

GENTLEWAVE SYSTEM: A NARRATIVE REVIEW OF THE LITERATURE

SISTEMA GENTLEWAVE: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Daiana Moreira Mendes Rozendo a; Geovane Evangelista Moreira b; Frederico dos Reis Goyatá c ; Marina Lara de Carli Dias d; Lísia Aparecida Costa Gonçalves e
a Discente, Programa de Pós Graduação em Ciências Odontológicas, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Alfenas. Alfenas-MG. Brasil.
b Discente, Departamento de Dentística Restauradora, Instituto e Centro de Pesquisa São Leopoldo Mandic. Campinas-SP. Brasil.
c, d, e Professores, Departamento de Clínica e Cirurgia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Alfenas. Alfenas-MG, Brasil.

Endereço eletrônico dos autores:

Daiana Moreira Mendes Rozendo- daiana.mmr@yahoo.com
Geovane Evangelista Moreira- giovan.gm@gmail.com
Frederico dos Reis Goyatá- frederico.goyata@unifal-mg.edu.br
Marina Lara de Carli Dias- marina.carli@unifal-mg.edu.br
Lísia Aparecida Costa Gonçalves- lisia.goncalves@unifal-mg.edu.br

Correspondência:

Daiana Moreira Mendes Rozendo
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Centro. Alfenas-MG. Brasil
37130-001
(35) 9 9809-0472
daiana.mmr@yahoo.com

Conflitos de Interesse

Nada a declarar.

Transferência de direitos autorais

Todos os autores concordam com o fornecimento de todos os direitos autorais a Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências e Saúde.

Resumo:

Objetivo: elucidar, por meio de uma revisão narrativa da literatura, os principais dados e informações a respeito do Sistema GentleWave na terapia endodôntica. Fontes dos dados: a literatura disponível foi consultada em bancos de dados (PubMed, Scielo e Lilacs), complementada analisando as referências bibliográficas incluídas em artigos publicados entre os anos de 2014 e 2022. Foram usadas as palavras-chave: Sistema GentleWave, Irrigação Endodôntica, Desinfecção endodôntica e Irrigantes do canal radicular. Síntese de dados: os trabalhos utilizados descreveram as indicações, resultados, limitações e aplicações clínicas desse novo sistema de irrigação. **Conclusões:** o Sistema

GentleWave é seguro no que diz respeito ao extravasamento apical de solução irrigadora e eficaz no reparo periapical, com mínima ou inexistente dor pós-operatória. Age satisfatoriamente na remoção de instrumentos fraturados no terço médio e em raízes com curvatura menos acentuada. O sistema atua positivamente na obturação endodôntica após mínima instrumentação, na remoção de hidróxido de cálcio e sulfato de bário, na redução e/ou eliminação de calcificações, na dissolução de matéria orgânica, na remoção de biofilme e de debris e smear layer, além de promover excelente penetração de irrigante nos túbulos dentinários quando comparado a outros meios de irrigação. A retirada de material obturador residual não foi favorável em comparação a Irrigação Ultrassônica

Passiva. Além de possuir algumas limitações, mais estudos, principalmente clínicos, são necessários para determinar concretamente a superioridade do Sistema GentleWave em relação a outros métodos de irrigação.

Palavras-chave: Endodontia. Irrigantes do canal radicular. Desinfecção.

Abstract:

Objective: to elucidate, through a narrative review of the literature, the main data and information regarding the GentleWave System in endodontic therapy. Data sources: the available literature was consulted in databases (PubMed, Scielo and Lilacs), complemented by analyzing the bibliographic references included in articles published between 2014 and 2022. The keywords were used: GentleWave System, Endodontic Irrigation, Endodontic disinfection and Root canal irrigants. Data synthesis: the studies used described the indications, results, limitations and clinical applications of this new irrigation system.

Conclusions: The GentleWave System is safe with regard to apical leakage of irrigating solution and effective in periapical repair, with minimal or no postoperative pain. Acts satisfactorily in the removal of fractured instruments in the middle third and in roots with less accentuated curvature. The system acts positively in endodontic obturation after minimal instrumentation, in the removal of calcium hydroxide and barium sulfate, in the reduction and/or elimination of calcifications, in the dissolution of organic matter, in the removal of biofilm and debris and smear layer, in addition to promote excellent irrigant penetration into the dentinal tubules when compared to other irrigation means. Removal of residual filling material was not favorable compared to Passive Ultrasonic Irrigation. In addition to having some limitations, more studies, mainly clinical ones, are needed to concretely determine the superiority of the GentleWave System in relation to other irrigation methods.

Key Words: Endodontics. Root canal irrigants. Disinfection.

ENVIADO: 02/23
ACEITO: 05/23
REVISADO: 07/23

INTRODUÇÃO:

O tratamento endodôntico é indicado quando o dente atinge um nível irreversível de inflamação ou infecção e o processo cicatricial não é mais possível. Os tecidos perirradiculares podem ser afetados e ocasionar desastrosas lesões. Sendo assim, o objetivo da terapia endodôntica é descontaminar, modelar e obturar o sistema de canais radiculares. Os tecidos periapicais, quando atingidos, devem ser reparados, levando a um processo de cura. No entanto, para que tudo isso seja possível, é necessário que o cirurgião dentista elimine totalmente ou, pelo menos, reduza a carga microbiana no interior dos condutos através de instrumentação adequada e uso de soluções irrigadoras⁽¹⁻³⁾.

Nos últimos anos, a mínima

instrumentação do sistema de canais radiculares tem sido centro de interesse na pesquisa e clínica endodôntica^(4,5). A manutenção da anatomia natural do canal garante a preservação de estrutura dentária e altas taxas de sucesso clínico⁽⁶⁾.

Durante a instrumentação mecânica, 10% a 50% da superfície dos canais radiculares podem permanecer intocadas⁽⁷⁾. A limpeza e desinfecção não é dependente do desbridamento mecânico. Somente irrigantes e medicamentos antibacterianos e proteolíticos, ativados e inseridos de forma eficiente são capazes de promover a neutralização dos canais⁽⁸⁾.

Diversas técnicas e sistemas de irrigação foram desenvolvidos com o objetivo de aprimorar a limpeza do sistema de canais radiculares, como irrigação ultrassônica passiva, irrigação sônica, por pressão

positiva, fotoacústica e através de LASER. Porém, nenhum mostrou total eficácia na remoção de biofilme e detritos⁽⁹⁻¹²⁾.

O Sistema GentleWave® (SGW; Sonedo, Laguna Hills, CA, Estados Unidos) é um novo modelo de tratamento alternativo baseado em técnicas minimamente invasivas. O SGW utiliza a tecnologia multissônica de ultralimpeza através da dinâmica de fluidos, energia acústica e dissolução química de tecidos. Mostra-se oito vezes mais satisfatória que sistemas de irrigação convencionais. Na maioria das vezes, devido a otimização que o sistema proporciona, o tratamento endodôntico pode ser finalizado em apenas uma sessão, com resultados promissores⁽¹³⁻²⁰⁾.

O objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento da produção científica sobre o SGW, suas principais indicações e resultados dentro da terapia endodôntica.

MÉTODOS:

Esta revisão narrativa incluiu buscas nas bases de dados PubMed, Scielo e Lilacs, utilizando as palavras-chave “Sistema GentleWave”, “Irrigação endodôntica”, “Desinfecção endodôntica” e “Irrigantes do canal radicular”. Os trabalhos selecionados foram selecionados entre os anos de 2014 e 2022. A pesquisa eletrônica foi complementada pela lista de referências dos artigos escolhidos.

REVISÃO DA LITERATURA:

O SGW é constituído por um console, uma peça de mão e um recipiente de lixo. Antes de utilizar o equipamento, é preciso garantir que a solução irrigadora não entre em contato com a cavidade oral. A ponta da peça de mão deve ser posicionada a 1mm do assoalho da câmara pulpar e, portanto, não deve penetrar no canal⁽²¹⁾.

Por meio de um painel de controle é possível regular o fluxo do irrigante para a peça de mão, que ativará o spray de solução irrigadora. Um processo de remoção de gases é feito para otimizar o fornecimento de energia. Quando o irrigante entra em contato com a câmara pulpar, um processo de cavitação hidrodinâmica é acionado por forças

de cisalhamento, formando microbolhas que implodem e criam ondas sonoras com amplo espectro de frequência, atingindo todo o sistema de canais radiculares e promovendo uma completa limpeza⁽²¹⁻²⁴⁾.

Normalmente, o protocolo adotado é hipoclorito de sódio (NaOCl) a 3% por 3 ou 5 minutos, seguido por enxague com água por 15 ou 30 segundos, ácido etilendiaminotetraacético trissódico (EDTA) a 8% por 2 minutos e enxague final com água por 15 ou 30 segundos^(14, 15, 18, 22, 23, 25). O fluxo de irrigação é de 45ml/min, equivalente a 135ml ou 225ml de NaOCl a cada 3 ou 5 minutos. O excesso de solução irrigadora na câmara pulpar é controlado através de um sistema de sucção com 5 pontos de coleta⁽²¹⁾.

EXTRAVASAMENTO DE SOLUÇÃO IRRIGADORA

Um estudo comparou o uso do SGW sem que os canais palatinos e disto-vestibulares de molares superiores fossem instrumentados previamente. Com o uso do SGW ou agulhas 30G de ponta aberta ou saída lateral, a 1mm e a 3mm do comprimento de trabalho, diante das condições de mínima instrumentação rotatória (até a lima #15/04), instrumentação convencional (até a lima #40/04) e o alargamento apical (#40), mostrou que o SGW exerceu menor pressão apical do que sistemas convencionais de irrigação por agulha. Independente da técnica de instrumentação mecânica prévia e do diâmetro foraminal, a pressão foi negativa, enquanto na forma convencional foi positiva⁽¹⁶⁾.

Um trabalho in vitro realizado em condições semelhantes, evidenciou resultados compatíveis, convenientes ao SGW quando comparado à irrigação convencional. Em todo o experimento, o uso da agulha causou extravasamento em canais amplos, o que não ocorreu com o SGW em nenhum caso testado⁽²⁶⁾. Considerando que, na maioria das situações, o extravasamento de solução irrigadora está relacionado à alta pressão apical, o SGW garante maior segurança e prevenção desse tipo de acidente^(16, 27).

DOR PÓS-OPERATÓRIA E REPARO PERIAPICAL

Um trabalho controlado randomizado avaliou 36 pacientes com sintomatologia dolorosa indicados para tratamento endodôntico. Um grupo foi submetido à endodontia convencional com instrumentação rotatória até a lima #25/04 e o outro ao SGW com instrumentação prévia até a lima #20/04. Após 6, 24, 72 e 168 horas, 72,2% dos pacientes tratados convencionalmente e 83,3% com SGW apresentaram pelo menos 1 episódio de dor pós-operatória. Estatisticamente não houve diferenças significativas entre os tratamentos no que diz respeito ao parâmetro avaliado⁽²⁸⁾.

Resultados favoráveis ao SGW foram obtidos através de um estudo clínico multicêntrico prospectivo com a participação de 4 endodontistas de 4 clínicas privadas. 45 pacientes com comprometimento periapical foram avaliados. Em 73% dos casos havia sintomas clínicos como mobilidade (6,7%), lesão de tecidos moles (13,3%), periodontite apical exacerbada em pacientes com abscesso crônico (15,6%) e agudo (8,6%), além de dor suave (17,8%) e moderada (4,4%). Todos os pacientes foram tratados endodonticamente com SGW e mínima instrumentação rotatória até #20, 88,9% em sessão única. Após 14 dias do procedimento, nenhum caso de dor foi relatado, com 12 meses de preservação. Todos os sintomas clínicos estavam ausentes e em 97,7% dos casos houve redução parcial ou completa da lesão periapical⁽²⁹⁾. O sistema possibilita altas e previsíveis taxas de cura, melhorando o prognóstico e potencializando os cuidados para com os pacientes⁽³⁰⁾.

REMOÇÃO DE INSTRUMENTOS FRATURADOS

A capacidade do SGW de remover instrumentos de aço inoxidável fraturados no interior do sistema de canais radiculares foi demonstrada através de um estudo⁽²³⁾. Fragmentos de limas do tipo K #10, #15 e #20 medindo 2,5mm foram inseridas nos terços médio e apical no canal mesiovestibular de molares superiores e canal mesial de molares inferiores, totalizando 36 dentes extraídos. Os elementos foram divididos em 2 grupos de acordo com a curvatura da raiz (< 30° e > 30°) e todos foram submetidos ao tratamento com

SGW. O procedimento apresentou melhores resultados na remoção dos fragmentos localizados no terço médio (83%) do que no terço apical (61%). Em relação à curvatura da raiz, o SGW foi eficaz em 91% dos casos de menor curvatura, contra 42% dos casos de canais com curvatura mais acentuada. Nos 26 casos de sucesso, com um tempo médio de tratamento de 10 minutos e 44 segundos, os fragmentos de lima K #10, #15 e #20 foram, respectivamente, removidos em 75%, 92% e 50% dos casos.

O SGW é indicado, principalmente, para a remoção de instrumentos fraturados no interior do sistema de canais de dentes fragilizados, pois, garante a preservação da integridade dentinária⁽³¹⁾.

EFEITOS NA OBTURAÇÃO ENDODÔNTICA

O efeito da mínima instrumentação até #15/04 e uso posterior do SGW na obturação final, foi testado em molares superiores e avaliado através de microtomografia computadorizada (micro-CT)⁽³²⁾. Os canais foram preenchidos através de uma técnica de cone único modificada associada ao uso dos cimentos obturadores GuttaFlow® Bioseal (Coltene Whaledent GmbH + Co KG, Langenau, BW, Alemanha), GuttaFlow® 2 (Coltene Whaledent, Langenau, BW, Alemanha) e MTA Fillapex® (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil). Após a realização da micro-CT, um preenchimento dos canais variando entre 89,5%- 98,9% foi observado. A avaliação do potencial obturador de cada cimento também foi feita, sendo que do GuttaFlow® Bioseal (96,9%–98,9%) e GuttaFlow® 2 (94,7%–97,5%) foram superiores ao do MTA Fillapex (89,4%-89,5%). A obturação final posterior à mínima instrumentação e uso do SGW foi considerada excelente.

REMOÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS E CALCIFICAÇÕES

Um estudo comparou, através de micro-CT, o SGW, a instrumentação convencional associada à irrigação por agulha e a instrumentação convencional seguida de Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) na

remoção de hidróxido de cálcio do interior dos canais de 30 molares inferiores ⁽¹⁸⁾. Uma micro-CT inicial foi feita e todos os elementos foram instrumentados com limas rotatórias e irrigados com NaOCl a 5% e EDTA a 17%. O volume dos canais foi determinado através de uma nova micro-CT e um material temporário solúvel em água contendo hidróxido de cálcio e sulfato de bário foi introduzido ao sistema de canais radiculares até que fosse extruído apicalmente. Tomadas radiográficas confirmaram o completo preenchimento dos canais e o selamento foi feito com material obturador temporário. Os dentes ficaram armazenados por 7 dias em estufa a 37°C e 100% de umidade.

A amostra foi dividida em 3 grupos de 10 elementos. O primeiro foi instrumentado com limas rotatórias e irrigado por agulha convencional com NaOCl 5% em 5 ciclos de 20 segundos, seguido por 15 segundos de água destilada e 20 segundos de EDTA 17% em 2 ciclos. Para o segundo grupo foi utilizado o mesmo protocolo de instrumentação e irrigação inicial, porém a irrigação final foi feita por 20 segundos de EDTA 17% e NaOCl 5% utilizando a IUP. Já no terceiro grupo, o SGW foi utilizado com NaOCl 3% por 5 minutos, água destilada por 15 segundos, EDTA 8% por 2 minutos e água destilada por 15 segundos conforme recomendado pelo fabricante ⁽²¹⁾. O uso por 90 segundos somente utilizando água também foi testado.

Após novas análises de micro-CT, os autores concluíram que os sistemas convencionais de irrigação, com ou sem agitação ultrassônica, não foram capazes de remover completamente o material do interior do sistema de canais radiculares nas condições supracitadas. Já o SGW proporcionou a remoção completa do material, até mesmo somente com o uso de água e sem nenhuma instrumentação prévia.

Outro trabalho semelhante e bastante recente comparou a eficácia do SGW com irrigação convencional por agulha de ponta aberta, por ventilação dupla, agulha ultrassônica ProUltra PiezoFlow (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, Estados Unidos) e IUP. Foi avaliado através de um modelo 3D transparente de 3 canais radiculares a capacidade desses sistemas em remover pasta de hidróxido de cálcio puro, sulfato de

bário puro e a mistura entre os dois materiais nas proporções de 8:1 e 1:1. Esse trabalho demonstrou resultados satisfatórios para o SGW que, em todos os casos, removeu os materiais completamente e de forma mais rápida que os outros métodos, os quais não foram capazes de realizar a remoção completa. O hidróxido de cálcio puro e a mistura com sulfato de bário 8:1 foram removidos mais rapidamente pelo SGW do que as outras misturas ⁽¹⁷⁾.

A remoção de material obturador para retratamento endodôntico foi tema de um estudo recentemente publicado⁽¹⁹⁾. Trinta molares inferiores recém extraídos foram tratados endodonticamente com limas rotatórias, irrigados com água e obturados com guta percha e cimento resinoso, pela técnica de onda contínua de condensação com posterior selamento provisório. Após 7 dias, a obturação foi removida com limas rotatórias, instrumentais aquecidos e irrigação com água. A presença de material obturador residual foi constatada através de micro-CT e radiografias.

A amostra foi dividida aleatoriamente e igualmente em 3 grupos (A, B e C). O grupo A foi submetido ao tratamento com irrigação convencional com NaOCl 5,25% e EDTA 17% por agulha de saída lateral sob agitação mecânica. O EndoVac foi o método de escolha para o grupo B, através da utilização de macrocânula para irrigação inicial com NaOCl 5,25% e EDTA 17%, e microcânula para irrigação final com NaOCl 5,25%. No grupo C, os elementos foram tratados com o SGW, seguindo recomendações do fabricante ^(14, 15, 18, 21-23, 25). Novas análises foram feitas através de radiografias e micro-CT. Apesar de nenhum sistema ter sido capaz de remover totalmente o material obturador residual, o SGW apresentou eficácia de 26%, contra 16% da irrigação por agulha de saída lateral e 9% do EndoVac.

Um estudo de metodologia semelhante obteve resultados desfavoráveis ao SGW após compará-lo a IUP na capacidade de remoção de material obturador residual para retratamento endodôntico ⁽¹⁵⁾. Vinte molares inferiores extraídos, tratados endodonticamente, tiveram a obturação removida através de limas reciprocantes. O material restaurador residual foi submetido a

IUP em 3 ciclos, sendo o primeiro e o terceiro com NaOCl 3% e o segundo com EDTA 17%, além de uma irrigação final com 5ml de água destilada. O SGW foi aplicado segundo às recomendações de fábrica ^(14, 15, 18, 21-23, 25). Após avaliações de micro-CT, os autores concluíram que em nenhum caso o material foi removido completamente. O SGW mostrou uma capacidade de remoção de 10%, e a IUP de 18%. Ao realizar a comparação por terços radiculares, não houve diferenças estaticamente relevantes no terço coronal, já nos terços médio e apical, a IUP também demonstrou maior eficácia.

Através de micro-CT e análises histológicas, um trabalho avaliou a capacidade do SGW em remover calcificações de canais distais de molares inferiores⁽²⁰⁾. Quinze elementos foram acessados, instrumentados com limas K#8 e/ou #10, somente para atingir patência, e submetidos ao tratamento com SGW segundo às recomendações do fabricante ^(14, 15, 18, 21-23, 25). O SGW foi capaz de diminuir significativamente as calcificações, com uma redução de 60%-100% e média de 86,4%. Em seis, dos quinze dentes estudados, os canais estavam completamente livres de calcificações após o tratamento com SGW. É um meio conservador e não invasivo para efetivamente limpar os sistemas de canais radiculares de nódulos pulpares ou outro material calcificado semelhante, reduzindo assim, o risco de bloqueio dos canais quando a instrumentação é iniciada.

DISSOLUÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA

Hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5%, 3% e 6% por 5 minutos a 21°C e a 40°C foi aplicado sobre carne bovina utilizando o SGW, IUP, Irrigação Ultrassônica Contínua (IUC), EndoVac e irrigação convencional com seringa para avaliar a capacidade desses métodos de dissolver matéria orgânica. Os autores concluíram que devido a energia física criada pelo SGW, a dissolução foi mais rápida do que em todos os outros sistemas, com uma taxa de 1% do volume da amostra por segundo diante do NaOCl 0,5%, 2,3% com o NaOCl 3% e 2,9% por segundo com o NaOCl 6% ⁽²¹⁾.

REMOÇÃO DE BIOFILME

Em estudo recente, a eficácia do SGW em remover biofilme foi analisada em dentes sem instrumentação prévia ⁽³³⁾. Vinte e dois incisivos inferiores extraídos foram acessados e contaminados com placa subgingival humana. Um grupo, definido como controle, foi submetido à instrumentação convencional rotatória pela técnica crown down até a lima #35/04, e irrigado por agulha com NaOCl 6% seguida de IUP por 60 segundos com NaOCl 6% e EDTA 17%. No grupo de estudo, somente limas K#10-#20 foram utilizadas para determinar o comprimento de trabalho. O SGW foi aplicado em ciclo estendido com água destilada por 1 min, 4 min de NaOCl 3% e irrigação final com EDTA 8% (400ml de irrigante por ciclo). Amostras microbiológicas foram coletadas e avaliadas por microscopia eletrônica de varredura, que constatou mudanças no tipo de biofilme em ambos os casos, mas que o método convencional garantiu uma limpeza mais eficaz. Outro trabalho utilizou molares para metodologia e análises semelhantes ⁽³⁴⁾. Os resultados mostraram que ambos os tratamentos não causaram modificação nas espécies de microrganismos e foram eficazes na remoção do biofilme, sem diferenças estatisticamente significantes ($P>0,05$).

Através da técnica de Polymerase Chain Reaction (PCR), um estudo in vitro avaliou a capacidade do SGW e ProUltra PiezoFlow na remoção de múltiplas espécies de biofilme do interior do sistema de canais radiculares de molares ⁽¹⁴⁾. Vinte elementos hígidos foram acessados e contaminados com placa bacteriana coletada do espaço interdental de um voluntário adulto. Com duas semanas de incubação, parte da amostra, alocada aleatoriamente, foi instrumentada até a lima #15/02 e tratada com SGW segundo a recomendação do fabricante ^(14, 15, 18, 21-23, 25). O segundo grupo foi submetido ao preparo mecânico até #35/04 e à irrigação com NaOCl 3% por 1 minuto, água destilada estéril por 10 segundos, EDTA 8% por 1 minuto e água destilada estéril por 1 minuto respectivamente, utilizando o ProUltra PiezoFlow. Após o congelamento das amostras e coleta do DNA para análises, o grupo tratado com SGW mostrou uma

redução quantitativa bacteriana de 99, 91%, enquanto o valor para o ProUltra PiezoFlow foi de 98,01%. Apesar da proximidade entre os valores, a diferença foi estatisticamente relevante ($p=0,007$).

Outro trabalho utilizou análises histológicas com microscopia eletrônica de varredura para comparar o SGW com a IUP na remoção de biofilme⁽¹³⁾. Vinte e seis molares extraídos foram contaminados com *Enterococcus faecalis* e divididos, de forma randomizada, em três grupos. Grupo 1 como controle. No grupo 2, os dentes foram instrumentados com limas rotatórias até #35/04 e a solução de NaOCl 3% ativada por 60s em 2 ciclos, seguido de irrigação por agulha com água destilada por 10s, EDTA 17% e água destilada pelo mesmo tempo. Para o grupo 3, o preparo mecânico foi até a lima #15/04 e o protocolo para aplicação do SGW se seguiu como sugere o fabricante^(14, 15, 18, 21-23, 25). Diante das análises, constatou-se que nas paredes dos canais dos elementos do grupo 2 ainda havia biofilme resistente, já no grupo 3, completa remoção e desinfecção. Em relação ao terço apical, havia biofilme nos dois grupos, porém em número significativamente menor no grupo 3.

Ácido lipoteicoico (ALP), peptidoglicano, enzimas líticas, substâncias de agregação e citolisina são fatores de virulência do *Enterococcus faecalis*. O ALP é importante pois atua na adesão e iniciação da resposta imunológica do hospedeiro^(35, 36). Quarenta e oito primeiros pré-molares superiores foram utilizados em um estudo para avaliação da eficácia do SGW e IUP associados à mínima instrumentação e instrumentação convencional, contra o ALP de *Enterococcus faecalis*⁽³⁷⁾. Os elementos foram acessados, contaminados e divididos em 4 grupos: grupo 1 (mínima instrumentação + SGW), grupo 2 (instrumentação convencional + SGW), grupo 3 (mínima instrumentação + IUP), grupo 4 (instrumentação convencional + IUP). A mínima instrumentação foi realizada com limas rotatórias até #15/04 e a convencional até #35/04. O SGW foi utilizado seguindo as recomendações de fábrica^(14, 15, 18, 21-23, 25) e 2 ciclos de NaOCl 3%, EDTA 17%, NaOCl 3%, respectivamente, e pelo tempo de 1 min como protocolo da IUP. Após análises, o ALP foi encontrado em 100% dos canais nos

grupos 3 e 4 e em 42% nos grupos 1 e 2. O tratamento proposto no grupo 3 foi mais eficaz que no grupo 4, porém ambos foram menos eficazes que nos grupos 1 e 2.

REMOÇÃO DE DEBRIS E SMEAR LAYER

Um trabalho analisou a eficácia de desbridamento do SGW em canais de molares extraídos⁽²²⁾. Quarenta e cinco elementos foram divididos aleatoriamente em 3 grupos. O grupo 1 (controle) não foi submetido a nenhum tipo de tratamento. O grupo 2 passou por instrumentação rotatória convencional e irrigação por agulha com NaOCl 3%. No terceiro grupo, o tratamento foi feito com mínima instrumentação rotatória até a lima #15/04 e SGW, de acordo com o que recomenda o fabricante^(14, 15, 18, 21-23, 25). Análises microscópicas mostraram que o SGW deixou significativamente menos tecido nos terços médio e apical dos canais, no entanto sem diferenças estatisticamente consideráveis entre os terços.

Outro trabalho, mais recente, avaliou a capacidade de remoção de debris dentinários por 3 métodos de irrigação: SGW, IUP e IUC⁽³⁸⁾. Vinte e quatro molares extraídos passaram por uma avaliação inicial por micro-CT a fim de detectar a quantidade de tecido presente no interior dos canais. Foram instrumentados com limas rotatórias e submetidos a nova avaliação imaginológica para quantificar remanescentes teciduais. Um grupo de elementos foram irrigados por IUP, seguindo o protocolo de 3 ciclos de NaOCl 6%, EDTA 17% e NaOCl 6% por 20 segundos. A IUC foi aplicada a outro grupo através de um ProUltra PiezoFlow, com 1 ciclo de NaOCl 6%, EDTA 17% e NaOCl 6% respectivamente. O terceiro grupo foi tratado com SGW seguindo as orientações do fabricante^(14, 15, 18, 21-23, 25). Após análises de micro-CT e microscopia eletrônica de varredura, observou-se que o SGW removeu os debris com maior eficácia, sendo de 96,4% nos canais principais, e 97,9% em áreas de istmo. Os valores para a IUP foram de 91,2% e 93,5%, respectivamente, e para IUC 80,0% e 88,9%.

Sessenta e seis molares extraídos foram utilizados em um estudo que comparou sistemas de IUP, irrigação sônica passiva e

SGW na remoção de material obturador e smear layer em retratamento endodôntico⁽³⁹⁾. Após uma divisão randomizada, os dentes foram acessados e tratados endodônticamente através de preparo químico mecânico com limas rotatórias, irrigação por agulha com NaOCl 3% e obturação pela técnica de condensação lateral. Somente o grupo 1 (controle negativo) não foi submetido a fase de obturação. No grupo 2 (controle positivo), a obturação foi apenas removida e os canais remodelados. Os grupos 3 e 4 foram submetidos a IUP, o primeiro com 3 ciclos de 20s de NaOCl 3% e EDTA 8% e o segundo com 5 ciclos de 10s das mesmas substâncias. No grupo 5 foi utilizado um sistema sônico de irrigação passiva com o mesmo protocolo do grupo 3. O grupo 6 foi tratado com SGW seguindo as recomendações de fábrica^(14, 15, 18, 21-23, 25). Imagens de microscopia eletrônica de varredura mostraram que o SGW apresentou maior eficácia na remoção de material obturador residual e smear layer nos terços médio e apical, porém sem diferenças estatisticamente significativas dos sistemas de irrigação sônica e ultrassônica passiva.

PENETRAÇÃO DE IRRIGANTE NOS TÚBULOS DENTINÁRIOS

Um relato prévio demonstrou que em casos de necrose pulpar, os microrganismos penetram nos túbulos dentinários⁽⁴⁰⁾. A capacidade de penetração do irrigante nos túbulos dentinários durante o uso do SGW, IUP e IUC foi testada em um estudo⁽⁴¹⁾. Molares foram instrumentados com limas rotatórias até #15/04 e pré corados com cristal violeta. O SGW promoveu a maior penetração do irrigante em comparação à IUP e IUC, sendo 4 vezes mais profunda que os sistemas ultrassônicos.

LIMITAÇÕES

O alto custo é considerado a principal limitação do SGW, sendo inacessível financeiramente para muitos profissionais⁽³⁰⁾. Somente o NaOCl 3% e o EDTA 8% podem ser utilizados durante o uso do SGW, o que configura uma desvantagem, pois impossibilita que soluções alternativas, experimentais, com aditivos e em maiores

concentrações sejam usadas como irrigantes que, em muitos casos, podem ser mais eficazes^(21, 30).

A peça de mão do SGW precisa de um espaço vertical para ser fixada ao dente. Sendo assim, dentes que possuem comprometimento estrutural precisam ser devidamente restaurados para que a fixação seja feita de forma adequada, a 1mm do assoalho da câmara pulpar⁽²¹⁾.

CONCLUSÕES:

O SGW é seguro em relação ao extravasamento apical de solução irrigadora e mostra-se eficaz no reparo periapical, com mínima ou ausente dor pós-operatória. Age de forma satisfatória na remoção de instrumentos fraturados no terço médio e em raízes com curvatura menos acentuada. Propicia qualidade na obturação endodôntica após mínima instrumentação e facilita a remoção de hidróxido de cálcio e sulfato de bário. Pode reduzir e/ou eliminar calcificações, dissolver matéria orgânica, remover biofilme, debris e smear layer. É capaz de promover a penetração de irrigante nos túbulos dentinários mas, não tem mostrado efetividade na remoção de material obturador residual e ainda é inacessível financeiramente para muitos profissionais. Sendo assim, mais estudos, principalmente clínicos, são necessários para determinar concretamente a superioridade do SGW em relação a outros métodos de irrigação.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Alfenas, por todo o apoio e compromisso com a ciência e a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Peters O, Peters C. dan Basrani B. Cleaning and Shaping the Root Canal System dalam Cohen's Pathways of the Pulp. Missouri: Elsevier. 2016:209-79.
2. Siqueira JF, Jr., Rocas IN. A critical analysis of research methods and experimental models to study the root canal microbiome. Int Endod J. 2022;55 Suppl 1:46-

71.

3. Siqueira JF, Jr., Rocas IN. Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *Int Endod J.* 2022;55 Suppl 3:512-30.

4. Bóveda C, Kishen A. Contracted endodontic cavities: the foundation for less invasive alternatives in the management of apical periodontitis. *Endodontic Topics.* 2015;33(1):169-86.

5. Moore B, Verdelis K, Kishen A, Dao T, Friedman S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Instrumentation Efficacy and Biomechanical Responses in Maxillary Molars. *J Endod.* 2016;42(12):1779-83.

6. da Silva Limoeiro AG, Dos Santos AH, De Martin AS, Kato AS, Fontana CE, Gavini G, et al. Micro-Computed Tomographic Evaluation of 2 Nickel-Titanium Instrument Systems in Shaping Root Canals. *J Endod.* 2016;42(3):496-9.

7. Soligo LT, Lodi E, Farina AP, Souza MA, Vidal CMP, Cecchin D. Antibacterial Efficacy of Synthetic and Natural-Derived Novel Endodontic Irrigant Solutions. *Braz Dent J.* 2018;29(5):459-64.

8. Lee OYS, Khan K, Li KY, Shetty H, Abiad RS, Cheung GSP, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. *Int Endod J.* 2019;52(9):1366-76.

9. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod.* 2010;36(4):745-50.

10. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod.* 2012;38(4):445-8.

11. 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.

12. Yost RA, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, Roberts MD, Roberts HW, Himel VT, et al. Evaluation of 4 Different Irrigating Systems for Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite. *J Endod.* 2015;41(9):1530-4.

13. Choi HW, Park SY, Kang MK, Shon WJ. Comparative Analysis of Biofilm Removal Efficacy by Multisonic Ultracleaning System and Passive Ultrasonic Activation. *Materials.* 2019;12(21).

14. Zhang D, Shen Y, de la Fuente-Nunez C, Haapasalo M. In vitro evaluation by quantitative real-time PCR and culturing of the effectiveness of disinfection of multispecies biofilms in root canals by two irrigation systems. *Clin Oral Investig.* 2019;23(2):913-20.

15. Crozeta BM, Chaves de Souza L, Correa Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD, Jaramillo DE, Silva RM. Evaluation of Passive Ultrasonic Irrigation and GentleWave System as Adjuvants in Endodontic Retreatment. *J Endod.* 2020;46(9):1279-85.

16. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Park E, Curtis A, Patel P, et al. Apical pressure created during irrigation with the GentleWave system compared to conventional syringe irrigation. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1525-34.

17. Liu H, Shen Y, Wang Z, Haapasalo M. The ability of different irrigation methods to remove mixtures of calcium hydroxide and barium sulphate from isthmuses in 3D printed transparent root canal models. *Odontology.* 2022;110(1):27-34.

18. Ma J, Shen Y, Yang Y, Gao Y, Wan P, Gan Y, et al. In vitro study of calcium hydroxide removal from mandibular molar root canals. *J Endod.* 2015;41(4):553-8.

19. Wright CR, Glickman GN, Jalali P,

- Umorin M. Effectiveness of Gutta-percha/ Sealer Removal during Retreatment of Extracted Human Molars Using the GentleWave System. *J Endod.* 2019;45(6):808-12.
20. Chen B, Szabo D, Shen Y, Zhang D, Li X, Ma J, et al. Removal of calcifications from distal canals of mandibular molars by a non-instrumental cleaning system: A micro-CT study. *Aust Endod J.* 2020;46(1):11-6.
21. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, Curtis A, Patel P, Khakpour M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *J Endod.* 2014;40(8):1178-81.
22. Molina B, Glickman G, Vandrangi P, Khakpour M. Evaluation of Root Canal Debridement of Human Molars Using the GentleWave System. *J Endod.* 2015;41(10):1701-5.
23. Wohlgemuth P, Cuocolo D, Vandrangi P, Sigurdsson A. Effectiveness of the GentleWave System in Removing Separated Instruments. *J Endod.* 2015;41(11):1895-8.
24. GentleWave Datasheet 2022 [Available from: <https://sonendo.com/gentlewave-system>.]
25. Wang Z, Maezono H, Shen Y, Haapasalo M. Evaluation of Root Canal Dentin Erosion after Different Irrigation Methods Using Energy-dispersive X-ray Spectroscopy. *J Endod.* 2016;42(12):1834-9.
26. Charara K, Friedman S, Sherman A, Kishen A, Malkhassian G, Khakpour M, et al. Assessment of Apical Extrusion during Root Canal Irrigation with the Novel GentleWave System in a Simulated Apical Environment. *J Endod.* 2016;42(1):135-9.
27. Coaguila-Llerena H, Gaeta E, Faria G. Outcomes of the GentleWave system on root canal treatment: a narrative review. *Restor Dent Endod.* 2022;47(1):e11.
28. Grigsby D, Jr., Ordinola-Zapata R, McClanahan SB, Fok A. Postoperative Pain after Treatment Using the GentleWave System: A Randomized Controlled Trial. *J Endod.* 2020;46(8):1017-22.
29. Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Rassoulia SA. Healing of Periapical Lesions after Endodontic Treatment with the GentleWave Procedure: A Prospective Multicenter Clinical Study. *J Endod.* 2018;44(3):510-7.
30. Sigurdsson A, Garland RW, Le KT, Woo SM. 12-month Healing Rates after Endodontic Therapy Using the Novel GentleWave System: A Prospective Multicenter Clinical Study. *J Endod.* 2016;42(7):1040-8.
31. Portela NN, Rech JP, Marchionatti AME, Barasuol JC. Techniques to address fractured instruments in the middle or apical third of the root canal in human permanent teeth: a systematic review of the in vitro studies. *Clin Oral Investig.* 2022;26(1):131-9.
32. Zhong X, Shen Y, Ma J, Chen WX, Haapasalo M. Quality of Root Filling after Obturation with Gutta-percha and 3 Different Sealers of Minimally Instrumented Root canals of the Maxillary First Molar. *J Endod.* 2019;45(8):1030-5.
33. Ordinola-Zapata R, Mansour D, Saavedra F, Staley C, Chen R, Fok AS. In vitro efficacy of a non-instrumentation technique to remove intracanal multispecies biofilm. *Int Endod J.* 2022;55(5):495-504.
34. Coaguila-Llerena H, Ordinola-Zapata R, Staley C, Dietz M, Chen R, Faria G. Multispecies biofilm removal by a multisonic irrigation system in mandibular molars. *Int Endod J.* 2022;55(11):1252-61.
35. Ginsburg I. Role of lipoteichoic acid in infection and inflammation. *Lancet Infect Dis.* 2002;2(3):171-9.
36. Wang S, Liu K, Seneviratne CJ, Li X, Cheung GS, Jin L, et al. Lipoteichoic acid from an *Enterococcus faecalis* clinical strain promotes TNF-alpha expression through the NF-kappaB and p38 MAPK signaling pathways in differentiated THP-1 macrophages. *Biomed*

Rep. 2015;3(5):697-702.

37. Velardi JP, Alquria TA, Alfirdous RA, Griffin IL, Tordik PA, Martinho FC. Efficacy of GentleWave System and Passive Ultrasonic Irrigation with Minimally Invasive and Conventional Instrumentation Technique against *Enterococcus faecalis* Lipoteichoic Acid in Infected Root Canals. *J Endod.* 2022;48(6):768-74.

38. Chan R, Versiani MA, Friedman S, Malkhassian G, Sousa-Neto MD, Leoni GB, et al. Efficacy of 3 Supplementary Irrigation Protocols in the Removal of Hard Tissue Debris from the Mesial Root Canal System of Mandibular Molars. *J Endod.* 2019;45(7):923-9.

39. Park SY, Kang MK, Choi HW, Shon WJ. Comparative Analysis of Root Canal Filling Debris and Smear Layer Removal Efficacy Using Various Root Canal Activation Systems during Endodontic Retreatment. *Medicina.* 2020;56(11).

40. Wong DT, Cheung GS. Extension of bactericidal effect of sodium hypochlorite into dentinal tubules. *J Endod.* 2014;40(6):825-9.

41. Vandrangi P. Evaluating penetration depth of treatment fluids into dentinal tubules using the GentleWave system. *Dentistry.* 2016;6(366):2161-1122.1000366.