



**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACION PARA TITULACION DE GRADO
DE LAS CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ODONTOLÓGA**

TEMA:

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA EFICACIA DE LOS IRRIGANTES DE
CONDUCTOS RADICULARES EN ENDODONCIA.

AUTORA:

KAROL MERCEDES QUINTERO VELEZ

TUTOR:

DRA. ALBA MENDOZA, ESP, PHD.

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2024

CERTIFICACIÓN

CERTIFICACIÓN

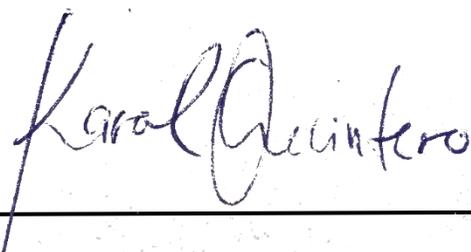
Por medio de la presente certifico que el presente trabajo de investigación realizado por **KAROL MERCEDES QUINTERO VELEZ** es inédito y se ajusta a los requerimientos del sumario aprobado por el ilustre consejo académico de la carrera de Odontología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí".



Dra. Alba Mendoza, PhD.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Karol Mercedes Quintero Velez, estudiante de odontología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, como autora de la tesis presentada, titulada "Estudio Comparativo sobre la Eficacia de los Irrigantes de Conductos Radiculares en Endodoncia", dirigida por Dra. Alba Mendoza, declaro que la tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente. Asimismo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.



KAROL MERCEDES QUINTERO VELEZ

C.I. 1313629642

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Facultad Ciencias de la Salud

Carrera de Odontología

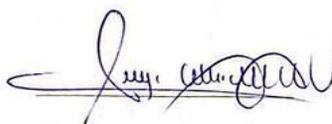
Tribunal Examinador

Los honorables Miembros del Tribunal Examinador luego del debido análisis y su cumplimiento de la ley aprueben el proyecto de investigación sobre el tema:

“ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA EFICACIA DE LOS IRRIGANTES DE CONDUCTOS RADICULARES EN ENDODONCIA”

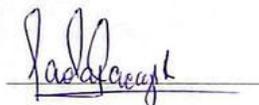
Dra. Freya Andrade Vera

Presidente del tribunal



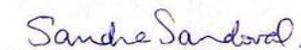
Dra. Paola Pacají Ruiz

Miembro del tribunal



Dra. Sandra Sandoval Pedauga

Miembro del tribunal



DEDICATORIA

A mi amada madre, María Vélez, quién a sido mi mayor inspiración y pilar fundamental para poder seguir adelante a pesar de todas las circunstancias, por su sacrificio, y por siempre confiar en mí.

A mi abuela Alexandra, y mi bisabuela Mercedes (†), por siempre cuidarme, y brindarme su amor incondicional.

A mis queridos hermanos, José y Andrés, quienes siempre han estado pendiente de mi a la distancia, por su apoyo y motivación.

KAROL MERCEDES QUINTERO VELEZ

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios, por bendecirme siempre y guiarme a tomar las mejores decisiones para poder hacer realidad esta meta tan importante para mí.

Al redactar estas palabras de agradecimiento, con un nudo en la garganta, es importante para mí recalcar la motivación, los valores, el amor, la confianza, y el sacrificio, de mi madre María, mi abuela Alexandra, mi bisabuela Mercedes (†), y mis hermanos José y Andrés, quienes me han acompañado en todo este proceso, por ser mi paño de lágrimas y por siempre tener los consejos, alientos y abrazos en los momentos difíciles, esto también les pertenece a ellos.

A mis amistades de corazón, en especial a Anai Rojas, con quienes nos brindamos apoyo para poder seguir adelante y poder alcanzar esta meta.

A mi madrina y tutora, Dra. Alba Mendoza, por siempre estar pendiente, por las risas, por su motivación, pero sobre todo por hacerme sentir su cariño, y estar en momentos difíciles y de frustración.

A los docentes de la Carrera de Odontología, por todos sus conocimientos brindados para poder formar buenos profesionales, con ética, disciplina y responsabilidad.

Vuestra presencia y apoyo han sido imprescindibles para alcanzar este logro. A cada uno de ustedes, mis mas sincero agradecimiento y amor.

KAROL MERCEDES QUINTERO VELEZ

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	2
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	3
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	13
Introducción	13
Planteamiento del problema	14
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
Conductos radiculares	17
Irrigantes inertes	18
Solución salina	18

Irrigantes Activos	18
Hipoclorito de sodio	18
Ventajas del hipoclorito de sodio (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).....	20
Desventaja del hipoclorito de sodio (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).....	21
Clorhexidina	21
Ventajas de la Clorhexidina (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).....	22
Desventajas de la Clorhexidina (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).....	23
Ácido etilendiaminotetraacético	24
Ventajas del EDTA (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).....	24
Desventajas del EDTA (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).....	25
Sistemas de activación	26
Activación Sónica	26
Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI)	26
Activación Láser	26
Agitación Mecánica	27
Irrigación con Aguja	27
Conos de gutapercha	27
Limpieza tridimensional	29
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	30

Tipo y diseño del estudio	30
Criterios de elegibilidad	30
Criterios de inclusión	30
Criterios de exclusión	30
Fuentes de información	30
Estrategias de búsqueda de la literatura	31
Materiales	31
Proceso de selección y recuperación de los estudios que cumplen los criterios	31
Valoración crítica de la calidad científica	32
Plan de análisis de los resultados	32
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	32
Descripción de los resultados según los objetivos	47
Revisión sistemática de la literatura para identificar tipos de irrigantes utilizados en endodoncia y sus propiedades.	47
Evaluar la eficacia de irrigantes en limpieza y desinfección radicular.	48
Analizar factores que afectan la eficacia de los irrigantes.	49
Estudiar los efectos de los irrigantes en la estructura dentaria	50
Proponer recomendaciones para optimizar el uso clínico de irrigantes en la práctica endodóntica.	52
DISCUSIÓN	52

CONCLUSIÓN.....	54
RECOMENDACIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

RESUMEN

La endodoncia, un campo crucial dentro de la odontología, se enfoca en el tratamiento de los conductos radiculares para preservar dientes severamente dañados por caries, trauma o infecciones. La efectividad de los procedimientos endodónticos depende en gran medida de la capacidad de limpiar y desinfectar adecuadamente los conductos radiculares, tarea que se logra principalmente mediante irrigantes. Estos líquidos se introducen en el sistema de conductos para eliminar detritos, microorganismos y tejido necrótico, asegurando así la desinfección completa antes de sellar el conducto. La revisión sistemática analizó estudios recientes que exploran una amplia gama de irrigantes y técnicas de irrigación utilizadas en endodoncia. Se examinaron agentes comunes como el hipoclorito de sodio, conocido por su eficacia antimicrobiana, así como opciones naturales como *Azadirachta indica* y soluciones salinas normales. Estos estudios compararon la capacidad de estos irrigantes para eliminar bacterias y residuos dentro de los conductos radiculares, considerando tanto dientes primarios como permanentes y diversos contextos clínicos. Además de los irrigantes, se evaluaron diferentes métodos de activación de los líquidos irrigantes, como la agitación ultrasónica y sónica, que han mostrado mejorar significativamente la eficacia de la limpieza en áreas difíciles de alcanzar, como el tercio apical de los conductos. Esta revisión destacó la importancia de considerar factores como la anatomía del conducto, la técnica de irrigación y el tipo de agente utilizado al determinar la efectividad del tratamiento endodóntico. Los hallazgos de este análisis proporcionan una comprensión profunda de los irrigantes en endodoncia y ofrecen recomendaciones prácticas para optimizar los protocolos clínicos.

Palabras claves: irrigación, conductos radiculares, irrigación endodóntica, activación de irrigantes y eficacia

ABSTRACT

Endodontics, a crucial field within dentistry, focuses on treating root canals to preserve teeth severely damaged by decay, trauma, or infections. The effectiveness of endodontic procedures largely depends on the ability to properly clean and disinfect root canals, a task primarily achieved through irrigants. These liquids are introduced into the canal system to remove debris, microorganisms, and necrotic tissue, ensuring thorough disinfection before sealing the canal. The systematic review analyzed recent studies exploring a wide range of irrigants and irrigation techniques used in endodontics. Common agents such as sodium hypochlorite, known for its antimicrobial efficacy, as well as natural options like *Azadirachta indica* and normal saline solutions, were examined. These studies compared the ability of these irrigants to eliminate bacteria and residues within root canals, considering both primary and permanent teeth across diverse clinical contexts. In addition to irrigants, different methods of activating irrigant liquids were evaluated, such as ultrasonic and sonic agitation, which have shown significant improvements in cleaning efficacy in hard-to-reach areas like the apical third of canals. This review underscored the importance of considering factors such as canal anatomy, irrigation technique, and the type of agent used when assessing the effectiveness of endodontic treatment. The findings from this analysis provide a deep understanding of irrigants in endodontics and offer practical recommendations to optimize clinical protocols.

Keywords: irrigation, root canals, endodontic irrigation, irrigant activation, efficacy

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

Introducción

En el campo de la endodoncia, la eficacia del tratamiento de conductos radiculares depende en gran medida de la correcta selección y aplicación de técnicas de irrigación y limpieza. La complejidad del sistema de conductos radiculares, con su variada anatomía, plantea desafíos significativos para la eliminación completa de tejido necrótico y la desinfección efectiva del canal.

Los conductos radiculares pueden presentar configuraciones diversas, desde formas redondas y ovaladas hasta estructuras más complejas e irregulares. Esta variabilidad afecta la dificultad del tratamiento y requiere un enfoque adaptado a cada tipo de canal para asegurar una limpieza exhaustiva.

Los irrigantes juegan un papel fundamental en la limpieza y desinfección del conducto radicular. Mientras que algunos líquidos, como la solución salina, son útiles para el enjuague y la reducción de bacterias a través de su movimiento dentro del canal, carecen de propiedades antimicrobianas directas. Otros irrigantes activos, como el hipoclorito de sodio (NaOCl) y la clorhexidina (CHX), ofrecen capacidades antimicrobianas y de disolución de tejidos, aunque sus eficacias pueden variar.

Además de los irrigantes, las técnicas de activación, como la sónica, ultrasónica y láser, han demostrado ser efectivas para mejorar la penetración de los irrigantes y la eliminación de residuos y biopelículas bacterianas. Estas técnicas facilitan una limpieza más profunda y completa del sistema de conductos radiculares, abordando áreas difíciles de alcanzar y optimizando la eficacia del tratamiento.

Planteamiento del problema

La atención en la limpieza y desinfección de los conductos radiculares ha experimentado un cambio significativo en los últimos tiempos. Anteriormente, la desinfección se centraba en los instrumentos utilizados, sin embargo, investigaciones recientes han resaltado la importancia de los irrigantes en este proceso, lo que ha desencadenado un cambio de enfoque hacia esta terapia (Arias-Moliz, 2022).

No obstante, la eficacia de la irrigación de conductos radiculares enfrenta diversos desafíos. Por un lado, se han encontrado hallazgos contradictorios en la literatura científica, lo que puede generar confusión entre los profesionales y responsables de decisiones en el campo odontológico. Además, La eficacia de estos productos no solo depende del tipo de irrigante utilizado, sino también de una serie de factores adicionales, como la concentración, el contacto con el sustrato, la cantidad utilizada, el uso de agujas de irrigación, la tensión superficial y temperatura del irrigante, la frecuencia del irrigante, el diámetro del canal y la edad del irrigante (Arias-Moliz, 2022).

En este contexto, diversos estudios han abordado aspectos específicos de la irrigación de conductos radiculares. Por ejemplo, un estudio reciente examinó la dinámica de la irrigación en conductos radiculares con resorción interna, destacando la influencia de la profundidad de inserción y el diseño de la aguja en el proceso de irrigación (Elif Çiftçioğlu, 2022). Se encontró que la irrigación ultrasónica fue más efectivo en la distribución del irrigante hacia la longitud de trabajo, lo que sugiere la importancia de considerar las características específicas del procedimiento de irrigación.

Asimismo, otro estudio evaluó el impacto del volumen de irrigantes en la microdureza de la dentina del canal radicular, concluyendo que un volumen total de 25 ml produjo la máxima reducción en la microdureza, sin que la agitación adicional tuviera un efecto significativo más allá de este punto (Buvaneshwari Arul, 2021).

En vista de lo anterior, queda claro que la irrigación de conductos radiculares es un proceso complejo que requiere una comprensión profunda de diversos factores para garantizar su eficacia. Sin embargo, aún existen áreas que necesitan ser exploradas y comprendidas más a fondo para optimizar este procedimiento y mejorar los resultados clínicos para los pacientes.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Evaluar la eficacia de diferentes irrigantes de conductos radiculares en endodoncia, considerando diversos factores que influyen en su efectividad.

Objetivos específicos

1. Revisión sistemática de la literatura para identificar tipos de irrigantes utilizados en endodoncia y sus propiedades.
2. Evaluar la eficacia de irrigantes en limpieza y desinfección radicular.
3. Analizar factores que afectan la eficacia de los irrigantes.
4. Estudiar los efectos de los irrigantes en la estructura dentinaria.
5. Proponer recomendaciones para optimizar el uso clínico de irrigantes en la práctica endodóntica.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la fase mecánica de la limpieza endodóntica, ciertas áreas del canal radicular quedan inaccesibles, ya sea con instrumentos endodónticos manuales o rotatorios, que solo limpian el centro de los canales (Iandolo, 2023). Esta limitación deja ciertas áreas laterales como istmos, canales laterales y de furcación sin tratar, lo que puede comprometer la eficacia del tratamiento y aumentar el riesgo de persistencia de microorganismos patógenos en el sistema de conductos radiculares (Iandolo, 2023).

Con el objetivo de abordar esta limitación y mejorar la eficacia del proceso de limpieza endodóntica, se han introducido protocolos de irrigación más eficientes en la práctica clínica. Estos protocolos prometen terapias más seguras y conservadoras al permitir una limpieza más completa y profunda de los conductos radiculares (Iandolo, 2023). La irrigación desempeña un papel crucial en la terapéutica endodóntica al contribuir a la eliminación efectiva de residuos orgánicos e inorgánicos, microorganismos patógenos y detritos celulares, así como a la desinfección y preparación adecuada del sistema de conductos radiculares (Tonini, 2022).

La importancia de la irrigación en la limpieza endodóntica se ha destacado en numerosos estudios clínicos y revisiones sistemáticas. Por ejemplo, un estudio de revisión sistemática reciente ha proporcionado datos importantes sobre los beneficios de la irrigación en endodoncia. Se encontró que el método de limpieza 3D, combinado con una preparación conservadora del conducto radicular, ha mostrado resultados excelentes en términos de limpieza y desinfección de los conductos radiculares (Iandolo, 2023). Además, se ha demostrado que el uso de agentes irrigantes como el hipoclorito de sodio (NaOCl) caliente, activado con ultrasonido, es seguro y efectivo para la eliminación de biofilm y tejido pulpar en áreas de difícil acceso, como los canales laterales (Iandolo, 2023).

Estos hallazgos enfocan la importancia crítica de mejorar las técnicas de irrigación en endodoncia para asegurar una limpieza completa y efectiva de los conductos radiculares, lo que puede llevar a mejores resultados clínicos en los pacientes. Por lo tanto, es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de la eficacia de diferentes irrigantes en la limpieza y desinfección de los conductos radiculares, considerando diversos factores que puedan influir en su efectividad. Este enfoque ayudará a proporcionar recomendaciones basadas en evidencia para optimizar el uso clínico de irrigantes en endodoncia y mejorar los resultados del tratamiento en la terapéutica endodóntica.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Conductos radiculares

Las configuraciones transversales del conducto radicular se han categorizado según la anatomía del conducto en varias formas distintas: canales redondos (circulares), ovalados, ovalados alargados, aplanados (planos o en forma de cinta) y de forma irregular (Arias-Moliz, 2022) .

Tabla 1. Características de los conductos radiculares

Forma del canal	Descripción
Redondo	Diámetro bucolingual igual o menor que el diámetro mesiodistal.
Óvalo	Diámetro bucolingual mayor que el diámetro mesiodistal (hasta dos veces más).
Óvalo largo	Diámetro bucolingual dos o más veces mayor que el diámetro mesiodistal (hasta cuatro veces mayor).
Aplanado	Diámetro bucolingual cuatro o más veces mayor que el diámetro mesiodistal.

Irregular	No se puede definir por las categorías 1 a 4.
-----------	---

Irrigantes inertes

Son líquidos para enjuagar los conductos radiculares. Estos líquidos reducen las bacterias dentro del canal radicular es el simple movimiento del líquido a través del conducto, gracias a su flujo y reflujo (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).

Solución salina

Aunque la solución salina no tiene propiedades antimicrobianas ni de disolución de tejidos, varios estudios han demostrado una significativa reducción bacteriana al utilizarla como control en comparación con otras soluciones antimicrobianas. La acción mecánica de los instrumentos endodónticos y el flujo y reflujo de la irrigación son cruciales para la eliminación de microorganismos. Cuando se combina con clorhexidina, la solución salina forma un precipitado debido al aumento de la concentración de sales, mientras que el uso de activación ultrasónica con solución salina estéril muestra una mayor eficacia en la eliminación de bacterias en comparación con la irrigación con jeringa (Brenda P. F. A. Gomes, 2023).

Irrigantes Activos

Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante más ampliamente utilizado en endodoncia y se considera el estándar de oro debido a sus notables capacidades antibacterianas y de disolución tisular. Sin embargo, su efectividad puede variar dependiendo de la resistencia bacteriana y la composición de las biopelículas. Mientras que microorganismos como *Streptococcus mutans*, *Actinomyces naeslundii* y *Candida albicans* son sensibles al NaOCl, otros como *Enterococcus faecalis* pueden mostrar resistencia, especialmente en biopelículas maduras.

El NaOCl descompone la materia orgánica mediante la acción del cloro libre disponible, que hidroliza aminoácidos y saponifica grasas. Se ha observado que es más eficaz en la disolución de tejido necrótico que en tejido sano. Sin embargo, su capacidad de disolución tisular se ve afectada negativamente por la presencia de dentina y la combinación con EDTA, que disminuye el pH y agota el cloro libre disponible. El tiempo de exposición al NaOCl influye en su eficacia antibacteriana y de disolución tisular. Períodos más largos de exposición suelen resultar en una mayor muerte bacteriana y disolución del tejido. Además, el refresco del irrigante durante el procedimiento puede mantener su eficacia al compensar la pérdida de cloro libre disponible. La concentración de NaOCl también es un factor crucial, con concentraciones más altas mostrando generalmente una mayor eficacia. Sin embargo, su impacto en los resultados clínicos aún no está completamente establecido. El pH del NaOCl también influye en sus propiedades químicas, favoreciendo la eficacia antibacteriana a expensas de la capacidad de disolución tisular cuando el pH es más bajo. La forma en gel de NaOCl se ha propuesto como una alternativa segura y práctica a la solución, aunque se necesita más investigación para comprender completamente su eficacia y distribución en el sistema de conductos radiculares (Chen Cai, 2023) (Pai, 2023) (Kasidid Ruksakiet, 2020).. Se han propuesto varios métodos para mejorar la eficacia química del hipoclorito de sodio (NaOCl) como irrigante en endodoncia:

- **Agente tensioactivo:** Se ha investigado la adición de agentes tensioactivos al NaOCl para reducir su alta tensión superficial, lo que puede limitar su capacidad de penetrar en las irregularidades del conducto radicular y los túbulos dentinarios. Las soluciones sin tensioactivo presentan una disminución de la tensión superficial (Mejía, 2021).
- **Quelación:** La combinación de NaOCl con un polvo de etidronato (HEDP) en la quelación continua ha demostrado reducir la erosión de la dentina y mejorar la

distribución homogénea de los contenidos orgánicos e inorgánicos en el conducto radicular (Priti P Rath, 2020) (Wojciech Wilkoński, 2020). Un estudio encontró que hubo una disminución en el peso del tejido pulpar en todos los grupos en el que se combinó el NaOCl con etidronato tetrasódico al 9% (Na₄HEBP), etidronato tetrasódico al 18% (Na₄HEBP) y etilendiaminotetraacetato disódico al 17% (Na₂EDTA) bajo administración controlada continua (Mukesh Kumar, 2023). Otro estudio evaluó el efecto del NaOCl combinado con un nuevo agente quelante DualRinse HEDP, y los resultados mostraron una mayor eliminación de residuos a todos los niveles y la eliminación de la capa de frotis a nivel apical del conducto radicular (Christelle Aoun, 2023).

Ventajas del hipoclorito de sodio (Brenda P. F. A. Gomes, 2023)

- Soluciones económicas y larga vida útil: El hipoclorito de sodio (NaOCl) es económico y tiene una buena vida útil.
- Agente lubricante: Facilita los procedimientos gracias a su capacidad lubricante.
- Efecto blanqueador: Puede blanquear la sangre y la dentina manchada de sangre.
- Actividad antibacteriana de amplio espectro: Es efectivo contra una amplia gama de bacterias, especialmente cuando se usa en concentraciones más altas y soluciones tibias.
- Acción disolvente tisular: Disuelve tejidos orgánicos, facilitando la limpieza de los conductos radiculares.
- Alteración de biopelículas: Puede alterar biopelículas bacterianas, lo que ayuda a eliminar las colonias bacterianas.
- Inactivación de endotoxinas: Puede neutralizar endotoxinas, lo que es importante en la prevención de infecciones periapicales.

- Desinfección de puntos de gutapercha: Mata microorganismos en los puntos de gutapercha, aunque puede no eliminar todas las esporas.
- Mejora la adhesión: Puede mejorar la adhesión de materiales dentales en ciertas condiciones.

Desventaja del hipoclorito de sodio (Brenda P. F. A. Gomes, 2023)

- Olor y sabor desagradables.
- Corrosión de metales: Es corrosivo para los metales.
- Inestabilidad en la solución: El cloro se consume rápidamente, por lo que se necesita reposición continua.
- Alta toxicidad: Puede causar daño a los tejidos periapicales y nerviosos si se extruye más allá del ápice.
- Imposibilidad de eliminar la capa de frotis.
- Reducción de la adhesión y propiedades mecánicas de la dentina: Puede afectar la adhesión y las propiedades mecánicas de la dentina.
- Retos en procedimientos de endodoncia regenerativa: Puede interferir con la regeneración dentinaria-pulpar.

Clorhexidina

El gluconato de clorhexidina (CHX) es un inodoro de color pajizo casi incoloro a pálido o ligeramente opalescente o sustancia casi inodora. Es ampliamente utilizado en odontología y se considera El estándar de oro para los antisépticos. Las concentraciones más utilizadas como enjuagues bucales son de 0,12 y 0,2%. El CHX se ha utilizado principalmente como irrigante final en endodoncia debido a su falta de capacidad para disolver tejidos, lo que limita su uso

como irrigante primario. Aunque estudios iniciales sugirieron que el CHX era igual o más efectivo que el NaOCl contra ciertas bacterias, estos hallazgos pueden haber sido sesgados por el énfasis en microorganismos como *Enterococcus faecalis*, que no es común en casos de fracaso endodóntico. Estudios más recientes han demostrado que el CHX es menos efectivo que el NaOCl, especialmente en modelos de biopelículas multiespecie más representativos de las condiciones *in vivo*.

La capacidad de unión del CHX a la dentina y su efecto antimicrobiano prolongado (sustantividad) se han destacado como ventajas. Sin embargo, la sustentividad del CHX ha sido investigada en condiciones poco realistas y su duración parece limitada incluso en condiciones favorables. Además, el CHX muestra un nivel de citotoxicidad similar o mayor que el NaOCl, y puede reaccionar con residuos de NaOCl en el conducto radicular para formar un precipitado potencialmente tóxico y que causa decoloración (Arias-Moliz, 2022) (Kasidid Ruksakiet, 2020). Un estudio realizado sobre el efecto antimicrobiano directo y residual de la CHX al 2%, pasta antibiótica doble (DAP) y el gel de nanopartículas de quitosano-clorhexidina (CS-CHX NPs) como medicamentos intracanal contra *E. faecalis* y *C. albicans* en molares primarios extraídos. Los resultados mostraron que las NP de CS-CHX tuvieron el mayor efecto anticandidiagudo, comparable al de CHX y significativamente mayor que otros medicamentos en ambos momentos. Las NP de CS-CHX tuvieron el mayor efecto contra *E. faecalis*, que fue comparable a la DAP y significativamente mayor que otros medicamentos (Mariem Wassel, 2023).

Ventajas de la Clorhexidina (Brenda P. F. A. Gomes, 2023)

- Falta de mal olor y sabor: La clorhexidina (CHX) no tiene un olor o sabor desagradable.
- Actividad antimicrobiana efectiva: Es altamente eficaz contra una amplia gama de microorganismos, incluyendo bacterias, levaduras y algunos virus.

- Eficacia contra biofilms bacterianos: Puede combatir eficazmente las biopelículas bacterianas.
- Sustantividad: Se adhiere a las superficies bucales y se libera lentamente, manteniendo una actividad antimicrobiana prolongada.
- Menor citotoxicidad: Es menos tóxico que el hipoclorito de sodio (NaOCl), lo que lo hace adecuado para casos específicos, como ápices abiertos o casos alérgicos.
- Utilidad como medicamento intracanal: Puede utilizarse solo o en combinación con otras sustancias para desinfectar y retardar la entrada microbiana.
- Mejora de la adherencia y estabilidad: Puede mejorar la adhesión de materiales dentales y preservar la integridad de la capa híbrida.
- Facilita procedimientos de blanqueamiento intracoronal: Aumenta el efecto antimicrobiano sin afectar negativamente la dentina.
- Inhibición de metaloproteinasas de matriz (MMP): Ayuda a mantener la calidad de la dentina para restauraciones con materiales a base de resina.
- Aumento de la humectabilidad: Mejora la humectabilidad de los selladores endodónticos en dentina.

Desventajas de la Clorhexidina (Brenda P. F. A. Gomes, 2023)

- Incapacidad para disolver tejido pulpar: No puede disolver el tejido pulpar, lo que puede dificultar su eliminación completa.
- Inactividad sobre endotoxinas (LPS): No neutraliza las endotoxinas, aunque puede hacerlo después de un tratamiento con hidróxido de calcio.
- Reactividad con otras sustancias irrigantes: Puede formar precipitados o reacciones químicas no deseadas con otras sustancias, lo que puede afectar el sellado radicular.

- Posibles efectos adversos: Puede causar irritación cutánea, reacciones alérgicas e incluso anafilaxia en casos raros.
- Desafíos en procedimientos de endodoncia regenerativa: Puede dificultar la viabilidad de las células madre, aunque se pueden minimizar sus efectos tóxicos con ciertas medidas.

Ácido etilendiaminotetraacético

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA, edetato de calcio disódico, calcio disódico versenado) es un agente de quelación (Tom George, 2023). El EDTA puede ayudar a reducir la cantidad de endotoxinas del conducto radicular contaminado, reacciona con los iones de calcio de la dentina y forma calcio soluble quelatos. Durante el tratamiento de conducto, el EDTA descalcifica la dentina intertubular a una profundidad de unos 20-30 μm en 5 minutos. Sin embargo, su acción está limitada a 50 μm , incluso después de más de 24 horas de tiempo de exposición. Un enjuague continuo con 5 ml de El EDTA al 17% como enjuague final durante 3 minutos elimina eficazmente la capa de frotis de las paredes del conducto radicular, pero los autores también afirmaron que 1 min también es efectivo. Los nuevos objetivos buscan ahora procedimientos endodónticos regenerativos. Una revisión sistemática sobre los efectos del EDTA encontró que EDTA, en concentraciones del 10% al 17%, se asoció principalmente con la liberación de Factor de crecimiento transformante Beta 1 (TGF- β 1). Además, también se evaluó la viabilidad celular, morfología, migración y adhesión celular, el cual la irrigación con EDTA mostró una morfología celular favorable al permitir un mejoramiento en la migración y adhesión celular (Alexandre H. dos Reis-Prado, 2022).

Ventajas del EDTA (Brenda P. F. A. Gomes, 2023)

- Alta biocompatibilidad: Se utiliza ampliamente en productos de cuidado personal.

- Capacidad para separar biopelículas bacterianas: Ayuda a eliminar las biopelículas adheridas a la superficie del conducto radicular.
- Actividad antimicrobiana: Tiene propiedades antimicrobianas probadas, dependiendo de la vulnerabilidad de las bacterias.
- Propiedad quelante: Es clave para la eliminación de lipopolisacáridos (LPS) adheridos a las paredes del conducto radicular, lo que favorece la desinfección endodóntica.
- Eliminación de la capa de frotis: Permite abrir los túbulos dentinarios, mejorando el acceso a irrigantes, medicamentos y selladores, y puede mejorar los resultados en procedimientos endodónticos regenerativos.
- Inhibición de la actividad de MMP: Ayuda a proteger el híbrido degradado mediante la inhibición de las metaloproteinasas de matriz (MMP).
- Reactividad mejorada con sistemas de activación: La activación del EDTA beneficia la eliminación de la capa de frotis de los conductos radiculares.
- Promoción de la liberación de factores de crecimiento: Facilita la liberación de factores de crecimiento de la matriz de la dentina, lo que puede ser beneficioso en procedimientos endodónticos regenerativos.

Desventajas del EDTA (Brenda P. F. A. Gomes, 2023)

- Propiedades antimicrobianas débiles: En comparación con otros agentes como el hipoclorito de sodio (NaOCl) o la clorhexidina (CHX).
- Interacción con NaOCl: Puede reducir la efectividad del NaOCl al disminuir el cloro disponible en la solución.
- Interacción con CHX: Produce un precipitado lechoso blanco cuando se combina con CHX, cuya importancia clínica aún no está clara.

Sistemas de activación

Los sistemas de activación han surgido como herramientas prometedoras para mejorar estos procesos, permitiendo una mejor penetración de los irrigantes y una mayor eliminación de detritos y biofilm bacteriano. A continuación, se discuten varios sistemas de activación utilizados en endodoncia, así como su eficacia demostrada en la literatura científica.

Activación Sónica

La activación sónica implica el uso de energía sónica para agitar los irrigantes dentro del sistema de conductos radiculares. Esta energía sónica puede mejorar la eficacia de la irrigación al promover una mejor penetración del irrigante en áreas difíciles de alcanzar y una mayor remoción de detritos y biofilm bacteriano. En el estudio de Ronald Wigler et al. (2023), se comparó la activación sónica de Foucault con otros métodos de activación, encontrando una reducción significativa en la presencia de residuos en el tercio apical.

Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI)

La irrigación ultrasónica pasiva implica el uso de puntas ultrasónicas que generan ondas ultrasónicas para agitar los irrigantes dentro del sistema de conductos radiculares. Esta técnica ha demostrado ser efectiva para mejorar la limpieza y desinfección del conducto radicular. En el estudio de Rosalie C. D. Swimberghe et al. (2021), se encontró que la irrigación activada por ultrasonidos demostró una excelente remoción de hidrogel, especialmente en modelos de mayor curvatura.

Activación Láser

La activación láser implica el uso de energía láser para agitar los irrigantes y mejorar la limpieza del conducto radicular. Los diferentes tipos de láseres, como el láser de diodo, el láser Nd:YAG y

el láser Er:YAG, se han investigado para su uso en endodoncia. El estudio de Jiayi Liu et al. (2023) comparó la eficacia de la activación láser con otras técnicas de irrigación, encontrando que el láser de diodo y el láser Er:YAG demostraron una mejor eliminación de escombros y frotis en el área apical.

Agitación Mecánica

La agitación mecánica implica el uso de dispositivos mecánicos, como el EndoActivador y el Eddy (Irrigación activada por ultrasonido), para agitar los irrigantes dentro del sistema de conductos radiculares. Estos dispositivos pueden mejorar la eficacia de la irrigación al proporcionar una agitación más vigorosa de los irrigantes. En el estudio de David Donnermeyer et al. (2023), se encontró que la activación del irrigante final con dispositivos mecánicos redujo significativamente la presencia de residuos en el tercio apical.

Irrigación con Aguja

Aunque menos efectiva que otras técnicas de activación, la irrigación con aguja sigue siendo común en la práctica clínica. Implica la inyección manual de irrigantes a través de una aguja colocada en el conducto radicular. El estudio de Kiran Kumar et al. (2023) comparó la limpieza de conductos radiculares utilizando fluidos de irrigación agitados, encontrando que la irrigación con aguja mostró resultados menos satisfactorios en la limpieza del istmo en comparación con otros métodos.

Conos de gutapercha

La activación dinámica manual (MDA) se realiza colocando un cono de gutapercha 1 mm antes de la longitud de trabajo, seguido de movimientos de bombeo moderados en el conducto irrigado. Estos movimientos verticales cortos a 2 mm de amplitud y 100 golpes por minuto

aumentan las presiones intracanal, eliminando el bloqueo de vapor y mejorando significativamente la tasa de reemplazo del irrigante. Esta técnica permite una distribución más eficaz de la solución irrigadora a través del sistema de conductos radiculares, mejorando el desbridamiento, la limpieza y la acción antimicrobiana de los irrigantes. Es una estrategia crucial para alcanzar resultados satisfactorios en la eliminación de bloques de vapor y la desintegración del biofilm bacteriano en las complejas anatomías tridimensionales del conducto radicular (Alfredo Iandolo, 2023).

Un estudio en el que comparó su eficacia con el sistema de irrigación ultrasónica los resultados demostraron que este método fue menos eficaz en la remoción del detritus en comparación con los grupos tratados con sistemas de irrigación ultrasónica. La eficacia limitada de la activación con conos de gutapercha puede atribuirse a varias razones. En primer lugar, este método depende en gran medida de la habilidad y destreza del operador, lo que puede resultar en una distribución irregular del irrigante y una limpieza incompleta del conducto radicular. Además, la activación manual puede no generar suficiente agitación para alcanzar áreas difíciles de acceder dentro del conducto, especialmente en el tercio apical (ALLISON GÁLVEZ-SAAVEDRA, 2024).

Un estudio realizado en el que comparó los efectos de los sistemas de activación EDDY y la activación manual dinámica sobre el dolor postoperatorio. Se encontró que, aunque no hubo diferencias significativas en el PP durante la primera semana después del retratamiento, los pacientes tratados con EDDY experimentaron significativamente más dolor a las 12, 24, 48 y 72 horas post-tratamiento en comparación con aquellos tratados con la activación manual dinámica (Selen İnce-Yusufoğlu, 2023).

Limpieza tridimensional

La limpieza tridimensional hace referencia al calentamiento intracanal y la activación ultrasónica de NaOCl. El método de conformación conservadora del canal, combinado con una técnica de irrigación potente conocida como limpieza 3D, ha demostrado ser altamente efectivo en términos de limpieza, como han mostrado varios estudios de investigación. En este enfoque, el hipoclorito de sodio (NaOCl) calentado se activa mediante ultrasonidos como parte del protocolo, y se considera seguro en cuanto al riesgo de generación excesiva de calor o extrusión de irrigante. Durante la etapa de calentamiento interno, se ha observado que el aumento de temperatura en la superficie externa de la raíz se mantiene por debajo de los niveles que podrían causar daño al tejido periodontal. Aunque el calentamiento del irrigante puede reducir su viscosidad, no se ha detectado extrusión de NaOCl durante el procedimiento de limpieza 3D.

El uso de EDTA al 17% seguido de la limpieza 3D ha demostrado permitir una limpieza y desinfección adecuadas del conducto radicular, superando en eficacia del irrigante ultrasónico pasivo. La irrigación con EDTA al 17% elimina la capa de frotis en los túbulos dentinarios, lo que facilita una mejor penetración del NaOCl caliente en los túbulos dentinarios y las anatomías laterales después de la preparación conservadora del conducto radicular. Investigaciones han mostrado que la limpieza 3D logra una disolución efectiva del tejido pulpar en canales laterales artificiales, y el EDTA al 17% facilita la eliminación de la biopelícula al romper su unión a las paredes del conducto radicular. Además, el flujo turbulento generado por la menor viscosidad del NaOCl calentado puede provocar que el microfilm se desprenda de las paredes del canal (Alfredo Iandolo, 2023).

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

Tipo y diseño del estudio

El tipo de estudio realizado fue una revisión sistemática de la literatura en diversas bases de datos y revistas científicas. El diseño del estudio fue descriptivo, centrándose en la recopilación, síntesis y evaluación crítica de la evidencia disponible sobre irrigación en endodoncia.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

- Estudios primarios que investiguen aspectos relacionados con la irrigación en endodoncia.
- Documentos disponibles en revistas científicas y bases de datos académicas reconocidas.
- Disponibilidad en inglés, español u otros idiomas relevantes.
- Fecha de publicación dentro de un período de los últimos cinco años para incluir evidencia actualizada y relevante.

Criterios de exclusión

- Estudios que no aborden específicamente el tema de la irrigación en endodoncia.
- Documentos no disponibles en revistas científicas o bases de datos académicas reconocidas.
- Investigaciones publicadas fuera del período de tiempo especificado.

Fuentes de información

Para recopilar información relevante sobre irrigación en endodoncia, se realizó una búsqueda exhaustiva en una variedad de fuentes de información, incluyendo bases de datos

académicas reconocidas como PubMed, Scopus y Web of Science. Además, se exploraron revistas especializadas en endodoncia y odontología, como International Endodontic Journal, Journal of Endodontics y European Journal of General Dentistry. Se consideraron también fuentes de literatura gris, como actas de conferencias y resúmenes de presentaciones científicas, para acceder a información más reciente y sin procesar sobre técnicas de irrigación en endodoncia. Esto permitió obtener una visión completa y actualizada de los avances en el campo de la irrigación endodóntica.

Estrategias de búsqueda de la literatura

La estrategia de búsqueda se diseñó meticulosamente para garantizar la exhaustividad y relevancia de los estudios recuperados sobre irrigación en endodoncia. Se emplearon términos de búsqueda específicos, como "root canal irrigation", "endodontic irrigation techniques", "irrigant activation methods", "sodium hypochlorite efficacy", entre otros, seleccionados cuidadosamente para abarcar diferentes aspectos del tema. Además, se utilizaron operadores booleanos como "AND" y "OR" para combinar y refinar los términos de búsqueda, optimizando así los resultados obtenidos.

Materiales

Se utilizó una computadora con acceso a Internet para llevar a cabo búsquedas en bases de datos académicas, revisar artículos científicos y acceder a recursos en línea relacionados con el tema. Los software utilizados fueron las bases de datos, revistas y Microsoft Word.

Proceso de selección y recuperación de los estudios que cumplen los criterios

El proceso de selección incluyó la revisión de títulos, eliminación de duplicados, evaluación de resúmenes y lectura completa de los estudios potencialmente relevantes. Se

aplicaron criterios de inclusión y exclusión predefinidos para seleccionar los estudios que cumplían con los objetivos de la revisión.

Valoración crítica de la calidad científica

Se llevó a cabo una evaluación crítica de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión, se consideraron aspectos como el diseño del estudio, el tamaño de la muestra, los métodos de análisis y el manejo de sesgos.

Plan de análisis de los resultados

El plan de análisis de los resultados se diseñó con el objetivo de examinar detalladamente los hallazgos de los estudios incluidos en la revisión. Se recopilaron datos relevantes de cada estudio, como el diseño del estudio, las intervenciones utilizadas, las poblaciones de estudio, los resultados principales y las conclusiones.

La extracción se realizó de manera sistemática para asegurar la consistencia en la recopilación de información. Los datos extraídos se agruparon y sintetizaron para identificar patrones, tendencias o discrepancias en los hallazgos de los diferentes estudios.

Se prestaron especial atención a las conclusiones y recomendaciones de los autores para comprender mejor el estado actual del conocimiento sobre los irrigantes. Se interpretaron los resultados en el contexto de los objetivos del estudio. Se discutieron las implicaciones clínicas y prácticas de los hallazgos, así como las limitaciones metodológicas de los estudios incluidos.

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 2. Artículos incluidos en la revisión

Autor (Año)	Título	Metodología	Resultados
Christos Boutsoukis I y María Teresa Arias-Moliz (2022)	Situación actual y orientaciones futuras: regantes y métodos de irrigación	Revisión sistemática	Se destacó la organización de las bacterias en biopelículas dentro de las complejidades anatómicas del sistema radicular como el principal obstáculo para los irrigantes. Aunque el hipoclorito de sodio sigue siendo el irrigante primario preferido, se enfatizó la necesidad de complementarlo con un quelante. Se identificó la administración con jeringa y aguja, así como la activación mediante lima ultrasónica, como los métodos de irrigación más comunes. Sin embargo, no hay evidencia sólida que respalde que ningún método de irrigación complementaria, incluida la activación ultrasónica, mejore significativamente el resultado a largo plazo del tratamiento del conducto radicular más allá de lo que se logra con la instrumentación e irrigación tradicionales.
Alfredo Iandolo, Massimo Pisano, Alessio Buonavoglia, Francesco Giordano, Alessandra Amato, Dina Abdellatif, Luca Testarelli (2023)	RETRACTADO: Métodos tradicionales y recientes de irrigación del conducto radicular y su efectividad: una revisión	Revisión sistemática	La terapia endodóntica contemporánea prioriza la limpieza quimiomecánica de los conductos radiculares. Este proceso implica la irrigación con soluciones y su activación. La revisión examina diversos métodos de activación del irrigante, incluyendo la activación dinámica manual, sónica, calentamiento interno y láseres. Los resultados, obtenidos mediante una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos, sugieren que la activación de irrigantes mejora el proceso de

			limpieza. Sin embargo, no se identifica un método único como el más eficaz.
Elif Çiftçioğlu, Özgün Yücel, Vasfiye Işık, Ali Keleş, Mehmet Baybora Kayahan (2022)	Características del flujo irrigante en el conducto radicular con reabsorción radicular interna: una evaluación de dinámica de fluidos computacional	Revisión Sistemática	En este estudio se evaluó la dinámica de irrigación en conductos radiculares con reabsorción radicular interna, utilizando un modelo computacional de dinámica de fluidos. Se compararon diferentes diseños de agujas de irrigación con jeringa y la irrigación ultrasónica. Se empleó un premolar mandibular escaneado por micro-TC para modelar la reabsorción radicular. Se observó que la profundidad de inserción y el diseño de la irrigación afectaron el esfuerzo cortante y la extensión del irrigante, siendo esta última mayor hacia la longitud de trabajo. La irrigación ultrasónica mostró los mayores valores de esfuerzo cortante, independientemente de la profundidad de inserción. La distribución del esfuerzo cortante en las paredes de la cavidad de reabsorción aumentó gradualmente con la colocación coronal de las agujas. Además, se encontró que el tiempo de residencia del irrigante en el canal fue influenciado por la posición de la aguja en relación con la cavidad de reabsorción y el tipo de aguja utilizado.
Buvaneshwari Arul, Nandini Suresh, Ranjithkumar Sivarajan,	Influencia del volumen de los irrigantes endodónticos utilizados en	Se utilizaron sesenta incisivos centrales maxilares humanos, incrustados en resina acrílica en el cubo	Se observó una reducción de la DMRC con todas las técnicas de irrigación endodóntica probadas. Las técnicas de irrigación EndoVac

Velmurugan Natanasabapathy (2021)	diferentes técnicas de irrigación sobre la microdureza de la dentina del conducto radicular	endodóntico de Kuttler hasta el nivel de la unión cemento-esmalte. Las muestras se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos experimentales. Grupo-NI (irrigación con aguja), Grupo-PUI (irrigación ultrasónica pasiva continua), Grupo-EndoVac (sistema de presión negativa apical) y Grupo-Combinación (EndoVac + Irrigación PUI). Los conductos radiculares se instrumentaron hasta el tamaño 40 (F4).	y combinadas mostraron una reducción máxima de la DMRC en todos los tercios del conducto radicular.
Kasidid Ruksakiet, Lilla Hanák, Nelli Farkas, Péter Hegyi, Wuttapon Sadaeng, László Márk Czumbel, Thanyaporn Sang-ngoen, András Garami, Alexandra Mikó, Gábor Varga, Zsolt Lohinai (2020).	Eficacia antimicrobiana de la clorhexidina y el hipoclorito de sodio en la desinfección del conducto radicular: una revisión sistemática y metanálisis de ensayos controlados aleatorizados	Las bases de datos electrónicas, incluyendo PubMed, EMBASE, Web of Science y Cochrane Library, fueron buscadas para ensayos controlados aleatorizados publicados hasta marzo de 2020.	El estudio resultados sugieren que no hay diferencias significativas en la eficacia entre CHX y NaOCl en cuanto a la incidencia de muestras con crecimiento bacteriano positivo después de la irrigación y los cambios medios de número bacteriano en los cultivos y subgrupos moleculares, pero la heterogeneidad en los resultados de la MDS indica la necesidad de una mayor exploración de los estudios incluidos.
O. K. Montaser, Fayyad, and N. Abdelsalam (2023)	Eficacia de diferentes técnicas de activación del irrigante para la limpieza de la anastomosis del conducto radicular	Se utilizaron sesenta raíces mesiales de molares mandibulares con anastomosis, que fueron montadas, seccionadas y luego reensambladas e instrumentadas en un cubo de cobre. Se dividieron en tres grupos para la irrigación: NA, Irrisafe y EDDY. Se	Las tres técnicas de irrigación demostraron una mejora significativa en la limpieza de las anastomosis. La comparación intergrupar reveló que EDDY logró una limpieza superior de manera significativa en general. En cuanto a la diferencia entre EDDY e Irrisafe, esta fue a favor de EDDY en distintos niveles, siendo significativa a

		<p>tomaron imágenes antes y después de la irrigación, y se calculó el porcentaje de limpieza de las anastomosis usando ImageJ. Se compararon los niveles de limpieza antes y después de la irrigación dentro de cada grupo, así como entre grupos y diferentes niveles de conducto radicular.</p>	<p>2 mm e insignificante a 4 y 6 mm, en relación al método de activación en diferentes niveles. Por otro lado, al analizar dentro de cada grupo, se observó que la mejora en la limpieza de las anastomosis (i2-i1) en el grupo de irrigación con aguja sin activación (NA) fue notablemente mayor en el nivel apical de 2 mm en comparación con los niveles 4 y 6. En contraste, la diferencia en la mejora de la limpieza entre los distintos niveles en los grupos Irrisafe y EDDY fue no significativa.</p>
<p>Xiaojun Chu, Shuting Feng, Weiqing Zhou, Shuaimei Xu y Xiongqun Zeng (2023)</p>	<p>Eficacia de limpieza de EDDY frente a la irrigación activada por ultrasonidos en conductos radiculares: una revisión sistemática y metanálisis</p>	<p>Se realizó una búsqueda bibliográfica en seis bases de datos electrónicas. Se incluyeron estudios in vitro que compararon la remoción de capa de frotis, desechos, tejidos blandos o microbios en conductos radiculares entre EDDY y UAI. Se realizó la extracción de datos y la evaluación de la calidad. Se realizaron metanálisis sobre la eliminación de la capa de frotis y la eliminación de residuos con la diferencia de medias estandarizada (DME).</p>	<p>Cuatro de los cinco estudios pertinentes no encontraron diferencias significativas entre irrigación activada por ultrasonidos (IAU) y EDDY en la eliminación de la capa de frotis. Sin embargo, un estudio indicó que EDDY eliminó más eficazmente la capa de frotis en los tercios coronal, medio y apical. La mayoría de los estudios no mostraron diferencias significativas en la eliminación de escombros entre IAU y EDDY. Sin embargo, un estudio encontró que EDDY dejó menos residuos en los tercios apicales, mientras que otro encontró lo contrario. Los resultados de dos estudios comparativos no mostraron diferencias significativas entre IAU y EDDY en la reducción de tejidos blandos. Algunos estudios sugirieron que EDDY fue más eficaz contra ciertos microorganismos que IAU,</p>

			<p>mientras que otros no encontraron diferencias significativas. Un estudio específico encontró que IAU eliminó más hidrogel que EDDY. Los análisis combinados no revelaron diferencias significativas entre IAU y EDDY en la eliminación de la capa de frotis ni en la remoción de escombros, según los estudios incluidos.</p>
<p>Zoya Tanvir, Zohra Jabin, Nidhi Agarwal, Ashish Anand, Nandita Waikhom (2023)</p>	<p>Evaluación comparativa de la eficacia antimicrobiana de la solución de nanoplata, Azadirachta indica, hipoclorito de sodio y solución salina normal como irrigantes de conducto radicular en dientes primarios</p>	<p>Se seleccionaron ochenta dientes primarios afectados pulparmente que requirieron tratamiento endodóntico en niños de 5 a 12 años. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a 4 grupos (3 grupos irrigante y control) formados por 20 niños cada uno, donde el Grupo I = solución NS, el Grupo II = A. indica, el Grupo III = Hipoclorito de sodio (2,5%) y el Grupo IV = Grupo control. Las muestras microbiológicas se recolectaron al inicio (antes de la irrigación) y después de la irrigación después de la preparación biomecánica utilizando el irrigante seleccionado. Las muestras se sometieron a una prueba de cultivo bacteriano anaeróbico. Las colonias microbianas se identificaron y se</p>	<p>El estudio analizó la presencia y cantidad de microorganismos anaerobios en 80 dientes primarios, identificando especies bacterianas como Enterococcus, Staphylococcus, Bacillus y Candida en los conductos radiculares. Después de la irrigación con diferentes regantes, se observó una reducción significativa en el promedio de colonias bacterianas. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos de tratamiento. La prueba de Bonferroni Post hoc reveló diferencias significativas entre varios pares de grupos, excepto entre el Grupo 1 y el Grupo 3. El Grupo 1 tuvo el recuento microbiano promedio más alto, seguido por el Grupo 3 y el Grupo 2, mientras que el Grupo 4 mostró el cambio más bajo en el recuento microbiano después de la irrigación. La solución NS mostró la media más alta de $4,384 \times 10,3 \pm 1,019$, seguida del hipoclorito de sodio con una media de $3,500 \times 10,3 \pm 1,193$</p>

		expresaron como unidades formadoras de colonias por mililitro.	y A. indica de $2,590 \times 10,3 \pm 0,778$.
Ram Surath Kumar, Anil Ankola, Mateen Peerzade, Roopali Sankeshwari, Vinuta Hampiholi, Atrey Pai Khot, Mehul Ajit Shah (2023)	Eficacia comparativa de diferentes técnicas de activación del irrigante para la administración del irrigante hasta la longitud de trabajo de los dientes permanentes maduros: una revisión sistemática y metaanálisis	Esta revisión sistemática siguió las directrices de PRISMA 2020 y fue registrada en PROSPERO con el número de registro CRD42021247430. Se centró en estudios sobre dientes maxilares o mandibulares permanentes maduros y evaluó la eficacia de varias técnicas de irrigación, incluyendo activación dinámica manual, irrigación sónico, irrigación ultrasónico pasivo y técnica de irrigación por presión negativa apical, en comparación con la técnica convencional de irrigación con aguja. El resultado primario de interés fue la penetración del irrigante hasta la longitud de trabajo, evaluada mediante observación directa o radiográfica.	Se observó que el método de obturación de conductos radiculares (MDA) utilizando un cono de gutapercha (GP) permitió una mejor penetración del irrigante en comparación con la técnica convencional de irrigación (CNI). En comparación con la CNI, los sistemas de irrigación activa (IAT) mostraron una mejora significativa en la entrega de irrigante hasta la longitud de trabajo (WL) tanto en canales rectos como curvos. El análisis de subgrupos destacó la técnica de irrigación pulsátil (PNA) como la más efectiva en canales rectos, seguida por la irrigación ultrasónica pasiva (PUI), la irrigación sonora (SI) y el MDA. En canales curvos, la irrigación asistida por ultrasonido (ANP) fue la más efectiva, seguida por PUI, SI y MDA.
Heba Abdelkafy, Hemat Mostafa Elsheikh, Mohamed Medhat Kataia, Rasha Mohamed Marzouk, E Abdeltwab, Fatma Abd El-Rahman Taher (2023)	Eficacia del uso de quitosano y nanopartículas de quitosano como soluciones finales de irrigación en la eliminación de la capa de frotis y el contenido mineral de la	Se utilizaron cuarenta y ocho dientes humanos decoronados de una sola raíz. Se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos (n = 12) en función de la solución de irrigación final utilizada de la siguiente manera: (a) grupo control (IA; n	En cuanto a la comparación entre los grupos experimentales, se observó que el EDTA al 17% (grupo IV) mostró los valores más bajos de la capa de frotis en el tercio coronal y apical del conducto radicular. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los grupos experimentales en el tercio

	dentina intrarradicular	= 6) solución salina normal, (IB; n = 6) no estaban preparados; grupo II - 0,2% quitosano; grupo III - 0,2% nano-quitosano; y grupo IV - 17% ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).	coronal, mientras que en el tercio medio y apical, el EDTA al 17% mostró diferencias significativas en comparación con otros agentes irrigantes. En cuanto a la relación Ca/P en la dentina intrarradicular, se encontró que el grupo que utilizó PNC (grupo III) mostró la mayor relación Ca/P en los dos tercios coronales, con diferencias significativas en comparación con el grupo control y el grupo EDTA al 17% en el tercio medio. Esto sugiere que el PNC puede influir positivamente en la mineralización de la dentina.
Jiani Zhou, Tingjun Liu, Lihong Guo (2021)	Eficacia de XP-Endo Finisher y la irrigación ultrasónica pasiva en la eliminación de medicamentos intracanal de los conductos radiculares: una revisión sistemática y metanálisis	Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane Library y Google Scholar hasta el 20 de diciembre de 2020.	Se encontró que los protocolos de irrigación ultrasónico pasivo (PUI) fueron más efectivos que los de XP-Endo Finisher (XPF) en conductos rectos únicos. La eficacia varió según la anatomía, el protocolo de irrigación y el tiempo de medicación intracanal. En el tercio apical, PUI superó a XPF. XPF requiere agentes de lavado adicionales como hipoclorito de sodio (NaOCl) y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para un rendimiento óptimo.
Rosalie C. D. Swimberghe, Ruth Buyse, Maarten A. Meire & Roeland J. G. De Moor (2021)	Eficacia de diferentes técnicas de irrigación en endodoncias curvas simuladas	Se utilizaron bloques de resina transparente con conductos radiculares curvos (40° o 60°) como modelos. Se realizaron cinco procedimientos de irrigación diferentes: Irrigación con aguja (NI) EndoActivator (EA).	En el estudio con modelos de curvatura del canal de 40°, la irrigación activada por ultrasonidos (UAI) demostró una excelente remoción de hidrogel, alcanzando un 99,9%, superando significativamente a los métodos EndoActivator (EA) y irrigación con aguja (NI).

		<p>Eddy. Irrigación activada por ultrasonidos (UAI) con Irrisafe. Irrigación activada por láser (LAI) utilizando láser de erbio pulsado (PIPS). Todos los protocolos se ejecutaron durante 3 series de 20 segundos.</p>	<p>Además, tanto la irrigación activada por láser (LAI) como Eddy también lograron una alta eliminación del hidrogel en este modelo. En el modelo de curvatura del canal de 60°, UAI continuó destacando con una eliminación del 99,5% del hidrogel, considerablemente superior a todos los otros grupos. La eficacia de LAI y Eddy también fue notable, aunque los métodos EA y NI mostraron una eficacia significativamente menor en este caso. Se observó que la curvatura del canal afecta negativamente la eficacia de limpieza, especialmente para las técnicas sónicas. Sin embargo, UAI parece menos afectada, posiblemente debido a la característica de la punta ultrasónica predoblada.</p>
<p>Qiang Li, Qian Zhang, Xiaoying Zou & Lin Yue (2020)</p>	<p>Evaluación de cuatro protocolos finales de irrigación para la limpieza de las paredes del conducto radicular</p>	<p>Se utilizaron treinta raíces dentales inoculadas con <i>Enterococcus faecalis</i>. Se realizaron preparaciones del conducto radicular utilizando limas ProTaper Universal.</p>	<p>Los resultados mostraron que las puntuaciones de la capa de frotis fueron significativamente menores en los grupos experimentales que en el grupo basal, lo que indica que los protocolos de irrigación tuvieron un efecto positivo en la eliminación de la capa de frotis. Específicamente, la puntuación media de la capa de frotis fue significativamente mayor en el grupo control sin irrigación final (CNI) en comparación con los grupos experimentales. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos de irrigación final (EA, PUI y M3 Max) en cuanto a la eliminación de la</p>

			capa de frotis. Además, las puntuaciones de la capa de frotis fueron más altas en la región apical que en las regiones media y coronal en todos los grupos experimentales. Esto sugiere que la eficacia de la eliminación de la capa de frotis puede variar según la ubicación dentro del conducto radicular.
Alper Akçay , Melahat Gorduysus , Mehmet Omer Gorduysus , Encantadora M. Annamma , Sevda Müftüoglu (2024)	Una evaluación comparativa de la eficacia de limpieza de cinco dispositivos diferentes de irrigación del conducto radicular: un estudio histológico	En el estudio se utilizaron cuarenta y dos premolares mandibulares humanos extraídos de una sola raíz. Cada diente se decoronó en la unión cemento-esmalte y los conductos radiculares se instrumentaron con instrumentos rotatorios ProTaper de forma coronada. Los especímenes se dividieron aleatoriamente en cinco grupos experimentales: grupo (1) SonicMax, grupo (2) RinsEndo, grupo (3) EndoVac, grupo (4) PUI, grupo (5) MNI y los grupos control. Cada sistema utilizó hipoclorito de sodio (NaOCl) al 2,5%, ácido etilendiaminérico tetraacético (EDTA) al 17% y NaOCl al 2,5%, respectivamente, en los grupos experimentales. El grupo control no recibió irrigación final.	Los resultados de este estudio indican que entre los cinco grupos, el grupo 2 RinsEndo muestra resultados altamente significativos en comparación con los otros grupos en la eficiencia de limpieza en las partes media y coronal juntas. La eficiencia de limpieza en la zona apical fue la misma para RinsEndo y EndoVac. El grupo 1 SonicMax mostró la mayor significación en la zona media y el grupo 4 PUI no es significativo en la parte coronal, pero muestra una significación mínima en la parte apical y media. La técnica MNI (grupo 5) y el control (grupo 6) mostraron poca significación en la parte apical.
Chang Zeng, Pei Hu, Colin P.	Eficacia del desbridamiento	Los premolares humanos	La activación de NaOCl con EndoActivator o SmartLite

Egan, Brian E. Bergeron, Franklin Tay, Jingzhi Ma (2024)	bacteriano de dos sistemas de activación de irrigantes de conducto radicular	instrumentados, esterilizados en autoclave y de una sola raíz se inocularon con <i>Enterococcus faecalis</i> (ATCC-29212) durante 21 días. Los dientes que contenían biopelícula bacteriana se dividieron aleatoriamente en 5 grupos (N = 8): Grupo 1: Aguja ventilada lateral con jeringa (S-N) de solución salina durante 1 min; Grupo 2: S-N de NaOCl al 2% durante 1 min; Grupo 3: Suministro S-N de NaOCl al 2% durante 5 min; Grupo 4: Activación del EndoActivador de NaOCl al 2% durante 1 min; Grupo 5: Activación del SmartLite Pro EndoActivator de NaOCl al 2% durante 1 min. Los dientes se evaluaron para la reducción bacteriana mediante recuentos de UFC y los porcentajes de bacterias muertas dentro de los túbulos dentinarios mediante microscopía de barrido láser confocal.	Pro EndoActivator redujo significativamente la carga bacteriana intracanal global, en comparación con la administración de irrigante S-N, sin diferencias significativas entre los dos dispositivos de agitación, Sin embargo, la administración de S-N de NaOCl al 2% durante 5 min produjo un mejor desbridamiento de bacterias que cualquiera de los sistemas de agitación sónica. Se identificaron diferentes grados de muerte bacteriana en la porción coronal-media y en la porción apical del espacio del canal.
David Donnermeyer, Christin Averkorn, Sebastian Bürklein, Edgar Schäfer (2023)	Eficiencia de limpieza de diferentes técnicas de irrigación en sistemas simulados de conductos radiculares	Los modelos de conductos radiculares impresos en tres dimensiones (curvatura de 60°, radio 5 mm; dimensión 25/0,06) con una longitud total de 20 mm y canales laterales en todas las direcciones	Los resultados del estudio muestran que la irrigación activada por láser de granate de itrio y aluminio dopado con erbio (LAI) logró la mayor eliminación de hidrogel simulado en los modelos de conductos radiculares. Esto fue seguido por la irrigación

	complejos severamente curvados	a 2, 5 y 8 mm (diámetro 0,2 mm) del ápice se rellenaron con un hidrogel coloreado que imita la biopelícula. Los siguientes protocolos. Irrigación continuo con agua destilada, irrigación convencional con aguja; agitación manual, EndoActivador, EDDY, irrigación activada por ultrasonidos y LAI (láser de granate de itrio y aluminio dopado con erbio. Se tomaron fotos estandarizadas con un microscopio y se determinó la remoción del hidrogel como porcentaje para todo el sistema, el canal principal y los canales laterales.	activada por sonido Eddy (SAI-E) y la irrigación activada por ultrasonidos. Por otro lado, la irrigación convencional con aguja, la agitación manual (MA) y la irrigación activada por sonido EndoActivator mostraron un rendimiento similar, con valores significativamente más bajos en la eliminación de hidrogel en comparación con los grupos mencionados anteriormente. Además, la LAI y SAI-E demostraron la mejor eliminación de hidrogel del canal principal en comparación con las otras técnicas. En cuanto a los canales laterales, la LAI fue significativamente más efectiva en la eliminación del hidrogel en los tres niveles (a 2, 5 y 8 mm del ápice) en comparación con todas las demás técnicas.
Ivona Bago, Adriana Đurin, Debora Kanižaj, Lovorka Batelja Vuletić, Ivana Vidović Zdrilić & Ivica Anić (2023)	La eficacia de un novedoso sistema de irrigación activado por láser SWEEPS en comparación con la activación ultrasónica en la eliminación de tejido pulpar de un área del istmo en el tercio apical del conducto radicular	Se utilizaron cuarenta y un molares inferiores que presentaban istmos entre los canales mesiales. Los dientes se distribuyeron aleatoriamente en grupos experimentales (SWEEPS, UAI o NI) con 12 muestras cada uno, y un grupo control (C) con 5 muestras.	Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la superficie relativa de los conductos radiculares e istmo entre los grupos experimentales y de control. Sin embargo, en cuanto al tejido pulpar remanente (TPR), el grupo tratado con corriente fotoacústica de emisión mejorada por ondas de choque (SWEEPS) presentó significativamente menos TPR que los grupos tratados con irrigación activada por ultrasonidos (UAI) y irrigación con aguja convencional (NI), así como el grupo control. No se

			observaron diferencias significativas entre UAI y NI. Estos hallazgos sugieren que SWEEPS fue el método más eficiente en el desbridamiento del área del istmo del conducto radicular, seguido por UAI y NI, que mostraron una eficacia similar pero menor.
Ronald Wigler, Moran Herteanu, Yuval Wilchfort y Anda Kfir (2023)	Eficacia de diferentes sistemas de activación de irrigantes en la eliminación de escombros y capas de frotis: una evaluación de microscopía electrónica de barrido	Se utilizaron 60 incisivos mandibulares humanos con conductos radiculares ovalados rectos, preparados a tamaño 40.04. Se dividieron en cuatro grupos de 15 cada uno, según los protocolos de irrigación final: Activación sónica de Foucault. Irrigación ultrasónica pasiva endosónica (PUI). IRRISAFE PUI. Irrigación manual con jeringa y aguja sin activación adicional (control).	Ninguno de los protocolos de irrigación final logró eliminar completamente todos los desechos y la capa de frotis de los conductos radiculares. La irrigación manual con jeringa y aguja sin activación adicional resultó en más residuos y capa de frotis en el tercio apical. La activación del irrigante final con dispositivos sónicos o ultrasónicos redujo significativamente la presencia de residuos en el tercio apical, sin diferencias entre los dispositivos. La activación de Eddy e Irrisafe también redujo la capa de frotis en el tercio apical en comparación con la jeringa y la aguja solas, mientras que la activación endosónica no fue tan efectiva en la eliminación de la capa de frotis apical.
Jiayi Liu, Satoshi Watanabe, Sota Mochizuki, Akira Kouno, Takashi Okiji (2023)	Comparación de la cinética de las burbujas de vapor y la eficacia de limpieza de diferentes técnicas de irrigación del conducto radicular en el área apical más	Sesenta modelos de conducto radicular curvo con un fragmento de lima K #20 o un instrumento WaveOne Gold Primary (WOG) separado a 3 mm del foramen apical se irrigaron con irrigación activada por láser con flujo fotoacústico inducido por fotones	LAI-PIPS y LAI mostraron mayores recuentos de burbujas de vapor que UAI. El fragmento WOG permitió una mayor velocidad y recuento de burbujas que el fragmento de lima K. Además, LAI-PIPS y LAI demostraron una mejor eliminación de escombros y frotis en comparación con las otras técnicas de irrigación. Esta investigación destaca la

	allá del instrumento fracturado	(LAI-PIPS; 20 mJ/15 Hz), irrigación activada por láser utilizando una unidad láser Er:YAG (LAI; 30 mJ/20 Hz), o irrigación activado por ultrasonidos (UAI) durante 5 s. La velocidad y el recuento de burbujas de vapor se analizaron mediante imágenes de video de alta velocidad.	importancia de la irrigación activada por láser, especialmente LAI-PIPS y LAI, en la limpieza eficaz del área apical más allá del instrumento fracturado, lo que puede mejorar la desinfección del conducto radicular.
Kiran Kumar, Yu-Yao Teoh, Laurence J. Walsh (2023)	Limpieza de conductos radiculares en raíces con canales complejos utilizando fluidos de irrigación agitados	Se utilizaron cinco grupos de agitación, cada uno con 12 raíces: láser de diodo de 940 nm, láser Nd:YAG de 1064 nm, láser Er:YAG de 2940 nm, agitación ultrasónica pasiva a 28 kHz (control positivo) e irrigación con aguja ventilada lateral de calibre 27 durante 2 min por canal (control negativo). La remoción de biopelícula se evaluó mediante imágenes microscópicas confocales de rodajas de raíz a 1, 4 y 7 mm del ápice de la raíz.	Ninguno de los cinco métodos de irrigación logró eliminar por completo los residuos microbianos en el sistema de conductos radiculares, en ninguno de los tres niveles evaluados. Aunque la limpieza del canal mejoró en dirección coronal, disminuyó en dirección apical. No se encontraron diferencias significativas en la limpieza de la pared del canal entre los grupos de tratamiento en ningún nivel de la raíz. Se observó una correlación significativa entre la limpieza del canal y del istmo, indicando que la limpieza del istmo fue más difícil cuanto más restringido era su perfil. En cuanto a la limpieza del istmo, se encontraron diferencias significativas entre los grupos, siendo el grupo de control negativo y el grupo de 1064 nm los más distintos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los métodos de activación del láser y la agitación ultrasónica en la limpieza del istmo. Solo para el grupo de 1064 nm se observó una correlación

			significativa entre las puntuaciones de limpieza del istmo y la relación del istmo.
Elif Solakoğlu, Hüseyin Sinan Topçuoğlu, Salih Düzgün (2023)	Efecto de diferentes técnicas de agitación de irrigación final en la penetración del túbulo dentinario del conducto radicular del apósito de hidróxido de calcio de nanopartículas	Se utilizaron 96 incisivos superiores extraídos, que se moldearon hasta tamaño #40. Estos se dividieron en cuatro grupos experimentales según el procedimiento de irrigación final: irrigación convencional con aguja (CNI), agitación dinámica manual (MDA), agitación sónica (SA) y agitación irrigante ultrasónica (UIA). Además, se dividieron en subgrupos según el fármaco intracanal utilizado: hidróxido de calcio (CH) y nanopartículas de hidróxido de calcio (NCH). Las preparaciones de CH se etiquetaron con rodamina B y se colocaron en endodoncias. Se evaluó la profundidad y el porcentaje de penetración en el apósito de hidróxido de calcio (HC) y NCH en el túbulo dentinario.	En el grupo de agitación ultrasónica (UIA), tanto CH como NCH mostraron la mayor profundidad y porcentaje de penetración en comparación con los otros grupos. La profundidad de penetración y el porcentaje de penetración de NCH en los grupos UIA y SA fueron significativamente mayores que en los grupos CH. Se concluyó que la agitación irrigante ultrasónica (UIA) fue más efectiva que otros métodos para aumentar la penetración del túbulo dentinario en el hidróxido de calcio (HC) y las nanopartículas de hidróxido de calcio (NCH).

Descripción de los resultados según los objetivos

Revisión sistemática de la literatura para identificar tipos de irrigantes utilizados en endodoncia y sus propiedades.

Los estudios recopilados ofrecen una panorámica detallada sobre los distintos tipos de irrigantes empleados en endodoncia y sus características. Por ejemplo, Chu et al. (2023) compararon la eficacia de la solución de nanoplata, Azadirachta indica, hipoclorito de sodio y solución salina normal como irrigantes de conducto radicular en dientes primarios, proporcionando una visión clara de la diversidad de agentes irrigantes utilizados en diferentes contextos clínicos.

El trabajo de Tanvir et al. (2023) aporta información valiosa sobre la eficacia antimicrobiana de diversos irrigantes, incluyendo Azadirachta indica, hipoclorito de sodio y solución salina normal, en la reducción de colonias bacterianas en conductos radiculares de dientes primarios. Este estudio contribuye significativamente a la comprensión de las propiedades antimicrobianas de los irrigantes utilizados en endodoncia.

Por otro lado, el metaanálisis realizado por Zhou et al. (2021) examinó la eficacia de diferentes técnicas de activación del irrigante para la administración del mismo hasta la longitud de trabajo de los dientes permanentes maduros. Este análisis comparativo proporciona una visión general sobre la eficacia relativa de distintas técnicas de irrigación en la práctica endodóntica.

Además, el estudio de Swimberghe et al. (2021) evaluó la eficiencia de limpieza de diferentes técnicas de irrigación en sistemas simulados de conductos radiculares curvos, lo que permite identificar los irrigantes más efectivos para la limpieza de conductos radiculares en casos de anatomía compleja.

Finalmente, Kumar et al. (2023) investigaron la limpieza de conductos radiculares utilizando fluidos de irrigación agitados con diferentes métodos, ofreciendo una visión detallada sobre la eficacia de distintas técnicas de agitación en la eliminación de residuos microbianos del sistema de conductos radiculares.

Al integrar los hallazgos de estos estudios, se obtiene una visión holística de los tipos de irrigantes utilizados en endodoncia y sus propiedades. Esta revisión sistemática de la literatura sienta las bases para comprender mejor la importancia de los irrigantes en la práctica endodóntica y para proponer recomendaciones para su uso clínico óptimo.

Evaluar la eficacia de irrigantes en limpieza y desinfección radicular.

Los estudios recopilados proporcionan una evaluación exhaustiva de la eficacia de diversos irrigantes en la limpieza y desinfección de conductos radiculares. Por ejemplo, Kumar et al. (2023) compararon diferentes técnicas de agitación de irrigación final y encontraron que la agitación ultrasónica resultó ser la más efectiva para aumentar la penetración del túbulo dentinario en el hidróxido de calcio y las nanopartículas de hidróxido de calcio, lo que sugiere su utilidad en la desinfección radicular.

El estudio de Wigler et al. (2023) evaluó la eliminación de escombros y capas de frotis mediante diferentes sistemas de activación de irrigantes, demostrando que la activación del irrigante final con dispositivos sónicos o ultrasónicos redujo significativamente la presencia de residuos en el tercio apical, lo que respalda su eficacia en la limpieza radicular.

Además, Bago et al. (2023) investigaron la eficacia de un novedoso sistema de irrigación activado por láser en la eliminación de tejido pulpar del área del istmo en el tercio apical del

conducto radicular, encontrando que este sistema fue el más eficiente en el desbridamiento del área del istmo, lo que sugiere su potencial para la desinfección radicular.

El trabajo de Li et al. (2020) evaluó cuatro protocolos finales de irrigación para la limpieza de las paredes del conducto radicular y encontró que todos los protocolos de irrigación tuvieron un efecto positivo en la eliminación de la capa de frotis, con diferencias significativas en la reducción de la capa de frotis entre el grupo control y los grupos experimentales, lo que respalda la eficacia de los irrigantes en la limpieza radicular.

Por último, Akçay et al. (2024) llevaron a cabo una evaluación comparativa de la eficacia de limpieza de cinco dispositivos diferentes de irrigación del conducto radicular mediante un estudio histológico, concluyendo que el dispositivo RinsEndo mostró resultados altamente significativos en comparación con otros dispositivos, lo que sugiere su utilidad en la limpieza y desinfección radicular.

Al integrar los resultados de estos estudios, se obtiene una comprensión completa de la eficacia de los irrigantes en la limpieza y desinfección radicular, lo que proporciona una base sólida para mejorar los protocolos de tratamiento endodóntico en la práctica clínica.

Analizar factores que afectan la eficacia de los irrigantes.

La revisión sistemática de Zhou et al. (2021) comparó la eficacia de XP-Endo Finisher y la irrigación ultrasónica pasiva en la eliminación de medicamentos intracanal, destacando que la eficacia varió según la anatomía, el protocolo de irrigación y el tiempo de medicación intracanal. Este estudio resalta la importancia de considerar estos factores al evaluar la eficacia de los irrigantes en el tratamiento endodóntico.

Por otro lado, Kumar et al. (2023) evaluó la eficacia de diferentes técnicas de agitación de irrigación final en la penetración del túbulo dentinario del conducto radicular del apósito de hidróxido de calcio de nanopartículas. Encontraron que la agitación ultrasónica resultó ser la más efectiva para aumentar la penetración del túbulo dentinario, lo que sugiere que el tipo de técnica de agitación puede afectar significativamente la eficacia de los irrigantes.

El estudio de Swimberghe et al. (2021) evaluó la eficiencia de limpieza de diferentes técnicas de irrigación en sistemas simulados de conductos radiculares curvos severamente. Demostraron que la irrigación activada por láser de granate de itrio y aluminio dopado con erbio (LAI) logró la mayor eliminación de hidrogel simulado en los modelos de conductos radiculares, lo que resalta la importancia del tipo de técnica de irrigación en la eficacia de limpieza.

Además, el estudio de Donnermeyer et al. (2023) examinó la eficiencia de limpieza de diferentes técnicas de irrigación en endodoncias curvas simuladas, concluyendo que la irrigación activada por ultrasonidos (UAI) demostró una excelente remoción de hidrogel, superando significativamente a otros métodos de irrigación. Estos hallazgos sugieren que la elección del método de irrigación puede ser un factor crucial que afecta la eficacia de los irrigantes.

Al considerar los resultados de estos estudios, se evidencia la importancia de analizar diversos factores, como la técnica de irrigación utilizada, la anatomía del conducto y el tipo de medicamento intracanal, al evaluar la eficacia de los irrigantes en endodoncia.

Estudiar los efectos de los irrigantes en la estructura dentaria

El estudio de Bago et al. (2023) evaluó la eficacia de un novedoso sistema de irrigación activado por láser SWEEPS en comparación con la activación ultrasónica en la eliminación de tejido pulpar de un área del istmo en el tercio apical del conducto radicular. Sus hallazgos

indicaron que el tratamiento con corriente fotoacústica de emisión mejorada por ondas de choque resultó en una significativa disminución del tejido pulpar remanente (TPR) en comparación con la irrigación activada por ultrasonidos (UAI) y la irrigación con aguja convencional (NI), lo que sugiere un efecto beneficioso en la estructura dentinaria.

Además, el estudio de Zeng et al. (2024) comparó la cinética de las burbujas de vapor y la eficacia de limpieza de diferentes técnicas de irrigación del conducto radicular. Sus resultados demostraron que la irrigación activada por láser, especialmente la activación ultrasónica, mostró una mejor eliminación de escombros y frotis en comparación con otras técnicas de irrigación. Esto sugiere un efecto positivo en la estructura dentinaria al mejorar la limpieza del área apical del conducto radicular.

Por otro lado, el estudio de Akçay et al. (2024) evaluó la eficacia de limpieza de cinco dispositivos diferentes de irrigación del conducto radicular mediante un estudio histológico. Encontraron que el dispositivo RinsEndo mostró resultados altamente significativos en la eficiencia de limpieza en las partes media y coronal, lo que podría indicar un efecto beneficioso en la estructura dentinaria al mejorar la eliminación de residuos y capas de frotis.

Al considerar estos hallazgos, se evidencia que los irrigantes pueden tener efectos significativos en la estructura dentinaria, especialmente en términos de eliminación de residuos, capas de frotis y tejido pulpar remanente, lo que destaca la importancia de seleccionar técnicas de irrigación efectivas para preservar la salud y la integridad de la dentina durante los procedimientos endodónticos.

Proponer recomendaciones para optimizar el uso clínico de irrigantes en la práctica endodóntica.

Considerando la revisión sistemática de Kumar et al. (2023), se sugiere que la agitación irrigante ultrasónica (UIA) podría ser la técnica preferida para aumentar la penetración del túbulo dentinario tanto en hidróxido de calcio convencional (CH) como en nanopartículas de hidróxido de calcio (NCH). Esta recomendación se basa en su mayor eficacia en comparación con otras técnicas de agitación, lo que podría mejorar la desinfección radicular y la eficacia del tratamiento endodóntico.

Además, el estudio de Wigler et al. (2023) destaca la importancia de la activación sónica o ultrasónica de los irrigantes finales para reducir la presencia de residuos en el tercio apical de los conductos radiculares. Por lo tanto, se recomienda considerar el uso de dispositivos de activación sónica o ultrasónica como parte integral del protocolo de irrigación final en la práctica clínica endodóntica.

Por último, el estudio de Liu et al. (2023) sugiere que la irrigación activada por láser, especialmente la técnica LAI-PIPS y LAI, puede mejorar la limpieza del área apical más allá del instrumento fracturado. Por lo tanto, se podría considerar la incorporación de la irrigación activada por láser en casos donde se presente la fractura de instrumentos para garantizar una desinfección adecuada del conducto radicular.

DISCUSIÓN

La efectividad de los irrigantes en endodoncia es crucial para lograr una limpieza profunda y desinfección del sistema de conductos radiculares, fundamental para el éxito del tratamiento. En este contexto, el hipoclorito de sodio (NaOCl), la clorhexidina (CHX) y el ácido

etilendiaminotetraacético (EDTA) son los irrigantes más comúnmente utilizados, cada uno con propiedades específicas que impactan en su eficacia y seguridad clínica.

El NaOCl es ampliamente reconocido por su potente acción antimicrobiana y capacidad para disolver tejido necrótico, siendo un estándar de oro en endodoncia. Sin embargo, su eficacia puede variar dependiendo de la concentración, el tiempo de exposición y la interacción con otros agentes como el EDTA. La capacidad de disolución tisular del NaOCl es crucial para la eliminación de biopelículas bacterianas y la preparación adecuada del conducto radicular, aunque puede ser afectada negativamente por la presencia de dentina y cambios en el pH durante el tratamiento.

La CHX se utiliza principalmente como irrigante final en endodoncia debido a su actividad antimicrobiana efectiva y sustentividad. Aunque es menos efectiva que el NaOCl en la eliminación de biopelículas complejas, ofrece ventajas como la falta de olor y sabor desagradables, y una menor toxicidad para los tejidos periapicales. Sin embargo, la formación de precipitados con otros irrigantes puede limitar su aplicación en combinaciones terapéuticas.

El EDTA facilita la eliminación de la capa de frotis y la descalcificación de la dentina, mejorando la acción de otros irrigantes como el NaOCl. Aunque su actividad antimicrobiana es limitada en comparación con NaOCl y CHX, el EDTA juega un papel crucial en la preparación del conducto al mejorar la adhesión de selladores y la liberación de factores de crecimiento de la matriz dentinaria.

Las técnicas de activación como la sónica, ultrasónica, láser y mecánica mejoran significativamente la eficacia de los irrigantes al promover una mejor penetración en áreas difíciles de alcanzar y una mayor eliminación de detritos y biopelículas bacterianas. Esto mejora

la limpieza tridimensional del conducto radicular y optimiza los resultados del tratamiento endodóntico.

Es crucial considerar las características específicas de cada irrigante y las condiciones clínicas del paciente al seleccionar el protocolo de irrigación más adecuado. Además, investigaciones futuras podrían enfocarse en la optimización de combinaciones de irrigantes y técnicas de activación para mejorar aún más la eficacia antimicrobiana y la seguridad del tratamiento endodóntico.

CONCLUSIÓN

La endodoncia moderna ha avanzado significativamente gracias a los irrigantes disponibles, que representan un continuo progreso hacia métodos más efectivos y seguros. Hipoclorito de sodio, clorhexidina y ácido etilendiaminotetraacético son fundamentales en la limpieza y desinfección de conductos radiculares. El hipoclorito de sodio elimina bacterias y disuelve tejido muerto, la clorhexidina controla las bacterias post-tratamiento gracias a su

sustentividad, y el EDTA prepara la superficie dental eliminando el barro dentinario, todas estas soluciones irrigantes, siendo activadas favorecen a la regeneración del tejido.

La investigación continua no solo enriquece las prácticas endodónticas, sino que también impulsa la innovación en odontología. Estos avances no solo benefician a los profesionales, sino que aseguran resultados más satisfactorios y duraderos para los pacientes con problemas endodónticos, elevando así el estándar de atención dental. Elegir los irrigantes adecuados y aplicar técnicas avanzadas es crucial para garantizar la efectividad y seguridad del tratamiento. La búsqueda constante de mejoras en nuestras prácticas mediante la capacitación continua asegura que cada paciente obtenga los mejores resultados posibles en su tratamiento de endodoncia.

RECOMENDACIONES

- Se debe seleccionar el irrigante más adecuado según las necesidades específicas del tratamiento endodóntico. Considerar las propiedades antimicrobianas del hipoclorito de sodio, la capacidad de control bacteriano de la clorhexidina y la acción quelante del EDTA.
- Para estudiantes y profesionales, los conos de gutapercha son una opción económica y efectiva para la activación del irrigante.

- Incorporar técnicas como la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) o la agitación mecánica mejora la limpieza tridimensional del conducto, reduciendo el riesgo de reinfección y mejorando los resultados clínicos.
- Mantenerse actualizado con las últimas investigaciones y prácticas en endodoncia es crucial. La educación continua garantiza la aplicación de las mejores prácticas y técnicas, mejorando la calidad del tratamiento ofrecido a los pacientes.
- Balancear la eficacia clínica con la viabilidad económica es esencial. Tomar decisiones informadas sobre irrigantes y materiales asegura tratamientos efectivos sin comprometer la calidad, optimizando los recursos disponibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandre H. dos Reis-Prado, L. G.-S. (2022). Influence of ethylenediaminetetraacetic acid on regenerative endodontics: A systematic review. *International Endodontic Journal* , 561-691.

Alfredo Iandolo, M. P. (27 de August de 2023). RETRACTED: Traditional and Recent Root Canal Irrigation Methods and Their Effectiveness: A Review. *Clinics and practice*.

ALLISON GÁLVEZ-SAAVEDRA, G. L.-V. (2024). Análisis in vitro de dos sistemas de activación de irrigantes para la limpieza de conductos mesiales en molares inferiores.

Revista facultad de odontología de la Universidad de Antioquia, 42-53.

Alper Akçay, M. G. (2024). A Comparative Evaluation of the Cleaning Efficacy of Five Different Root Canal Irrigation Devices: A Histological Study. *European Journal of General*

Dentistry.

Arias-Moliz, C. B. (2022). Present status and future directions – irrigants and irrigation methods.

International Endodontic Journal, 588–612.

Brenda P. F. A. Gomes, E. A. (2023). Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics.

Brazilian Dental Journal, 1-33.

Buvaneshwari Arul, N. S. (2021). Influence of volume of endodontic irrigants used in different irrigation techniques on root canal dentin microhardness. *ndian journal of dental* .

Chang Zeng, P. H. (2024). Bacteria debridement efficacy of two sonic root canal irrigant activation systems. *Journal of Dentistry*.

Chen Cai, X. C. (2023). Advances in the Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. *Journal of Biomedicine and biotechnology* , 1-17.

Christelle Aoun, D.-K. R. (2023). Effect of Continuous Chelation Irrigation Using Dual Rinse HEDP+3% NaOCl with or without High-power Sonic Activation on Debris and Smear Layer Removal. *European endodontic journal*, 162-169.

- David Donnermeyer, C. A. (2023). Cleaning Efficiency of Different Irrigation Techniques in Simulated Severely Curved Complex Root Canal Systems. *Revista de Endodoncia*, 1548-1552.
- Elif Çiftçioğlu, Ö. Y. (2022). Irrigant flow characteristics in the root canal with internal root resorption: a computational fluid dynamics evaluation. *Odontology*, 769–776.
- Elif Solakoğlu, H. S. (2023). Effect of different final irrigation agitation techniques on root canal dentin tubule penetration of nanoparticle calcium hydroxide dressing. *Australian Endodontic Journal*, 447-454.
- Hany Mohamed Aly Ahmed, G. R.-F. (2023). Critical analysis of a new system to classify root and canal morphology — A systematic review. *Australian Endodontic Journal*, 750-768.
- Heba Abdelkafy, H. M.-R. (2023). Efficacy of using chitosan and chitosan nanoparticles as final irrigating solutions on smear layer removal and mineral content of intraradicular dentin. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 170-177.
- Ivona Bago, A. Đ. (21 de August de 2023). The efficacy of a novel SWEEPS laser-activated irrigation compared to ultrasonic activation in the removal of pulp tissue from an isthmus area in the apical third of the root canal. *Springer*.
- Jiayi Liu, S. W. (2023). Comparison of vapor bubble kinetics and cleaning efficacy of different root canal irrigation techniques in the apical area beyond the fractured instrument. *Journal of Dental Sciences*, 1141-1147.

- Kasidid Ruksakiet, L. H.-N. (2020). Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of endodontics*, 1032-1041.
- Kiran Kumar, Y.-Y. T. (2022). Root canal cleaning in roots with complex canals using agitated irrigation fluids. *Australian Endodontic Journal* , 56-65.
- Mariem Wassel, M. R. (2023). Direct and residual antimicrobial effect of 2% chlorhexidine gel, double antibiotic paste and chitosan- chlorhexidine nanoparticles as intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in primary molars: an in-vitro study. *BMC Oral Health*, 1-10.
- Mejía, H. S. (2021). 5.1. Agente tensioactivo: Se ha investigado la adición de agentes tensioactivos al NaOCl para reducir su alta tensión superficial, lo que puede limitar su capacidad de penetrar en las irregularidades del conducto radicular y los túbulos dentinarios. Aunqu. *Tesina*, págs. 1-76.
- Mukesh Kumar, S. S.-S. (2023). Evaluation of Dissolution of Pulp by Sodium Hypochlorite when Mixed with Tetrasodic Etidronate and Disodic Ethylenediamine Tetraacetate under Controlled Flow. *Journal of pharmacy and bioallied sciences*, 684-686.
- O K Montaser, D. M. (2023). Efficacy of different irrigant activation techniques for cleaning root canal anastomosis. *BMC Oral Health*, 1-9.
- Pai, A. R. (2023). Sodium hypochlorite irrigation and safety. *british dental journal*, 1.
- Priti P Rath, C. K. (2020). The effects of sequential and continuous chelation on dentin. *Dental Materials*, 1655-1665.

- Ram Surath Kumar, A. A. (2023). Comparative Efficacy of Different Irrigant Activation Techniques for Irrigant Delivery Up to the Working Length of Mature Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European endodontic journal*, 1-19.
- Riccardo Tonini, M. S. (2022). Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 1-13.
- Ronald Wigler, M. H. (2023). Efficacy of Different Irrigant Activation Systems on Debris and Smear Layer Removal: A Scanning Electron Microscopy Evaluation. *International Journal of Dentistry*, 1-7.
- Rosalie C. D. Swimberghe, R. B. (23 de February de 2021). Efficacy of different irrigation technique in simulated curved root canals. *Springer*, págs. 1317–1322.
- Selen İnce-Yusufoğlu, N. B.-Y. (2023). Effect of EDDY and manual dynamic activation techniques on postoperative pain in non-surgical retreatment: a randomized controlled trial. *BMC Oral Health*, 1-8.
- Tanvir, Z., Jabin, Z., Agarwal, N., Anand, A., & Waikhom, N. (2023). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of nanosilver solution, *Azadirachta indica*, sodium hypochlorite, and normal saline as root canal irrigants in primary teeth. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 76-82.
- Tom George, M. F. (2023). Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA). *StatPearls*.
- Wojciech Wilkoński, L. J.-W.-P. (2020). The effects of alternate irrigation of root canals with chelating agents and sodium hypochlorite on the effectiveness of smear layer removal. *Advances in clinical and experimental medicine*, 209-213.

Xiaojun Chu, S. F. (2023). Cleaning efficacy of EDDY versus ultrasonically-activated irrigation in root canals: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*, 1-17.

Zoya Tanvir, Z. J. (2023). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of nanosilver solution, Azadirachta indica, sodium hypochlorite, and normal saline as root canal irrigants in primary teeth. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 76-82.