

USO DE ULTRASSOM NA ENDODONTIA: UMA REVISÃO CRÍTICA DE LITERATURA

USE OF ULTRASONICS IN ENDODONTICS: A CRITICAL LITERATURE REVIEW

MARCIO VINICIUS MURY **SERAFIM**¹, LUCAS BATISTA DE MENDONÇA **PEREIRA**¹, KARIN **ZUIM**², LUANA TALARICO LEAL VIEIRA **DACOME**³, ISABELLA CRUZ **CAVALCANTE**³, VICTOR TALARICO LEAL **VIEIRA**^{4*}

1. Acadêmico do curso de graduação do curso de Odontologia da Universidade AFYA UNIGRANRIO; 2. Acadêmica do curso de doutorado do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade AFYA UNIGRANRIO; 3 Acadêmica do curso de mestrado do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade AFYA UNIGRANRIO; 4. Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade AFYA UNIGRANRIO e do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Materiais do Instituto Militar de Engenharia – IME.

*Rua Professor José de Souza Herdy, 1160 - Jardim 25 de Agosto, Duque de Caxias – Rio de Janeiro, Brasil. CEP: 25071-202. victortalarico@gmail.com

Recebido em 03/10/2025. Aceito para publicação em 29/10/2025

RESUMO

O uso do ultrassom na endodontia tem se mostrado essencial em diversas etapas do tratamento endodôntico, retratamento e cirurgia paraendodônticas. Esse avanço tecnológico permite uma otimização da ação do irrigantes na remoção de material obturação e preparo para retro obturação. Ademais, o ultrassom também é utilizado na remoção de pinos intrarradiculares, identificação de canais durante o acesso e remoção de instrumentos fraturados, com mais segurança e maior preservação de estrutura dentinária. Seu uso associado com microscópio operatório auxilia na visualização e traz mais precisão para os procedimentos realizados. O ultrassom representa uma ferramenta indispensável para a endodontia contemporânea, trazendo técnicas eficazes e contribuindo para o sucesso dos tratamentos endodônticos.

PALAVRAS-CHAVE: Odontologia; Tratamento Endodôntico; Ultrassom; Canal radicular.

ABSTRACT

The use of ultrasound in endodontics has proven to be essential in several stages of endodontic treatment, retreatment, and periradicular surgery. This technological advancement enables the optimization of irrigant action in the removal of filling materials and in the preparation for retrofilling procedures. Moreover, ultrasound is also employed in the removal of intraradicular posts, identification of root canals during access, and retrieval of fractured instruments, offering greater safety and preservation of dentinal structure. When used in combination with the operating microscope, it enhances visualization and provides greater precision during clinical procedures. Ultrasonic technology represents an indispensable tool in contemporary endodontics, offering effective techniques that contribute significantly to the success of endodontic treatments.

KEYWORDS: Dentistry; Endodontic Treatment; Ultrasound; Root canal

1. INTRODUÇÃO

O ultrassom foi introduzido na odontologia no final da década de 50, inicialmente para uso em profilaxia e remoção de cálculo periodontal. Ganhou destaque ao longo dos anos e se tornou equipamento essencial na endodontia, presente em todas as etapas do tratamento endodôntico, retratamento endodôntico ou microcirurgia para endodôntica, com insertos específicos e desenvolvidos para diversas finalidades, como retificação de acesso, localização de canais, remoção de nódulos pulpare, remoção de material obturador, remoção de pinos intrarradiculares e agitação da solução irrigante como hipoclorito de sódio e EDTA^{1,2}.

Os tipos de ultrassom mais utilizados atualmente na odontologia são magnetostritivo, que usa campo magnético, gerando vibrações em movimento circular ou elíptico, e o piezoelétrico, com capacidade de transformar energia elétrica em mecânica que permite um movimento linear de vibração, tornando-se mais preciso e delicado para cortes, além de gerar menos calor. O ultrassom magnetostritivo, por causar mais vibrações, tem maior tendência de produzir calor e consequente desconforto ao paciente. Na endodontia, o sistema piezoelétrico é tipo mais utilizado, graças às vibrações ultra lineares que produzem bolhas no interior do líquido que, ao se romperem, causam efeito de cavitação com maior potencial de ruptura do biofilme em locais de difícil acesso aos instrumentos rotineiramente usados para preparo e modelagem do sistema de canais radiculares³.

A ativação do agente irrigante pode ser realizada por meio de ativação ultrassônica passiva (PUI), terminologia que pode causar confusão, e seria mais preciso usar ativação ultrassônica, ou por meio da ativação ultrassônica contínua (CUI)².

Pode-se utilizá-lo também nas cirurgias paraendodônticas em que o ultrassom facilita o preparo, sendo mais conservador, e reduz os riscos, pois evita-se o uso de brocas e na cirurgia, ainda pode ser utilizado no retropreparo. Além de remover o material obturador,

pode-se utilizá-lo para ativar o cimento durante a obturação, trazendo um maior escoamento e mais qualidade para a obturação⁴.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho se propõe a realizar uma revisão crítica da literatura, utilizando as bases de dados do Pubmed. Trabalhos clássicos, fora do corte temporal, foram utilizados, principalmente para contextualização histórica do assunto em questão. Foram incluídos apenas trabalhos em inglês. Para as buscas foram utilizados os termos: “Ultrassom, Endodontia, retratamento endodôntico, acesso endodôntico, irrigação ultrassônica, pinos intrarradiculares e instrumentos fraturados”.

3. DESENVOLVIMENTO

Irrigação ultrassônica

O ultrassom é um recurso tecnológico importante na odontologia, principalmente na endodontia; com destaque para a ativação de irrigantes nos canais radiculares. Um método eficaz consiste na agitação da solução irrigadora com o uso do aparelho ultrassônico, pois ela potencializa a ação do hipoclorito de sódio nos condutos, tanto na remoção ou desorganização de biofilme bacteriano quanto na maior possibilidade de a solução alcançar áreas que os instrumentos não alcançam, além de diminuir o tempo necessário para a instrumentação satisfatória do canal, pois melhora o agente antimicrobiano no sistema de canais radiculares^{5,6,7}.

Sua ação consiste na formação de bolhas no interior do canal radicular que, por meio do rompimento, geram cavitações transitórias e o chamado choque de ondas (*shock wave*), promovem a ruptura do biofilme nos condutos radiculares e facilitam a eliminação de detritos. A agitação da solução irrigadora nos canais radiculares pode ocorrer por meio da irrigação ultrassônica passiva (PUI) ou irrigação ultrassônica contínua (CUI)^{7,8,9}.

Irrigação Ultrassônica Passiva

Essa técnica consiste na deposição de material irrigador dentro do canal e na utilização de inserto ultrassônico para agitar a solução e criar uma micro vaporização acústica e o aquecimento do hipoclorito de sódio para formar cavitações transitórias e remoção de debris dentinários em áreas que a irrigação convencional não conseguiria irrigar. A agitação ultrassônica melhora também o potencial de penetração em canais laterais, áreas que seriam inacessíveis em caso de utilização do método tradicional com agulhas e seringas^{2,6,10}.

A PUI é mais efetiva em canais retos, porém há estudos que afirmam que, em canais já instrumentados, a PUI também consegue ser eficiente, pois o canal apresenta uma largura maior, facilitando a irrigação. E mesmo em canais curvos, a PUI é mais eficiente que o método convencional com agulhas e seringas. Ela também reduz o tempo necessário para limpeza dos

condutos, pois distribui e ativa a solução de forma uniforme, diminuindo o tempo clínico de tratamento^{8,10,11}.

Irrigação ultrassônica contínua

A Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI) consiste na ativação do inserto ultrassônico com irrigação contínua da solução irrigadora. A CUI é utilizada com o mesmo objetivo da PUI, para facilitar a chegada de material irrigador em todo o comprimento de trabalho dos canais radiculares e canais acessórios que, na técnica convencional, a solução não alcançaria. Ela é realizada a cada troca de instrumento para se obter uma maior eficácia na irrigação dos canais^{8,9}.

Remoção de pinos intrarradiculares

O ultrassom pode ser utilizado para remoção de pinos intrarradiculares, pois ajuda a otimizar o tempo clínico e torna o procedimento menos invasivo, preservando mais estrutura dentária, quando comparado ao uso de brocas e saca pinos^{2,12,13}.

Na endodontia, tem-se preconizado o uso de ultrassons na remoção de pinos, pois apresenta vantagens em relação a outras técnicas, como o menor risco de fraturas e perfurações, por não envolver brocas, além da facilidade em ser utilizada em qualquer elemento dentário da cavidade bucal. Outra vantagem citada é o fato de o ultrassom causar menos tensão nas paredes dentinárias intracanal, sendo uma técnica simples e segura. Ele pode também ser associado a outras técnicas, o que torna seu uso mais versátil. Um estudo feito por Braga *et al.*¹² constatou-se que o uso do ultrassom reduz a força necessária para remoção de pinos e que o uso de duas ou mais unidades ultrassônicas simultâneas aumenta a eficiência na remoção^{12,13,14}.

A utilização da água também interfere na remoção de pinos, pois o resfriamento com água reduz a força necessária para retirar o pino cimentado com fosfato de zinco significativamente. A remoção a seco é mais adequada para cimentos resinosos, por não serem friáveis¹⁵.

Acesso endodôntico

O uso do ultrassom no acesso e localização dos canais, associado ao uso do microscópio, facilita a visualização dos canais, preserva a dentina e auxilia a remoção de debris dentinários. Auxilia também na remoção de materiais obturadores. A retificação de acessos com inserto endodôntico e muito utilizada para localização de canais de difícil visualização como o méso palatino em molares superiores e méso medial em molares inferiores (presença da concha mesial), frequentemente associados com fracasso do tratamento endodôntico em casos com periodontite apical. Ele também pode ser utilizado na remoção de nódulos pulpares e calcificações que impedem acesso aos canais radiculares. Diferente das brocas, o ultrassom não rotaciona, proporcionando ao dentista mais precisão, controle e segurança no acesso, reduzindo o risco de perfuração. Entretanto quando utilizado em potências

muito elevadas pode ocorrer fratura do inserto e alterações na anatomia da câmara pulpar^{1,2,19}.

A associação do ultrassom com microscópio operatório assegura maior precisão, qualidade de visualização e iluminação intensificada do campo operatório. Permite a observação de detalhes anatômicos durante todas as etapas do acesso coronário, favorecendo a localização e exploração dos canais radiculares. Ademais potencializa a execução de acessos mais conservadores com a preservação da estrutura dentária sadia, sem comprometer a obtenção de um trajeto livre e direto aos canais, melhora significativa prognóstico e aumenta a precisão do corte a ser feito diminuindo remoções desnecessárias de dentina saudável^{16,17,18,19}.

O acesso aos canais realizado com brocas endo Z proporcionam rapidez, uma superfície maior lisura da superfície dentinária e um menor número de novas trincas quando comparado com insertos ultrassônicos que exigem um tempo de acesso significativamente maior e um aumento na quantidade de fissuras nos elementos estudados¹⁸.

Cirurgia paraendodôntica

A cirurgia paraendodôntica é uma opção de tratamento endodôntico, utilizada em casos de insucesso no retratamento do canal ou quando o acesso ao sistema de canais radiculares é inviável graças à presença: de trabalhos protéticos restauradores, barreiras anatômicas, e retentores intrarradiculares volumosos. Existem insertos ultrassônicos especialmente desenhados para esse fim desde a osteotomia, corte apical e retro preparo^{3,4,20}.

Em estudo laboratorial sobre a apicectomia realizada com insertos angulados e o preparo da retro cavidade com ultrassom, foi observado que essa técnica apresenta bons resultados. O uso do ultrassom possibilita a remoção uniforme do ápice radicular em todas as suas faces, o que contribui para uma menor infiltração, preparo mais conservador, menor exposição dos túbulos dentinários e remoção segura do delta apical, o que melhora o prognóstico, a rapidez e aumenta a taxa de sucesso do procedimento^{3,4,16}.

Remoção de instrumentos fraturados

Apesar dos avanços tecnológicos alcançados na endodontia, falhas e acidentes ainda podem ocorrer durante o tratamento. A fratura de instrumentos endodônticos pode estar relacionada à fadiga ou a torção, ao uso inadequado ou mesmo, e a defeitos de fabricação. Nesse contexto, o ultrassom constitui uma das principais ferramentas empregadas na remoção desses fragmentos, uma vez que suas vibrações geram forças que favorecem o desprendimento e a retirada do mesmo^{1,2}.

O planejamento do caso deve considerar diversos fatores, como a presença de instrumento fraturado, o tempo decorrido desde o acidente, eventuais tentativas prévias de remoção, a região do canal radicular em que o fragmento se encontra, bem como a existência de

curvaturas ou outros obstáculos anatômicos. O sucesso do tratamento endodôntico pode ser influenciado por diferentes fatores, especialmente em situações que envolvem instrumentos fraturados. A complexidade da remoção está relacionada ao terço radicular em que o fragmento se encontra, sendo o terço apical o de maior dificuldade. Ademais, canais curvos apresentam maior desafio para a remoção de instrumentos quando comparados aos canais retos. Quando associado ao microscópio permite preparos menos invasivos e facilita a remoção do material fraturado no canal, todavia, apesar do protocolo ultrassônico ser o mais seguro e com maior taxa de sucesso, nenhum dos protocolos fornece uma recuperação totalmente segura para instrumentos fraturados^{1,21}.

Retratamento endodôntico

O ultrassom é uma das alternativas para remoção do material obturador durante o retratamento endodôntico e demonstrou ser um método mais rápido e com menos extravasamento apical de resíduos que outras técnicas de remoção de gutta-percha^{22,23}.

Os dispositivos ultrassônicos possuem limitações, principalmente na remoção completa do material obturador, entretanto, ao se associar com uma técnica mecânica eficiente, foi constatada uma significativa redução de resíduos de material obturador nos canais radiculares. A utilização de água, junto aos insertos, no retratamento endodôntico, é contraindicada, por uma série de fatores que reduzem a eficiência do ultrassom, mesmo com o aumento de calor ocasionado pela utilização dos insertos. Tendo que ser utilizados na menor velocidade possível. O ultrassom também pode ser utilizado para facilitar a quebra do cimento endodôntico durante o retratamento, porém deve-se tomar cuidado nessa etapa com o calor gerado pelo inserto, pois pode causar uma necrose óssea localizada^{24,25}.

4. DISCUSSÃO

A irrigação por meio do ultrassom se mostra mais eficiente na remoção de smear layer quando comparada ao método convencional, utilizando agulha e seringa; apresenta maior remoção de biofilme e poder de potencializar o alcance da solução irrigadora até áreas de difícil acesso como istmos e irregularidades, entretanto sua ação depende também da frequência ultrassônica utilizada, maior frequências maior a eficiência de limpeza, e maior também será os riscos de fratura e cortes indevidos de dentina na porção radicular^{2,8,9}.

Entre os dois métodos de utilização da irrigação ultrassônica, a PUI é considerada mais eficiente e possui maior segurança e controle que a CUI, porém ambas as técnicas ultrassônicas demonstraram ser mais eficientes na remoção de detritos e microrganismos que a técnica com seringa, principalmente em canais já instrumentados, ou seja, com uma ampliação do volume do canal possibilitando a ação do inserto na porção mais apical^{9,10}.

A remoção de pinos intra-radulares, com uso de ultrassom e dois insertos simultâneos potencializa e reduz o tempo necessário. Ademais, podemos afirmar que a técnica é potencializada em pinos com fosfato de zinco quando utilizada com spray de água, pois ele é mais friável; já nos cimentos resinosos, é indicado o uso sem água para que o calor gerado auxilie na sua remoção^{12,14,15}.

O ultrassom também se mostra mais eficaz para retirada de pinos de fibra de vidro, pois o cimento utilizado nesses pinos possui coloração parecida com a dentina; com isso, a retirada com brocas pode levar a cortes desnecessários de dentina sadia. O método ultrassônico também influencia na redução da força necessária para a retirada do pino, tornando a retirada mais fácil e sem cortes desnecessários^{2,12}.

No acesso endodôntico, o ultrassom tem papel importante na localização dos canais, principalmente em molares em que camadas de dentina acabam por esconder canais principais importantes. Seu uso também auxilia a evitar cortes desnecessários de dentina saudável na localização desses condutos, além de evitar perfurações pelo uso excessivo das brocas^{1,2}.

Além disso, temos a associação entre microscópio e ultrassom na localização dos canais, o que facilitou e levou a uma maior precisão durante os acessos, reduzindo o risco de perfurações. A utilização do microscópio pode ajudar até os mais inexperientes na área, como estudantes de graduação, que, com o advento do microscópio e mesmo sem treinamento, tiveram uma melhora significativa nos seus acessos endodônticos^{17,18,19}.

A cirurgia paraendodôntica evoluiu com o ultrassom, pois, aliado ao uso do microscópio, auxilia na visualização dos canais e possui múltiplos tipos de insertos endodônticos, causando uma revolução no retratamento endodôntico. O uso de insertos facilitou e tornou o retratamento menos invasivo e traumático ao paciente, devido à sua eficiência e leveza de corte, visando sempre à desinfecção e limpeza do ápice radicular^{4,16}.

Deve-se levar em consideração o cuidado com a limpeza e desobstrução dos canais, tomando cuidado sempre com a quantidade de água utilizada nos procedimentos, pois, se for utilizado excesso de água, dificultará a remoção e visualização, e, se utilizada em quantidade reduzida, o resfriamento e enxágue serão ineficientes. Assim evitando falhas na remoção dos materiais obturadores, sejam eles amálgama, gutta-percha ou óxido de zinco e eugenol (OZE). Um contraponto é que o aquecimento da guta-percha pode favorecer a sua remoção^{3,4}.

A remoção de instrumentos fraturados na endodontia com a utilização do ultrassom tem sido uma técnica bastante utilizada na área de retratamento endodôntico. Esta técnica consiste no uso da vibração para remoção dos instrumentos. Múltiplos fatores podem ocasionar as fraturas desses instrumentos, como curvatura da raiz, falta de experiência do operador, fadiga, envelhecimento e comprimento do instrumento^{1,21}.

Nesses casos, a opção pelo tratamento não invasivo é sempre a primeira escolha, visando sempre manter o máximo de estrutura dentária. O uso de líquidos na remoção desses instrumentos, fazem assim o instrumento flutuar, devido à ação ultrassônica^{2,21}.

O uso do ultrassom no retratamento endodôntico é uma alternativa eficaz para remoção de gutta-percha, pois ele apresentou uma maior retirada do material obturador, além de ter sido mais rápido e deixado menos resíduos no conduto. Ademais, a técnica ultrassônica apresentou menor valor de material remanescente nos canais radiculares^{22,23}.

Quando associados à técnica mecânica e ultrassônica se obtém um resultado melhor na remoção da gutta-percha, porém é contraindicado o uso de água no ultrassom, pois afeta o desempenho da ponta, além de prejudicar também a visão do campo. Ele pode ser usado para quebrar o cimento endodôntico, contudo, deve-se tomar cuidado com o calor gerado para não causar necrose óssea no local^{24,25}.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o ultrassom é um recurso importante na endodontia em todas as áreas pesquisadas, em especial na irrigação, pois ela é considerada a técnica mais eficiente conhecida atualmente. O mesmo ocorre para remoção de pinos, devido menor invasão à dentina em relação às brocas. É uma ferramenta essencial para remoção de instrumentos fraturados devido a maior segurança e controle. O uso do ultrassom nas cirurgias paraendodônticas é importante devido à melhoria do prognóstico. Em relação aos acessos, o ultrassom auxilia de maneira significativa na localização de canais, porém não é indicado para fazer o acesso propriamente dito. Nos retratamentos, os insertos são extremamente úteis para retirada de material obturador, pois se apresentam mais eficientes que o uso de brocas.

6. FINANCIAMENTO

Os autores agradecem a FAPERJ - Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. Bolsa JCNE Processo E-26/201.359/2022. Os autores declaram não haver conflito de interesse.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Ansar A, Shetty KH. Uses of ultrasonics in endodontics: a review. *Int J Adv Res.* 2018; 6(12):1448-59. doi:10.21474/IJAR01/8288.
- [2] Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod.* 2007; 33(2):81-95. doi:10.1016/j.joen.2006.10.008.
- [3] Setzer FC, Kratchman SI. Present status and future directions: Surgical endodontics. *Int Endod J.* 2022; 55(Suppl 4):1047-1059. doi:10.1111/iej.13783.
- [4] Stropko JJ, Doyon GE, Gutmann JL. Root-end management: resection, cavity preparation, and material placement. *Endod Topics.* 2005; 11:131-51.
- [5] Paixão S, Rodrigues C, Grenho L, Fernandes MH. Efficacy of sonic and ultrasonic activation during endodontic treatment: a Meta-analysis of in vitro studies.

- Acta Odontol Scand. 2022; 80(8):588-595.
- [6] Moreira RN, Pinto EB, Galo R, Falci SGM, Mesquita AT. Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand.* 2019; 77(1):55–60. doi:10.1080/00016357.2018.1499960.
 - [7] Gulabivala K, Ng YL, Mordan N, Gulabivala M. Ultrasonic irrigant activation during root canal treatment: a systematic review. *Int Endod J.* 2023; 56(7):723–738. doi:10.1111/iej.13890.
 - [8] Mozo S, Llena C, Forner L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012; 17(3):e512-6.
 - [9] Boutsoukakis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions: irrigants and irrigation methods. *Int Endod J.* 2022; 55(Suppl 3):588–612. doi:10.1111/iej.13783.
 - [10] van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007; 40(6):415-26. doi:10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x
 - [11] Boutsoukakis C, Verhaagen B, Walmsley AD, Versluis M, van der Sluis LWM. Measurement and visualization of file-to-wall contact during ultrasonically activated irrigation in simulated canals. *Int Endod J.* 2013; 46:1046–55.
 - [12] Braga NMA, Alfredo E, Vansan LP, Fonseca TS, Ferraz JAB, Sousa-Neto MD. Efficacy of ultrasound in removal of intraradicular posts using different techniques. *J Oral Sci.* 2005; 47(3):117-21.
 - [13] Garrido ADB, Oliveira AG, Osório JEV, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Evaluation of several protocols for the application of ultrasound during the removal of cast intraradicular posts cemented with zinc phosphate cement. *Int Endod J.* 2009; 42(7):609-13.
 - [14] Pereira KFS, Junqueira-Verardo LB, Zafalon EJ, Tomazinho LF, do Nascimento VR, Santos Bastos HJ, Otani AY. Comparing the Efficiency of Single versus Dual Ultrasonic Devices for Metallic Post Removal in Endodontic Retreatment: A Clinical Study. *Iran Endod J.* 2024; 19(3):189-192. doi: 10.22037/iej.v19i3.44817. PMID: 39086711; PMCID: PMC11287037.
 - [15] Garrido ADB, Fonseca TS, Alfredo E, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Influence of Ultrasound, With and Without Water Spray Cooling, on Removal of Posts Cemented With Resin or Zinc Phosphate Cements. *J Endod.* 2004; 30(3):173-6.
 - [16] Kim S, Kratchman S. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review. *J Endod.* 2006; 32:601-23.
 - [17] Rampado ME, Tjäderhane L, Friedman S, Hamstra SJ. The benefit of the operating microscope for access cavity preparation by undergraduate students. *J Endod.* 2004; 30(12):863–867. doi:10.1097/01.DON.0000134204.36894.7C.
 - [18] Zogheib C, Roumi R, Bourbouze G, Naaman A, Khalil I, Plotino G. Effects of ultrasonic refinement on endodontic access cavity walls: A microcomputed tomography analysis. *J Conserv Dent.* 2021; 24(1):29–35. doi:10.4103/JCD.JCD_599_20.
 - [19] Zogheib C, Roumi R, Bourbouze G, Naaman A, Khalil I, Plotino G. Effects of ultrasonic refinement on endodontic access cavity walls: A microcomputed tomography analysis. *J Conserv Dent.* 2021; 24(1):29–35. doi:10.4103/JCD.JCD_599_20.
 - [20] Sultan M, Pitt Ford TR. Ultrasonic preparation and obturation of root-end cavities. *Int Endod J.* 1995;28(5):231-8.
 - [21] Terauchi Y, Ali WT, Abielhassan MM. Present status and future directions: Removal of fractured instruments. *Int Endod J.* 2022; 55(Suppl 3):685-709.
 - [22] Crozeta BM, Lopes FC, Silva RM, Silva-Sousa YTC, Moretti LF, Sousa-Neto MD. Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. *Clin Oral Investig.* 2021 Mar; 25(3):891-9.
 - [23] Kasam S, Mariswamy AB. Efficacy of different methods for removing root canal filling material in retreatment: an in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2016; 10(6):ZC06-9.
 - [24] Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. *J Endod.* 2004 Dec; 30(12):827-45. doi: 10.1097/01.don.0000145033.15701.2d. PMID: 15564860.
 - [25] Lumley PJ, Adams N, Tomson P. Root canal retreatment. *Br J Hosp Med (Lond).* 2006; 67(1):24–28.