


Análise dos métodos de ativação de solução irrigante em endodontia: revisão de literatura

Analysis of methods of irrigating solution activation in endodontics: literature review

Análisis de métodos de activación de soluciones de irrigación en endodoncia: revisión de la literatura

Karine Menegazzo 

Endereço para correspondência:

Karine Menegazzo
Rua São Pedro, 55-D
Centro
89801-220 - Chapecó - Santa Catarina - Brasil
E-mail: karine_zzo@hotmail.com

RECEBIDO: 14.11.2021

MODIFICADO: 24.02.2022

ACEITO: 30.03.2022

RESUMO

O desafio da endodontia sempre foi a complexa anatomia do sistema de canais radiculares. Istmos, canais laterais e curvaturas tornam a terapia endodôntica ainda mais difícil. É crucial para o sucesso promover uma limpeza e desinfecção adequada, redução de microrganismo provendo um ambiente que favoreça a obturação tridimensional do canal. Foi comprovado que somente a instrumentação mecânica não garantia esses requisitos, por isso, adicionaram-se substâncias químicas auxiliares. Mesmo com esse avanço, estas não alcançavam áreas como a região apical. Para potencializar sua penetração, foi desenvolvido mecanismos de ativação dessa solução, garantindo que cheguem a regiões de difícil acesso. Na endodontia contemporânea é fundamental utilizar esses métodos que potencializam a desinfecção. Portanto, esse trabalho tem como objetivo revisar na literatura científica quais são essas técnicas disponíveis. Verificou-se que todas são capazes de remoção de smear layer e detritos em maior ou menor grau, apresentando suas vantagens e limitações. Porém, parece haver consenso entre os autores que a Irrigação Ultrassônica Passiva é considerada padrão-ouro, devido a sua ampla utilização e resultados superiores.

PALAVRAS-CHAVE: Endodontia. Desinfecção. Ultrassom.

ABSTRACT

The challenge of endodontics has always been the complex anatomy of the root canal system. Isthmus, lateral canals and curvatures make endodontic therapy even more difficult. It is crucial for success to promote proper cleaning and disinfection, reducing microorganisms and providing an environment that favors the three-dimensional filling of the canal. It was proven that mechanical instrumentation alone did not guarantee these requirements, so auxiliary chemicals were added. Even with this advance, these did not reach areas such as the apical region. To enhance its penetration, activation mechanisms for this solution were developed, ensuring that they reach regions of difficult access. In contemporary endodontics, it is essential to use these methods that enhance disinfection. Therefore, this work aims to review in the scientific literature what these techniques are available. It was found that all are capable of removing smear layer and debris to a greater or lesser degree, presenting their advantages and limitations. However, there seems to be a consensus among authors that Passive Ultrasonic Irrigation is considered the gold standard, due to its wide use and superior results.

KEYWORDS: Endodontics. Disinfection. Ultrasonics.

RESUMEN

El desafío de la endodoncia siempre ha sido la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares. El istmo, los canales laterales y las curvaturas dificultan aún más la terapia endodóntica. Es fundamental para el éxito promover una limpieza y desinfección adecuadas, reduciendo los microorganismos y proporcionando un entorno que favorezca el llenado tridimensional del canal. Se comprobó que la instrumentación mecánica por sí sola no garantizaba estos requisitos, por lo que se agregaron productos químicos auxiliares. Incluso con este avance, estos no llegaron a zonas como la región apical. Para potenciar su penetración, se desarrollaron mecanismos de activación de esta solución, asegurando que lleguen a regiones de difícil acceso. En la endodoncia contemporánea, es fundamental utilizar estos métodos que potencian la desinfección. Por lo tanto, Este trabajo tiene como objetivo revisar en la literatura científica cuáles son estas técnicas disponibles. Se encontró que todos son capaces de eliminar la capa de mancha y los escombros en mayor o menor grado, presentando sus ventajas y limitaciones. Sin embargo, parece haber un consenso entre los autores de que la Irrigación Ultrasónica Pasiva se considera el estándar de oro, debido a su amplio uso y resultados superiores.

PALABRAS CLAVE: Endodoncia. Desinfección. Ultrasonido.

INTRODUÇÃO

A doença endodôntica tem origem por biofilmes bacterianos que se fixam no canal radicular e são capazes de destruir tecidos¹.

O tratamento endodôntico objetiva a eliminação dos microrganismos, restos de tecido pulpar vivo ou necrótico, smear layer e debris dentinários². Devido à grande variabilidade e a complexa anatomia do sistema de canais radiculares, é impossível modelar e limpar completamente toda a extensão do canal³⁻⁴.

Restos de dentina e bactérias persistentes, principalmente no terço apical podem não favorecer condições biológicas adequadas para a cicatrização periapical⁵⁻⁶. Já foi demonstrado em estudos que muitas áreas do canal radicular permanecem intocadas pelos instrumentos endodônticos, permitindo que 30% a 60% dos preparos ainda apresentem bactérias persistentes⁷.

Para contornar esse problema, substâncias químicas auxiliares são utilizadas para aumentar a desinfecção e limpeza do canal em todas as suas regiões⁸⁻¹⁰. O hipoclorito de sódio (NaOCl) é o mais utilizado para esse fim, pois tem potencial antimicrobiano e dissolve tecido orgânico. Essa ação recebe o nome de Preparo Químico-Mecânico (PQM)¹¹.

Para que essa limpeza seja eficiente o irrigante deve ser administrado na extensão total do canal e ativado para penetrar nas reentrâncias^{2,12}. Essa ativação é realizada por diferentes técnicas e instrumentos, objetivando sempre melhorar sua penetração e poder de desinfecção¹³.

O presente artigo tem por objetivo revisar na literatura os métodos disponíveis para a ativação das soluções irrigantes devido a sua extrema importância e relevância na endodontia contemporânea.

REVISÃO DE LITERATURA

Diversos estudos demonstram que em torno 64% da área total do canal radicular não foi preparada após o uso de instrumentos rotatórios, independente da técnica^{8,10}. Isso ocorre devido a incompatibilidade entre a forma da lima e anatomia do canal, já que instrumentos foram desenvolvidos para se adaptar ao

formato cônico do canal, não levando em consideração as diferentes configurações existentes. Curvaturas e variações anatômicas internas complexas podem representar um alto grau de dificuldade¹⁴. Dessa forma biofilmes bacterianos residuais estarão em áreas onde o instrumento não exerce sua ação cortante e os irrigantes não conseguem atingir uma concentração ou tempo efetivo¹⁴.

Para contornar esse problema, adicionou-se a instrumentação substâncias químicas, denominando-se Preparo Químico-Mecânico (PQM). Recebe esse nome, pois se utiliza o meio químico (substâncias químicas auxiliares), físicos (ato de irrigar e aspirar com seringas e agulha) e mecânico (instrumentação)¹⁵.

O NaOCl é o irrigante mais utilizado para a desinfecção do canal. Juntamente, o EDTA 17% (etilenodiaminotetracético) tem sido recomendado para aumentar a eficácia na remoção da smear layer¹⁶.

A irrigação manual convencional por meio de uma seringa com agulha continua sendo amplamente utilizada para o PQM. Porém esse método tem se mostrado falho, já que não atinge áreas como a região apical e istmos¹⁷⁻¹⁸. Foi demonstrado, que o irrigante alcança no máximo 1 mm de distância da ponta da agulha¹⁹⁻²⁰. Devido a isso, diferentes técnicas de ativação do irrigante estão sendo empregadas para aumentar o fluxo e sua distribuição no sistema de canais radiculares^{6,17}. Essas técnicas incluem ativação dinâmica manual, irrigação sônica, irrigação ultrassônica e fluxo fotoacústico induzido por fótons (PIPS).

A ativação dinâmica manual (MDA) é realizada por meio da inserção repetida de um cone de guta percha bem ajustado ao comprimento de trabalho do canal já modelado. Esse cone é inserido com movimentos curtos e suaves para deslocar de forma hidrodinâmica e ativar o irrigante²¹ (Figura 1).



Figura 1 - Esquema representando ativação dinâmica manual.

Fonte: www.iconeodontologia.com.br

A irrigação sônica é realizada com dispositivos acoplados a peças de mão ou motor elétrico, onde esses instrumentos vão sofrer uma vibração forçada na extremidade encaixada e na outra, vibram livremente²². Operam em uma vibração de alta amplitude, mas baixa frequência²³. Existem vários sistemas disponíveis no mercado, entre eles: Easy Clean[®], Eddy[®], Endoactivator[®], Endovac[®], Xp Endo Finisher[®] e XP Clean[®].

Easy Clean[®] da Easy Dental Equipment (Belo Horizonte, MG, Brasil) é um dispositivo plástico, já esterilizado, semelhante a um instrumento endodôntico rotativo com calibre 25 e conicidade 0.04 com a parte ativa em formato de uma “asa de avião”²⁴ (Figura 2).



Figura 2 - Easy Clean[®].

Fonte: <https://easyequipamentos.com.br>

Eddy[®] (VDW, Munique, Alemanha) são pontas feitas de poliamida flexível, estéril, não cortante e descartável, com calibre 25 e conicidade 0.04. Seu mecanismo de ação é por meio da ativação sônica. É ativado com 5000 a 6000 Hz por uma peça de mão acionada a ar² (Figura 3).



Figura 3 - Eddy[®].

Fonte: <https://www.vdw-dental.com>

Endoactivator[®] (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa) é um mecanismo de ativação sônica por meio de uma peça de mão sem fio, alimentada por bateria, para ativar pontas de polímeros flexíveis² (Figura 4).



Figura 4 - Endoactivator^{®24}.

Endovac[®] (Kerr Endodontics, Culver City, CA) é um dispositivo de pressão negativa apical, de vibração sônica, projetado para fornecer solução de irrigação para a extremidade apical dos canais e sucção de detritos²⁵⁻²⁶ (Figura 5).



Figura 5 - Endovac[®].

Fonte: <https://www.kerrdental.com>

Xp Endo Finisher[®] (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça): Instrumento não afilado, calibre #25, feito de liga de níquel-titânio (NiTi) MaxWire. À temperatura ambiente, o instrumento está reto, mas à temperatura do corpo desenvolve o formato de uma colher; quando girado e movido para cima e para baixo no canal, esta forma faz com que o instrumento se expanda e se contraia para tocar as paredes do canal e sacudir a solução irrigante⁷ (Figura 6).



Figura 6 - Xp Endo Finisher[®].

Fonte: <https://www.fkgiberia.com>

XP Clean[®] (MK Life, Porto Alegre, Brasil), segundo o fabricante é um instrumento rotatório feito em liga de níquel-titânio (NiTi), calibre #25, com grande flexibilidade, resistência e seção transversal triangular. Atualmente, está disponível na versão com tratamento térmico Blue²⁷ (Figura 7).



Figura 7 - XP Clean®.

Fonte: <https://www.mklife.com.br>

Na irrigação ultrassônica o ultrassom opera numa vibração de baixa amplitude com uma alta frequência transmitida ao longo do instrumento²³. Existem dois tipos de ativação ultrassônica: a intermitente ou passiva nomeada de irrigação ultrassônica passiva (PUI) e a contínua, chamada de irrigação ultrassônica contínua (CUI)²⁸.

Na irrigação ultrassônica passiva (PUI) ocorre o uso de um inserto fino, com diâmetro inferior ao do canal preparado, sem corte acoplado ao ultrassom. O irrigante é previamente colocado dentro do canal e essa ponta é ativada até o comprimento de trabalho com movimentos para cima e para baixo, sem entrar em contato com as paredes do canal, o líquido de irrigação deve ser substituído entre as ativações^{9,17} (Figura 8).

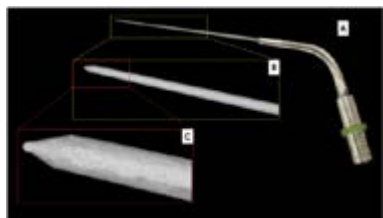


Figura 8 - Exemplo de irrigação ultrassônica passiva¹⁶.

Na irrigação ultrassônica contínua (CUI) o uso de um inserto de ultrassom é colocado inativo dentro do canal, e quando acionado, entrega e agita o irrigante no interior do canal de maneira constante e simultânea, ou seja, o irrigante continua fluindo, permitindo que o líquido seja continuamente repostos^{16,28} (Figura 9).



Figura 9 - Exemplo de irrigação ultrassônica contínua.

Fonte: <https://link.springer.com>

O fluxo fotoacústico induzido por fótons (PIPS) foi recentemente introduzido no mercado, se refere a utilização de uma fibra endodôntica de 21 mm de comprimento, e 400 µm de diâmetro, posicionada na câmara pulpar (efeito fotomecânico)²⁹ (Figura 10).

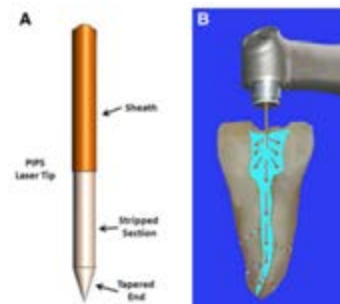


Figura 10 - PIPS¹⁸.

DISCUSSÃO

A Ativação Dinâmica Manual (MDA) é descrita como uma técnica econômica, consiste em agitar a solução de irrigação com cone de guta percha desinfetado, no mesmo calibre do instrumento usado no preparo³⁰.

Estudos compararam métodos de ativação e concluíram que a eficiência da MDA pode ser atribuída a várias razões: a primeira, é devido ao cone corresponder ao tamanho e conicidade do preparo, dessa forma faz com que o ar do terço apical seja deslocado pelo cone quando inserido. A segunda razão é o fato de permitir que a solução se desloque para fora quando o cone é inserido e fluir para dentro quando removido, garantido um refluxo. A última razão, é devido a fricção repetida contra as paredes do canal. Devido a essa fricção, esse método traz a desvantagem de gerar nova camada de smear layer, pelas raspas de dentina impregnadas no cone³¹. Além disso, mostrou causar maior dor pós-operatória que a PUI e a irrigação sônica¹⁷.

Dos dispositivos sônicos, a Easy Clean® é um instrumento que pode ser ativado tanto pela cinemática rotatória ou recíprocante. Realiza-se três ativações de 20 segundos no comprimento de trabalho, gerando 1 minuto de agitação do irrigante. Em comparativo com a irrigação convencional, concluiu-se que o instrumento foi superior na remoção de detritos de mola-

res inferiores, e sua ativação sistema favoreceu a ação bactericida da solução irrigadora, possibilitando resultados negativos de cultura e contagem de bactérias²⁴.

O Eddy® é um dispositivo que permite uma limpeza eficiente do sistema de canais radiculares, pois cria um movimento tridimensional, segundo o fabricante. Em estudos, mostrou resultado semelhante ao PUI na remoção de smear layer sendo superior a irrigação convencional e ao Endoactivator®².

O Endoactivator® tem a vantagem de ter pontas a base de polímero que não danificam a parede do canal e permitem uma agitação vigorosa do irrigante (até 10.000 ciclos por minutos). Demonstrou ser melhor que a irrigação convencional em diversos estudos, pois gera cavitação e fluxo fotoacústico²³.

Endovac® foi criado para contornar o problema da irrigação convencional, que não permite a troca do irrigante no terço apical do canal, pois faz uma pressão positiva. Esse sistema faz uma pressão negativa na apical e introduz um maior fluxo da solução. Uma macrocânula é colocada no terço apical e uma microcânula no comprimento de trabalho, assim ocorre um fluxo do irrigante ao ser aspirado, e os restos de dentina e debris saem por essa microcânula. Isso permite também, menos acidentes com extravasamento de hipoclorito, e menor extrusão de detritos²⁵.

O XP-Endo Finisher® e XP Clean® são muito semelhantes, ambos são confeccionados com liga NiTi com calibre #25, conicidade 0.02, e acionados em rotação dentro do canal.

Segundo o fabricante da XP-Endo Finisher®, o instrumento não danifica a dentina nem altera a forma original do canal e limpa áreas onde os instrumentos não alcançam³². Estudos mostram eficácia na desinfecção e remoção de tecido duro em istmos⁷. Porém, na redução de *Enterococcus faecalis* não foi eficiente. O motivo dessa diferença pode ser pelo fato dos outros autores utilizarem o NaOCl, e este autor, água destilada, demonstrando assim que o efeito de remoção é dependente da solução de irrigação³³.

O XP Clean®, possui dois mecanismos de ação: pela agitação do irrigante, aumentando seu poder de limpeza e pelo contato mecânico nas paredes internas do canal, limpando áreas não tocadas pelas limas rotatórias. Dessa forma, remove debris e microrganismos, de acordo com o fabricante. Usado após o preparo químico-mecânico 2 a 3 mm aquém do comprimento de trabalho, torque 1 N, velocidade de 650 a 850 rpm²⁷.

Ainda não há estudos na literatura sobre o XP

Clean®, devido a ser recente no mercado.

O PIPS ganhou atenção devido a suas propriedades que parecem melhorar a desinfecção do canal pois opera transferindo a energia para as moléculas do irrigante, resultando em ondas de choque rápidas induzidas por fótons³⁴. Força o líquido a penetrar por todo o sistema do canal, mesmo em canais curvos devido ao seu efeito fotodinâmico, obtendo uma limpeza eficaz em áreas de difícil acesso³⁵.

Contudo, apesar de alguns resultados promissores, há estudos demonstrando que o PIPS equivale a irrigação convencional e ainda tem o inconveniente de aumentar a temperatura nos tecidos periodontais³⁵.

No que diz respeito ao CUI, mostrou-se ser um método interessante na remoção de debris devido ao fluxo contínuo do irrigante e sua constante ativação. Porém, se a solução for depositada com força, pode ocorrer extrusão para os tecidos periapicais comprometendo a segurança do procedimento^{22,28}.

Já a PUI é provavelmente uma das abordagens complementares mais amplamente utilizadas para otimizar a desinfecção, e é considerada o padrão ouro para a ativação do irrigante em toda a literatura presente¹⁴. Seus efeitos antibacterianos são sugeridos como relacionados à cavitação, fluxo acústico, aquecimento do irrigante, liberação de subprodutos do hipoclorito de sódio e manutenção da concentração do irrigante por mais tempo comparado com a irrigação convencional sem ativação³.

Praticamente todos os estudos clínicos em vitro concordaram que a ativação ultrassônica é mais eficiente que a irrigação com seringa, no que diz respeito a remoção de restos de tecido pulpar e detritos, além de potencializar o efeito do irrigante e a capacidade de limpeza em áreas anatomicamente complexas⁸.

Quanto ao tempo de ativação da irrigação ultrassônica, alguns autores obtiveram sucesso com tempos de 30 a 60 segundos³⁶. Os protocolos de uso mais comuns em Endodontia são: inserir a 1 mm ou 2 mm do comprimento de trabalho, com agitação de 3 ciclos de 20 segundos, e renovação do irrigante a cada ativação. Essa renovação é necessária para facilitar a remoção de detritos intracanal^{22,37}. Porém, ainda não existem protocolos definidos para a quantidade de solução de irrigação e tempo de trabalho (ativação)⁶.

Comparando os dois métodos descritos: sônico e ultrassônico, o segundo leva vantagem. Isso ocorre, pois, o ultrassom tem maior efetividade na remoção de detritos devido a maior frequência de condução,

distribuindo o irrigante em toda a extensão do canal. Já a ativação sônica não consegue levar o irrigante para o ápice em canais curvos³⁸. Dessa forma, a ativação ultrassônica é destaque devido às vantagens mencionadas.

CONCLUSÃO

Conclui-se com essa revisão de literatura que: o uso apenas de instrumentos mecanizados deixa áreas intocadas e biofilme residual; somente a irrigação convencional não é capaz de garantir que o irrigante atinja regiões como o terço apical e canais laterais; métodos de ativação do irrigante aumentam a capacidade de penetração e desinfecção; todos os mecanismos de ativação possuem potencial de removem smear layer e detritos em maior ou menor grau

O PUI é considerado o padrão-ouro com resultados superiores e promissores.

REFERÊNCIAS

1. Toral FC, Hernández LD, González CE, Varona FS, Cioldaro AR, Ortega HD. Ex vivo model for studying polymicrobial biofilm formation in root canals. *Univ Sci*. 2017;22(1):31-43.
2. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig*. 2017;21(9):2681-7.
3. 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.
4. 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.
5. Cruz A, Vera J, Gascón G, Palafox-Sánchez CA, Amezcua O, Mercado G. Debris remaining in the apical third of root canals after chemomechanical preparation by using sodium hypochlorite and glyde: an in vivo study. *J Endod*. 2014;40(9):1419-23.
6. Schmidt TF, Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT, Pashley DH, Bortoluzzi EA. Effect of ultrasonic activation of irrigants on smear layer removal. *J Endod*. 2015;41(8):1359-63.
7. Alves FRE, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Rôças IN, Versiani MA, et al. Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: a correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. *J Endod*. 2016;42(11):1667-72.
8. Wagner MH, Rosa RA, Figueiredo JAP, Duarte MAH, Pereira JR, Só MVR. Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. *Clin Oral Investig*. 2017;21(7):2173-82.
9. van der Sluis LWM, Vogels MPJM, Verhaagen B, Macedo R, Wesselink PR. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *J Endod*. 2010;36(4):737-40.
10. Oliveira MAVC, Venâncio JF, Pereira AG, Raposo LHA, Biffi JCG. Critical instrumentation area: Influence of root canal anatomy on the endodontic preparation. *Braz Dent J*. 2014;25(3):232-6.
11. Mahmoud T, Yongbum C, Abbas AK, Leif KB, Shahrokh S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod*. 2003;29(4):233-9.
12. Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod*. 2010;36(7):1216-21.
13. De Deus G, Reis C, Beznos D, Abranches AMG, Coutinho-Filho T, Paciornik S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *J Endod*. 2008;34(11):1401-5.
14. Siqueira Junior JF, Rôças IN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res*. 2018;32(Suppl 1):e65.
15. Mora PMPK, Melo TAF. *Endodontia pré-clínica*. Porto Alegre: Evangraf; 2020.
16. Bueno CRE, Cury MTS, Vasques AMV, Sarmiento JL, Trizzi JQ, Jacinto RC, et al. Cleaning effectiveness of a nickel-titanium ultrasonic tip in ultrasonically activated irrigation: a SEM study. *Braz Oral Res*. 2019;33:1-9.
17. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Arslan H. The effect of different irrigation agitation techniques on postoperative pain in mandibular molar teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *J Endod*. 2018;44(10):1451-6.

18. Thomas AR, Velmurugan N, Smita S, Jothilatha S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified endovac technique with different irrigation systems. *J Endod.* 2014;40(10):1676-80.
19. Plotino G, Pameijer CH, Maria Grande N, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod.* 2007;33(2):81-95.
20. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a computational fluid dynamics study. *Int Endod J.* 2009;42(2):144-55.
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. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LWM. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod.* 2010;36(1):143-6.
23. Blank-Gonçalves LM, Nabeshima CK, Martins GHR, MacHado MEDL. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: Conventional irrigation versus activation systems. *J Endod.* 2011;37(9):1268-71.
24. Duque JA, Duarte MAH, Canali LCF, Zancan RF, Vivian RR, Bernardes RA, et al. Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 2017;43(2):326-31.
25. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod.* 2009;35(4):545-9.
26. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007;33(5):611-5.
27. Medical and Dental Products Brasil. Lima XP clean rotary file NiTi CM blue [Internet]. [cited 2021 Oct 16]. Available from: <https://www.mklife.com.br/lima-xp-clean-blue.html>
28. Castelo-Baz P, Martín-Biedma B, Cantatore G, Ruíz-Piñón M, Bahillo J, Rivas-Mundiña B, et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. *J Endod.* 2012;38(5):688-91.
29. Peters OA, Bardsley S, Fong J, Pandher G, Divito E. Disinfection of root canals with photon-initiated photoacoustic streaming. *J Endod.* 2011;37(7):1008-12.
30. Jiang LM, Lak B, Eijssvogels LM, Wesselink P, Van Der Sluis LWM. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod.* 2012;38(6):838-41.
31. Saber SED, Hashem AAR. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod.* 2011;37(9):1272-5.
32. XP-endo finisher | FKG dentaire [Internet]. [cited 2021 Oct 16]. Available from: <https://www.fkgiberia.com/pt/produtos/endodontia/moldagem-e-limpeza-de-canal/xp-endo-finisher>
33. Tüfenkçi P, Yılmaz K. The Effects of different endodontic access cavity design and using xp-endo finisher on the reduction of enterococcus faecalis in the root canal system. *J Endod.* 2020;46(3):419-24.
34. DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium: YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med Sci.* 2012;27(2):273-80.
35. Zhu X, Yin X, Chang JWW, Wang Y, Cheung GSP, Zhang C. Comparison of the antibacterial effect and smear layer removal using photon-initiated photoacoustic streaming aided irrigation versus a conventional irrigation in single-rooted canals: an in vitro study. *Photomed Laser Surg.* 2013;31(8):371-7.
36. 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.
37. Beus C, Safavi K, Stratton J, Kaufman B. Comparison of the effect of two endodontic irrigation protocols on the elimination of bacteria from root canal system: a prospective, randomized clinical trial. *J Endod.* 2012;38(11):1479-83.
38. Rödiger T, Bozkurt M, Konietschke F, Hülsmann M. Comparison of the vibrance system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *J Endod.* 2010;36(8):1410-3.