

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**EFFECTIVIDAD DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO ACTIVADO COMO IRRIGANTE
ENDODÓNTICO; REVISIÓN DE LA LITERATURA**

POR:

C.D. MANUEL ADRIÁN MIRAMONTES GRAJEDA

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA**

OPCIÓN: ENDODONCIA

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO

FECHA (27/06/2024)



Efectividad del peróxido de hidrógeno activado como irrigante endodóntico; revisión de la literatura. Tesis presentada por C. D. Manuel Adrián Miramontes Grajeda como requisito para obtener el grado de Maestro en Estomatología opción Endodoncia, ha sido aprobada y aceptada por:

M.E.S. Juan Antonio Galache Vega
Director de la Facultad de Odontología

C.D.E.O. Rosa Margarita Aguilar Madrigal
Secretaria de Investigación y Posgrado

C.D.E.E. José Luis Esquivel Villegas
Director de tesis

C.D.E.E Linda Hernández Ibarra
Asesor de tesis

27 de junio 2024

Fecha

RESUMEN

La endodoncia ha tenido un gran crecimiento y aceptación con la introducción de la tecnología que nos facilita la práctica clínica y nos ha dado mejores resultados de los que se tenían antes, por lo que es una ciencia que se integra a las demás áreas de la odontología para lograr recuperar la salud del paciente integral. El tratamiento de conductos elimina tejido enfermo y residual en la cámara pulpar y desinfecta el conducto para conservar el órgano dental por medio de la conformación y preparación relacionada con limas metálicas manuales y mecanizadas. La opción de introducir un irrigante es proporcionar fuerza en la escarda del sistema de conductos radiculares y áreas inaccesibles en el conducto radicular. El poder retirar tejidos orgánicos y necróticos es importante para inhibir el desarrollo del microbiota endodóntico. Se realizó una consulta en las siguientes bases de datos Pubmed, Science Direct, Google scholar, Cochrane library, con las diferentes palabras clave: "Hydrogen peroxide", "irrigant", "endodontic", "ultrasonic activation" "ultrasound" con un rango de fecha de publicación del 2016-2022, en un periodo de tiempo de octubre 2020 a junio 2022. De la búsqueda realizada en las bases de datos según las palabras clave se obtuvieron un total de 6210 artículos, de los cuales, según los criterios de exclusión e inclusión, se seleccionaron 15 artículos. Conclusión. - El peróxido de hidrógeno como complemento a la instrumentación químico-mecánica del conducto radicular para la desinfección en endodoncia, se recomienda como parte del protocolo de irrigación acompañado del hipoclorito de sodio en los casos de persistencia bacteriana dónde no es posible eliminar la periodontitis apical.

Palabras clave: "Peróxido de hidrógeno", "endodoncia", "irrigante", "activación ultrasónica", "ultrasonido"

Effectiveness Of Activated Hydrogen Peroxide As An Endodontic Irrigant; Literature Review

SUMMARY

Endodontics has experienced significant growth and acceptance with the advent of technology that streamlines clinical practice and yields better outcomes than previously attainable. Consequently, it is a discipline that integrates with other areas of dentistry to restore the patient's overall health. Root canal treatment removes diseased and residual tissue from the pulp chamber and disinfects the canal to preserve the tooth through shaping and preparation using both manual and mechanized metal files. The introduction of an irrigant aims to enhance the cleaning of the root canal system and reach inaccessible areas within the root canal. The ability to remove organic and necrotic tissues is crucial for inhibiting the development of endodontic microbiota. A literature review was conducted in the following databases: PubMed, Science Direct, Google Scholar, Cochrane Library, using various keywords: "Hydrogen peroxide," "irrigant," "endodontic," "ultrasonic activation," "ultrasound," with a publication date range from 2016 to 2022, during the period from October 2020 to June 2022. From this search, a total of 6210 articles were identified, from which, according to the exclusion and inclusion criteria, 15 articles were selected. Conclusion: Hydrogen peroxide, as a complement to the chemical-mechanical instrumentation of the root canal for disinfection in endodontics, is recommended as part of the irrigation protocol alongside sodium hypochlorite in cases of persistent bacterial infection where apical periodontitis cannot be eliminated.

Keywords: "Hydrogen peroxide", "endodontic" "irrigant", "ultrasonic activation", "ultrasound"



1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Tratamiento de conductos no quirúrgico.....	4
1.2 Infección del sistema de conductos radiculares.....	4
1.3 Instrumentación del conducto radicular.....	5
1.4 Irrigantes.....	6
1.5 Antecedentes de los irrigantes.....	7
1.6 ¿Cuál es la Importancia de la irrigación intraconducto?	7
1.7 Acción de la irrigación del sistema de conductos.....	8
1.8 Hipoclorito de sodio como irrigante principal	8
1.8.1 Hipoclorito de sodio.....	9
1.8.2 Peróxido de hidrogeno.....	10
1.8.2.1 Acción del peróxido de hidrogeno	11
1.8.2.2 Radicales hidroxilo.....	11
1.8.2.3 Interacción del peróxido de hidrogeno con hipoclorito de sodio.....	12
1.8.3 Clorhexidina.....	13
1.8.4 Quelantes MTA Y QMIX.....	13
1.9 Sistema de activación de irrigantes.....	14
1.9.1 Sistema de irrigación sónica	14
1.9.2 Sistema Endo Vac.....	15



1.9.3 Ultrasonido	15
1.10 Efecto vapor lock.....	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3. JUSTIFICACIÓN.....	18
4. HIPOTÉISIS.....	19
5. OBJETIVO GENERAL.....	20
6. OBJETIVOS PARTICULARES.....	21
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
7.1. Tipo de estudio	22
7.2 Criterios de inclusión	31
7.3 Criterios de exclusión.....	32
8. RESULTADOS.....	33
9. DISCUSIÓN.....	34
10. CONCLUSIONES.....	38
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39



1. MARCO TEÓRICO

Introducción

La endodoncia ha tenido un gran crecimiento y aceptación con la introducción de la tecnología que nos facilita la práctica clínica y nos ha dado mejores resultados de los que se tenían antes, por lo que es una ciencia que se integra a las demás áreas de la odontología para lograr recuperar la salud del paciente integral.[1]

Cada paso en el tratamiento de conductos es muy importante para lograr el éxito y deben ser llevados a cabo cuidadosamente cada uno. La irrigación es una de las partes importantes y a lo largo de la historia se han utilizado una gran variedad de soluciones para uso endodóntico.[2] Estos irrigantes son necesarios para realizar la preparación biomecánica del tratamiento para eliminar microorganismos y restos pulpares en todos los sistemas de conductos radiculares.[3]

El irrigante más importante que se usa en endodoncia es el hipoclorito de sodio por tener las propiedades ideales para poder realizar con éxito un tratamiento, el cual tiene una gran aceptación y se ha estudiado por décadas tanto concentraciones y cantidades ideales, pero también es un irrigante que puede ser dañino a los tejidos periradiculares, por lo que se podría pensar en otro irrigante como el peróxido de hidrógeno que complementa al hipoclorito de sodio para terminar la desinfección completa.[4]



La activación de irrigantes hoy en día es de suma importancia para mejorar el tratamiento, esta activación nos ayuda a que el irrigante llegue a más lugares donde la instrumentación y la simple irrigación no llegan, se sabe que la activación del peróxido de hidrogeno libera iones hidroxilo que tiene propiedades antimicrobianas como las que realiza el hidróxido de calcio al dejarlo como medicamento intraconducto por lo que esto nos daría más potencia al eliminar microorganismos.[5]

1.1 Tratamiento de conductos no quirúrgico

El tratamiento de conductos elimina tejido enfermo y residual en la cámara pulpar y desinfecta el conducto para conservar el órgano dental. Esta por medio de la conformación y preparación relacionada con limas metálicas manuales y mecanizadas. Es bien sabido que los microorganismos son responsables del desarrollo de enfermedades de la parte apical. [1] Por lo tanto, los procedimientos que tratan el sistema de conductos radicular van a reducir esta cantidad de impurezas biológicas a por debajo del umbral crítico, aunque ese umbral aún se desconoce en la actualidad. En general, la tecnología como dispositivos electrónicos que ayudan a los procedimientos de preparación biomecánica, y el uso de agentes que ayudan en el tratamiento como fármacos endógenos los cuales se utilizan para lograr este objetivo.[2]

1.2 Infección del sistema de conductos radiculares

La infección endodóntica es un proceso dinámico mediante el cual las características de la biopelícula pueden cambiar con el tiempo no se mantiene de



manera estática. La nutrición como las condiciones cambiantes de oxígeno, como conlleva un cambio en la composición del microbiota. Cuando se pierde la circulación sanguínea de la pulpa se obtiene un resultado de necrosis, en el que el consumo de oxígeno por colonizadores primarios por lo que predominaran los anaerobios, se ha encontrado que en fases iniciales se encuentran bacterias anaerobias facultativas en zonas ricas de oxígeno. Las infecciones persistentes son causadas por microorganismos que sobrevivieron al tratamiento y se quedaron dentro del sistema de conductos que lleva a los fracasos del tratamiento. Es importante un protocolo de desinfección más correcto en endodoncia para así aumentar la tasa de éxito, se ha hecho un gigantesco empeño de sondeo se invierte en investigación, atestiguado por el gran guarismo de índole publicados sobre la desinfección de la extracción radicular en revistas revisadas. [3]

1.3 Instrumentación del conducto radicular

Estudios recientes en dientes con periodontitis apical después tratamiento endodóntico fallido reportaron la presencia de bacterias persistentes en el istmo, conductos laterales y deltas apicales, depresiones, y túbulos dentinarios. En la actualidad la Instrumentación no pueden predecir si todas las paredes del conducto son tocadas y llegar a zonas de difícil acceso. Por lo que es urgente desarrollar estrategias para mejorar el control de infecciones no solo dentro de la luz del conducto principal, sino también en todo el complejo sistema de conductos.[4]



Uno de los puntos principales y de mayor interés en estudios es la curación de la periodontitis apical, lo que nos dice el éxito del tratamiento. Sin embargo, en el desarrollo de la enfermedad periapical, la causa más relevante es la carga microbiana, por lo que la eliminación de restos pulpares y biopelículas puede tener una contribución real de la curación, y de manera indirecta la cicatrización podría darse por bloquear el acceso a nutrientes y mejorar el acceso a los irrigantes [5]. Además, una de las dificultades es el complejo anatómico del conducto radicular. Por lo que significativamente afecta en la limpieza del sistema de conductos radiculares. Se ha identificado como la causa de la persistencia de la periodontitis apical a los microorganismos que permanecen en el sistema de conductos radicular después de la preparación biomecánica. [6]

1.4 Irrigantes

El sistema de conductos radiculares complica la obtención de una asepsia completa durante el tratamiento endodóntico. La introducción de un irrigante permite limpiar eficazmente el sistema de conductos y las áreas inaccesibles. Es fundamental eliminar los tejidos orgánicos y necróticos para inhibir el desarrollo de microorganismos dentro del sistema de conductos. Los irrigantes del conducto radicular deben ser eficaces como antimicrobianos, tener baja N Las soluciones de hipoclorito de sodio (NaOCl) son los irrigantes más utilizados debido a su acción antimicrobiana y capacidad de eliminar tejido pulpar. Sin embargo, las altas concentraciones de esta solución pueden ser potencialmente tóxicas al tejido periapical [7].



1.5 Antecedentes de los irrigantes

Históricamente, multitud de compuestos en soluciones acuosas han sido considerados irrigantes del conducto radicular, incluyendo sustancias inertes como el cloruro de sodio (agua salada) o biocidas altamente tóxicos y alergénicos como el formaldehído. Sin embargo, en esta evaluación, la atención se centra en las soluciones de riego actualmente en uso; Las sustancias obsoletas no se discuten. Establecido con el conocimiento anterior, parece que los dispositivos de irrigación originales ideales deberían ser:

- Tienen un amplio espectro antibacteriano y es altamente efectivo contra microorganismos anaerobios y desorganizados en biopelícula.
- Disuelven restos de tejido necrótico.
- Inactivan endotoxina.
- Evitan la formación de barrillo durante la irrigación, lo cual es menos probable que provoque una reacción anafiláctica. [8]

1.6 ¿Cuál es la Importancia de la irrigación intraconducto?

La limpieza y la conformación son procesos que no son independientes entre sí. La instrumentación mecánica da forma del sistema de conducto radicular para facilitar la limpieza de dos maneras: primero, eliminando directamente bacterias y nutrientes del sistema de conductos; y segundo, permite que los agentes que participan activamente en el proceso de esterilización penetren más profundamente en el sistema de canales, esto con la finalidad de eliminar tejido orgánico e inorgánico, lo



cual disminuye en gran cantidad el número de bacterias, lo que nos lleva a una mejor tasa de éxito.[9]

1.7 Acción de la irrigación del sistema de conductos

Se han aplicado muchas soluciones de irrigación endodóntica y técnicas de esterilización para reducir la cantidad de bacterias del conducto radicular. El principal efecto de la irrigación es eliminar física y químicamente los desechos orgánicos e inorgánicos, el material infectado y los desechos de tejidos blandos y duros del conducto radicular. De esta forma, se evita que estos materiales se acumulen, provocando bloqueo e inaccesibilidad en la parte apical del canal. Las soluciones de irrigación endodóntica suelen tener propiedades antibacterianas. Se ha demostrado que el uso combinado de materiales de irrigación con diferentes espectros antibacterianos puede incluso aumentar la actividad antibacteriana que brinda una sola solución a través de efectos sinérgicos y/o aditivos para eliminar cientos de microorganismos que se forman en la microflora del canal.[10]

1.8 Hipoclorito de sodio como irrigante principal

El hipoclorito de sodio (NaOCl) y el peróxido de hidrógeno (H₂O₂) se emplean para irrigar y desinfectar los conductos radiculares. Estos productos químicos se utilizan tanto en blanqueamiento dental como en diversos tipos de desinfectantes. A pesar de su similitud en la aplicación, difieren principalmente en su composición en los niveles de pH de las soluciones acuosas. El hipoclorito de sodio (NaOCl) es conocido por mantener un pH alto, lo que lo convierte en una opción común para la



desinfección. Por otro lado, las formulaciones que contienen peróxido son estables en medios ácidos y necesitan ser estabilizadas para alcanzar un pH adecuado. En el contexto de la endodoncia, las soluciones de NaOCl se han convertido en el irrigante principal debido a su capacidad única para eliminar tejidos blandos necróticos y componentes de la matriz de la biopelícula. A diferencia de las soluciones de NaOCl, los peróxidos en su pH nativo no poseen estas propiedades de limpieza altamente deseables en endodoncia. [11].

1.8.1 Hipoclorito de sodio

Los irrigantes químicos utilizados para la limpieza y desinfección se dividen en fases con efecto antibacteriano y fases con efecto desinfectante. Entre los más comunes se encuentran el NaOCl, el ácido cítrico, el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y la clorhexidina, siendo el NaOCl el más utilizado. Al diluirse en agua, el NaOCl se disocia en iones Na y OCl⁻. En medios neutros o ácidos, la forma predominante es el ácido hipocloroso (HOCl), responsable de la actividad antibacteriana. Las concentraciones de NaOCl suelen oscilar entre el 0,5% y el 5,25%. Este irrigante ha demostrado ser capaz de solubilizar desechos necróticos, así como el colágeno dentinario. La concentración mínima in vitro de NaOCl para actividad antibacteriana es del 0,5%; sin embargo, su eficacia se ve reducida in vivo debido a la presencia de biopelícula y materia orgánica. Por lo tanto, la variabilidad en la concentración y el uso de concentraciones más altas pueden resultar más efectivos contra las biopelículas, pero también pueden exponer al paciente a más efectos secundarios. [12]



1.8.2 Peróxido de hidrogeno

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) ha sido utilizado en endodoncia durante mucho tiempo debido a su acción contra bacterias, virus y levaduras, a concentraciones del 3% al 30%. Sin embargo, su eficacia como irrigante aún no ha sido suficientemente estudiada para garantizar su uso efectivo. Un irrigante debe ser capaz de acceder a irregularidades anatómicas, eliminar restos orgánicos e inorgánicos, y erradicar microorganismos, objetivos que no siempre se logran satisfactoriamente. Por lo tanto, se ha estado investigando para mejorar la efectividad del irrigante, siendo fundamental agitarlo para lograr una mejor circulación y eliminación de los restos, ya que estos son componentes esenciales del protocolo de limpieza. [13]

Los efectos bactericidas del H_2O_2 han sido documentados, demostrando una disminución y/o inactivación del crecimiento de bacterias patógenas cuando se utiliza en concentraciones bactericidas y en condiciones de operación adecuadas. Se han utilizado concentraciones de H_2O_2 en un rango del 3 al 5% como irrigantes endodónticos. Sin embargo, el poder antimicrobiano y la capacidad de eliminación de tejidos del H_2O_2 empleado en la medicación del conducto radicular son menores en comparación con el irrigante endodóntico más común, el hipoclorito de sodio. El H_2O_2 se considera generalmente como un oxígeno reactivo (ROS). [14]



1.8.2.1 Acción del peróxido de hidrogeno

Se reconoce que el hidroxilo (OH) posee una reactividad y capacidad oxidativa extremadamente más altas que el H_2O_2 y el oxígeno. Este radical desempeña un papel interesante no solo en la respuesta inmunológica inducida por la activación de neutrófilos y macrófagos, sino también en la eliminación celular bacteriana inducida por antibióticos, independientemente de la interacción fármaco-objetivo, mediante la producción de $OH\cdot$. Este radical es perjudicial para bacterias Gram negativas y Gram positivas. [15]

1.8.2.2 Radicales hidroxilos

Se ha desarrollado una nueva técnica de tratamiento de esterilización en la que los radicales hidroxilos creados artificialmente pueden matar bacterias para aprovechar los beneficios de la esterilización química en el laboratorio. Una de las especies reacciona con el oxígeno (ROS), que tiene electrones desapareados en su estructura, para que pueda arrancar electrones de otras sustancias; por ejemplo, oxida fácilmente otras sustancias. Se sabe que el radical hidroxilo se genera durante la respuesta inmunitaria del cuerpo para destruir las bacterias invasoras. Por lo tanto, se cree que el sistema desinfectante a base de biocida el efecto de los radicales hidroxilos generados artificialmente se puede utilizar para la odontología clínica. Existen diferentes generadores de radicales hidroxilos, como la reacción de Fenton, la reacción de Haber Weiss, la disociación del agua y la fotólisis del H_2O_2 . Dado que la reacción de Fenton y la reacción de Haber Weiss involucran ciertos químicos con metales de transición como el compuesto negro, puede ser difícil



detener la generación de radicales hidroxilos en la cavidad oral después del tratamiento. Por otro lado, la absorción de agua y la fotólisis de H_2O_2 son sistemas de reacción simples, cada uno de los cuales consta de un químico, agua o H_2O_2 , y puede terminar la generación de radicales hidroxilos mediante extinción ultrasónica o irradiación de luz. Además, la fotólisis de H_2O_2 se puede aplicar más al sistema que genera radicales hidroxilos en sitios estrechos de lesión en la cavidad oral que a la absorción de agua, ya que la tecnología reciente permite la distribución de H_2O_2 y luz láser en el sitio de la lesión. [16]

1.8.2.3 Interacción del peróxido de hidrogeno con hipoclorito de sodio

La eficacia antimicrobiana y la solubilidad tisular del H_2O_2 son inferiores a las del NaOCl. En combinación NaOCl y H_2O_2 reaccionan en forma de burbujeo, pero reduce la eficacia de NaOCl. Se disocia rápidamente en $H_2O + [O]$ (agua + oxígeno nuevo). De exposición a las enzimas tisulares catalasa y peroxidasa el oxígeno joven liberado crea un efecto bactericida, que es un efecto temporal y disminuye en presencia de residuos orgánicos. La oxidación de las enzimas sulfhidrilo bacterianas interfiere significativamente con el metabolismo bacteriano. Cuando el H_2O_2 entra en contacto con el tejido orgánico, se libera rápidamente oxígeno naciente, lo que provoca un burbujeo que se cree tiene un efecto mecánico de apoyo. Este proceso facilita la destrucción y eliminación del tejido necrótico y los gránulos de dentina, así como de otros escombros y residuos en la superficie.

El H_2O_2 es un compuesto muy inestable que se descompone fácilmente bajo la influencia del calor y la luz. A pesar de la limitada evidencia científica disponible,



algunos estudios sugieren que el H_2O_2 es más eficaz que otros agentes de irrigación [17].

1.8.3 Clorhexidina

La clorhexidina (CHX) es un enjuague alternativo para el NaOCl debido a su actividad antibacteriana de amplio espectro y su toxicidad significativamente menor que el NaOCl. La concentración más utilizada de CHX para el tratamiento de conductos radiculares es del 2%. A diferencia del NaOCl, las altas concentraciones de CHX tienen un efecto bactericida, mientras que las bajas concentraciones solo tienen un efecto bacteriostático.[18]

Como se menciona en la mayoría de la literatura, el NaOCl y la CHX son ampliamente utilizados como agentes principales de irrigación debido a su eficacia probada en la actividad antibacteriana. El NaOCl, en particular, se destaca por sus propiedades de degeneración del tejido. Sin embargo, no pueden eliminar la capa frotis es necesaria para el éxito de un antiséptico en los túbulos dentinarios. Por lo tanto, para satisfacer esta necesidad, la relación entre soluciones mayores con soluciones auxiliares, se requiere un agente quelante, por ejemplo, ácido etilendiaminotetraacético al 17 % (EDTA) y ácido cítrico al 6 %.[18]

1.8.4 Quelantes MTAD Y QMIX

Para lograr la eliminación de la capa frotis y la esterilización hay una demanda simultánea, simplificando así el protocolo de irrigación, se introdujeron nuevos productos combinatorios al final del protocolo de irrigación, después de NaOCl:



MTAD y QMix (ambos Dentsply Tulsa especialista dental, Tulsa, OK). Incluidos agente quelante (ácido cítrico y EDTA, respectivamente), agente antimicrobiano (doxiciclina y CHX, respectivamente) y detergente. La diferencia en la eficiencia de eliminación de manchas entre MTAD, QMix y EDTA al 17 % se ha examinado en varios estudios anteriores. Sin embargo, los resultados obtenidos aún no han llevado a una conclusión unificada sobre la solución de riego más efectiva.[19]

1.9 Sistemas de activación de irrigantes

Quizás el método auxiliar más utilizado sea la irrigación ultrasónica estimulante. Este método ha sido comparado con la irrigación convencional en numerosos estudios. La irrigación es una parte esencial del tratamiento pulpar para mejorar y desinfectar el sistema de conductos radiculares, ya que la irrigación regular a menudo no logra una limpieza suficiente. Tradicionalmente, se ha realizado principalmente con jeringas y agujas, pero este método simple no puede limpiar adecuadamente las áreas remotas del sistema de conductos radiculares. Por lo tanto, se han desarrollado varios métodos avanzados para la activación de los irrigantes.[20]

1.9.1 Irrigación sónica

Los dispositivos acústicos comercializados hasta el momento han mostrado peores resultados que los dispositivos de ultrasonido, principalmente debido a su baja potencia. Por regla general, el aparato acústico funciona a 1-8 kHz y el ultrasonido a 25-40 kHz. Los dispositivos sónicos tienen algunas



ventajas sobre los dispositivos de ultrasonido: los puntos de oscilación están hechos de un material similar al plástico, no se detienen en contacto con la pared del conducto radicular, no pueden distorsionar la raíz, se pueden usar con seguridad en raíces con conductos curvos.[21]

1.9.2 Sistema EndoVac

El sistema Endovac (Discus Dental, Culver City, CA) es un verdadero irrigador de presión negativa que está diseñado para proporcionar soluciones de irrigación del extremo apical para sistemas de conductos radiculares y de succión de los desechos. Este sistema consta de una campana principal, un microscopio y un microscopio conectado a una línea de vacío. Con este sistema, las soluciones de riego se envían a la cámara con la sugerencia de succión al maestro. [22]

1.9.3 Ultrasonido

La transmisión del sonido de los equipos de riego mejora la eficacia de la bioquímica para obtener un efecto máximo. La investigación se centra en sistemas de reacción física y en la dinámica de fluidos del equipo ultrasónico vibratorio propuesto, comparándolo con la lima. Se mantiene constante la estabilidad del flujo y la temporalidad, y se suman microcorrientes que generan una estimulación para limpiar los conductos. El uso de energía ultrasónica produce un doble canal y un istmo, facilitando así la desinfección y esterilización del conducto radicular. El ultrasonido tiene un efecto de eliminación duradero en la experiencia de endodoncia. Se ha evaluado la eficacia comparativa del ultrasonido y el dispositivo



de medición manual en la eliminación de bacterias y fragmentos de dentina del conducto radicular. Spoleti P et al. concluyó que el ultrasonido contribuye al riego y a una mejor limpieza del sistema de conducto radicular en comparación con la irrigación utilizando solo dispositivos manuales. [23]

1.10 Efecto del “vapor lock”

Durante el proceso de irrigación con aguja convencional, puede ocurrir que la punta de la aguja de irrigación no esté completamente sumergida en el líquido irrigante, lo que permite que se forme una bolsa de aire en la parte superior del conducto. Esta bolsa de aire dificulta la expulsión adecuada del líquido irrigante y puede limitar su efectividad para limpiar y desinfectar el conducto radicular. En consecuencia, este fenómeno, conocido como efecto de bloqueo de vapor, puede limitar la eficacia del proceso de riego en todas las partes del conducto radicular. [24]



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los fracasos en endodoncia se debe a la dificultad de desinfectar el tercio apical por completo debido al complejo sistema de conductos donde quedan microorganismos que pueden causar de nuevo la enfermedad.

Debido a la controversia que hay en los protocolos de limpieza y desinfección, la falla en el éxito de un tratamiento de endodoncia puede variar entre un 60% a 95%, lo cual aún sigue siendo un porcentaje alto que lleva a fracasar por no poder limpiar y desinfectar por completo.

¿El uso de H₂O₂ activado como complemento de la técnica de irrigación actual permitirá la limpieza total del tercio apical?



3. JUSTIFICACIÓN

Un tratamiento de endodoncia tiene una tasa de fracaso entre el 5% y el 40% el cual puede deberse a la falta de eliminación de bacterias. La endodoncia es una parte fundamental en nuestros tiempos como tratamiento conservador de un diente cuando la pulpa dental enferma. Hoy en día hay una tendencia en los países de primer mundo a realizar la extracción y colocar un implante dental, ya que el implante dental maneja una tasa de éxito mucho mayor, dando mucho mejor predictibilidad al tratamiento, además, en cuestión financiera al clínico le conviene, ya que el implante dental es mucho más remunerado. Sin embargo, nuestro país por lo menos, el implante no es de primera elección por el paciente por su alto costo en el mercado. Siempre es importante intentar salvar al diente natural, cuando se tengan las condiciones necesarias para lograrlo, y si tenemos esta especialidad de la odontología que es tan compleja, es muy importante aprovechar al máximo la investigación para poder defender y demostrar que siempre será la opción inicial y los clínicos opten en primera instancia de un tratamiento de endodoncia. Hay infinidad de artículos de investigación sobre materiales, técnicas, instrumentos en endodoncia, pero en esta investigación se pretende agregar un paso más a las técnicas de endodoncia que es el uso de peróxido de hidrogeno para desinfectar el tercio apical, ya que es una parte fundamental para el éxito y aun no es posible lograr la desinfección al 100% por el complejo sistema de conductos en donde se quedan las bacterias que no podemos llegar a desinfectar completamente.



4. HIPÓTESIS

El uso de H_2O_2 activada mejora considerablemente la desinfección de los conductos radiculares.



5.OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión de la literatura para describir las propiedades, características y el manejo clínico del peróxido de hidrogeno activado como irrigante en endodoncia.



6. OBJETIVOS PARTICULARES

Realizar una amplia búsqueda de la literatura sobre el peróxido de hidrogeno en endodoncia.

Describir las diferentes fuentes de activación de los irrigantes.

Comparación de las conclusiones de los artículos considerados para la revisión.

Redactar resumen concluyente.



7. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una consulta en las siguientes bases de datos Pubmed, Science Direct, Google Scholar, Cochrane library, con las diferentes palabras clave: "Hydrogen peroxide", "irrigant", "endodontic", "ultrasonic activation" "ultrasound" con un rango de fecha de publicación del 2016-2022, en un periodo de tiempo de octubre 2020 a junio 2022.

Se incluyeron en la revisión, estudios experimentales In vitro e In vivo, ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas de la literatura y metaanálisis, donde se comparaba la efectividad de la activación del peróxido de hidrogeno con otros irrigantes y su efectividad clínica para demostrar la viabilidad de incluirlo en el protocolo de irrigación.

Se realizo una selección manual según los criterios de inclusión y exclusión establecidos de los artículos de mayor utilidad para realizar nuestra investigación.

7.1 Tipo de estudio

Retrospectivo. Revisión documental.

Se realizó una revisión de la literatura, recopilando, analizando y sintetizando trabajos de revisión sistemática, retrospectiva, observacional relacionados con el tema a investigar.

En la siguiente tabla se puede observar los datos más relevantes de los artículos encontrados.



Búsqueda inicial:

Palabras clave	Base de datos	N° de artículos encontrados
Hydrogen peroxide and endodontic	Pubmed	163
Activation ultrasound and irrigant	Pubmed	228
Activation Ultrasound and endodontic and hydrogen peroxide	Pubmed	3
Activation Ultrasound and hydrogen peroxide	Pubmed	253
Hydrogen peroxide and endodontic	Google scholar	1220
Activation ultrasound and irrigant	Google scholar	236
Activation Ultrasound and endodontic and hydrogen peroxide	Google scholar	215
Activation Ultrasound and hydrogen peroxide	Google scholar	18
Hydrogen peroxide and endodontic	Science direct	580
Activation ultrasound and irrigant	Science direct	92



Activation Ultrasound and endodontic and hydrogen peroxide	Science direct	60
Activation Ultrasound and hydrogen peroxide	Science direct	2744
Hydrogen peroxide and endodontic	Cochrane library	25
Activation ultrasound and irrigant	Cochrane library	32
Activation Ultrasound and endodontic and hydrogen peroxide	Cochrane library	1
Activation Ultrasound and hydrogen peroxide	Cochrane library	16

Total de artículos encontrados con base a las palabras clave: 6210



TABLA 2. Artículos para la revisión

Autor, revista, año	Título	Resultado	Conclusión
Ibi H, Hayashi M Microb Pathog. 2017	Bactericidal effect of hydroxyl radicals generated by the sonolysis and photolysis of hydrogen peroxide for endodontic applications.	Los resultados indicaron que HO· la generación mediante mediciones de VSG y el efecto bactericida sobre E. faecalis mediante recuento viable utilizando CFU/mL mejoraron significativamente de manera dependiente del tiempo en ambas condiciones	Estos resultados demuestran que el H ₂ O ₂ activado por ultrasonido y luz LED puede ser una técnica de desinfección segura y efectiva para el tratamiento endodóntico del conducto radicular.
Evid Based Dent. 2019 Dec;20(4)	The causes of subcutaneous emphysema of relevance to dental practitioners?	se incluyeron 51 artículos que describían 65 casos de enfisema subcutáneo. Hubo 36 informes de casos y 15 series de casos. La afección se notificó principalmente en pacientes de sexo femenino y dientes maxilares. En la mayoría de los casos, el enfisema subcutáneo se desarrolló durante el tratamiento de conducto inicial	La revisión sistemática mostró que el enfisema subcutáneo puede ocurrir durante el tratamiento endodóntico tanto quirúrgico como no quirúrgico. Las corrientes de aire o los aerosoles de aire y agua no deben dirigirse hacia los conductos radiculares o las áreas con discontinuidad de la mucosa.



Mohamed EA, Fathieh SM, Farzaneh TA, Homeira BA. J Contemp Dent Pract. 2019	Effect of Different Irrigation Solutions on the Apical Sealing Ability of Different Single-cone Obturation Systems: An <i>In Vitro</i> Study.	Se encontraron diferencias significativas entre todos los grupos y subgrupos ($p < 0,005$). Cuando se utilizó peróxido de hidrógeno al 3 %, no se observaron fugas con el sellador AH Plus y se observó una gran cantidad de fugas ($5,82 \pm 0,47$ mm) con Realseal SE. MTA Fillapex ($0,49 \pm 0,08$ mm) y Realseal SE ($1,11 \pm 0,50$ mm) mostraron las cantidades más bajas de fugas cuando se utilizaron clorhexidina al 2 % e hipoclorito de sodio al 3 %, respectivamente.	El tipo de solución de irrigación y sistema de obturación podría afectar el valor de la fuga apical cuando se utilizó la técnica de obturación de cono único. El sistema de obturación AH Plus/gutapercha no mostró fugas apicales cuando los conductos radiculares se irrigaron con peróxido de hidrógeno al 3%. El uso de clorhexidina al 2% mejoró la capacidad de sellado de MTA Fillapex/gutta-percha. La capacidad de sellado apical de Realseal SE/Resilon disminuyó cuando se utilizó peróxido de hidrógeno al 3 % o clorhexidina al 2 %.
Tosić G, Miladinović M, Kovaević M, Stojanović M. Vojnosanit Pregl. 2016	Choice of root canal irrigants by Serbian dental practitioners.	La primera encuesta incluyó a 569 odontólogos, mientras que 3 años después el número de ellos fue de 615. El análisis de los cuestionarios reveló el número de 10 a 30 intervenciones en el conducto radicular mensualmente. La solución de irrigación más utilizada fue H ₂ O ₂ en 2009, mientras que en 2012 todavía era H ₂ O ₂ , pero también NaOCl, clorhexidina y un poco menos de EDTA.	Este estudio muestra cambios significativos en el protocolo de irrigación aplicado en la comunidad dental serbia. Después de 3 años de observación, el NaOCl se volvió ampliamente aceptado como el irrigante de elección, mientras que el H ₂ O ₂ perdió popularidad.



Căpută PE, Retsas A, Kuijk L, Chávez de Paz LE, Boutsioukis J Endod. 2019	Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review.	La activación ultrasónica fue más eficaz que la irrigación con jeringa en la eliminación de restos de tejido pulpar y restos de tejido duro según estudios clínicos e in vitro. Los grupos de activación ultrasónica posiblemente fueron favorecidos en 13 estudios, mientras que los grupos de irrigación con jeringa pueden haber sido favorecidos en 3 estudios.	El nivel de la evidencia disponible fue bajo, por lo que no se pudieron formular recomendaciones clínicas sólidas. Los estudios futuros deberían centrarse en el efecto antimicrobiano y la curación de la periodontitis apical en dientes con múltiples conductos radiculares.
Kobayashi Y, Hayashi M, Yoshino F, Tamura M, Yoshida A, Ibi H, Lee MC, Ochiai K, Ogiso B.J Oral Sci. 2014	Passive ultrasonic irrigation in the presence of a low concentration of hydrogen peroxide enhances hydroxyl radical generation and bactericidal effect against <i>Enterococcus faecalis</i>	La generación de HO• y la actividad bactericida aumentaron significativamente con PUI en H ₂ O ₂ de manera dependiente del tiempo y fueron significativamente más altas que con H ₂ O ₂ solo o con PUI en una suspensión de Tris-HCl. Estos resultados sugieren que la PUI en presencia de una baja concentración de H ₂ O ₂ es una nueva estrategia de desinfección prometedora. La generación de HO• y la actividad bactericida aumentaron significativamente con PUI en H ₂ O ₂ de manera dependiente del tiempo y fueron significativamente más altas que con H ₂ O ₂ solo o con PUI en una suspensión de Tris-HCl	Estos resultados sugieren que la PUI en presencia de una baja concentración de H ₂ O ₂ es una nueva estrategia de desinfección prometedora.



Nagendrababu V, Jayaraman J, Suresh A, Kalyanasundaram S, Neelakantan P.Clin Oral Investig. 2018	Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies.	En general, UAI mostró una reducción superior de los recuentos microbianos, lo que resultó en una mejor desinfección en comparación con otros sistemas de riego elegidos para la comparación en esta revisión.	el uso de UAI puede lograr una reducción microbiana superior dentro del sistema de conductos radiculares en comparación con otras técnicas de activación de irrigantes.
--	---	--	---

Jingmei Guo, a Yue Xu, a Miaodeng Liu, b Jian Yu, a Hongye Yang, a Wenlong Lei*a and Cui Huang	An MSN-based synergistic nanoplatforM for root canal biofilm eradication <i>via</i> Fenton-enhanced sonodynamic therapy	Las observaciones de microscopía de barrido láser confocal y microscopía electrónica de barrido ilustraron la eficacia de la plataforma <i>in situ</i> Erradicación de biofilm en conducto radicular. Debido a la mayor capacidad oxidante y la corta vida útil de las ROS, la SDT mejorada con la reacción de Fenton puede inducir daños oxidativos perjudiciales en las bacterias tras la activación	En comparación con el NaClO de uso común, esta nanoplatforM mostró habilidades antibacterianas y anti-biopelícula deseables y una mejor biocompatibilidad. Estos resultados destacan que la plataforma integrada M@P-Fe + US + H ₂ O ₂ es una candidata prometedora para la irrigación y desinfección del canal radicular mejorada por EE. UU.
--	---	--	--



<p>Ying S, Tan M, Feng G, Kuang Y, Chen D, Li J, Song J. <i>Theranostics</i>. 2020</p>	<p>Low-intensity Pulsed Ultrasound regulates alveolar bone homeostasis in experimental Periodontitis by diminishing Oxidative Stress.</p>	<p>Resorción ósea alveolar, inducida experimentalmente por periodontitis <i>in vivo</i>, fue aliviado por LIPUS a través de la activación de Nrf2. El estrés oxidativo, inducido a través del tratamiento con H₂O₂ <i>in vitro</i>, inhibió la viabilidad celular y suprimió la diferenciación osteogénica. Estos efectos también se aliviaron con el tratamiento con LIPUS a través de la activación de Nrf2.</p>	<p>Estos resultados demostraron que LIPUS regula la homeostasis del hueso alveolar en la periodontitis al atenuar el estrés oxidativo a través de la regulación de la señalización de PI3K-Akt/Nrf2. Por lo tanto, Nrf2 juega un papel fundamental en el efecto protector ejercido por LIPUS contra la periodontitis</p>
<p>ABOUZAID K, DHAIMY S. <i>Oral Health Dental Sci.</i> 2021; 5(4); 1-14</p>	<p>Antibacterial Efficacy of Sonic Versus Ultrasonic Irrigation of the Root Canal System: A Systematic Review</p>	<p>La búsqueda electrónica y manual recuperó 1028 estudios. Dos ensayos clínicos controlados, trece <i>in vitro</i>. Se incluyeron ensayos controlados y una revisión sistemática. El riesgo de sesgo y la calidad de los estudios seleccionados fueron calificados como moderados y altos según el JBI (Joanna Briggs Institute) y el PRISMA (Preferred Elements de informe para revisiones sistemáticas y metanálisis) listas de verificación. En general, tanto el riego sónico como el ultrasónico mejoró la reducción bacteriana sobre el método de riego convencional. Sin embargo, la mayor parte de la evidencia disponible no pudo establecer diferencias significativas entre la eficacia antibacteriana de los dos métodos.</p>	<p>Se puede concluir que la activación sónica y ultrasónica de los irrigantes es beneficiosa en bacterias reducción en comparación con el riego con aguja convencional, sin embargo, los datos actuales no pudieron encontrar diferencias entre ambas técnicas.</p>



Venkateshba
bu
Nagendrabab
u, Jayakumar
Jayaraman,
Anand
Suresh,
Senthilnayag
am
Kalyanasund
aram &
Prasanna
Neelakantan

Eficacia de la irrigación activada por ultrasonidos en la desinfección del conducto radicular: una revisión sistemática de estudios in vitro.

Se incluyeron un total de 15 artículos para la revisión sistemática. Los estudios incluidos fueron heterogéneos en el diseño del estudio; por lo tanto, no se realizó un metanálisis. El riesgo general de sesgo de los estudios seleccionados fue moderado. En general, UAI mostró una reducción superior de los recuentos microbianos, lo que resultó en una mejor desinfección en comparación con otros sistemas de riego elegidos para la comparación en esta revisión.

La activación de irrigantes con ultrasonido produce una reducción significativa de bacterias en los sistemas de conductos radiculares en comparación con otros métodos de activación de irrigantes e irrigación con jeringa convencional. Esto podría ayudar a mejorar el resultado del tratamiento de conducto.



7.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Artículos en idioma inglés.

Artículos del año 2016 al año 2022.

Publicaciones digitales en bases de datos en internet que hablen sobre “Peróxido de hidrógeno”, “endodoncia”, “irrigante”, “activación ultrasónica”, “ultrasonido”.



7.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Artículos sin DOI (digital object identifier).

Artículos sin resumen.

Artículos sin metodología clara.



8. RESULTADOS

De la búsqueda realizada en las bases de datos se obtuvieron un total de 6210 artículos, de los cuales, según los criterios de exclusión e inclusión, se obtuvieron 120 artículos, se seleccionaron según el título y resumen, se eliminaron las citas repetidas. La segunda selección de 120 artículos se realizó teniendo en cuenta el título, autor y resumen. Finalmente teniendo en cuenta la lectura completa del texto se seleccionaron 15 artículos.



9. DISCUSIÓN

La endodoncia incluye prevención, diagnóstico, etiología y tratamiento. Los cambios patológicos en la pulpa dental, efectos locales alrededor de la boca y por lo tanto al sistema estomatognático. El objetivo principal del tratamiento de conductos consiste en la reducción o eliminación de microorganismos dentro del sistema de conductos radiculares, en el cual se utiliza una serie de materiales y sustancias.

La desinfección del conducto radicular ahora se reconoce como uno de los aspectos a los que prestar más atención durante el tratamiento de endodoncia. La materia orgánica restante se disuelve mediante el riego con sustancias químicamente activas. Restos de dentina y pulpa.

Mediante el presente estudio se pudo observar que hoy en día la irrigación activada con ultrasonido genera mejores resultados. Nagendrabab en 2018 menciona el uso de UAI puede lograr una reducción microbiana superior dentro del sistema de conductos radiculares en comparación con otras técnicas de activación de irrigantes. Se llevó a cabo una revisión sistemática utilizando la estrategia PICO. Se incluyeron 15 estudios tras aplicar criterios de inclusión y exclusión. Los estudios variaron en diseño, por lo que no se pudo realizar un metanálisis. Se evaluó la calidad metodológica y el riesgo de sesgo, encontrando un riesgo moderado en general. La UAI mostró una mayor reducción de recuentos microbianos y una mejor desinfección en comparación con otros sistemas de riego analizados.



En 2019 Caputa señala que La activación ultrasónica fue más eficaz que la irrigación con jeringa en la eliminación de restos de tejido pulpar y restos de tejido duro según estudios clínicos e in vitro. Los grupos de activación ultrasónica posiblemente fueron favorecidos en 13 estudios, mientras que los grupos de irrigación con jeringa pueden haber sido favorecidos en 3 estudios.

Existen diferentes irrigantes efectivos contra microorganismos que se han utilizado por mucho tiempo dentro de los cuales menciona Ozkan en el 2020 algunas combinaciones de ellos como la CHX, MTAD y ClO_2 los cuales mostraron un alto potencial para la eliminación de *E. faecalis*, tanto solos como en todas las combinaciones. Los grupos EDTA, H_2O_2 , H_2O_2 +EDTA, H_2O_2 +NaOCl y SC+ NaOCl mostraron menor actividad antibacteriana que los otros grupos. El grupo SC+CHX mostró el mejor efecto antibacteriano contra *E. faecalis*.

El uso de H_2O_2 se ha utilizado por muchas décadas, pero no había tenido relevancia sobre otros irrigantes como el hipoclorito de sodio, pero ante nuevas estrategias como la activación ultrasónica, Tosicm en el 2016 realizó la primera encuesta que incluyó a 569 odontólogos, mientras que 3 años después el número de ellos fue de 615. El análisis de los cuestionarios reveló el número de 10 a 30 intervenciones en el conducto radicular mensualmente. La solución de irrigación más utilizada fue H_2O_2 en 2009, mientras que en 2012 todavía era H_2O_2 , pero también NaOCl, clorhexidina y un poco menos de EDTA.



Ibi H, Hayashi M en 2017 muestra que los iones HO tienen un efecto bactericida sobre *E. faecalis* mediante recuento viable utilizando CFU/mL lo cual mejoraron significativamente de manera dependiente del tiempo en ambas condiciones. Estos resultados demuestran que el H₂O₂ activado por ultrasonido y luz LED puede ser una técnica de desinfección segura y efectiva para el tratamiento endodóntico del conducto radicular.

Con respecto a cual o que es mejor que otro para la irrigación nos demuestra la falta de congruencia al momento de tener un protocolo establecido para mejorar el tratamiento de conductos, es necesario complementar todas estas técnicas con otras para lograr mayor éxito, Kobayashi Y, Hayashi M, afirman en sus estudios que la generación de HO• y la actividad bactericida aumentaron significativamente con PUI en H₂O₂ de manera dependiente del tiempo y fueron significativamente más altas que con H₂O₂ solo o con PUI en una suspensión de Tris-HCl. Estos resultados sugieren que la PUI en presencia de una baja concentración de H₂O₂ es una nueva estrategia de desinfección prometedora.

En ningún momento se sugiere cambiar el estándar de oro que es el hipoclorito de sodio, pero como se ha mencionado con anterioridad es necesario incluir en un protocolo establecido la activación con ultrasonido de peróxido de hidrógeno en los casos de persistencia bacteriana donde no hay una respuesta favorable ante la periodontitis apical.



Por otra parte, no es recomendable usarlo con frecuencia ya que a pesar de que es muy seguro existe evidencia de enfisema como los que muestra en sus estudios Evid Based Dent. 2019 se incluyeron 51 artículos que describían 65 casos de enfisema subcutáneo. Hubo 36 informes de casos y 15 series de casos. La afección se notificó principalmente en pacientes de sexo femenino y dientes maxilares. En la mayoría de los casos, el enfisema subcutáneo se desarrolló durante el tratamiento de conducto inicial. Esta revisión sistemática mostró que el enfisema subcutáneo puede ocurrir durante el tratamiento endodóntico tanto quirúrgico como no quirúrgico. Las corrientes de aire o los aerosoles de aire y agua no deben dirigirse hacia los conductos radiculares o las áreas con discontinuidad de la mucosa.



10. CONCLUSIONES

Se pudo concluir mediante la metodología desarrollada en esta investigación que el peróxido de hidrógeno se puede considerar como complemento a la instrumentación químico mecánica del conducto radicular para la desinfección en endodoncia, es recomendable el uso de este irrigante como parte del protocolo de irrigación acompañado del hipoclorito de sodio en los casos de persistencia bacteriana dónde no es posible eliminar la periodontitis apical, ya que el peróxido de hidrogeno es efectivo contra bacterias como *E. faecalis* encontrado en cultivos en pulpa necrótica. Por otro lado, no se recomienda el uso regular del peróxido de hidrógeno como irrigante, ya que, por sí solo, no alcanza las propiedades antimicrobianas ideales del hipoclorito de sodio. Es importante destacar la necesidad de más investigación sobre el peróxido de hidrógeno en endodoncia, dado que la literatura existente aún carece de suficientes estudios desarrollados sobre este irrigante.



11. BIBLIOGRAFÍA

1. Chandler, N., & Chellappa, D. (2019). Lubrication during root canal treatment. In *Australian Endodontic Journal* (Vol. 45, Issue 1, pp. 106–110).
2. 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. In *Clinical Oral Investigations* (Vol. 22, Issue 2, pp. 655–670).
3. Swimberghe RCD, Coenye T, De Moor RJG, Meire MA. Biofilm model systems for root canal disinfection: a literature review. *Int Endod J.* 2019;52(5):604–28.
4. Siqueira Junior, J. F., Rôças, I. das N., Marceliano-Alves, M. F., Pérez, A. R., & Ricucci, D. (2018). Unprepared root canal surface areas: Causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Brazilian Oral Research*, 32, 1–19.
5. Căpută PE, Retsas A, Kuijk L, Chávez de Paz LE, Boutsoukis C. Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. *J Endod.* 2019;45(1):31-44.e13
6. Nagendrababu V, Jayaraman J, Suresh A, Kalyanasundaram S, Neelakantan P. Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):655–70.
7. Tanomaru-Filho M, Silveira BRF, Martelo RB, Guerreiro-Tanomaru JM. Influence of Concentration and Agitation of Sodium Hypochlorite and Peracetic Acid Solutions on Tissue Dissolution. *J Contemp Dent Pract.* 2015;16(11):876–9.
8. Zehnder, M. (2006). Root Canal Irrigants. In *Journal of Endodontics* (Vol. 32, Issue 5, pp. 389–398).
9. contemporary cleaning and shaping of the root canal system tomson 2016. (n.d.).
10. Ozkan, H. B., Cobankara, F. K., Sayin, Z., & Ozer, F. (2020). Evaluation of the antibacterial effects of single and combined use of different irrigation solutions against intracanal enterococcus faecalis. *Acta Stomatologica Croatica*, 54(3), 250–262. <https://doi.org/10.15644/asc54/3/3>



11. Trautmann E, Attin T, Mohn D, Zehnder M. Hydrogen Peroxide Versus Sodium Hypochlorite: All a Matter of pH? *J Endod* [Internet]. 2020;1–6.
12. Dioguardi, M., di Gioia, G., Illuzzi, G., Laneve, E., Cocco, A., & Troiano, G. (2018). Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. In *European Journal of Dentistry* (Vol. 12, Issue 3, pp. 459–466).
13. Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari RV, Hunter M. Modern endodontic principles part 4: Irrigation. *Dent Update*. 2016;43(1):20–33.
14. Kobayashi Y, Hayashi M, Yoshino F, Tamura M, Yoshida A, Ibi H, et al. Isoflavone intake inhibits the development of 7,12 dimethylbenz(a)anthracene(DMBA) induced mammary tumors in normal and ovariectomized rats. *J Clin Biochem Nutr*. 2014;54(1):31–8.
15. Sheng H, Nakamura K, Kanno T, Sasaki K, Niwano Y. Bactericidal effect of photolysis of H₂O₂ in combination with sonolysis of water via hydroxyl radical generation. *PLoS One*. 2015;10(7):1–13.
16. Ikai, H., Nakamura, K., Shirato, M., Kanno, T., Iwasawa, A., Sasaki, K., Niwano, Y., & Kohno, M. (2010). Photolysis of hydrogen peroxide, an effective disinfection system via hydroxyl radical formation. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 54(12), 5086–5091.
17. Ruksakiet, K., Hanák, L., Farkas, N., Hegyi, P., Sadaeng, W., Czumbel, L. M., Sang-ngoeng, T., Garami, A., Mikó, A., Varga, G., & Lohinai, Z. (2020). Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. In *Journal of Endodontics* (Vol. 46, Issue 8, pp. 1032-1041.e7).
18. Botton, G., Pires, C. W., Cadoná, F. C., Machado, A. K., Azzolin, V. F., Cruz, I. B. M., Sagrillo, M. R., & Praetzel, J. R. (2016). Toxicity of irrigating solutions and pharmacological associations used in pulpectomy of primary teeth. *International Endodontic Journal*, 49(8), 746–754.



19. Nogo-Živanović, D., Kanjevac, T., Bjelović, L., Ristić, V., & Tanasković, I. (2019). The effect of final irrigation with MTAD, QMix, and EDTA on smear layer removal and mineral content of root canal dentin. *Microscopy research and technique*, 82(6), 923–930. <https://doi.org/10.1002/jemt.23239>
20. Căpută, P. E., Retsas, A., Kuijk, L., Chávez de Paz, L. E., & Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. In *Journal of Endodontics* (Vol. 45, Issue 1, pp. 31-44.e13).
21. 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.
22. Parikh M, Kishan KV, Solanki NP, Parikh M, Savaliya K, Bindu VH, Devika TD. Efficacy of Removal of Calcium Hydroxide Medicament from Root Canals by Endoactivator and Endovac Irrigation Techniques: A Systematic Review of In vitro Studies. *Contemp Clin Dent*. 2019 Jan-Mar;10(1):135-142.
23. Căpută, P. E., Retsas, A., Kuijk, L., Chávez de Paz, L. E., & Boutsoukis, C. (2019). Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. *Journal of endodontics*, 45(1), 31–44.e13. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.09.010>
24. Khan, S. (n.d.). Recent advances in irrigation systems. *Indian Journal of Conservative and Endodontics*, enero-marzo de 2017;2(1):6-11



12 .ANEXOS



Autor, revista, año	Titulo	Resultado	conclusión
Garcez AS, Hamblin MR	Methylene Blue and Hydrogen Peroxide for Photodynamic Inactivation in Root Canal - A New Protocol for Use in Endodontics.	El uso de H ₂ O ₂ antes de aPDT logró una mayor desinfección en comparación con aPDT convencional o cuando se irradió MB en una solución de H ₂ O ₂ . La irradiación de energía de 9,6 J logró una reducción significativa y el suministro de luz adicional no produjo una reducción adicional.	la concentración de PS de alrededor de 50 μM, el pretratamiento del biofilm con H ₂ O ₂ durante 1 min y la irradiación de energía alrededor de 10 J parecen ser un protocolo eficaz para la TPD endodóntica.
Ibi H, Hayashi M Microb Pathog. 2017	Bactericidal effect of hydroxyl radicals generated by the sonolysis and photolysis of hydrogen peroxide for endodontic applications.	Los resultados indicaron que HO la generación mediante mediciones de VSG y el efecto bactericida sobre E. faecalis mediante recuento viable utilizando CFU/mL mejoraron significativamente de manera dependiente del tiempo en ambas condiciones	Estos resultados demuestran que el H ₂ O ₂ activado por ultrasonido y luz LED puede ser una técnica de desinfección segura y efectiva para el tratamiento endodóntico del conducto radicular.
Evid Based Dent. 2019 Dec;20(4)	The causes of subcutaneous emphysema of relevance to dental practitioners?	se incluyeron 51 artículos que describían 65 casos de enfisema subcutáneo. Hubo 36 informes de casos y 15 series de casos. La afección se notificó principalmente en pacientes de sexo femenino y dientes maxilares. En la mayoría de los casos, el enfisema subcutáneo se desarrolló durante el tratamiento de conducto inicial	La revisión sistemática mostró que el enfisema subcutáneo puede ocurrir durante el tratamiento endodóntico tanto quirúrgico como no quirúrgico. Las corrientes de aire o los aerosoles de aire y agua no deben dirigirse hacia los conductos radiculares o las áreas con discontinuidad de la mucosa.



<p>Mohamed EA, Fathieh SM, Farzaneh TA, Homeira BA. <i>J Contemp Dent Pract.</i> 2019</p>	<p>Effect of Different Irrigation Solutions on the Apical Sealing Ability of Different Single-cone Obturation Systems: An In Vitro Study.</p>	<p>Se encontraron diferencias significativas entre todos los grupos y subgrupos ($p < 0,005$). Cuando se utilizó peróxido de hidrógeno al 3 %, no se observaron fugas con el sellador AH Plus y se observó una gran cantidad de fugas ($5,82 \pm 0,47$ mm) con Realseal SE. MTA Fillapex ($0,49 \pm 0,08$ mm) y Realseal SE ($1,11 \pm 0,50$ mm) mostraron las cantidades más bajas de fugas cuando se utilizaron clorhexidina al 2 % e hipoclorito de sodio al 3 %, respectivamente.</p>	<p>El tipo de solución de irrigación y sistema de obturación podría afectar el valor de la fuga apical cuando se utilizó la técnica de obturación de cono único. El sistema de obturación AH Plus/gutapercha no mostró fugas apicales cuando los conductos radiculares se irrigaron con peróxido de hidrógeno al 3%. El uso de clorhexidina al 2% mejoró la capacidad de sellado de MTA Fillapex/gutapercha. La capacidad de sellado apical de Realseal SE/Resilon disminuyó cuando se utilizó peróxido de hidrógeno al 3 % o clorhexidina al 2 %.</p>
<p>Ozkan HB, Cobankara FK, Sayin Z, Ozer F. <i>Acta Stomatol Croat.</i> 2020</p>	<p>Evaluation of the Antibacterial Effects of Single and Combined use of Different Irrigation Solutions Against Intracanal Enterococcus Faecalis.</p>	<p>La CHX, MTAD y ClO_2 mostraron un alto potencial para la eliminación de <i>E. faecalis</i>, tanto solos como en todas las combinaciones. Los grupos EDTA, H_2O_2, $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{EDTA}$, $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOCl}$ y SC + NaOCl mostraron menor actividad antibacteriana que los otros grupos. El grupo SC+CHX mostró el mejor efecto</p>	<p>La combinación SC + CHX puede recomendarse como el régimen de irrigación más efectivo contra <i>E. faecalis</i> en infecciones endodónticas persistentes.</p>



		antibacteriano contra <i>E. faecalis</i> .	
Tosić G, Miladinović M, Kovaević M, Stojanović M. Vojnosanit Pregl. 2016	Choice of root canal irrigants by Serbian dental practitioners.	La primera encuesta incluyó a 569 odontólogos, mientras que 3 años después el número de ellos fue de 615. El análisis de los cuestionarios reveló el número de 10 a 30 intervenciones en el conducto radicular mensualmente. La solución de irrigación más utilizada fue H ₂ O ₂ en 2009, mientras que en 2012 todavía era H ₂ O ₂ , pero también NaOCl, clorhexodina y un poco menos de EDTA.	Este estudio muestra cambios significativos en el protocolo de irrigación aplicado en la comunidad dental serbia. Después de 3 años de observación, el NaOCl se volvió ampliamente aceptado como el irrigante de elección, mientras que el H ₂ O ₂ perdió popularidad.
Căpută PE, Retsas A, Kujik L, Chávez de Paz LE, Boutsioukis C.J Endod. 2019	Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review.	La activación ultrasónica fue más eficaz que la irrigación con jeringa en la eliminación de restos de tejido pulpar y restos de tejido duro según estudios clínicos e in vitro. Los grupos de activación ultrasónica posiblemente fueron favorecidos en 13 estudios, mientras que los grupos de irrigación con jeringa pueden haber sido favorecidos en 3 estudios.	El nivel de la evidencia disponible fue bajo, por lo que no se pudieron formular recomendaciones clínicas sólidas. Los estudios futuros deberían centrarse en el efecto antimicrobiano y la curación de la periodontitis apical en dientes con múltiples conductos radiculares.
Kobayashi Y, Hayashi M, Yoshino F, Tamura M,	Passive ultrasonic irrigation in the presence of a low concentration of hydrogen peroxide enhances hydroxyl radical generation and	La generación de HO• y la actividad bactericida aumentaron significativamente con PUI en H ₂ O ₂ de manera dependiente	Estos resultados sugieren que la PUI en presencia de una baja concentración de H ₂ O ₂ es una nueva



<p>Yoshida A, Ibi H, Lee MC, Ochiai K, Ogiso B.J Oral Sci. 2014</p>	<p>bactericidal effect against <i>Enterococcus faecalis</i></p>	<p>del tiempo y fueron significativamente más altas que con H₂O₂ solo o con PUI en una suspensión de Tris-HCl. Estos resultados sugieren que la PUI en presencia de una baja concentración de H₂O₂ es una nueva estrategia de desinfección prometedora. La generación de HO• y la actividad bactericida aumentaron significativamente con PUI en H₂O₂ de manera dependiente del tiempo y fueron significativamente más altas que con H₂O₂ solo o con PUI en una suspensión de Tris-HCl</p>	<p>estrategia de desinfección prometedora.</p>
<p>Nagendrababu V, Jayaraman J, Suresh A, Kalyanasundaram S, Neelakantan P.Clin Oral Investig. 2018</p>	<p>Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies.</p>	<p>En general, UAI mostró una reducción superior de los recuentos microbianos, lo que resultó en una mejor desinfección en comparación con otros sistemas de riego elegidos para la comparación en esta revisión.</p>	<p>el uso de UAI puede lograr una reducción microbiana superior dentro del sistema de conductos radiculares en comparación con otras técnicas de activación de irrigantes.</p>
	<p>An MSN-based synergistic nanoplatform for root canal biofilm eradication <i>via</i> Fenton-enhanced sonodynamic therapy</p>	<p>Las observaciones de microscopía de barrido láser confocal y microscopía electrónica de barrido ilustraron la eficacia de la plataforma <i>in situ</i> Erradicación</p>	<p>En comparación con el NaClO de uso común, esta nanoplataforma mostró habilidades antibacterianas y antibiopelícula deseables y una mejor</p>



		de biofilm en conducto radicular. Debido a la mayor capacidad oxidante y la corta vida útil de las ROS, la SDT mejorada con la reacción de Fenton puede inducir daños oxidativos perjudiciales en las bacterias tras la activación	biocompatibilidad. Estos resultados destacan que la plataforma integrada M@P-Fe + US + H ₂ O ₂ es una candidata prometedora para la irrigación y desinfección del canal radicular mejorada por EE. UU.
Ying S, Tan M, Feng G, Kuang Y, Chen D, Li J, Song J.Theranostics. 2020	Low-intensity Pulsed Ultrasound regulates alveolar bone homeostasis in experimental Periodontitis by diminishing Oxidative Stress.	Resorción ósea alveolar, inducida experimentalmente por periodontitis <i>in vivo</i> , fue aliviado por LIPUS a través de la activación de Nrf2. El estrés oxidativo, inducido a través del tratamiento con H ₂ O ₂ <i>in vitro</i> , inhibió la viabilidad celular y suprimió la diferenciación osteogénica. Estos efectos también se aliviaron con el tratamiento con LIPUS a través de la activación de Nrf2.	estos resultados demostraron que LIPUS regula la homeostasis del hueso alveolar en la periodontitis al atenuar el estrés oxidativo a través de la regulación de la señalización de PI3K-Akt/Nrf2. Por lo tanto, Nrf2 juega un papel fundamental en el efecto protector ejercido por LIPUS contra la periodontitis
Petrut, a E. Caput a, DDS, MSc, * Anastasios Retsas, DDS, MSc,* Lydwien Kuijk,	Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review	La búsqueda electrónica y manual recuperó títulos de 1966. En esta revisión se incluyeron tres estudios clínicos y 45 estudios <i>in vitro</i> . La activación ultrasónica no mejoró la tasa de curación de la periodontitis apical en comparación con la irrigación con jeringa después del tratamiento de conducto radicular primario de dientes	El nivel de evidencia disponible fue bajo, por lo que no se pudieron formular recomendaciones clínicas sólidas. Los estudios futuros deberían centrarse en el efecto antimicrobiano y la curación de la periodontitis



<p>DDS,† Luis E. Chavez de Paz, DDS, MS, PhD, ‡ and Christos Boutsoukis, DDS, MSc, PhD*</p>		<p>con un solo conducto radicular. Los estudios microbiológicos <i>in vitro</i> informaron resultados contradictorios . La activación ultrasónica fue más eficaz que la irrigación con jeringa en la eliminación de restos de tejido pulpar y restos de tejido duro según estudios clínicos e <i>in vitro</i> . Los grupos de activación ultrasónica posiblemente fueron favorecidos en 13 estudios, mientras que los grupos de irrigación con jeringa pueden haber sido favorecidos en 3 estudios</p>	<p>apical en dientes con múltiples conductos radiculares.</p>
<p>ABOUZAID K, DHAIMY S. Oral Health Dental Sci. 2021; 5(4); 1-14</p>	<p>Eficacia antibacteriana de la irrigación sónica versus ultrasónica del sistema de conductos radiculares: una revisión sistemática.</p>	<p>La búsqueda electrónica y manual recuperó 1028 estudios. Dos ensayos clínicos controlados, trece <i>in vitro</i> Se incluyeron ensayos controlados y una revisión sistemática. El riesgo de sesgo y la calidad de los estudios seleccionados fueron calificados como moderados y altos según el JBI (Joanna Briggs Institute) y el PRISMA (Preferred Elements de informe para revisiones sistemáticas y metanálisis) listas de verificación. En general, tanto el riego sónico como el ultrasónico mejoró la reducción bacteriana sobre el método de riego convencional. Sin embargo, la mayor parte de la evidencia disponible</p>	<p>Se puede concluir que la activación sónica y ultrasónica de los irrigantes es beneficiosa en bacterias reducción en comparación con el riego con aguja convencional, sin embargo, los datos actuales no pudieron encontrar diferencias entre ambas técnicas.</p>



		no pudo establecer diferencias significativas entre la eficacia antibacteriana de los dos métodos.	
<p>Venkateshb abu Nagendraba bu, Jayakumar Jayaraman, Anand Suresh, Senthilnaya gam Kalyanasun daram & Prasanna Neelakanta n</p>	<p>Eficacia de la irrigación activada por ultrasonidos en la desinfección del conducto radicular: una revisión sistemática de estudios in vitro</p>	<p>Se incluyeron un total de 15 artículos para la revisión sistemática. Los estudios incluidos fueron heterogéneos en el diseño del estudio; por lo tanto, no se realizó un metanálisis. El riesgo general de sesgo de los estudios seleccionados fue moderado. En general, UAI mostró una reducción superior de los recuentos microbianos, lo que resultó en una mejor desinfección en comparación con otros sistemas de riego elegidos para la comparación en esta revisión.</p>	<p>La activación de irrigantes con ultrasonido produce una reducción significativa de bacterias en los sistemas de conductos radiculares en comparación con otros métodos de activación de irrigantes e irrigación con jeringa convencional. Esto podría ayudar a mejorar el resultado del tratamiento de conducto.</p>