

INFLUÊNCIA DE SUBSTÂNCIAS IRRIGADORAS ENDODÔNTICAS NA MICRODUREZA DA DENTINA RADICULAR - REVISÃO INTEGRATIVA

INFLUENCE OF ENDODONTIC IRRIGATION SUBSTANCES ON THE MICRODURITY OF THE RADICULAR DENTIN - INTEGRATIVE REVIEW

Bruna Teresa Bispo de Macêdo¹, Victória Lorenna Gomes de Sousa², Giselle Maria Ferreira Lima Verde³, Isabela Floriano Nunes Martins⁴, Luciana Reinaldo Lima⁵

1. Discente do curso de Odontologia do Centro Universitário Uninovafapi.
2. Discente do curso de Odontologia do Centro Universitário Uninovafapi.
3. Professora Mestre do Curso de Odontologia do Centro Universitário Uninovafapi.
4. Doutora em Odontologia, Professora do Centro Universitário Uninovafapi.
5. Professora Mestre do Curso de Odontologia do Centro Universitário Uninovafapi.

Palavras-chave:

Microdureza da dentina; soluções de irrigação; EDTA; hipoclorito de sódio; digluconato de clorexidina.

Keywords:

Dentin microhardness; irrigation solutions; EDTA; Sodium hypochlorite; chlorhexidine digluconate.

RESUMO

As soluções de irrigação são essenciais como auxiliares na limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR). Entretanto, essas substâncias químicas podem gerar alterações na composição da dentina. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar, por meio de uma revisão integrativa, os efeitos do hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1%; 2,5%; 3%; 5%; 5,25%; 6% e 17%; digluconato de clorexidina (CHX) a 2% e EDTA 2,5%; 5%; 15% e 17% sobre a microdureza da dentina do canal radicular após sua utilização como solução irrigadora. Foi realizada uma revisão integrativa nas bases de dados: PubMed, Cochrane e Lilacs, utilizando-se os seguintes descritores em inglês: "irrigating solutions"; "chelating agents"; "dentin microhardness"; "EDTA"; "sodium hypochlorite"; "chlorhexidine gluconate". Foi utilizado o conector "and" associando dentin microhardness aos outros descritores. Critérios de inclusão: Artigos científicos na área da odontologia, escritos em inglês e português que aborda o tema "As soluções de hipoclorito de sódio (NaOCl), digluconato de clorexidina (CHX) e EDTA influenciam na microdureza da dentina radicular?". Critérios de exclusão: artigos repetidos em mais de uma base de dados, livros, teses de doutorado, dissertações de mestrado, resumos e trabalhos publicados em congresso. Fortes evidências indicam que o hipoclorito de sódio, digluconato de clorexidina e EDTA influenciam na microdureza da dentina radicular, quando utilizadas como solução irrigadora durante o tratamento endodôntico.

ABSTRACT

Irrigation solutions are essential as an aid in cleaning and disinfecting the root canal system (SCR). However, these chemicals can cause changes in the composition of dentin. Thus, the present study aimed to evaluate, through an integrative review, the effects of 1% sodium hypochlorite (NaOCl); 2.5%; 3%; 5%; 5.25%; 6% and 17%; 2% chlorhexidine digluconate (CHX) and 2.5% EDTA; 5%; 15% and 17% on the microhardness of root canal dentin after its use as an irrigating solution. An integrative review was carried out in the databases: PubMed, Cochrane and Lilacs, using the following descriptors in English: "irrigating solutions"; "chelating agents"; "dentin microhardness"; "EDTA"; "sodium hypochlorite"; "chlorhexidine gluconate". The "and" connector was used, associating dentin microhardness with other descriptors. Inclusion criteria: Scientific articles in the field of dentistry, written in English and Portuguese that address the topic "Do solutions of sodium hypochlorite (NaOCl), chlorhexidine gluconate (CHX) and EDTA influence the microhardness of root dentin?". Exclusion criteria: articles repeated in more than one database, books, doctoral theses, master's dissertations, abstracts and papers published in congress. Strong evidence indicates that sodium hypochlorite, chlorhexidine gluconate and EDTA influence the microhardness of root dentin when used as an irrigating solution during endodontic treatment.

Autor correspondente:

Bruna Teresa Bispo de Macêdo
Rua Dra. Lia Rachel do Rego Monteiro Mendes-1414, Bairro Campestre, Zona Leste. CEP: 64053710, Teresina-PI
E-mail: brubmacedo@hotmail.com
Telefone: (86) 994598323

INTRODUÇÃO

Uma das principais causas das patologias endodônticas é a presença de bactérias e suas toxinas nos SCR. Assim, o tratamento endodôntico visa a redução

das populações bacterianas e seus subprodutos para níveis compatíveis com a cicatrização tecidual peri-radicular e prevenção da periodontia apical¹.

O sucesso da terapia endodôntica depende do controle efetivo da infecção e, nesse sentido, a preparação

químico-mecânica desempenha um papel fundamental na redução da carga bacteriana a níveis compatíveis com o reparo tecidual. A preparação mecânica associada a uma solução inerte demonstrou diminuir significativamente o número de células bacterianas no canal radicular; no entanto, na maioria dos casos, os microrganismos persistem após o preparo, evidenciando a importância do uso de um irrigante com ação antimicrobiana².

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é o irrigante mais utilizado nos canais radiculares em endodontia, pois possui grande capacidade de dissolução de detritos orgânicos e excelente agente antimicrobiano. No entanto, o NaOCl tem um potencial irritante de tecidos periapicais, especialmente em altas concentrações. Assim, o gluconato de clorexidina (CHX) tem sido proposto como um substituto para o NaOCl. O CHX não pode dissolver o tecido pulpar, mas possui uma excelente capacidade antimicrobiana e substantividade que mantém um efeito antibacteriano por longos períodos de tempo^{2,5}.

O uso de agentes quelantes durante o preparo biomecânico dos canais radiculares promovem uma remoção da camada de esfregaço, aumentando o acesso do irrigante aos túbulos da dentina para permitir uma desinfecção adequada. O EDTA é geralmente aceito como o agente quelante mais eficaz na terapia endodôntica. É utilizado para remover a camada de esfregaço e preparar as paredes dentinárias para melhor aderência dos materiais de preenchimento. No entanto, o EDTA também tem o potencial de causar erosão dentinária excessiva e pode causar um grau moderado de irritação^{6,7}.

As propriedades estruturais da dentina, como a microdureza, podem sofrer alterações após o uso de irrigantes químicos, capazes de alterar a proporção de componentes orgânicos e inorgânicos. A utilização desses irrigantes podem gerar uma degradação da matriz de colágeno nos tecidos mineralizados resultando em um substrato menos resistente e mais quebradiço, o que pode tornar os dentes tratados endodonticamente mais suscetíveis à fratura de coroa ou raiz^{3,8}.

Diante do exposto torna-se relevante o estudo sobre a influência de substâncias irrigadoras endodônticas na microdureza da dentina radicular. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar, por meio de uma revisão sistematizada, os efeitos do hipoclorito de sódio (NaOCl), digluconato de clorexidina (CHX) e ácido etileno diaminotetracético (EDTA) sobre a microdureza da dentina do canal radicular após sua utilização como solução irrigadora.

METODOLOGIA

O presente estudo tem caráter de revisão **integrativa**, compondo-se de uma pesquisa de literatura à análise do tema "Influência de substâncias irrigadoras endodônticas na microdureza da dentina radicular". Esta revisão foi realizada conforme as seguintes etapas: 1. Formulação e delimitação da questão de pesquisa; 2. Escolha das fontes de dados; 3. Eleição das palavras-chave para busca; 4. Busca e organização dos resultados; 5. Seleção dos artigos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão; 6. Extração dos dados dos artigos selecionados; 7. Avaliação dos artigos; e 8. Síntese e interpretação dos dados.

Foi realizado o levantamento bibliográfico nas bases de dados: PubMed, Cochrane e Lilacs, utilizando os descritores em inglês: "irrigating solutions"; "chelating agentes"; "dentin microhardness"; "EDTA"; "sodium hypochlorite"; "chlorhexidine gluconate". Foi utilizado o conector "and" associando Dentin microhardness aos outros descritores, conforme modelo:

-
1. *Dentin microhardness and sodium hypochlorite*
 2. *Dentin microhardness and irrigation solutions*
 3. *Dentin microhardness and chelating agentes*
 4. *Dentin microhardness and chlorhexidine gluconate*
 5. *Dentin microhardness and EDTA*
-

Assim, no período entre outubro de 2019 e novembro de 2020 foram feitas as análises dos títulos e resumos apartir dos seguintes critérios de inclusão: 1. Artigos científicos na área da odontologia; 2. Escritos em inglês e português; e 3. Artigos com a temática abordada. A fase seguinte foi excluir: 1. Artigos repetidos em mais de uma base de dados; 2. Livros; 3. teses de doutorado; 4. Dissertações de mestrado; 5. Resumos; 6. Trabalhos publicados em congresso e **7. Títulos com data de publicação entre 2007 a 2020.**

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e a leitura completa dos trabalhos examinados, obtivemos o resultado de 21 referências para fornecer os dados utilizados nessa revisão **integrativa**. Na figura 1 está esquematizado como foi realizado a seleção dos artigos.

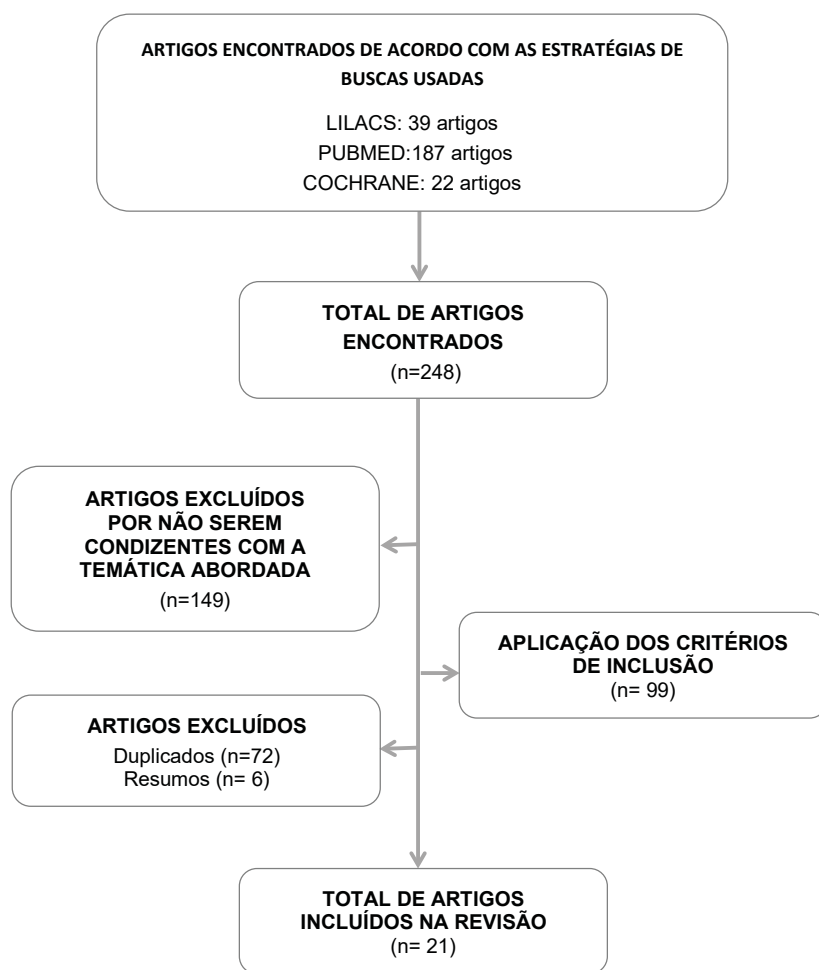


Figura 1 – Fluxograma das etapas de seleção dos artigos.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

RESULTADOS

A tabela 2 apresenta informações sobre os artigos avaliados no presente estudo, como: Título do artigo, autor e ano; objetivo e conclusões.

Tabela 1 – Dados dos artigos avaliados no estudo.

	TÍTULO	AUTOR/ANO	SOLUÇÕES AVALIADAS	CONCLUSÕES
01	The effect of EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl with and without subsequent NaOCl treatment on the microhardness of root canal dentin.	SAYIN et al., 2007	EDTA 2,5% NaOCl 17%	Todos os regimes de tratamento, exceto a água destilada, diminuíram significativamente a microdureza da dentina do canal radicular.
02	Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin.	OLIVEIRA et al., 2007.	NaOCl 1% CHX 2%	As soluções de clorexidina e NaOCl reduziram significativamente a microdureza de dentina do canal radicular.
03	Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin.	CRUZ-FILHO et al., 2011.	EDTA 15%	Exceto pelo citrato de sódio, todas as soluções quelantes testadas reduziram a microdureza da dentina radicular.

continua...

Tabela 1 – Continuação

04	Effect of sodium hypochlorite and EDTA irrigation, individually and in alternation, on dentin microhardness at the furcation area of mandibular molars.	ZAPAROLLI et al., 2012.	EDTA 17% NaOCl 1%	Os grupos de EDTA e NaOCl / EDTA induzem a maior redução da microdureza.
05	A new weak chelator in endodontics: effects of different irrigation regimens with etidronate on root dentin microhardness	TARTARI et al., 2013.	EDTA 17% NaOCl 2,5%-5%	Com exceção da solução salina, todos os regimes de irrigação testados reduziram a microdureza da dentina do canal do lúmen da raiz humana.
06	Impact of chemical agents for surface treatments on microhardness and flexural strength of root dentin.	MARCELINO et al., 2014.	NaOCl 5,25% CHX 2%	A microdureza da dentina foi reduzida após exposição ao NaOCl, clorexidina, ácido fosfórico, ascorbato de sódio e associações.
07	Comparative Evaluation of the Effect of EDTA, EDTAC, NaOCl and MTAD on Microhardness of Human Dentin—An In-vitro Study.	KALLURU et al., 2014.	EDTA 17% NaOCl 3%	O EDTA, EDTAC reduziram drasticamente a microdureza do canal radicular. NaOCl e MTAD não alteraram significativamente a microdureza da dentina do canal radicular.
08	Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness.	ASLANTAS et al., 2014.	EDTA 17% NaOCl 6% CHX 2%	EDTA, REDTA, NaOCl e Chlor-XTRA diminuiu significativamente a microdureza da dentina radicular.
09	Effectiveness of various endodontic irrigants on the microhardness of the root canal dentin: An in vitro study.	SAHA et al., 2017.	EDTA 17% NaOCl 3%	O EDTA e quitosana diminuíram significativamente a microdureza da dentina radicular, enquanto o suco de morindacitrifolia e NaOCl mostraram um efeito insignificante.
10	Chlorhexidine improves the mechanical properties of root dentin	RIBEIRO et al. 2019.	EDTA 17% NaOCl 2,5% CHX 2%	As soluções irrigantes diminuíram a microdureza da dentina.
11	Smear Layer Removal and Microhardness Alteration Potential of a Naturally Occurring Antioxidant—An In Vitro Study	RAJAKUMARAN et al., 2019	EDTA 17%	O EDTA e a N-acetilcisteína apresentaram uma redução significativa na microdureza da dentina radicular.
12	Effect of chemical and natural irrigant solutions on microhardness of root dentin— an in vitro study.	TAFFAREL et al., 2019.	NaOCl 6% CHX 2%	As soluções irrigantes testadas não apresentaram capacidade de modificar a microdureza de dentina radicular.
13	Influence of different irrigation protocols on microhardness and flexural strength values of young and aged crown dentin.	PEDERSEN et al., 2020.	EDTA 5%-15% NaOCl 2,5%-5%	Diminuição significativa nos valores de microdureza a 2,5% de NaOCl. Ambas as combinações de NaOCl + EDTA causaram uma diminuição significativa na microdureza.
14	Comparative effects of final canal irrigation with chitosan and EDTA.	ANTUNES et al., 2020.	EDTA 15%	O EDTA ou 0,2% de quitosana obteve efeitos comparáveis em termos de redução da microdureza da dentina.

Fonte: Elaboração própria, 2020.

DISCUSSÃO

Durante o tratamento endodôntico a instrumentação, irrigação, desinfecção e a obturação do sistema radicular são fundamentais para obter um prognóstico propício em longo prazo. **Entretanto**, através da irrigação a dentina é exposta a soluções que podem ocasionar alterações nas propriedades físicas e químicas da dentina e estas alterações implicam em mudanças na dureza da dentina⁹.

Os agentes quelantes são capazes de causar alterações na composição química da dentina. A quelação é um processo físico-químico que estimula a absorção de íons positivos multivalentes, reage com os íons de cálcio nos cristais de hidroxiapatita e causa alterações na microestrutura

da dentina. O EDTA é capaz de amolecer a dentina do canal radicular, dissolver a camada de esfregaço e aumentar a permeabilidade da dentina. Além disso, o EDTA tem o potencial de causar erosão dentinária excessiva e um grau moderado de irritação^{6, 7, 10}.

Considerando os resultados obtidos no presente estudo, é possível verificar que o EDTA é aceito como o agente quelante mais eficaz na remoção da camada de esfregaço e na preparação das paredes dentinárias para melhor aderência dos materiais de preenchimento. Entretanto, apesar dos efeitos benéficos, o EDTA tem um forte efeito desmineralizante, causa aumento dos túbulos dentinários, amolecimento da dentina, desnaturação das fibras colágenas, facilita a quelação da porção inorgânica da dentina e, conseqüentemente,

a torna mais desmineralizada. Em todos os estudos analisados, o EDTA em concentrações de 5%, 15% e 17%, isoladamente ou em combinação com outros agentes irrigantes, diminuiu significativamente a microdureza da dentina radicular^{7,8,10,11}.

O NaOCl é utilizado como irrigante endodôntico para a preparação químico-mecânica de canais radiculares, devido à sua excelente ação antimicrobiana, capacidade de dissolver restos de tecidos orgânicos e melhorar a ação de instrumentos e brocas, lubrificando as paredes do canal da dentina. No entanto, O NaOCl causa oxidação da matriz orgânica e desnaturação do colágeno, alterando a estrutura química da dentina e afetando suas propriedades mecânicas. Diante dos trabalhos analisados, grande parte dos autores concluíram que o hipoclorito de sódio (NaOCl) em diferentes concentrações apresentou redução significativa da microdureza da dentina radicular^{8,12,13,14}.

Nos resultados de dois trabalhos analisados foi possível observar que a irrigação de NaOCl 1% reduziu significativamente a microdureza da dentina quando comparado ao grupo controle. Segundo os autores, a diminuição da dureza é resultado da diminuição da rigidez da matriz dentinária intertubular causada pela distribuição heterogênea da fase mineral na matriz colágena. Embora o efeito de amolecimento relativo exercido por irrigante químico nas paredes dentinárias pode ser de benefício clínico, pois permite a preparação rápida de canais radiculares, essas alterações podem afetar a adesão dos selantes à superfície dentinária tratada^{12,13}.

Após avaliarem os efeitos do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações, irrigação com NaOCl 2,5% diminuiu a microdureza dentinária após todos os períodos experimentais comparados ao controle. Essa solução irrigante tem a capacidade de desnaturar proteínas orgânicas e remover o conteúdo mineral, combinado ou isolado. Essa alteração na concentração mineral de dentina afeta diretamente sua microdureza. A redução da microdureza após irrigação de NaOCl 2,5% não foi significativa após 5 minutos, mas estaticamente significativa após 10 e 20 minutos. A irrigação com NaOCl 6% reduziu de forma mais acentuada a microdureza após 5 minutos. Dessa forma, os autores sugerem que o período de irrigação tem um efeito crucial na microdureza da dentina^{4,8}.

Dois dos estudos analisados, contrapondo trabalhos anteriores, apontaram ausência na redução na microdureza após o uso de NaOCl como agente irrigador. Nestas pesquisas não há nenhuma diferença significativa encontrada na variação da microdureza, usando concentrações de NaOCl 3% e 6%. Durante a análise realizada, a conclusão dos autores se torna unânime quanto a solução NaOCl preservar a microdureza durante o período experimental. As soluções irrigantes testadas mantiveram o mesmo nível de microdureza da dentina radicular quando comparadas ao grupo controle. Os autores sugerem que os resultados controversos sobre a influência do NaOCl na microdureza da dentina radicular ocorrem visto as diferenças encontradas quanto ao volume, tempo de incubação e concentração da solução irrigante, bem como métodos de preparação e avaliação de amostras^{9,15}.

O digluconato de clorexidina é uma solução irrigadora proposta como irrigante adequado devido a seus efeitos antibacterianos, a relativa ausência de citotoxicidade, devido ao seu baixo efeito na microdureza e rugosidade da dentina radicular. No entanto, ainda não está definido o desempenho dessa solução irrigante na microdureza da dentina do canal radicular. Diante dos resultados encontrados, um maior número de trabalhos apontou que o uso de solução de clorexidina a 2% diminuiu significativamente a microdureza da dentina do canal radicular^{4,12,14}.

A razão para esse achado é que o digluconato de clorexidina (CHX) pode inibir a expressão de metaloproteínas da matriz endógena (MMPs) que estão envolvidas na degradação do colágeno nas interfaces resina-dentina. O CHX é um composto catiônico que tem a capacidade de se ligar a moléculas aniônicas, como os fosfatos presentes na estrutura da hidroxiapatita. Considerando que o fosfato está presente no complexo de carbonato de cálcio da dentina, o CHX pode induzir alterações na razão Ca/P, o que pode explicar os valores reduzidos de microdureza na dentina radicular exposta ao CHX^{4,14}.

Em contrapartida, os resultados de um estudo recente demonstraram que a solução de CHX a 2% não diminuiu a microdureza da dentina radicular. O digluconato de clorexidina manteve o mesmo nível de microdureza da dentina radicular quando comparadas ao grupo controle, sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. Segundo os autores deste estudo, um fator importante a ser levado em consideração é que o CHX não promove alterações da estrutura morfológica e da matriz orgânica da dentina radicular. Além disso, o CHX tem efeitos benéficos na preservação das ligações resina-dentina, inibindo a atividade proteolítica das metaloproteínas na camada híbrida¹⁵.

O efeito das soluções de **digluconato de clorexidina (CHX) a 2% e hipoclorito de sódio (NaOCl) a 6%** testada nas propriedades mecânicas da dentina ainda é controverso na literatura e novos estudos são necessários para determinar as recomendações clínicas^{9,15}.

Levando em consideração grande parte dos trabalhos, o hipoclorito de sódio (NaOCl), digluconato de clorexidina (CHX) e o Ácido etileno diamino tetracético (EDTA) analisados causam redução na microdureza da dentina, descartando a hipótese de que os tratamentos de superfície com essas substâncias não afetam esse tecido^{4,6,7,8,10,11,12,13,14,16,17,18}.

CONCLUSÃO

Fortes evidências indicam que o hipoclorito de sódio, digluconato de clorexidina e EDTA influenciam na microdureza da dentina radicular, quando utilizadas como solução irrigadora durante o tratamento endodôntico.

FINANCIAMENTO

A pesquisa não recebeu financiamento para a sua realização

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. Chawla A, Kumar V. Evaluating the efficacy of different techniques and irrigation solutions for removal of calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent*. 2018;21(4):394-400. doi:10.4103/JCD.JCD_246_17. PMID:30122820; PMCID:PMC6080173.
2. Salas H, Vieira GC, Palomino I, Valero J, Pacheco-Yanes J, Campello AF, Pérez AR. Outcome of endodontic treatment with chlorhexidine gluconate as main irrigant: A case series. *Australian Endodontic Journal*. 2020Mar 10.
3. Nogueira BML, Pereira TIC, Pedrinha VF, Rodrigues PA. Effects of Different Irrigation Solutions and Protocols on Mineral Content and Ultrastructure of Root Canal Dentine. *Iran Endod J*. 2018;13(2):209-215.
4. Ribeiro MRG, Santos FRS, Almeida FC, Souza SFC. Chlorhexidine improves the mechanical properties of root dentin. Original article. 2019; 9(1):37-42.
5. Goud S, Aravelli S, Dronamraju S, Cherukuri G, Morishetty P. Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Aloe Vera, 3% Sodium Hypochlorite, and 2% Chlorhexidine Gluconate Against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *Cureus*. 2018;10(10):e3480.
6. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Vansan LP, Silva RG, Pécora JD. Effect of Chelating Solutions on the Microhardness of Root Canal Lumen Dentin. *Journal of endodontics*. 2011; 37: 358-62.
7. Rajakumaran A, Ramesh H, Ashok R, Balaji L, Ganesh A. Smear Layer Removal and Microhardness Alteration Potential of a Naturally Occurring Antioxidante - An In Vitro Study. *O Cureus*. 2019;11(7) :e5241.
8. Aslantas EDD, Buzoglu HD, Altundasar E, Serper A. Effect of EDTA, sodium hypochlorite, and chlorhexidine gluconate with or without surface modifiers on dentin microhardness. *Journal of Endodontics*. 2014; 40(6):876-879.
9. Saha SG, Sharma V, Bharadwaj A, Shrivastava P, Saha MK, Dubey S, Kala S, Gupta S. Eficácia de Vários Irrigantes Endodônticos na Micro-Dureza do Canal Raiz Dentin: Um Estudo in vitro. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(4):ZC01-ZC04.
10. Kalluru RS, Kumar ND, Ahmed S, Sathish ES, Jayaprakash T, Garlapati R, Sowmya B, Reddy KN. Comparative Evaluation of the Effect of EDTA, EDTAC, NaOCl and MTAD on Microhardness of Human Dentin - An In-vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2014;8(4):ZC39-41.
11. Sayin TC, Serper A, Cehreli ZC, Otlı 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(3):418-24.
12. 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(4):e125-8.
13. Zapparoli D, Saquy PC, Cruz-Filho AM. Effect of sodium hypochlorite and EDTA irrigation, individually and in alternation, on dentin microhardness at the furcation area of mandibular molars. *Braz Dent J*. 2012;23(6):654-8.
14. Marcelino APM, Bruniera JF, Rached-Junior FA, Silva SRC, Messias DC. Impact of chemical agents for surface treatments on microhardness and flexural strength of root dentin. *Braz. oral res*. 2014;28(1):1-6.
15. Taffarel C, Bonatto FD, Bonfante FC, Palhano HS, Vidal CMP, Cecchin D, Souza MA. Effect of chemical and natural irrigant solutions on microhardness of root dentin— an in vitro study. *Brazilian Journal Of Oral Sciences*. 2019;e18409.
16. Tartari T, Souza PARS, Almeida BVN, Júnior JOCS, Pessoa OF, Junior MHSS. A new weak chelator in endodontics: effects of different irrigation regimens with etidronate on root dentin microhardness. *Int J Dent*. 2013;743018
17. Pedersen ND, Uzunoglu- Ozyurek E, Buzoglu HD. Influence of different irrigation protocols on microhardness and flexural strength values of young and aged crown dentin. *Gerodontology*. 2020;37(1):53-58.
18. Antunes PVS, Flamini LES, Chaves JFM, Silva RG, Cruz Filho AMD. Comparative effects of final canal irrigation with chitosan and EDTA. *J Appl Oral Sci*. 2019 Nov 28;28:e20190005.