FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

JOHNATA KAEL MARINHO

TÉCNICAS COMPLETAMENTARES AO PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO PARA O AUMENTO DO SUCESSO DE TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Fortaleza, Novembro de 2017

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

JOHNATA KAEL MARINHO

TÉCNICAS COMPLETAMENTARES AO PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO PARA O AUMENTO DO SUCESSO DE TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Artigo cientifico apresentado ao curso de especialização Instituto de Estudos e Ensinos Odontológicos (IESO) da FACULDADE SETE LAGOAS- FACSETE como requisito parcial para a conclusão do curso de especialização em endodontia.

Orientadora: Profª Ms. Samila Gonçalves dos Santos

Fortaleza, Novembro de 2017

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

JOHNATA KAEL MARINHO

Artigo científico intitulado “**TÉCNICAS COMPLETAMENTARES AO PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO PARA O AUMENTO DO SUCESSO DE TRATAMENTO ENDODÔNTICO** de autoria de Johnata Kael Marinho aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores

_____

Profª Ms. Samila Gonçalves dos Santos (Orientadora)

_____

Prof. Dr. George Táccio de Miranda Candeiro

Fortaleza, Novembro de 2017

RESUMO

As complexidades anatômicas do sistema radicular e a presença de bactérias como estruturas de biofilme aderentes à superfície são tidos como desafios na desinfecção do sistema de canal radicular. A irrigação convencional com uma seringa e agulha se mostra como sendo ineficaz para a limpeza de áreas inacessíveis do sistema de canal radicular, como também do terço apical do conduto. Por esse motivo, diferentes dispositivos de irrigação estão sendo desenvolvidos para melhorar o fluxo e distribuição de soluções de irrigação dentro do sistema de canal radicular. As técnicas de irrigação baseadas em algum tipo de agitação facilitam a penetração de irrigantes, a dissolução do tecido e a remoção da camada de *smear layer* melhor que a técnica de irrigação por agulha convencional. Recentemente tem sido utilizada complementarmente ao preparo químico-mecânico a terapia fotodinâmica, pois acredita-se que o laser pode ser capaz de atingir áreas inacessíveis como região de istmos, canais laterais e túbulos dentinários. Dessa forma, conhecer e avaliar estes novos instrumentos e técnicas certamente constitui-se em um dos objetivos do fascinante desafio da endodontia para alcançar a desinfecção do sistema de canais radiculares. Uma boa distribuição e um bom protocolo de agitação de irrigante no sistema de canais radiculares é um pré-requisito essencial para quem almeja obter sucesso no tratamento endodôntico. Com o avanço da tecnologia, novos dispositivos e novos protocolos de irrigação vêm sendo desenvolvidos com esse intuito. E com base na literatura se pôde observar que as mais diversas técnicas coadjuvantes ao PQM vem trazendo excelentes resultados o que diz respeito a remoção e diminuição de detritos, smear layer e bactérias. E apesar da multiplicidade de estudos sobre a eficácia de vários regimes de irrigação endodôntica, é importante ressaltar que ainda há uma escassez em estudos clínicos bem controlados.

PALAVRAS CHAVES: técnicas coadjuvantes na endodontia, irrigação endodôntica, desinfecção dos canais radiculares.

ABSTRACT

The anatomical complexities of the root system and the presence of bacteria as biofilm structures adhering to the surface are considered as challenges in the disinfection of the root canal system. Conventional irrigation with a syringe and needle is shown to be ineffective for cleaning inaccessible areas of the root canal system, as well as for the apical third of the conduit. For this reason, different irrigation devices are being developed to improve the flow and distribution of irrigation solutions within the root canal system. Irrigation techniques based on some type of agitation facilitate irrigation penetration, tissue dissolution and smear layer removal rather than conventional needle irrigation. Photodynamic therapy has recently been used in addition to the chemical-mechanical preparation, since it is believed that the laser may be able to reach inaccessible areas such as isthmus, lateral canals and dentinal tubules. In this way, knowing and evaluating these new instruments and techniques certainly constitutes one of the objectives of the fascinating endodontic challenge to achieve the disinfection of the root canal system. Good distribution and good irrigant agitation protocol in the root canal system is an essential prerequisite for those seeking to achieve successful endodontic treatment. With the advancement of technology, new devices and new irrigation protocols have been developed for this purpose. Based on the literature, it was possible to observe that the most diverse techniques supporting the PQM have been bringing excellent results regarding the removal and reduction of debris, smear layer and bacteria. And despite the multiplicity of studies on the efficacy of various endodontic irrigation regimens, it is important to note that there is still a shortage in well-controlled clinical studies.

KEYWORDS: endodontic coadjuvant techniques, endodontic irrigation, root canal disinfection.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 7
PROPOSIÇÃO 8
1 . BIOFILME 8
2. *SMEAR LAYER* 9
3. IRRIGAÇÃO 9
4. TÉCNICAS DE IRRIGAÇÃO 11
4.1. IRRIGAÇÃO MANUAL 11
4.2. IRRIGAÇÃO MECÂNICA 11
4.3. IRRIGA SÔNICA 13
4.4 IRRIGAÇÃO ULTRASÔNICA PASSIVA 13
5. TERAPIA FOTODINÂMICA (PDT) COMO TÉCNICA COMPLEMENTAR 15
DISCUSSÃO 18
CONCLUSÃO 21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21

INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico tem por objetivo promover a limpeza, a ampliação e a modelagem de um canal radicular. Para este tratamento ser bem sucedido é preciso combinar o preparo mecânico através de instrumentos com soluções de irrigação anti-sépticas seguida de uma obturação tridimensional do sistema de canais radiculares, eliminado assim restos pulpares, tecidos necrosados, bactérias e suas toxinas do sistema de canais radiculares (Gutarts et al., 2015), garantindo desta forma um prognóstico favorável a longo prazo (Suman et al., 2017). As complexidades anatômicas do sistema radicular e a presença de bactérias como estruturas de biofilme aderentes à superfície são tidos como desafios na desinfecção do sistema de canal radicular (Bao et al., 2017). Um conduto radicular infectado abriga uma população polimicrobiana de bactérias aeróbicas, anaeróbicas, Gram-positivas e Gram-negativas em forma de biofilme (Kishen et al, 2010).

As soluções irrigadoras utilizadas durante o tratamento endodôntico possuem as funções de remover a camada de *smear layer* e de detritos, eliminar bactérias e dissolver tecido pulpar (Lee et al., 2004). No entanto, o desbridamento completo do sistema de canal radicular tornou-se um verdadeiro desafio clínico, principalmente devido às irregularidades morfológicas como canais laterais, ramificações e deltas apicais (Peters et al, 2004), além de complicações adicionais durante o preparo de canais com curvaturas acentuadas (Munoz et al., 2012) e o aprisionamento de ar que ocorre no terço apical durante a irrigação com agulha convencional (Tay et al., 2010). Mesmo quando a instrumentação é cuidadosamente realizada usando sistemas de limas modernas, 30% a 50% da área da superfície da parede do canal podem permanecer intocadas e cobertas com biofilme (Peters et al., 2017) e, de fato, apesar das boas taxas de sucesso do tratamento endodôntico, é amplamente aceito que os procedimentos de limpeza e modelagem não eliminam completamente todas as bactérias presentes no canal radicular (Mancini et al., 2013).

A irrigação convencional com uma seringa e agulha se mostra como sendo ineficaz para a limpeza de áreas inacessíveis do sistema de canal radicular, como também do terço apical do conduto (Prado et al., 2016). Por esse motivo, diferentes dispositivos de irrigação estão sendo desenvolvidos para melhorar o fluxo e distribuição de soluções de irrigação dentro do sistema de canal radicular (Elnaghy et al, 2017). As técnicas de irrigação baseadas em algum tipo de agitação, como ultra-som (por exemplo, irrigação ultra-sônica passiva [PUI]), facilitam a penetração de irrigantes, a dissolução do tecido e a remoção da camada de esfregaço melhor que a técnica de irrigação por agulha convencional (CNI) (Blank et al., 2011).

Recentemente tem sido utilizada complementarmente ao preparo químico-mecânico a terapia fotodinâmica, pois acredita-se que o laser pode ser capaz de atingir áreas inacessíveis como região de istmos, canais laterais e túbulos dentinários (Bago et al.,2013).

PROPOSIÇÃO

O desenvolvimento de um protocolo eficaz para desinfecção do sistema de canais radiculares tem sido objeto de muitas pesquisas e desenvolvimento de diversos instrumentos e técnicas. Conhecer e avaliar estes novos instrumentos e técnicas certamente constitui-se em um dos objetivos do fascinante desafio da endodontia para alcançar a desinfecção do sistema de canais radiculares.

REVISÃO DE LITERATURA

1 . BIOFILME

Em seu habitat natural, os microorganismos, quase invariavelmente, vivem como membros de comunidades metabolicamente integrados geralmente ligadas a superfícies para formar biofilmes (Costerton et al., 2017).

Biofilme pode ser definido como sendo um modo de crescimento microbiano em que comunidades dinâmicas de células bacterianas formam uma estrutura altamente organizada. Na qual essas comunidades encontram-se ligadas irreversivelmente entre si, como também a um substrato orgânico e estão

envoltas por uma matriz extracelular composta por polissacarídeos, proteínas e ácidos nucléicos produzidos pelas próprias bactérias. (Neelakantan, et al., 2017 e Jhajharia et al., 2015) O estilo de vida da comunidade de biofilmes fornece aos microrganismos uma série de vantagens e habilidades que não são observadas para células individuais que vivem de forma planctônica, incluindo o estabelecimento de uma faixa mais ampla de habitat para o crescimento; Aumento da diversidade e eficiência metabólica; Proteção contra microorganismos concorrentes, defensas do hospedeiro, agentes antimicrobianos e estresse ambiental; E patogenicidade melhorada (Ricucci et at., 2010).

2. *SMEAR LAYER*

Durante o processo de modelagem dos canais, devido à ação mecânica dos instrumentos, é produzido inevitavelmente raspas de dentina, que ao se misturarem com matéria orgânica representada por remanescentes de tecido pulpar, processo odontoblástico e microrganismos, se aderem à superfície dentinária, formando uma camada conhecida por *smear layer* (Şen et al., 1995).

Estudos mostram que a *smear layer* deve ser completamente removida da superfície da parede do canal porque pode abrigar bactérias e pode prejudicar a desinfecção efetiva dos túbulos dentinários, impedindo que o hipoclorito de sódio, o hidróxido de cálcio e outros medicamentos intracanais penetrem nos túbulos dentinários; e pode atuar como uma barreira entre os materiais de obturação e a parede do canal e, assim, interferir na formação de uma vedação apropriada (Shahravan et al., 2007)

3. IRRIGAÇÃO

A irrigação é uma parte essencial do desbridamento do canal radicular. Permite uma limpeza que vai além do que pode ser alcançado somente pela instrumentação do sistema radicular (Svec et al., 1997). Uma solução irrigadora adequada deve ter a capacidade de dissolver matéria orgânica, baixa

toxicidade, baixa tensão superficial para alcançar áreas inacessíveis dos canais, lubrificação, desinfecção e remoção de lama dentinária. Além de outros fatores como a disponibilidade, baixo custo, facilidade de uso, estabilidade e facilidade de armazenamento. Sem irrigação os instrumentos se tornam rapidamente ineficientes devido a acumulação de detritos (Haapasalo et al., 2014).

Dois fatores estão diretamente relacionados com uma eficiente irrigação: as propriedades físicas e químicas da solução irrigadora utilizada e o sistema de aplicação dessa solução no interior do canal, principalmente se ele é capaz de levar as substâncias em áreas não atingidas pelos instrumentos (De gregorio, et al., 2010).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é o irrigante químico mais comumente utilizado no tratamento do canal radicular (Haapasalo et al., 2014). Ele se caracteriza por apresentar boa capacidade de limpeza, baixa tensão superficial, efetivo poder antibacteriano, detergência, capacidade de neutralizar produtos tóxicos (Zehnder, 2006), Encontra-se em diferentes concentrações (0,5% a 6%) correspondentes à quantidade de cloro livre na água (Ohara et al., 1993). E Além do efeito químico, os microorganismos endodônticos também são reduzidos pela ação mecânica da irrigação (Shen et al., 2009)

O uso alternativo de hipoclorito de sódio (NaOCl), um agente desproteinizante e ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), um agente quelante de cálcio, foi recomendado para uma limpeza mais eficiente (Hülsmann et al., 2003).

Além dos obstáculos naturais da anatomia radicular, o efeito *vapor lock* que resulta em ar preso no terço apical dos canais radiculares também pode dificultar a troca de irrigantes e afetar a eficácia do desbridamento. É por isso que diferentes técnicas e dispositivos de fornecimento de irrigantes foram propostos para aumentar o fluxo e distribuição de soluções de irrigação dentro do sistema do canal radicular (Saber et al., 2011).

Ao longo dos anos, esforços tem sido feitos no intuito de tornar os métodos de irrigação das soluções irrigadoras mais eficazes. Atualmente, os métodos de irrigação podem ser classificados em manuais ou mecânicos.

4. TÉCNICAS DE IRRIGAÇÃO

4.1. IRRIGAÇÃO MANUAL

O sistema manual chamado de irrigação por pressão positiva é realizado através de uma seringa e agulha de diferentes calibres ou pela agitação da solução irrigadora com cones de guta-percha (Gu et al. 2009).

Tradicionalmente, a irrigação manual realizada com seringa e agulha tem sido largamente empregada pela facilidade de manipulação, mas é considerada relativamente deficiente, principalmente no terço apical (HAAPASALO, Markus et al., 2010), e não depende somente da anatomia radicular, mas também da profundidade de colocação e diâmetro da agulha no interior do canal pois as soluções penetram apenas 1mm além da ponta da agulha (BOUTSIOUKIS, C. et al., 2010). Além disso, o calibre e a conicidade do preparo endodôntico também podem influenciar o procedimento de irrigação manual (HUANG, T.-Y.; GULABIVALA, K.; NG, Y.-L., 2008).

4.2. IRRIGAÇÃO MECÂNICA

A irrigação mecânica é realizado por sistemas sônicos, ultrassônicos, com ou sem irrigação contínua (DE GREGORIO, Cesar et al., 2010), limas plásticas rotatórias (CHOPRA, Sonia et al., 2008), equipamentos que utilizam a irrigação por pressão negativa como o Endo-Vac (RUDDLE, Clifford J. et al., 2015), XP Endo Finisher (AZIM, Adham A. et al., 2018), entre outros

Um novo sistema de irrigação (EasyClean; Easy Equipamentos Odontologicos, Belo Horizonte, MG, Brasil) que utiliza movimentos alternativos para ativar mecanicamente o irrigante foi recentemente lançado no mercado. O instrumento EasyClean é feito de plástico de acrilonitrilo e butadieno estireno com uma ponta de 25 / .04 e uma seção transversal em "eixo de aeronave". É conduzido por um motor elétrico produzindo movimento alternativo e opera no comprimento de trabalho, proporcionando assim uma melhor limpeza do terço apical em comparação com o método ultra-sônico (KATO, Augusto Shoji et al., 2016).

Kato et al. (2016) realizaram um estudo ex vivo com micrsoscopia eletrônica de varredura com o objetivo de comparar a eficácia da irrigação ultrassônica passiva (PUI) e do novo sistema de ativação utilizando movimentos reciprocantes, a EasyClean, para remover detritos das paredes do canal radicular em 6 níveis apicais pré-determinados. Os canais mesio-vestibulares de 10 molares inferiores foram preparados até um instrumento de ponta 30 e conicidade .05. As amostras foram inseridas em frascos contendo silicone denso, e então foram clivadas longitudinalmente e 6 perfurações com aproximadamente 0,15mm de diâmetro e 0,05mm de profundidade foram feitas com uma lima tipo K número 15 em movimento oscilatório na região apical da metade vestibular em intervalos de 1 mm. As mesmas amostras foram utilizadas para preparar grupos controle sem detritos e completamente recobertos por detritos, e também os 2 grupos experimentais: com irrigação ultrassônica passiva e irrigação com ativação reciprocante. Imagens padronizadas das perfurações foram obtidas através da microscopia eletrônica de varredura e avaliadas por 2 examinadores. A quantidade de detritos foi então classificada utilizando um sistema de pontuação em 4 categorias e a devida análise estatística foi realizada. Os resultados mostraram que o grupo da EasyClean teve imagens similares ao grupo controle sem detritos para todos os 6 níveis examinados. O grupo da irrigação ultrassônica passiva teve resultado estatisticamente semelhante ao do grupo controle negativo para os 3 níveis mais apicais e semelhante ao grupo controle sem detritos para os 3 níveis mais cervicais.

O XP-Endo® Finisher (FKG Dentaire. La-Chaux-de-Fonds, Suíça) é um instrumento baseado nos princípios de memória de forma da liga Ni-Ti. Este instrumento possui diâmetro ISO 25 e conicidade zero (25/.00). Na fase austenítica, o instrumento possui uma ponta curvada e, ao girar, pode atingir um diâmetro de 3mm nos últimos 10mm. Fazendo com que o instrumento tem um contato físico melhorado nas paredes do canal (HAMDAN, Rami et al., 2017)

Bao et al (2017) avaliaram a eficácia do XP Endo Finisher em biofilme em comparação com irrigação por agulha convencional (CNI) e irrigação ultra-sônica passiva (PUI) usando 54 pré molares infectados. Cada dente foi dividido

longitudinalmente em duas metades, em que cada metade foi realizada um sulco na parede do canal, para se assemelhar a uma “barbatana” profunda e estreita. Após 4 semanas de cultivo bacteriano para amadurecimento do biofilme, os dentes divididos foram remontados e instrumentados com limas Vortex Blue (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) 40/.06. Os dentes foram, então, distribuídos de forma aleatória em 6 grupos de diferentes protocolos de irrigação final: Irrigação com agulha convencional, PUI e XPF com irrigação continua ou irrigação em 3 etapas. Nesse estudo o XPF mostrou a melhor eficácia de remoção de biofilme, seguido de PUI e CNI (P <0,05). O grupo XPF 2 usando o protocolo de 3 passos mostrou melhor eficiência de antibiófilmes do que o grupo XPF 1 com irrigação contínua dentro do sulco.

4.3. IRRIGA SÔNICA

A irrigação sônica é diferente da irrigação ultra-sônica na medida em que opera a uma freqüência menor (1-6 kHz) e produz menor esforço de cisalhamento (Ahmad et al., 1987).

O EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) é um sistema de irrigação de canais que foi recentemente criado e que funciona através de impulsos sonicais. Consiste em uma peça de mão portátil e 3 tipos de pontas de polímero descartáveis de diferentes tamanhos. Estas pontas são consideradas fortes e flexíveis e não se quebram facilmente. Por serem suaves, não cortam a dentina (Gu et al., 2009)

4.4 IRRIGAÇÃO ULTRASÔNICA PASSIVA

A irrigação ultra-sônica passiva (PUI), descrita pela primeira vez por Weller et al (Hamdan, Rami et al., 2017) e introduzida na endodontia por Richman (Bao et al., 2017), é realizada após o preparo químico-mecânico do canal radicular, em que uma lima ultrassônica ou um inserto liso de calibres pequenos (#15 ou #20) é introduzida no centro do canal radicular preenchido de solução irrigadora até a região apical quando, então, é ativada. Desse modo, o instrumento pode oscilar livremente no interior do canal, minimizando sua ação cortante (Krell et al., 1988). Quando isso ocorre, a corrente acústica e/ou a cavitação são mais intensas e contribuem para a máxima efetividade das

propriedades da solução irrigadora (Crum et al., 1994)

Em 2010, Canon et al. examinou o efeito de diferentes técnicas de irrigação final e métodos de ativação na remoção da camada de *smear layer* em canais mesiais curvos de 50 molares inferiores. Os dentes foram separados em dois grupos controles e quatro grupos experimentais (n = 10) para irrigação final da seguinte forma: grupo sem ativação (enxágue final com uma agulha de calibre 27 e 17% EDTA / 3% NaOCl), grupo ativação manual dinâmica (enxágue final 17% de EDTA / 3% NaOCl + agitação de gutta-percha), grupo de ativação automatizado-dinâmico (enxágue final 17% EDTA / 3% NaOCl + RinsEndo [Du¨ rr Dental GmbH & Co KG, Bietigheim-Bissingen, Alemanha]) e grupo de ativação sônica (lavagem final 17% EDTA / 3% NaOCl + Endoativator [Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA]). Todas as raízes mesiais foram divididas de tal forma que permitiu a visualização de cada terço do canal, particularmente o terço apical. As amostras foram preparadas para a observação microscópica eletrônica de varredura para avaliar a remoção da camada de esfregaço. A pontuação cega foi realizada por dois observadores calibrados usando uma escala de cinco escores. As diferenças nos escores da camada de esfregaço entre os grupos experimentais foram analisadas com o teste de Kruskal-Wallis e o teste U de Mann-Whitney. O nível de significância foi definido em p = 0,05. Resultados: foram encontrados níveis muito elevados de limpeza do canal radicular (#score 3) para cada grupo de teste com ativação. Para o terço médio e apical, o grupo sem ativação foi significativamente menos eficaz do que os outros três grupos de ativação (p <0,05). O grupo de ativação manual-dinâmico (enxágue final 17% de EDTA / 3% NaOCl + agitação de gutta-percha) e o grupo de ativação sonora (lavagem final 17% EDTA / 3% NaOCl + Endoativator) apresentaram remoção significativamente melhor da *smear layer* (p < 0,05) em comparação com os outros grupos de teste no terço apical. Os autores concluíram que a limpeza do canal radicular beneficia da ativação das soluções (especialmente ativação sônica e ativação manual-dinâmica) em comparação com nenhuma ativação durante o regime final de irrigação.

Através do uso de microscópio eletrônico de varredura, Bhuva et al. (2010) avaliaram a redução de Enterococcus faecalis, quando utilizada a irrigação

ultrassônica passiva (PUI) versus a irrigação convencional. Para esse experimento foram utilizados 48 dentes retos sem coroa, padronizado em 15mm de comprimento e instrumentados até #50/.01. Os autores não observaram diferenças estatísticas na redução bacteriana entre os dois grupos com irrigação, concluindo que ambos são efetivos na redução do E. faecalis.

5. TERAPIA FOTODINÂMICA (PDT) COMO TÉCNICA COMPLEMENTAR

A Terapia Fotodinâmica (TFD) se mostra como um novo método de desinfecção coadjuvante ao tratamento endodôntico, na tentativa de eliminar microorganismos persistentes ao preparo químico-mecânico (Soukos et al., 2006). PDT é uma nova estratégia antimicrobiana que envolve a combinação de um fotossensibilizador não tóxico (PS) e uma fonte de luz. O fotosensibilizador excitado reage com o oxigênio molecular para produzir espécies altamente reativas de oxigênio, que induzem ferimento e morte de microorganismos (Garcez et al., 2009)

Leoni et al., em 2017, avaliaram a eficácia de quatro tipos de protocolos de irrigação final na remoção de detritos acumulados no SCR. Foram selecionadas 40 raízes mesiais de molares inferiores na configuração Tipo I de Vertucci (com um istmo único e contínuo que conecta os canais mesiovestibular e mesiolingual). Cada canal foi instrumentado com os instrumentos WaveOne Small and Primary sem irrigação e então as raízes foram distribuídas em 4 grupos. No primeiro grupo foi utilizado Pressão Positiva Apical (APP); no segundo grupo, PUI; no terceiro grupo fez-se uso de Self-adjusting File (SAF); e no quarto grupo foi utilizado XP-endo Finisher (XPF). Em todos os grupos foi utilizado NaOCl a 2,5% como solução irrigadora. Os autores concluíram que todos os grupos apresentaram redução dos detritos de tecidos duros acumulados no SCR dos primeiros molares inferiores. Contudo, nos grupos PUI e XPF o percentual de redução média de detritos de tecidos duros acumulados foi maior, em relação às outras técnicas, porém não há diferença estatisticamente significante entres os dois sistemas.

Fimple et al. (2008) investigaram *in vitro* a resposta da PDT sobre o biofilme de cinco espécies bacterianas. Cento e vinte dentes unirradiculares extraídos de humanos, sensibilizados com azul de metileno foram contaminados com as seguintes espécies A. israelii, F. nucleatum, P. gingivalis e P. intermedia. Os canais radiculares foram expostos ao azul de metileno (25 µg/mL) por 10min e, seguindo-se a exposição à luz vermelha a 665 nm com uma fluência de energia de 30 J / cm2. O sistema foi acoplado em fibra óptica de polimetilmetacrilato com diâmetro de 250 µm, distribuindo a luz de forma a atingir 360 graus das paredes. Três unidades da amostra foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura para confirmação da infecção, e as demais tiveram as culturas bacterianas contadas por meio de unidades formadoras de colônia (UFC) e analisadas pela hibridização de DNA-DNA checkerboard. Com uma redução de até 80% das contagens de unidades formadoras de colônias, os autores concluíram que a PDT é um eficaz método na redução de micro-organismos presentes no interior do canal, quando associado à aplicação de azul de metileno como fotossensibilizador

Garcez et al.21 (2010) avaliaram o efeito da PDT em pacientes com diagnóstico de necrose pulpar, portadores de micro-organismos resistentes à profilaxia antibiótica previamente instituída ao tratamento endodôntico. Trinta dentes anteriores de vinte e um pacientes portadores de lesão periapical receberam tratamento endodôntico convencional associado à antibioticoterapia. Amostras microbiológicas foram coletadas após acesso intracanal, terapia endodôntica convencional e PDT. Para a terapia fotodinâmica o protocolo utilizado foi: cloridrato de poliestireno como fotossensibilizador e laser de diodo (P = 40 mW, tempo = 4 minutos, energia = 9,6 J). Todos os pacientes apresentaram pelo menos um microorganismo resistente ao antibiótico. A terapia endodôntica convencional reduziu significantemente o número de espécies microbianas, porém, apenas três dentes se apresentaram livres de bactérias, enquanto que a combinação da terapia endodôntica com a PDT eliminou todas as espécies antibiótico-resistentes e todos os dentes apresentaram-se livres de bactérias. Concluíram que o uso da PDT associada à terapia endodôntica convencional apresentou melhores resultados na

redução microbiana e que a PDT é um eficiente método de tratamento para eliminar bactérias antibiótico-resistentes

Bago et al. (2013) avaliaram o efeito antimicrobiano do laser diodo de alta potência, da desinfecção fotoativada (PDT), da irrigação convencional e da ativação sônica do NaOCl 2,5% frente ao E. faecalis. Cento e vinte canais de dentes monorradiculares foram preparados com sistema ProTaper, esterilizados e contaminados, posteriormente com E. faecalis por 7 dias. Os espécimes foram divididos de acordo com o protocolo de desinfecção utilizado: G1 – irrigação convencional com 5 mL de NaOCl 2,5% e agulha 30G (60 segundos), G2 - agitação sônica do NaOCl com o sistema EndoActivator (60 segundos), G3 - laser diodo no modo pulsado com fibra óptica (2W, 3 ativações de 20 segundos), G4 – canais foram preenchidos com azul de toluidina e irradiados com laser de alta potência e fibra óptica (PDT) (100 mW, 60 segundos), G5 – canais preenchidos com cloreto de fenotiazina e irradiados com laser de alta potência e fibra óptica (EndoProbe) (PDT) (100 mW, 60 segundos). O padrão de colonização foi visualizado através da microscopia eletrônica de varredura. Amostras foram obtidas após o preenchimento dos condutos com soro fisiológico previamente e posteriormente aos protocolos de desinfecção. O número de bactérias em cada amostra foi determinado pela contagem de UFCs. A presença e a ausência de E. faecalis foi determinada pela reação em cadeia da enzima polimerase (PCR convencional). Houve uma redução significativa da população bacteriana após os protocolos utilizados. A PDT, utilizando ambos os sistemas a laser, e a ativação sônica do NaOCl foram significativamente mais efetivos que a irradiação com laser diodo de alta potência e a irrigação convencional com NaOCl em reduzir a quantidade de UFCs. Laser de diodo de alta potência e a irrigação convencional com NaOCl apresentaram similar efeito antibacteriano. A PDT (G4 e G5) e o sistema EndoActivator foram mais eficientes em reduzir a infecção intracanal que o laser de diodo e a irrigação convencional com NaOCl 2,5%.

Em 2017, Duque et al comparou a eficácia da Easy Clean (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil) em movimento contínuo e alternativo, irrigação ultra-sônica passiva (PUI), sistemas Endoativator (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e irrigação convencional para a remoção de detritos dos canais radiculares e do istmo. Métodos: Cinquenta raízes mesiais de molares mandibulares foram incorporadas em resina epóxi usando uma mufla metálica; Depois, os blocos contendo as raízes foram seccionados a 2, 4 e 6 mm do ápice. Após a instrumentação, as raízes foram divididas em 5 grupos (n = 10) para aplicação do protocolo final de irrigação usando Easy Clean em rotação contínua, Easy Clean em movimento alternativo, PUI, Endoativator e irrigação convencional. As imagens microscópicas eletrônicas de varredura foram realizadas após a instrumentação e após a primeira, segunda e terceira ativação da solução de irrigação para avaliar a área de detritos remanescentes com o software da imagem J (National Institutes of Health, Bethesda, MD). Resultados: O protocolo de 3 ativações da solução de irrigação por 20 segundos proporcionou uma melhor limpeza do canal e do istmo. Na conclusão de todos os procedimentos, a análise dos canais mostrou diferença estatística apenas a 2 mm; O Easy Clean em rotação contínua foi mais eficiente que o irrigação convencional ($P < 0,05$). Na conclusão de todas as etapas, a maior diferença foi observada no istmo em que o Easy Clean em rotação contínua foi mais eficaz do que a irrigação convencional nos 3 níveis analisados e o Endoativator a 4 mm ($P < 0,05$). O PUI promoveu maior limpeza do que a irrigação convencional a 6 mm ($P < 0,05$). Não houve diferença estatística entre Easy Clean em rotação contínua, Easy Clean em movimento alternativo e PUI ($P > 0,05$). Conclusões: Os métodos de ativação da solução de irrigação proporcionaram uma melhor limpeza do canal e do istmo, especialmente o Easy Clean usado na rotação contínua. O protocolo de 3 ativações da solução de irrigação por 20 segundos favoreceu uma melhor limpeza.

DISCUSSÃO

O uso de substâncias químicas na irrigação final mostra-se como uma etapa essencial para uma limpeza eficaz do sistema de canal radicular,

principalmente quando a irrigação é associada com alguma técnica que potencializa a substância irrigadora.

Dentre as soluções irrigantes utilizadas se destacam o NaOCl, por suas propriedades bactericida e de dissolução de tecido orgânico, e o EDTA, um quelante que reage com íons metálicos, removendo material inorgânico. Diante disso, todos os trabalhos utilizados no presente estudo tiveram o hipoclorito de sódio associado ou não ao EDTA no protocolo de irrigação final, havendo assim uma padronização e, consequentemente, uma facilitação na avaliação dos diferentes dispositivos coadjuvantes na irrigação final.

Diante dos sistemas de irrigação final avaliados nesse estudo, a PUI teve um destaque considerável, mostrando-se ter uma boa eficácia na remoção de *smear layer,* de detritos e de biofilme (kato et al, 2016; Bao et al, 2016; Duque, 2016 e Leoni 2016), sempre possuindo melhores resultados quando comparado com irrigação convencional com agulha. Exceto em um trabalho realizado por Bhuva em 2010, em que a irrigação ultrassônica passiva não teve diferença significativa na remoção de biofilme quando comparada com a irrigação convencional.

Gregorio et al. (2009) verificaram que a ativação sônica e ultrassônica dos líquidos resultou em uma melhor irrigação dos canais laterais comparada à irrigação tradicional com seringa e agulha (49). Já Canon et al, em 2010, notou que não houve diferença significativa na remoção de *smear layer* entre a agitação sônica e a ativação manual do irrigante.

Resultados diferentes foram encontrados quando se comparou a irrigação passiva ultrassônica e a irrigação sônica, sendo que a primeira produziu significativamente canais mais limpos que a sônica. Uma provável explicação é a de que a frequência de condução do ultrassom é maior que a sônica, resultando, por conseguinte, em maior agitação

Os resultados de limpeza do canal obtidos no estudo de Duque et al (2016) mostraram que a eficácia na remoção de detritos foi semelhante para todos os sistemas avaliados (EasyClean, PUI, EndoActivator e Irrigação Convencional), exceto no terço apical, em que a Easy Clean em rotação contínua foi mais

eficiente do que a irrigação convencional. A EasyClean no movimento reciprocante não mostrou diferença estatisticamente significativa com os outros grupos estudados, indo contra os resultados encontrados recentemente por Kato et al, em 2016, em que o Easy Clean foi mais eficiente do que o PUI. Nesse mesmo estudo de Duque et al, apesar de nenhum resultado estatisticamente significante ser mostrado entre a cinemática usada com Easy Clean, observou-se menor porcentagem de detritos remanescentes quando a Easy Clean foi usada em rotação contínua. Isso provavelmente aconteceu devido à diferença na velocidade de rotação que produziu turbulência da solução de irrigação, favorecendo a remoção de detritos do istmo.

Estudos recentes realizados por Bao et al (2016) para testar a eficácia da XP Endo Finisher na remoção de biofilme, mostrou que esse sistema possui resultados excelentes sob bactérias aderidas em regiões inacessíveis do SCR. Proporcionando uma limpeza significativamente maior quando compara a PUI e ICS. Mostrando assim que a turbulência criada pela rotação da XP Endo Finisher produz um efeito antibiofilme maior do que os efeitos acústico e de cavitação gerados pela PUI. Outro estudo (Leoni et al, 2016) também mostra bons resultados da XP Endo Finisher na remoção da *smear layer*, não havendo diferença estatisticamente significante no percentual de redução média de detritos nos grupos PUI e XPF

Estudos realizados, tanto *ex* e *in vivo*, mostram que a PDT é usada como um adjuvante para tratamentos endodônticos convencionais, obtendo reduções significativas adicionais na carga bacteriana planctônica e de biofilme, especialmente no que se refere a bactérias resistentes a medicamentos. Podemos confirmar isso através de dois estudos realizados por Fimple et al e por Garcez et al, em que houve uma redução significativa de bactérias após a utilização da Terapia Fotodinâmica em amostras *ex* e *in vivo*, obtendo uma redução de até 80% de unidades formadoras de colônia no primeiro estudo.

Os resultados obtidos por Bago et al em 2010 mostraram claramente a boa eficácia antimicrobiana da PDT e do EndoActivator. Sendo essas duas técnicas as únicas que conseguiram erradicar E. faecalis dos canais radiculares de seis

amostras, sendo significativamente mais efetivos que a irradiação com laser diodo de alta potência e a irrigação convencional.

CONCLUSÃO

Uma boa distribuição e um bom protocolo de agitação de irrigante no sistema de canais radiculares é um pré-requisito essencial para quem almeja obter sucesso no tratamento endodôntico. Com o avanço da tecnologia, novos dispositivos e novos protocolos de irrigação vêm sendo desenvolvidos com esse intuito. E com base na literatura exposta se pôde observar que as mais diversas técnicas coadjuvantes ao PQM vem trazendo excelentes resultados o que diz respeito a remoção e diminuição de detritos, smear layer e bactérias. E apesar da multiplicidade de estudos sobre a eficácia de vários regimes de irrigação endodôntica, é importante ressaltar que ainda há uma escassez em estudos clínicos bem controlados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GUTARTS, Rubin et al. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. **Journal of endodontics**, v. 31, n. 3, p. 166-170, 2005.
2. SUMAN, Sanghamitra et al. A Comparative Evaluation of Smear Layer Removal Using Apical Negative Pressure (EndoVac), Sonic Irrigation (EndoActivator) and Er: YAG laser-An In Vitro SEM Study. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 9, n. 8, p. e981, 2017.
3. BAO, Pingping et al. In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 2, p. 321-325, 2017.
4. KISHEN, Anil. Advanced therapeutic options for endodontic biofilms. **Endodontic Topics**, v. 22, n. 1, p. 99-123, 2010.
5. LEE, S.-J.; WU, M.-K.; WESSELINK, P. R. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 10, p. 672-678, 2004.

6. PETERS, Ove A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **Journal of endodontics**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004.
7. MUNOZ, Hugo Roberto; CAMACHO-CUADRA, Karla. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. **Journal of endodontics**, v. 38, n. 4, p. 445-448, 2012.
8. PETERS, Ove A. et al. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. **Journal of endodontics**, v. 27, n. 1, p. 1-6, 2001.
9. TAY, Franklin R. et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 4, p. 745-750, 2010.
10. MANCINI, Manuele et al. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. **Journal of endodontics**, v. 39, n. 11, p. 1456-1460, 2013.
11. PRADO, Marina C. et al. Effects of auxiliary device use on smear layer removal. **Journal of oral science**, v. 58, n. 4, p. 561-567, 2016.
12. ELNAGHY, Amr M.; MANDORAH, Ayman; ELSAKA, Shaymaa E. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. **Odontology**, v. 105, n. 2, p. 178-183, 2017.
13. BLANK-GONÇALVES, Luciana Magrin et al. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 9, p. 1268-1271, 2011.
14. BAGO, Ivona et al. Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 4, p. 339-347, 2013.
15. COSTERTON, J. William. The biofilm primer. Springer Science & Business Media, 2007.

16. NEELAKANTAN, Prasanna et al. Biofilms in Endodontics—Current Status and Future Directions. **International journal of molecular sciences**, v. 18, n. 8, p. 1748, 2017.
17. JHAJHARIA, Kapil et al. Biofilm in endodontics: a review. **Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry**, v. 5, n. 1, p. 1, 2015.
18. RICUCCI, Domenico; SIQUEIRA, José F. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 8, p. 1277-1288, 2010.
19. ŞEN, B. H.; WESSELINK, P. R.; TÜRKÜN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **International Endodontic Journal**, v. 28, n. 3, p. 141-148, 1995.
20. SHAHRAVAN, Arash et al. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. **Journal of endodontics**, v. 33, n. 2, p. 96-105, 2007.
21. SVEC, Timothy A.; HARRISON, John W. Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. **Journal of endodontics**, v. 3, n. 2, p. 49-53, 1977.
22. HAAPASALO, M. et al. Irrigation in endodontics. **British dental journal**, v. 216, n. 6, p. 299, 2014.
23. DE GREGORIO, Cesar et al. 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. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 7, p. 1216-1221, 2010.
24. ZEHNDER, Matthias. Root canal irrigants. **Journal of endodontics**, v. 32, n. 5, p. 389-398, 2006.
25. OHARA, P.; TORABINEJAD, M.; KETTERING, J. D. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. **Dental Traumatology**, v. 9, n. 3, p. 95-100, 1993.
26. SHEN, Ya et al. Evaluation of the effect of two chlorhexidine preparations on biofilm bacteria in vitro: a three-dimensional quantitative analysis. **Journal of endodontics**, v. 35, n. 7, p. 981-985, 2009.

27. HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 12, p. 810-830, 2003.
28. SABER, Shehab El-Din; HASHEM, Ahmed Abdel Rahman. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 9, p. 1272-1275, 2011.
29. GU, Li-sha et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **Journal of endodontics**, v. 35, n. 6, p. 791-804, 2009.
30. HAAPASALO, Markus et al. Irrigation in endodontics. **Dental Clinics**, v. 54, n. 2, p. 291-312, 2010.
31. BOUTSIOUKIS, C. et al. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 10, p. 874-881, 2010.
32. HUANG, T.-Y.; GULABIVALA, K.; NG, Y.-L. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 1, p. 60-71, 2008.
33. CHOPRA, Sonia; MURRAY, Peter E.; NAMEROW, Kenneth N. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove smear layer. **Journal of endodontics**, v. 34, n. 10, p. 1243-1245, 2008.
34. RUDDLE, Clifford J. et al. Endodontic disinfection: Tsunami irrigation. **Saudi Endodontic Journal**, v. 5, n. 1, p. 1, 2015.
35. AZIM, Adham A. et al. Comparison of sodium hypochlorite extrusion by five irrigation systems using an artificial root socket model and a quantitative chemical method. **Clinical oral investigations**, v. 22, n. 2, p. 1055-1061, 2018.
36. KATO, Augusto Shoji et al. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: an environmental scanning electron microscopic study. **Journal of endodontics**, v. 42, n. 4, p. 659-663, 2016.

37. HAMDAN, Rami et al. The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 9, n. 7, p. e855, 2017.
38. AHMAD, Majina; FORD, Thomas R. Pitt; CRUM, Lawrence A. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. **Journal of endodontics**, v. 13, n. 3, p. 93-101, 1987.
39. GU, Li-sha et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **Journal of endodontics**, v. 35, n. 6, p. 791-804, 2009.
40. KRELL, Keith V.; JOHNSON, Randall J.; MADISON, Sandra. Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K-type files. **Journal of endodontics**, v. 14, n. 2, p. 65-68, 1988.
41. CRUM, L. A. et al. Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. **International Endodontic Journal**, v. 27, n. 4, p. 197-207, 1994.
42. SOUKOS, Nikolaos S. et al. Photodynamic therapy for endodontic disinfection. **Journal of endodontics**, v. 32, n. 10, p. 979-984, 2006.
43. GARCEZ, Aguinaldo Silva et al. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. **Journal of endodontics**, v. 34, n. 2, p. 138-142, 2008.
44. CARON, Gregory et al. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 8, p. 1361-1366, 2010.
45. BHUVA, B. et al. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular Enterococcus faecalis biofilms in extracted single-rooted human teeth. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 3, p. 241-250, 2010.
46. LEONI, G. B. et al. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. **International Endodontic Journal**, v. 50, n. 4, p. 398-406, 2017.
47. FIMPLE, Jacob Lee et al. Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection in vitro. **Journal of endodontics**, v. 34, n. 6, p. 728-734, 2008.

48. GARCEZ, Aguinaldo S. et al. Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1463-1466, 2010.
49. BAGO, Ivona et al. Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 4, p. 339-347, 2013.
50. DUQUE, Jussaro Alves et al. Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. **Journal of endodontics**, v. 43, n. 2, p. 326-331, 2017.