






Mariana Maciel Batista BORGES*
 <https://orcid.org/0000-0003-0049-8657>

Jussaro Alves DUQUE**
 <https://orcid.org/0000-0002-5667-7278>

Samuel Lucas FERNANDES***
 <https://orcid.org/0000-0003-0520-9252>

Clovis Monteiro BRAMANTE****
 <https://orcid.org/0000-0002-6958-2155>

Marco Antonio Hungaro DUARTE*****
 <https://orcid.org/0000-0003-3051-737X>

Rodrigo Ricci VIVAN*****
 <https://orcid.org/0000-0002-0419-5699>

Recebido em: 21 de Setembro de 2017

Aprovado em: 27 de Novembro de 2018

USO DO QMIX COMO SOLUÇÃO IRRIGADORA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: REVISÃO DE LITERATURA

QMIX USAGE AS AN IRRIGATING SOLUTION FOR ENDODONTIC TREATMENT: LITERATURE REVIEW

RESUMO

Introdução: A irrigação tem um papel fundamental na limpeza e antisepsia dos canais radiculares, sendo assim, é imprescindível que ela possua capacidade de agir sobre matéria orgânica, inorgânica, além de possuir ação antimicrobiana. O QMix foi desenvolvido para coadjuvar o efeito quelante com a ação antimicrobiana. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão de literatura para avaliar as propriedades do QMix. **Métodos:** Para isso, consultou-se o banco de dados da PubMed selecionando os artigos publicados entre 2006 e 2016. **Resultados:** apesar de diferenças de metodologias na literatura, QMix apresentou uma ação quelante semelhante ao EDTA 17%, boa atividade antimicrobiana e apresentou pouco efeito sobre as propriedades estruturais e físicas da dentina. **Conclusões:** O QMix é eficaz como irrigante final, pois possui uma ação antimicrobiana superior ao EDTA, interferindo minimamente na estrutura dentinária e na adesão de materiais restauradores.

Descritores: Endodontia. Canal radicular. Hipoclorito de sódio.

ABSTRACT

Introduction: Irrigation plays a fundamental role on root canal cleaning and antiseptis, therefore, it's crucial that it can act over organic and inorganic matter, besides having an antimicrobial activity. QMix was developed to assist chelating effect with an antimicrobial activity. In light of this, this paper aimed to accomplish a literature review to evaluate QMix properties. **Methods:** In this regard, PubMed database was queried and the papers published from 2006 to 2016 were selected. **Results:** Besides the differences in methodology in literature, QMix presented a very similar chelating action when compared to EDTA 17%, a good antimicrobial activity and it presented little effect on dentine physical and structural properties. **Conclusions:** QMix is efficient as a final irrigator, it has a higher antimicrobial activity when compared to EDTA, minimally interfering on dental structure or restoring material adherence.

Key-words: Endodontics. Root Canal. Sodium Hypochlorite.

*Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Brasil, mmborges@hotmail.com

** Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Brasil, jussaroduque@usp.br

***Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Brasil, samuel.lukas.usp@gmail.com

****Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Brasil, clobra@uol.com.br

*****Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Brasil, mhungaro@fob.usp.br

*****Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Brasil, rodrigo.vivan@fob.usp.br



1 INTRODUÇÃO

A limpeza e antissepsia do sistema de canais radiculares é uma etapa fundamental do tratamento endodôntico, que tem grande influência em seu sucesso. Durante a instrumentação, nem todas as superfícies das paredes do canal radicular, são tocadas pelos instrumentos^{1,2}. Assim, a irrigação tem papel fundamental na limpeza e antissepsia dessas regiões, removendo tecido pulpar vital ou necrótico, micro-organismos e seus subprodutos, debris e *smear layer*³⁻⁵. Para isso, é imprescindível que a solução irrigadora possua capacidade de agir sobre matéria orgânica e inorgânica, além de possuir atividade antimicrobiana.

O hipoclorito de sódio (NaOCl) e o EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) são as soluções irrigadoras mais utilizadas na endodontia⁴. O NaOCl atua sobre matéria orgânica e micro-organismos⁶ e o EDTA age sobre matéria inorgânica promovendo a quelação de íons cálcio, quando em pH alcalino. É utilizado como irrigante final, auxiliando na remoção de debris dentinários e *smear layer*⁷. No entanto, o NaOCl possui alta toxicidade aos tecidos bucais e o EDTA possui limitada capacidade antimicrobiana⁵. Dessa forma, tem-se buscado soluções irrigadoras que reúnam todas as propriedades ideais ou irrigantes finais que possuam melhores propriedades que o EDTA, principalmente ação antimicrobiana.

Diante disso, o QMix 2 in 1 (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) foi desenvolvido como um irrigante final almejando associar o efeito quelante com a ação antimicrobiana, uma vez que apresenta em sua composição, além do EDTA, a clorexidina e a cetrimida (QMIX BROCHURE; US PATENT PUBLICATION)⁸. Esse artigo tem por objetivo elucidar ao clínico as propriedades já estudadas a respeito desse irrigante, fornecendo subsídios sobre sua efetividade, e a viabilidade da sua utilização na prática endodôntica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando a base de dados eletrônica PubMed, foi realizada uma pesquisa com as seguintes palavras-chave: 'Qmix', 'chelating agents' e 'irrigation solution'.

Foram selecionados artigos da língua inglesa, publicados no período entre 2006 e 2016. Estes foram revisados e os resultados comparados de acordo com o tema abordado, como: efeito antimicrobiano, dissolução tecidual, remoção de *smear layer* e debris, biocompatibilidade e citotoxicidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito antimicrobiano

As diretrizes dos protocolos de irrigação voltam-se para um irrigante final que possua bom potencial antimicrobiano. Diversos estudos têm sido realizados a fim de avaliar e determinar o potencial antimicrobiano do QMix. Como o biofilme representa um desafio para as soluções irrigadoras, um irrigante final com potencial antimicrobiano tem sido buscado. O QMix é um irrigante desenvolvido para atuar tanto sobre matéria orgânica, como sobre micro-organismos e seus subprodutos⁸, bem como sobre matéria inorgânica, devido à presença de agente quelante de ácido poliaminocarboxílico, eficaz na remoção de *smear layer*, expondo os túbulos dentinários.

A maioria dos estudos que avaliaram a efetividade do QMix considerou a redução de *Enterococcus faecalis* micro-organismos comumente isolado em canais radiculares associados ao insucesso endodôntico. Quando comparado à Clorexidina 2%, alguns estudos apresentaram melhores resultados para o QMix na redução microbiana^{9,10}, enquanto outros trabalhos encontraram resultados semelhantes¹¹⁻¹³, mesmo o QMix apresentando em sua composição a clorexidina. Esta substância se encontra em quantidades menores no QMix, assim, sua efetividade pode estar relacionada à sua proporção na solução, bem como à interação com outras substâncias.

Alguns autores^{9,14,15} encontraram ainda uma melhor efetividade do QMix em relação ao MTAD sobre *Enterococcus faecalis*, tanto na forma planctônica, como em biofilme. O MTAD é um irrigante composto por tetraciclina, ácido cítrico e detergente.

Quando comparado ao hipoclorito de sódio em diferentes concentrações, alguns trabalhos mostraram que o QMix apresentou potencial antimicrobiano similar ou superior^{10,11,16-18}. Todavia, esses achados são conflitantes com outros estudos em que o NaOCl foi superior na desinfecção¹⁹⁻²¹. Wang, Shen e Haapasalo (2012)²² observaram que QMix teve ação similar ao NaOCl 6% na redução de biofilme jovem (1 dia), porém teve sua ação reduzida quando em contato com biofilme maduro, nesse caso, NaOCl 6% apresentou melhor resultado.

Kalyoncuoglu, Tunc, Ozer, Keskin, Bilgin, Birinci (2016)²³ investigaram a ação antifúngica do QMix contra *Candida albicans*, micro-organismo encontrado em infecções primárias e secundárias. Os autores observaram que o QMix foi efetivo na redução microbiana e teve ação similar ao NaOCl 5,25% e Clorexidina 2%.

Em dentes de cães com rizogênese incompleta associada à periodontite apical, em que a irrigação foi realizada com QMix, a solução proporcionou o mesmo nível de desinfecção quando comparada com a irrigação com NaOCl 5,25%, em sessão única²⁴.

Os diferentes resultados obtidos podem ser atribuídos às variáveis nos modelos de estudo, como: avaliação microbiológica, tempo de ação do irrigante, tipo de micro-organismo, em forma de biofilme ou planctônica, entre outros fatores.

Buscando potencializar as ações dos irrigantes, tem sido proposta a associação com dispositivos capazes de energizar as soluções com o objetivo de impeli-las para áreas de difícil acesso. A combinação do QMix com EndoActivator, dispositivo que atua por energia sônica e laser (PIPS/Er:YAG), aumentou a eficácia antimicrobiana, porém sem diferença estatística com a irrigação convencional¹⁸.

Quando comparado com PDT (Terapia Fotodinâmica), o QMix apresentou resultados semelhantes na redução de *Enterococcus faecalis* em forma de biofilme. Ambos apresentaram resultados superiores à aplicação de laser Nd:YAG, provavelmente, devido à baixa absorção do comprimento de onda na água e dentina²⁵.

LPS é uma endotoxina presente nas camadas externas da parede celular de bactérias gram-negativas, estas geralmente são detectadas em infecções persistentes, provocando respostas biológicas associadas à reabsorção óssea e inflamação periapical. Estudos²⁶ demonstraram que o QMix apresentou resultados superiores na inibição do LPS quando comparado à Clorexidina 2%, NaOCl 3% e EDTA 17%. Esse resultado pode ser explicado devido à presença do quelante na sua composição, capaz de expor a dentina interna infectada, favorecendo a ação do antimicrobiano. Além disso, pode romper a ligação entre o cálcio presente no lipídeo A, componente do LPS, e a dentina, que é responsável por sua atividade endotóxica.

Muitos estudos atribuíram a efetividade do QMix à presença de detergente tenso-ativo, que reduz a tensão superficial, enfraquecendo a força entre a matriz e a célula bacteriana, além de aumentar a capacidade de molhabilidade do líquido¹⁸. Devido à ação do EDTA, tem-se a exposição dos túbulos dentinários, contribuindo para a penetrabilidade do irrigante e atuação antimicrobiana da clorexidina.

Apesar do NaOCl ser um irrigante consagrado devido à sua capacidade de dissolução de matéria orgânica e ação antimicrobiana em função do tempo, o QMix tem mostrado uma boa efetividade na inibição de micro-organismos e um razoável poder de dissolução dos biofilmes microbianos, principalmente se indicado como irrigante final. Sendo assim, o seu emprego após a irrigação com hipoclorito de sódio pode corroborar com a limpeza e antissepsia dos canais radiculares.

3.2 Dissolução tecidual

Foi investigado a capacidade²⁷ de dissolução de tecido pulpar bovino de diferentes irrigantes, como: NaOCl (5,25%), Clorexidina 2%, Octenidina e QMix. Os autores concluíram que NaOCl exibiu maior efeito de dissolução de tecido em comparação com todas as soluções testadas. QMix e Clorexidina foram capazes de dissolver a polpa, porém foram menos eficientes em relação ao hipoclorito de sódio.

3.3 Remoção de *smear layer* e debris

Remover a *smear layer* é uma condição importante para uma melhor efetividade antimicrobiana da solução irrigadora nos túbulos dentinários²⁸. O QMix mostrou-se tão eficaz quanto o EDTA, o irrigante final mais utilizado na endodontia na atualidade para a remoção de *smear layer*, mostrando-se eficiente em uma das funções a que se propõe o irrigante^{8,14,28-30}.

Há ainda pesquisas que apontam³¹ que o QMix, além de apresentar uma ação similar à do EDTA, possui ação similar ao Smear Clear, outro irrigante proposto com a mesma finalidade. Apesar da maioria dos autores afirmar que o QMix é similar ao EDTA, Eliot, Hatton, Stewart, Hildebolt, Jane Gillespie, Gutmann³² encontraram resultados superiores para o QMix na remoção da *smear layer*, em relação ao EDTA e, em concordância com esse resultado, Vemuri, Kolanu, Varri, Pabbati, Penumaka, Bolla³³ afirmaram também que QMix foi superior ao BioPure MTAD.

A agitação das soluções irrigadoras dentro do canal radicular tem se mostrado como uma forma de potencializar a ação dos agentes irrigantes. Com relação ao QMix, um estudo³⁴ mostrou que a agitação sônica de diferentes agentes irrigantes, inclusive o QMix, potencializa sua ação e reduz o tempo necessário para a remoção de *smear layer*. Efeito semelhante foi obtido em outro trabalho³⁵ que submeteu o irrigante QMix à agitação com EndoActivator e laser (PIPS/Er:YAG). Foi observado³⁶ que a associação do QMix com laser de diodo aumentou a capacidade de remoção da *smear layer*, porém sem diferença estatística.

A remoção da *smear layer* está diretamente ligada à penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários. Kara Tuncer³⁷ comparou a influência do QMix e do EDTA associado à clorexidina na penetração intratubular de um cimento obturador. O QMix apresentou resultados similares aos da associação EDTA/Clorexidina e resultados superiores aos do hipoclorito de sódio. Essas observações foram válidas para os terços cervical e médio. Quando comparados os grupos, no terço apical não houve diferenças significativas para a penetração do cimento,

mostrando que ainda há uma deficiência na limpeza da região apical, sinalizando para a utilização de métodos adicionais de irrigação, como a agitação ultrassônica passiva (PUI) ou agitação sônica da solução irrigadora.

Pesquisa semelhante analisou³⁸ a penetrabilidade de cimento obturador (AH Plus) nos túbulos dentinários na região apical. Os resultados demonstraram que QMix e EDTA 17% foram iguais entre si e superiores quando comparados com MTAD e grupo controle (solução salina).

A remoção de debris resultantes da instrumentação acumulados nas anfractuosidades dos canais radiculares é um desafio. Remover por meio de substâncias químicas não parece ser a solução mais viável uma vez que um estudo realizado em 2011⁸ mostrou que a maioria dos irrigantes utilizados, sejam eles quelante ou não, se mostrou ineficaz para a remoção total de debris. Chegou-se à conclusão que a agitação ultrassônica parece ser o método mais viável para a remoção dos debris das anfractuosidades dos canais radiculares.

3.4 Biocompatibilidade e citotoxicidade

Injetaram³⁹ 0,1 ml de diversas soluções no subcutâneo do dorso de ratos e observaram que o QMix foi o menos tóxico quando comparado com o NaOCl 3%, Clorexidina 2% e EDTA 17%, sendo só mais tóxico que a solução fisiológica. Comparou-se⁴⁰ a citotoxicidade do QMix com o NaOCl em células-tronco da medula óssea (hTERT-MSC). A viabilidade celular foi avaliada por 3-(4, 5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio (MTT) e ensaios AlamarBlue. Ambas as soluções se mostraram tóxicas às células, entretanto, o QMix mostrou-se menos agressivo e mais aceitável para os tecidos vivos.

Analisou-se⁴¹ o efeito de diferentes irrigantes sobre células-tronco presentes na papila apical de dentes humanos. O irrigante menos citotóxico foi a clorexidina, sendo que a citotoxicidade não aumentou com o tempo. Resultados intermediários foram obtidos com o NaOCl e QMix. MTAD foi a solução mais tóxica para as células, seguida por EDTA.

Um irrigante ideal deve ter boa ação antimicrobiana e uma citotoxicidade mínima. Existem diversos métodos para avaliar a viabilidade celular e diferenças nos resultados podem estar relacionadas à sensibilidade de diferentes linhagens celulares, condição do ensaio utilizado, concentração dos materiais e os diferentes tempos de avaliação.

3.5 Impactos na estrutura dentinária

As soluções irrigadoras de maneira geral podem causar danos à microestrutura dentinária, levando à perda de tecido mole ou duro, a depender do irrigante utilizado^{42,43}. Esses

impactos irão causar efeitos colaterais como a perda da qualidade adesiva dos cimentos endodônticos e de cimentos utilizados na reabilitação com pinos intrarradiculares^{44,45}.

Os efeitos do QMix, EDTA + Clorexidina, EDTA + NaOCl e ácido maleico na microdureza da dentina radicular. Nesse estudo, os autores encontraram que o ácido maleico tem alta capacidade de redução da microdureza dentinária, em comparação com os demais grupos⁴⁶. A menor redução da microdureza foi encontrada na associação EDTA + NaOCl, a qual pode ser explicada pelo fato de que uma substância tem o poder de neutralizar a outra.

O efeito de protocolos de irrigação final (EDTA 17%, Biopure MTAD, SmearClear e QMiX) sobre a microdureza e erosão da dentina do canal radicular⁴⁷. Todos os agentes irrigantes promoveram redução na microdureza dentinária e o EDTA promoveu erosão da dentina nos túbulos dentinários. Aksel et al (2016)⁴⁸ observaram que QMix promoveu menor liberação de íons cálcio e erosão quando comparado com EDTA 17% após irrigação com NaOCl, em diferentes concentrações^{48, 49}.

A associação de QMix e NaOCl 5% foi menos prejudicial à superfície dentinária, sem diferença estatística com grupo controle (água destilada), em comparação com diferentes protocolos de irrigação final, como: NaOCl 5% + EDTA 17% + Clorexidina 0,2%; Suco de Morinda Citrifolia 6% + EDTA 17%⁵⁰.

A diminuição das propriedades físicas da dentina, como microdureza, rugosidade, módulo de elasticidade, tornam os dentes mais suscetíveis à fratura, dessa forma, é importante controlar ou minimizar o efeito das soluções irrigantes sobre a estrutura da dentina. Um estudo sugere que o efeito deletério do NaOCl sobre a dentina pode estar associado à utilização do EDTA como irrigante final⁴⁸, assim o QMix se torna uma alternativa de irrigante final.

3.6 Impactos na adesividade dos materiais no canal radicular

A avaliação da influência da solução irrigadora na adesividade dos cimentos obturadores, retro-obturadores e para cimentação de pino intracanal é de extrema importância e tem sido objeto de estudos, uma vez que estes materiais irão garantir a estabilidade e o sucesso do tratamento endodôntico, além de permitir que o dente permaneça em função.

Em uma pesquisa⁵¹ foi avaliada a influência de diferentes irrigantes (EDTA, NaOCl 2,5%, Ácido Maleico 7% e QMix) na molhabilidade de dois cimentos (AH Plus e ThermoSeal) na dentina intrarradicular. O QMix mostrou ser o irrigante que mais favoreceu a molhabilidade dos cimentos na dentina do canal radicular, o que promoveu uma melhor adesão e selamento da obturação. Resultado semelhante foi obtido em outro estudo⁵², em que as amostras irrigadas

com QMix, à 22°C ou 37°C, apresentaram maiores valores de resistência de união, quando comparadas com o EDTA 17%, independentemente da temperatura.

Entretanto, outros autores³¹ analisaram a influência de três irrigantes diferentes (QMix, EDTA e Smear Clear) na adesividade de um cimento de resina epóxica, não verificando interferência desses irrigantes na adesividade do material à parede do canal radicular. Os protocolos de irrigação influenciaram na resistência de um cimento à base de resina epóxi à dentina e quando utilizou-se EDTA 17% antes do NaOCl, observaram-se valores mais elevados de resistência de união quando comparado com QMix⁵³.

Realizou-se um estudo⁵⁴ onde avaliou a influência de diversos irrigantes na adesividade dos cimentos endodônticos Biodentine e MTA. O autor encontrou que o QMix não influenciou na adesividade dos materiais e obteve resultados semelhantes aos do EDTA e NaOCl.

Outro estudo⁵⁵ realizado com objetivo de verificar a influência do QMix na adesividade de pinos de fibra de vidro cimentados com cimento resinoso no canal radicular demonstrou que o QMix e o EDTA associados à clorexidina proporcionaram os melhores resultados de adesão. Em contrapartida, em outro trabalho⁵⁶, agentes quelantes como QMix, Smear Clear e EDTA, após agitação ultrassônica, causaram uma diminuição na resistência de união à dentina, após cimentação de pino de fibra de vidro com cimento autoadesivo.

As propriedades adesivas dos cimentos resinosos utilizados dependem de uma interação química entre os monômeros ácidos com a hidroxiapatita presente na dentina, assim, tem-se uma retenção micromecânica. Com a utilização de agentes quelantes por longos períodos ou associados a dispositivos de agitação, como ultrassom, é possível desencadear excessiva remoção da hidroxiapatita, prejudicando a resistência adesiva de cimentos resinosos autoadesivos à dentina.

3.7 Protocolo de utilização

Apesar de ter propriedade antimicrobiana eficiente, o QMix contém um quelante em sua composição, o que pode não ser interessante para um irrigante primário, uma vez que pode descalcificar demasiadamente a dentina e induzir a erros, como desvio e perfuração durante a instrumentação de canais curvos. Além disso, não está comprovada sua ação sobre substrato proteico, fato que deve ser esclarecido. Entretanto, caso o paciente seja alérgico ao hipoclorito de sódio, o QMix pode ser uma alternativa viável.

A utilização do QMix como irrigante final, atualmente, é uma boa indicação, uma vez que tem mostrado ação quelante similar ao EDTA, uma boa capacidade antimicrobiana e substantividade por até 120 dias⁵⁷. Além do que, pesquisas^{58,59} mostraram que a paracloroanilina

produzida na reação do NaOCl com a clorexidina não é formada quando da interação do hipoclorito de sódio com o QMix, obtendo resultados semelhantes aos da interação do hipoclorito de sódio com a solução fisiológica. Diante disso, o QMix pode ser indicado de forma segura para ser utilizado como irrigante final.

4 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos na literatura vigente, pode-se concluir que o QMix é eficaz como irrigante final, pois mostrou possuir ação antimicrobiana superior ao EDTA, interferindo minimamente na estrutura da dentina e na adesão dos materiais obturadores. Além disso, exibe ação quelante eficaz, favorecendo a remoção da smear layer e debris dentinários.

REFERÊNCIAS

- 1 Markvart M, Darvann TA, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J*. [Internet] mar. 2012; 45(3):273-81. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2591.2011.01972.x>
- 2 Anjaneyulu K, Nivedhitha MS. Influence of calcium hydroxide on the post-treatment pain in endodontics: a systematic review. *J Conserv Dent*. [Internet] may. 2014;17(3):200-7. Disponível em: <http://www.jcd.org.in/text.asp?2014/17/3/200/131775>
- 3 Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. [Internet] oct. 1972;34(4):642-8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4560599>
- 4 Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod*. [Internet] may. 2006; 32(5):389-98. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>
- 5 Kaushik N, Rehani U, Agarwal A, Kaushik M, Adlakha V. Antimicrobial Efficacy of Endodontic Irrigants against *Enterococcus Faecalis* and *Escherichia Coli*: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*. [Internet] sep. 2013; 6(2):178-182. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25206218>
- 6 Pasqualini D, Cuffini AM, Scotti N, Mandras N, Scalas D, Pera F, *et al*. Comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of a 5% sodium hypochlorite subsonic-activated solution. *J Endod*. [Internet] aug. 2010; 36(8):1358-60. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.035>
- 7 Pedullà E, Franciosi G, Ounsi HF, Tricarico M, Rapisarda E, Grandini S. Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments after immersion in irrigant solutions with or without surfactants. *J Endod*. [Internet] aug. 2014; 40(8):1245-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.005>

- 8 Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE. *et al.* The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod.* [Internet] jan. 2011; 37(1):80-4. Disponível em: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(10\)00843-5/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(10)00843-5/fulltext)
- 9 Zhang R, Chen M, Lu Y, Guo X, Qiao F, Wu L. Antibacterial and residual antimicrobial activities against *Enterococcus faecalis* biofilm: A comparison between EDTA, chlorhexidine, cetrimide, MTAD and QMix. *Sci Rep.* [Internet] aug. 2015; 5:12944. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep12944>
- 10 Jose J, Krishnamma S, Peedikayil F, Aman S, Tomy N, Mariodan JP. Comparative Evaluation of Antimicrobial Activity of QMiX, 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% Chlorhexidine, Guava Leaf Extract and Aloevera Extract Against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* – An in-vitro Study. *J Clin Diagn Res.* [Internet] may. 2016; 10(5):ZC20-3. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27437354>
- 11 Liu Y, Guo L, Li Y, Guo X, Wang B, Wu L. In vitro comparison of antimicrobial effectiveness of QMix and other final irrigants in human root canals. *Sci Rep.* [Internet] dec. 2015; 5:17823. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep17823>
- 12 Souza MA, Dalla-Lana D, Gabrielli E, Ribeiro MB, Miyagaki DC, Cecchin D. Effectiveness of final decontamination protocols against *Enterococcus faecalis* and its influence on bond strength of filling material to root canal dentin. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* [Internet] mar. 2017; 17:92-97. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2016.11.004>
- 13 Wu Z, Guo XJ, Qiao F, Wu LG. Antibacterial and residual antimicrobial activities of five final irrigants in infected root canal: an in vitro comparative study. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* [Internet] sep. 2016; 51(9):532-7. Disponível em: http://med.wanfangdata.com.cn/Paper/Detail?id=PeriodicalPaper_PM27596342
- 14 Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J.* [Internet] apr. 2012; 45(4):363-71. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2591.2011.01985.x>
- 15 Morgental RD, Singh A, Sappal H, Kopper PMP, Vier-Pelisser FV, Peters OA. Dentin inhibits the antibacterial effect of new and conventional endodontic irrigants. *J Endod.* [Internet] mar. 2013; 39(3):406-10. Disponível em: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(12\)01057-6/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(12)01057-6/fulltext)
- 16 Ma J, Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. *J Endod.* [Internet] oct. 2011; 37(10):1380-5. Disponível em: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(11\)00783-7/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(11)00783-7/fulltext)
- 17 Cecchin D, Farina AP, Souza MA, Albarello LL, Schneider AP, Vidal CMP, Bedran-Russo AK. Evaluation of antimicrobial effectiveness and dentine mechanical properties after use of chemical and natural auxiliary irrigants. *J Dent.* [Internet]; jun. 2015; 43(6):695-702. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.03.013>

- 18 Balić M, Lucić R, Mehadžić K, Bago I, Anić I, Jakovljević S, Plečko V. The efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming and sonic-activated irrigation combined with QMiX solution or sodium hypochlorite against intracanal *E. faecalis* biofilm. *Lasers Med Sci*. [Internet] feb. 2016; 31(2):335-42. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10103-015-1864-9>
- 19 Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Garcia RB, Andrade FB, Bernardineli N, Moraes IG, Duarte MAH. The antimicrobial effect of new and conventional endodontic irrigants on intra-orally infected dentin. *Acta Odontol Scand*. [Internet] may-jul. 2013; 71(3-4):424-31. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.690531>
- 20 Guerreiro-Tanomaru JM, Nascimento CA, Faria-Júnior NB, Graeff MS, Watanabe E, Tanomaru-Filho M. Antibiofilm activity of irrigating solutions associated with cetrimide. Confocal laser scanning microscopy. *Int Endod J*. [Internet] nov. 2014; 47(11):1058-63. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/iej.12248>
- 21 Nascimento CA, Tanomaru-Filho M, Faria-Junior NB, Faria G, Guerreiro-Tanomaru JM. Antimicrobial activity of root canal irrigants associated with cetrimide against biofilm and planktonic *Enterococcus faecalis*. *J Contemp Dent Pract*. [Internet] sep. 2014; 15(5):603-7. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25707833>
- 22 Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod*. [Internet] oct. 2012; 38(10):1376-9. Disponível em: [https://www.jendodon.com/article/S0099-2399\(12\)00617-6/fulltext](https://www.jendodon.com/article/S0099-2399(12)00617-6/fulltext)
- 23 Kalyoncuoglu E, Tunc ES, Ozer S, Keskin C, Bilgin K, Birinci A. Evaluation of antifungal efficacy of QMix 2in1 as a final irrigant: An in vitro study. *Niger J Clin Pract*. [Internet] nov./dec. 2016; 19(6):807-10. Disponível em: <http://www.njconline.com/text.asp?2016/19/6/807/164344>
- 24 Rodríguez-Benitez S, Stambolsky-Guelfand C, Martín-Jiménez M, Segura-Egea JJ. Root canal disinfection of immature dog teeth with apical periodontitis: Comparison of three different protocols. *J Clin Exp Dent*. [Internet] oct. 2014; 6(4):e357-63. Disponível em: <http://www.medicinaoral.com/odo/volumenes/v6i4/jcedv6i4p357.pdf>
- 25 Bago Jurič I, Plečko V, Anić I, Pleško S, Jakovljević S, Rocca JP, Medioni E. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, Nd:YAG laser and QMiX solution against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. [Internet] mar. 2016; 13:238-43. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2015.07.176>
- 26 Gründling GL, Melo TAF, Montagner F, Scarparo RK, Vier-Pelisser FV. QMix® irrigant reduces lipopolysaccharide (LPS) levels in an in vitro model. *J Appl Oral Sci*. [Internet] jul./ago. 2015; 23(4):431-5. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jaos/v23n4/1678-7757-jaos-23-4-0431.pdf>
- 27 Arslan D, Guneser MB, Kustarci A, Er K, Siso SH. Pulp tissue dissolution capacity of QMix 2in1 irrigation solution. *Eur J Dent*. [Internet] jul./sep. 2015; 9(3):423-7. Disponível em: <http://www.eurjdent.com/text.asp?2015/9/3/423/163229>

- 28 Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Effect of smear layer against disinfection protocols on *Enterococcus faecalis*-infected dentin. *J Endod.* [Internet] nov. 2013; 39(11):1395-400. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.05.007>
- 29 Neelakantan P, Sharma S, Shemesh H, Wesselink PR. Influence of Irrigation Sequence on the Adhesion of Root Canal Sealers to Dentin: A Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Push-out Bond Strength Analysis. *J Endod.* [Internet] jul. 2015; 41(7):1108-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.001>
- 30 Ballal NV, Jain I, Tay FR. Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *J Dent.* [Internet] aug. 2016; 51:62-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.06.001>
- 31 Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I. *et al.* Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microsc Res Tech.* [Internet] may. 2013; 76(5):533-7. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jemt.22196>
- 32 Eliot C, Hatton JF, Stewart GP, Hildebolt CF, Jane Gillespie M, Gutmann JL. The effect of the irrigant QMix on removal of canal wall smear layer: an ex vivo study. *Odontology.* [Internet] jul. 2014; 102(2):232-40. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10266-012-0102-1>
- 33 Vemuri S, Kolanu SK, Varri S, Pabbati RK, Penumaka R, Bolla N. Effect of different final irrigating solutions on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent.* [Internet] jan./fev. 2016; 19(1):87-90. Disponível em: <http://www.jcd.org.in/text.asp?2016/19/1/87/173207>
- 34 Niu LN, Luo XJ, Li GH, Bortoluzzi EA, Mao J, Chen JH. *et al.* Effects of different sonic activation protocols on debridement efficacy in teeth with single-rooted canals. *J Dent.* [Internet] aug. 2014; 42(8):1001-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.05.007>
- 35 Arslan D, Guneser MB, Dincer AN, Kustarci A, Er K, Siso SH. Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *J Endod.* [Internet] aug. 2016; 42(8):1279-85. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.04.022>
- 36 Koçak S, Çiçek E, Sağlam BC, Koçak MM, Türker SA. Influence of Diode Laser Application on the Efficiency of QMix and EDTA Solutions in Removing Smear Layer. *Photomed Laser Surg.* [Internet] nov. 2015; 33(11):564-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/pho.2015.3910>
- 37 Kara Tuncer A. Effect of QMix 2in1 on Sealer Penetration into the Dentinal Tubules. *J Endod.* [Internet] feb. 2015; 41(2):257-60. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.014>
- 38 Jardine AP, Rosa RA, Santini MF, Wagner M, Só MV. *et al.* The effect of final irrigation on the penetrability of an epoxy resin-based sealer into dentinal tubules: a confocal

- microscopy study. *Clin Oral Investig.* [Internet] jan. 2016; 20(1):117-23. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00784-015-1474-8>
- 39 Chandrasekhar V, Amulya V, Rani VS, Prakash TJ, Ranjani AS, Gayathri Ch. Evaluation of biocompatibility of a new root canal irrigant Q Mix™ 2 in 1- An in vivo study. *J Conserv Dent.* [Internet] jan. 2013; 16(1):36-40. Disponível em: <http://www.jcd.org.in/text.asp?2013/16/1/36/105296>
- 40 Alkahtani A, Alkahtany SM, Mahmood A, Elsafadi MA, Aldahmash AM, Anil S. Cytotoxicity of QMix™ endodontic irrigating solution on human bone marrow mesenchymal stem cells. *BMC Oral Health.* [Internet] mar. 2014; 14:27. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-27>
- 41 Mollashahi FN, Saberi E, Karkehabadi H. Evaluation of Cytotoxic Effects of Various Endodontic Irrigation Solutions on the Survival of Stem Cell of Human Apical Papilla. *Iran Endod J.* [Internet] 2016 Fall; 11(4):293-7. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5069905/>
- 42 Doğan H, Calt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod.* [Internet] sep. 2001; 27(9):578-80. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11556562>
- 43 Arends J, ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res.* [Internet] apr. 1992; 71(Spec n°):924-8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1592988>
- 44 Panighi M, G'Sell C. Influence of calcium concentration on the dentin wettability by na adhesive. *J Biomed Mater Res.* [Internet] aug. 1992; 26(8):1081-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jbm.820260809>
- 45 Perdigao J, Eiriksson S, Rosa BT, Lopes M, Gomes G. Effect of calcium removal on dentin bond strengths. *Quintessence Int.* [Internet] feb. 2001; 32(2):142-6. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12066675>
- 46 Kara Tuncer A, Tuncer S, H Siso S. Effect of QMix irrigant on the microhardness of root canal dentine. *Aust Dent J.* [Internet] jun. 201; 60(2):163-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/adj.12242>
- 47 Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Chavéz-Andrade GM, Kalatzis-Sousa NG, Hungaro Duarte MA, Faria G. *et al.* Effect of final irrigation protocols on microhardness and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech.* [Internet] oct. 2013; 76(10):1079-83. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jemt.22268>
- 48 Aksel H, Serper A, Kalayci S, Somer G, Erisken C. Effects of QMix and ethylenediaminetetraacetic acid on decalcification and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech.* [Internet] nov. 2016; 79(11):1056-61. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jemt.22745>
- 49 Taneja S, Kumari M, Anand S. Effect of QMix, peracetic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on calcium loss and microhardness of root dentine. *J*

- Conserv Dent. [Internet] mar. 2014; 17(2):155-8. Disponível em:
<http://www.jcd.org.in/text.asp?2014/17/2/155/128058>
- 50 Das A, Kottoor J, Mathew J, Kumar S, George S. Dentine microhardness changes following conventional and alternate irrigation regimens: An in vitro study. J Conserv Dent. [Internet] nov. 2014; 17(6):546-9. Disponível em:
<http://www.jcd.org.in/text.asp?2014/17/6/546/144592>
- 51 Ballal NV, Tweeny A, Khechen K, Prabhu KN, Satyanarayan, Tay FR. Wettability of root canal sealers on intraradicular dentine treated with different irrigating solutions. J Dent. [Internet] jun. 2013; 41(6):556-60. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.04.005>
- 52 Uzunoglu E, Turker SA, Karahan S. The Effect of Increased Temperatures of QMix and EDTA on the Push-out Bond Strength of an Epoxy-resin Based Sealer. J Clin Diagn Res. [Internet] jul. 2015; 9(7):98-101. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4573049/>
- 53 Leal F, Simão RA, Fidel SR, Fidel RA, do Prado M. Effect of final irrigation protocols on push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer to dentin. Aust Endod J. [Internet] dec. 2015; 41(3):135-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/aej.12114>
- 54 Elnaghy AM. Influence of QMix irrigant on the micropush-out bond strength of biodentine and white mineral trioxide aggregate. J Adhes Dent. [Internet] jun. 2014; 16(3):277-83. Disponível em: <https://jad.quintessenz.de/index.php?doc=abstract&abstractID=32072>
- 55 Elnaghy AM. Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. Int Endod J. [Internet] mar. 2014; 47(3):280-9. Disponível em:
<https://doi.org/10.1111/iej.12145>
- 56 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. [Internet] sep. 2016; 41(6):e159-67. Disponível em:
<https://doi.org/10.2341/15-246-L>
- 57 Souza MA, Montagner A, Dalla Lana DL, Vidal CMP, Farina AP, Cecchin D. Comparative evaluation of the retaining of QMix and chlorhexidine formulations on human dentin: a chemical analysis. Clin Oral Investig. [Internet] apr. 2017; 21(3):873-878. Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s00784-016-1837-9>
- 58 Kolosowski KP, Sodhi RN, Kishen A, Basrani BR. Qualitative Analysis of Precipitate Formation on the Surface and in the Tubules of Dentine Irrigated with Sodium Hypochlorite and a Final Rinse of Chlorhexidine or QMiX. J Endod. [Internet] dec. 2014; 40(12):2036-40. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25305239>
- 59 Arslan H, Uygun AD, Keskin A, Karatas E, Seçkin F, Yildirim A. Evaluation of orange-brown precipitate formed in root canals after irrigation with chlorhexidine and QMix and spectroscopic analysis of precipitates produced by a mixture of chlorhexidine/NaOCl and QMix/NaOCl. Int Endod J. [Internet] dec. 2015; 48(12): 1199-203. Disponível em:
<https://doi.org/10.1111/iej.12427>