

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
21/03/2021.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Kamila de Figueiredo Pereira

**Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento
resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento
endodôntico**

Araraquara

2019



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Kamila de Figueiredo Pereira

**Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento
resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento
endodôntico**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutora em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística

Orientador: Prof^a Dr^a Andrea Abi Rached Dantas

Araraquara

2019

Pereira, Kamila de Figueiredo

Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento endodôntico / Kamila de Figueiredo Pereira. -- Araraquara: [s.n.], 2019

42 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Abi Rachel Dantas

Coorientador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

1. Dentística operatória 2. Endodontia 3. Hipoclorito de sódio 3. Microscopia I. Título

Kamila de Figueiredo Pereira

Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após de retratamento endodôntico

Comissão julgadora

Tese para obtenção do grau de Doutora em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Prof^ª Dr^ª Andrea Abi Rached Dantas

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

4º Examinador: Prof. Dr. Thiago Soares Porto

5º Examinador: Prof^ª Dr^ª Paula Aboud Barbugli

Araraquara, 21 de março de 2019.

DADOS CURRICULARES

Kamila de Figueiredo Pereira

NASCIMENTO: 17/07/1990 - Bauru - São Paulo

FILIAÇÃO: Fernando Pereira Santos e Marly S. de Figueiredo Pereira

2008/2012:

Graduação em Odontologia – Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP

2011/2012:

Curso de Atualização em Dentística Estética Integrada. Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia – FAEPO – Araraquara/SP

2013/2015:

Curso de Mestrado no programa de pós-graduação em Ciências Odontológicas – Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP

2015/2018:

Curso de Doutorado no programa de pós-graduação em Ciências Odontológicas – Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP

AFILIAÇÕES:

SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica

Dedico este trabalho primeiramente à **Deus**, que sempre iluminou meus passos, me amparando para que fosse possível chegar até aqui.

Dedico aos meus pais, **Marly e Fernando**, que me deram à luz da vida, amor incondicional e suporte ao longo dessa caminhada.

À minha família, meus amigos e à Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP, que através de pequenos gestos, conversas e presença, tornaram meus dias mais alegres, enquanto estive aqui.

AGRADECIMENTOS

Ao meu irmão, **Bruno**, que sempre está ao meu lado, me apoiando em todos os sentidos, sendo uma referência para mim, meu grande companheiro de vida.

Aos meus padrinhos, **Sueli e Amauri**, que me auxiliam, me orientam e sempre querem o meu bem.

À minha **família**, a qual me oferece amor incondicional desde minha primeira respiração até a última.

Às minhas amigas, **Carol, Camila, Lay e Mari**, que foram meu suporte na pós-graduação, me emprestaram seus ouvidos, me ofereceram conselho e abrigo nos momentos difíceis.

À minha orientadora **Prof^a Dr^a Andrea Abi Rached Dantas**, que se tornou uma amiga, que me ofereceu apoio e abraço nos mais diversos momentos, que forneceu suporte para que tudo fosse possível, com o jeito mais doce que poderia ter sido.

Ao meu orientador **Prof^o Dr^o Milton Carlos Kuga**, muito mais que um orientador, foi um mestre que iluminou meus caminhos e sempre me fez refletir sobre qual deve ser a minha melhor versão, orientação que vai muito além da vida acadêmica.

Ao **Prof^o Dr^o Marcelo Ferrarezi de Andrade**, meu eterno orientador de vida e de profissão, que nunca mediu esforços para ver seus orientados bem, sempre com um sorriso no rosto e um jeito leve e simples de levar a vida.

Ao **Prof^o Dr^o Edson Alves de Campos**, meu eterno orientador de vida e de profissão, ser-humano brilhante, exemplo de profissional, ética e paixão pelo que faz, possui o dom do ensino, meu espelho que muitos momentos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, **Dona Cida, Marinho e Creuza**, pessoas ímpares, que facilitam nosso dia-a-dia. Foi um prazer enorme estar ao lado de vocês durante todo esse tempo, serei eternamente grata.

Aos **funcionários da FAEPO, funcionários e professores da Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP**, que tornaram este recinto de conhecimento em uma verdadeira casa para mim, com sua hospitalidade e generosidade sem fim.

Aos meus colegas de trabalho e grandes incentivadores **Bruna Soares, Luciana e Flávio Cotta**, por me corrigirem quando eu erro, por me elogiarem quando eu acerto, por sempre estimularem o alcance do mais alto nível de Odontologia.

À todos que me ajudaram e contribuíram com o meu dia-a-dia, tornando tudo mais leve.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Por mais inteligente que alguém possa ser, se não for humilde, o seu melhor se perde na arrogância. A humildade ainda é a parte mais bela da sabedoria.”

Autor desconhecido.

Pereira KF. Efeito dos protocolos de irrigação sobre a interface de adesão entre cimento resinoso autoadesivo à dentina intrarradicular após retratamento endodôntico [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de protocolos de irrigação na resistência de união e penetrabilidade de cimentação resinosa autoadesiva de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular após de retratamento endodôntico. O tratamento endodôntico foi realizado, primeiramente, com Endofill e o retratamento com AH Plus. Foi executada cimentação com U200 com variação no protocolo de irrigação do espaço protético, convencional (C), irrigação ultrassônica passiva (PUI) ou escova para conduto (EC) e na solução irrigadora (água destilada ou hipoclorito de sódio 2,5%): CH₂O, CNaOCl, PUIH₂O, PUINaOCl, ECH₂O e ECNaOCl. O ensaio mecânico *push out* e microscopia de fluorescência confocal foram realizados. Para análise em microscópio de fluorescência confocal, foi adicionado o corante fluorescente verde malaquita ao cimento resinoso e o corante rodamina B isotiocianato RITC ao cimento obturador AH Plus, ambos na concentração 0,01%. As falhas foram classificadas em (AD) – adesiva entre a dentina e o cimento resinoso; (MI) – mista; (CO) – coesiva no cimento resinoso. Os dados paramétricos foram avaliados pelo teste ANOVA a dois critérios fixos e pós-teste Tukey (5%). Os dados não paramétricos foram analisados pelos testes Kruskal Wallis e Dunn. Os maiores valores de penetrabilidade dos cimentos foram nos grupos ECNaOCl=PUINaOCl=ECH₂O ($p<0.05$). Houve redução nos valores de resistência de união quando PUIH₂O foi utilizado ($p<0.05$). O protocolo de limpeza dentinária utilizando escova de conduto associado à água destilada e a irrigação ultrassônica passiva ao hipoclorito de sódio apresentaram os melhores valores de penetrabilidade e resistência de união.

Palavras chave: Dentística operatória. Endodontia. Hipoclorito de sódio. Microscopia.

Pereira KF. Effect of irrigation protocols on the bond strength of self-etch resin cement into intraradicular dentin after endodontic retreatment. [tese]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of protocols of irrigation on the bond strength and penetrability of cementation of fiber posts with self-adhesive resin cement to radicular dentin after endodontic retreatment. The endodontic retreatment was filled primarily, with Endofill and, after, with AH Plus. U200 was luted varying the irrigation protocol of post-space preparation, conventional (C), passive ultrasonic irrigation (PUI) or canal brush (CB) and the irrigating solution (distilled water or 2.5% sodium hypochlorite): CH₂O, CNaOCl, PUIH₂O, PUINaOCl, CBH₂O and CBNaOCl. *Push out* mechanical testing and confocal fluorescence microscopy was evaluated. Fluorescent dye malachite green was added to the self-adhesive resin cement and the fluorescent dye rhodamine B isothiocyanate RITC to the root canal sealer AH Plus, both in 0.01% concentration. The failures mode was classified in (AD) – adhesive between dentin and resin cement; (MI) – mixed; (CO) – cohesive in resin cement. The parametric data was evaluated by two-way ANOVA and Tukey tests (5%). The non-parametric data by Kruskal Wallis and Dunn. The higher data of penetrability was CBNaOCl=PUINaOCl=CBH₂O groups ($p<0.05$). The reduction of bond strength values was verified in PUIH₂O group ($p<0.05$). The dentin cleaning protocol with canal brush associated with distilled water and passive ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite showed highest results of penetrability and bond strength.

KEYWORDS: Operative dentistry. Endodontics. Sodium Hypochlorite. Microscopy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
4 MATERIAL E MÉTODO	18
4.1 Material	18
4.2 Método	20
4.2.1 Seleção e Preparo dos Dentes	20
4.2.2 Desobturação dos Dentes	21
4.2.3 Grupos Experimentais	22
4.2.4 Protocolos de Irrigação	22
4.2.5 Tratamento dos Pinos	23
4.2.6 Cimentação com U200	23
4.2.7 Inclusão dos Dentes	23
4.2.8 Secção das Raízes	24
4.2.9 Análise na Microscopia de Fluorescência Confocal	25
4.2.10 Ensaio Mecânico – Resistência de União	25
4.3 Análise Estatística	26
5 RESULTADO	27
5.1 Análise na Microscopia de Fluorescência Confocal	27
5.2 Ensaio Mecânico – Resistência de União	31
6 DISCUSSÃO	33
7 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37
ANEXO	42

1 INTRODUÇÃO

Pinos de fibra de vidro têm sido muito utilizados na Odontologia por suas características semelhantes à estrutura dental remanescente, como maior biocompatibilidade ao módulo de elasticidade da dentina, ser estético e possuir um baixo custo de confecção¹⁻⁴, porém, em estudos de acompanhamento clínico podemos citar como principais causas de falha deste tipo de reabilitação, problemas na cimentação adesiva e infecção endodôntica^{2,4-8}.

A cimentação adesiva no interior do conduto radicular é um desafio natural por possuir um alto fator de configuração cavitária^{5,9}, dificuldade no controle de umidade, assim como adequada limpeza dentinária e complicado acesso e visibilidade do campo operatório^{5,6,10}. Um dos principais fatores de interferência da resistência de união entre a dentina e a cimentação resinosa é a nanoinfiltração com degradação hidrolítica da camada híbrida por absorção de água^{2,11}. A incompleta penetração dos monômeros resinosos na rede de fibras colágenas^{12,13}, assim como a substituição incompleta de água livre armazenada em compartimentos entre as fibras colágenas e a colagenólise causada por metaloproteinase de matriz endógena (MMPs) são observadas em estudos com envelhecimento de dentina^{2,5,14-22}. Assim, o uso de técnicas de cimentação simplificada, conhecidas como sistema *self-adhesive* ou cimentação autoadesiva, que não necessitam de condicionamento ácido do elemento dental e utilização de sistema adesivo, asseguram menor chance de erro do profissional²³⁻²⁵, devido ao número de passos clínicos reduzido^{23,25,26}, além de garantir controle adequado de umidade^{24,27}, assim como satisfatória desmineralização dos tecidos dentais, gerando maior sucesso e estabilidade do procedimento a longo prazo^{24,25,28}. Entretanto, estudos mostram que estes sistemas de cimentação apresentam menores valores de resistência de união e diminuída espessura de camada híbrida, levando à necessidade de pesquisas que melhorem o seu protocolo de uso clínico^{25,29}.

O hipoclorito de sódio tem sido utilizado como substância irrigadora padrão por sua propriedade antimicrobiana e a capacidade de dissolução de conteúdo orgânico^{4,30}, contudo esta solução não tem o poder de dissolver conteúdo inorgânico, além de possivelmente comprometer resistência de união de cimentos resinosos à dentina radicular^{6,31}, como demonstrado em alguns estudos prévios^{4,6,32}, porém, a sua utilização em conjunto com diferentes protocolos de irrigação aumentam capacidade

de assepsia da *smear layer* na entrada dos túbulos dentinários⁵, o que acarreta em maior penetrabilidade do sistema de cimentação e consequente aumento na resistência de união da interface cimento/dentina. A irrigação convencional com hipoclorito de sódio em diversas concentrações tem sido o método mais frequentemente utilizado^{4,30,33}, todavia, algumas irregularidades ou variações anatômicas, assim como canais acessórios são inacessíveis à esta técnica, tornando este método insuficiente na remoção da *smear layer*^{30,34,35}.

O uso de irrigação ultrassônica passiva (PUI) foi introduzido no mercado com intuito de melhorar a assepsia dos canais radiculares^{6,31}, através de vibrações, ou seja, ondas ultrassônicas nas soluções irrigadoras, denominadas como *Acoustic Streaming*, descrita como uma técnica eficiente para irrigação e limpeza final no sistema de canais radiculares, por meio de movimento intenso e circular do fluído ao redor do instrumento³⁰. Alguns autores evidenciam o potencial de limpeza da PUI e a sua capacidade de aumentar a efetividade de soluções irrigadoras na remoção da *smear layer* de áreas inacessíveis^{6,33,34,36,37}, contudo, outros estudos demonstraram pouca efetividade deste conceito de irrigação passiva^{33,38,39}.

Outra técnica existente no mercado é o emprego de uma escova para conduto, desenvolvida para propiciar assepsia das paredes do canal radicular. Com flexibilidade e tamanho adequados, proporciona melhor remoção de debris da dentina que a irrigação manual com seringa endodôntica, porém não há estudos na literatura sobre o seu uso em preparo do espaço protético do canal, para reabilitação com retentores intrarradiculares e se seu uso seria interessante para melhorar a adesão do cimento resinoso à dentina intrarradicular⁴⁰⁻⁴³.

Para se obter elevados valores de resistência de união deve-se conhecer intimamente o sistema de adesão empregado e, portanto, trabalhar de maneira correta sobre dentina intrarradicular e a camada de *smear layer* gerada pelos preparos endodônticos e protéticos. Sabe-se que o cimento obturador, guta-percha, raspas de dentina e o próprio óleo do motor fazem parte da *smear layer* intrarradicular e pesquisas comprovam que o tratamento endodôntico, assim como o retratamento endodôntico interferem na resistência de união de cimentos resinosos à dentina intrarradicular, deste modo, um protocolo de irrigação e limpeza das paredes do canal radicular se faz necessário^{6,34,44,45}. Na literatura não há um consenso sobre qual melhor técnica, aparelho ou mesmo solução irrigadora deve ser utilizado para cimentação adesiva ou mesmo para diferentes sistemas de cimentação, ou seja,

cimentação resinosa convencional e/ou autoadesiva. Portanto, o objetivo deste estudo é analisar o efeito de protocolos de irrigação sobre a resistência de união de cimentação autoadesiva de pinos de fibra de vidro à dentina intrarradicular. As hipóteses testadas no presente estudo foram: 1) não houve diferença na penetrabilidade; 2) resistência de união e 3) entre os diferentes protocolos de irrigação.

7 CONCLUSÃO

Com as limitações deste estudo podemos concluir que os protocolos de limpeza favorecem a interface de adesão do cimento autoadesivo em dentes retratados endodonticamente.

A irrigação convencional apresentou valores de penetrabilidade e resistência de união intermediários e independe da solução irrigadora escolhida, seja com água destilada ou hipoclorito de sódio 2,5%; A irrigação ultrassônica passiva, quando associada à água destilada não é indicada como protocolo prévio à cimentação de pinos de fibra de vidro com cimento resinoso autoadesivo; O protocolo de limpeza dentinária utilizando escova de conduto associado à água destilada e a irrigação ultrassônica passiva ao hipoclorito de sódio apresentaram os melhores valores de penetrabilidade e resistência de união.

REFERÊNCIAS*

1. Calixto LR, Bandéca MC, Clavijo V, Andrade MF, Vaz LG, Campos EA. Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. *Oper Dent*. 2012; 37(1): 80-6.
2. Cecchin D, de Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. *J Endod*. 2011; 37(9): 1310-5.
3. Clavijo VG, Reis JM, Kabbach W, Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. *J App Oral Sci*. 2009; 17(6): 574-8.
4. da Cunha LF, Furuse AY, Mondelli RF, Mondelli J. Compromised bond strength after root dentin deproteinization reversed with ascorbic acid. *J Endod*. 2010; 36(1): 130-4.
5. Bitter K, Aschendorff L, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Do chlorhexidine and ethanol improve bond strength and durability of adhesion of fiber posts inside the root canal? *Clin Oral Investig*. 2014; 18(3): 927-34.
6. Bitter K, Hambarayan A, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. *Eur J Oral Sci*. 2013; 121(4): 349-54.
7. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008; 21(4): 328-36.
8. Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, Deutsch AS. A review of failure modes in teeth restored with adhesively luted endodontic dowels. *J Prosthodont*. 2010; 19(8): 639-46.
9. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod*. 2005; 31(8): 584-9.
10. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001; 34(5): 346-53.
11. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater*. 2006; 22(10): 973-80.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

12. Kim YK, Gu LS, Bryan TE, Kim JR, Chen L, Liu Y et al. Mineralisation of reconstituted collagen using polyvinylphosphonic acid/polyacrylic acid templating matrix protein analogues in the presence of calcium, phosphate and hydroxyl ions. *Biomaterials*. 2010; 31(25): 6618-27.
13. Liu Y, Tjäderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res*. 2011; 90(8): 953-68.
14. De Munck J, Van den Steen PE, Mine A, Van Landuyt KL, Poitevin A, Opdenakker G et al. Inhibition of enzymatic degradation of adhesive-dentin interfaces. *J Dent Res*. 2009; 88(12): 1101-6.
15. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*. 2003; 24(21): 3795-803.
16. Martin-De Las Heras S, Valenzuela A, Overall CM. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. *Arch Oral Biol*. 2000; 45(9): 757-65.
17. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res*. 2004; 83(3): 216-21.
18. Santos J, Carrilho M, Tervahartiala T, Sorsa T, Breschi L, Mazzoni A et al. Determination of matrix metalloproteinases in human radicular dentin. *J Endod*. 2009; 35(5): 686-9.
19. Sauro S, Watson TF, Mannocci F, Miyake K, Huffman BP, Tay FR et al. Two-photon laser confocal microscopy of micropermeability of resin-dentin bonds made with water or ethanol wet bonding. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009; 90(1): 327-37.
20. Sulkala M, Tervahartiala T, Sorsa T, Larmas M, Salo T, Tjäderhane L. Matrix metalloproteinase-8 (MMP-8) is the major collagenase in human dentin. *Arch Oral Biol*. 2007; 52(2): 121-7.
21. Wang Y, Spencer P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. *J Dent Res*. 2003; 82(2): 141-5.
22. Zhang SC, Kern M. The role of host-derived dentinal matrix metalloproteinases in reducing dentin bonding of resin adhesives. *Int J Oral Sci*. 2009; 1(4): 163-76.
23. Baena E, Flores A, Ceballos L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. *Odontology*. 2017; 105(2): 170-7.
24. Barreto MS, Rosa RA, Seballos VG, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB et al. Effect of Intracanal Irrigants on Bond Strength of Fiber Posts Cemented With a Self-adhesive Resin Cement. *Oper Dent*. 2016; 41(6): e159-e67.
25. Özcan E, Çetin AR, Capar ID, Tunçdemir AR, Aydınbelge HA. Influence of eugenol on the push-out bond strengths of fiber posts cemented with different types of resin luting agents. *Odontology*. 2013; 101(2): 204-9.

26. Forough RM, Ghasemi N, Rahimi S, Milani AS, Omrani E. Effect of Different Endodontic Sealers on the Push-out Bond Strength of Fiber Posts. *Iran Endod J.* 2016; 11(2): 119-23.
27. Zhang L, Huang L, Xiong Y, Fang M, Chen JH, Ferrari M. Effect of post-space treatment on retention of fiber posts in different root regions using two self-etching systems. *Eur J Oral Sci.* 2008; 116(3): 280-6.
28. Garcia C, Ruales-Carrera E, Prates LHM, Volpato CAM. Effect of different irrigations on the bond strength of self-adhesive resin cement to root dentin. *J Clin Exp Dent.* 2018; 10(2): e139-45.
29. Alkudhairy FI, Bin-Shuwaish MS. The effect of sodium hypochlorite and resin cement systems on push-out bond strength of cemented fiber posts. *Pak J Med Sci.* 2016; 32(4): 905-10.
30. Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod.* 2011; 37(2): 235-8.
31. Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Santini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Húngaro Duarte MA et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod.* 2014; 40(12): 2009-14.
32. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ et al. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod.* 2006; 32(11): 1088-90.
33. Amin SA, Seyam RS, El-Samman MA. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. *J Endod.* 2012; 38(5): 696-9.
34. Akcay M, Arslan H, Mese M, Sahin NN. The effect of photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonically and sonically irrigation techniques on the push-out bond strength of a resin sealer to the root dentin. *Clin Oral Investig.* 2015; 19(5): 1055-61.
35. Okşan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 1993; 26(5): 301-5.
36. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009; 35(6): 791-804.
37. Van Der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int Endod J.* 2005; 38(10): 764-8.
38. Al-Ali M, Sathorn C, Parashos P. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *Int Endod J.* 2012; 45(10): 898-906.

39. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2002; 35(7): 582-9.
40. da Costa Lima GA, Aguiar CM, Câmara AC, Alves LC, Dos Santos FA, do Nascimento AE. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. *J Endod.* 2015; 41(3): 400-4.
41. Grischke J, Müller-Heine A, Hülsmann M. The effect of four different irrigation systems in the removal of a root canal sealer. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(7): 1845-51.
42. Kamel WH, Kataia EM. Comparison of the efficacy of Smear Clear with and without a canal brush in smear layer and debris removal from instrumented root canal using WaveOne versus ProTaper: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2014; 40(3): 446-50.
43. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Demirbuga S, Dinçer AN, Arslan H. The effect of different final irrigant activation techniques on the bond strength of an epoxy resin-based endodontic sealer: a preliminary study. *J Endod.* 2014; 40(6): 862-6.
44. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod.* 1975; 1(7): 238-42.
45. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol.* 1990; 6(4): 142-9.
46. Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997; 30(5): 297–306.
47. Bitter K, Polster L, Askar H, von Stein-Lausnitz M, Sterzenbach G. Effect of final irrigation protocol and etching mode on bond strength of a multimode adhesive in the root canal. *J Adhes Dent.* 2017; 8: 245-52.
48. Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, Chen JH, Pashley DH, Tay FR. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? *J Dent.* 2015; 43(5): 525-36.
49. Sreekha A, Rashmi K, Hegde J, Lekha S, Rupali K, Reshmi G. An in vitro evaluation of passive ultrasonic agitation of different irrigants on smear layer removal after post space preparation: a scanning electron microscopic study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013; 13(3): 240-6.
50. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007; 33(5): 611–5.
51. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Ultrasound effects after post space preparation: An SEM study. *J Endod.* 2006; 32(6): 549-52.

52. Gu XH, Mao CY, Kern M. Effect of different irrigation on smear layer removal after post space preparation. *J Endod.* 2009; 35(4): 583-6.
53. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayrancı LB. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *J Prosthet Dent.* 2016; 115(5): 601-5.
54. Mirseifinejad R, Tabrizizade M, Davari A, Mehravar F. Efficacy of different root canal irrigants on smear layer removal after post space preparation: a scanning electron microscopy evaluation. *Iran Endod J.* 2017; 12(2): 185-90.
55. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J.* 2007; 40(1): 52-7.
56. Rödiger T, Hirschleib M, Zapf A, Hülsmann M. Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *Int Endod J.* 2011; 44(12): 1155-61.
57. Skidmore LJ, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *J Endod.* 2006; 32(10): 963-6.
58. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* 2002; 28:17-9.
59. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, Armstrong SR. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater.* 2008; 24: 1405-11.