valores médios de resistência à compressão dos grupos avaliados, em MPa.

Variáveis avaliadas	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	p-valor
Modelo corrigido	4,159E6	3	1386207,184	3,617	0,020
Intercepto	3,569E7	1	3,569E7	93,131	0,000
Soluções irrigadoras	4158621,552	3	1386207,184	3,617	0,020
Total corrigido	2,102E7	47			

Somas de quadrados (S.Q.), graus de liberdade (G.L.), quadrados médios (Q.M.), valores de F e valores probabilísticos obtidos (p -valor).

Tabela 3 – Médias, desvios-padrão da resistência à compressão, em MPa, e o detalhamento estatístico pelo teste Tukey HSD.

Soluções Irrigadoras	Resistência à compressão
Controle	151,23±94,36 ^a
NaOCl	167,50±57,29 ^a
EDTA	108,79±99,88 ^{ab}
EDTA + NaOCl	60,12±92,10 ^b

Médias seguidas por letras MINÚSCULAS sobrescritas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey HSD, ao nível de significância de 5%.

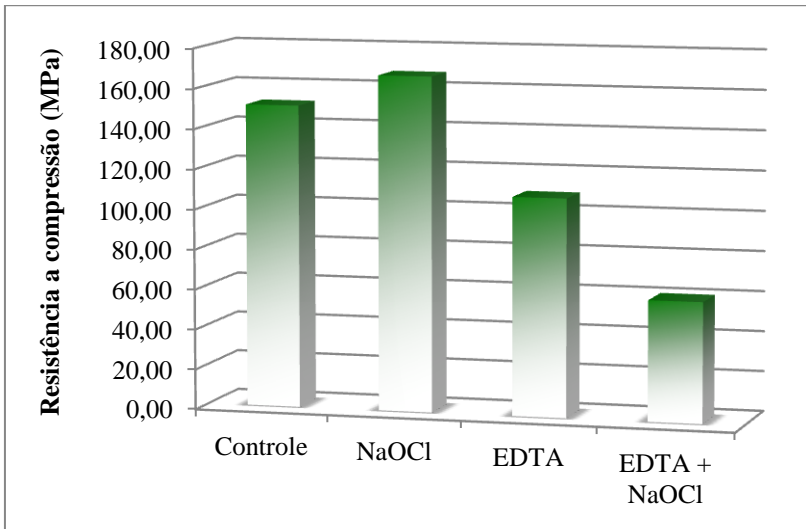


Figura 1 – Representação gráfica na forma de barras verticais dos valores médios de resistência à compressão da dentina radicular, em MPa, para comparação das soluções irrigadoras utilizadas previamente ao curativo com hidróxido de cálcio.

Discussão

Os resultados do presente estudo nos levam a concluir que a hipótese nula não pode ser aceita. O uso de diferentes soluções irrigadoras, previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio

pelo período de 30 dias, acarretou diferenças significativas na resistência à compressão da dentina radicular.

Estes estudos corroboram, em parte, com outros já apresentados na literatura. Em recente revisão (30) foi observado que, de 10 estudos que testaram o efeito da exposição do hidróxido de cálcio à dentina radicular, durante um mês ou menos, cinco estudos verificaram que esta exposição afetou negativamente algumas propriedades mecânicas (18, 28, 31-33), ao passo que os outros cinco estudos não encontraram uma redução significativa nas propriedades mecânicas da dentina (29, 34-37).

De acordo com nossos resultados, a irrigação alternada do canal com soluções de EDTA e NaOCl, previamente ao curativo de demora com hidróxido de cálcio, acarretou diminuição na resistência à compressão da dentina radicular. Entretanto, no grupo irrigado somente com NaOCl, os resultados foram semelhantes aos do grupo controle e, apesar do valor médio de resistência à compressão ter sido menor nas amostras submetidas à irrigação apenas com EDTA, também não houve diferença estatística com relação ao grupo controle.

A explicação para tais resultados pode ser justificada pelos seguintes fatores: composição, ação química, alternância e tempo de uso das soluções irrigadoras utilizadas, bem como, o efeito da remoção da lama dentinária na ação do curativo de demora com hidróxido de cálcio.

Com relação às soluções irrigadoras, sabe-se que o hipoclorito de sódio é o irrigante mais frequentemente utilizado em endodontia, devido às características antimicrobianas de amplo espectro, lubrificante, ação dissolvente de matéria orgânica, ação clareadora e de baixa tensão superficial (3, 4).

Porém, vários estudos têm relatado efeitos adversos do uso do hipoclorito de sódio nas propriedades mecânicas da dentina, tais como: redução na microdureza (13-16), diminuição da resistência flexural (18-21, 38) e do seu módulo de elasticidade (18, 19).

Tem sido discutido que a irrigação do canal com NaOCl leva a perda do conteúdo orgânico da dentina (39, 40), devido ao fato desta solução ser um agente proteolítico não específico (41). A depleção da fase orgânica pode causar alteração das propriedades mecânicas (13, 17, 42), pelo fato de que a dentina contém 22% de material orgânico, principalmente colágeno tipo I, que desempenha importante papel na formação do arcabouço que sustenta o conteúdo mineral dentinário (2, 43). A perda desse conteúdo orgânico implica na redução do módulo de elasticidade e da resistência flexural (19).

O EDTA é amplamente utilizado como agente quelante e de limpeza durante o tratamento endodôntico (12, 44). Este fármaco

remove a camada de esfregaço e reduz significativamente o número e a presença de microrganismos do interior do canal. (45, 46).

Todavia, estudos tem observado que nenhum irrigante único é capaz de remover efetivamente os componentes orgânicos e inorgânicos que compõem a lama dentinária, presente no interior do canal radicular após o preparo mecânico (22, 47, 48).

Para a remoção eficaz dessa lama é geralmente recomendado o uso de EDTA seguido por NaOCl (7, 8, 49, 50).

Porém, essa associação também resulta na abertura dos túbulos dentinários, destruição intertubular (51, 52) e redução da microdureza da dentina (13, 23).

Baumgartner e Mader (50), relataram que a combinação de EDTA 15% e NaOCl 5,25% causa dissolução progressiva da dentina peri e intertubular, e sugeriram que este efeito pode ser resultado da ação alternada do EDTA, que desmineraliza o componente inorgânico e, do NaOCl, que dissolve o componente orgânico da dentina. Em outro estudo, Niu et al., (52), mostraram que quando a irrigação de EDTA 15% foi seguida por NaOCl 6%, erosões dentinárias peritubular e intertubular foram mais observadas. A superfície da dentina radicular apresentava-se áspera na aparência e os orifícios dos túbulos dentinários irregularmente aumentados.

Diante disso, pode-se supor que a combinação e tempo de uso do EDTA e do hipoclorito, utilizados no presente estudo, possam ter resultado na diminuição significativa da resistência da dentina radicular, quando comparado ao grupo controle. Deve-se ressaltar que o tempo de irrigação de 20 min com EDTA pode ter influenciado os resultados observados.

O EDTA é geralmente utilizado apenas na irrigação final, após o preparo mecânico e por pequenos períodos de tempo (de 1 a 5 min), com a finalidade de remover a lama dentinária (8). Tempos de irrigação superiores a 10 min podem promover maior grau de erosão da dentina peri e intertubular (24), alargamento dos túbulos dentinários e diminuição da microdureza da dentina (22, 24).

No presente estudo, quando o hipoclorito foi utilizado na sequência do EDTA, também por 20 min, alternando-se as soluções a cada 10 min, observou-se maior diminuição da resistência à compressão da dentina.

Marending e colaboradores (21), ao avaliarem o impacto de diferentes sequências de irrigação de NaOCl a 2,5% e EDTA a 17% sobre o módulo de elasticidade e resistência flexural da dentina radicular, verificaram queda significativa na resistência à flexão das

amostras (barras de dentina) expostas ao hipoclorito de sódio por 24 min. Esse efeito, porém, não foi influenciado pelo uso do EDTA por curtos períodos (3 min), antes ou após a última exposição de hipoclorito. Deve-se salientar que no estudo de Marending et al. (21), as barras de dentina, com dimensão de 0,8mm X 1,2mm e 10,0mm de comprimento, ficaram totalmente submersas no hipoclorito de sódio, o que não foi o caso de nosso estudo, no qual apenas o canal radicular ficou em contato com as substâncias em questão.

É provável que o uso do EDTA de forma alternada e pelo tempo de 20 minutos, no presente estudo, possa ter permitido maior penetração do hipoclorito nos túbulos dentinários, aumentando a ação deste em profundidade e proporcionando mais intenso poder destrutivo da matriz colagenosa. É bem sabido que o componente mineral nos tecidos conjuntivos duros contribui para a resistência e módulo de elasticidade, enquanto que o componente orgânico colagenoso é responsável pela tenacidade dos tecidos (38). A destruição da matriz do colágeno em tecidos mineralizados resulta em um substrato, mais quebradiço e friável, que pode precipitar a propagação de fendas de fadiga durante esforços cíclicos (53).

Finalmente, a maior abertura dos túbulos dentinários, ocasionada pela remoção da lama dentinária, pode ter potencializado os efeitos do curativo de demora com hidróxido de cálcio. Embora o tempo de uso do curativo tenha sido o mesmo em todos os grupos, é de se esperar que sua ação seja maior na ausência da lama, o que permite difusão dos íons hidroxila na matriz dentinária de forma mais efetiva (54).

Dessa forma, pode-se sugerir que o hidróxido de cálcio tenha promovido menor resistência dentinária na ausência da lama. Estudos têm demonstrado que o período de apenas uma semana de curativo pode ser suficiente para reduzir a resistência da dentina (18, 35).

Andreassen e colaboradores (29), demonstraram que incisivos inferiores de ovinos extraídos e preenchidos com hidróxido de cálcio, expostos a períodos de 1/2, 1, 2, 3, 6, 9, ou 12 meses, tiveram uma acentuada diminuição na força necessária para sua fratura. Esta diminuição da resistência à fratura também se mostrou proporcional ao aumento do período de exposição da dentina ao hidróxido de cálcio. Sahebi et al. (28), evidenciaram que cilindros de dentina radicular submetidos a 30 dias de aplicação de hidróxido de cálcio, necessitaram de uma menor força de compressão para fraturar (28). Em estudo recente, Zarei et al., (55), observaram que os tempos mais longos, superiores a um mês, de canais radiculares instrumentados e preenchidos com o curativo de HC tiveram uma diminuição maior da resistência

radicular a fratura, sendo que nos períodos menores de exposição dentinária ao HC, a resistência foi diminuída, mas não foi considerada significativa.

Além disso, é válido destacar que o grupo controle, irrigado com NaCl, também teve seu canal preenchido por hidróxido de cálcio pelo período de 30 dias. Desta forma, é possível que não tenha havido diferença significativa entre os grupos irrigados com NaCl e com NaOCl pelo fato de que nenhum desses irrigantes é capaz de remover a lama dentinária. (50, 56).

Diante dos resultados deste estudo, sugere-se que o uso do EDTA e do hipoclorito de sódio na irrigação final, após o preparo mecânico e previamente à colocação do curativo de demora, seja realizado pelo menor tempo possível a fim de diminuir os efeitos adversos sobre a resistência da dentina radicular. Ademais, novos estudos são necessários para observar a influência do tempo e da quantidade destes fármacos, quando associados e utilizados previamente ao curativo de demora, sobre essa e outras propriedades mecânicas da dentina radicular.

Conclusão

Diante dos resultados obtidos e tendo em vista as limitações de um estudo laboratorial, pôde-se concluir que o uso de soluções irrigadoras, previamente à colocação do curativo de demora com hidróxido de cálcio, pode influenciar a resistência à compressão da dentina radicular. A irrigação do canal com EDTA 17% seguido por NaOCl 1% promoveu diminuição significativa da resistência da dentina radicular, após 30 dias de uso do curativo com hidróxido de cálcio.

Referências

- 1 Lopes HP, Siqueira Júnior JF. Endodontia: biologia e técnica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 2010. 951p.
- 2 Cohen, S.; Hargreaves, K. M. Caminhos da polpa. 9. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER 2007. 1079 p.
- 3 Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006; 32:389-98.
- 4 Soares ZA, Carvalho MAR de; Santos SMC, Mendonça RMC, Ribeiro-Sobrinho AP, Brito-Junior M, Magalhães PP, Santos MH, Farias LM. Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal *enterococcus faecalis* biofilm. J Endod 2010; 36:894-8.
- 5 Nygaard-Ostby B. Chelation in root canal therapy: ethylenediaminetetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. Odontol Tidsk 1957; 65:3-11.
- 6 Berutti E, Marini R, Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. J Endod 1997; 23:725-7.
- 7 Yamada RS, Armas A, Goldman m, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. J Endod 1983; 9:127-66.
- 8 Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. Int Endod J 2005; 38:285-90.
- 9 Ørstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants, and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumat 1990; 6:142-9.
- 10 Gutiérrez JH, Herrera VR, Berg EH, Villena F, Fofré A. The risk of intentional dissolution of the smear layer after mechanical preparation of root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990; 70:96-108.
- 11 Lloyd A, Thompson J, Gutmann JL, Dummer PMH. Sealability of the Trifecta™ technique in the presence or absence of a smear layer. Int Endod J 1995; 28:35-40.
- 12 Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. Int Endod J 2003; 36:810-30.
- 13 Saleh AA, Ettman WN. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness canal dentine. J Dent 1999; 27:43-6.
- 14 Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. J Endod 2004; 30:880-2.

- 15 Sayin TC, Serper A, Cehreli ZC, Otlu HG. The effect of EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline–HCl with and without subsequent NaOCl treatment on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104:418-24.
- 16 Oliveira LD, Carvalho CA, Nunes W, Valera MC, Camargo CH, Jorge AO. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104:125-8.
- 17 Pascon FM, Kantovitz KR, Sacramento PA, Nobre-dos-Santos M, Puppin-Rontani RM. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *J Dent* 2009; 37:903-8.
- 18 Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J* 2001; 34:113-9.
- 19 Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001; 34:120-2.
- 20 Marending M, Luder HU, Brunner TJ, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine – mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J* 2007; 40:786-93.
- 21 Marending M, Paqué F, Fischer J, Zehnder M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *J Endod* 2007; 33:1325-8.
- 22 Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants: A comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:359-67.
- 23 Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. *J Endod* 2005; 31:107-10.
- 24 Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002; 28:17-9.
- 25 Şen BH, Ertürk Ö, Pişkin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108:622-7.
- 26 Ozdemir HO, Buzoglu HD, Çalt S, Çehreli ZC, Varol E, Temel A. Chemical and ultramorphologic effects of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite in young and old root canal dentin. *J Endod* 2012; 38:204-8.

- 27 White JD, Lacefield WR, Chavers LS, Eleazer PD. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *J Endod* 2002; 28:828–30.
- 28 Sahebi S, Moazami F, Abbott P. The effects of short-term calcium hydroxide application on the strength of dentine. *Dent Traumatol* 2010; 26:43-6.
- 29 Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 2002; 18:134-7.
- 30 Yassen GH, Platt, JA. The effect of nonsetting calcium hydroxide on root fracture and mechanical properties of radicular dentine: a systematic review. [Accepted Article, doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02121.x]. *Int Endod J* 2012.
- 31 Yoldaş O, Doğan C, Seydaoğlu G. The effect of two different calcium hydroxide combinations on root dentine microhardness. *Int Endod J* 2004; 37:828-31.
- 32 Kawamoto R, Kurokawa H, Takubo C, Shimamura Y, Yoshida T, Miyazaki M. Change in elastic modulus of bovine dentine with exposure to a calcium hydroxide paste. *J Dent* 2008; 36:959-64.
- 33 Marending M, Stark WJ, Brunner TJ, Fischer J, Zehnder M. Comparative assessment of time-related bioactive glass and calcium hydroxide effects on mechanical properties of human root dentin. *Dent Traumatol* 2009; 25:126-129.
- 34 Doyon GE, Dumsba T, Von Fraunhofer JA. Fracture resistance of human root dentin exposed to intracanal calcium hydroxide. *J Endod* 2005; 31:895-7.
- 35 Rosenberg B, Murray PE, Namerow K. The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. *Dent Traumatol* 2007; 23:26–9.
- 36 Hatibović-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M, Andreasen JO. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol* 2008; 24:272-6.
- 37 Twati WA, Wood DJ, Liskiewicz TW, Willmott NS, Duggal MS. An evaluation of the effect of non-setting calcium hydroxide on human dentine: a pilot study. *Eur Arc Paediat Dent* 2009; 10:104-9.
- 38 Wang X, Bank RA, Tekoppele JM, Agrawal CM. The role of collagen in determining bone mechanical properties. *J Orthop Res* 2001; 19:1021-6.

- 39 Mccomb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod* 1975; 1:238-42.
- 40 Driscoll CO, Dowker SE, Anderson P, Wilson RM, Gulabivala K. Effects of sodium hypochlorite solution on root dentine composition. *J Mater Sci Mater Med* 2002; 13:219-23.
- 41 Shellis RP. Structural organization of calcospherites in normal and rachitic human dentin. *Arch Oral Biol* 1983; 28:85-95.
- 42 Driscoll CO, Dowker S, Anderson P, Wilson R, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on depletion of dentine [Abstract]. *Int Endod J* 2000; 33:160.
- 43 Pashley DH. Dentin: a dynamic substrate—a review. *Scanning Microsc* 1989; 3:161-74.
- 44 Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod* 1997; 23: 301-6.
- 45 Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985; 18:35-40.
- 46 Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *J Endod* 1995; 21:592-3.
- 47 Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 52:197-204.
- 48 Berg MS, Jacobsen EL, Begole EA, Remeikis NA. A comparison of five irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 1986; 12:192-7.
- 49 Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod* 1982; 8:487-92.
- 50 Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987; 13:147-57.
- 51 Çalt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endod* 2000; 26:459–61.
- 52 Niu W, Yoshioka T, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J* 2002; 35:934-9.

- 53 Kruzic JJ, Ritchie RO. Fatigue of mineralized tissues: cortical bone and dentin. *J Mech Behav Biomed Mater* 2008; 1:3-17.
- 54 Foster KH, Kulild JC, Weller RN. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. *J Endod* 1993; 19:136-40.
- 55 Zarei M, Afkhami F, Poor ZM. Fracture resistance of human root dentin exposed to calcium hydroxide intervisit medication at various time periods: an in vitro study. [Accepted Article, doi: 10.1111/j.1600-9657.2012.01158.x]. *Dent Traumat*, 2012.
- 56 Gutiérrez JH, Jofre A, Villena F. Scanning electron microscope study on the action of endodontic irrigants on bacteria invading the dentinal tubules. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69:491–501.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso do tratamento endodôntico depende do método e da qualidade da instrumentação, irrigação, desinfecção e obturação tridimensional do canal.

A instrumentação endodôntica utilizando técnicas manuais ou mecanizadas, produz uma camada de *smear layer* que contém partículas de tecido calcificado e elementos orgânicos, como restos da polpa, processos odontoblásticos, microrganismos e células sanguíneas nos túbulos dentinários (ŞEN; WESSELINK; TÜRKÜN, 1995).

Atualmente é considerado importante utilizar produtos que possam remover a lama dentinária. Irrigar os canais radiculares com EDTA, seguido por hipoclorito de sódio é um método eficaz para remoção do *smear layer* (YAMADA et al.; 1993; TEIXEIRA et al., 2005). Sabe-se que o tempo preconizado como ideal para o uso de soluções quelantes está entre 1 a 5 min (TEIXEIRA et al., 2005). Entretanto, em nosso estudo padronizamos o tempo total de uso das soluções em 40 min, pois na clínica endodôntica é este o tempo médio utilizado para a instrumentação de um canal radicular.

Como conclusão do presente estudo, observou-se que o uso de soluções irrigadoras previamente à colocação do curativo de demora com hidróxido de cálcio pode influenciar a resistência à compressão da dentina radicular. A irrigação do canal com EDTA 17% seguido por NaOCL 1% promoveu diminuição significativa da resistência à compressão da dentina radicular observada após 30 dias de curativo com hidróxido de cálcio.

Diante do exposto e das limitações dos resultados alcançados num estudo laboratorial, é importante que novas pesquisas sejam conduzidas e, posteriormente, complementadas por estudos clínicos, a fim de observar qual o melhor tempo para utilização da irrigação com EDTA seguido de NaOCl que não provoque diminuição da resistência da dentina radicular.

REFERÊNCIAS

ANDREASEN, F. M.; ANDREASEN, J. O.; BAYER, T. Prognosis of root-fractured permanent incisors – prediction of healing modalities. **Endodontics and Dental Traumatology**, v.5, n.1, p.11–22, feb.1989.

ANDREASEN, J. O. Treatment of fractured and avulsed teeth. **ASDC Journal of Dentistry for Children**, v.38, n.1, p.29-31, jan-feb.1971.

ANDREASEN, J. O.; FARIK, B.; MUNKSGAARD, E. C. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. **Dental Traumatology**, v.18, n.3, p.134-137, jun.2002.

BAUMGARTNER, J. C.; MADER, C. L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **Journal of Endodontics**, v.13, n.4, p.147-157, apr.1987.

BERG, M. S.; JACOBSEN, E. L.; BEGOLE, E. A.; REMEIKIS, N. A. A comparison of five irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. **Journal of Endodontics**, v.12, n.5, p.192-197, may.1986.

BERUTTI, E.; MARINI, R.; ANGERETTI, A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. **Journal of Endodontics**, v.23, n.12, p.725-727, dec.1997.

BYSTRÖM, A.; SUNDQVIST, G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. **International Endodontic Journal**, v.18, n.1, p.35-40, jan.1985.

CALT, S.; SERPER, A. Smear layer removal by EGTA. **Journal of Endodontics**, v.26, n.8, p.459–461, agu.2000.

ÇALT, S.; SERPER, A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. **Journal of Endodontics**, v.28, n.1, p.17-19, jan.2002.

COHEN, S.; HARGREAVES, K. M. **Caminhos da polpa**. 9.ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2007. 1079 p.

DOYON, G. E.; DUMSBA, T.; VON FRAUNHOFER, J. A. Fracture resistance of human root dentin exposed to intracanal calcium hydroxide. **Journal of Endodontics**, v.31, n.12, p.895-897, dec.2005.

DRISCOLL, C. O.; DOWKER, S.; ANDERSON, P.; WILSON, R.; GULABIVALA, K. Effect of sodium hypochlorite on depletion of dentine [Abstract]. **International Endodontic Journal**, v.33, n.2, p.160, mar.2000.

DRISCOLL, C. O.; DOWKER, S. E.; ANDERSON, P.; WILSON, R. M.; GULABIVALA, K. Effects of sodium hypochlorite solution on root dentine composition. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v.13, n.2, p.219-223, feb.2002.

ELDENIZ, A. U.; ERDEMIR, A.; BELLI, S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. **Journal of Endodontics**, v.31, n.2, p.107-110, feb.2005.

FOSTER, K. H.; KULILD, J. C.; WELLER, R. N. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. **Journal of Endodontics**, v.19, n.3, p.136-140, mar.1993.

GARBEROGLIO, R.; BECCE, C. Smear layer removal by root canal irrigants: A comparative scanning electron microscopic study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v.78, n.3, p.359-367, set.1994.

GOLDMAN, L. B.; GOLDMAN, M.; KRONMAN, J. H.; LIN, P. S. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v.52, n.2, p.197-204, aug.1981.

GOLDMAN, M.; GOLDMAN, L. B.; CAVALERI, R.; BOGIS, J.; LIN, P. S. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study: Part 2. **Journal of Endodontics**, v.8, n.11, p.487-492, nov.1982.

GRIGORATOS, D.; KNOWLES, J.; NG, Y. L.; GULABIVALA, K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. **International Endodontic Journal**, v.34, n.2, p.113-119, mar.2001.

GUTIÉRREZ, J. H.; HERRERA, V. R.; BERG, E. H.; VILLENA, F.; FOFRÉ, A. The risk of intentional dissolution of the smear layer after mechanical preparation of root canals. **Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology**, v.70, n.1, p.96-108, jul.1990.

GUTIÉRREZ, J. H.; JOFRE, A.; VILLENA, F. Scanning electron microscope study on the action of endodontic irrigants on bacteria invading the dentinal tubules. **Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology**, v.69, n.4, p.491-501, apr.1990.

HATIBOVIĆ-KOFMAN, S.; RAIMUNDO, L.; ZHENG, L.; CHONG, L.; FRIEDMAN, M.; ANDREASEN, J.O. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. **Dental Traumatology**, v.24, n.3, p.272-276, jun.2008.

HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **International Endodontic Journal**, v.36, n.12, p.810-830, dec.2003.

HÜLSMANN, M.; RÜMMELIN, C.; SCHÄFERS, F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. **Journal of Endodontics**, v.23, n.5, p.301-306, may.1997.

KAWAMOTO, R.; KUROKAWA, H.; TAKUBO, C.; SHIMAMURA, Y.; YOSHIDA, T.; MIYAZAKI, M. Change in elastic modulus of bovine dentine with exposure to a calcium hydroxide paste. **Journal of Dentistry**, v.36, n.11, p.959-964, nov.2008.

KRUZIC, J. J.; RITCHIE, R. O. Fatigue of mineralized tissues: cortical bone and dentin. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v.1, n.1, p.3-17, jan.2008.

LLOYD, A.; THOMPSON, J.; GUTMANN, J. L.; DUMMER, P. M. H. Sealability of the TrifectaTM technique in the presence or absence of a smear layer. **International Endodontic Journal**, v.28, n.1, p.35-40, jan.1995.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 951p.

MARENDING, M.; LUDER, H. U.; BRUNNER, T. J.; KNECHT, S.; STARK, W. J.; ZEHNDER, M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine – mechanical, chemical and structural evaluation. **International Endodontic Journal**, v.40, n.10, p.786-793, out.2007.

MARENDING, M.; PAQUÉ, F.; FISCHER, J.; ZEHNDER, M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. **Journal of Endodontics**, v.33, n.11, p.1325-1328, nov.2007.

MARENDING, M.; STARK, W. J.; BRUNNER, T. J.; FISCHER, J.; ZEHNDER, M. Comparative assessment of time-related bioactive glass

and calcium hydroxide effects on mechanical properties of human root dentin. **Dental Traumatology**, v.25, n.1, p.126-129, feb.2009.

MCCOMB, D.; SMITH, D. C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **Journal of Endodontics**, v.1, n.7, p.238-242, jul.1975.

NIU, W.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. **International Endodontic Journal**, v.35, n.11, p.934-939, nov.2002.

NYGAARD-OSTBY, B. Chelation in root canal therapy: ethylenediaminetetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. **Odontologisk Tidsskrift**, v.65, n.2 p.3-11, 1957.

OLIVEIRA, L. D.; CARVALHO, C. A.; NUNES, W.; VALERA, M. C.; CAMARGO, C. H.; JORGE, A. O. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v.104, n.4, p.125-128, out.2007.

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.

OZDEMIR, H.O.; BUZOGLU, H. D.; ÇALT, S.; ÇEHRELI, Z. C.; VAROL, E.; TEMEL, A. Chemical and ultramorphologic effects of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite in young and old root canal dentin. **Journal of Endodontics**, v.38, n.2, p.204-208, feb.2012.

PASCON, F. M.; KANTOVITZ, K. R.; SACRAMENTO, P. A.; NOBRE-DOS-SANTOS, M.; PUPPIN-RONTANI, R. M. Effect of

sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. **Journal of Dentistry**, v.37, n.12, p.903-908, dec.2009.

PASHLEY, D. H. Dentin: a dynamic substrate—a review. **Scanning Microscopy**, v.3, n.1, p.161-174, mar.1989.

ROSENBERG, B.; MURRAY, P. E.; NAMEROW, K. The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. **Dental Traumatology**, v.23, n.1, p.26–29, feb.2007.

SAHEBI, S.; MOAZAMI, F.; ABBOTT, P. The effects of short-term calcium hydroxide application on the strength of dentine. **Dental Traumatology**, v.26, n.1, p.43-46, feb.2010.

SALEH, A. A.; ETTMAN, W. N. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness canal dentine. **Journal of Dentistry**, v.27, n.1, p.43-46, jan.1999.

SAYIN, T. C.; SERPER, A.; CEBRELI, Z.C.; KALAYCI, S. Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and Tetracycline-HCL treatment with or without subsequent NaOCl irrigation. **Journal of Endodontics**, v.33, n.5, p.581-584, may.2007.

SAYIN, T. C.; SERPER, A.; CEHRELI, Z. C.; OTLU, H. G. The effect of EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline–HCl with and without subsequent NaOCl treatment on the microhardness of root canal dentin. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v.104, n.3, p.418-424, set.2007.

ŞEN, B. H.; ERTÜRK, Ö.; PIŞKIN, B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v.108, n.4, p.622-627, out.2009.

ŞEN, B. H.; WESSELINK, P. R.; TÜRKÜN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **International Endodontic Journal**, v.28, n.3, p.141-148, may.1995.

SHELLIS, R. P. Structural organization of calcospherites in normal and rachitic human dentin. **Archives of Oral Biology**, v.28, n.1, p.85-95, jan.1983.

SIM, T. P.; KNOWLES, J. C.; NG, Y. L.; SHELTON, J.; GULABIVALA, K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. **International Endodontic Journal**, v.34, n.2, p.120-122, mar.2001.

SLUTZKY-GOLDBERG, I.; MAREE, M.; LIBERMAN, R.; HELING, I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. **Journal of Endodontics**, v.30, n.12, p.880-882, dec.2004.

SOARES, Z. A.; CARVALHO, M. A. R. de; SANTOS, S. M. C.; MENDONÇA, R. M. C.; RIBEIRO-SOBRINHO, A. P.; BRITO-JUNIOR, M.; MAGALHÃES, P. P.; SANTOS, M.H.; FARIAS, L. M. Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal *enterococcus faecalis* biofilm. **Journal of Endodontics**, v.36, n.5, p.894-898, may.2010.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C. S.; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **International Endodontic Journal**, v.38, n.5, p.285-290, may.2005.

TWATI, W. A.; WOOD, D. J.; LISKIEWICZ, T. W.; WILLMOTT, N. S.; DUGGAL, M. S. An evaluation of the effect of non-setting calcium hydroxide on human dentine: a pilot study. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v.10, n.2, p.104-109, jun.2009.

WHITE, J. D.; LACEFIELD, W. R.; CHAVERS, L. S.; ELEAZER, P. D. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. **Journal of Endodontics**, v.28, n.12, p.828–830, dec.2002.

YAMADA, R. S.; ARMAS, A.; GOLDMAN, M.; LIN, P. S. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. **Journal of Endodontics**, v.9, n.4, p.127-166, apr.1983.

YASSEN, G. H.; PLATT, J. A. The effect of nonsetting calcium hydroxide on root fracture and mechanical properties of radicular dentine: a systematic review. [Accepted Article, doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02121.x]. **International Endodontic Journal**, aug.2012.

YOLDAŞ, O.; DOĞAN, C.; SEYDAOĞLU, G. The effect of two different calcium hydroxide combinations on root dentine microhardness. **International Endodontic Journal**, v.37, n.12, p.828-831, dec.2004.

YOSHIDA, T.; SHIBATA, T.; SHINOHARA, T.; GOMYO, S.; SEKINE, I. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. **Journal of Endodontics**, v.21, n.12, p.592-593, dec.1995.

WANG, X.; BANK, R. A.; TEKOPPELE, J. M.; AGRAWAL, C. M. The role of collagen in determining bone mechanical properties. *Journal of Orthopopaedic Research*, v19, n.6, p.1021-1026, nov.2001.

ZAREI, M; AFKHAMI, F; POOR, ZM. Fracture resistance of human root dentin exposed to calcium hydroxide intervisit medication at various time periods: an in vitro study. [Accepted Article, doi: 10.1111/j.1600-9657.2012.01158.x]. **Dental Traumatology**, jul.2012.

ZEHNDER, M. Root canal irrigants. **Journal of Endodontics**, v.32, n.5, p.389-398, may.2006.

ANEXO – Parecer do Comitê de Ética

Certificado

Page 1 of 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 Do Sistema de Pesquisa e Extensão
 Centro de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO Nº 2083

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 9584-GR-99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o conteúdo no Regulamento Interno do CEPSH, CERTIFICA que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP.

APROVADO

PROCESSO: 2083 FR: 440212

TÍTULO: Efeito do Uso de Diferentes Soluções Irrigadoras Presentes ao Circuito de Drenagem de Hidráulica Calor na Remoção de Destina Resíduos

AUTOR: Cláudio do Sá eiro Yamato, Leila Cláudio Hilbertem, Maybell Teixeira

FLORIANÓPOLIS, 03 de Outubro de 2011

Coordenador do CEPSH UFSC

Prof. Washington Pereira de Souza
 Coordenador do CEPSH UFSC