



IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA DO CANAL RADICULAR: uma revisão da literatura

Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature

Jefferson Bitencourt Lima¹

RESUMO

A irrigação ultrassônica do canal radicular pode ser realizada com ou sem instrumentação ultrassônica simultânea. Quando a modelagem do canal não é realizada, o termo irrigação ultrassônica passiva (IUP) pode ser usado para descrever a técnica. A irrigação ultrassônica passiva pode ser realizada com um pequeno arquivo ou fio liso oscilando livremente no canal radicular para induzir microrregulação acústica potente. O IUP pode ser um suplemento importante para a limpeza do sistema de canal radicular e, em comparação com a irrigação por seringa tradicional, remove mais tecido orgânico, bactérias planctônicas e resíduos de dentina do canal da raiz. O IUP é mais eficiente na limpeza de canais do que a irrigação ultrassônica com instrumentação ultrassônica simultânea. O IUP pode ser eficaz em canais curvos e um fio liso pode ser tão eficaz quanto um corte de arquivo K. O afilamento e o diâmetro do canal radicular foram considerados parâmetros importantes na determinação das consequências da remoção de resíduos de dentina. O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão de literatura a fim de fornecer uma descrição do mecanismo e seus efeitos e avaliar se o IUP é mais eficaz na limpeza do canal radicular do que a irrigação por seringa. Neste artigo, a literatura relevante sobre IUP é revisada a partir de uma pesquisa de banco de dados MEDLINE. Conclui-se que o IUP parece ser um tratamento adjuvante para a limpeza do sistema de canais da raiz e que o IUP é mais eficaz do que a irrigação por seringa.

Palavras-chave: Irrigação ultrassônica. Restos de dentina. Canal radicular.

ABSTRACT

Ultrasonic root canal irrigation can be performed with or without simultaneous ultrasonic instrumentation. When channel modeling is not performed, the term passive ultrasonic irrigation (PUI) can be used to describe the technique. Passive ultrasonic irrigation can be performed with a small file or smooth wire oscillating freely in the root canal to induce powerful acoustic microregulation. IUP can be an important supplement for cleaning the root canal system and, compared to traditional syringe irrigation, removes more organic tissue, plankton bacteria and dentin residues from the root canal. IUP is more efficient at cleaning channels than ultrasonic irrigation with simultaneous ultrasonic instrumentation. IUP can be effective in curved channels and a smooth wire can be as effective as a K file cut. Tapering and root canal diameter have been considered important parameters in determining the consequences of dentin residue removal. The aim of this study was to conduct a literature review in order to provide a description of the mechanism and its effects and to evaluate whether PUI is more effective in cleaning the root canal than syringe irrigation. In this article, the relevant literature on PUI is reviewed from a MEDLINE database survey. It is concluded that PUI seems to be an adjunct treatment for cleaning the root canal system and that PUI is more effective than syringe irrigation.

Keywords: Ultrasonic irrigation. Dentin remnants. Root canal.

1 INTRODUÇÃO

Com os procedimentos endodônticos à nossa disposição, é impossível conformar e limpar completamente o canal radicular. Isso se deve principalmente à complexa anatomia do sistema de canais radiculares (RICUCCI, BERGENHOLTZ, 2012).

De acordo com Nair et al, (2012) as irregularidades da parede do canal radicular, em particular, são uma grande preocupação, incluindo extensões de vala, istmos e deltas apicais. Na verdade, dentro de canais ovais, apenas 40% da área apical da parede do canal radicular pode ser contatada por instrumentos quando uma técnica de rotação é usada. Portanto, a irrigação é uma parte essencial de um tratamento de canal radicular, pois permite a limpeza além dos instrumentos do canal radicular. O objetivo da irrigação é remover o tecido pulpar e/ou microorganismos (planctônico ou biofilme) do sistema de canal radicular.

A irrigação também deve remover a camada de esfregaço e os restos de dentina que ocorrem após a instrumentação do canal radicular (BAUGH, WALLACE, 2013). A eficácia da irrigação

¹Cirurgião - Dentista, pós-graduando em Endodontia na Faculdade Cathedral de Boa Vista – RR. E-mail: jefferson-jbl@hotmail.com

depende dos mecanismos de funcionamento do irrigante e da capacidade de fazer o irrigante entrar em contato com os elementos, materiais e estruturas dentro do sistema de canais, que devem ser removidos (RICUCCI, BERGENHOLTZ, 2012).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é amplamente utilizado como um desinfetante endodôntico que é eficaz porque pode dissolver o tecido orgânico, pode matar microrganismos, atuar como lubrificante e não é tóxico. No entanto, o cloro, que é responsável pela dissolução e capacidade antibacteriana do NaOCl, é instável e é consumido rapidamente durante a primeira fase de dissolução do tecido, provavelmente em 2 minutos; portanto, o reabastecimento contínuo é essencial. Os dispositivos ultrassônicos foram introduzidos pela primeira vez em Endodontics por Richman (1957). Os arquivos ativados por ultrassom têm o potencial de preparar e desbridar os canais radiculares mecanicamente. Os arquivos são acionados para oscilar frequências atultrassônicas de 25–30 kHz que estão além do limite da audição humana. Os arquivos operam em vibração transversal, estabelecendo um padrão característico de nódulos e anti-nós ao longo de seu comprimento. Infelizmente, provou ser difícil controlar o corte de dentina durante a preparação ultrassônica, com o resultado que é impossível controlar a forma do canal radicular preparado e as perfurações apicais e formas irregulares foram produzidas. Por outro lado, foi mostrado que os arquivos conduzidos por ultrassom são eficazes para a 'irrigação' de canais radiculares. Dois tipos de irrigação ultrassônica são descritos na literatura: um em que a irrigação é combinada com instrumentação ultrassônica (IU) simultânea e outro sem instrumentação simultânea, denominada irrigação ultrassônica passiva (IUP). Durante a IU, o arquivo é intencionalmente colocado em contato com a parede do canal radicular (PETERS, 2010).

A IU tem se mostrado menos eficaz na remoção de tecido pulpar simulado do sistema de canal radicular ou camada de esfregaço da parede do canal radicular do que o IUP. Isso pode ser explicado por uma redução do fluxo acústico e da cavitação. Como a anatomia do canal radicular é complexa, um instrumento nunca entrará em contato com a parede inteira do canal radicular (PETERS, 2010).

Assim, a IU pode resultar em corte descontrolado da parede do canal radicular sem limpeza eficaz. A irrigação ultrassônica passiva foi descrita pela primeira vez por Weller *et al.*, (1980). O termo "passivo" não descreve adequadamente o processo, pois ele é de fato ativo; no entanto, quando foi introduzido pela primeira vez, o termo "passivo" está relacionado à ação "não cortante" do arquivo ativado por ultrassom. A IUP depende da transmissão de energia acústica de um arquivo oscilante ou fio liso para um irrigante no canal radicular. A energia é transmitida por meio de ondas ultrassônicas e pode induzir fluxo acústico e cavitação do irrigante. Após o canal radicular ter sido moldado para o arquivo apical mestre (independente da técnica de preparação usada), um pequeno arquivo ou fio liso (por exemplo, tamanho 15) é introduzido no centro do canal radicular, até a região apical.

O canal radicular é então preenchido com uma solução irrigante e o arquivo de oscilação ultrassônica ativa o irrigante. Como o canal radicular já foi moldado, o arquivo ou fio pode se mover livremente e o irrigante pode penetrar mais facilmente na parte apical do sistema de canal radicular e o efeito de limpeza será mais poderoso (RICUCCI, BERGENHOLTZ, 2012).

Usando esta metodologia de não corte, o potencial para criar formas aberrantes dentro do canal radicular será reduzido ao mínimo. Um arquivo maior do que o tamanho 15 ou 20 só oscilará livremente em um canal raiz largo. Um arquivo de tamanho 25 pode de fato produzir menos fluxo acústico do que um arquivo de tamanho 15 e 20. Consequentemente, usar um arquivo maior do que 20 pode ser considerado fundamentalmente diferente do princípio básico do IUP. A eficácia de limpeza do IUP implica a remoção eficaz de resíduos de dentina, microrganismos (planctônicos ou em biofilme) e tecido orgânico do canal radicular. Por causa do fluxo ativo do irrigante, seu potencial de entrar em contato com uma área superficial maior da parede do canal será aumentado. O objetivo desta revisão é avaliar a literatura sobre IUP, fornecer uma descrição do mecanismo e seus efeitos e avaliar se o IUP é mais eficaz na limpeza do canal radicular do que a irrigação por seringa (RODIG *et al.*, 2015).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mecanismo de irrigação ultrassônica passiva (frequência e intensidade)

Um dispositivo ultrassônico converte energia elétrica em ondas ultrassônicas de uma certa frequência por magnetoestrição ou por piezoelectricidade. Por um lado, a magnetoestrição é gerada pela deformação de um material aferromagnético submetido a um campo magnético; por outro lado, a piezoelectricidade é a geração de estresse em cristais dielétricos submetidos a uma tensão aplicada. A piezo electricidade foi usada nos estudos de Lee et al, (2012) e Sluis et al, (2011). Apenas um estudo piloto foi realizado para comparar dispositivos usando magnetoestrição ou piezoelectricidade em diferentes intensidades, no entanto, nenhuma evidência conclusiva foi fornecida.

As propriedades do material ultrassônico determinam a frequência do instrumento oscilante, cuja prática dentária é fixada em 30 kHz. A intensidade ou fluxo de energia, expressa em unidades de Watt cm², do instrumento oscilante pode ser ajustada pelo ajuste de potência. A frequência e a intensidade desempenham um papel na transmissão de energia do arquivo de oscilação ultrassônica para o irrigante, mas ainda falta uma compreensão completa do mecanismo. Uma frequência mais alta deve, em princípio, resultar em uma velocidade de fluxo mais alta de seu tigre, como será tratado posteriormente. Isso, por sua vez, resulta em um streaming acústico mais poderoso (BAUGH, WALLACE, 2013).

Aumentar a intensidade não resulta em um aumento linear da amplitude de deslocamento do arquivo oscilante. No entanto, essa observação é retirada de estudos que investigaram a oscilação do arquivo no ar livre. Portanto, não foi possível estabelecer uma relação direta com o micro-streaming acústico (LEE et al, 2012).

2.2 Streaming acústico

O streaming acústico é o movimento rápido do fluido em movimento circular ou semelhante a um vórtice em torno de um arquivo vibratório. O fluxo acústico que ocorre no canal radicular durante a irrigação ultrassônica tem sido descrito como micro-estreitamento acústico. Isso é definido como o fluxo que ocorre perto de pequenos obstáculos colocados dentro de um campo de som, perto de pequenas fontes de som, membranas ou fios vibratórios, que surgem das forças de fricção entre um limite e médio carregando vibrações de frequência circular. Vários trabalhos confirmaram que o micro-streaming acústico ocorre durante (Fig. 1) (SLUIS, WU, WESSELINK, 2012).

O padrão de fluxo corresponde ao padrão característico de nós e antinodos ao longo do comprimento do arquivo oscilante. A amplitude de deslocamento está em seu máximo na ponta do arquivo, provavelmente causando um fluxo direcional para o coronal parte do canal radicular. Quando o arquivo toca a parede do canal radicular no anantinodo, ocorre uma redução maior na amplitude de deslocamento em comparação com quando toca em um nó. Quando o arquivo é incapaz de vibrar livremente no canal raiz, a microsstreaming acústica se tornará menos intensa, no entanto, não irá parar completamente (SLUIS, WU, WESSELINK, 2012).

A microsstreaming acústica resultante depende inversamente da área de superfície do arquivo tocando a parede do canal da raiz. Em canais curvos, a pré modelagem do arquivo resultará em microsstreaming acústico mais poderoso. Um arquivo pré-moldado mostra o mesmo padrão de nódulos e antinodos que um arquivo reto, tanto no ar quanto na geometria definida de um canal radicular. A intensidade da microsstreaming acústica está diretamente relacionada à velocidade de fluxo (SLUIS, WU, WESSELINK, 2012).

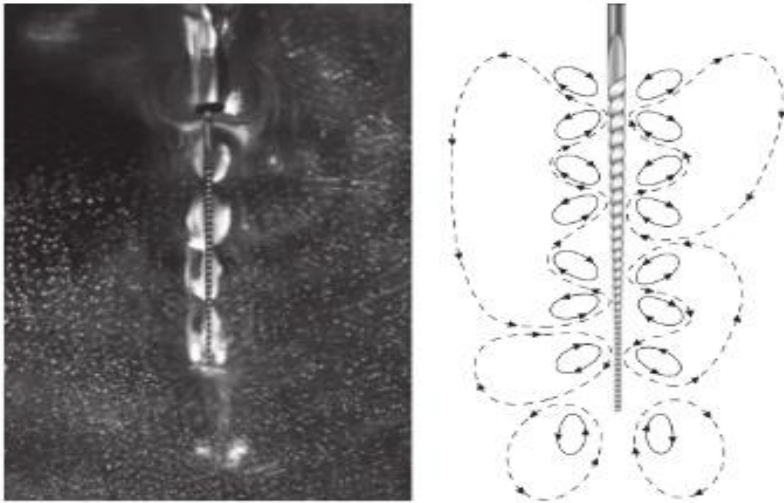


Figura 1 Fluxo acústico em torno do arquivo em água livre (esquerda) e um desenho esquemático (direita).

2.3 Os efeitos e o uso de IUP

2.3.1 IUP versus irrigação com seringa

Depois de moldar o canal radicular, a limpeza pode ser concluída com IUP ou um jato final de irrigação com seringa. Dos estudos em que o IUP e a irrigação com seringa foram comparados, pode-se concluir que o IUP é mais eficaz na remoção de restos de tecido pulpar e detritos de dentina e bactérias planctônicas (GUTARTS et al., 2012, NETO et al, 2012). Nos estudos de Spoletti et al, (2010), Gutarts et al, (2012), Neto et al, (2012), o volume de trabalho do irrigante experimental foi padronizado entre os grupos. Em todos esses estudos, NaOCl foi usado como irrigante, exceto no estudo de Spoletti et al, (2010) e Weber et al, (2012), em que solução salina estéril e clorexidina e NaOCl foram usados respectivamente.

No estudo de Mayer et al, (2011) nenhuma diferença significativa foi encontrada entre PUI e irrigação com seringa na remoção de resíduos de dentina do canal radicular. Antes da ativação ultrassônica do NaOCl, o EDTA foi deixado no canal radicular. A remoção do EDTA antes da injeção de 2 mL de NaOCl no canal radicular não foi mencionada. EDTA inativa o NaOCl e é possível que isso tenha influenciado o resultado.

2.3.2 IUP com NaOCl como irrigante

Durante IUP, NaOCl remove significativamente mais camada de esfregaço ou bactérias da camada de esfregaço artificial, tecido pulpar ou restos de dentina do canal radicular do que água. O aumento significativo na capacidade de dissolução de material orgânico pelo NaOCl, quando o NaOCl é agitado pelo ultrassom ou quando a temperatura aumenta por causa do ultrassom pode ser uma explicação para o desempenho aprimorado do NaOCl. Quando uma concentração maior de NaOCl é usada, a eficácia parece aumentar (GUTARTS et al, 2012).

2.3.3 Remoção de bactérias

O IUP resulta em uma redução significativa de bactérias, ou mostra resultados significativamente melhores do que a irrigação por seringa. Apenas no estudo de Spoletti et al, (2010) a diferença não foi significativa. No estudo de Mayer et al, (2011), IUP com NaOCl a 12% como irrigante removeu quase completamente diferentes tipos de bactérias planctônicas de um canal de lado paralelo por um efeito de fluxo através dos túbulos dentários. Estudos sobre o efeito antibacteriano de IUP focado na remoção de bactérias planctônicas por meio do efeito de enxágue. Os mecanismos físicos que descrevem o efeito da irrigação ultrassônica nos biofilmes do canal

radicular são desconhecidos, embora a cavitação tenha demonstrado ser capaz de destruir ou mesmo remover um biofilme (OHL et al, 2006).

2.3.4 Remoção da camada de esfregaço

No entanto, os vários estudos selecionaram diferentes tipos e concentrações de solução irrigante. Quando o NaOCl a 3% foi usado, Cameron (1983) encontrou remoção completa da camada de esfregaço com 3 e 5 min de IUP; os resultados foram confirmados em um estudo subsequente (OHL et al, 2006). Weber et al, (2012) conseguiu remover completamente a camada de esfregaço após 3 min de IUP com NaOCl a 5% e Mayer et al, (2011) após 20s IUP com NaOCl a 12%. Uma solução de NaOCl a 5% durante 3 min IUP poderia remover a camada de esfregaço de NaOCl 0,5% da parte apical e média do canal radicular.

Não foi possível remover completamente a camada de esfregaço usando IUP 10s com NaOCl a 1%, embora o IUP fosse significativamente melhor do que a irrigação com seringa. Nos estudos de Guerisoli et al, (2010) a ultrassonografia não aumentou a remoção da camada de esfregaço quando o EDTA ou uma combinação de EDTA e NaOCl foi usado como irrigante. Por outro lado, o IUP pode melhorar significativamente a remoção da smearlayer de Savlon (clorexidina 0,03%, cetrimida 0,3%). IUP com água como irrigante é incapaz de remover a camada de esfregaço. Todos os estudos mostram aumento da remoção da camada de esfregaço principalmente da parte coronal da parede do canal radicular, em vez da parte apical, exceto por um estudo Moholkar et al, (2012) Todos esses estudos usaram a técnica de SEM para investigar a presença de esfregaço camada. Uma desvantagem dessa metodologia é que apenas uma pequena parte do canal da raiz pode ser avaliada e, muitas vezes, isso não é padronizado.

2.3.5 IUP em canais curvos

O IUP também pode ser eficaz em canais curvos Sabins et al, (2014) e o melhor resultado é obtido quando o arquivo é pré-bent. Nos estudos de Sabins et al, (2014), Gutarts et al, (2012), a porção apical do canal radicular foi examinada, ou seja, abaixo da curva. Quando comparado com a irrigação com seringa IUP teve um desempenho significativamente melhor. IUP e a limpeza do istmo alguns estudos avaliaram especificamente a eficácia de limpeza do IUP no istmo que corre entre dois canais. Seus resultados confirmam um istmo significativamente mais limpo quando o IUP é usado em comparação com a irrigação por seringa, o que demonstra que o IUP tem o potencial de remover tecido de polpa e restos de dentina de áreas remotas do sistema de canal radicular intocado por instrumentos endodônticos.

2.3.6 Irrigação ultrassônica versus irrigação sônica

A irrigação sônica é diferente da irrigação ultrassônica porque opera em uma frequência mais baixa. Para aplicação sônica, as frequências variam de 1000 a 6000 Hz. Conseqüentemente, seguindo a equação 1, a velocidade de sonoridade do irrigante será menor. Além disso, os padrões de oscilação dos instrumentos sônicos são diferentes. Eles têm um nó próximo ao anexo do arquivo e um antinodo na ponta do arquivo. Quando o movimento do arquivo sônico é restringido, o movimento lateral desaparecerá, mas resultará em uma vibração longitudinal. Dois estudos relatam que PUI removeu mais restos de dentina do canal radicular do que a irrigação sônica, enquanto em um estudo nenhuma diferença significativa foi encontrada. No estudo de Sabins et al, (2014), entretanto, a pré-modelagem dos arquivos não foi mencionada e isso pode explicar seus achados.

A relação positiva entre velocidade de fluxo e frequência pode explicar a maior eficiência de IUP versus irrigação sônica. O aquecimento do irrigante e da superfície da raiz durante IUP Siqueira et al, (2010) relatou um aumento da temperatura intracanal de 37 para 45°C perto da ponta do instrumento e 37°C de distância a partir da ponta quando seu ingrediente foi ultrassonicamente ativado por 30s sem reabastecimento. Um efeito de resfriamento de 37 a 29°C foi registrado quando o irrigante foi reabastecido com fluxo contínuo de irrigante. A temperatura do ingrediente era de 25°C.

A temperatura externa se estabilizou em 32°C durante um fluxo contínuo do irrigante e atingiu um máximo de 40°C em 30s sem fluxo contínuo. Ahmad (1990) relatou um aumento médio da temperatura de 0,6°C durante um fluxo contínuo de irrigante. A temperatura inicial do irrigante era de 20°C. Um aumento de temperatura dentro dessas faixas não causará aumentos patológicos da temperatura no ligamento peridontal.

2.4 Parâmetros IUP

Conicidade da lima e diâmetro do canal radicular A conicidade e o diâmetro do canal radicular têm influência na eficácia do IUP na remoção de fragmentos de dentina do canal radicular. Nos estudos de Lee et al, (2012); Sluis, Wu, Wesselink (2012) foram realizados 3 min de IUP com NaOCl a 2% em cada canal. A partir de seus resultados, pode-se concluir que, dentro de certos limites (tamanho 20, conicidade 0,04 a tamanho 20, conicidade 0,10), quanto maior a conicidade, mais restos de dentina podem ser removidos.

2.4.1 Aplicação de irrigante durante IUP

Dois métodos de enxágue podem ser usados durante o IUP, a saber, um enxágue contínuo de irrigante da peça de mão ultrassônica ou um método de enxágue intermitente usando a seringa. No método de enxágue intermitente, o irrigante é injetado no canal radicular por uma seringa e reabastecido várias vezes após cada ativação ultrassônica. Durante a ativação ultrassônica, o instrumento anultrasonicamente oscilante (arquivo ou fio liso) irá ativar o irrigante no canal radicular de forma que microorganismos, restos de dentina e tecido orgânico serão destacados da parede do canal radicular e absorvidos ou dissolvidos no irrigante. A seguir, o canal radicular é lavado com 2 mL de irrigante fresco para remover os remanescentes do canal radicular. Ambos os métodos de lavagem foram igualmente eficazes na remoção de restos de dentina do canal radicular em um modelo ex vivo quando seu tempo de irrigação foi fixado em 3 min (SIQUEIRA et al, 2010)

Wu, Van Der Sluis, Wesselink (2013) concluíram que, usando fluxo contínuo de irrigante, o A substituição do irrigante no sistema de canal radicular tem mais probabilidade de ser influenciada pelo tempo do que pelo volume usado. Isso é confirmado por um estudo de Passarinho-Neto et al, (2012), onde 5 min de IUP removeram mais restos de dentina do canal radicular do que 1 min usando um fluxo contínuo de NaOCl, quando o volume era o mesmo em ambos os grupos. Quando o irrigante é injetado no canal radicular por uma seringa, a quantidade de irrigante que flui através da região apical do canal pode ser controlada porque o volume e a profundidade da penetração da seringa são conhecidos; isso não é possível usando o fluxo contínuo da peça de mão. O fluxo apical é importante porque a reposição frequente de NaOCl é essencial.

2.4.2 Tempo de irrigação

A influência do tempo de irrigação na eficácia do IUP não é clara. Um estudo alegou um aumento na remoção da camada de esfregaço após 5 minutos de IUP, em oposição a 3 minutos. No estudo de Sabins et al, (2014), nenhuma diferença significativa foi encontrada entre 30 e 60 s de IUP na remoção de resíduos de dentina do canal radicular. Em seu estudo, em vez de um fluxo contínuo de NaOCl durante o IUP, o NaOCl foi injetado no canal radicular por uma seringa e não foi atualizado durante a ativação ultrassônica do NaOCl.

2.4.3 IUP com um fio liso

Um fio liso é tão eficaz quanto a remoção de fragmentos de indentina de um arquivo de corte normal durante o IUP. Parece preferível usar um IUP com arame liso porque ele não corta intencionalmente a parede do canal radicular e pode, portanto, prevenir formas aberrantes do canal radicular ou perfuração da raiz (apical) (Mayer et al, 2011). Vários estudos Mayer et al, (2011); Gutarts et al, (2012) usaram fios lisos e demonstraram seus eficácia durante o IUP. O fio liso usado no estudo de Gutarts et al, (2012) era na verdade uma agulha oca ativada por ultrassom, através da

qual o irrigante era introduzido no canal radicular.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica utilizou o banco de dados MEDLINE, que remonta a 1965. Listas de referências de artigos potencialmente relevantes e artigos de revisão também foram selecionados para a estratégia de busca. As seguintes combinações de palavras-chave foram usadas para a estratégia de busca:

- 'ultrassom irrigação de canal radicular'
- OU 'irrigação ultrassônica de canal radicular'
- OU 'irrigação ultrassônica passiva'
- OR 'ultrassom NaOCl'
- OU 'cavitação ultrassônica de canal radicular'
- OU 'canal radicular de transmissão acústica ultrassônica'
- OU 'canal radicular de bactérias ultrassônicas'
- OU 'canal radicular de biofilme ultrassônico'.

O cuidado foi considerado para incluir apenas estudos que abordavam a irrigação ultrassônica 'passiva'; estudos usando IU foram excluídos. Parece que há pouco consenso sobre a terminologia da irrigação ultrassônica na literatura. Por exemplo, o IUP ocasionalmente foi mencionado, enquanto na verdade a IU foi feita. Essas discrepâncias potencialmente tiveram uma influência considerável na interpretação dos resultados do IUP. Os artigos foram analisados independentemente por dois revisores (M. K. W. e L.S.).

A qualidade dos artigos foi avaliada incluindo uma avaliação do desenho do estudo e testes estatísticos. Alguns artigos foram categorizados como estudos observacionais. Estes estudos descrevem em detalhes padrões de fluxo acústico, cavitação ou amplitude de deslocamento do arquivo ou fio. A busca resultou em um total de 74 artigos, dos quais 20 foram excluídos por não corresponderem aos critérios de inclusão, um por insuficiência da metodologia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microextração acústica ou cavitação desempenham um papel importante na eficácia do IUP. No entanto, os detalhes relativos a esses mecanismos não foram esclarecidos. Uma descrição precisa do padrão de fluxo de seu ingrediente "no canal radicular" durante o IUP, por exemplo, ainda não está disponível. Portanto, os mecanismos físicos exatos responsáveis pela eficácia do IUP permanecem incertos. Em alguns dos estudos, grandes desvios-padrão foram relatados, indicando uma variação substancial na eficácia do IUP. Uma explicação poderia ser que é difícil padronizar o posicionamento do instrumento ativado por ultrassom no centro do canal radicular e padronizar a amplitude de deslocamento, uma vez que uma pequena restrição no canal mudará a amplitude. Isso terá um efeito direto na eficácia do IUP. Esse problema provavelmente pode ser superado aumentando a frequência do ultrassom. Então, a velocidade de fluxo do irrigante será tão forte que uma pequena mudança na posição do instrumento fará pouca diferença. Água, pois o irrigante parece ser menos eficiente que o NaOCl durante o IUP (BRENNER, HILGENFELDF, LOHSE, 2012).

As diferenças nas propriedades físicas do NaOCl e da água podem ter um efeito na transmissão da energia do ultrassom para o irrigante. Por exemplo, bolhas formadas em água salgada tendem a ser mais numerosas, particularmente as bolhas menores, e são menos propensas a coalescer do que bolhas em água doce. O vapor (cloreto quando NaOCl é usado) pode se difundir na bolha durante a expansão da bolha e a dinâmica da bolha depende da concentração do gás dissolvido no líquido, da

temperatura do líquido e das quantidades de impurezas ativas de superfície. Esses fatores podem explicar por que o IUP com solução salina estéril (NaCl 0,9%) removeu significativamente mais bactérias planctônicas do canal radicular do que a irrigação com seringa de solução salina, embora a solução salina não dissolva o tecido orgânico e não seja bactericida (BRENNER, HILGENFELDT, LOHSE, 2012; RODIG et al, 2015).

A água não mostrou uma diferença significativa na remoção de resíduos de dentina ou bactérias planctônicas quando a irrigação com seringa e IUP foram comparados (RODIG *et al.*, 2015).

O tema do debate é a eficácia do PUI em canais curvos. Nos artigos discutidos nesta revisão, a curvatura das raízes foi moderada <35 e, portanto, foi possível a pré-moldagem do arquivo, o que pode explicar em parte os resultados positivos. Outra explicação poderia ser que o PUI é realizado após o canal radicular ter sido moldado. Portanto, o canal radicular teapical é alargado e simplesmente há mais espaço para o arquivo se mover livremente no irrigante, mesmo quando o instrumento ativado por ultrassom não atinge o comprimento total de trabalho. Além disso, Brenner, Hilgenfeldt, Lohse (2012) mostrou que a cavitação transiente pode ocorrer em canais curvos (mas apenas quando o arquivo foi pré-formado) criando um padrão de sonoridade altamente ativo em canais curvos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nesta revisão da literatura, conclui-se que o IUP parece ser um tratamento adjuvante para a limpeza do sistema de canais da raiz e que o IUP é mais eficaz do que a irrigação por seringa. Mais pesquisas são necessárias para esclarecer os mecanismos físicos subjacentes por meio dos quais o IUP exerce sua eficácia.

REFERÊNCIAS

BAUGH, D.; WALLACE, J. O papel da instrumentação apical no tratamento do canal radicular: uma revisão da literatura. **Journal of Endodontics**, 2013.

BRENNER, M. P.; HILGENFELDT, S.; LOHSE, D. **Bolhas simples o sem luminescência**. Revisões da Física Moderna, 2012.

CAMERON, J. A.; O uso de ultrassom na remoção da camada de esfregaço: um estudo em microscópio eletrônico de varredura. **Journal of Endodontics**, 1983.

GUTARTS, R. et al. In vivodebridement efficacy da irrigação ultrassônica após instrumentação rotativa manual em molares inferiores humanos. **Journal of Endodontics**, 2012.

GUERISOLI, D. M. et al. Avaliação da remoção da smear layer por EDTAC e hipoclorito de sódio com agitação ultrassônica. **International Endodontic Journal**, 2010.

HAAPASALO, M. et al. Erradicação da infecção endodôntica por soluções de instrumentação e irrigação. **Endodontic Topics**, 2013.

LEE, S. J.; WU, M.; WESSELINK, P. R. A eficácia da irrigação com seringa e ultrassom para remover detritos de irregularidades simuladas dentro das paredes preparadas do canal radicular. **International Endodontic Journal**, 2012.

MAYER, B. E.; PETERS, O. A.; BARBAKOW, F. Efeitos de instrumentos rotatórios e irrigação ultrassônica em escores de detritos e smearlayer: um estudo de microscopia eletrônica de varredura. **International Endodontic Journal**, 2011.

MOHOLKAR, V. S. et al. Os mecanismos de intexteis de intensificação de transferência de massa

por ultra-som. **American Institutes of Chemical Engineers Journal**, 2012.

Nair, P. N. R. et al. **Status microbiano do sistema de canais radiculares apicais de primeiros molares inferiores humanos com periodontite apical primária após uma consulta de tratamento endodôntico**. Cirurgia Oral, Medicina Oral, Patologia Oral, Radiologia Oral e Endodontia, 2012.

OHL, C. D.; ARORA, M.; IKINK, R. et al. Sonoporação de bolhas de cavitação por jato. **Biophysical Journal**, 2013.

NETO, J. G. et al. Avaliação in vitro da remoção de debris endodônticos obtida por instrumentação rotatória acoplada à irrigação ultrassônica. **Australian Endodontic Journal**, 2012.

PETERS, O. A. **Desafios e conceitos atuais na preparação de sistemas de canais radiculares: uma revisão**. Journal of Endodontics 30, p. 559-67. 2010.

RICHMAN, M. J. O uso de ultra-som na terapia de canal radicular e ressecção radicular. **Journal of Medicine**, 1957.

RICUCCI D.; BERGENHOLTZ, G. Bacterial status in rootfilledeth exposto ao ambiente oral por perda de restauração e fratura ou cárie um estudo histobacteriológico de casos tratados. **International Endodontic Journal**, p. 787-97. 2012.

RÖDIG, T. et al. Eficácia de diferentes irrigantes na remoção de hidróxido de cálcio dos canais radiculares. **International Endodontic Journal**, 2010.

SABINS, R. A.; JOHNSON, J.D.; HELLSTEIN, J. W. Uma comparação da eficácia de limpeza da irrigação sônica e ultrassônica passiva de curto prazo após instrumentação manual em canais radiculares de molares. **Journal of Endodontics**, 2014.

SIQUEIRA, J. F. et al. Eficácia das técnicas de instrumentação e regimes de irrigação na redução da população bacteriana nos canais radiculares. **Journal of Endodontics**, 2010.

SPOLETI, P.; SIRAGUSA, M.; SPOLETI, M. J. Avaliação bacteriológica da ativação ultrassônica passiva. **Journal of End-odontic**, 2010.

SLUIS, L. W. M; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Uma comparação entre um fio liso e um arquivo K na remoção de restos de dentina colocados artificialmente em blocos de plástico. **International Endodontic Journal**, 2011.

SLUIS, L. W. M; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. A eficácia da irrigação ultrassônica para remover detritos de dentina artificialmente colocados de canais radiculares humanos preparados com o uso de instrumentos de afilamento variável. **International Endodontic Journal**, 2012.

WELLER, R.N.; BRADY, J. M.; BERNIER, W. E. Eficácia da limpeza ultrassônica. **Journal of Endodontics**, 1980.

WEBER, C. D. et al. O efeito da ativação ultrassônica passiva de clorexidina 2% ou hipoclorito de sódio 5,25% irriganon atividade antimicrobiana residual em canais radiculares. **Journal of Endodontics**, 2012.

WU, M.K.; SLUIS, L.W.M.; WESSELINK, P.R. Capacidade de duas técnicas de instrumentação manual para remover a camada interna de dentina em canais ovais. **International Endodontic Journal**, 2013.

Recebido em: 14/08/2021

Aceito em: 16/11/2021

Publicado em: 01/12/2021

LIMA, J. B. Irrigação ultrassônica passiva do canal radicular: uma revisão da literatura