

Artigo de Revisão de Literatura

Literature Review Article

Métodos de agitação das soluções irrigadoras: uma revisão de literatura

Agitation methods of the irrigation solutions: a literature review

Giovanna Pimentel¹

André Luiz da Costa Michelotto²

Antônio Batista²

Gustavo D. Carvalho³

Maria Carolina Lucato Budziak³

Autor para correspondência:

Giovanna Pimentel

Rua Otília Bennertz, n. 201 – Testo Salto

CEP 89074-060 – Blumenau – SC – Brasil

E-mail: giovanna.b.pimentel@gmail.com

¹ Departamento de Endodontia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis – SC – Brasil.

² Departamento de Endodontia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Paraná – Curitiba – PR – Brasil.

³ Departamento de Endodontia, Faculdade de Odontologia, São Leopoldo Mandic – Curitiba – PR – Brasil.

Data de recebimento: 1.º dez. 2020. Data de aceite: 10 maio 2021.

Palavras-chave:

protocolos; desinfecção;
Endodontia.

Resumo

Introdução: O sucesso no tratamento endodôntico de dentes com periodontite apical depende de uma eficaz desinfecção dos canais radiculares, que é obtida por meio do preparo químico-mecânico e da medicação intracanal entre sessões. No entanto sabe-se que a anatomia do sistema de canais radiculares é complexa e a instrumentação do canal principal deixa áreas intocadas, de forma que os canais laterais, istmos e ramificações dependem principalmente dos efeitos químicos dos irrigantes e medicações intracanaís, como o hidróxido de cálcio. **Objetivo:** Avaliar os métodos de irrigação final presentes na literatura, a fim de sugerir um protocolo que melhore a desinfecção e aumente a taxa de sucesso da terapia endodôntica. **Revisão de literatura:** Realizou-se levantamento nas bases de dados Science Direct, PubMed e a literatura cinzenta, Google Acadêmico. Foram selecionados 39 artigos na língua inglesa. A adoção de protocolos de limpeza resulta em um potencial de desinfecção estatisticamente

significante. A técnica da ativação ultrassônica do irrigante (UAI) é considerada hoje padrão ouro, mas outros sistemas, como o XP-Endo Finisher e similares, são amplamente recomendados. **Conclusão:** É essencial valer-se de sistemas e estratégias que otimizem a desinfecção, especialmente em casos de periodontite apical e canais com anatomia irregular, achatados e/ou ovalados. No entanto o impacto da solução irrigante relacionada a diferentes tipos de ativação necessita de mais estudos clínicos que comprovem sua ação.

Keywords:
protocols; disinfection;
Endodontics.

Abstract

Introduction: Success in endodontic treatment of teeth with apical periodontitis depends on an effective disinfection of the root canals. This disinfection is achieved through the chemical-mechanical preparation and intracanal medication between sessions. However, it is known that the anatomy of the root canal system is complex and the instrumentation of the main canal leaves untouched areas, whereas lateral canals, isthmus and apical ramifications depend mainly on the chemical effects of irrigants and intracanal medications such as calcium hydroxide. **Objective:** The objective of this study is to evaluate methods of final irrigation present in the literature, in order to suggest a protocol that improves disinfection and increases the success rates of endodontic treatment. **Literature review:** A survey was conducted in the databases Science Direct, Pubmed and gray literature, Google Scholar. Thirty nine articles were selected in the English language. Studies available in the literature indicate that the adoption of cleaning protocols results in a statistically significant disinfection potential. The Ultrasonic Activation of the Irrigant (UAI) is now considered gold standard, but other systems such as XP-Endo Finisher and similars are widely recommended. **Conclusion:** It can be concluded that it is essential to adopt systems and strategies that optimize disinfection, especially in cases of apical periodontitis and irregular, flat and/or oval shaped canals. However, the impact of the irrigating solutions related to different types of activation requires more clinical studies to assess its effectiveness.

Introdução

O sucesso no tratamento endodôntico de dentes com periodontite apical depende da máxima redução das populações bacterianas intracanaís [32]. Além disso, depende de fatores como diagnóstico e plano de tratamento adequados, compreensão da anatomia do sistema de canais radiculares e satisfatória obturação [27].

O preparo químico-mecânico possui como objetivos limpar, modelar e desinfetar o canal radicular; objetivo por muitas vezes desafiador, considerando a complexidade da anatomia do sistema de canais radiculares, que inclui curvaturas, istmos, canais laterais, ramificações apicais, canais em C, ovais e/ou achatados [34]. Além dessas

complexidades, existem evidências da presença de microrganismos nos túbulos dentinários da dentina radicular infectada [27]. Conseqüentemente, algumas áreas permanecem intocadas pelos instrumentos, que atuam majoritariamente nos canais principais, enquanto os canais laterais, istmos e ramificações dependem sobretudo dos efeitos químicos dos irrigantes e medicações intracanaís entre sessões [34].

A presença de bactérias nos canais radiculares após o preparo químico-mecânico tem se mostrado um fator de risco para a periodontite apical após a terapia endodôntica [33]. Sjögren *et al.* [36] avaliaram que, em uma amostra composta por 55 dentes unirradiculares, apenas 22 canais apresentaram um número baixo de populações

bacterianas após instrumentação. Completa cura periapical foi encontrada em 94% dos canais com cultura bacteriana negativa, enquanto aqueles com cultura positiva tiveram uma taxa de sucesso de apenas 68% [36].

Em um estudo de 2001 comparando quatro técnicas de preparo com instrumentos níquel-titânio (NiTi), chegou-se à conclusão de que todas as técnicas deixaram 35% ou mais da superfície dos canais inalterada [24]. Paqué *et al.* [23], ao avaliarem 60 molares superiores (180 canais), encontraram que o percentual de áreas não preparadas variou entre 4-100%, especialmente nos canais palatinos e mesovestibulares. Em outro estudo, 17 raízes mesiais de molares inferiores foram preparadas a fim de comparar o desempenho de dois sistemas rotatórios, encontrando-se uma média de 32% e 14% de áreas intocadas pelos instrumentos em todo o comprimento dos canais e nos terços apicais, respectivamente [3]. Siqueira *et al.* [35] observaram, após análise histológica, que canais com polpas vivas evidenciaram remanescentes teciduais nas paredes intocadas, especialmente no terço apical; enquanto os canais com polpas necróticas possuíam debris nas paredes em todos os terços dos canais radiculares. A proporção de áreas não preparadas em 10 pré-molares inferiores com polpa necrótica foi de 34,6%, já os 11 canais mesovestibulares de

molares superiores com polpa vital apresentaram um número de 18,1% [35].

Outro fator atenuante é que com o preparo automatizado se reduziu o tempo de tratamento, resultando também em menor tempo de ação dos agentes irrigantes no interior do canal e a necessidade, então, de meios que potencializem suas ações [37].

O objetivo deste trabalho é avaliar os métodos de irrigação final presentes na literatura, bem como suas indicações e eficácia, a fim de determinar se há algum protocolo superior aos outros e sugeri-lo ao profissional Endodontista, otimizando assim a desinfecção dos canais radiculares e, por conseguinte, a taxa de sucesso da terapia endodôntica.

Material e métodos

Realizou-se uma revisão crítica da literatura com levantamento nas bases de dados Science Direct, PubMed e a literatura cinzenta, Google Acadêmico. Foram selecionados 39 artigos na língua inglesa. Eles foram estudados e agrupados quanto aos métodos propostos e à eficácia comprovada pelos seus autores, com a posterior elaboração de uma tabela para melhor visualização dos resultados encontrados (tabela I).

Tabela I - Compilação de dados das variáveis de interesse dos artigos de estudos experimentais que serviram como base para escrever este trabalho

Autor	Desenho do estudo	Amostra	Métodos	Solução irrigante	Resultados estatísticos
Guerisoli <i>et al.</i> [11]	<i>In vitro</i>	20 incisivos inferiores com canais únicos	Técnica de irrigação dividida em grupos: Água destilada; NaOCl 1,0% NaOCl 1,0% associado a EDTAC 15%. Ativação ultrassônica foi realizada em todos os grupos. Os dentes foram divididos longitudinalmente e as amostras analisadas por microscopia eletrônica de varredura, quanto à quantidade de <i>smear layer</i> .	- Água destilada - NaOCl 1,0% - NaOCl 1,0%/ EDTAC 15%	A associação de NaOCl 1,0% com EDTAC 15% deixou significativamente menos <i>smear layer</i> nas paredes do canal.

Continua...

Continuação da tabela 1

Autor	Desenho do estudo	Amostra	Métodos	Solução irrigante	Resultados estatísticos
Schoop <i>et al.</i> [31]	<i>In vitro</i>	220 dentes extraídos	Os dentes foram processados endodonticamente e irradiados com configurações distintas do laser Er:YAG. Na sequência, foram divididos em três grupos e submetidos a microscopia eletrônica de varredura, avaliação bacteriológica e medição da temperatura.	-	O laser Er:YAG mostrou efeito bactericida decisivo, e na MEV revelou-se discreto desgaste de dentina das paredes do canal.
Sabins <i>et al.</i> [30]	<i>In vitro</i>	100 molares superiores	Os dentes foram instrumentados de forma manual e divididos aleatoriamente em cinco grupos de 20. O grupo 1 não recebeu tratamento subsequente; os grupos 2 e 3 irrigação sônica passiva; os grupos 4 e 5 irrigação ultrassônica passiva. As raízes foram divididas, fotografadas e os terços apicais magnificados em 100x para análise do score de debris.	- NaOCl 5,25%	Tanto a irrigação sônica como ultrassônica resultaram em canais mais limpos que a instrumentação apenas. Quando comparadas entre si, a ultrassônica foi estatisticamente mais significativa que a sônica.
Zamany <i>et al.</i> [40]	<i>In vivo</i>	24 dentes com periodontite apical	Foi realizada a endodontia dos 24 dentes com NaOCl 1,0%. Metade da amostra recebeu uma irrigação final com clorexidina 2,0%. As culturas de bactérias foram incubadas por quatro semanas.	- NaOCl 1,0% - Clorexidina 2,0%	Os 12 casos que receberam a irrigação final com CHX tiveram significativamente menor crescimento de bactérias que o grupo controle.
Clegg <i>et al.</i> [7]	<i>In vitro</i>	70 dentes unirradiculares recém-extraídos com canais únicos	Os 5 mm finais de cada dente foram removidos e cortados longitudinalmente, resultando em 140 amostras. Estas foram separadas aleatoriamente em dez grupos de 14. Os grupos de teste foram imersos em uma das cinco soluções de teste, durante 15 minutos.	- Solução 1: NaOCl 6,0% - Solução 2: NaOCl 3,0% - Solução 3: NaOCl 1,0% - Solução 4: NaOCl 1,0% + MTAD BioPure - Solução 5: clorexidina 2,0%	NaOCl 6,0% foi o agente antimicrobiano mais efetivo, o único capaz de remover biofilme, além de agir como bactericida.

Continua...

Continuação da tabela 1

Autor	Desenho do estudo	Amostra	Métodos	Solução irrigante	Resultados estatísticos
McGill <i>et al.</i> [21]	<i>Ex vivo</i>	30 dentes unirradiculares com canais únicos e retos	Os dentes foram instrumentados, cortados longitudinalmente em duas metades e receberam camadas de colágeno corado. Unidos novamente, os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos: irrigação estática; manual/dinâmica e automatizada/dinâmica com o dispositivo RinsEndo. Em cada grupo, dividiram-se dois subgrupos, de acordo com a posição da agulha de irrigação em relação ao comprimento de trabalho. Avaliaram-se, então, imagens digitais das superfícies de colágeno antes e depois da irrigação.	- 18 ml de NaOCl 2,5%	As duas técnicas de irrigação dinâmica foram estatisticamente mais significantes que a irrigação estática. Quando comparadas entre si, a irrigação manual/dinâmica foi a mais eficaz. Além disso, a irrigação foi mais significativa quando mais próximo do CT.
Huffaker <i>et al.</i> [14]	<i>In vivo</i>	84 dentes com periodontite apical, verificados por radiografia e teste de vitalidade negativo.	A amostra foi dividida aleatoriamente em dois grupos de 42 dentes; um recebeu irrigação sônica com o sistema EndoActivator e o outro irrigação convencional com seringas (grupo controle). Todos os tratamentos endodônticos foram realizados por um residente. Amostras bacteriológicas foram coletadas ao final da 1. ^a e da 2. ^a sessão, após efeito da medicação intracanal Ca(OH) ₂ .	- NaOCl 0,5%	Não houve diferença entre o grupo de ativação sônica e o grupo controle. No entanto, o aumento da desinfecção foi estatisticamente significativa após a segunda sessão e ação da MIC.
Jiang <i>et al.</i> [16]	<i>In vitro</i>	18 caninos superiores com raízes retas	As raízes foram divididas longitudinalmente em duas partes. Os canais resultantes foram instrumentados sob diferentes técnicas de irrigação: grupo controle (sem ativação); ativação com sistema ultrassônico; e outros quatro grupos de ativação sônica com frequências, conicidades e irrigantes distintos.	- NaOCl 2,0% - Água	Ativação do irrigante resultou em remoção mais significativa dos debris. Ativação ultrassônica foi estatisticamente mais eficaz que a sônica. Não houve diferença entre os grupos de ativação sônica.

Continua...

Continuação da tabela 1

Autor	Desenho do estudo	Amostra	Métodos	Solução irrigante	Resultados estatísticos
Klyn <i>et al.</i> [18]	<i>In vitro</i>	40 molares inferiores; raízes mesiais com curvaturas menores que 25°	Cada dente foi instrumentado e seccionado a 1, 3 e 5 mm de distância do comprimento de trabalho e remontado num cubo personalizado. A amostra foi dividida aleatoriamente em quatro grupos com técnicas de irrigação final distintas: agitação com lima F (#20/04); ativação sônica (EndoActivator); ativação ultrassônica; e agulha de irrigação (Max-I-Probe) a 1 mm do CT.	- NaOCl 6,0%	Não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro métodos testados. No entanto todos os grupos apresentaram maior limpeza a 3 e 5 mm do CT, em relação a 1 mm.
Miller <i>et al.</i> [22]	<i>In vitro</i>	25 pares de dentes homólogos extraídos, com rizogênese completa e canais únicos	Os dentes foram inoculados com <i>Enterococcus faecalis</i> e realizou-se a instrumentação. A amostra foi dividida em dois grupos: irrigação com o sistema EndoVac e irrigação convencional com seringas. Os 5 mm finais de cada raiz foram removidos, incubados e avaliados quanto à cultura bacteriana formada.	- NaOCl 5,25% - EDTA 15%	O grupo do sistema EndoVac apresentou maior eficácia antimicrobiana, mas não foi uma diferença estatisticamente significativa.
Stojicic <i>et al.</i> [38]	<i>In vitro</i>	Tecido muscular bovino	Avaliou-se a dissolução do tecido bovino em quatro concentrações distintas de NaOCl, sob diferentes temperaturas, com e sem agitação sônica e ultrassônica, e com ou sem a adição do surfactante Chlor-Xtra.	- NaOCl 1% - NaOCl 2% - NaOCl 4% - NaOCl 5,8%	Altas temperaturas, maior concentração e agitação contínua do irrigante aumentam a eficácia de dissolução do tecido orgânico. O surfactante teve os melhores resultados em todas as situações testadas.
Castagna <i>et al.</i> [6]	<i>In vitro</i>	25 incisivos laterais inferiores com raízes retas (de bovinos).	Os dentes foram instrumentados de forma manual e divididos em três grupos de acordo com o protocolo de irrigação final: EDTA e NaOCl; EDTA+PUI e NaOCl; e o grupo controle apenas NaOCl. Análise por meio de microscopia eletrônica de varredura.	- EDTA 17% - NaOCl 2,5%	O protocolo EDTA/PUI foi o que removeu mais debris no terço cervical. Quanto à <i>smear layer</i> , os grupos com EDTA foram mais eficazes que o grupo controle. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos no terço apical.

Continua...

Continuação da tabela 1

Autor	Desenho do estudo	Amostra	Métodos	Solução irrigante	Resultados estatísticos
Bao <i>et al.</i> [2]	<i>In vitro</i>	54 pré-molares unirradiculares com no mínimo 19 mm de comprimento.	Os dentes foram instrumentados e divididos aleatoriamente em 6 grupos de acordo com o protocolo de irrigação final: irrigação convencional com seringas; irrigação ultrassônica passiva (PUI); e o sistema XP-Endo Finisher; sendo cada método realizado de forma contínua ou em três passos. Os dentes foram cortados pela metade e analisados por microscopia eletrônica de varredura.	- NaOCl 3,0% - EDTA 17% - Água esterilizada	O protocolo com o XP-Endo Finisher foi o mais eficaz estatisticamente na remoção do biofilme, seguido pelo PUI. A realização intermitente em três passos foi mais eficaz que a irrigação contínua.
Elnaghy <i>et al.</i> [8]	<i>In vitro</i>	75 molares inferiores com as raízes mesiais com curvaturas acima de 20°.	Os dentes foram instrumentados e divididos aleatoriamente em cinco grupos de acordo com os protocolos de irrigação final: EDTA sem agitação; EDTA com agitação de lima; EDTA com agitação pelo XP-Endo Finisher; EDTA com agitação pelo EndoActivator; e grupo controle (sem irrigação final). Corte longitudinal das raízes e análise por microscopia eletrônica de varredura.	- EDTA 17% - NaOCl 2,5%	Os protocolos com XP-Endo Finisher e EndoActivator foram os mais significantes na remoção de debris e <i>smear layer</i> ; no entanto nenhum método testado foi capaz de remover completamente.
Ramazani <i>et al.</i> [28]	<i>In vitro</i>	90 incisivos centrais superiores	Os dentes foram instrumentados e divididos aleatoriamente em quatro grupos: agitação ultrassônica do NaOCl; agitação do NaOCl com <i>laser</i> de diodo 808 nm; agitação ultrassônica do EDTA; e agitação do EDTA com <i>laser</i> de diodo 808 nm. Os canais foram obturados e analisados.	- NaOCl 5,25% - EDTA 17%	A agitação ultrassônica do NaOCl é recomendada para otimizar o selamento apical na terapia endodôntica.
Carvalho <i>et al.</i> [5]	<i>In vitro</i>	80 incisivos inferiores com canais únicos e ovalados	Os dentes foram contaminados com <i>Enterococcus faecalis</i> e divididos aleatoriamente em oito grupos de acordo com o protocolo de instrumentação e irrigante de escolha: XP-Endo Shaper; XP-Endo Shaper + XP-Endo Finisher; Reciproc Blue R25; Reciproc Blue R25 + XP-Endo Finisher. Cada grupo foi testado com a solução salina NaCl e o hipoclorito de sódio (NaOCl).	- NaCl 0,9% - NaOCl 2,5%	O NaOCl promoveu uma redução bacteriana significativamente maior em comparação com o NaCl. O uso do XP-Endo Finisher otimizou a desinfecção em ambos os sistemas testados.

Continua...

Continuação da tabela 1

Autor	Desenho do estudo	Amostra	Métodos	Solução irrigante	Resultados estatísticos
Hage <i>et al.</i> [13]	<i>In vitro</i>	44 pré-molares inferiores unirradiculares; com canais únicos.	A amostra foi dividida em quatro grupos de 10; os quatro restantes designados como grupo controle. Os dentes foram instrumentados e contaminados com <i>E. faecalis</i> ; os quatro grupos foram separados de acordo com o protocolo de irrigação final: ativação por laser Er:YAG a 2.940 nm; ativação sônica pelo sistema EDDY; ativação ultrassônica com o EndoUltra; e irrigação convencional com seringas.	- NaOCl 5,25%	A ativação pelo <i>laser</i> foi a mais significativa em termos de desinfecção; seguida pela ativação ultrassônica e sônica. Nenhuma técnica foi capaz de eliminar completamente a carga bacteriana.
Matos <i>et al.</i> [20]	<i>Ex vivo</i>	40 dentes unirradiculares com canais únicos e circulares.	A amostra foi dividida em quatro grupos de acordo com o protocolo de irrigação final: EDTA + agitação manual; QMix + agitação manual; EDTA + PUI; e Qmix + PUI. Os dentes foram contaminados com <i>E. faecalis</i> e <i>E. coli</i> , e amostras foram coletadas antes e após a instrumentação e após a irrigação final.	- EDTA 17% - QMix	A irrigação final com QMix apresentou eficácia antibacteriana superior em relação ao EDTA, para os dois métodos testados. A associação Qmix + PUI foi a que mais removeu as endotoxinas LPS.
Plotino <i>et al.</i> [25]	<i>In vitro</i>	Modelo de resina transparente, simulando o canal radicular.	Foram definidos cinco grupos experimentais de acordo com o protocolo de irrigação: inserto ultrassônico EndoUltra; inserto ultrassônico IRRI K; inserto ultrassônico IRRI S; inserto sônico EDDY; e lima tipo K 20/02 acoplada a contra-ângulo oscilatório. Os grupos foram testados com NaOCl e EDTA, para avaliar a influência do irrigante.	- NaOCl 5,0% - EDTA 17%	Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois irrigantes e entre os métodos ultrassônicos testados. Quanto maior o tempo de ativação, maior a remoção de debris.
Rajakumaran e Ganesh [27]	<i>In vitro</i>	90 pré-molares inferiores unirradiculares.	Os dentes foram instrumentados e divididos em três grupos de acordo com o protocolo de irrigação final: ativação manual com cone de gutta percha F3; ativação com PUI; e ativação com <i>laser</i> de diodo a 940 nm. Os dentes foram cortados em três secções transversais e analisados.	- NaOCl 3,0% - EDTA 17% - Solução salina	A ativação pelo <i>laser</i> de diodo foi a que apresentou maior profundidade de penetração do irrigante nos 3 terços avaliados da dentina radicular.

Continua...

Continuação da tabela 1

Autor	Desenho do estudo	Amostra	Métodos	Solução irrigante	Resultados estatísticos
Souza <i>et al.</i> [37]	<i>In vitro</i>	80 dentes superiores unirradiculares, com canais retos.	Os dentes foram instrumentados e divididos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com o protocolo de irrigação final: irrigação ultrassônica passiva (PUI); irrigação ultrassônica contínua (CUI); inserto EasyClean ativado por movimento recíprocante; e o grupo controle (irrigação convencional com seringa).	- NaOCl 5,25% - EDTA	A irrigação do grupo controle não foi capaz de transportar o irrigante para os canais laterais simulados. Os outros três grupos foram igualmente eficazes nesse objetivo.

Revisão de literatura e Discussão

Siqueira *et al.* [34] recomendam a ativação mecânica, sônica ou ultrassônica do irrigante NaOCl (hipoclorito de sódio) após o preparo químico-mecânico. Foi com Richman, em 1957, que os aparelhos ultrassônicos foram introduzidos na Endodontia, enquanto a irrigação ultrassônica passiva (PUI) foi descrita pela primeira vez por Weller *et al.*, em 1980 [39]. Căpută *et al.* [4] demonstraram que a ativação ultrassônica é mais eficaz na remoção de remanescentes de tecido pulpar, tanto em estudos clínicos como *in vitro*. Essa técnica (PUI) consiste na transmissão de energia acústica através de ondas ultrassônicas pelo inserto do ultrassom, em contato com a solução irrigante no interior do canal radicular, promovendo fluxo acústico e cavitação da solução [4]. Tal fluxo forma bolhas – o fenômeno da cavitação – que estouram e aumentam a temperatura e pressão hidrostática interna, resultando em um impacto contra as paredes do canal radicular e, conseqüentemente, remoção dos debrís [6]. O termo “passiva” refere-se à ação não cortante da lima ou inserto ultrassônico, evitando alterações na anatomia do canal radicular [39].

A irrigação ultrassônica passiva é capaz de remover o biofilme endodôntico e ajudar o irrigante a penetrar mais efetivamente no sistema de canais radiculares (SCR) [28]. Guerisoli *et al.* [11], por meio de análises por microscopia eletrônica, chegaram à conclusão de que apenas sob agitação ultrassônica a associação de NaOCl com EDTAC foi capaz de remover a *smear layer* das paredes do canal radicular. Castagna *et al.* [6] avaliaram por microscopia eletrônica de varredura a eficácia da PUI na remoção de debrís e *smear layer* da dentina radicular. Os autores concluíram que a técnica foi superior na limpeza em terço cervical, mas não foi

estatisticamente significativa em terço apical [6]. Um estudo de 2010 mostrou que a ativação sônica e ultrassônica aumentou a velocidade de dissolução dos debrís em até dez vezes mais em comparação com a irrigação comum, com seringas. Além disso, outros fatores significantes foram a concentração e alta temperatura do irrigante NaOCl [38]. Tal resultado difere dos encontrados por Jiang *et al.* [16], cujos resultados evidenciaram que a ativação ultrassônica removeu significativamente mais debrís do que a técnica sônica (EndoActivator).

A PUI é uma abordagem amplamente utilizada para otimizar a desinfecção. Vários trabalhos têm indicado que dispositivos ultrassônicos podem facilitar a irrigação especialmente em áreas de difícil acesso, como istmos e canais laterais [18]. Dessa forma, é um método de agitação da solução indicado sobretudo em casos de anatomia irregular, como canais achatados, além de áreas de difícil acesso, como istmos e canais laterais [18]. Associada a EDTA 17%, a técnica PUI é comprovadamente significativa na remoção de debrís em terço cervical [6]. No entanto Siqueira Jr. *et al.* [34] afirmam que os estudos *in vitro* analisados na literatura sobre PUI relatam resultados inconclusivos, bem como os efeitos antibacterianos adicionais não são significantes. A discrepância nos resultados quanto à eficácia da técnica pode ser atribuída a alguns fatores, como: a correlação entre o estágio da instrumentação e o momento da ativação ultrassônica; e o irrigante de escolha e volume utilizados [6].

Vale ressaltar que a terminologia mais utilizada atualmente para a ativação ultrassônica é a sigla UAI, do inglês “*ultrasonic activated irrigant*”, ou irrigante ativado de forma ultrassônica [19].

Os sistemas de ativação sônica incluem o EndoActivator (Dentsply-Maillefer, Baillagues,

Suíça), sendo o mais estudado, e o Eddy (VDW GmbH, Munique, Alemanha), que é conduzido a uma frequência de 6 kHz por uma peça de mão [25]. Tanto a agitação sônica como ultrassônica resultam em canais mais limpos que a irrigação manual isolada; todavia, quando comparadas apenas entre si, a técnica ultrassônica é mais significativa nos termos de desbridamento do canal radicular [16, 25, 30]. Esse dado pode ser explicado por alguns fatores, entre eles a potência mais baixa do dispositivo sônico (de 1-8 kHz), enquanto os ultrassônicos operam entre 25-40 kHz [25]. Outros fatores incluem a ausência de fluxo acústico e cavitação, provavelmente atribuída à velocidade da ponta sônica abaixo do limiar necessário para tais fenômenos acontecerem [16]. Entretanto os dispositivos sônicos apresentam como vantagem o material dos insertos, sendo um tipo de plástico que não para em contato com a parede do canal radicular nem é capaz de deformá-la, podendo ser usados com segurança em canais curvos [25].

Em um estudo *in vitro* de 2019, 90 canais foram infectados com *Enterococcus faecalis* por um período de quatro semanas, a fim de avaliar a eficácia antimicrobiana da irrigação com EndoActivator. Concluiu-se que a ativação não foi superior na redução das populações bacterianas intracanaís em comparação com a irrigação convencional [1]. O resultado está de acordo com Huffaker *et al.* [14], cujo estudo *in vivo* apontou que a ativação sônica pelo EndoActivator não foi capaz de reduzir a quantidade de bactérias cultiváveis em relação ao grupo controle (irrigação com seringas tradicional).

Além das técnicas de ativação sônica e ultrassônica, sendo as mais exploradas na literatura, existem os sistemas de pressão alternada, como o RinsEndo (Dürr Dental GmbH & Co. KG, Bietigheim-Bissingen, Alemanha) e EndoVac (Discus Dental, Culver City, Califórnia), entre outras variações [21]. O dispositivo EndoVac foi projetado com o intuito de levar a solução irrigante até o terço apical do canal radicular, através de uma macro ou micro cânula acoplada à cânula de sucção; quando a solução irrigante é introduzida na câmara pulpar, logo é puxada por pressão negativa em direção ao ápice [22]. O mecanismo de funcionamento do RinsEndo é similar, baseia-se na associação entre pressão e sucção para impulsionar o irrigante, realizando automaticamente uma ativação da solução [21]. No entanto a literatura aponta que esses sistemas não possuem resultados de eficácia antimicrobiana superiores e/ou estatisticamente significantes em comparação com a irrigação padrão feita com seringas [21, 22].

Em vista do desafio que são as áreas não preparadas do canal radicular e permanência de bactérias após instrumentação, vamos comentar sobre as variadas abordagens terapêuticas presentes na literatura; há também uma nova gama de instrumentos criados para auxiliar nos canais com anatomia irregular, como o sistema Self-Adjusting File (SAF; ReDentNOVA, Ra'anana, Israel), TRUShape (Dentsply Sirona, Tulsa, OK, EUA) e XP-endo Shaper (FKG, La Chaux-de-Fonds, Suíça) [34].

O EasyClean (EC, Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) é um instrumento fabricado de plástico ABS (acrilonitrila butadieno estireno) com ISO 25/04, projetado para potencializar a ação dos irrigantes no interior dos canais radiculares [26]. Como o EasyClean opera com movimento recíprocante, a sua cinemática pode evitar fraturas de instrumento ou travamento no interior do canal. Além disso, um estudo recente concluiu que a ativação recíprocante do EDTA 17% por meio do EasyClean foi eficaz na remoção dos debris mesmo na região apical dos canais radiculares testados [17]. Outro trabalho mostrou eficácia superior do EasyClean em comparação com a UAI (irrigação ativada de forma ultrassônica) na desinfecção do estreito terço apical [26]. Em contraste, em um estudo de 2017 comparando a eficácia da remoção de material residual em retratamentos por um dispositivo ultrassônico e o EasyClean, não houve diferença estatisticamente expressiva entre a eficácia da agitação para ambos os sistemas testados [29].

O instrumento XP-Endo Finisher (XPF; FKG Dentaire SA, La Chaux-de-Fonds, Suíça) foi desenvolvido com o intuito de aumentar a eficácia da irrigação e desinfecção durante o preparo químico-mecânico, por meio de um design único com formato de colher, ISO 25/00 e liga Max-Wire (Martensite-Austenite Electropolish-FleX, FKG) [5]. De acordo com o fabricante, o instrumento é reto em sua fase M, quando resfriado, e muda para a fase A quando exposto à temperatura corporal [10]. Bao *et al.* [2] avaliaram a eficácia do XP-Endo Finisher na remoção do biofilme em comparação com a irrigação convencional com seringa e a técnica PUI, chegando à conclusão de que o XPF apresentou os melhores resultados, seguido pela PUI e por último a irrigação convencional. O instrumento em questão provou ser eficaz na remoção do biofilme desde o canal principal até áreas de difícil acesso, como o estreito terço apical [2]. A proposta é que o XP-Endo Finisher seja capaz de tocar áreas maiores das paredes do canal radicular, bem como desorganizar o biofilme remanescente após o preparo químico-mecânico [5].

Em um estudo de 2019, que analisou a eficácia do XP-Endo Finisher na irrigação final de canais ovalados, infectados por *Enterococcus faecalis*, concluiu-se que o instrumento apresentou significância estatística na redução bacteriana em ambos os sistemas de limas utilizados na instrumentação [5]. O resultado está de acordo com Elnaghy *et al.* [8], pesquisa em que o XP-Endo Finisher, juntamente com o EndoActivator, demonstrou maior eficácia na remoção de debris e *smear layer* em canais curvos, em comparação com os outros métodos de irrigação final testados. Segundo Siqueira Jr. *et al.* [34], o XP-Endo Finisher tem mostrado bons resultados em termos de melhoria da desinfecção, mas ainda é um sistema muito recente e necessita de mais estudos e evidências que comprovem de forma consistente sua capacidade de atuar em canais anatomicamente complexos. A perspectiva é de que o XP-Endo Finisher e instrumentos similares no mercado se equiparem em termos de protocolo à técnica da ativação ultrassônica do irrigante (UAI).

Válido comentar que o *laser* também possui aplicações na Endodontia, a partir do momento que comprimentos de onda específicos são capazes de penetrar profundamente nos túbulos dentinários e eliminar microrganismos, além de remover a *smear layer* [28]. A irrigação ativada pelo *laser* é eficaz porque produz o fenômeno da cavitação, com subsequente ruptura das bolhas, criando fluxo acústico e ocasionando remoção da *smear layer* e debris das paredes do canal radicular [9]. *Lasers* de diodo têm sido bastante empregados graças às suas ótimas propriedades antibacterianas e baixo custo; há evidências na literatura de que *Enterococcus faecalis* pode ser significativamente eliminado pela aplicação do *laser* de diodo isolado ou associado a soluções irrigantes [28]. Um estudo de 2002 mostrou que a aplicação de *laser* foi eficaz na redução de bactérias de canais sob condições *in vitro* [31]. Em contraste, um trabalho mais recente, que avaliou a ação antimicrobiana da agitação ultrassônica em comparação com o *laser* de diodo de 808 nm, constatou que a técnica ultrassônica foi significativamente mais eficaz que o *laser*. Essa discrepância nos resultados pode ser em decorrência de fatores como o comprimento de onda e potência do *laser* utilizados em cada experimento [28].

Apesar de todas as técnicas e sistemas de irrigação final desenvolvidos para otimizar a desinfecção, nenhum método testado foi capaz de remover completamente os debris e *smear layer* [8, 13]. É possível inferir que, em casos de periodontite apical, tanto quanto a irrigação, recomenda-se fortemente o uso de medicação intracanal entre

sessões. Huffaker *et al.* [14] avaliaram 84 dentes com periodontite apical *in vivo* e demonstraram que o aumento da desinfecção só foi estatisticamente significativo após a segunda sessão e efeito do Ca(OH)₂, ou seja, em casos de necropulpectomia é contraindicado realizar a endodontia em sessão única [14]. Além disso, pode-se fazer uso da clorexidina; Zamany *et al.* [40] demonstraram *in vivo* que os dentes que receberam irrigação final com clorexidina 2,0% tiveram significativamente menor crescimento de bactérias que o grupo controle.

Conclusão

É evidente a importância de desenvolver sistemas e estratégias que otimizem a desinfecção de paredes intocadas e áreas de difícil acesso do canal radicular, a fim de melhorar o prognóstico do tratamento endodôntico. Técnicas como a ativação ultrassônica do irrigante (UAI) e sistemas como o XP-Endo Finisher são recomendados, sobretudo em casos de periodontite apical e canais com anatomia irregular, achatados e/ou ovalados. O impacto da solução irrigante relacionada a diferentes tipos de ativação necessita, no entanto, de mais estudos clínicos que comprovem sua ação.

Referências

1. Akbulut MB, Eldeniz AÜ. In vitro antimicrobial activity of different electrochemically activated solutions on enterococcus faecalis. *European Oral Res.* 2019;53(1):44-50.
2. Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *J Endod.* 2017;43(2):321-5.
3. Brasil SC, Marceliano-Alves MF, Marques ML, Grillo JP, Lacerda MF, Alves FR et al. Canal transportation, unprepared areas, and dentin removal after preparation with bt-race and protaper next systems. *J Endod.* 2017;43(10):1683-7.
4. Căpută PE, Retsas A, Kuijk L, de Paz LEC, Boutsoukis C. Ultrasonic irrigant activation during root canal treatment: a systematic review. *J Endod.* 2019;45(1):31-44.
5. Carvalho MC, Zuolo ML, Arruda-Vasconcelos R, Marinho ACS, Louzada LM, Francisco PA et al. Effectiveness of XP-Endo Finisher in the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals. *Braz Oral Res.* 2019;33.

6. Castagna F, Rizzon P, da Rosa RA, Santini MF, Barreto MS, Hungaro Duarte MA et al. Effect of passive ultrasonic instrumentation as a final irrigation protocol on debris and smear layer removal – a SEM analysis. *Micro Res Tech.* 2013;76(5):496-502.
7. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod.* 2006;32(5):434-7.
8. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology.* 2017;105(2):178-83.
9. Eymirli A, Nagas E, Uyanik MO, Cehreli ZC. Effect of laser-activated irrigation with ethylene diaminetetraacetic acid and phytic acid on the removal of calcium hydroxide and triple antibiotic paste from root dentin. *Photomed Laser Surg.* 2017;35(1):43-8.
10. FKG Dentaire SA The XP-endo Finisher file brochure. [acesso em 12 jan. 2020]. Disponível em: <http://www.fkg.ch/products/endodontics/final-preparation/xp-endo-finisher>.
11. Guerisoli DMZ, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 2002;35(5):418-21.
12. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics.* 2010;54(2):291-312.
13. Hage W, De Moor RJ, Hajj D, Sfeir G, Sarkis DK, Zogheib C. Impact of Different Irrigant Agitation Methods on Bacterial Elimination from Infected Root Canals. *Dent J.* 2019;7(3):64.
14. Huffaker SK, Safavi K, Spangberg LS, Kaufman B. Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. *J Endod.* 2010;36(8):1315-8.
15. Jaju S, Jaju PP. Newer root canal irrigants in horizon: a review. *Int J Dent.* 2011;2011:851359.
16. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod.* 2010;36(1):143-6.
17. Kato AS, Cunha RS, Silveira Bueno CE, Pelegrine RA, Fontana CE, Martin AS. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2016;42(4):659-63.
18. Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator™ System, the F File™, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human Mandibular molars. *J Endod.* 2010;36(8):1367-71.
19. Macedo R, Verhaagen B, Rivas DF, Versluis M, Wesselink P, van der Sluis L. Cavitation measurement during sonic and ultrasonic activated irrigation. *J Endod.* 2014;40(4):580-3.
20. Matos FDS, Khoury RD, Carvalho CAT, Martinho FC, Bresciani E, Valera MC. Effect of EDTA and QMIX Ultrasonic Activation on the Reduction of Microorganisms and Endotoxins in Ex Vivo Human Root Canals. *Braz Dental J.* 2019;30(3):220-6.
21. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo®) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J.* 2008;41(7):602-8.
22. Miller TA, Baumgartner JC. Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod.* 2010;36(3):509-11.
23. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod.* 2009;35(7):1056-9.
24. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001;34(3):221-30.
25. Plotino G, Grande NM, Mercade M, Cortese T, Staffoli S, Gambarini et al. Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *J Appl Oral Sci.* 2019;27.
26. Prado MC, Leal F, Simão RA, Gusman H, Prado M. The use of auxiliary devices during irrigation to increase the cleaning ability of a chelating agent. *Rest Dent Endod.* 2017;42(2):105-10.
27. Rajakumaran A, Ganesh A. Comparative evaluation of depth of penetration of root canal irrigant after using manual, passive ultrasonic, and diode laser-assisted irrigant activation technique. *J Pharm Bio Sci.* 2019;11(Suppl 2):S216.
28. Ramazani M, Asnaashari M, Ahmadi R, Zarenejad N, Rafie A, Charati JY. The Effect of Final Rinse Agitation with Ultrasonic or 808 nm Diode Laser on Coronal Microleakage of Root-canal Treated Teeth. *Iranian Endod J.* 2018;13(1):108.

29. Rodrigues CT, Duarte MAH, Guimarães BM, Vivan RR, Bernardineli N. Comparison of two methods of irrigant agitation in the removal of residual filling material in retreatment. *Braz Oral Res.* 2017;31.
30. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 2003;29(10):674-8.
31. Schoop U, Moritz A, Kluger W, Patruta S, Goharkhay K, Sperr W et al. The Er: YAG laser in endodontics: results of an in vitro study. *Official J Amer Society Laser Med Surg.* 2002;30(5):360-4.
32. Siddique R, Nivedhitha MS. Effectiveness of rotary and reciprocating systems on microbial reduction: a systematic review. *JCD.* 2109;22(2):114.
33. Siqueira Jr JF, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34(11):1291-301.
34. Siqueira Jr JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018;32.
35. Siqueira Jr JF, Pérez AR, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Silva SG, Pires FR et al. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2018;51(5):501-8.
36. Sjögren 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.
37. Souza CC, Bueno CE, Kato AS, Limoeiro AG, Fontana CE, Pelegrine RA. Efficacy of passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation device in penetration into main and simulated lateral canals. *JCD.* 2019;22(2):155.
38. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 2010;36(9):1558-62.
39. Van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007;40(6):415-26.
40. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96(5):578-81.