

48

Fecha de presentación: febrero, 2022

Fecha de aceptación: mayo, 2022

Fecha de publicación: junio, 2022

IRRIGACIÓN ULTRASONICA

EN ENDODONCIA: ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE

ULTRASONIC IRRIGATION IN ENDODONTICS: A STATE-OF-THE-ART ANALYSIS

Miryan Margarita Grijalva Palacios¹

E-mail: ui.miryangp00@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0786-7200>

Nathalie Stefy Ponce Reyes¹

E-mail: ui.nathaliepr73@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1396-1236>

Dayanara Cecilia Burbano Pijal¹

E-mail: ui.dayanaraburbano@uniandes.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8006-2281>

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Ponce Reyes, N. S., & Burbano Pijal, D. C., (2022). Irrigación ultrasonica en endodoncia: análisis del estado del arte. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S3), 476-486.

RESUMEN

La limpieza y desinfección de estos juega un papel primordial para el tratamiento de conductos especialmente en aquellos con una morfología compleja. Es por eso que se indagó artículos científicos originales relacionados con el tema durante el periodo 2017 – 2022, con el objetivo de analizar la importancia que tiene la utilización del ultrasonido en la irrigación de conductos radiculares como parte del proceso de endodoncia; para esto se empleó la metodología documental, el corpus se integró por 20 artículos, mediante una matriz de contenido se obtuvieron los datos y se interpretaron con el análisis de contenido. Resaltando que la utilización de ultrasonido en la limpieza y desinfección de conductos juega un papel importante especialmente en aquellos de difícil acceso. Concluyendo que la activación de ultrasonido PUI permite obtener una mayor cantidad de túbulos dentinarios limpios, el cemento ocupará los espacios, logrando una obturación tridimensional, asegurando parte del éxito del tratamiento

Palabras claves: Ultrasonido, conductos radiculares, irrigación

ABSTRACT

The cleaning and disinfection of canals plays an essential role in the treatment of canals, especially in those with a complex morphology. That is why original scientific articles related to the topic were investigated during the period 2017 - 2022, with the aim of analyzing the importance of the use of ultrasound in root canal irrigation as part of the endodontic process; for this, the documentary methodology was used, the corpus was composed of 20 articles, through a content matrix the data were obtained and interpreted with the content analysis. The use of ultrasound in the cleaning and disinfection of canals plays an important role, especially in those that are difficult to access. Concluding that the activation of ultrasound PUI allows to obtain a greater amount of clean dentinal tubules, the cement will occupy the spaces, achieving a three-dimensional obturation, ensuring part of the success of the treatment.

Keywords: Ultrasound, root canals, endodontic irrigation.

INTRODUCCIÓN

La terapéutica endodóntica en la actualidad es un procedimiento muy frecuente en el ámbito odontológico, la misma que necesita de exhaustivos procedimientos para su correcta ejecución (da Silva et al., 2019; Holguín et al., 2019; de la Vega et al., 2021). A éstos se les ha definido como la triada endodóntica que incluye la desinfección, la conformación y la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, cuya finalidad es tratar las alteraciones pulpares y periapicales, promover la reparación y prevenir la reinfección. (Moradas & Álvarez, 2019; Tse & Cheung, 2020).

Existe una cantidad considerable de técnicas, sistemas de preparación manuales y mecanizadas para lograr la limpieza y conformación del sistema de conductos radicular, sin embargo, estos no logran conformar ni limpiar la totalidad de las superficies ya que actúan en la parte central del conducto, dejando casi siempre los conductos accesorios sin instrumentar, acumulándose así restos de tejidos y bacterias que dificultarán después la adaptación del material de obturación (Moradas & Álvarez, 2019; Rodríguez et al., 2015; Tse & Cheung, 2020; Wan Tin et al., 2021).

Uno de los objetivos principales en el tratamiento de conductos radiculares es la limpieza y desinfección (Holguín et al., 2019; González, 2021; Vega & Monar, 2021; Susila & Minu, 2019.) para esto es necesario la utilización de soluciones irrigantes con la finalidad de eliminar el mayor número de microorganismos, microflora que va a ser diferente en conductos que se ha tratado por primera vez con respecto a conductos radiculares con fracaso endodóntico, en los cuales existirá una mayor prevalencia de Gram positivos y anaerobios facultativos, siendo la especie que se aísla con mayor frecuencia el *Enterococcus faecalis* (de la Vega et al., 2021). Se evitará una reinfección ya que la compleja morfología que presentan los diferentes conductos radiculares, las irregularidades de las paredes de los conductos como extensiones ovas, istmos y deltas apicales hace que la limpieza no sea completa, convirtiéndose así en un reto lograr su desinfección (Basantes et al., 2019; González, 2021; Susila & Minu, 2019).

Existen factores que interactúan para que el proceso de irrigación sea eficaz, es decir la solución irrigante utilizada o el método de irrigación seleccionado tienen como finalidad remover todo el tejido blando, orgánico e inorgánico, tejido que se encuentre infectado o no de los conductos radiculares (de la Vega et al., 2021; Passalidou et al., 2018). Se debe elegir las soluciones irrigadoras adecuadas cuya capacidad de entrar en contacto con los materiales y estructuras que deben ser eliminados del

sistema de conductos radiculares sea la ideal. En la actualidad, existe en el mercado una infinidad de sustancias que actúan sobre la materia inorgánica alojada dentro de los CR, por ejemplo, hipoclorito de sodio, clorhexidina y las soluciones quelantes, todas con el objetivo de realizar una limpieza efectiva y con propiedades específicas (Plotino et al., 2019).

Durante la instrumentación surge la formación de barrillo dentinario, (Moradas & Álvarez, 2019) indican que el mantener la capa de barrillo dentinario podría ser beneficioso porque puede ocluir los túbulos dentinarios y limitar la penetración de microorganismos y sus productos al reducir la permeabilidad de la dentina. (Vega & Monar, 2021) manifiestan que al contener el barrillo dentinario microorganismos irritantes, biopelículas y restos de tejido necrótico deben ser completamente eliminado de las paredes para que no actúe como una barrera física entre los materiales de obturación y la dentina, impidiendo la entrada y flujo de los irrigantes en los túbulos dentinarios, potenciando el fracaso del tratamiento endodóntico.

Al no llegar con la instrumentación por completo a las diferentes partes del conducto radicular, hay que tener en cuenta la importancia de la irrigación (de la Vega et al., 2021; Rodríguez et al., 2015; Plotino et al., 2019; Retsas et al., 2022). De tal manera que existen varios métodos de irrigación, los mismos que juegan un papel fundamental en la limpieza del sistema de conductos garantizando que ésta sea eficaz (Moradas & Álvarez, 2019). La irrigación convencional, la cual se realiza por medio de una jeringa y aguja, debe permanecer libre y sin retenciones dentro del sistema de conductos radiculares al momento de irrigar, lo cual permite que el irrigante se difunda mejor, sin embargo, los investigadores sugieren que por medio de este método no se elimina la totalidad de barrillo dentinario que se crea durante la preparación ya que solo actuaría el irrigante en el tercio coronal y medio, así el efecto burbuja de aire o "vapor lock effect" no permite que el irrigante llegue a todo el área del conducto; sin embargo, para lograr un mejor resultado se puede utilizar agujas de menor calibre, pero se corre el riesgo que el líquido llegue a los tejidos periapicales ocasionando complicaciones muy grandes (Betancourt et al., 2021; Moradas & Álvarez, 2019; Rodríguez et al., 2015; Susila & Minu, 2019; Vega & Monar, 2021; Wan Tin et al., 2021)

Es por eso que surge la necesidad de realizar una revisión bibliográfica con la finalidad de analizar la importancia que tiene la utilización del ultrasonido en la irrigación de conductos radiculares como parte del proceso de endodoncia, de manera que se busca lograr el éxito del tratamiento, ya que en la actualidad se han diseñado un gran número de sistemas de dispensación y agitación

de sustancias irrigadoras tales como la agitación sónica y ultrasónica para la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares, ayudando a que éste pueda alcanzar las zonas de difícil acceso, donde los instrumentos manuales y rotatorios no pueden llegar (de la Vega et al., 2021; Vega & Monar, 2021; Rodríguez et al., 2015; Tse & Cheung, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

La activación sónica utiliza un instrumento cuya frecuencia es de 1-8 khz, que actúa de manera pasiva, creando microcorriente acústica, lo que evita el contacto con las paredes, pero no logra la velocidad necesaria para ocasionar grandes tensiones en el irrigante. Sin embargo, presenta ventajas como: evita perforaciones, disminuye el riesgo de transporte y desgaste excesivo en las paredes del conducto teniendo en cuenta que la velocidad de vibración es inferior (de la Vega et al., 2021, Rodríguez et al., 2015). (Figura 1).



Figura 1. Pieza de mano del sistema sónico Endoactivator y aditamento para mover el irrigante con la unidad sónica. Fuente: (Rodríguez et al., 2015).

En cuanto a las teorías de apoyo se tiene lo siguiente:

Ultrasonido en Endodoncia

La irrigación combinada con dispositivos de ultrasonido nace como una alternativa a la irrigación convencional debido a que varios estudios confirman que es más eficaz para la eliminación de desechos y barrillo dentinario (Tse & Cheung, 2020). La utilización del sistema ultrasónico como coadyuvante en la preparación de los conductos radiculares permite que la irrigación sea rápida y eficiente, con menor grado de fatiga para el paciente y el profesional (Basantes et al., 2019). Además, proporciona el aumento de las propiedades de limpieza y desinfección en la instrumentación, mayor penetración en las áreas no instrumentadas representadas especialmente por los conductos laterales, cuando las sustancias irrigantes antisépticas son componentes integrales del sistema, permitiendo una acción simultánea (Moradas & Álvarez, 2019; Basantes et al., 2019).

Los dispositivos de ultrasonidos se utilizan a una frecuencia de 25 a 30 kHz para hacer vibrar un instrumento siendo capaz de generar flujo y tensiones del fluido. (Moradas & Álvarez, 2019; Rodríguez et al., 2015; Wan Tin et al, 2021) El principio en el que se basan estos dispositivos son los siguientes:

- Transmisión acústica: fenómeno generado en un campo de fluido que consiste en flujos de remolinos.
- Cavitación: fenómeno cuando se generan burbujas en el líquido que implosiona debido a una gran fuerza dando un efecto de presión-vacío. (Căpută et al., 2019). (Figura 2).



Figura 2. Activación ultrasónica Efecto de la activación ultrasónica sobre un líquido. Nodos y antinodos que aparece como consecuencia de la energía ultrasónica. Fuente: (Rodríguez et al., 2015).

En la literatura se describe tres tipos de irrigación cuando se utilizan sistemas ultrasónicos. La primera es la instrumentación ultrasónica (UI) en la que se combina la instrumentación y la irrigación ultrasónica simultáneamente, pero esta técnica suele producir perforaciones y preparaciones irregulares de forma frecuente, los sistemas UI no son empleados como alternativa a la instrumentación (González, 2021; Rodríguez et al., 2015).

La segunda técnica, irrigación pasiva ultrasónica (PUI), considerado un método de irrigación mecánico, actúa sin instrumentación simultánea, dispensándose primero la solución irrigadora en el interior del conducto y, a continuación, se la agita y activa con ultrasonidos produciendo microondas acústicas (González, 2021). Su principio se basa en la transmisión acústica de energía sobre unos aditamentos o instrumentos que cuando se activa en el interior del conducto la solución irrigante produce cavitación y aumenta la capacidad de éste para entrar en contacto con un mayor número de superficies de dentina, logrando de esta manera la desinfección de los conductos radiculares, la eliminación de medicación intraconducto, la eliminación del smear layer (Moradas

& Álvarez, 2019; González, 2021; Rodríguez et al., 2015; Tse & Cheung, 2020; Souza et al., 2019; Nagendrababu et al., 2018; Niavarzi et al., 2019; Bittencourt et al., 2020).

Una tercera manera de utilizar la irrigación ultrasónica es la irrigación continua (CUI), consiste en la activación de una aguja conectada directamente a la unidad de ultrasonido, permitiendo un flujo continuo del irrigante hacia el canal. La solución de irrigación pasa a través de la aguja a un estado activado, evitando la necesidad de insertar la aguja en la longitud de trabajo. (Souza et al., 2019). Ambos métodos, tanto PUI como CUI, han mostrado ser eficaces en la eliminación de detritus del conducto. (Moradas & Álvarez, 2019; de la Vega et al., 2021; Nagendrababu et al., 2018). (Figura 3).

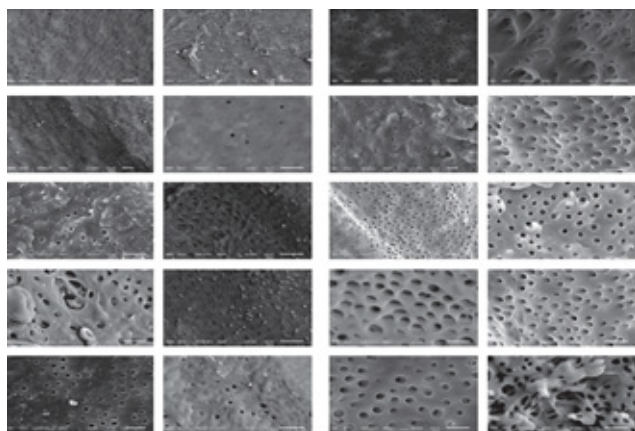


Figura 3. Acción del Ultrasonido en el barrillo Dentinario. PUI en todas las muestras de NaOCl se observa ausencia de barrillo dentinario mostrando limpieza y permeabilidad en túbulos dentinarios. Fuente: (Holguín et al., 2019).

Para realizar la siguiente revisión bibliográfica se empleó la metodología documental, el material que se utilizó para analizar la importancia que tiene la utilización del ultrasonido en la irrigación de conductos radiculares como parte del proceso de endodoncia, fueron 20 artículos originales, se consideró el periodo 2017 – 2022, los mismos que se obtuvieron de la búsqueda electrónica de las siguientes bases de datos: PudMed, Scopus, SciELO, web of Science y Google académico, mediante una matriz de contenido se obtuvieron los datos y se interpretaron

con el análisis de contenido. Al momento de buscar dicha información se utilizó palabras claves: “ultrasonido en endodoncia”, “ultrasonic irrigation”, “irrigación en endodoncia”.

Revisiones bibliográficas: son investigaciones que se realizan con el objetivo de entender el comportamiento de la ciencia sobre un tema específico o bien el estado del arte sobre ese mismo tema.

Criterios de inclusión utilizados en la búsqueda fueron:

- Artículos de los que se podía obtener el texto completo.
- La mayor cantidad de artículos utilizados fueron aquellos publicados en los últimos 5 años.
- Artículos en inglés o español.

Criterios de exclusión:

- Artículos a los que no se podía acceder al texto completo.
- Artículos que carecían de interés o utilidad para el tema que se iba a tratar.
- Artículos que no estaban dentro de los años establecidos como parámetro de investigación es decir más de 10 años de publicación.

Tomando en cuenta lo expuesto se seleccionó 50 artículos, de los cuales no todos cumplían con los parámetros antes indicados, de tal manera que solo se utilizó 20 artículos originales con texto completo en español e inglés (período 2017- 2022) y que guardan relación con los aspectos establecidos en el objetivo de la presente revisión bibliográfica, de esta modo lograr resolver el problema por el cual surgió la realización de este trabajo, es decir si la utilización de ultrasonido en endodoncia es importante para limpiar especialmente aquellos conductos de difícil acceso como serían conductos laterales, curvos, estrechos y ovals.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Tablas 1,2,3,4 y 5 muestran el análisis de los artículos utilizados para la investigación.

Tabla 1 Análisis de los artículos utilizados para la investigación (a).

Autor	Título	Datos	Categoría
(Betancourt et al., 2021)	Irrigación activada por láser en Endodoncia.	La terapia endodóntica tiene como principal objetivo la erradicación de bacterias de los conductos radiculares. La anatomía del sistema de canales no se presenta de manera uniforme, existe una gran prevalencia de canales accesorios, istmos, anastomosis y deltas apicales, que con la preparación por medio de los instrumentos no pueden ser alcanzados. La eliminación de detritos y su acción bactericida que presenta la técnica LAI es más eficaz que la irrigación convencional y que la irrigación ultrasónica pasiva (PUI)	Erradicación de bacterias. Anatomía del sistema de conductos radiculares. LAI eficacia superior al ultrasonido y convencional.
(Tse & Cheung, 2020)	Spatial Cleaning Action of Ultrasonic Irrigation on Enterococcus faecalis Biofilm	El tratamiento de conducto tiene como objetivo de mayor relevancia la eliminación de los agentes infecciosos del sistema de conductos radiculares. Con el desbridamiento quimiomecánico muchas bacterias suelen estar aun presentes en áreas del conducto que no se logró acceder con éste. Los investigadores han comprobado que la utilización de la irrigación ultrasónica es elocuentemente más eficaz que la irrigación con aguja y jeringa cuyo propósito es la eliminación de los desechos y el barrillo dentinario.	Eliminación de agentes infecciosos. Bacterias presentes en lugares inaccesibles. Irrigación ultrasónica más eficaz que la convencional.
(Moradas & Álvarez, 2019)	El barrillo dentinario y su importancia en endodoncia.	Durante la instrumentación para preparar los conductos radiculares se genera una capa residual amorfa de dentina integrada por tejido orgánico e inorgánico que se adhiere a las paredes dentinarias obstruyendo los túbulos. Sin importar la técnica, instrumento o método de preparación siempre se produce una capa de desecho residual sobre la superficie dentinaria. Al generarse barrillo dentinario, éste debe ser eliminado para lo cual se han propuesto diferentes métodos: físicos, químicos, y protocolos combinados, pero hasta el momento ninguno ha demostrado total efectividad ni es universalmente aceptado.	Formación de barrillo dentinario. Todas las técnicas producen barrillo dentinario. El barrillo dentinario se elimina por métodos físicos, químicos o combinados.

Fuente: Confección propia, 2022.

Tabla 2 Análisis de los artículos utilizados para la investigación (b).

(Holguín et al., 2019)	Comparación de dos métodos de irrigación final usados en la preparación del sistema de conductos radiculares: PUI vs EDTA 18% mediante el MEB (estudio in vitro)	Parte del éxito de la endodoncia está en la eliminación de microorganismos, restos de tejido pulpar vital y necrótico del sistema de conductos radiculares. La desinfección del canal radicular mediante la irrigación e instrumentación es uno de los factores más importantes en la prevención y tratamiento de la periodontitis apical. Es primordial el uso del ultrasonido (PUI), en la irrigación final, sin importar cual sea el irrigante.	Eliminación del contenido séptico del sistema de conductos. La desinfección es vital en la prevención de la periodontitis apical. Utilización de ultrasonido.
------------------------	--	--	---

(Basantes et al., 2019)	Determinación de índice de limpieza del tercio apical de conductos unirradiculares de acuerdo con el método de irrigación, estudio in vitro.	En el éxito del tratamiento endodóntico, juega un papel importante la desinfección del sistema de conductos radiculares. El 40% de las paredes de los conductos radiculares no son tocadas incluso por los sistemas rotatorios, de tal manera que la instrumentación por sí sola no elimina por completo el tejido orgánico e inorgánico posiblemente infectado. El 75% de conductos accesorios y foraminas se encuentran en el tercio apical; por tanto, es importante conocer una técnica de irrigación viable que elimine barrido dentinario a este nivel. La IUP es más efectiva en la eliminación del barrillo dentinario, es decir presenta un mayor grado de limpieza en comparación con la IM.	Desinfección sinónimo de éxito. Anatomía de conductos es inaccesible a la instrumentación. Técnica de irrigación debe actuar en el tercio apical. IUP más efectiva que IM en eliminación del barrillo dentinario.
(de la Vega et al., 2021)	Efectividad antibacteriana entre sistema de irrigación ultrasónica pasiva y continua sobre <i>Enterococcus faecalis</i> . Estudio in vitro.	El uso del ultrasonido como sistemas de activación complementaria después del preparo químico-mecánico, aumenta el potencial de desinfección del sistema de conductos radiculares. PUI y CUI no presentan diferencias significativas, indicándonos que los dos resultan tener la misma eficacia antibacteriana.	Sistemas ultrasónicos aumentan la capacidad de desinfección. No hay diferencia significativa entre los dos sistemas de activación complementaria.

Fuente: Confeción propia, 2022.

Tabla 3 Análisis de los artículos utilizados para la investigación (c).

(Gonzales, 2021).	Efectividad de la Irrigación Pasiva Ultrasónica (PUI) según la literatura científica en los últimos 10 años	PUI es un método de irrigación mecánica que produce microondas acústicas, cavitación y la generación de calor, que ayuda a la solución de irrigación para acceder a lugares de difícil acceso. La irrigación Pasiva ultrasónica (PUI) es más efectiva que la irrigación manual o convencional. La Irrigación Pasiva ultrasónica (P.U.I) se ha convertido en una etapa primordial y eficaz en la desinfección de los conductos radiculares	Mecanismo de acción del PUI. PUI es más efectiva que convencional. PIU actualmente tiene mucha importancia.
(da Silva et al., 2019)	Efecto del ultrasonido en la limpieza del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura.	La eficiencia del proceso de irrigación está directamente relacionada con la solución irrigante utilizada, así como del método de irrigación seleccionado. Para la eliminación de microorganismos, hidróxido de calcio, residuos dentinarios y smear layer, así como para aumentar la acción de la solución irrigante, el uso del PUI permite optimizar la limpieza del sistema de conductos radiculares.	Relación de los irrigantes y métodos en la eficiencia del proceso. Eficacia de la irrigación ultrasónica pasiva.

(Souza et al., 2019)	Efficacy of passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation device in penetration into main and simulated lateral canals.	La irrigación ultrasónica pasiva (PUI) es la más difundida y promueve el efecto de cavitación al producir burbujas que se rompen cerca de las paredes dentinarias, además de la formación de microcorrientes acústicas que promueven la agitación hidrodinámica del líquido potenciador de la limpieza. El sistema EasyClean promueve la limpieza mediante la agitación mecánica de la solución de irrigación y el arrastre mecánico de los desechos adheridos a las paredes del canal. PUI, CUI y EC fueron igualmente eficientes en comparación con el método de irrigación endodóntica convencional que utiliza una jeringa y una aguja de presión positiva que no fue capaz de llevar el irrigador de manera efectiva a las áreas más confinadas del RCS, representadas en este estudio por canales laterales hechos artificialmente.	Sistema de acción del PUI. Mecanismo de acción del sistema EC. PUI, CUI y EC más eficientes que el sistema convencional.
(Plotino et al., 2019)	Efficacy of Sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals.	Es importante combinar una adecuada instrumentación e irrigación para disminuir la carga microbiana dentro del sistema de conductos radiculares y completar el proceso de limpieza, ya que la instrumentación mecánica no toca todas las paredes del conducto radicular y las biopelículas restantes que junto a los desechos infectados pueden ser una posible fuente de infección persistente y fracaso del tratamiento. Existe una excelente capacidad de eliminación de restos de dentina por medio de la activación sónica o ultrasónica.	Irrigación adecuada para acceder a la compleja anatomía radicular. Igual comportamiento de ambas técnicas.

Fuente: Confección propia, 2022.

Tabla 4 Análisis de los artículos utilizados para la investigación (d).

(Vega & Monar, 2021)	Estudio comparativo in vitro a través de microfotografía de la efectividad del anillo ultrasónico HBW y la punta ultrasónica IrriS en la remoción de barrillo dentinario.	Debido a la compleja anatomía del sistema de conductos radiculares se ha comprobado que la irrigación convencional con jeringa y aguja es insuficiente para conseguir una adecuada desinfección y remoción de los tejidos contaminados. ha demostrado ser capaz con la irrigación convencional. La irrigación convencional no permite la remoción significativa de barrillo dentinario en comparación con la irrigación ultrasónica pasiva (IUP) La Irrigación Ultrasónica Dual HBW fue igual de efectiva que la Irrigación ultrasónica Pasiva en la remoción de barrillo dentinario colocado artificialmente en irregularidades simuladas dentro de conductos radiculares instrumentados cuando se activó NaOCl al 5,25% por 60 segundos.	Compleja anatomía de los conductos radiculares. Mayor eficacia de la IUP en relación con la irrigación convencional. Iguales resultados en las dos técnicas.
(Wan Tin et al, 2021)	Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review.	Durante la instrumentación del conducto radicular es importante la eliminación de las biopelículas microbianas, tejido pulpar vital y/o necrótico y los restos de tejido duro, objetivo que persigue el desbridamiento químico-mecánico del conducto radicular. El objetivo de la irrigación activada es accionar los irrigantes química y mecánicamente con la finalidad de mejorar su eficacia antimicrobiana y de disolución de tejidos y para mejorar su penetración en la compleja anatomía del conducto radicular mediante el desplazamiento de las burbujas de aire.	Eliminación del contenido tóxico del conducto radicular. Mecanismo de acción de la irrigación activada.

Nagendrababu et al., 2018)	Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies.	Luego de la preparación de los conductos radiculares, los microbios que quedan dentro del sistema de conductos radiculares son responsables de la persistencia de la periodontitis apical. Las ventajas informadas de las técnicas de activación/agitación del irrigante incluyen una limpieza superior del conducto radicular y mejor propiedad antimicrobiana en comparación con la irrigación con jeringa.	Microbios responsables de periodontitis apical, es decir es mediada por biopelículas. Técnica de activación y agitación es superior a la irrigación con jeringa.
(Rodríguez et al., 2015)	Importancia de la activación de la irrigación durante el tratamiento de conductos: Una revisión de la literatura.	Debido a la anatomía compleja presente en el sistema de conductos limita la habilidad para limpiar y desinfectar de manera predecible. Se han desarrollado nuevas técnicas de irrigación, empleando sistemas de activación y liberación, con el objetivo de mejorar la técnica convencional y lograr que el irrigante acceda a las zonas más inaccesibles del entramado radicular.	Compleja anatomía radicular. Sistemas de activación y liberación mejoran la técnica convencional.
(Susila & Minu, 2019)	Activated irrigation vs. Conventional non-activated irrigation in endodontics – A systematic review.	El uso de dispositivos mecánicos de irrigación activa es beneficioso en el tratamiento del conducto radicular. Los dispositivos mecánicos de irrigación activa son clínicamente eficientes en la entrega del irrigante hasta la longitud de trabajo sin causar dolor posoperatorio y asegurando la limpieza del canal y del istmo. La irrigación convencional, en el mejor de los casos, administran el irrigante solo 1 mm más allá de la punta de la aguja, por eso es importante el riego activado sumado a eso la compleja morfología de los conductos.	Beneficios de los dispositivos mecánicos de irrigación. Debido a la compleja anatomía radicular es importante el riego activado.

Fuente: Confección propia, 2022.

Tabla 5 Análisis de los artículos utilizados para la investigación (e).

(Căpută et al., 2019)	Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review	La activación ultrasónica del irrigante es probablemente el método adjunto más utilizado, y se ha comparado con la irrigación con jeringa en un gran número de estudios. No está claro si la activación ultrasónica puede reducir la carga microbiana más que la irrigación con jeringa invitro, pero es más efectivo en la remoción de restos de tejido pulpar con base tanto en la clínica como en in vitro estudio	Ultrasonido complemento en la desinfección. Ultrasonido efectivo en remoción de tejido pulpar.
(Niavarzi et al., 2019)	Effect of ultrasonic activation on the efficacy of antimicrobial photodynamic therapy: Evaluation of penetration depth of photosensitizer and elimination of Enterococcus faecalis biofilms	Por medio de las implosiones de burbujas de cavitación y/o transmisión acústica el PUI mejora la dispersión de los irrigantes del conducto radicular.	Anatomía radicular complicada.
(Bittencourt et al., 2020)	Smear Layer Removal Using Passive Ultrasonic Irrigation and Different Concentrations of Sodium Hypochlorite	Por medio de la técnica de riego ultrasónico pasivo (PUI), permite la penetración de las soluciones irrigadoras en las zonas de difícil acceso, radicular a través de implosiones de burbujas de cavitación y/o transmisión acústica. PUI promueve una eliminación más completa de la capa de barrillo dentinario y restos de tejido duro.	Irrigación ultrasónica pasiva. Barrillo dentinario.

(Retsas et al., 2022)	The effect of the ultrasonic irrigant activation protocol on the removal of a dualspecies biofilm from artificial lateral canals.	El tipo de irrigante y el protocolo de activación ultrasónica afectaron la eliminación de biopelículas de los canales laterales artificiales.	Protocolo de irrigación y ultrasonido.
(Passalidou et al., 2018)	Debris Removal from the Mesial Root Canal System of Mandibular Molars with Laser-activated Irrigation	Una de las áreas de difícil desbridamiento es el istmo por sus dimensiones confinadas, extensión profunda y obstrucción frecuente con restos de tejido duro y blando durante la instrumentación con rotatorios de Ni Ti.	Compleja Anatomía radicular.

Fuente: Confección propia, 2022.

Los investigadores indican que debido a la compleja anatomía de los conductos radiculares es importante el uso de ultrasonido.

Las diferentes patologías pulpares y periapicales ocasionadas por una infinidad de flora microbiana deben ser tratadas y al hacerlo se debe elegir la técnica de preparación adecuada ya que al presentar conductos radiculares con una anatomía muy compleja en la cual se van a alojar esta infinidad de bacterias, mismas que son las responsables en gran parte del fracaso de la endodoncia surge uno de los objetivos de ésta, la erradicación de los diversos microorganismos especialmente de aquellos lugares que son poco o nada accesibles con la instrumentación.

En la actualidad existen diversas técnicas que ayudan a conformar los conductos radiculares, lamentablemente todas van a generar barrillo dentinario y si sumado a esto el o los conductos ya presentan microorganismos, es de vital importancia su eliminación, por tal motivo se considera que gran parte del éxito del tratamiento de conductos se logra por medio de la limpieza y desinfección de éstos.

Para la eliminación del smear layer existen varios métodos ya sean físicos, químicos o combinados, sin embargo, las exhaustivas investigaciones encontradas en los diferentes artículos (presentados en la tabla n°1) antes mencionados, sugieren que la utilización del irrigante activado con ultrasonido es eficaz en comparación con la técnica convencional especialmente al eliminar material pulpar conformado por microorganismos, los cuales al no ser eliminados se alimentan de este material, generando productos de desecho que serán expulsados por los foramen y así en un futuro se tendrá complicaciones o tratamientos endodónticos fallidos.

De tal manera y para evitar lo ya indicado, se considera que el PUI que proporciona el ultrasonido es muy efectivo y hoy en día juega un papel importante gracias a la generación de ondas acústicas, cavitación y calor permitiendo que el irrigante de mejor elección como es el hipoclorito de sodio llegue a los conductos de difícil acceso y así

permita una correcta limpieza, para luego ser ocupado por el cemento obturador, con lo cual se cumplirían los tres principios conformación, desinfección y obturación, logrando tratamientos endodónticos exitosos.

DISCUSIÓN

En los últimos años ha sido notoria la influencia que ha tenido la tecnología en la práctica de la endodoncia ya que requiere de varios procedimientos para su correcta ejecución. Al realizar la revisión y análisis de los artículos que se tomó como referencia para realizar este trabajo, se pudo establecer que (Betancourt et al., 2021; Tse & Cheung, 2020; Basantes et al., 2019) manifiestan que uno de los mayores problemas que presentan los conductos radiculares que se someten a un tratamiento endodóntico, ya sea por alguna patología pulpar o periapical es la complejidad de la anatomía del conducto o conductos, por tal motivo es muy difícil limpiar y sellar de forma eficaz todas las ramificaciones del sistema de conductos radiculares, aspecto que también concuerdan (Plotino et al., 2019; Vega & Monar, 2021; Rodríguez et al., 2015; Susila & Minu, 2019; Niavarzi et al., 2019; Passalidou et al., 2018).

(Betancourt et al., 2021; Tse & Cheung, 2020; Holguín et al., 2019) aluden que el principal objetivo del tratamiento de conductos es la erradicación de las biopelículas, especialmente de aquellos lugares inaccesibles como manifiesta en su publicación (Tse & Cheung, 2020; Basantes et al., 2019) a pesar de haber evolucionado los diferentes sistemas de preparación ya sea manual o rotatorio, todos generan barrillo dentinario pero ninguno puede lograr llegar a aquellos sitios de mayor interés como son conductos laterales, istmos, delta apicales como indica (Bittencourt et al., 2020; Moradas & Álvarez, 2019; Retsas et al., 2022; Passalidou et al., 2018) en sus publicaciones.

(Vega & Monar, 2021) manifiesta que el irrigante que se utiliza en la limpieza y desinfección de conductos radiculares es el hipoclorito de sodio, el mismo que presenta varias propiedades, siendo una de las más importantes

la capacidad que tiene para digerir tejido pulpar vital y necrótico, sin embargo, su aplicación debe ser con sumo cuidado para evitar complicaciones especialmente en aquellas piezas dentales que aún no se ha formado por completo su ápex.

Hoy en día se ha incorporado en los tratamientos de endodoncia dispositivos sónicos o ultrasónicos, que ayudan a una mejor desinfección, como indica (Basantes et al., 2019; Susila & Minu, 2019; Căpută et al., 2019). Todos los investigadores de los diferentes artículos que se tomó como referencia para la realización de este análisis concuerdan que el uso de ultrasonido PUI es muy eficaz en la desinfección de los conductos radiculares ya que promueve el efecto de cavitación y formación de microcorrientes acústicas logrando una limpieza superior de estos, así como una mejor propiedad antimicrobiana en comparación con la irrigación convencional.

(Holguin-Santana et al, 2019) también manifiesta que los resultados se deben a dos motivos principales: La potencia ultrasónica provoca la separación de los biofilms de la pared del conducto y la bacteria se hace más permeable al hipoclorito sódico, gracias a un debilitamiento temporal de la membrana, de esta manera se conseguiría una limpieza y permeabilidad de los túbulos dentinarios, logrando una obturación tridimensional de estos y por ende el éxito del tratamiento.

(González, 2021) manifiesta que el uso de NaOCl entre 2,5% y 5%, combinado con 10 a 17% de EDTA, es más eficaz en la eliminación del smear layer por medio de la irrigación pasiva ultrasónica, ya que el hipoclorito de sodio gracias a su efecto antibacteriano y a la capacidad de desintegrar tejido orgánico como parte del barrillo dentinario y luego el uso de un quelante como es el EDTA, el cual actuaría sobre tejido inorgánico, permiten lograr limpiar y desinfectar la mayor cantidad de las superficies del conducto e incluso sitios que no se ha logrado limpiar y desinfectar, gracias a la eficacia del PUI el irrigante puede actuar sobre el tercio apical del conducto radicular.

Se debe tomar en consideración que la activación del irrigante no debe abarcar ciclos largos de más de un minuto, es decir el irrigante que se ha seleccionado de preferencia el hipoclorito de sodio debe ser activado en ciclos de 20 segundos cuya finalidad es remover el barrillo dentinario. Actualmente se cuenta con diversas puntas de ultrasonido las mismas que al utilizar deben estar libres en el interior del conducto, con un tiempo no mayor al ya indicado ya que si serian periodos más largos el profesional podría tocar las paredes del canal ocasionando alteraciones en su superficie.

CONCLUSIÓN

A partir de los datos encontrados en los diferentes artículos se puede concluir:

Los conductos radiculares no presentan una morfología sencilla, es decir no es un conducto o conductos rectos porque si se presentarían de ésta manera la ejecución de los tratamientos de endodoncia no necesitarían del apoyo de los aparatos e instrumentos que existen en la actualidad, sin embargo, a pesar de contar con sistemas de conformación de conductos muy avanzados no se logra llegar a tan complejos lugares y es por eso que al no ser conformados estos conductos se queda tejido pulpar, especialmente microorganismos que al pasar el tiempo van a ocasionar alteraciones periapicales como una periodontitis apical.

Gracias al avance de la tecnología se ha logrado incorporar a los tratamientos de endodoncia varios dispositivos, especialmente en la fase de limpieza y desinfección considerada la de mayor importancia. El PUI al generar cavitación y especialmente calor permite que el irrigante ingrese a aquellos lugares especialmente conductos laterales, istmos o delta apicales que con la preparación o con una técnica de irrigación convencional no se logra, convirtiéndose así el uso del ultrasonido en un buen aliado para el endodoncista con finalidad de lograr tratamientos exitosos a corto y largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Basantes, J.P., Chávez, J.A., & Terreros, M.A. (2019). Determinación de índice de limpieza del tercio apical de conductos unirradiculares de acuerdo con el método de irrigación, estudio in vitro. *MED. FCM-UCSG*, 23(3), 123-128. <https://doi.org/10.23878/medicina.v23i3.801>
- Betancourt, P., Arnabat-Domínguez, J., & Viñas, M. (2021). Irrigación Activada por Láser en Endodoncia. *International Journal of Odontostomatology*, 15(3), 773-781. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2021000300773>
- Bittencourt, N., Ferreira, T., Da Silveira, C., Da Fonseca, L., Menezes, J., Tay, F., & Antunes, E. (2020). Smear Layer Removal Using Passive Ultrasonic Irrigation and Different Concentrations of Sodium Hypochlorite. *Journal of Endodontics*. 46(11), 1738-1744. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32721483/>
- Căpută, P., Retsas, A., Kuijk, L., Chávez de Paz, L., & Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*, 45(1), 31-44. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2018.09.010>

- da Silva, L. J., de Oliveira, T. T., & dos Reis, A. C. (2019). Efecto del ultrasonido en la limpieza del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura. *Odontología sanmarquina*, 22(3), 187-195. <http://dx.doi.org/10.15381/os.v22i3.16709>
- de la Vega., J. F. I., Paredes, J. E. M., Leite, L. C. N., & Cazares, R. X. R. (2021). Efectividad antibacteriana entre sistema de irrigación ultrasónica pasiva y continua sobre *Enterococcus faecalis*. Estudio in vitro. *Revista Odontología*. 23(2), .1-7. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/article/view/3439/4197>
- González, F. (2021). Efectividad de la Irrigación Pasiva Ultrasónica (PUI) según la literatura científica en los últimos 10 años. *Rev. Acad. Scientia Oralis Salutem*, 2(1), 47-58.
- Holguín, M. P., López, D.M., Pietschmann, M. A., Hernández, T., Enríquez, A., & Mejía, A. (2019). Comparación de dos métodos de irrigación final usados en la preparación del sistema de conductos radiculares: PUI vs EDTA 18% mediante el MEB (estudio in vitro). *Oral*, 20(63), 1714-1718. <https://www.medigraphic.com/pdfs/oral/ora-2019/ora1963b.pdf>
- Moradas, M., & Álvarez, B., (2019). El barrillo dentinario y su importancia en endodoncia. *Revista del Ilustre Consejo General del Colegio de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 24(1), 11-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6883074>
- Nagendrababu, V., Jayaraman, J., Suresh, A., Kalyanasundaram, S., & Neelakantan, P. (2018). Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. *Clinical Oral Investigations*, 22(2), 655–670. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2345-x>
- Niavarzi, S., Pourhajibagher, M., Khedmat, S., Ghabraei, S., Chiniforush, N., & Bahador, A. (2019) Effect of ultrasonic activation on the efficacy of antimicrobial photodynamic therapy: Evaluation of penetration depth of photosensitizer and elimination of *Enterococcus faecalis* biofilms. *Elsevier*. 27(1), 362-366.
- Passalidou, S., Calberson, F., De Bruyne, M., De Moor, R., & Meire, A. (2018). Debris Removal from the Mesial Root Canal System of Mandibular Molars with Laser-activated Irrigation. *Journal of Endodontics*, 44(11), 1697-1701. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.06.007>
- Plotino, G., Grande, N.M., Mercade, M., Cortese, T., Staffoli, S., Gambarini, G., & Testarelli, L. (2019). Efficacy of Sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *Journal of Applied Oral Science*. 27(1), 1-6. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0045>
- Retsas, A., Dijkstra, R., Sluis, L., & Boutsoukis, C. (2022). The effect of the ultrasonic irrigant activation protocol on the removal of a dualspecies biofilm from artificial lateral canals. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.03.005>
- Rodríguez, P., Estévez, R., Valencia, Ó., & Cisnero, R. (2015). Importancia de la activación de la irrigación durante el tratamiento de conductos: Una revisión de la literatura. *Cient. Dent*, 12(1), 61–69.
- Souza, C.C., Bueno, C.E., Kato, A.K., Limoeiro, A.G., Fontana, C.E., & Pelegri, R.A. (2019). Efficacy of passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation device in penetration into main and simulated lateral canals. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(2), 155–159. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_387_18
- Susila, A., & Minu, J. (2019). Activated irrigation vs. Conventional non-activated irrigation in endodontics – A systematic review. *European Endodontic Journal*, 4(3), 96–110. <https://doi.org/10.14744/eej.2019.80774>
- Tse, M.C., & Cheung, G.S. (2020). Spatial Cleaning Action of Ultrasonic Irrigation on *Enterococcus faecalis* Biofilm. *Destistry Journal*, 8(2), 1-12. <https://doi.org/10.3390/DJ8020042>
- Vega, M., & Monar, J. (2021). Estudio comparativo in vitro a través de microfotografía de la efectividad del anillo ultrasónico HBW y la punta ultrasónica IrriS en la remoción de barrillo dentinario. *Odontoinvestigación*, 7(1), 54-67.
- Wan Tin Cheung, A., Hui Cheng Lee, A., & Shun Pan Cheung, G. (2021). Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review. *Resort Dent Endod*, 46(1), 1-16. <https://doi.org/10.5395/rde.2021.46.e10>