



Facultad de Ciencias de la Salud

Posgrado de Endodoncia

Tema:

**Evaluación de la irrigación ultrasónica pasiva e irrigación ultrasónica
continua en la desinfección complementaria de conductos radiculares. Análisis
microbiológico.**

Artículo Científico para la obtención del Título de Especialista en Endodoncia

Postulante:

Lorena Cristina Guerrero Vela

Tutor:

Dr. Martin Montesinos Unda

Quito, julio 2025

Resumen

El estudio tuvo como objetivo analizar y comparar la efectividad de ambas técnicas de irrigación ultrasónica en la desinfección de conductos radiculares contaminados. La metodología empleada se desarrolló bajo un diseño experimental. Se utilizaron 60 premolares distribuidos en tres grupos: control, activación ultrasónica pasiva y activación ultrasónica continua. Los conductos fueron inoculados con *Enterococcus faecalis* y tratados con 20 ml hipoclorito de sodio al 5,25 %. La reducción de la carga bacteriana se evaluó mediante recuento de UFC/ml y los datos fueron analizados con la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre los tratamientos. La irrigación ultrasónica continua con hipoclorito de sodio al 5,25 % presentó la mayor reducción de bacterias con 1550 UFC, mientras que la irrigación pasiva obtuvo 1600 UFC y el grupo control 3200 UFC. Estos hallazgos confirman que la activación ultrasónica especialmente la continua mejora la eficacia antimicrobiana del hipoclorito de sodio al favorecer su penetración en áreas de difícil acceso dentro del conducto radicular. Por lo que se concluye, que la irrigación ultrasónica continua optimiza la desinfección endodóntica al potenciar la acción del hipoclorito de sodio.

Palabra clave: Irrigación ultrasónica, hipoclorito de sodio, desinfección, endodoncia, *Enterococcus faecalis*, conducto radicular.

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Lorena Cristina Guerrero Vela

C.I. 1716915150

Dedicatoria

A mi Esthelita Vela, la persona que estuvo siempre a mi lado, enmendando todas mis fallas, señalándome la ruta por la que tenía que caminar, trazándome el camino correcto para llegar a hacer realidad mis sueños. Ya no está a mi lado, pero estoy segura de que desde el cielo me acompaña, gracias por todo Mamita.

A mi Papi, que con su apoyo incondicional en este periodo del postgrado he podido salir adelante y culminar esta etapa dura.

A mis amados hijos Lía y Martín, y mi esposo Eduardo, que con su paciencia, amor y cariño me acompañaron en este tiempo que nos tocó estar lejos.

A mis hermanos por su invaluable apoyo en este proceso que sin su ayuda hubiera sido más difícil. A mis sobrinos Ian, Emilio y Ale y mis cuñados Dani y Alex por sus consejos y compañía siempre que los necesite.

A mis compañeros de postgrado y ahora amigos que siempre estuvieron para levantarme el ánimo y continuar en este proceso juntos hasta el final.

Y siempre mi gratitud con Dios ya que sin él nada soy.

Expreso mi eterna gratitud a mis profesores que tuvieron la paciencia para lograr este Título.

Índice

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos.....	3
Dedicatoria.....	4
Tabla de contenido.....	5
Índice de tablas	6
Índice de figuras.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Metodología.....	14
Tipo de estudio experimental.....	14
Preparación de muestras.....	14
Tratamiento de los conductos radiculares.....	15
Inoculación bacteriana.....	15
Protocolo de desinfección.....	16
Análisis microbiológico.....	16
Hallazgos.....	17
Discusión.....	19
Conclusiones.....	21
Referencias.....	22

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño experimental de la investigación.....	14
Tabla 2. Eficacia del tratamiento de irrigación con hipoclorito (5,25 %) en la reducción de <i>Enterococcus faecalis</i> comparando diferentes métodos de activación.....	17

Índice de gráficos

Gráfico 1. Reducción de <i>Enterococcus faecalis</i> (UFC) tras tratamiento con hipoclorito (5,25 %) mediante diferentes métodos de activación	18
---	----

Evaluación de la irrigación ultrasónica pasiva e irrigación ultrasónica continua en la desinfección complementaria de conductos radiculares. Análisis microbiológico.

Lorena Guerrero

lorena.guerrero.vela@gmail.com

Resumen

El estudio tuvo como objetivo analizar y comparar la efectividad de ambas técnicas de irrigación ultrasónica en la desinfección de conductos radiculares contaminados. La metodología empleada se desarrolló bajo un diseño experimental. Se utilizaron sesenta premolares distribuidos en tres grupos: control, activación ultrasónica pasiva y activación ultrasónica continua. Los conductos fueron inoculados con *Enterococcus faecalis* y tratados con 20 ml hipoclorito de sodio al 5,25 %. La reducción de la carga bacteriana se evaluó mediante recuento de UFC/ml y los datos fueron analizados con la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre los tratamientos. La irrigación ultrasónica continua con hipoclorito de sodio al 5,25 % presentó la mayor reducción de bacterias con 1550 UFC, mientras que la irrigación pasiva obtuvo 1600 UFC y el grupo control 3200 UFC. Estos hallazgos conforman que la activación ultrasónica especialmente la continua mejora la eficacia antimicrobiana del hipoclorito de sodio al favorecer su penetración en áreas de difícil acceso dentro del conducto radicular. Por lo que se concluye, que la irrigación ultrasónica continua optimiza la desinfección endodóntica al potenciar la acción del hipoclorito de sodio.

Palabra clave: Irrigación ultrasónica, hipoclorito de sodio, desinfección, endodoncia, *Enterococcus faecalis*, conducto radicular.

Abstract

The aim of this study was to analyze and compare the effectiveness of both ultrasonic irrigation techniques in the disinfection of contaminated root canals. The methodology used was developed under an experimental design. Sixty premolars were used, distributed in three groups: control, passive ultrasonic activation and continuous ultrasonic activation. The canals were inoculated with *Enterococcus faecalis* and treated with 5.25% sodium hypochlorite. The reduction of the bacterial load was evaluated by CFU/ml count and the data were analyzed with the Tukey test to determine significant differences between treatments. The statistical analysis showed significant differences ($p < 0.0001$) between treatments. Continuous ultrasonic irrigation with 5.25% sodium hypochlorite showed the greatest reduction in bacteria with 1550 CFU, while passive irrigation obtained 1600 CFU and the control group 3200 CFU. These findings confirm that ultrasonic activation, especially continuous ultrasonic activation, improves the antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite by promoting penetration into difficult access areas within the root canal. Therefore, it is concluded that continuous ultrasonic irrigation optimizes endodontic disinfection by enhancing the action of sodium hypochlorite.

Key words: Ultrasonic irrigation, sodium hypochlorite, disinfection, endodontics, *Enterococcus faecalis*, root canal.

Introducción

La endodoncia moderna enfrenta el desafío de abordar la desinfección eficaz de conductos radiculares, un proceso crucial para garantizar el éxito clínico de los tratamientos (Deng et al, 2024). Esta intervención consiste en la eliminación del tejido pulpar inflamado o necrótico, así como microorganismos patógenos presentes en el sistema de conductos (Donnermeyer et al, 2019). Estudios han identificado que la

infección bacteriana es el factor principal en la aparición de lesiones pulpares y periapicales (Lima et al, 2020). La infección endodóntica se establece cuando el conducto radicular pierde su tejido pulpar, lo que genera un ambiente propicio para la colonización bacteriana provocando la necrosis pulpar. Además, la eliminación intencionada del tejido pulpar durante el tratamiento endodóntico también contribuye a la pérdida de la barrera de protección natural del diente, favoreciendo el desarrollo de la infección (Jiang et al, 2010).

En América latina el 20,4 % de la población presenta enfermedades periodontales asociadas a infecciones endodónticas (Kulthananat et al, 2022). En este contexto las bacterias patógenas juegan un papel crucial ya que muchas de estas poseen la capacidad de adaptarse y persistir en condiciones adversas dentro del sistema de conductos radiculares (Karkeh et al, 2022). Se ha identificado bacterias en estado de latencia que pueden sobrevivir en condiciones de estrés extremo, las mismas que pueden permanecer en una fase de crecimiento estacionario y mostrar resistencia a diversos medicamentos (Park et al, 2022). Cuando las condiciones son propicias estas bacterias patógenas pueden reactivarse, proliferar y generar una nueva población bacteriana con susceptibilidad normal. Este fenómeno también se observa en bacterias que colonizan los túbulos permeables (Kucher et al, 2019).

Las infecciones endodónticas son causadas principalmente por bacterias que colonizan preferentemente los túbulos dentarios localizados en el tercio medio y coronal del sistema de conductos radiculares en un ambiente anaerobio (Parkar et al, 2024).

Estas bacterias pueden dividirse en grampositivas y gramnegativas, dependiendo de su estructura celular. Sin embargo, este estudio se centra en el patógeno *Enterococcus faecalis* ya que se ha demostrado su prevalencia tanto en infecciones endodónticas primarias como en infecciones persistentes después del tratamiento endodóntico. Este coco gram positivo, no esporulado y fermentativo, se presenta como células ovoides con

un diámetro de 0,5 a 1 μm . Su presencia es común en infecciones como periodontitis, conductos radiculares infectados y abscesos perirradiculares (Meire, 2023). Dentro de los propósitos del tratamiento es lograr la desinfección total del sistema de conductos radiculares, así como prevenir posibles reinfecciones (Elbarbary, 2022). Sin embargo, los métodos convencionales de preparación mecánica e irrigación con sustancias antimicrobianas como el hipoclorito de sodio (NaClO), no logran eliminar completamente el biofilm bacteriano debido a la complejidad anatómica del sistema de conductos (Oliveira, 2023). Esta complejidad incluye istmos, conductos laterales, conductos accesorios, conductos recurrentes y deltas apicales, etc.

Durante la instrumentación, los residuos de dentina generados se acumulan en las paredes del conducto radicular, formando una capa de barrillo dentinario que actúa como barrera del biofilm bacteriano (Liming, 2022). Esto dificulta la acción de los irrigantes y la adaptación de los materiales de obturación (Llerena, 2023). En este contexto, se ha desarrollado variantes en las técnicas y sistemas de irrigación como la activación con conos de gutapercha, instrumentos manuales, dispositivos sónicos, ultrasónicos y láser (Liming, 2022).

El hipoclorito de sodio sigue siendo el irrigante más efectivo para la desinfección del sistema de conductos debido a su actividad antimicrobiana proteolítica y capacidad de disolver tejidos pulpaes (Llerena, 2023). Las concentraciones empleadas varían desde 0,5 % hasta el 8,0 %, siendo las concentraciones más elevadas la más efectivas, pero potencialmente riesgosas para la salud de los pacientes (Shehabeldin, 2020). Sin embargo, actualmente existen técnicas modernas de irrigación como la ultrasónica pasiva (PUI) y la irrigación ultrasónica continua (IUC).

Con respecto a la activación ultrasónica pasiva (PUI) utiliza un dispositivo ultrasónico con puntas delgadas para liberar energía que mejora la acción desinfectante de

soluciones como NaOCl (Morales, 2017). Mientras que en la activación ultrasónica continua (CUI) se puede administrar el irrigante de forma constante, generando cavitación hidrodinámica que mejora la penetración y acción antimicrobiana (Muñoz et al, 2023). Consiste en la activación del irrigante con un instrumento ultrasónico situado en el centro del conducto radicular, lo que genera cavitación y optimiza el lavado (Deng et al, 2024). Esta técnica, presenta limitaciones como la reducción de energía en conductos curvos y el riesgo de daño a las paredes dentinarias (Deng et al, 2024). La IUC puede complementarse con diferentes protocolos de irrigación, como la irrigación centrifuga, que favorece la distribución eficiente del irrigante, o la irrigación por presión negativa, que facilita la aspiración de contaminantes a medida que el irrigante fluye, asegurando una limpieza más exhaustiva (Kulthananat et al, 2022). Además, la combinación con la irrigación térmica puede ser útil para activar soluciones más viscosas, mejorando la efectividad de los productos utilizados, lo que hace que el sistema sea altamente adaptable a distintas condiciones del conducto radicular (Donnermeyer et al, 2019). La IUC emplea dispositivos como el Endo-Activador y Endo-Vac para mejorar la irrigación del conducto radicular (Karkeh et al, 2022). El

Endo-Activador utiliza vibraciones ultrasónicas continuas para agitar el irrigante, mejorando su penetración, mientras que el Endo-Vac combina irrigación negativa y aspiración para eliminar residuos y bacterias (Ibarra et al, 2021). Ambos sistemas optimizan la desinfección y limpieza del sistema de conductos.

Por otro lado, la (IUC) permite la administración simultánea y continua del irrigante generando cavitación hidrodinámica y mejorando la eficacia desinfectante (Kucher et al, 2019), sin necesidad de reposiciones intermitentes como en la irrigación por presión (PUI). y la reposición continua asegura un suministro constante de cloro para disolver tejido orgánico. Por lo tanto, se considera que los métodos que garantizan una

irrigación continua son más eficaces. Estudios recientes también han demostrado una mayor eficacia de la irrigación ultrasónica continua en comparación con la irrigación con jeringa (Deng, 2024).

El sistema de irrigación ultrasónica continua (IUC) permite la administración continua de irrigante y la activación ultrasónica simultáneas (Donnermeyer et al, 2019). A diferencia de la IPU, no requiere la reposición intermitente de irrigante entre las activaciones de la lima ultrasónica (Morales, 2017). La agitación de NaOCl mejora la disolución tisular, y su reposición continua proporciona un suministro ininterrumpido de cloro naciente para la disolución orgánica del tejido. Por lo tanto, es concebible que los métodos de administración de irrigante que proporcionan una reposición continua del irrigante del conducto radicular sean más eficientes (Muñoz et al, 2023).

El presente estudio busca analizar y comparar la efectividad de ambas técnicas de irrigación ultrasónica en la desinfección de conductos radiculares contaminados, proporcionando evidencia que contribuya a la optimización de los protocolos endodónticos.

Metodología

Tipo de estudio experimental

El estudio es de tipo experimental in vitro, diseñado para comparar la eficacia de diferentes técnicas de irrigación en la desinfección de conductos radiculares contaminados. Este enfoque permite manipular variables bajo condiciones controladas en laboratorio utilizando modelos no biológicos, lo que facilita la evaluación precisa del estudio. La investigación se llevó bajo el siguiente diseño experimental, se emplearon 60 premolares divididos 20 para cada grupo (tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental de la investigación

Grupo	Unidades experimentales
Grupo 1 (Control) / Irrigación convencional hipoclorito de sodio al 5.25%	20 premolares
Grupo 2 / Irrigación ultrasónica pasiva hipoclorito 5.25%	20 premolares
Grupo 3 / Irrigación ultrasónica continua hipoclorito 5.25%	20 premolares

Preparación de muestras

Se seleccionaron 60 dientes premolares unirradiculares superiores e inferiores no cariados, que habían sido extraídos por indicaciones terapéuticas. Los dientes fueron limpiados utilizando puntas de ultrasonido para eliminar residuos externos.

Posteriormente, se realizaron radiografías periapicales para confirmar la presencia de un único conducto radicular y determinar la longitud de trabajo inicial. Se decoronaron los dientes para poder estandarizar las muestras a una longitud de 15mm. Los dientes que se excluyeron fueron los que tenían restauraciones coroneles extensas o con más de un conducto. Las muestras se almacenaron en agua estéril a 4°C durante 30 días para prevenir su descomposición.

Tratamiento de los conductos radiculares

Se accedió a los conductos radiculares mediante técnicas convencionales, iniciando con la permeabilización utilizando limas pre serie #10 para establecer la longitud de

trabajo. Se empleó hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25% para la desinfección inicial, mientras que la instrumentación mecánica se realizó progresivamente hasta la lima 55/06. Cada paso fue acompañado de irrigación con una jeringa de 5 ml equipada con una aguja de salida lateral. Posteriormente, los conductos se secaron con conos de papel absorbente estéril. Igualmente, las 60 muestras empleadas se esterilizaron en autoclave a 135°C durante 2 horas en un medio húmedo para garantizar su esterilidad.

Inoculación bacteriana

La cepa bacteriana utilizada fue *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), seleccionada por su relevancia clínica en infecciones endodónticas persistentes. La bacteria se mantuvo activa en caldo BHI (Infusión Cerebro Corazón) y se prepararon suspensiones McFarland 0.5, equivalentes a una concentración de 1.5×10^8 UFC/ml. Las raíces dentales fueron sumergidas en la suspensión bacteriana y colocadas en tubos de ensayo, incubándose a 37°C en un ambiente de anaerobiosis durante 10 días. Se realizaron re-inoculaciones en los días 1, 4 y 7 para garantizar una colonización uniforme. Posteriormente, las raíces se lavaron suavemente con solución Ringer al $\frac{1}{4}$ para eliminar bacterias adheridas superficialmente.

Protocolo de desinfección

Las muestras fueron asignadas aleatoriamente a tres grupos experimentales (n=20 por grupo):

Grupo 1 (Control): Se empleó una irrigación convencional sin activación del irrigante, utilizando 20 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% administrados mediante una aguja de salida lateral.

Grupo 2 (Irrigación ultrasónica pasiva): La activación ultrasónica del irrigante se realizó durante 5 ciclos de 20 segundos cada uno, utilizando un total de 20 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%.

Grupo 3 (Irrigación ultrasónica activa): Se aplicó activación ultrasónica continua durante 3 minutos con suministro constante de 20 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%.

En los grupos 2 y 3 se utilizó un dispositivo de ultrasonido marca Refine equipado con punta de activación Irrisonic. Tras completar el protocolo de desinfección, se introdujeron conos de papel estériles (#30/06) en los conductos radiculares para recolectar muestras bacterianas residuales.

Análisis microbiológico

Las muestras recolectadas se procesaron de acuerdo con los siguientes procedimientos: Los conos de papel provenientes de los grupos 2 y 3 se colocaron en tubos de ensayo con 10 ml de caldo BHI y se incubaron a 37°C durante 24 horas en un ambiente de anaerobiosis. Posteriormente, se extrajeron 100 µl del medio de cultivo utilizando una micropipeta y se sembraron en cajas Petri con agar Plate Count, incubándose durante 24 horas a 37°C.

En el grupo 1 (control), se realizaron diluciones seriadas hasta 1:100,000 ml. Se tomaron alícuotas de 100 µl de cada dilución y se sembraron en agar Plate Count para determinar el recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Las placas se incubaron durante 24 horas a 37°C en un entorno de anaerobiosis. El promedio de UFC obtenido en este grupo fue de 9.43×10^8 UFC/ml. Este diseño metodológico permitió una comparación precisa y estandarizada entre las técnicas de irrigación estudiadas, proporcionando una evaluación objetiva de su eficacia en la eliminación de *Enterococcus faecalis* de los conductos radiculares.

Hallazgos

Evaluación de la irrigación ultrasónica pasiva e irrigación ultrasónica continua

De acuerdo con la prueba de Tukey al realizar el análisis de *Enterococcus faecalis* UFC con los diferentes tratamientos de irrigación de hipoclorito se reportó diferencias

significativas. Tabla 2.

Tabla 2. Eficacia del tratamiento de irrigación con hipoclorito (5,25 %) en la reducción de *Enterococcus faecalis* comparando diferentes métodos de activación

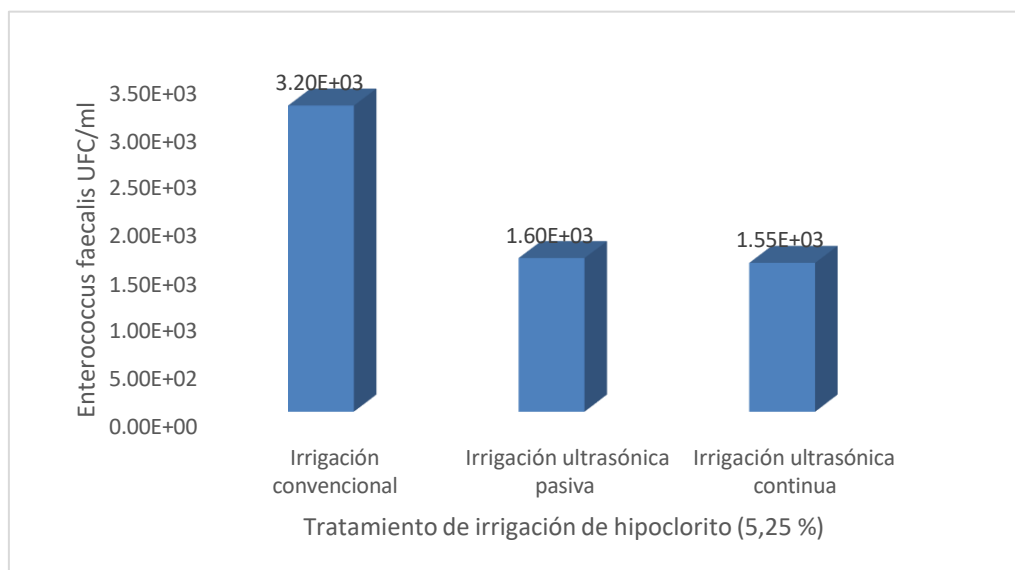
Variable	Tratamiento de irrigación de hipoclorito (5,25 %)			E.E.	p-valor
	Control	Activación pasiva	Activación continua		
<i>Enterococcus faecalis</i> UFC/ml	3,200E+03 a	1,60E+03 b	1,55E+03 b	223,51	<0,0001

Nota. Resultados del tratamiento de irrigación de hipoclorito (5,25 %) en la reducción de *Enterococcus faecalis*, mediante la prueba de Tukey. E.E: Error estándar Prob: <0.01 Existen diferencias significativas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

La irrigación continua con hipoclorito de sodio 5,25% se reportó un valor inferior de 1,55E+03 UFC/ml a diferencia del tratamiento control que muestra un valor de superior de 3,200E+03 UFC/ml. Así mismo, la irrigación ultrasónica pasiva con hipoclorito de sodio presento un valor promedio de 1,60E+03 UFC/ml, evidenciando una reducción significativa respecto al grupo control, aunque ligeramente menos afectiva que la irrigación continua. Estos resultados indican que la activación ultrasónica ya sea pasiva o continua mejora considerablemente la eficacia del hipoclorito de sodio al facilitar su penetración y acción antimicrobiana en las áreas de difíciles accesos dentro del conducto radicular. Especialmente se destaca que la irrigación ultrasónica continua mostró la mayor

eficacia en la reducción del patógeno *Enterococcus faecalis* UFC/ml en comparación con el tratamiento de irrigación ultrasónica pasiva.

Gráfico 1. Reducción de (Prevalencia de) *Enterococcus faecalis* (UFC) al emplear tratamientos con hipoclorito (5,25 %) mediante diferentes métodos de irrigación ultrasónica pasiva, continua y convencional.



Nota. Resultados del tratamiento de irrigación de hipoclorito (5,25 %) en la reducción de *Enterococcus faecalis*, mediante la prueba de Tukey.

Discusión

La eliminación de los microorganismos de los conductos radiculares infectados ha sido una preocupación constante en endodoncia (Mendoza, 2022). Los resultados de este estudio demuestran que la activación ultrasónica, especialmente la continua incrementa significativamente la eficacia del hipoclorito de sodio en la reducción de *Enterococcus faecalis* en conductos radiculares. Igualmente, (Betancourt et al, 2020) encontró que la IUC demostró ser más eficaz que el PUI para mejorar la actividad antimicrobiana. Estos resultados pueden deberse a un contacto más prolongado y homogéneo del hipoclorito de sodio con las paredes del conducto, lo que favorece una mayor penetración del irrigante y una eliminación más eficiente del biofilm bacteriano (Ortiz et al, 2016). Estos hallazgos

coinciden con los reportados por (Hoedke et al, 2021), quienes también observaron que la activación ultrasónica mejora la eliminación bacteriana en comparación con la irrigación manual. Sin embargo, también se destaca que a pesar de obtener resultados positivos la erradicación completa de las biopelículas bacterianas patógenas sigue siendo un desafío, lo que enfatiza la importancia de combinar estas técnicas con métodos complementarios (Arias, 2022) (Xiaoyan et al, 2024) (Gündoğar et al, 2024).

En comparación con estudios previos estos resultados coinciden con el reporte de (Ibarra et al, 2021), quienes investigaron la efectividad de la activación ultrasónica en la reducción del biofilm de *Enterococcus faecalis*. Sin embargo, no observaron diferencias significativas entre los sistemas pasivo y continuo ($p=0,39$), lo que podría atribuirse a diferencias metodológicas, como el tiempo de activación ultrasónica, la concentración del irrigante (Fruttero, 2021) (Gomez et al, 2021). Así mismo, (Morales et al, 2017), en su investigación encontraron que el valor más bajo de penetración fue de 129 μm al emplear el hipoclorito de sodio al 2,5 % mientras que el más alto fue de 302 μm al emplear el hipoclorito de sodio al 5 %.

Las investigaciones destacan la importancia del hipoclorito de sodio como el irrigante más eficaz en el tratamiento endodóntico. Su acción antimicrobiana y capacidad de disolver tejidos se potencia significativamente con la activación ultrasónica, ya que esta genera microcorrientes acústicas y cavitación que mejoran la penetración del irrigante en zonas de difícil acceso, lo que lo hace especialmente eficaz contra bacterias resistentes como *Enterococcus faecalis* (Reyes et al, 2023).

Investigaciones previas, como la de Liuyan et al, (2024), han confirmado que la activación ultrasónica potencia la acción del hipoclorito de sodio, favoreciendo una eliminación más eficiente de microorganismo patógenos. Con respecto a los resultados del presente estudio al emplear la concentración al 5,25 % mejoró la penetración del irrigante y su capacidad

de eliminar microorganismos patógenos. No obstante, se debe considerar que cuanto mayor sea la concentración del irrigante, mayor será su actividad de disolución tisular y por ende su potencial tóxico sobre los tejidos vivos (Llamas et al, 2024) (Cristescu et al, 2011). El uso del láser en la irrigación endodóntica se ha introducido hace pocos años, este ofrece ventajas como su capacidad para alcanzar áreas de difícil acceso para los métodos convencionales y su efecto bactericida directo a través de la fototermólisis (Xiaoyan et al, 2024)(Deng, 2024). Además, la activación fotoquímica puede potenciar la acción antimicrobiana del hipoclorito de sodio sin comprometer la estructura dentinal, lo que permite una desinfección más profunda y eficaz (Gündoğar et al, 2024). No obstante, la implementación de estas tecnologías en la práctica clínica debe considerar factores clave como el costo, la accesibilidad y la capacitación profesional (López et al, 2022). Al ser algo novedoso se necesitan realizar pruebas y estudios para ver si existen diferencias significativas en comparación con CUI y PUI. Por tanto, su relevancia clínica es crucial, ya que representa una estrategia avanzada para mejorar la desinfección, optimizar los tratamientos endodónticos y minimizar el riesgo de fracaso terapéutico.

La combinación de activación ultrasónica e hipoclorito de sodio mejora significativamente la desinfección del conducto radicular y elimina de manera eficiente el biofilm bacteriano al aumentar la penetración del irrigante (Cunha et al, 2022). Esta técnica supera la irrigación manual convencional al optimizar la eliminación de microorganismos patógenos (Morales, 2017). Sin embargo, al emplear concentraciones más altas puede resultar tóxico en los tejidos, por lo que se destaca la importancia de ajustar las concentraciones de hipoclorito de sodio para maximizar la eficacia en comprometer la salud de los pacientes (Reyes et al, 2023) (Guevara et al, 2017).

Conclusiones

La activación ultrasónica continua con hipoclorito de sodio al 5,25 % demostró ser la técnica más eficaz para la reducción de *Enterococcus faecalis* en los conductos radiculares, superando tanto a la irrigación pasiva como al tratamiento convencional.

La activación ultrasónica continua, además, de optimizar la penetración del irrigante, también potencia su efecto antimicrobiano lo que le convierte en una estrategia clave para mejorar la desinfección en el tratamiento endodóntico.

Los métodos de activación ultrasónica mejoraron significativamente la eliminación bacteriana en comparación con el grupo control, la diferencia de eficacia entre la irrigación pasiva y continua podría deberse al tiempo de exposición y a la mayor homogeneidad en la dispersión del hipoclorito de sodio del conducto.

Referencias

- Arias. (2022). Present status and future directions – irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*, 55(S3), 588–612.
<https://doi.org/10.1111/IEJ.13739>
- Betancourt et al. (2020). Er,Cr:YSGG Laser-Activated Irrigation and Passive Ultrasonic Irrigation: Comparison of Two Strategies for Root Canal Disinfection. *Https://Home.Liebertpub.Com/Photob*, 38(2), 91–97.
<https://doi.org/10.1089/PHOTOB.2019.4645>
- Cristescu et al. (2011). Los ultrasonidos en endodoncia. *Quintessence*, 24(4), 187–198.
<https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-los-ultrasonidos-endodoncia-X0214098511025001>
- Cunha et al. (2022). Influence of the use of chelating agents as final irrigant on the push-out bond strength of epoxy resin-based root canal sealers: A systematic review. *Australian Endodontic Journal*, 48(2), 347–363.
<https://doi.org/10.1111/AEJ.12563>
- Deng. (2024). Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *International Journal of Oral Science*, 16(1), 23.
<https://doi.org/10.1038/S41368-024-00280-5>
- Deng et al. (2024). A bibliometric analysis of root canal irrigation: From laboratory to clinical practice. *Australian Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/AEJ.12909>
- Donnermeyer et al. (2019). Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher. *Journal of Endodontics*, 45(3), 322–326.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.11.001>
- Elbarbary. (2022). The applications of ultrasound, and ultrasonography in dentistry: a

- scoping review of the literature. *Clinical Oral Investigations*, 26(3), 2299–2316.
<https://doi.org/10.1007/S00784-021-04340-6>
- Fruttero. (2021). *REVISIÓN ACTUALIZADA DE LAS SOLUCIONES IRRIGADORAS ENDODÓNTICAS*.
- Gomez et al. (2021). *Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares*. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852014000200004
- Guevara et al. (2017). Penetración Dentinaria in vitro del Hipoclorito de Sodio a Diferentes Concentraciones con las Técnicas de Irrigación Convencional y Ultrasónica Pasiva. *International Journal of Odontostomatology*, 11(3), 305–309.
<https://doi.org/10.4067/S0718-381X2017000300305>
- Gündoğar et al. (2024). Comparison of the removal of intracanal medicaments used in regenerative endodontics from root canal system using needle, ultrasonic, sonic, and laser-activated irrigation systems. *Lasers in Medical Science*, 39(1).
<https://doi.org/10.1007/S10103-024-03980-W>
- Hoedke et al. (2021). Reduction of dual-species biofilm after sonic-or ultrasonic- activated irrigation protocols: A laboratory study. *Int Endod J*, 54, 2219–2228.
<https://doi.org/10.1111/iej.13618>
- Ibarra et al. (2021). Efectividad antibacteriana entre sistema de irrigación ultrasónica pasiva y continua sobre *Enterococcus faecalis*. Estudio in vitro. *Odontología*, 23(2), e3272–e3272. <https://doi.org/10.29166/ODONTOLOGIA.VOL23.N2.2021-E3439>
- Jiang et al. (2010). Evaluation of a Sonic Device Designed to Activate Irrigant in the Root Canal. *Journal of Endodontics*, 36(1), 143–146.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.06.009>
- Karkeh et al. (2022). Sonochemical synthesized BaMoO₄/ZnO nanocomposites as electrode

- materials: A comparative study on GO and GQD employed in hydrogen storage. *Ultrasonics Sonochemistry*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106167>
- Kucher et al. (2019). Effects of endodontic irrigants on material and surface properties of biocompatible thermoplastics. *Dentistry Journal*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/DJ7010026>
- Kulthananat et al. (2022). Ultrasonically assisted surface modified CeO₂ nanospindle catalysts for conversion of CO₂ and methanol to DMC. *Ultrasonics Sonochemistry*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106164>
- Lima et al. (2020). The impact of minimally invasive root canal preparation strategies on the ability to shape root canals of mandibular molars. *International Endodontic Journal*, 53(12), 1680–1688. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13384>
- Liming. (2022). Antibacterial effects of liquid discharge cold plasma on *Enterococcus faecalis* planktonic cultures and biofilms: An in vitro study of root canal treatment. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 55(36). <https://doi.org/10.1088/1361-6463/AC7423>
- Liuyan et al. (2024). *Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy*. <https://doi.org/10.1038/s41368-024-00280-5>
- Llamas et al. (2024). Irrigación ultrasónica en procedimientos endodónticos. *Contexto Odontológico*, 14(27), 45–53. <https://doi.org/10.48775/RCO.V14I27.3130>
- Llerena. (2023). Removal of separated instruments from unfavourable locations: Case reports using the HBW ultrasonic ring or a surgical approach. *Australian Endodontic Journal*, 49(2), 358–364. <https://doi.org/10.1111/AEJ.12673>
- López et al. (2022). Análisis de eficacia de la remoción de barrillo dentinario utilizando métodos de activación: irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y Eddy con distintos quelantes mediante una evaluación en microscopio electrónico de barrido.

- OdontoInvestigación*, 8(1). <https://doi.org/10.18272/OI.V8I1.2589>
- Meire. (2023). Effectiveness of adjunct therapy for the treatment of apical periodontitis: A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 56(S3), 455–474. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13838>
- Mendoza. (2022). *Conocimiento y actitud de las técnicas de irrigación endodóntica activa en especialistas de endodoncia del Colegio Odontológico del Perú, 2022.*
- Morales. (2017). Penetración Dentinaria in vitro del Hipoclorito de Sodio a Diferentes Concentraciones con las Técnicas de Irrigación Convencional y Ultrasónica Pasiva. *International Journal of Odontostomatology*, 11(3), 305–309. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2017000300305>
- Morales et al. (2017). Penetración Dentinaria in vitro del Hipoclorito de Sodio a Diferentes Concentraciones con las Técnicas de Irrigación Convencional y Ultrasónica Pasiva. *International Journal of Odontostomatology*, 11(3), 305–309. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2017000300305>
- Muñoz et al. (2023). Irrigación ultrasonica en conductos radiculares. *Gaceta* , 2(345), 334–345.
- Oliveira. (2023). Impact XP-endo finisher on the 1-year follow-up success of posterior root canal treatments: a randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 27(12), 7595–7603. <https://doi.org/10.1007/S00784-023-05349-9>
- Ortiz et al. (2016). Comparison of two negative pressure systems and syringe irrigation for root canal irrigation: An ex vivo study. *International Endodontic Journal*, 49(2), 174–183. <https://doi.org/10.1111/IEJ.12431>
- Park et al. (2022). Root canal irrigation system using remotely generated high-power ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 90, 106168. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2022.106168>

- Parkar et al. (2024). Extrusion of Sodium Hypochlorite in Oval-Shaped Canals: A Comparative Study of the Potential of Four Final Agitation Approaches Employing Agarose-Embedded Mandibular First Premolars. *Journal of Clinical Medicine*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/JCM13102748>
- Reyes et al. (2023a). Irrigation protocols effects on radicular dentin: Cleaning, disinfection and remaining ultrastructure. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, 25(1), 14–21. <https://doi.org/10.15517/IJDS.2022.51869>
- Reyes et al. (2023b). Irrigation protocols effects on radicular dentin: Cleaning, disinfection and remaining ultrastructure. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, 25(1), 14–21. <https://doi.org/10.15517/IJDS.2022.51869>
- Shehabeldin. (2020). The Effect of Access Cavity Designs and Sizes of Root Canal Preparations on the Biomechanical Behavior of an Endodontically Treated Mandibular First Molar: A Finite Element Analysis. *Journal of Endodontics*, 46(11), 1675–1681. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.06.040>
- Xiaoyan et al. (2024). Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *International Journal of Oral Science*, 16(1). <https://doi.org/10.1038/S41368-024-00280-5>