



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA

REVOLUCIONANDO A ENDODONTIA: A IMPORTÂNCIA DE MÚLTIPLOS IRRIGANTES PARA A DESINFECÇÃO EFICAZ DO SISTEMA DE CANAL RADICULAR: UMA REVISÃO NARRATIVA

REVOLUTIONIZING ENDODONTICS: THE IMPORTANCE OF MULTIPLE IRRIGATORS FOR EFFECTIVE DISINFECTION OF THE ROOT CANAL SYSTEM: A NARRATIVE REVIEW

Irving Pablo Fernandez Calle¹, Edwin Macias Limachi², Abigail Marisol Vargas Ticona³, Jenny Paula Aguilar Avalos⁴, Marivel Irene Condori Escobar⁵, Alcides Ramber Maldonado Huaycho⁶, Jenny Claudia Apaza Cayo⁷, Miguel Angel Espinoza Vega⁸, Jesús Alejandro Marca Zeballos⁹, Ivan Iver Apaza Acho¹⁰

e5115929

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i11.5929>

RECIBIDO: 27/09/224

APROBADO: 27/10/2024

PUBLICADO: 13/11/2024

RESUMEN

La investigación titulada "Revolucionando la Endodoncia: La importancia de Irrigantes Múltiples para una Desinfección Efectiva del Sistema de Conductos" presenta una revisión narrativa sobre la evolución y relevancia de los irrigantes en el tratamiento endodóntico. Desde el uso de soluciones simples como agua y alcohol hasta irrigantes avanzados como el hipoclorito de sodio, el EDTA y las nanopartículas, el estudio enfatiza la necesidad de combinaciones de irrigantes para mejorar la eficacia antimicrobiana y reducir las complicaciones asociadas a infecciones periradiculares. A través de una revisión exhaustiva de la literatura, se identifican vacíos en la investigación sobre la efectividad de las combinaciones de irrigantes en la eliminación de biofilms resistentes. Se discuten también las técnicas de activación como la irrigación ultrasónica, que optimizan la acción de los regantes. Entre los hallazgos destacados, se concluye que la aplicación secuencial de irrigantes permite maximizar su efectividad y que el uso de agua ozonizada y tiosulfato de sodio puede ofrecer alternativas prometedoras. El estudio subraya la necesidad de un enfoque integral de la irrigación endodóntica para lograr resultados clínicos óptimos y prevenir la reinfección post-tratamiento.

PALABRAS CLAVE: Irrigantes Múltiples. Endodoncia. Desinfección.

RESUMO

A pesquisa intitulada "Revolucionando a Endodontia: A Importância de Múltiplos Irrigadores para a Desinfecção Eficaz do Sistema de Canais Radiculares" apresenta uma revisão narrativa sobre a

¹ Doutorado em Ciências Odontológicas. Mestre em Ortodontia. Mestre em Farmacologia Clínica. Especialidade em Endodontia Clínica. Diploma em Farmacologia Odontológica. Diploma em Farmacologia Geral, Farmacologia e Assistência Farmacêutica. Diploma em Ensino Superior por Competências. Professor, Mestre em Ortodontia, Universidade Técnica de Oruro, Subsede La Paz. Professor e chefe de clínica, Especialidade em endodontia, Universidade Técnica de Oruro, Subsede de La Paz. Universidade Pública de El Alto. Professor, Especialidade em Endodontia, Universidade Nacional "Siglo XX".

² Odontólogo de Planta Centro de Salud los pinos Municipio de el alto - La Paz. Especialidad Clínica en Odontopediatría. Cursante Especialidad en Endodoncia Clínica. Diplomado en Odontología del Bebe y Pacientes con Discapacidad. Diplomado en educación superior. Diplomado en residencia Safci.

³ Maestría en Endodoncia. Diplomado en endodoncia. Diplomado en operatoria dental y estética. Diplomado en educación superior. Diplomado en educación superior por competencias para la docencia en estomatología. Docente Preclínico en Universidad de Aquino Bolivia (UDABOL), La Paz, Bolivia. Docente Posgrado Universidad Pública de El Alto (UPEA), El Alto, Bolivia. Docente Posgrado Universidad Nacional "Siglo XX", La Paz, Bolivia.

⁴ Maestría en Rehabilitación Oral y Estética Dental. Diplomado en Diseño de Sonrisa Diplomado en Endodoncia. Diplomado en Educación superior. Gerente General, Clínica Dental "CLEANDENT".

⁵ Maestría en Salud Pública. Maestría en Ortodoncia. Odontóloga, Centro de Salud Integral, Viacha- La Paz, Bolivia.

⁶ Diplomado en educación superior. Cursante Maestría en Cirugía Bucal. Odontólogo Clínica Dental Privada.

⁷ Especialidad en Odontopediatría. Odontóloga, Clínica Privada Salud Dental, El Alto - La Paz, Bolivia.

⁸ Presidente de SCEO UNIOR. Vicepresidente de SCEO UNIOR. Campeón de la SCEO BOL. Cursante de la Especialidad de Endodoncia con mención en microscopia, Universidad Técnica de Oruro, Sub Sede La Paz.

⁹ Presidente de SCEO UNIOR. Cursante de la Especialidad de Endodoncia con mención en microscopia, Universidad Técnica de Oruro, Sub Sede LaPaz. Interno Centro de Salud Huari.

¹⁰ Auxiliar de docencia, Materia de Endodoncia. Cursante de la Especialidad de Endodoncia con mención en microscopia, Universidad Técnica de Oruro, Sub Sede LaPaz. Auxiliar de docencia en la Universidad Nacional "Siglo XX".



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

evolução e relevância dos irrigantes no tratamento endodôntico. Desde o uso de soluções simples, como água e álcool, até irrigantes avançados, como hipoclorito de sódio, EDTA e nanopartículas, o estudo enfatiza a necessidade de combinações de irrigantes para melhorar a eficácia antimicrobiana e reduzir complicações associadas a infecções perirradiculares. Através de uma revisão abrangente da literatura, são identificadas lacunas na investigação sobre a eficácia das combinações de irrigantes na remoção de biofilmes resistentes. Também são discutidas técnicas de ativação como irrigação ultrassônica, que otimizam a ação dos irrigantes. Dentre os achados notáveis, conclui-se que a aplicação sequencial de irrigantes permite maximizar sua eficácia e que o uso de água ozonizada e tiosulfato de sódio pode oferecer alternativas promissoras. O estudo destaca a necessidade de uma abordagem abrangente à irrigação endodôntica para alcançar resultados clínicos ideais e prevenir a reinfecção pós-tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigantes Múltiplos. Endodontia. Desinfecção.

ABSTRACT

The research entitled "Revolutionizing Endodontics: The Importance of Multiple Irrigators for Effective Disinfection of the Root Canal System" presents a narrative review on the evolution and relevance of irrigants in endodontic treatment. From the use of simple solutions such as water and alcohol to advanced irrigants such as sodium hypochlorite, EDTA and nanoparticles, the study emphasizes the need for combinations of irrigants to improve antimicrobial efficacy and reduce complications associated with periradicular infections. Through a comprehensive review of the literature, gaps in research on the effectiveness of irrigant combinations in removing resistant biofilms are identified. Activation techniques such as ultrasonic irrigation, which optimize the action of irrigators, are also discussed. Among the notable findings, it is concluded that the sequential application of irrigants allows maximizing their efficacy and that the use of ozonated water and sodium thiosulfate can offer promising alternatives. The study highlights the need for a comprehensive approach to endodontic irrigation to achieve optimal clinical outcomes and prevent post-treatment reinfection.

KEYWORDS: Multiple irrigators. Endodontics. Disinfection.

I. INTRODUCCIÓN

La endodoncia, se ha caracterizado por su evolución constante en la búsqueda de métodos que optimicen la desinfección de los conductos radiculares. Desde sus inicios, donde se utilizaban soluciones simples como agua y alcohol, hasta la implementación de irrigantes avanzados, el objetivo primordial ha sido mejorar la eficacia de los tratamientos y minimizar las complicaciones asociadas a infecciones periradiculares (Ali *et al.*, 2022). El uso de irrigantes ha sido esencial en este contexto, haciendo posible que se logren resultados clínicos óptimos y que se reduzcan las tasas de reinfeción.

El hipoclorito de sodio, el EDTA y la clorhexidina han demostrado ser algunos de los agentes más efectivos en la eliminación de microorganismos y la debida desinfección de los canales radiculares (Gomes *et al.*, 2023). Sin embargo, la creciente resistencia bacteriana y la variabilidad en la respuesta clínica han resaltado la necesidad de explorar la combinación de múltiples irrigantes para maximizar la desinfección y mejorar los resultados endodónticos. La relevancia de este estudio radica en la urgencia de proporcionar un abordaje más integral hacia la irrigación endodóntica, considerando tanto la eficacia antimicrobiana como la biocompatibilidad de los irrigantes utilizados.

Una revisión narrativa de la literatura actual revela que, aunque los irrigantes tradicionales han sido ampliamente estudiados, existe un vacío significativo en la evaluación comparativa de la



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

efectividad de la combinación de distintos irrigantes en la eliminación de biofilms resistentes y la promoción de la salud del tejido periradicular (Fernandez Calle *et al.*, 2024). Investigaciones precedentes han abordado la eficacia de irrigantes individuales, pero un análisis comparativo más rico entre la aplicación de múltiples agentes sigue siendo limitado (Josic *et al.*, 2022). Este dato resalta la necesidad de revisar cómo la interacción de diversos irrigantes puede optimizar la eficacia del tratamiento endodóntico.

El propósito de esta revisión narrativa es presentar un análisis exhaustivo de la importancia del uso de irrigantes múltiples en la desinfección efectiva del sistema de conductos radiculares. La metodología adoptada incluye una revisión crítica y sistemática de literatura pertinente, utilizando bases de datos reconocidas como PubMed, Cochrane y LILACS para investigar las interacciones y eficacias de diferentes irrigantes en tratamientos endodónticos. Se plantea un enfoque que considere las propiedades específicas de cada agente, su acción combinada y los efectos de activación física y química que pueden potenciar los resultados del tratamiento.

Finalmente, el artículo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se analizará la evolución de los irrigantes a lo largo de la historia de la endodoncia, seguido por una discusión sobre el papel de irrigantes específicos como el hipoclorito de sodio, EDTA y nanopartículas, así como el potencial del agua ozonizada y el tiosulfato de sodio. Se discutirá también sobre las técnicas de activación y su influencia en la limpieza y desinfección radical. A través de esta revisión, se espera contribuir al entendimiento de la importancia de los irrigantes múltiples y su rol crítico en la revolución que está viviendo la endodoncia moderna.

II REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Historia

La historia de los irrigantes en endodoncia se remonta a los inicios del tratamiento de conductos radiculares, donde se utilizaban soluciones simples como agua y alcohol para desinfectar los canales, los irrigantes salinos fueron los primeros en la endodoncia, cuando se utilizaba el cloruro de sodio, su acción se basa en una limpieza mecánica y lubricación durante el tratamiento, la solución salina normal es al 0.9%, es biocompatible y no irritante, (Ali *et al.*, 2022), hasta el siglo XX, se empezó a utilizar el hipoclorito de sodio, EDTA y la clorhexidina, que resultaron más efectivos en la eliminación del smear layer y la eliminación de los microorganismos (Gomes *et al.*, 2023).

Los irrigantes evolucionaron en la endodoncia comenzando con soluciones simples como el cloruro de sodio y el agua, hasta que en 1941 el hipoclorito de sodio marcó un hito por su potente disolvente orgánico y un amplio espectro de propiedades antibacterianas (Boutsoukis & Arias-Moliz, 2022), mucho después se incorporaron agentes quelantes como el EDTA mejorando la penetración de otros irrigantes, la clorhexidina, que actúa como un antimicrobiano eficaz contra bacterias y hongos. En la actualidad, existen irrigantes electroquímicamente activados y soluciones experimentales (Ali *et al.*, 2022).

RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

En la década de 1990, el láser de Er:YAG, se empezó a usar para la desinfección de los conductos radiculares para la eliminación de bacterias y en la reducción de biofilmes en el interior de los conductos, en el 2000, se intensificaron las investigaciones para mejorar la penetración de irrigantes como el hipoclorito de sodio, en el 2012, se confirmaron la eficacia del láser Er:YAG en combinación con soluciones desinfectantes, la introducción del láser de diodo y el láser de CO₂ permite realizar tratamientos más efectivos y menos invasivos (Josic *et al.*, 2022).

Después de la preparación y conformación del conducto radicular independiente del tipo de biomecánica realizada, se debe realizar la desinfección del conducto radicular con el uso de irrigantes, solo se logra bajar la carga bacteriana con el uso adecuado de la bioquímica (Van Der Sluis *et al.*, 2007).

En un consenso de expertos en el 2024 en china la ya se estandarizó como el uso; de jeringa de 5 ml para la irrigación por su capacidad de irrigación de 0,20–0,25 ml/s, la longitud de la aguja debe ser de -1 a -2 mm de la longitud de trabajo, el diámetro recomendado de agujas es de 27 G equivalente a una lima 30#, la aguja con la abertura lateral es la más recomendada (Zou *et al.*, 2024).

Al seleccionar un irrigante para tratamientos endodónticos, es crucial considerar factores como la eficacia antimicrobiana, la citotoxicidad, las propiedades físicas y químicas, así como el volumen y el tiempo de aplicación, la compatibilidad con otros materiales y la posibilidad de utilizar métodos de activación que lo optimicen, la importancia de protocolizar la irrigación minimizar riesgos, un protocolo bien definido no solo mejora la predictibilidad de los resultados clínicos (Tonini *et al.*, 2022).

2.2. Salinos

El uso de soluciones salinas como irrigantes en endodoncia ha sido objeto de estudio debido a su efectividad y propiedades biocompatibles, su capacidad para eliminar biofilm y desinfectar los conductos radiculares es limitada en comparación con soluciones más potentes (NaOCl y CHX). Actúan principalmente como un agente de limpieza mecánica, ayudando a la irrigación y el lavado de debris, pero carece de propiedades antimicrobianas significativas, la activación ultrasónica de la solución salina puede mejorar su eficacia en la reducción de biofilm, al generar un efecto mecánico que facilita la eliminación de bacterias en los conductos (Josic *et al.*, 2022).

El cloruro de sodio (NaCl) al 0.9%, son fundamentales para la irrigación de los conductos radiculares, al ser una solución isotónica se compone principalmente de NaCl disuelto en agua destilada o estéril, lo que le confiere características químicas que permiten mantener la osmolaridad adecuada y evitar la deshidratación celular, el cloruro de sodio es altamente soluble en agua, lo que facilita su rápida disolución y distribución, tiene un pH neutro. Otras soluciones salinas, como la solución de Ringer lactato, contienen electrolitos adicionales como potasio (K⁺), calcio (Ca²⁺) y lactato, que imitan el líquido intersticial del cuerpo y proporcionan un entorno más favorable para la salud celular (Hariprasad *et al.*, 2024).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

Las soluciones de cloruro de sodio en concentraciones altas varía su osmoralidad teniendo mayor efecto antibacteriano, esto se evidenció en un estudio *in vitro* del *E. faecalis* en la variación en el turgor de la pared celular y una formación de ácido hipocloroso (Goutham *et al.*, 2022). La aplicación de los irrigantes salinos, actúan principalmente como agentes de lavado, ayudando a eliminar debris, tejido necrótico y microorganismos del sistema de conductos, su uso es valioso en la fase de irrigación, ya que proporciona una solución biocompatible y no tóxica que puede ser utilizada en combinación con otros agentes desinfectantes (Tanvir *et al.*, 2023).

2.3. Hipoclorito de sodio

Es una solución acuosa, oxidante, alcalina y disuelve sustancias orgánicas mediante la degradación de ácidos grasos en sales de ácidos grasos y glicerol por saponificación, neutraliza a los aminoácidos en agua y sal, interfiere el metabolismo por cloración del cloro y los grupos amino, se hidroliza en ácido hipocloroso, que se descompone para oxidar las proteínas bacterianas, interfiere con la fosforilación oxidativa de la biopelícula y la síntesis de ADN, su potencia se ve aumenta dependiendo a la concentración, la temperatura, el volumen y el tiempo (Zou *et al.*, 2024). El hipoclorito de sodio penetra en los biofilms bacterianos presentes en el conducto radicular, donde su acción oxidante descompone la matriz extracelular que protege a las bacterias, facilitando su eliminación, reacciona con los grupos tiol y amino de las proteínas bacterianas, inactivando enzimas, su capacidad para disolver tejido necrótico y eliminar debris orgánicos, lo que contribuye a una posterior reparación de los tejidos periradiculares (Ruksakiet *et al.*, 2020).

El método de irrigación del NaOCl en endodoncia implica el uso de una solución al 2.5% a 5.25%, que se administra con una jeringa con una aguja fina, de tipo side-vented (salida lateral), a una distancia de 1-2 mm del ápice del conducto, se deben utilizar entre 5 y 10 ml de NaOCl, aplicándolo en pulsos durante un tiempo de aproximadamente 30 a 60 segundos por cada irrigación (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022). Al entrar en contacto con la dentina, actúa como un agente oxidante, lo que provoca la degradación de las proteínas y otros componentes orgánicos presentes en la capa de barro que recubre las paredes del conducto radicular, no solo ayuda a eliminar la materia orgánica, sino que también facilita la limpieza de los túbulos dentinarios, su irrigación excesiva o prolongada puede llevar a la erosión de la superficie dentinaria (Wilkoński *et al.*, 2021).

El NaOCl utilizado contra especies resistentes como la *Cándida* álbicas, la liberación de cloro, oxida y daña la membrana celular, desnaturalizando las proteínas, este proceso no solo provoca la lisis celular, sino que también interfiere con la síntesis de ADN y ARN, lo que impide la replicación y el crecimiento de las células fúngicas (Balsaraf *et al.*, 2023).

La extrusión apical del hipoclorito de sodio es un fenómeno crítico, comprometiendo los tejidos periapicales, este fenómeno ocurre cuando: la técnica de irrigación es con aguja convencional, el uso de agujas de menor calibre, la curvatura y diámetro, puede influir en la capacidad del irrigante para ser dirigido adecuadamente, el volumen y la concentración del NaOCl utilizado la irrigación ultrasónica o la



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

presión negativa, puede reducir la extrusión al permitir una mejor distribución del irrigante sin forzarlo más allá del ápice (Rasika Rajendra Kashikar *et al.*, 2023).

2.4. Clorhexidina

La irrigación con clorhexidina se usa en una concentración al 2% de clorhexidina, durante un tiempo de 5 a 10 minutos, actuando como un agente catiónico que se une a las membranas celulares de los microorganismos, alterando su permeabilidad y provocando la lisis celular, su uso debe ser complementado con otros irrigantes, como el hipoclorito de sodio, para lograr una desinfección óptima y evitar la formación de biofilm (Gomes *et al.*, 2023). Es un antiséptico de amplio espectro actúa alterando la membrana celular con un núcleo de biguanida, que le confiere propiedades cationicas, permitiéndole unirse a las superficies cargadas negativamente de la bacteria, también interfiere con la adhesión bacteriana, puede inhibir la actividad de enzimas, como la peptidoglucano, lo que compromete la viabilidad de las bacterias, su acción prolongada se debe a su capacidad de adsorberse a las superficies dentales, proporcionando una liberación sostenida (Ruksakiet *et al.*, 2020).

Agente antimicrobiano de amplio espectro que demostro tener eficacia contra la Candida albicans en endodoncia, alterando la permeabilidad y provocando la precipitación de componentes intracelulares esenciales, que resulta en la lisis celular y la muerte del hongo, su capacidad para inhibir las metaloproteinasas contribuye a la preservación de la estructura del tejido dental, lo que la convierte en una opción preferida en irrigación endodóntica (Balsaraf *et al.*, 2023). Su efectividad puede verse limitada por la formación de biofilm y la resistencia bacteriana, lo que puede contribuir a la persistencia de E. faecalis en el sistema de conductos radiculares, la incorporación de láser de diodo de 810 nm, ofrece un enfoque complementario al tratamiento, ya que la energía del láser puede generar calor y producir especies reactivas de oxígeno que dañan las estructuras celulares de las bacterias, la acción de la clorhexidina mejora reduciendo la probabilidad de fracaso del tratamiento endodóntico (Mathew *et al.*, 2022).

2.5. Nanopartículas

El irrigante de nanopartículas de plata se ha convertido en una opción innovadora en el campo de la endodoncia debido a sus destacadas propiedades antimicrobianas que se basa en la liberación de iones de plata, que interfieren con las funciones celulares de los microorganismos, provocando su muerte, su biocompatibilidad y baja toxicidad hacen que sean una alternativa segura para su uso en tratamientos endodónticos, especialmente en pacientes pediátricos, también puede mejorar los resultados clínicos al reducir el riesgo de reinfección y promover una recuperación más rápida (Tanvir *et al.*, 2023).

Las nanopartículas de quitosan han emergido como una alternativa prometedora en la lucha contra la candida albicans, en endodoncia, el quitosan es un biopolímero catiónico derivado de la desacetilación de la quitina, que presenta una carga positiva que le permite interactuar eficazmente con



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

las membranas celulares de los hongos, alterando su integridad y provocando la fuga de componentes intracelulares esenciales e inhibe la síntesis de ADN y ARN, lo que limita la capacidad de proliferación del hongo (Balsaraf *et al.*, 2023).

El uso de soluciones de irrigación que contienen nanopartículas de plata o de otros materiales bioactivos, pueden ejercer efectos fisicoquímicos en la estructura mineral de la dentina, alterando su composición y, en consecuencia, su dureza sus químicos que puede llegar a influir en la integridad estructural de la dentina (Alyahya *et al.*, 2022).

2.6. Agua ozonada

El ozono presenta propiedades antimicrobianas y capacidad de promover la curación del tejido, actúa como un agente oxidante fuerte, capaz de inactivar bacterias, virus y hongos mediante la ozonólisis de enlaces dobles en las membranas celulares de los microorganismos, también hay destrucción de lípidos y proteínas, se puede administrar en diversas formas, como el agua ozonizada o los aceites ozonizados, que permiten una liberación controlada de ozono en el sitio de aplicación, su capacidad para penetrar en los túbulos dentinarios y tejidos periodontales lo convierte en una herramienta eficaz, favoreciendo la remineralización y la reducción de la inflamación (Goswami *et al.*, 2024).

El uso de agua ozonizada para la irrigación de conductos radiculares se basa en la capacidad del ozono (O_3) para liberar oxígeno y generar especies reactivas de oxígeno (ERO) al descomponerse. Químicamente, el ozono es un potente oxidante que puede penetrar en las membranas celulares de los microorganismos, como *E. faecalis*, alterando su estructura y función, lo que lleva a la muerte celular. Físicamente, el ozono se disuelve en agua, formando una solución que puede alcanzar áreas difíciles de acceder en el sistema de conductos radiculares. Esta solución ozonizada no solo actúa sobre las bacterias en la superficie, sino que también tiene la capacidad de descomponer biofilms, que son comunidades bacterianas altamente resistentes (Nunes *et al.*, 2022) (Kuśka-Kielbratowska *et al.*, 2022).

En la eficacia antibacteriana del agua ozonizada y el hipoclorito de sodio en la eliminación de *E. faecalis* en conductos radiculares, el agua ozonizada mostró una eficacia comparable a la de NaOCl, la combinación de agua ozonizada con agitación ultrasónica resultó en una efectividad superior en comparación con el uso de cualquiera de los irrigantes por separado, el NaOCl ha sido el estándar en la desinfección endodóntica, el ozono en combinación con técnicas de agitación ultrasonica, podría ofrecer una alternativa eficaz y menos tóxica, lo que resalta la necesidad de considerar diferentes enfoques en el tratamiento de infecciones endodónticas (Pawar *et al.*, 2022).

2.7. Peróxido de hidrógeno

El uso de peróxido de hidrógeno del 3% como irrigante en endodoncia ha estado presente a lo largo de la historia, en la actualidad no existe la suficiente evidencia científica que resalte su efectividad



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

clínica y su efecto sobre *Enterococcus faecalis* es débil como bactericida por lo cual ya no sé recomendable como irrigante en los protocolos endodóncicos (Zou *et al.*, 2024).

2.8. E.D.T.A.

La irrigación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) en endodoncia es utilizado generalmente al final del proceso de instrumentación para eliminar la capa de barro dentinario y desmineralizar la dentina en una concentración del 17%, se deben utilizar entre 3 y 5 ml, en un tiempo de 1 a 3 minutos, seguido por un enjuague con solución salina o agua destilada para eliminar cualquier residuo del agente quelante antes de proceder con el sellado del conducto radicular (Boutsioukis & Arias-Moliz, 2022).

Se puede utilizar como irrigante en dientes con ápices abiertos, debido a su capacidad para quelar iones de calcio y otros metales divalentes, actúa formando complejos estables con estos iones, lo que interfiere en la coagulación sanguínea y facilita la disolución de la dentina, permitiendo una mejor limpieza y desinfección del canal radicular, su acción no solo promueve la liberación de factores de crecimiento de la matriz dentinaria, lo que puede contribuir a la regeneración del tejido pulpar, su propiedad anticoagulante puede ser de doble filo, ya que puede dificultar la formación de un coágulo de fibrina necesario para la cicatrización y revitalización del tejido en los ápices abiertos (Chakravarthy *et al.*, 2022).

Su uso puede tener un impacto negativo en la microdureza de la dentina, la exposición prolongada o en volúmenes excesivos puede resultar en una disminución significativa de la microdureza de la dentina, lo que podría comprometer su integridad, minimizar este efecto adverso, se recomienda utilizar entre 1 a 3 ml de EDTA al 17% durante el procedimiento de irrigación que no exceda los 5 minutos (Alyahya *et al.*, 2022). El uso exclusivo de EDTA al 17% sin usar agua destilada o suero salino puede para su disolución comprometer la estructura dental, ya que su efecto desmineralizante puede debilitar la dentina, reduciendo su resistencia a la fractura y aumentando la fragilidad del diente, en combinación con hipoclorito de sodio, el EDTA puede mejorar la eficacia de la desinfección y la eliminación de la capa de barro, pero también puede intensificar la desmineralización, con una pérdida significativa de la matriz colágena, lo que a su vez afecta la integridad estructural del diente (Aabha Gautam Dave *et al.*, 2023).

La estructura química del EDTA le permite formar complejos estables con iones de calcio y otros minerales presentes en la dentina, lo que resulta en la desmineralización controlada de la superficie dentinaria, con un pH neutro, es altamente efectivo en la eliminación de la capa de barrillo dentinario, lo que mejora la accesibilidad de los túbulos, actúa de manera más suave, preservando la integridad de la estructura dentinaria y evitando la erosión excesiva de la dentina, que permite una adecuada penetración del cemento sellador en los túbulos, asegurando un sellado efectivo y duradero en el tratamiento endodóntico (Shekhar *et al.*, 2023). El EDTA al 17 % puede llegar a producir mayor factor de crecimiento transformador beta 1 (TGF- β 1) es una de las moléculas bioactivas más



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

ampliamente estudiadas que promueve la proliferación celular, la diferenciación y la quimiotaxis. Lo que es importante en la endodoncia regenerativa. (Aabha Gautam Dave *et al.*, 2023), siendo el EDTA al 17 % el más indicado en interacción con el coágulo de sangre para el éxito de la endodoncia regenerativa y eliminación de barro dentinario y activación de factores de crecimiento (Fortea *et al.*, 2024).

2.9. Acido cítrico

El ácido cítrico se ha consolidado desde 1990, su mecanismo de acción es la de un quelante, su tiempo de irrigación aproximado es de 1 a 5 minutos, en una concentración de 10% y 25%, entre las ventajas se encuentra su biocompatibilidad y su menor citotoxicidad, su principal desventaja es la desmineralización excesiva de la dentina y también su limitada eficacia en la eliminación de biofilm bacteriano (Ali *et al.*, 2022), es más efectivo en los tercios coronal y medio, mejora con la activación manual, en procedimientos de endodoncia regenerativo puede ser usado debido a la mayor liberación de TGF- β 1, aún no se establece un consenso en los estudios en cuanto a su relación con la adhesión del cemento sellador y la adaptación a las paredes del conducto radicular, la irrigación con ácido cítrico puede disminuir la microdureza de la dentina y causar descalcificación y erosión, especialmente cuando se usa antes de NaOCl (Gómez-Delgado *et al.*, 2023).

Su acción quelante desmineraliza la dentina al reaccionar con los iones de calcio, lo que provoca la disolución de los cristales de hidroxiapatita y la eliminación del barrillo dentinario, se demostró que concentraciones al 10%, son más efectivas para eliminar el barrillo dentinario y desinfectar el conducto, el tiempo de contacto debe ser mínimo para evitar efectos adversos en los tejidos periapicales (Dewi, 2020), su aplicación tiene efectos adversos en la microdureza de la dentina, especialmente con concentraciones altas al 40% puede causar una disminución más significativa en la microdureza en comparación con el 10%, se recomienda utilizar entre 1 a 5 ml de ácido cítrico al 10% por no más de 5 minutos (Alyahya *et al.*, 2022), su pH relativamente bajo y su capacidad para actuar de manera efectiva en un corto período de tiempo lo convierten en una opción eficaz para optimizar la obturación de los conductos radiculares, asegurando un sellado más completo y duradero (Shekhar *et al.*, 2023).

2.10. Acido Maleico

El ácido maleico se ha destacado en la práctica endodóntica por su capacidad superior para abrir los túbulos dentinarios, lo que facilita la penetración del cemento sellador, con un pH altamente ácido, permite una desmineralización efectiva de la dentina, a diferencia de otros agentes quelantes, el ácido maleico presenta una menor tensión superficial, lo que le permite penetrar más fácilmente en las microestructuras dentinarias (Shekhar *et al.*, 2023), puede afectar la estructura dental al debilitarla y reducir su resistencia a la fractura, cuando se utiliza solo, puede causar una erosión significativa de la dentina, comprometiendo su integridad, su efecto puede ser aún más pronunciado cuando se combina



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

con hipoclorito de sodio, con una mayor desmineralización de la dentina, lo que incrementa el riesgo de fractura (Aabha Gautam Dave *et al.*, 2023).

2.11. Ácido Fumarico

Agente quelante que ha ganado atención en el ámbito de la endodoncia debido a su capacidad para eliminar la capa de barro dentinario y desmineralizar la dentina de manera efectiva, con una acción química de formar complejos solubles con iones de calcio presentes en la dentina, cuando se utiliza solo, el ácido fumarico puede desmineralizar la dentina, lo que podría debilitar su estructura y aumentar el riesgo de fracturas, cuando se combina con hipoclorito de sodio se potencia la eliminación de la capa de barro con mayor desmineralización de la dentina, haciendo que la dentina sea más susceptible a la erosión, siendo así el ácido fumarico el que produce menor daño a la dentina a diferencia del EDTA 17% y el ácido maleico (Aabha Gautam Dave *et al.*, 2023).

2.12. Tiosulfato de sodio

El tiosulfato de sodio (STS) es un irrigante que cuando se usa solo actúa como un agente quelante, capaz de descomponer y eliminar residuos orgánicos y minerales de la superficie dentinaria, lo que facilita la limpieza del conducto radicular, en comparación con el hipoclorito de sodio y el EDTA, el tiosulfato de sodio puede ofrecer ventajas en la eliminación de biofilm y tejido necrótico, el hipoclorito de sodio conocido por su potente acción antimicrobiana y capacidad para disolver tejido orgánico, el EDTA eliminación de la capa de barrillo dentinario y la desmineralización de la dentina. La combinación de estos irrigantes, incluyendo el tiosulfato de sodio, puede optimizar la desinfección del conducto radicular (Teves *et al.*, 2019).

Es un agente eficaz para neutralizar los efectos adversos del hipoclorito de sodio (NaOCl) en la microdureza de la dentina, la aplicación de STS después del tratamiento con NaOCl ayuda a preservar la integridad estructural de la dentina, la preservación de las propiedades mecánicas de la dentina es crucial para el éxito del tratamiento, el uso de STS puede ser una estrategia valiosa para reducir los efectos nocivos del NaOCl (Sahebi *et al.*, 2020).

2.13. Agua destilada

El uso de agua destilada en endodoncia es fundamental debido a sus propiedades químicas y físicas que la hacen ideal para los procedimientos de irrigación, muy diferente al agua del grifo, el agua destilada está libre de impurezas, minerales y contaminantes que podrían interferir con los agentes irrigantes, como el hipoclorito de sodio y la clorhexidina, la pureza química asegura que no se produzcan reacciones indeseadas que puedan generar precipitados, como el precipitado marrón-naranja resultante de la interacción entre estos compuestos, tiene una menor viscosidad y tensión superficial, lo que mejora su capacidad de penetración y distribución en las complejas anatomías del sistema de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

conductos radiculares, al ser calentada, su capacidad para eliminar residuos y facilitar la limpieza de las paredes del conducto se incrementa (Boppré *et al.*, 2024).

2.14. Activación de irrigantes

La activación del hipoclorito de sodio mediante ultrasonido, es un método que implica el uso de ondas ultrasónicas que generan cavitación, creando microburbujas que colapsan y producen fuerzas de cizallamiento, lo que facilita la penetración del hipoclorito en las irregularidades del conducto radicular, alcanzando profundidades de hasta 100 micrómetros, el tiempo de activación debe ser de entre 20 a 30 segundos por cada segmento del conducto, lo que permite una reducción significativa de la carga microbiana, eliminando bacterias y biofilm de manera más efectiva (Gomes *et al.*, 2023).

La activación de irrigantes mediante láser en el tratamiento endodóntico se basa en la interacción entre la energía del láser y los líquidos irrigantes utilizados en el sistema de conductos radiculares. El NaOCl al aumentar la temperatura se inicia un proceso de cavitación, el H₂O₂ libera de oxígeno, el EDTA mejorar su penetración, la clorhexidina se potencia la liberación de iones (Meire; De Moor, 2024).

Las tres principales técnicas de activación de irrigantes en endodoncia son la activación sonora que genera por vibraciones a frecuencias audibles siendo más efectiva con el hipoclorito de sodio (NaOCl) y la clorhexidina (CHX), la activación ultrasónica son ondas ultrasónicas, permitiendo una penetración más profunda del NaOCl y CHX y la activación asistida por láser para crear ondas de choque que mejoran la distribución del irrigante, siendo efectiva con NaOCl y soluciones salinas (Josic *et al.*, 2022).

2.15. Activación del hipoclorito de sodio

Las técnicas de activación son fundamentales para mejorar la eficacia de la irrigación, las más comunes se encuentran la irrigación manual es la técnica más básica se utiliza una jeringa con una aguja para aplicar el irrigante, la irrigación ultrasónica utiliza ondas sonoras que mejora la penetración y acción disolvente del irrigante, la irrigación sónica emplea vibraciones de menor frecuencia su eficacia es generalmente inferior a la de la irrigación ultrasónica y la irrigación por presión negativa mejora la aspiración del irrigante, lo que puede resultar en una mayor eficacia en la limpieza de los canales, especialmente en áreas difíciles de alcanzar (Kumar *et al.*, 2023).

La activación química del hipoclorito de sodio mejora su capacidad antimicrobiana y disolvente a través de la combinación con otros agentes o la modificación de su concentración y pH, su eficacia puede verse potenciada al ser utilizado en combinación con agentes quelantes (EDTA), la modificación del pH del NaOCl puede influir en su actividad, ya que un pH más alto puede aumentar su capacidad de disolución de tejidos. La activación química, por lo tanto, no solo optimiza la acción del hipoclorito de sodio, sino que también contribuye a una desinfección más efectiva del sistema de conductos radiculares (Cheung *et al.*, 2021).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

La activación con ultrasonido es una técnica innovadora en el tratamiento endodóntico facilita la disolución de tejidos necróticos y la eliminación de biofilm bacteriano, si no que también promueve una mejor distribución del NaOCl a lo largo del conducto, reduciendo el riesgo de extrusión apical, se requiere un manejo cuidadoso para evitar la sobrepresión y la posible extrusión del irrigante (Rasika Rajendra Kashikar *et al.*, 2023).

2.16. Interacción de irrigantes

En este contexto, de la combinación de soluciones como el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y el NaOCl (hipoclorito de sodio) ha demostrado ser particularmente efectiva. La aplicación secuencial de EDTA seguido de NaOCl maximiza los beneficios de ambos agentes, ya que el EDTA prepara la superficie dentinaria para una mejor penetración del NaOCl (Elbahary *et al.*, 2020).

La combinación de ácido cítrico y clorhexidina en el contexto de la irrigación endodóntica se basa en la sinergia de sus propiedades químicas y antimicrobianas. El ácido cítrico facilita la penetración de la clorhexidina, está al ser un bis-biguanida, se adhiere a las superficies dentales y proporciona una acción antimicrobiana prolongada, eliminando eficazmente microorganismos como *E. faecalis* y *Candida albicans*, minimizando la formación de precipitados, ya que estudios han demostrado que la adición de ácido cítrico a la clorhexidina no altera su efectividad antimicrobiana y al tiempo que se preserva la integridad de la estructura dental (Dewi, 2020).

La interacción química entre la clorhexidina y el hipoclorito de sodio durante el tratamiento de conductos radiculares forma un precipitado naranja-marrón, que se ha identificado como químicamente similar a la para-cloroanilina, precipitado interfiere con la desinfección del conducto, presenta características de toxicidad biológica, celulares y carcinogénica, este precipitado puede afectar la integridad de los materiales de obturación y las restauraciones, aumentando el riesgo de filtración y complicaciones postoperatorias (Dirk-Joachim Drews *et al.*, 2023).

El agua destilada al actuar con otras sustancias es un solvente polar, tiene la capacidad de disolver una amplia gama de compuestos, facilitando reacciones químicas y la eliminación de residuos en el sistema de conductos radiculares, puede ser utilizada en combinación hipoclorito de sodio, clorhexidina, EDTA, suero fisiológico, etc., al ser pura y libre de impurezas, minimiza el riesgo de reacciones adversas, esta pureza permite que actúe como un medio neutro, evitando la formación de precipitados indeseados y garantizando que las propiedades de los agentes irrigantes se mantengan intactas (Boppré *et al.*, 2024).

Cuando se mezcla con agua destilada, el EDTA se activa, permitiendo una mejor penetración en las irregularidades de la superficie dentinaria, esta propiedad no solo mejora la limpieza del conducto, sino que también prepara el tejido para una mejor adhesión de los materiales de obturación, optimizando así el éxito del tratamiento endodóntico, el uso de EDTA en combinación con agua



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

destilada puede ayudar a reducir la carga bacteriana, contribuyendo a un ambiente más favorable para la curación y la regeneración del tejido periapical (Suresh & Ravindran, 2024).

III METODOLOGÍA O MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se realizó una búsqueda electrónica de artículos en inglés desde el 2010 inicio hasta el 10 de octubre de 2024, los criterios de selección fueron revisiones narrativas, sistemáticas, estudios de caso, reporte de caso, estudios multicéntricos, unicéntricos y metaanálisis, la selección fue realizada por 10 revisores, se utilizó Excel para la tabulación de los artículos, se encontraron 876 artículos relacionados con el tema de los cuales se seleccionaron 34 artículos con base en las preguntas PICO, quedaron fuera 842 artículos. Para abordar de manera efectiva el tema de la importancia de usar irrigantes múltiples en endodoncia, se formuló las preguntas PICO: En tratamientos de endodoncia (P), ¿cómo se compara el uso de irrigantes múltiples? (I) con el uso de un solo irrigante (C) en términos de eficacia para la desinfección del sistema de conductos (O)? Adicionalmente, ¿en qué medida el uso de irrigantes múltiples reduce la tasa de reinfección post-tratamiento en comparación con los métodos tradicionales (PICO)? Estas preguntas guiaron la revisión narrativa en buscadores bibliográficos como PubMed, Cochrane y LILACS con las siguientes palabras clave: "History of irrigants in endodontics, Evolution of irrigants AND endodontics", "saline irrigants AND endodontics", "physical activation AND, chemical activation AND sodium hypochlorite", "physiological serum AND endodontics", "root canal disinfection AND citric acid, Root canal disinfection and chlorhexidine", "Maleic Acid AND endodontics, ozonized water AND endodontics", "distilled water AND endodontia y Neutralization of sodium hypochlorite with sodium thiosulfate". Luego se ha realizado una evaluación integral de los beneficios y la relevancia clínica de la irrigación adecuada en los tratamientos endodónticos y desinfección del sistema de conductos radiculares.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la revisión narrativa de 35 artículos relacionados con las preguntas PICO sobre la importancia de los irrigantes múltiples para una desinfección efectiva del sistema de conductos en endodoncia han revelado un notable avance en la evolución de los irrigantes, desde las simples soluciones de agua y cloruro de sodio hasta la inclusión de agentes más potentes como el hipoclorito de sodio, la clorhexidina y compuestos innovadores como nanopartículas de plata y agua ozonizada. A lo largo de la historia, el hipoclorito de sodio se ha destacado como el agente de elección por su capacidad desinfectante y su acción potente contra biofilms bacterianos, especialmente en combinación con EDTA, lo que maximiza la limpieza del conducto radicular. Adicionalmente, se ha observado que el uso de irrigantes salinos actúa principalmente como un agente de lavado, mientras que soluciones como el EDTA y el ácido cítrico, aunque eficaces en la desmineralización y la eliminación de la capa de barro dentinario, pueden presentar desafíos en términos de desmineralización excesiva de la dentina. Las técnicas de activación, como la irrigación ultrasónica y láser, se han demostrado



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

efectivas al mejorar la penetración y el alcance de los irrigantes, aportando un beneficio adicional en la reducción de la carga microbiana.

1. **Título:** Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature
Autor: L. W. M. van der Sluis, M. Versluis, M. K. Wu, P. R. Wesselink
Objetivo: Evaluar la literatura sobre la irrigación ultrasónica pasiva (PUI), describir su mecanismo y efectos, y determinar si PUI es más efectiva en la limpieza del conducto radicular que la irrigación con jeringa.
Población: El artículo revisa estudios previos, por lo que no se centra en una población específica, sino en la literatura existente sobre PUI.
Resultado: Se encontró que PUI mejora la eficacia de limpieza del conducto radicular al eliminar desechos dentales, microorganismos y tejido orgánico, especialmente en canales curvados.
Conclusión: PUI es una técnica prometedora que puede superar la irrigación tradicional en términos de eficacia de limpieza, aunque se necesita más investigación para comprender completamente su mecanismo y optimizar su uso.
País: Países Bajos. **Estudio:** Revisión de la literatura. **Referencias:** 74 referencias.

2. **Título:** Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy
Autor: Xiaoying Zou, Xin Zheng, Yuhong Liang, Chengfei Zhang, Bing Fan, Jingping Liang, Junqi Ling, Zhuan Bian, Qing Yu, Benxiang Hou, Zhi Chen, Xi Wei, Lihong Qiu, Wenxia Chen, Wenxi He, Xin Xu, Liuyan Meng, Chen Zhang, Liming Chen, Shuli Deng, Yayan Lei, Xiaoli Xie, Xiaoyan Wang, Jinhua Yu, Jin Zhao, Song Shen, Xuedong Zhou, Lin Yue
Objetivo: Evaluar y establecer un consenso sobre las técnicas de irrigación y medicación intracanal en el tratamiento de conductos radiculares, enfatizando la importancia de la limpieza química y desinfección para eliminar infecciones.
Población: No se especifica una población particular en el artículo.
Resultado: Se discuten los desafíos en la irrigación, la efectividad de diferentes irrigantes y medicaciones, y la necesidad de protocolos estandarizados para mejorar los resultados clínicos en el tratamiento de conductos radiculares.
Conclusión: La irrigación y medicación intracanal son pasos cruciales en el tratamiento de conductos radiculares, y se requiere un enfoque sistemático y basado en evidencia para optimizar estos procedimientos y mejorar los resultados para los pacientes.
País: China **Estudio:** Revisión y consenso experto. **Referencias:** 131 referencias.

3. **Título:** Effect of different irrigation protocols on smear layer removal and microhardness of dentin in oval-shaped root canals
Autor: Lu Shi, et al.
Objetivo: Evaluar la efectividad de diferentes soluciones de irrigación y técnicas en la eliminación de la capa de barro y la microdureza de la dentina en canales radiculares de forma ovalada.
Población: Se utilizaron 130 premolares de un solo conducto y raíz, extraídos por razones ortodónticas, con una curvatura de menos de 10°.
Resultado: Los resultados mostraron que las técnicas de activación de irrigantes, como la irrigación ultrasónica pasiva y la fotoacústica inducida por fotones, mejoraron la eliminación de la capa de barro en comparación con la irrigación convencional. Además, se observó que la efectividad de la eliminación de la capa de barro variaba entre las diferentes soluciones de irrigación.
Conclusión: La combinación de soluciones de irrigación y técnicas de activación puede influir significativamente en la eliminación de la capa de barro y en la microdureza de la dentina, sugiriendo que se deben considerar cuidadosamente en los tratamientos endodónticos.
País: China. **Estudio:** Estudio in vitro. **Referencias:** 46 referencias.

4. **Título:** Principle and antimicrobial efficacy of laser-activated irrigation: A narrative review.
Autor: Meire, M. & De Moor, R.J.G.
Objetivo: Revisar los principios y la eficacia antimicrobiana de la irrigación activada por láser (LAI) en el contexto de la desinfección del sistema de conductos radiculares.
Población: El artículo no se centra en una población específica.
Resultado: Se discuten los beneficios de LAI en comparación con métodos tradicionales de irrigación, destacando su capacidad para mejorar la eliminación de biofilm y bacterias en conductos radiculares.
Conclusión: El uso del láser muestra un potencial prometedor para mejorar la desinfección de los conductos radiculares, aunque se requiere más investigación para estandarizar los protocolos y evaluar su eficacia en entornos clínicos.
País: Bélgica **Estudio:** Revisión narrativa. **Referencias:** 105 referencias.

5. **Título:** Effects of different irrigation protocols on dentin surface roughness: A 3D surface texture analysis
Autor: Shlomo Elbahary, Sohad Haj-yahya, Majd Khawalid, Igor Tsesis, Eyal Rosen, Waseem Habashi, Ariel Pokhojaev y Rachel Sarig.
Objetivo: Evaluar el efecto de diferentes protocolos de irrigación en la rugosidad de la superficie del dentina.
Población: El estudio se realizó en muestras de dentina.
Resultado: Se encontró que los protocolos que incluían EDTA aumentaron significativamente la rugosidad de la superficie del dentin en comparación con otros protocolos.
Conclusión: Los diferentes protocolos de irrigación tienen un impacto significativo en la rugosidad de la superficie del dentin, lo que puede influir en la eficacia del sellado en la terapia de conductos radiculares.
País: **Estudio:** Estudio experimental **Referencias:** 58 referencias.

6. **Título:** Present status and future directions: irrigants and irrigation methods
Autor: Christos Boutsoukias, Maria Teresa Arias-Moliz, entre otros.
Objetivo: Revisar el estado actual de los irrigantes y métodos de irrigación en endodoncia, identificar lagunas en el conocimiento y proponer direcciones futuras para la investigación en este campo.
Población: Revisión de la literatura sobre irrigantes.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
 Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

Resultado: Se discuten los hallazgos sobre la eficacia de diferentes irrigantes, la importancia de la activación de los mismos y la necesidad de estudios más robustos que aborden las limitaciones metodológicas en la investigación actual.

Conclusión: Se concluye que el hipoclorito de sodio (NaOCl) y el EDTA, administrados mediante jeringa y aguja, posiblemente activados por un archivo ultrasónico, siguen siendo la base de los protocolos de irrigación en endodoncia. Se sugiere que futuras investigaciones deben enfocarse en comparaciones clínicamente relevantes y en la mejora de los métodos de activación.

País: Países Bajos

Estudio: Revisión de la literatura.

Referencias: 297 referencias.

7. **Título:** Current Trends in Root Canal Irrigation

Autor: Azhar Ali, Anuradha Bhosale, Swapnil Pawar, Ateet Kakti, Anjali Bichpuriya, Muhammad A. Agwan

Objetivo: revisar las tendencias actuales en la irrigación del conducto radicular, enfocándose en la efectividad de diferentes irrigantes y técnicas de activación para mejorar la limpieza del sistema de conductos radiculares.

Población: no presenta población al ser una revisión.

Resultado: Se discuten los diferentes irrigantes utilizados en la terapia endodóntica, sus ventajas y desventajas, y la importancia de la activación de los irrigantes para lograr una limpieza efectiva del conducto radicular.

Conclusión: La selección adecuada de irrigantes y su activación son cruciales para el éxito del tratamiento endodóntico, y se sugiere que los endodoncistas consideren el uso de nuevos irrigantes y dispositivos de activación en el futuro.

País: India

Estudio: Revisión de literatura.

Referencias: 23 referencias.

8. **Título:** Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review

Autor: Tonini et al.

Objetivo: Revisar y analizar simultáneamente las soluciones irrigantes y los métodos de activación en un contexto clínico.

Población: Pacientes que requieren tratamiento endodóntico en dientes permanentes con diagnóstico de periodontitis apical primaria o persistente.

Resultado: Se incluyeron un total de siete estudios en la revisión, y se sintetizaron los datos sobre la eficacia antimicrobiana de diferentes soluciones irrigantes y métodos de activación. Sin embargo, la heterogeneidad de las metodologías impidió realizar un análisis cuantitativo (meta-análisis).

Conclusión: La elección de soluciones irrigantes debe considerar la citotoxicidad y otros factores, y se necesita estandarizar los protocolos para mejorar la eficacia del tratamiento endodóntico

País: Italia, España y Rusia

Estudio: Revisión sistemática.

Referencias: 89 referencias.

9. **Título:** Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials

Autor: Ruksakiet K, et al.

Objetivo: Evaluar la eficacia antimicrobiana de la clorhexidina (CHX) y el hipoclorito de sodio (NaOCl) en la desinfección de conductos radiculares.

Población: Pacientes con infecciones endodónticas, específicamente aquellos con dientes de una sola raíz.

Resultado: Se incluyeron 8 estudios en la revisión sistemática, y se encontró que tanto CHX como NaOCl son efectivos en la reducción de la carga bacteriana, sin diferencias significativas en su eficacia.

Conclusión: Ambos irrigantes son efectivos para el tratamiento de infecciones endodónticas, aunque no se encontraron diferencias significativas en su eficacia.

País: No se especifica un país

Estudio: Revisión sistemática y meta-

Referencias: 56 referencias.

en particular

análisis de ensayos controlados aleatorios.

10. **Título:** Biofilm in Endodontics: In Vitro Cultivation Possibilities, Sonic-, Ultrasonic- and Laser-Assisted Removal Techniques and Evaluation of the Cleaning Efficacy

Autor: Josic et al.

Objetivo: El objetivo del estudio es proporcionar una visión general de los métodos de cultivo de biofilm endodóntico in vitro y evaluar la eficacia de las técnicas de eliminación de biofilm, incluyendo métodos sonoros, ultrasónicos y asistidos por láser.

Población: El estudio se centra en la investigación de biofilms endodónticos, sin especificar una población humana, ya que se basa en estudios in vitro.

Resultado: Se encontró que las técnicas sonoras, ultrasónicas y asistidas por láser ofrecen una mejor eliminación de biofilm en comparación con los métodos de irrigación convencionales. Sin embargo, se observó que no se logró una eliminación completa del biofilm con ninguna de las técnicas.

Conclusión: Se concluye que, aunque las técnicas avanzadas son más efectivas que la irrigación convencional, existe heterogeneidad en las metodologías, lo que dificulta la comparación directa de las técnicas.

País: Italia y Eslovenia.

Estudio: In Vitro

Referencias: 67 referencias.

11. **Título:** Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of nanosilver solution, Azadirachta indica, sodium hypochlorite, and normal saline as root canal irrigants in primary teet

Autor: Zoya Tanvir et al.

Objetivo: Evaluar y comparar la eficacia antimicrobiana de la solución de nanosilver, Azadirachta indica, hipoclorito de sodio y solución salina normal como irrigantes en conductos radiculares infectados de dientes primarios.

Población: Ochenta dientes primarios con pulpa comprometida de niños de 5 a 12 años.

Resultado: La solución de NS mostró la mayor reducción en el recuento microbiano, seguida del hipoclorito de sodio y A. indica, con diferencias significativas entre los grupos.

Conclusión: La solución de nanosilver fue la más eficaz como irrigante, mientras que A. indica también mostró propiedades antimicrobianas, aunque menos efectivas en comparación con los otros irrigantes.

País: India

Estudio: Estudio prospectivo, controlado y

Referencias: 27 referencias.

aleatorizado.

12. **Título:** Comparative evaluation of antifungal efficacy of conventional endodontic irrigants and chitosan nanoparticles

Autor: Balsaraf et al.

Objetivo: Evaluar la eficacia de 3% de hipoclorito de sodio (NaOCl), 2% de clorhexidina (CHX) y nanopartículas de quitosano contra Candida albicans utilizando la prueba de difusión en disco de agar.

RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
 Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condoni Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

Población: La investigación se realizó utilizando una cepa de *C. albicans* cultivada en Agar Dextrose Sabouraud.

Resultado: El grupo que utilizó 3% de NaOCl mostró un área de inhibición significativamente mayor en comparación con los grupos de 2% de CHX y nanopartículas de quitosano. No hubo diferencias significativas entre los grupos de CHX y quitosano.

Conclusión: Las nanopartículas de quitosano y 2% de CHX tienen una eficacia similar contra *C. albicans*, mientras que 3% de NaOCl es significativamente más efectivo que ambos.

País: India. **Estudio:** Experimental in vitro. **Referencias:** 21 referencias.

13. **Título:** A Comparative Evaluation of fibrin density with Chitosan, Papain and 17% EDTA-Normal saline combination as irrigants in teeth with open apices: An ex vivo SEM study

Autor: Chakravarthy et al.

Objetivo: Evaluar la densidad de fibrina en dientes con ápices abiertos utilizando diferentes soluciones irrigantes (17% EDTA, quitosano y papain) y su efectividad en la formación de coágulos de fibrina.

Población: dientes con ápices abiertos, utilizando muestras de sangre de un voluntario sano.

Resultado: El grupo tratado con EDTA-NSS mostró una malla densa de fibrina con abundantes eritrocitos, mientras que los grupos tratados con papain y quitosano también presentaron una malla densa, aunque con menor cantidad de redes de fibrina en comparación con el grupo EDTA.

Conclusión: El uso de EDTA como irrigante mostró una mayor efectividad en la formación de fibrina en comparación con quitosano y papain, sugiriendo que EDTA podría ser preferido en procedimientos de endodoncia regenerativa.

País: India **Estudio:** ex vivo **Referencias:** 16 referencias

14. **Título:** Effectiveness of various irrigant activation techniques on the penetration of sodium hypochlorite into lateral canals of mature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis

Autor: Kumar et al.

Objetivo: evaluar la efectividad de diferentes técnicas de activación de irrigantes en la penetración de NaOCl en los canales laterales.

Población: Dientes permanentes maduros, específicamente aquellos que requieren tratamiento de conducto.

Resultado: Se encontraron diferencias significativas en la penetración de hipoclorito de sodio dependiendo de la técnica de activación utilizada, con algunas técnicas mostrando una mayor eficacia en comparación con otras.

Conclusión: Las técnicas de activación de irrigantes pueden influir significativamente en la eficacia del tratamiento de conducto, y se recomienda considerar estas técnicas para mejorar los resultados clínicos.

País: India **Estudio:** Sistemático y metaanálisis **Referencias:** 56 referencias

15. **Título:** Factors influencing the occurrence and progress of sodium hypochlorite accident: A narrative and update review

Autor: Vivekananda et al.

Objetivo: Revisar y actualizar los factores que influyen en la ocurrencia y el progreso de los accidentes relacionados con el hipoclorito de sodio (NaOCl) en tratamientos endodónticos.

Población: No se especifica una población particular en el resumen

Resultado: Se identificaron factores predisponentes y de extensión relacionados con el paciente, el diente, el operador y el NaOCl que pueden influir en la ocurrencia de accidentes.

Conclusión: La comprensión de estos factores es crucial para prevenir accidentes relacionados con NaOCl y mejorar la seguridad en la práctica dental.

País: Malasia **Estudio:** Revisión narrativa. **Referencias:** 94 referencias

16. **Título:** Electrochemical dissolution and retrieval of broken NiTi endodontic files from root canal using chloride based isotonic fluids as electrolytes – An in vitro study.

Autor: Hariprasad et al.

Objetivo: Evaluar la efectividad de fluidos isotónicos basados en cloruros como electrolitos para la disolución y recuperación de fragmentos de archivos endodónticos de NiTi rotos en conductos radiculares.

Población: Se utilizaron premolares mandibulares extraídos para realizar el estudio in vitro.

Resultado: Se observó una pérdida significativa de longitud y peso de los archivos en presencia de soluciones como Tyrode y saliva artificial en comparación con NaCl. La disolución fue más pronunciada en el extremo de los archivos.

Conclusión: Los electrolitos basados en cloruros demostraron ser efectivos para la disolución electroquímica de archivos de NiTi, lo que sugiere su potencial uso en la práctica clínica para la recuperación de instrumentos fracturados.

País: India **Estudio:** Estudio in vitro. **Referencias:** 23 referencias

17. **Título:** Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review

Autor: Tin et al.

Objetivo: evaluar la eficacia de diferentes métodos de irrigación activada en el tratamiento de conductos radiculares, centrándose en la eliminación de tejidos infectados y biofilms microbianos.

Población: El estudio incluye dientes humanos con pulpas necróticas y periodontitis apical.

Resultado: Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la curación radiográfica entre los grupos de irrigación activada y los grupos de irrigación con jeringa 180 días después del tratamiento.

Conclusión: a pesar de las limitaciones en los estudios microbiológicos, la presencia de bacterias cultivables antes de la obturación del conducto radicular tiene un impacto negativo en los resultados. Se requieren ensayos clínicos controlados aleatorios bien controlados para obtener conclusiones clínicamente relevantes sobre la eficacia de las estrategias de irrigación activada.

País: China **Estudio:** Revisión sistemática **Referencias:** 83 referencias

18. **Título:** Smear Layer Removal from Root Canal Dentine and Antimicrobial Effect of Citric Acid-modified Chlorhexidine

Autor: Dewi et al.

Objetivo: Evaluar la efectividad de diferentes irrigantes en la eliminación de la capa de lodo y su efecto antimicrobiano en *E. faecalis* y *C. albicans*.

Población: se centra en la evaluación de irrigantes en un contexto de tratamiento de conductos radiculares.

RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA

Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

Resultado: Los irrigantes como el EDTA y las diferentes concentraciones de CAMCHX mostraron variaciones en la eliminación smear layer. 2% CHX y todas las concentraciones de CAMCHX mostraron un efecto esterilizante excelente en todos los tiempos de contacto evaluados, 10% de ácido cítrico requirió más de 60 segundos para esterilizar E. faecalis.

Conclusión: No existe un irrigante que elimine simultáneamente tanto la estructura inorgánica como la orgánica de la capa de lodo. Se recomienda el uso de NaOCl seguido de EDTA para una limpieza efectiva.

País: Tailandia **Estudio:** Experimental **Referencias:** 34 referencias

19. **Título:** The Effect of a Novel Silver-Citrate Root Canal Irrigation Solution (BioAkt), Ethylenediamine Tetraacetic Acid (EDTA), and Citric Acid on the Microhardness of Root Canal Dentin: A Comparative In Vitro Study

Autor: Alyahya et al.

Objetivo: Comparar el impacto de 17% EDTA, BioAkt, 10% de ácido cítrico y 40% de ácido cítrico en la microdureza de la dentina de conductos radiculares.

Población: Se utilizaron 45 dientes de raíz simple extraídos de pacientes referidos a la Facultad de Odontología de la Universidad de Damasco, Siria.

Resultado: Los promedios de microdureza después del experimento fueron 62.60 kg/mm² para el grupo de control (A), 54.92 kg/mm² para BioAkt (B), 54.50 kg/mm² para 10% de ácido cítrico (C), 51.31 kg/mm² para 40% de ácido cítrico (D), y 49.37 kg/mm² para el grupo de control (E). Las diferencias en la microdureza fueron estadísticamente significativas en comparación con el grupo de control.

Conclusión: Todos los agentes quelantes (17% EDTA, BioAkt, 10% y 40% de ácido cítrico) causaron una disminución significativa en la microdureza de la dentina de conductos radiculares, lo que podría tener implicaciones en las propiedades de los materiales de obturación y en la terapia endodóntica.

País: Siria **Estudio:** estudio in vitro. **Referencias:** 29 referencias.

20. **Título:** To evaluate and compare the effect of 17% EDTA, 10% citric acid, 7% maleic acid on the dentinal tubule penetration depth of bio ceramic root canal sealer using confocal laser scanning microscopy: an in vitro study [version 2; peer review: 2 approved]

Autor: Shekhar et al.

Objetivo: Evaluar la efectividad de diferentes agentes químicos (17% EDTA, 10% ácido cítrico y 7% ácido maleico) en la penetración de un sellador de conductos radiculares de biocerámica en los túbulos dentinarios.

Población: 32 premolares mandibulares decoronados.

Resultado: Se observó que el uso de diferentes irrigantes afectó la profundidad de penetración del sellador en los tercios coronal, medio y apical de los conductos radiculares.

Conclusión: Se sugiere que el ácido maleico puede ser una alternativa efectiva a los agentes de quelación tradicionales como el EDTA, mejorando la penetración del sellador en los túbulos dentinarios.

País: India **Estudio:** Estudio experimental in vitro. **Referencias:** 34 referencias.

21. **Título:** Real-time co-site optical microscopy study on the morphological changes of the dentine's surface after citric acid and sodium hypochlorite: a single-tooth model

Autor: Wilkoński et al.

Objetivo: Analizar la superficie del dentine tratada con ácido cítrico al 40% y hipoclorito de sodio al 5.25% según dos protocolos de irrigación.

Población: El estudio se realizó utilizando dientes humanos extraídos debido a enfermedades periodontales.

Resultado: Se observó que la irrigación con ácido cítrico durante 30 y 60 segundos tenía diferentes eficacias en la eliminación de la capa de barro, con un 30% de los canales limpiados a un grado óptimo tras 60 segundos de irrigación.

Conclusión: La irrigación alternada doble con ácido cítrico y hipoclorito de sodio es efectiva para eliminar la capa de barro, siendo ciclos de 30 segundos suficientes para obtener resultados satisfactorios.

País: Polonia **Estudio:** Estudio in vitro. **Referencias:** 11 referencias.

22. **Título:** The Interaction of Two Widely Used Endodontic Irrigants, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite, and Its Impact on the Disinfection Protocol during Root Canal Treatment

Autor: Drows et al.

Objetivo: Evaluar la interacción entre el hipoclorito de sodio y la clorhexidina, así como su impacto en los protocolos de desinfección durante el tratamiento de conductos radiculares.

Población: no se refiere a una población específica

Resultado: Se encontraron interacciones químicas entre el hipoclorito de sodio y la clorhexidina que pueden resultar en la formación de precipitados tóxicos, lo que puede afectar la eficacia del tratamiento endodóntico.

Conclusión: La combinación de hipoclorito de sodio y clorhexidina debe ser manejada con precaución en la práctica clínica para evitar la formación de precipitados que podrían comprometer la desinfección del conducto radicular.

País: Alemania **Estudio:** Revisión de literatura. **Referencias:** 96 referencias

23. **Título:** Efficacy of Different Root Canal Irrigants Against Enterococcus faecalis: An In Vitro Study

Autor: Teris Mathew et al.

Objetivo: Evaluar la eficacia antibacteriana de diferentes irrigantes de conductos radiculares (sodio hipoclorito, clorhexidina y láser de diodo) contra Enterococcus faecalis.

Población: El estudio se realizó in vitro, por lo que no se especifica una población humana, sino que se utilizó un modelo de laboratorio.

Resultado: Se presentaron datos sobre las unidades formadoras de colonias (CFU) para cada grupo de irrigantes, mostrando diferencias en la eficacia antibacteriana.

Conclusión: Los resultados sugieren que ciertos irrigantes son más efectivos que otros en la eliminación de Enterococcus faecalis, lo que puede influir en las prácticas clínicas en endodoncia.

País: India **Estudio:** Estudio experimental in vitro. **Referencias:** 21 referencias

24. **Título:** Effectiveness of different disinfection techniques of the root canal in the elimination of a multi-species biofilm

Autor: Teves et al.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

Objetivo: Evaluar la efectividad de diferentes técnicas de desinfección del conducto radicular en la eliminación de un biofilm multispecies.

Población: Se utilizaron cincuenta premolares mandibulares de primera clase, estandarizados a 11 mm de longitud de raíz.

Resultado: Los resultados específicos no se detallan en el resumen proporcionado, pero el estudio se centra en la comparación de la efectividad de varias técnicas de desinfección.

Conclusión: Las conclusiones específicas no se mencionan en el resumen, pero se espera que el estudio aporte información sobre la eficacia de las técnicas de desinfección en la práctica clínica.

País: Estados Unidos y Brasil. **Estudio:** Estudio experimental. **Referencias:** 26 referencias

25. **Título:** Comparative evaluation of four different root canal irrigation techniques for apical extrusion of sodium hypochlorite – An in vitro study

Autor: Kashikar et al.

Objetivo: Comparar el potencial de extrusión apical de hipoclorito de sodio al utilizar diferentes sistemas de irrigación: irrigación con aguja, irrigación ultrasónica pasiva (PUI), irrigación subsonica pasiva (PSI) y sistema de presión negativa (NP).

Población: Comparar el potencial de extrusión apical de hipoclorito de sodio (NaOCl) al utilizar diferentes sistemas de irrigación: irrigación con aguja (NI), irrigación ultrasónica pasiva (PUI), irrigación subsonica pasiva (PSI) y sistema de presión negativa (NP).

Resultado: El grupo de irrigación con aguja (NI) mostró una extrusión apical significativamente mayor en comparación con PUI, PSI y NP. El sistema de presión negativa (NP) presentó la menor cantidad de extrusión de NaOCl.

Conclusión: El modelo de gel sensible al pH es útil para evaluar la extrusión de NaOCl. Se debe considerar el potencial de extrusión apical del irrigante antes de seleccionar un sistema de irrigación.

País: India **Estudio:** Estudio in vitro. **Referencias:** 23 referencias

26. **Título:** Effect of ethylenediaminetetraacetic acid, maleic acid, and fumaric acid on postendodontic treatment root fracture toughness – An in vitro study

Autor: Dave, et al.

Objetivo: Evaluar el efecto de diferentes agentes quelantes (ácido etilendiaminetetraacético, ácido maleico y ácido fumarico) en la resistencia a la fractura de raíces tratadas endodónticamente.

Población: Cuarenta premolares mandibulares de raíz simple, recolectados de individuos de entre 18 y 65 años.

Resultado: Los resultados mostraron que el uso de diferentes agentes quelantes, en combinación con hipoclorito de sodio, influye en la resistencia a la fractura de las raíces tratadas endodónticamente.

Conclusión: Los agentes quelantes pueden tener un impacto significativo en la resistencia a la fractura de las raíces, lo que sugiere que su selección y uso en tratamientos endodónticos deben ser considerados cuidadosamente para mejorar los resultados clínicos.

País: internacional. **Estudio:** experimental in vitro. **Referencias:** 35 referencias.

27. **Título:** Update on chelating agents in endodontic treatment: A systematic review

Autor: Fortea et al.

Objetivo: investigar los efectos de los agentes quelantes, específicamente el EDTA al 17%, en las características microscópicas del coágulo sanguíneo en el conducto radicular, incluyendo la densidad y características de las fibras del coágulo.

Población: Se utilizó un total de 35 muestras (n=7 por grupo) en un estudio in vitro.

Resultado: El EDTA a 1 y 5 minutos mostró valores de densidad de fibra significativamente más bajos que los grupos de control. Las superficies de los coágulos en los grupos tratados con EDTA presentaron una malla de fibrina densa con abundantes eritrocitos biconvexos, pero la densidad de fibra no se vio afectada por el uso de EDTA seguido de NSS.

Conclusión: El uso de EDTA tiene un impacto en la densidad de las fibras del coágulo sanguíneo en el conducto radicular, lo que puede influir en la cicatrización y el comportamiento celular.

País: Brasil, Italia y España **Estudio:** Revisión sistemática **Referencias:** 79 referencias.

28. **Título:** Antimicrobial action of ozonated water and photodynamic therapy with sonic activation in root canals infected with *Enterococcus faecalis*

Autor: Miranda et al.

Objetivo: Evaluar la acción antimicrobiana del agua ozonizada y la terapia fotodinámica con eritrosina en conductos radiculares infectados con *E. faecalis* utilizando activación sónica.

Población: Se utilizaron 70 dientes humanos de raíz simple (incisivos y caninos) que fueron extraídos y donados para el estudio.

Resultado: Se observó una reducción significativa en el número de microorganismos en los conductos radiculares en todos los grupos experimentales después del tratamiento. Los resultados se presentaron en términos de unidades formadoras de colonias (CFU) por mL.

Conclusión: La terapia fotodinámica y el ozono mostraron eficacia en la reducción de *E. faecalis* en conductos radiculares, sugiriendo que estas técnicas pueden ser útiles en el tratamiento de infecciones endodónticas.

País: Brasil **Estudio:** Estudio experimental **Referencias:** 30 referencias.

29. **Título:** Ozone: An adjunct in dental treatment

Autor: Goswami et al.

Objetivo: Discutir las numerosas aplicaciones del ozono en la odontología.

Población: No se especifica una población

Resultado: El ozono se ha mostrado eficaz en diversas aplicaciones dentales, incluyendo su uso como desinfectante, en la terapia de caries y en el tratamiento de enfermedades periodontales. Se destaca su biocompatibilidad y su capacidad para inactivar microorganismos.

Conclusión: El ozono es un agente terapéutico prometedor en odontología, con múltiples aplicaciones y relativamente pocas contraindicaciones. Se sugiere que se necesita más investigación para validar su uso frecuente en la práctica dental.

País: India **Estudio:** Revisión de literatura. **Referencias:** 10 referencias.

30. **Título:** Efficacy of Ozone to Eliminate Endopathogenic Microorganism in Rootcanal Biofilm

RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

Autor: Pawar et al.

Objetivo: Evaluar la efectividad del agua ozonizada con ultrasonido y hipoclorito de sodio para destruir bacterias de *Enterococcus faecalis* en conductos radiculares.

Población: Se utilizaron 40 dientes humanos de raíz simple recientemente extraídos.

Resultado: El estudio mostró que tanto el ozono como el hipoclorito de sodio tienen propiedades antibacterianas significativas, con diferencias en la eficacia entre los diferentes irrigantes utilizados.

Conclusión: El ozono es un irrigante prometedor en endodoncia, ya que no presenta citotoxicidad y es biocompatible, lo que lo convierte en una alternativa viable a los desinfectantes tradicionales.

País: India.

Estudio: Estudio in vitro.

Referencias: 14 referencias.

31. Título: Evaluation of the Sensitivity of Selected Candida Strains to Ozonated Water—An In Vitro Study

Autor: Kielbratowska et al.

Objetivo: Evaluar la sensibilidad de cepas seleccionadas de *Candida* al agua ozonizada en un estudio in vitro.

Población: Cepas seleccionadas de *Candida albicans*.

Resultado: El estudio encontró que el agua ozonizada tiene un efecto antimicrobiano significativo contra las cepas de *Candida* evaluadas, mostrando variaciones en la sensibilidad dependiendo del tiempo de exposición y la concentración del ozono.

Conclusión: El agua ozonizada puede ser una opción efectiva para el tratamiento de infecciones por *Candida*, sugiriendo su potencial uso en aplicaciones clínicas, especialmente en odontología y medicina.

País: Polonia

Estudio: Estudio in vitro.

Referencias: 37 referencias

32. Título: Can Heated Distilled Water Effectively Prevent Precipitate Formation?

Autor: Boppré et al.

Objetivo: Evaluar la efectividad del agua destilada caliente (HDW) en la prevención de la formación de precipitados debido a la interacción entre el hipoclorito de sodio y la clorhexidina durante los protocolos de irrigación en endodoncia.

Población: Se realizó en 40 dientes, que fueron asignados aleatoriamente a cuatro grupos diferentes según los protocolos de irrigación final.

Resultado: Los resultados mostraron que el grupo que no utilizó HDW (G1) tuvo puntuaciones significativamente más altas para la formación de precipitados en comparación con los otros grupos que utilizaron HDW (G2, G3 y G4), los cuales no mostraron diferencias significativas entre ellos.

Conclusión: El uso de agua destilada caliente durante los protocolos de irrigación puede ser efectivo para prevenir la formación de precipitados en el conducto radicular, lo que sugiere que su inclusión en los procedimientos de irrigación podría mejorar la seguridad y efectividad del tratamiento endodóntico.

País: Brasil

Estudio: Estudio experimental.

Referencias: 26 referencias.

33. Título: Comparative Analysis of Antimicrobial Properties and Physical Properties of Mineral Trioxide Aggregate Mixed With Distilled Water, Chlorhexidine, and Sodium Hypochlorite Solutions: An In Vitro Study

Autor: Balaji Suresh, Vignesh Ravindran

Objetivo: Evaluar las propiedades antimicrobianas y físicas del Mineral Trioxide Aggregate (MTA) mezclado con diferentes soluciones (agua destilada, clorhexidina y hipoclorito de sodio) para determinar cómo estas soluciones afectan la eficacia del MTA en endodoncia.

Población: El estudio utilizó cepas de microorganismos de la colección americana de tipos de cultivo (ATCC), específicamente *E. faecalis*, *Candida albicans* y *Streptococcus mutans*.

Resultado: El grupo que utilizó la mezcla con clorhexidina mostró la mayor actividad antimicrobiana contra *E. faecalis*, *C. albicans* y *S. mutans*, con zonas de inhibición significativamente más grandes en comparación con los otros grupos.

Conclusión: La elección de la solución de mezcla influye en las propiedades antimicrobianas del MTA, lo que sugiere que el uso de clorhexidina puede ser más efectivo en aplicaciones clínicas.

País: India

Estudio: Estudio in vitro.

Referencias: 19 referencias

34. Título: Assessment of sodium thiosulfate neutralizing effect on micro-hardness of dentin treated with sodium hypochlorite

Autor: Sahebi S, Moazami F, Abbott P.

Objetivo: Evaluar el efecto del tiosulfato de sodio en la microdureza de la dentina que ha sido tratada con hipoclorito de sodio.

Población: Cincuenta dientes humanos extraídos, con raíces rectas y un solo conducto, que fueron recolectados con el consentimiento informado de los pacientes.

Resultado: El estudio encontró que el uso de tiosulfato de sodio puede ayudar a mitigar la disminución de la microdureza de la dentina causada por el hipoclorito de sodio.

Conclusión: El tiosulfato de sodio puede ser un agente útil para reducir los efectos adversos del hipoclorito de sodio en la microdureza de la dentina, lo que sugiere su potencial aplicación en tratamientos endodónticos.

País: India

Estudio: Estudio experimental in vitro.

Referencias: 35 referencias.

La evolución de los irrigantes en endodoncia ha marcado un hito significativo en la efectividad de los tratamientos de conductos radiculares. En particular, el hipoclorito de sodio (NaOCl) se ha consolidado como el irrigante más utilizado y estudiado en la práctica endodóntica. Este compuesto, que actúa como oxidante y disolvente orgánico, es capaz de descomponer la materia orgánica y eliminar biofilms bacterianos mediante la degradación de estructuras celulares (Zou *et al.*, 2024). Su



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

eficacia se ha visto reforzada en múltiples estudios, que demuestran que su acción no solo elimina microorganismos, sino que también favorece la reparación de tejidos periradiculares. Sin embargo, su uso debe ser manejado con precaución, ya que la irrigación excesiva puede llevar a la erosión de la dentina (Wilkoński et al., 2021). Por lo tanto, es fundamental que el endodoncista maneje cuidadosamente la concentración, el volumen, la técnica de aplicación y el tiempo de irrigación del NaOCl para maximizar su eficacia y minimizar los efectos adversos.

El tiosulfato de sodio (STS) ha emergido como una opción complementaria importante en el arsenal de irrigantes endodónticos, destacándose por su capacidad para neutralizar los efectos nocivos del hipoclorito de sodio en la microdureza de la dentina (Sahebi et al., 2020). Al actuar como un agente quelante, el STS ayuda a eliminar residuos orgánicos y minerales de la superficie dentinaria, lo que optimiza la limpieza del conducto radicular. La combinación de STS con NaOCl ha mostrado resultados prometedores, ya que potencia la desinfección y minimiza la desmineralización indeseada de la dentina (Teves et al., 2019). Al igual que el NaOCl, el STS debe aplicarse con rigor, considerando los volúmenes y concentraciones adecuadas para evitar comprometer la integridad estructural del diente.

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% también juega un papel crucial en la irrigación endodóntica, especialmente en la eliminación de la capa de barro dentinario que puede dificultar la penetración de otros irrigantes (Boutsioukis; Arias-Moliz, 2022). La habilidad del EDTA para quelar iones de calcio y otros metales divalentes lo convierte en un aliado valioso en la desinfección del sistema de conductos (Chakravarthy et al., 2022). Sin embargo, su acción desmineralizante debe ser controlada, ya que el uso excesivo puede resultar en una disminución significativa de la microdureza de la dentina, comprometiendo la resistencia del diente (Alyahya et al., 2022). Por esta razón, la aplicación secuencial de EDTA seguida de NaOCl ha demostrado potenciar los beneficios de ambos agentes, optimizando la eficacia del tratamiento endodóntico.

En años recientes, el agua ozonizada ha emergido como un irrigante alternativo que presenta múltiples ventajas, incluidas propiedades antimicrobianas eficaces que rivalizan con las del hipoclorito de sodio (Nunes et al., 2022). El ozono, como agente oxidante potente, es capaz de penetrar en las membranas bacterianas y destruir biofilms resistentes, siendo menos agresivo para la estructura dentinaria (Goswami et al., 2024). Su capacidad para facilitar la remineralización y reducir la inflamación lo posiciona como una opción innovadora y menos tóxica en comparación con los métodos tradicionales. La combinación de agua ozonizada con técnicas de activación, como la irrigación ultrasónica, ha demostrado aumentar su eficacia, ofreciendo una alternativa promisoría en el manejo de infecciones endodónticas.

El agua destilada también desempeña un papel esencial en las prácticas de irrigación endodóntica, actuando como un medio puro que no interfiere con los irrigantes. Su uso en combinación con otros agentes, como el NaOCl y el EDTA, asegura que estas soluciones conserven sus propiedades sin riesgo de reacciones indeseadas (Boppré et al., 2024). Además, su capacidad para mejorar la penetración en áreas de difícil acceso resalta su relevancia en la limpieza y desinfección del sistema



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

de conductos. En resumen, el uso adecuado y combinado de irrigantes como el hipoclorito de sodio, tiosulfato de sodio, EDTA al 17%, agua ozonizada y agua destilada puede optimizar la eficacia de los tratamientos endodónticos, contribuyendo así a mejores resultados clínicos y a la reducción de reinfecciones post-tratamiento.

V CONCLUSIONES

La combinación estratégica de múltiples irrigantes, junto con técnicas de activación adecuadas, se posiciona como una práctica esencial en la endodoncia contemporánea, mejorando las tasas de desinfección y reduciendo el riesgo de reinfección post-tratamiento.

Las limitaciones del artículo son por su naturaleza descriptiva lo que resultará en una representación incompleta de las evidencias disponibles, con las diferentes técnicas de irrigación, concentraciones de soluciones y protocolos entre los estudios incluidos dificulta la comparación directa de resultados, limitando así la capacidad para establecer conclusiones definitiva. Asimismo, la falta de estudios controlados y aleatorizados.

Se recomienda realizar estudios clínicos sobre las técnicas aplicables tanto en centros de salud como en clínicas privadas, se recomienda realizar estudios multicéntricos controlados aleatorizados.

REFERENCIAS

ALI, A.; BHOSALE, A.; PAWAR, S.; KAKTI, A.; BICHPURIYA, A.; AGWAN, M. A. Current Trends in Root Canal Irrigation. **Cureus**, v. 14, n. 5, 2022. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.24833>

ALYAHYA, A. A.; REKAB, M. S.; AL-OSTWANI, A. E. O.; ABDO, A.; KAYED, K.. The Effect of a Novel Silver-Citrate Root Canal Irrigation Solution (BioAkt), Ethylenediamine Tetraacetic Acid (EDTA), and Citric Acid on the Microhardness of Root Canal Dentin: A Comparative In Vitro Study. **Cureus**, 2022. <https://doi.org/10.7759/cureus.3125>

BALSARAF, O.; RAGHAVENDRA, S.; SHAH, D.; SANJYOT, M.; BALSARAF, A. Comparative evaluation of antifungal efficacy of conventional endodontic irrigants and chitosan nanoparticles. **Journal of Conservative Dentistry : JCD**, v. 26, n. 2, p. 226–229, 2023. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_617_22

BOPPRÉ, L. M.; MENEZES SAVARIS, J.; CATHERINE MAIOLA, E.; PERESSONI VIEIRA-SCHULDT, D.; DA FONSECA ROBERTI GARCIA, L.; DA SILVEIRA TEIXEIRA, C.; ANTUNES BORTOLUZZI, E. Can Heated Distilled Water Effectively Prevent Precipitate Formation between NaOCl and CHX? **International Journal of Dentistry**, v. 2024, p. 1–6, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/6612675>

BOUSIOUKIS, C.; ARIAS-MOLIZ, M. T. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. **International Endodontic Journal**, v. 55, Suppl 3, p. 588–612, 2022. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13739>

CHAKRAVARTHY, Y.; CHELLAMUTHU, M.; SENTHAMILSELVAN, A.; GANAPATHY, A.; YADHAVAKRISHNAN, M.; ASSMEE, M. A Comparative Evaluation of fibrin density with Chitosan, Papain and 17% EDTA-Normal saline combination as irrigants in teeth with open apices: An ex vivo SEM study. **Journal of Conservative Dentistry : JCD**, v. 25, n. 2, p. 140–144, 2022. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_553_21



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
 Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

CHEUNG, A. W. T.; LEE, A. H. C.; CHEUNG, G. S. P. Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 46, n. 1, 2021. <https://doi.org/10.5395/RDE.2021.46.E10>

DAVE, A. G.; MALLYA, P. L.; BALLAL, N. V.; SHENOY, R. Efecto del ácido etilendiaminetetraacético, el ácido maleico y el ácido fumarico en la resistencia de la fractura de la raíz del tratamiento postendodóntico - Un estudio in vitro. **J Conserv Dent Endod**, v. 26, n. 4, 2023.

DEWI, A. Smear Layer Removal from Root Canal Dentin and Antimicrobial Effect of Citric Acid-modified Chlorhexidine. **European Endodontic Journal**, 2020. <https://doi.org/10.14744/eej.2020.3825>

DREWS, D. J.; NGUYEN, A. D.; DIEDERICH, A.; GERNHARDT, C. R.. The Interaction of Two Widely Used Endodontic Irrigants, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite, and Its Impact on the Disinfection Protocol during Root Canal Treatment. **Antibiotics** (Basel), v. 12, n. 3, p. 589, 16 mar. 2023.

ELBAHARY, S.; HAJ-YAHYA, S.; KHAWALID, M.; TESIS, I.; ROSEN, E.; HABASHI, W.; POKHOJAEV, A.; SARIG, R. Effects of different irrigation protocols on dentin surfaces as revealed through quantitative 3D surface texture analysis. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.1038/S41598-020-79003-9>

FERNANDEZ CALLE, I. P.; APAZA CAYO, J. C.; BARRIOS MALAGA, C.; FERNÁNDEZ COCA, E.; CONDORI ESCOBAR, M. I.; MACIAS LIMACHI, E.; VARGAS TICONA, A. M. CIENCIA Y ENDODONCIA PARA LA ODONTOLOGÍA ODONTOPEDIATRÍA: UNA REVISIÓN NARRATIVA. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 5, n. 8, p. e585563, 2024. <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i8.5563>

FORTEA, L.; SANZ-SERRANO, D.; LUZ, L.; BARDINI, G.; MERCADE, M. Update on chelating agents in endodontic treatment: A systematic review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, p. e516–e538, 2024. <https://doi.org/10.4317/jced.60989>

GOMES, B. P. F. A.; AVEIRO, E.; KISHEN, A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. **Brazilian Dental Journal**, v. 34, n. 4, p. 1–33, 2023. <https://doi.org/10.1590/0103-644020230557>

GÓMEZ-DELGADO, M.; CAMPS-FONT, O.; LUZ, L., SANZ, D.; MERCADE, M. Update on citric acid use in endodontic treatment: a systematic review. **Odontology**, v. 111, n. 1, p. 1–19, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10266-022-00744->

GOSWAMI, P.; SHARMA, K.; MAITI, N.; YADAV, S.; VERMA, V.; PUTHENKANDATHIL, R. Ozone: An Adjunct in Dental Treatment. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v. 16, (Suppl 1), p. S2–S4, 2024. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_427_23

GOUTHAM, P. A. J.; KALAISELVAM, R.; GANESH, A.; PAUL, C. B. Antibacterial Efficacy of Irrigants with Varying Osmolarity on *E. faecalis* Biofilm: An In Vitro Study. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 23, n. 10, p. 998–1003, 2022. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10024-3417>

HARIPRASAD, R.; JOY, B.; KURIAKOSE, F.; SUDHAKAR, A. S.; SOUMYA, T. S.; PATHROSE, S. P. Electrochemical dissolution and retrieval of broken NiTi endodontic files from root canal using chloride based isotonic fluids as electrolytes - An in vitro study. **Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences**, v. 16, (Suppl 2), p. S1539–S1543, 2024. https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_1225_23

JOSIC, U.; MAZZITELLI, C.; MARAVIC, T.; FIDLER, A.; BRESCHI, L.; MAZZONI, A. Biofilm in Endodontics: In Vitro Cultivation Possibilities, Sonic-, Ultrasonic- and Laser-Assisted Removal



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

Techniques and Evaluation of the Cleaning Efficacy. **Polymers**, v. 14, n. 7, 2022.

<https://doi.org/10.3390/POLYM14071334>

KASHIKAR, R. R.; HINDLEKAR, A.; JADHAV, G. R.; MITTAL, P.; MUKHERJEE, P. Comparative evaluation of four different root canal irrigation techniques for apical extrusion of sodium hypochlorite - An in vitro study. **J Conserv Dent Endod**, v. 26, n. 4, 2023.

KUMAR, R. S.; ANKOLA, A. V.; SANKESHWARI, R. M.; HEBBAL, M.; HAMPIHOLI, V.; KUMAR S, L.; DESHPANDE, A. P.; CHOUDHURY, A. R.; PAI KHOT, A. J. Effectiveness of various irrigant activation techniques on the penetration of sodium hypochlorite into lateral canals of mature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. **The Saudi Dental Journal**, v. 35, n. 1, p. 1–23, 2023.

<https://doi.org/10.1016/J.SDENTJ.2022.12.004>

KUŚKA-KIEŁBRATOWSKA, A.; WIENCH, R.; MERTAS, A.; BOBELA, E.; KIEŁBRATOWSKI, M.; LUKOMSKA-SZYMANSKA, M.; TANASIEWICZ, M.; SKABA, D. Evaluation of the Sensitivity of Selected Candida Strains to Ozonated Water—An In Vitro Study. **Medicina**, v. 58, n. 12, p. 1731, 2022. <https://doi.org/10.3390/medicina58121731>

MATHEW, T.; BM, S.; GV, P.; JOSE, J. Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Chlorhexidine and 810 nm Diode Laser in the Disinfection of Root Canals Contaminated With Enterococcus faecalis: An In Vitro Study. **Cureus**, 2022. <https://doi.org/10.7759/cureus.28596>

MEIRE, M.; DE MOOR, R. J. G. Principle and antimicrobial efficacy of laser-activated irrigation: A narrative review. **International Endodontic Journal**, v. 57, n. 7, p. 841–860, 2024.

<https://doi.org/10.1111/IEJ.14042>

NUNES, I.; NOVAIS, T.; GARCIA, P.; SILVA, W.; TAVAREZ, R. J.; RIZZI, C. C. CARVALHO, C.; FILHO, E. Antimicrobial action of ozonated water and photodynamic therapy with sonic activation in root canals infected with Enterococcus faecalis. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, e486–e491, 2022. <https://doi.org/10.4317/jced.57909>

PAWAR, M.; AGWAN, M. A. S.; TOSHNIWAL, N. G.; BISWAS, K.; RAINA, R.; PAWAR, S. Efficacy of Ozone to Eliminate Endopathogenic Microorganism in Rootcanal Biofilm. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v. 14, (Suppl 1), S876–S879, 2022. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_916_21

RUKSAKIET, K.; HANÁK, L.; FARKAS, N.; HEGYI, P.; SADAENG, W.; CZUMBEL, L. M.; SANG-NGOEN, T.; GARAMI, A.; MIKÓ, A.; VARGA, G.; LOHINAI, Z. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 8, p. 1032-1041.e7, 2020.

<https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2020.05.002>

SAHEBI, S.; SOBHNAMAYAN, F.; MOAZAMI, F.; NASERI, M. Assessment of sodium thiosulfate neutralizing effect on micro-hardness of dentin treated with sodium hypochlorite. **BMC Oral Health**, v. 20, n. 1, p. 326, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01320-2>

SHEKHAR, S.; MALLYA, P. L.; BALLAL, V.; SHENOY, R. To evaluate and compare the effect of 17% EDTA, 10% citric acid, 7% maleic acid on the dentinal tubule penetration depth of bio ceramic root canal sealer using confocal laser scanning microscopy: an in vitro study. **F1000Research**, v. 11, p. 1561, 2023. <https://doi.org/10.12688/f1000research.127091.2>

SURESH, B.; RAVINDRAN, V. Comparative Analysis of Antimicrobial Properties and Physical Properties of Mineral Trioxide Aggregate Mixed With Distilled Water, Chlorhexidine, and Sodium Hypochlorite Solutions: An In Vitro Study. *Cureus*, 2024. <https://doi.org/10.7759/cureus.67563>

TANVIR, Z.; JABIN, Z.; AGARWAL, N.; ANAND, A.; WAIKHOM, N. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of nanosilver solution, Azadirachta indica, sodium hypochlorite, and normal



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

REVOLUCIONANDO LA ENDODONCIA: LA IMPORTANCIA DE IRRIGANTES MÚLTIPLES PARA UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA DEL SISTEMA DE CONDUCTOS RADICULARES: UNA REVISIÓN NARRATIVA
 Irving Pablo Fernandez Calle, Edwin Macias Limachi, Abigail Marisol Vargas Ticona, Jenny Paula Aguilar Avalos, Marivel Irene Condori Escobar, Alcides Ramber Maldonado Huaycho, Jenny Claudia Apaza Cayo, Miguel Angel Espinoza Vega, Jesús Alejandro Marca Zeballos, Ivan Iver Apaza Acho

saline as root canal irrigants in primary teeth. **Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry**, v. 41, n. 1, p. 76–82, 2023. https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_74_23

TEVES, A.; BLANCO, D.; CASARETTO, M.; TORRES, J.; ALVARADO, D.; JARAMILLO, D. Effectiveness of different disinfection techniques of the root canal in the elimination of a multi-species biofilm. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, 2019. <https://doi.org/10.4317/jced.56000>

TONINI, R.; SALVADORI, M.; AUDINO, E.; SAURO, S.; GARO, M. L.; SALGARELLO, S. Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. **Frontiers in Oral Health**, v. 3, 2022. <https://doi.org/10.3389/FROH.2022.838043>

VAN DER SLUIS, L. W. M.; VERSLUIS, M.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 6, p. 415–426, 2007. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2007.01243.X>

WILKOŃSKI, W.; JAMRÓZ-WILKOŃSKA, L.; ZAPOTOCZNY, S.; OPIŁA, J.; GIARDINO, L. Real-time co-site optical microscopy study on the morphological changes of the dentine's surface after citric acid and sodium hypochlorite: a single-tooth model. **BMC Oral Health**, v. 21, n. 1, p. 454, 2021. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01815-6>

ZOU, X.; ZHENG, X.; LIANG, Y.; ZHANG, C.; FAN, B.; LIANG, J.; LING, J.; BIAN, Z.; YU, Q.; HOU, B.; CHEN, Z.; WEI, X.; QIU, L.; CHEN, W.; HE, W.; XU, X.; MENG, L.; ZHANG, C.; CHEN, L.; YUE, L. Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. **International Journal of Oral Science**, v. 16, n. 1, 2024. <https://doi.org/10.1038/S41368-024-00280-5>