



EFICIENCIA DE DIFERENTES TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN EN LA REMOCIÓN
DE HIDRÓXIDO DE CALCIO COMO MEDICACIÓN INTRACONDUCTO:
REVISIÓN CRÍTICA DE LITERATURA.

Trabajo de Investigación
requisito para optar al
Título de Cirujano Dentista

Alumnos: Gustavo González Gratz

María Fernanda Iriarte Guerra

Docente Guía: Dr. Pedro Alarcón Goldenberg

Cátedra de Endodoncia

Valparaíso – Chile

2021

DEDICATORIAS

Gustavo González Gratz:

A mi madre, padre y hermana por el apoyo constante durante estos 5 años. Fueron 5 largos ciclos en donde cada uno desde su rol ayudaron emocional y materialmente a alcanzar cada una de las metas que me propuse. Y a todos mis familiares que hoy no se encuentran conmigo, por su apoyo y guía en los momentos que les pedí ayuda, escucha y compañía, e incluso hasta hoy en día.

María Fernanda Iriarte Guerra:

A Dios por la sabiduría e inteligencia dada. A mi madre por su esfuerzo y apoyo incondicional. A mi padre, que siempre fui su orgullo y esperaba mucho de mí. A mi familia por apoyarme siempre que lo necesité. A mis amigos por ser parte de esta etapa. A Ricardo Escalante por siempre tener una palabra de aliento y ayudarme cuando lo necesité.

AGRADECIMIENTOS

Gustavo González Gratz:

A todas aquellas personas que han formado parte de este proceso durante los últimos 5 años, en especial a mis padres, hermana y amigas por su apoyo incondicional, permitiéndome crecer como persona y futuro profesional. También a la Dra. Emma Fuenzalida, al Dr. Eduardo Santamaría y a la Dra. Sandra Mezzano por despertar en mí las ganas de querer aprender y querer hacer siempre las cosas bien. A Fernanda, mi compañera de tesis, por su compromiso y contención durante todo este proceso, del que estamos seguros haber obtenido muy buenos frutos. Finalmente, a Ricardo Escalante por siempre tenderme la mano cada vez que necesité su ayuda y por darme palabras de aliento en los momentos donde todo parecía ser dificultoso.

María Fernanda Iriarte Guerra:

A los profesores que han sido parte de mi formación profesional, con mención especial a Dra. Emma Fuenzalida, Dr. Eduardo Santamaría, Dra. Jearitza Ríos por enseñarme con paciencia y dedicación. A Ricardo Escalante por su disposición y ayuda todos esos años de preclínico, descansa en paz amigo. A cada funcionario de la Universidad que estuvo ahí para ayudarme. A Gustavo, mi compañero de tesis, gracias por tu compromiso y dedicación en este proceso, que sabemos que no fue fácil, pero pudimos sobrellevarlo de buena manera.

Finalmente, como Gustavo y Fernanda, queremos agradecer a nuestro docente guía doctor Pedro Alarcón; por el constante apoyo y disponibilidad, críticas constructivas e incentivos, que nos permitieron desarrollar esta investigación, siempre con mucho compromiso, cercanía y pasión por el tema abordado.

ÍNDICE

1. Introducción.	1-2
2. Marco Teórico.	3-29
<u>2.1 Endodoncia y su objetivo.</u>	3
<u>2.2 Sistema de conductos radiculares (SCR).</u>	4-7
- 2.2.1 Anatomía.	4
- 2.2.2 Microbiología.	6
<u>2.3 Preparación y limpieza del sistema de conductos radiculares (SCR).</u>	7-11
- 2.3.1 Objetivos biológicos.	8
- 2.3.2 Objetivos mecánicos.	8
- 2.3.3 Preparación biomecánica.	9
- 2.3.3.A Acceso radicular.	9
- 2.3.3.B Conductometría.	10
- 2.3.3.C Preparación del tercio apical.	10
<u>2.4 Irrigación y medicación intraconducto: la desinfección del sistema de conductos radiculares.</u>	11-23
- <u>2.4.1 Irrigación endodóntica.</u>	11-17
- 2.4.1.A Objetivo de la irrigación.	11
- 2.4.1.B Agentes de irrigación.	12
- Hipoclorito de Sodio.	12
- Ácido etilendiaminotetraacético.	13
- 2.4.1.C Sistemas de irrigación.	13
- Irrigación mediante Activación Manual.	13
- Irrigación mediante Activación Ultrasónica (IUS).	14
- Ultrasonido.	14
- Las propiedades físicas, mecánicas y biológicas del ultrasonido en los conductos radiculares.	14
- Técnicas de irrigación ultrasónica.	15
- Irrigación mediante Activación Ultrasónica Pasiva (IUP).	16
- Irrigación mediante Activación Sónica (IS).	16
- Irrigación mediante Presión Negativa (IPN).	17

- <u>2.4.2 Medicación intraconducto.</u>	17-20
- 2.4.2.A Objetivo de la medicación.	18
- 2.4.2.B Sustancias químicas utilizadas como medicación intraconducto.	19
- Pastas antibióticas.	19
- Paramonoclorofenol.	20
- Gluconato de Clorhexidina.	20
2.5 <u>Hidróxido de Calcio como gold standard en la medicación intraconducto.</u>	20-23
- 2.5.1 Propiedades del Hidróxido de calcio.	20
- 2.5.2 Hidróxido de Calcio como medicación intraconducto.	21
- 2.5.3 Importancia de la remoción del hidróxido de calcio.	22
2.6 <u>Instrumental utilizado para desarrollar técnicas de irrigación y de remoción del hidróxido de calcio como medicación intraconducto.</u>	23-28
- 2.6.1 Sistemas de agitación manuales.	23
- 2.6.2 Sistemas de agitación mecanizados.	24
- 2.6.3 Sistema sónico.	25
- 2.6.4 Sistema ultrasónico.	26
- 2.6.5 Sistema de presión negativa.	26
- 2.6.6 Irrigación mediante presión y succión.	27
- 2.6.7 Irrigación activada por láser.	27
2.7 <u>Efectos secundarios de las técnicas de remoción de medicación intraconducto.</u>	28-29
3. Pregunta de Investigación	30
4. Objetivos.	31
5. Materiales y Métodos.	32-35
5.1 <u>Diseño de estudio.</u>	32
5.2 <u>Estructuración y desarrollo de búsqueda avanzada.</u>	32
5.3 <u>Criterios de elegibilidad.</u>	33-34
- 5.3.1 Criterios de inclusión.	33
- 5.3.2 Criterios de exclusión.	33
5.4 <u>Resultado de la estrategia de búsqueda.</u>	34-35

6. Resultados.	36-65
7. Discusión.	66-73
8. Conclusiones.	74
9. Sugerencias.	75
10. Referencias bibliográficas.	76-93

RESUMEN

Introducción: El hidróxido de calcio es el agente de medicación intraconducto más utilizado debido a sus propiedades antimicrobianas y biológicas. Su remanencia en los conductos radiculares afecta la fuerza de adhesión de la dentina y el sellado endodóntico.

Objetivo: Caracterizar en base a una revisión crítica de la literatura las técnicas de irrigación con mayor eficiencia en la remoción de hidróxido de calcio como medicación intraconducto.

Materiales y métodos: Revisión crítica de la literatura realizada en las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y Web of Science (WOS). Los artículos evaluados en la búsqueda están contenidos entre los años 2015 y 2020, obteniéndose un total de 35 artículos seleccionados a revisa.

Resultados: La técnica más estudiada es la que contempla la irrigación ultrasónica, en todos sus tipos, no logrando tener los niveles más altos de eficiencia. En cambio, la irrigación activada por láser presentó mayor eficiencia en la remoción de medicación en los tres tercios de los conductos. Los irrigantes más utilizados fueron el hipoclorito de sodio y el ácido etilendiaminotetraacético, con una frecuencia relativa de 94,28% y 65,7%, respectivamente, en los estudios analizados.

Conclusión: Las técnicas con mayor eficiencia son IAL, seguida de IUP. Además, los irrigantes empleados deben ser NaOCl y EDTA, ambos de manera secuencial y no de uso excluyente. Finalmente, una técnica no involucra solamente el empleo de un dispositivo, identificando la potencialidad de cada uno de ellos en los tres tercios de los conductos radiculares.

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de diversos microorganismos en los sistemas de conductos radiculares es crucial para el desarrollo de patologías pulpares y periapicales, por lo tanto, la eliminación o remoción de los microorganismos es uno de los objetivos principales de los tratamientos de endodoncia¹. Para ello, la eliminación se debe realizar mediante instrumentación mecánica en conjunto con soluciones irrigantes y la colocación de medicamentos intraconducto. Por lo tanto, se requiere de un medicamento con amplio espectro antibacteriano para la desinfección y optimización del tratamiento, en especial, en cuadros de necropulpectomía y periodontitis apical². El hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) es uno de los agentes químicos más utilizados para la medicación intraconducto debido a sus propiedades antimicrobianas y biológicas, capacidad de disolución de tejidos orgánicos, efectos antiinflamatorios, inhibición osteoclástica, además de promover una respuesta favorable en la reparación de los tejidos³.

La remanencia de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en los conductos radiculares influye significativamente en la fuerza de adhesión y resistencia de la dentina y en la penetración de los selladores endodónticos en los túbulos dentinarios, aumentando la posibilidad de filtración apical⁴⁻⁷. Al respecto se han introducido varios métodos que buscan aumentar la eficiencia en la eliminación de este agente de medicación del sistema de conductos radiculares⁸.

Diversas técnicas se centran en la remoción de la medicación, pero no consideran el nivel de extrusión de limalla e irrigantes a nivel periapical que puede ser un efecto secundario del procedimiento de irrigación⁵. El daño causado a los tejidos periapicales producto de la extrusión de hidróxido de calcio y de la solución irrigante puede causar inflamación y, en algunos casos, necrosis del tejido, pudiendo comprometer la curación de la periodontitis apical⁹. Además, durante la técnica de irrigación pueden ocurrir perforaciones y deformaciones en las paredes de los conductos radiculares¹⁰.

Actualmente, no hay un sistema que remueva la medicación de hidróxido de calcio por completo. Sin embargo, diversos estudios han experimentado con nuevos métodos y/o soluciones irrigantes que revelan mejoras, e incluso

consideran la magnificación microscópica en su desarrollo, pero no logran establecer relación con los efectos secundarios que puede traer consigo la ejecución de estas técnicas de remoción de medicación.

Los estudios no responden a esta relación de manera individual, dejando la puerta abierta a nuevas investigaciones, por lo que se hace necesario hacer una revisión crítica de la literatura respecto a este tema. Por lo tanto, esta investigación tendrá como propósito, caracterizar en base a una revisión crítica de la literatura las técnicas de irrigación con mayor eficiencia en la remoción de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) como medicación intraconducto. Para ello, la literatura abordada estará comprendida entre los años 2015 y 2020, con exclusión de revisiones de la literatura y revisiones sistemáticas previas, e inclusión de publicaciones que consideren como única medicación el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en dientes humanos definitivos con ápice cerrado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Endodoncia y su objetivo.

La Endodoncia es definida como “la especialidad de la odontología que estudia las enfermedades de la pulpa y sus técnicas de curación”¹¹. En su desarrollo considera el diagnóstico diferencial y el tratamiento de diversas patologías o cuadros patológicos tales como: dolores bucofaciales de origen pulpar y/o periapical, tratamientos para mantener la vitalidad pulpar, tratamientos de los conductos radiculares cuando no es posible preservar la vitalidad o en presencia de necrosis con o sin compromiso periapical, tratamientos quirúrgicos (resección apical, hemisección y radectomía), afecciones pulpares como consecuencia de traumatismos, retratamientos por fracasos de tratamientos endodónticos previos, entre otros¹².

Los profesionales deben ser conscientes de la relación que existe entre la presencia de microorganismos y los diferentes procesos patológicos de carácter endodóntico, para poder abordar con la máxima racionalidad el tratamiento. De esta manera se entenderá el tratamiento endodóntico, quirúrgico o no quirúrgico, como el desbridamiento para desorganizar y eliminar el diverso ecosistema microbiano asociado a la enfermedad¹³. Por lo tanto, la eliminación o remoción de los microorganismos presentes en los sistemas de conductos radiculares se considera como uno de los principales objetivos de los tratamientos de endodoncia¹. Siempre bajo el conocimiento de las estructuras, la morfología, fisiología y patología propia de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares.

2.2 Sistema de conductos radiculares (SCR).

2.2.1 Anatomía.

El tejido duro que rodea la pulpa dental puede adoptar varias configuraciones y formas. Es importante conocer la anatomía del sistema de conductos radiculares (SCR), la cual varía dependiendo del tipo de diente. Este factor anatómico puede determinar la complejidad y éxito del tratamiento de endodoncia¹⁴.

En la dentición humana, una amplia gama de variaciones anatómicas de cada tipo de diente se ha informado en cuanto al número y forma de las raíces y conductos radiculares.

Vertucci¹⁵ tras realizar un estudio en el cual analizó la anatomía radicular de 2400 dientes describió 8 tipos de configuraciones diferentes del espacio pulpar de un diente y desde entonces se han añadido nuevas configuraciones a esta complejidad¹⁶ (Figura 1):

- Tipo I: Un solo conducto desde la cámara hasta el ápice
- Tipo II: Dos conductos separados desde la cámara que se unen en el ápice.
- Tipo III: Un conducto que se divide en dos y luego se une nuevamente.
- Tipo IV: Dos conductos separados desde la cámara al ápice.
- Tipo V: Un conducto desde la cámara que se divide en dos y termina en dos foraminas separadas.
- Tipo VI: Dos conductos que se unen en el tercio medio y luego vuelven a separarse para terminar en dos foraminas separadas.
- Tipo VII: Un conducto que se divide en dos, se une en el tercio medio y luego vuelve a separarse para terminar en dos foraminas separadas.
- Tipo VIII: Tres conductos desde la cámara hasta el ápice.

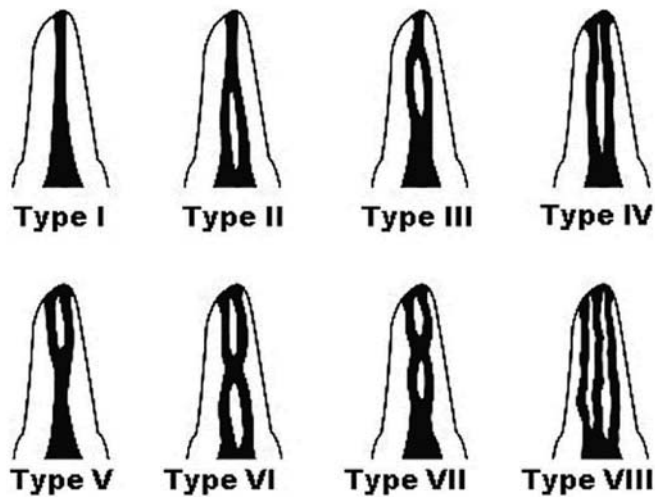


Figura 1. Clasificación de espacios pulpares, Vertucci (1984).

Un conducto radicular no tratado puede ser una causa de fracaso del tratamiento endodóntico debido a que la contaminación y sintomatología pueden persistir tras la finalización del tratamiento¹⁷.

En el estudio de Costa et al.¹⁸ se evaluó el efecto o consecuencia que tienen los conductos no tratados en el resultado del tratamiento de endodoncia. De 2294 dientes tratados, 281 (12%) dientes presentaban conductos no tratados. El estudio concluye que la frecuencia de periodontitis apical en dientes con al menos un conducto sin tratar es de 6,25 veces mayor en comparación con dientes con todos los canales tratados.

Un conducto radicular no será tratado si el clínico no lo detecta. Es importante que los clínicos utilicen toda la tecnología e instrumental a su disposición para localizar y tratar el sistema completo de conductos radiculares. Existen diversas maneras de evaluar la anatomía del SCR. Se incluye el acceso adecuado al interior del diente, la exploración de los conductos y la interpretación cuidadosa de la radiografía digital o convencional mientras la lima está en el conducto radicular. Otros métodos incluyen el uso de tomografía computarizada (TC) o tomografía computarizada de haz cónico (TCHC)¹⁹⁻²¹. La complejidad de la anatomía radicular puede afectar las etapas de limpieza, desinfección y obturación de los conductos. Sin embargo, las técnicas actuales para tratamiento de los conductos radiculares siguen teniendo una tasa de éxito alta^{22,23}.

2.2.2 Microbiología,

Los conductos radiculares son cavidades estériles bajo condiciones de salud pulpar. Generalmente el desarrollo de patologías de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares se asocia a microorganismos, los que a través de diferentes vías de comunicación invaden estos tejidos¹³. La invasión microbiana estimula al organismo hospedador para responder con una combinación de procesos inflamatorios inespecíficos junto a respuestas inmunitarias específicas²⁴. El nivel de inflamación y síntomas periapicales dependerá de la cantidad de microorganismos en el SCR y su virulencia, así como las respuestas del huésped²⁵. En el estudio de Riccuci et al²⁶. se evaluó la presencia de biopelículas bacterianas en el 62% y el 82% de los conductos radiculares de los dientes con lesiones radiográficas pequeñas y grandes, respectivamente.

La microflora de los conductos radiculares infectados no es estática, sino que cambia con el tiempo. Inicialmente especies de bacterias aerobias y aerobias facultativas dominan la microflora al interior de los conductos y posteriormente bacterias anaerobias. La variedad de microorganismos presentes en el SCR dependerá de la disponibilidad de nutrientes, del nivel de oxígeno y de las interacciones entre ellos¹³.

El biofilm endodóntico es muy diverso y generalmente se compone de microorganismos aerobios y anaerobios^{27,28}. Además de bacterias, en las infecciones endodónticas se pueden encontrar otros microorganismos. Arqueas y hongos se han encontrado ocasionalmente en infecciones intrarradiculares, aunque estas últimas pueden ser más prevalentes en dientes tratados con patología persistente post tratamiento²⁹. Se han encontrado hongos en infecciones endodónticas primarias, pero su presencia es más prevalente en infecciones endodónticas secundarias y en dientes con fracaso del tratamiento del conducto radicular. El hongo con mayor prevalencia en conductos radiculares de dientes infectados es *Candida albicans*³⁰.

Las bacterias orales tienen la capacidad de formar biofilm en distintas superficies que van desde tejidos duros a blandos. La formación de biofilm se observa típicamente en las paredes del conducto radicular, pero algunas especies

microbianas pueden invadir los túbulos de dentina, istmos, ramificaciones, deltas e irregularidades que no son afectadas por los procedimientos de desinfección endodóntica^{29,31}.

En el estudio de Zargar et al.³² donde se tomó una muestra de los conductos radiculares a 30 pacientes con infección persistente del conducto radicular o fracaso previo del tratamiento, se encontró que *Enterococcus faecalis* estaba presente en un 63 %, *Dialister invisus* en un 53%, *Tannerella forsythia* en un 43% y *Treponema denticola* en un 40%, lo que concluye en una predominancia de microorganismos anaerobios en las infecciones pulpares.

En una revisión de literatura, la mayoría de los autores destacan a *Enterococcus faecalis* como el principal microorganismo asociado al fracaso del tratamiento endodóntico, sin embargo, existen estudios recientes que aíslan, en mayor medida, otras bacterias como *Fusobacterium nucleatum* y *Propionibacterium*³¹. Durante las últimas décadas, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans* han sido organismos comúnmente asociados a infecciones resistentes al tratamiento²⁵.

Por consiguiente, es importante señalar que la instrumentación, desinfección y medicación entre visitas en estrictas condiciones asépticas son pasos esenciales para la erradicación de especies microbianas del SCR infectado.

2.3 Preparación y limpieza del sistema de conductos radiculares (SCR).

Esta etapa del tratamiento endodóntico tiene por objetivo eliminar el tejido pulpar que puede estar en estado de pulpitis irreversible o necrosis, y así evitar o curar la periodontitis apical. Además, se busca otorgar una forma de conveniencia y resistencia al SCR, lo que permite un adecuado sellado tras la obturación radicular.

2.3.1 Objetivos biológicos.

1. Limitar la instrumentación al interior del conducto.
2. Evitar el desplazamiento de material necrosado más allá del foramen apical durante la preparación.
3. Eliminar todos los irritantes potenciales del interior de los conductos radiculares.
4. Crear una amplitud suficiente en el conducto para permitir una irrigación adecuada.

2.3.2 Objetivos mecánicos.

Consisten en la modelación tridimensional del conducto.

1. Preparar una sólida matriz de dentina apical a nivel de la unión entre la dentina y cemento.
2. Preparar el conducto de modo que se afine en dirección apical con el diámetro más pequeño a nivel de su terminación apical.
3. Limitar los procedimientos de limpieza y conformación al interior del conducto, manteniendo la integridad del foramen apical.
4. Eliminar todos los restos producidos por los procesos de limpieza y modelación que puedan obstruir el foramen apical.
5. Incluir completamente los conductos originales en la preparación.
6. Conservar la mayor cantidad posible de dentina radicular para no debilitar la estructura de la raíz y prevenir así las fracturas verticales.

El Dr. Herbert Schilder³³, publicó un artículo titulado "Cleaning and Shaping the Root Canal" donde sugiere que los conductos deben prepararse con una conicidad uniforme y continua; sin embargo, este objetivo mecánico facilita la obturación más que la eficacia antimicrobiana.

Dos elementos mecánicos principales son el diámetro y el límite apicales de la preparación en relación con la anatomía apical. Por consenso se ha mantenido que la preparación del conducto y obturación subsiguiente deben terminar en la constricción apical (CA) o diámetro más pequeño del conducto. Se ha establecido que la CA coincide con la unión cemento dentinaria (UCD). Sin embargo, la posición

anatómica de la UCD varía considerablemente en los distintos dientes, en las distintas raíces y en las distintas paredes de cada conducto³⁴. Además, la UCD no se puede localizar con precisión en las radiografías. Por esta razón, por protocolo se debe terminar la preparación a 0,5 - 1 mm del ápice radiográfico en caso de necropulpectomías y a 1-2 mm en casos de biopulpectomías.

2.3.3 Preparación biomecánica.

La preparación biomecánica (PBM) es el conjunto de procedimientos clínicos que tienen como objetivo la limpieza, desinfección y conformación del conducto radicular a través de la acción mecánica de instrumentos endodónticos, ya sea manuales o mecanizados y la acción química de las soluciones irrigantes, que proporcionan las condiciones adecuadas para el sellado del conducto radicular y la reparación de los tejidos periapicales³⁵.

2.3.3.A Acceso radicular.

Es el procedimiento que permite la limpieza y desinfección de la cámara pulpar, la rectificación de sus paredes, la localización y preparación de la entrada de los conductos. La realización adecuada del acceso radicular permite una fácil manipulación de los instrumentos endodónticos al interior del conducto en dirección hacia el tercio apical con interferencias mínimas o inexistentes.

La evaluación cuidadosa de la radiografía de estudio permite ver la cámara pulpar y detectar posibles alteraciones en la dimensión, forma o posición de esta. Por otro lado, durante el examen clínico se debe tener en consideración el tipo de diente a tratar, evaluando la posición y estado de la corona, así como también, si presenta restauraciones, caries u otras lesiones que den indicio de la posición de la cámara pulpar.

El acceso radicular en cuanto a dimensiones debe ser lo suficientemente amplio para facilitar la instrumentación, pero no debe ser excesivo, para no debilitar la corona del diente.

Según protocolo de la Universidad de Valparaíso, este procedimiento se realiza tras la localización de los conductos radiculares, donde se eliminan las proyecciones dentinarias que obstruyen la entrada y se realiza la ampliación de los

tercios cervical y medio utilizando fresas Gades Glidden en secuencia de diámetro #1, #3, #2, #1, irrigando y permeabilizando los conductos con abundante hipoclorito de sodio (NaOCl) entre cada instrumentación para no generar tapones de Smear Layer o barro dentinario a nivel del tercio apical.

2.3.3.B Conductometría.

Corresponde al proceso de medición de el o los conductos radiculares a tratar. Durante esta etapa se establece la longitud de trabajo (LT), que es la distancia que se establece entre un punto de referencia, generalmente coronal, y el área en el tercio apical de la raíz que se determine como el fin del conducto, que debiese ser siempre a nivel de la CA³⁶.

Cuando se establece una LT adecuada se favorece la limpieza de todo el conducto radicular y se evita la generación de daño en los tejidos periapicales producto de la sobreinstrumentación. Se han descrito varias técnicas usadas para la determinación de la LT, entre ellas se encuentran: técnica táctil, técnica radiográfica y el uso de localizadores apicales electrónicos (LAE). Actualmente la técnica más aceptada es la combinación del uso de radiografía con localizador apical, estableciendo el uso de LAE como el gold standard³⁷.

2.3.3 C Preparación del tercio apical.

Es en esta etapa donde se debe enfatizar mayormente la limpieza y preparación del conducto radicular. Dependiendo de la anatomía del tercio apical, y del conducto en general, se utilizará instrumental manual o rotatorio.

Existen diversas técnicas de instrumentación con limas manuales, entre ellas, el movimiento de limado, de escariado y de fuerzas balanceadas de Roane. En este último movimiento la rotación de las limas es en sentido horario 90° - 180°, luego se aplica un giro antihorario de no más de 120° con presión axial adecuada a LT, para retirar el instrumento se realiza un giro en sentido horario. Por consenso y siguiendo el protocolo de la Universidad de Valparaíso, este movimiento se repite hasta que la lima pierda su acción de corte. Durante la instrumentación las limas se utilizan en orden secuencial hasta determinar la lima apical maestra (MAF).

Si los conductos radiculares son rectos se pueden utilizar limas K a LT e irrigación con NaOCl al 5,25 %, recapitulando entre cada instrumentación con una lima K #15.

Por otro lado, si los conductos son curvos se debe comenzar con una lima K #15, que se introduce con presión apical y movimientos de vaivén leves hasta alcanzar LT. Hacer acción de limado, irrigando abundantemente con NaOCl hasta que termine su efecto de corte. Luego con lima NiTi #20, calibrada a LT, efectuar la preparación con movimientos de fuerzas balanceadas de Roane sin precurvar. Siempre recapitular con lima K #15 e irrigación profusa. Continuar hasta la determinación de la MAF.

Existen sistemas rotatorios endodónticos que facilitan este procedimiento al utilizar un menor número de limas, otorgan una mayor conicidad la que facilita la limpieza del conducto y su posterior obturación. Al respecto se enumeran algunos de los sistemas de instrumentación rotatoria existentes en el mercado y que de acuerdo a la evidencia actual son los más utilizados con resultados aceptables a largo plazo: Protaper Next, Mtwo, Wave One, Wave One Gold, Trunatomy, Neolix, Reciproc, Reciproc Blue^{38,39}.

2.4 Irrigación y medicación intraconducto: la desinfección del sistema de conductos radiculares (SCR).

La eliminación de los microorganismos del SCR se realiza mediante la instrumentación mecánica, pero debe ser apoyada por diversas soluciones de irrigación y colocación de diferentes medicamentos intraconducto⁶.

2.4.1 Irrigación Endodóntica.

2.4.1.A. Objetivos de la irrigación.

Una adecuada PBM no basta para poder realizar una correcta limpieza y desinfección del SCR, es necesario que sea complementada con el uso de irrigantes. Esto se debe a que los instrumentos utilizados no tienen acceso en su totalidad al SCR⁴⁰. La instrumentación produce Smear Layer, y este impide la desinfección de la superficie dentinaria y una adecuada adaptación de los materiales de obturación⁴¹.

Por lo tanto, la irrigación tendrá como objetivo la disolución de tejido orgánico, como son los restos pulpares, eliminar restos inorgánicos e inactivar microorganismos y endotoxinas. Para ello, una correcta irrigación deberá ser capaz de desinfectar y penetrar en la dentina, como también en los túbulos dentinarios^{41,42}.

2.4.1.B Agentes de irrigación.

Un irrigante ideal debe tener la capacidad de desinfectar y penetrar en los túbulos dentinarios, poseer un efecto antibacteriano prolongado, remoción del Smear Layer, no tóxico, no carcinogénico y no alergénico⁴³. Además, debe tener un amplio espectro antibacteriano, con especial eficacia contra aerobios y anaerobios facultativos; y cumplir con los objetivos de una irrigación, sumándose la prevención de la formación de Smear Layer⁴⁴. Hoy no existe un irrigante que cumpla con todos los requisitos de un irrigante ideal, es por ello que los protocolos disponibles incluyen el uso combinado de estos.

- **Hipoclorito de sodio (NaOCl).**

Es utilizado como el irrigante principal para la desinfección del SCR⁴². Es una sal formada por la unión de dos compuestos, el ácido hipocloroso (OHCl) y el hidróxido de sodio (NaOH). Es un compuesto hipertónico y alcalino, con un pH mayor a 11⁴⁵. El OHCl se considera la parte activa que logra inactivar a las bacterias por la liberación del gas cloro, por lo tanto, mientras el porcentaje de este ácido sea alto, mayor será la capacidad antibacteriana del NaOCl⁴⁶.

Por consiguiente, la capacidad de éste se ve directamente afectada por la concentración, mientras mayor sea su concentración menor será el tiempo requerido de uso para la inhibición del crecimiento bacteriano⁴⁷. Según la evidencia las concentraciones de NaOCl utilizadas en la endodoncia varían entre 0,5 a 5,25%⁴⁸.

El uso de este irrigante logra una disolución de la pulpa remanente y del colágeno, siendo este último el componente orgánico de la dentina¹¹. Al reaccionar con restos orgánicos del SCR, facilita la limpieza, pero la reacción va inactivando su capacidad antibacteriana, por lo tanto, la solución debe ser aplicada

frecuentemente⁴⁹. Además, este irrigante permite la lubricación de los conductos, pero no permite la disolución de agentes inorgánicos, por lo que debe ser complementado con otros irrigantes. Sin dejar de lado que posee un alto grado de toxicidad, no posee sustentividad y genera corrosión de los instrumentos⁵⁰.

- Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA).

Pertenece al grupo de los quelantes e identificado como un ácido poliamino carboxílico, es aplicado en endodoncia como irrigante⁵⁰. Tiene la capacidad de fijarse con mucha firmeza a los iones metálicos, gracias a las numerosas uniones que puede establecer con un mismo ion, logrando capturarlo del medio. De esta manera logra remover iones de calcio desde los tejidos duros, como la dentina, favoreciendo la desmineralización y, por ende, la reducción de la dureza de este tejido⁵¹. Por lo tanto, gracias a sus propiedades quelantes y la capacidad para remover Smear Layer mineralizado se utiliza en complemento con NaOCl⁵⁰.

El EDTA es utilizado generalmente al 17% para la disolución de partículas inorgánicas, destacando su recomendación durante la irrigación final, previo a la obturación^{11,41,52}. Irrigar con 5 ml de EDTA al 17% por 1 minuto, remueve eficientemente el Smear Layer desde las paredes de los conductos radiculares⁵³. Además, Sen et al.⁵⁴ concluyeron que no existen diferencias estadísticamente significativas al usar concentraciones al 1%,5%,10 o 15% para la eliminación de partículas inorgánicas de Smear Layer.

2.4.1.C Sistemas de Irrigación.

- Irrigación mediante Activación Manual.

Identificada como la técnica de irrigación convencional, también llamada irrigación pasiva, consiste en la utilización de jeringas y agujas para irrigación endodóntica de diversos diseños y calibres, los cuales afectan el éxito de la limpieza del SCR⁵⁵. La irrigación se puede desarrollar de forma pasiva o con agitación, ingresando y retirando con delicadeza la aguja en los conductos radiculares⁵⁶.

Estudios disponibles sugieren la utilización de agujas con salida lateral, ya que disminuiría la posibilidad de extrusión apical del irrigante y posteriores

complicaciones⁵⁷⁻⁵⁹. El calibre o gauge de las agujas utilizadas para la irrigación pueden ser de 20G a 30G, siendo las jeringas monojet de 30G las más indicadas. Diversos protocolos sugieren al operador la utilización de agujas de pequeño diámetro con salida lateral, con extensión hasta la zona apical o a 1 milímetro de la longitud de trabajo^{60,61}.

- Irrigación mediante Activación Ultrasónica (IUS).

El ultrasonido.

Richman introduce el ultrasonido a la endodoncia por primera vez en 1957⁶². Estos dispositivos emitían frecuencias entre los 25 a 40 kHz, estas fueron disminuyendo en el tiempo, obteniendo dispositivos de baja frecuencia, entre 1 a 8 kHz^{63,64}. Estas modificaciones fueron apuntando a disminuir la capacidad de corte y alteración de las paredes dentarias de los conductos radiculares.

Las propiedades físicas, mecánicas y biológicas del ultrasonido en los conductos radiculares^{65,66}.

Las propiedades del ultrasonido que son de interés para la endodoncia son: el movimiento oscilatorio, la cavitación, la microcorriente acústica y la generación de calor. La combinación de estas propiedades en conjunto con la irrigación, potencian la acción biológica del irrigante en el SCR.

- Movimiento oscilatorio: el diseño que presente el instrumento de activación influirá en el tipo de movimiento generado. Cuando el eje de inserción del instrumento esté en el mismo plano respecto a la fuente de poder, el patrón de oscilación será longitudinal, presentando mayor amplitud de desplazamiento en la punta, que disminuirá progresivamente hacia el mango. En endodoncia generalmente existen angulaciones, respecto al eje de inserción, donde el patrón de oscilación en estos casos será transversal, el patrón de nodos será característico, puntos donde habrá mínima o ninguna oscilación, y antinodos, o segmentos donde hay máxima oscilación o desplazamiento. Esto dependerá de la frecuencia empleada, el diseño y tipo de instrumento.

- Cavitación: por la vibración de un medio fluido debido a la acción de la punta de un instrumento en movimiento, se generan burbujas submicroscópicas, que al

implosionar generará ondas que se propagan por el medio, liberando energía en forma de calor . Inicia con el colapso del líquido en la fase de rarefacción, para posteriormente las burbujas colapsar en la fase de compresión, generando altas temperaturas y presiones, resultando en la generación de radicales libres y ondas de choques . En la irrigación endodóntica, las ondas acústicas impulsan al irrigante a circular por el SCR, siempre acompañado de la oscilación del instrumento, permitiendo el efecto de cavitación, que dará como resultado la limpieza y desalojo de detritos de la superficie de las paredes de los conductos. Así se favorece la emulsión, degradación y remoción de residuos orgánicos. Las ondas por sí solas son incapaces de remover los desechos dentinarios, es la energía ultrasónica quien potencia la acción biológica del irrigante, aumentando el efecto de limpieza⁶⁷.

- Microcorriente acústica: la vibración hidrodinámica genera fuerzas que permiten la circulación de un líquido, gracias a un objeto vibratorio activado por ultrasonido. Las oscilaciones formarán corrientes de remolino con una gradiente de velocidad que produce tensiones vibratorias, que, al encontrarse con un material, este se someterá a dichas tensiones y será dañado. Ahmad et al. observaron que la lima activada por ultrasonido genera que el líquido sea transportado desde la punta al extremo coronal, en conjunto con la formación de movimientos en remolino por un patrón oscilatorio irregular. En cambio, con un movimiento en remolino más rápido en la punta de la lima que el segmento coronal, la punta presentaba menor flujo de líquido.

- Generación de calor: la generación de calor es el resultado de la energía liberada durante la cavitación, como consecuencia de la implosión de las microburbujas de gas, como también por la acción de las limas en las paredes de los conductos radiculares. El aumento del calor y temperatura potencia la acción biológica del hipoclorito, independiente de sus concentraciones.

Técnicas de irrigación ultrasónicas.

- **Instrumentación e irrigación ultrasónica (IUS):** técnica que considera instrumentación e irrigación ultrasónica de manera simultánea. Estos sistemas producen perforaciones, por lo que no se recomienda ser empleados⁶⁸.

- **Irrigación ultrasónica pasiva (IUP):** se caracteriza por operar sin instrumentación simultánea, disponiéndose primero el irrigante, para luego ser agitado y activado con ultrasonido.

- **Irrigación ultrasónica continua (IUC):** en esta el irrigante se suministra de manera continua mientras se agita.

Ambos métodos, IUP e IUC, según la evidencia han demostrado ser eficaces en la remoción y eliminación de Smear Layer desde los conductos radiculares⁶⁹.

- Irrigación mediante Activación Ultrasónica Pasiva (IUP).

Esta técnica fue introducida por primera vez por Weller et al., para describirla como una forma de irrigación donde no existía instrumentación de las paredes dentinarias, ya sea con la lima o instrumento utilizado⁷⁰. La energía producida por la IUP, es transmitida a la lima o punta por ondas de tipo ultrasónicas, generando ondas acústicas y cavitación en el irrigante⁷¹.

Los protocolos establecen que se debe depositar el irrigante dentro del conducto radicular por medio de una jeringa, luego activar el irrigante con el sistema ultrasónico, introduciendo la lima 2 a 3 milímetros de la longitud de trabajo, posteriormente irrigar nuevamente para eliminación de remanentes⁷². Algunos autores señalan que se debe hacer una activación de 20-30 segundos e incluso hasta 1 minuto para que sea efectiva⁷³⁻⁷⁵.

- Irrigación mediante Activación Sónica (IS).

Este tipo de activación es producida por dispositivos con frecuencias entre 1 a 6 KHz, con efectos menores a la activación ultrasónica^{41,73}. Posee menor fuerza de corte, pero mayor amplitud o movimiento de punta, perdiendo la oscilación lateral al tocar las paredes de los conductos, generando una oscilación longitudinal (vibración a lo largo de toda la lima), pero no con el mismo efecto en la porción apical en comparación con el ultrasonido⁶⁸.

- Irrigación mediante Presión Negativa (IPN).

En comparación a los otros dispositivos, la irrigación bajo presión negativa permite distribuir el irrigante hasta la longitud de trabajo de los conductos radiculares⁷⁶. El sistema Endovac (Discus Dental, Culver City, CA) es uno de los verdaderos dispositivos de IPN, que logra administrar la irrigación en el extremo apical y succionar los desechos desde los conductos radiculares⁷⁷. Este sistema consta de una punta de succión, una macrocánula y una microcánula, que se conectan a una línea de vacío, mediante este sistema se logra llevar la solución irrigante con una punta de succión maestra⁷⁸.

La IPN se posiciona como una alternativa donde la activación del irrigante en los conductos radiculares minimiza los riesgos de extrusión de este por el foramen apical⁷⁹.

2.4.2 Medicación intraconducto.

Esta etapa del tratamiento de conductos implica el uso de un medicamento para controlar y/o eliminar microorganismos residuales de manera local previniendo la reinfección. En endodoncia, se utilizan antisépticos para el tratamiento de conductos infectados. Se indican antibióticos para la eliminación de bacterias, corticoides para combatir el dolor e inflamación, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o pastas alcalinas para cohibir hemorragias^{80,81}.

En casos de dientes con vitalidad pulpar y en presencia de infección bacteriana, la medicación se restringe a zonas más superficiales o coronales del órgano pulpar. La medicación en estos casos permite el control de la inflamación, producto del acto quirúrgico o por la misma preparación del conducto⁵¹.

Por otro lado, en caso de dientes con necrosis pulpar, donde se detienen los procesos metabólicos y fisiológicos con la consiguiente pérdida de su estructura y defensas naturales, el conducto radicular se convierte en un cultivo microbiano con las condiciones ideales de sustrato orgánico, temperatura y humedad. Esta situación conlleva a la propagación bacteriana y de acuerdo con su virulencia, microorganismos como los estreptococos se pueden multiplicar con una gran

intensidad dando origen a una nueva generación bacteriana cada 20 o 30 minutos, lo que determina el uso de sustancias antisépticas⁸².

2.4.2.A Objetivo de la medicación.

La medicación intraconducto tiene como objetivo eliminar cualquier bacteria residual que no haya sido eliminada durante la preparación del conducto, siendo un coadyuvante en la desinfección del SCR, principalmente en lugares que no fueron tratados durante la instrumentación como ramificaciones del conducto principal y túbulos dentinarios. El éxito del tratamiento de endodoncia está condicionado por la erradicación del proceso infeccioso antes de la obturación del conducto, ya que, aun realizando una técnica correcta, la presencia de ciertos microorganismos residuales puede conllevar al fracaso del tratamiento. Es por esta razón que se recomienda el uso de medicación durante un periodo entre citas⁸³.

Se han estudiado las propiedades de los medicamentos empleados, pero su elección sigue siendo controvertida. Para justificar el uso de estos medicamentos, su actividad antibacteriana debe ser significativamente mayor que su efecto citotóxico, por ejemplo, hay agentes antibacterianos que son tóxicos y tienen una gran potencia para eliminar las bacterias, pero pueden generar daño al irritar o destruir los tejidos periapicales^{51,84}.

Los objetivos de la medicación temporal en el tratamiento de dientes con conductos infectados son:

1. Eliminación de bacterias que puedan persistir en los conductos tras su preparación.
2. Neutralización de los residuos tóxicos y antigénicos remanentes.
3. Reducción de la inflamación de los tejidos periapicales.
4. Disminución de los exudados persistentes en la zona apical.
5. Constitución de una barrera mecánica ante la posible filtración de la obturación temporal.
6. Prevenir o controlar el dolor post operatorio.
7. Reducción en la sensibilidad de la pulpa inflamada, facilitando la anestesia.

2.4.2.B Sustancias químicas utilizadas como medicación intraconducto.

Durante décadas se ha usado una gran variedad de sustancias antibacterianas como medicación temporal, etapa que puede condicionar el éxito del tratamiento endodóntico, se encuentran, por ejemplo, eugenol, paramonoclorofenol alcanforado (PMCF), formocresol, glutaraldehído, antibióticos, estreptomina, corticoides, Ca(OH)_2 , etc. Todas estas sustancias, cuyo efecto deseable en el tratamiento de conductos radiculares infectados es la inhibición del crecimiento bacteriano, suelen tener mayor irritabilidad y poca compatibilidad con los tejidos periapicales⁸⁴.

- Pastas antibióticas.

Las pastas antibióticas, ya sea pasta triple antibiótica (PTA) (compuesta de ciprofloxacina, metronidazol y minociclina) o la pasta doble antibiótica (PDA) (contiene ciprofloxacina y metronidazol) se utilizan comúnmente como medicamentos intracanal en los casos en los que el Ca(OH)_2 no puede aliviar los síntomas y actualmente son utilizadas como medicación durante los procesos de regeneración pulpar.

En 1996, Sato et al.⁸⁵, propusieron la PTA, la que ha sido desarrollada durante los últimos años como una manera de tratar los dientes con diagnóstico de necrosis pulpar, permitiendo la eliminación de microorganismos mejorando los resultados clínicos. En el estudio realizado por Windley⁸⁶, se demostró que la pasta es eficaz en la eliminación de bacterias, siendo una alternativa como medicamento intraconducto. Otros estudios demuestran su eficacia como medicación intraconducto en retratamientos, infecciones recurrentes por *Enterococcus faecalis* o en casos de lesiones periapicales crónicas producto de perforaciones radiculares^{87,88}.

La PDA fue propuesta por Iwaya et al.⁸⁹, y para obtener un efecto aceptable de la PDA, se requiere una alta concentración de los antibióticos que la componen⁹⁰. Algunas investigaciones han descrito su efecto citotóxico sobre las células madre de papila apical⁹¹ y células madre de pulpa dental⁹². Por lo tanto, estudios recientes han recomendado el uso de concentraciones más bajas de estos

medicamentos que varían de 0.1 a 2 mg /mL para disminuir su citotoxicidad cuando se utilice en terapias de revascularización pulpar⁹⁰.

- Paramonoclorofenol (PMNF).

El PMNF es un compuesto fenólico extensamente usado como medicación intraconducto por más de 70 años, a diferentes concentraciones y en combinación con otras sustancias. Tiene efecto antibacteriano in vitro pero in vivo no ha mostrado ser efectivo. El PMNF es volátil, su acción es a distancia. Su aplicación debe ser rápida en la cámara pulpar, dado que pierde efecto especialmente cuando entra en contacto con los fluidos de los tejidos. Si el PMNF no es efectivo en este período, las bacterias sobreviven y pueden multiplicarse dentro del SCR. Su uso ha disminuido durante el último tiempo, a medida que aumentaba el uso de Ca(OH)_2 ⁹³.

- Clorhexidina (CHX).

El gluconato de CHX es reconocido como un agente antimicrobiano oral efectivo con un amplio espectro bacteriano. Se ha utilizado CHX al 2% como medicamento intraconducto y ha mostrado resultados potentes contra patógenos endodónticos comunes, especialmente *Enterococcus faecalis*⁹⁴. En el estudio realizado por Vasudeva et al.⁹⁵, donde se evaluó la desinfección de los túbulos dentinarios con gel de CHX al 2%, miel, gel de aloe vera, cúrcuma longa, gel de propóleo e Ca(OH)_2 frente a *Enterococcus faecalis*, el gel de CHX al 2% dió los mejores resultados.

2.5 Hidróxido de calcio como gold standard en la medicación intraconducto.

2.5.1 Propiedades del hidróxido de calcio.

El Ca(OH)_2 fue introducido por primera vez en endodoncia por Herman⁶ en 1920 y se caracteriza por ser un polvo blanco, granular, amorfo y fino obtenido por la calcinación del compuesto carbonato de calcio (CaCO_3), con posterior transformación en óxido de calcio (CaO). Posee propiedades marcadamente básicas, su pH es muy alcalino, aproximadamente 12,4. Gracias a la disociación iónica en iones de calcio e iones hidroxilo, se lleva a cabo sus principales acciones sobre los tejidos vitales, inducción en la formación de nuevos tejidos duros y propiedades antibacterianas⁸¹. Dentro de sus acciones antimicrobianas y biológicas

sobre los tejidos, destaca la capacidad de disolución de componentes orgánicos, propiedades antiinflamatorias, inhibición osteoclástica y proveer una respuesta favorable en la reparación de los tejidos³. Se ha demostrado su acción sobre las endotoxinas bacterianas, hidrolización de los liposacáridos bacterianos (LPS) en su porción lipídica (presentes en la pared de las bacterias anaerobias gram negativas) y acción neutralizadora sobre el proceso de reabsorción de tejido óseo⁵¹.

Promueve la liberación de diversos proteoglicanos, metaloproteinasas y factores de crecimiento, provenientes desde la dentina mineralizada. Estas moléculas emiten señales a las células pulpares indiferenciadas para que migren a la zona de la lesión o noxa, y de esta manera los odontoblastos proliferen y se diferencien para poder secretar la matriz extracelular orgánica y así iniciar la mineralización⁹⁶.

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ posee un efecto antiséptico lento, recomendándose 24 horas de uso, para producir la muerte completa de los enterococcus, en condiciones in vitro. En cambio, en situaciones clínicas se ha demostrado que la colocación de este como medicamento requiere por lo menos 1 semana para lograr la desinfección con seguridad de los conductos radiculares, consiguiendo una reducción de los microorganismos hasta en un 92,5%¹³. Se sugiere como mínimo 7 días, para la difusión de los iones OH a través de la dentina, debido a la capacidad buffer que presenta la hidroxiapatita, motivo por lo que se enlentece la difusión, lográndose un pH alcalino idóneo en las profundidades de la dentina⁹⁷.

2.5.2 Hidróxido de Calcio como medicación intraconducto.

En endodoncia, el uso de medicamentos intraconductos es importante entre las sesiones de tratamiento para la periodontitis apical⁹⁸. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se ha establecido como el medicamento más utilizado dentro de los conductos radiculares debido a su potencial antimicrobiano, capacidad de disolución de tejidos orgánicos y efectos antiinflamatorios⁶.

En su uso como medicación temporal entre sesiones, se debe mezclar preferentemente con un vehículo acuoso o hidrofílico, por ejemplo, agua estéril, solución fisiológica, propilenglicol, polietilenglicol, CHX, PMCF, yodoformo, entre otros. Así se obtendrá una pasta alcalina considerada como una solución coloidal,

donde el componente principal debe ser el Ca(OH)_2 , para que al colocarse en el interior del conducto tome contacto directo con las paredes dentinarias y en presencia de agua se produzca la ionización y por consiguiente, la alcalinización del medio. Se pueden agregar otras sustancias con el fin de mejorar propiedades físico químicas, conferir radiopacidad y mejorar fluidez y consistencia. También, puede ser utilizado puro directamente en la pulpa expuesta o empacándolo al interior del conducto radicular⁹⁹.

2.5.3 Importancia de la remoción de hidróxido de calcio.

Según la literatura la medicación intraconducto con Ca(OH)_2 debe ser completamente eliminada antes de la obturación de los canales radiculares con el propósito de evitar una interfaz entre el sellador y la dentina radicular. Se debe tener en consideración que el sellado completo de los conductos radiculares es uno de los factores clave para el éxito de la terapia endodóntica. Residuos de Ca(OH)_2 dentro del conducto radicular pueden interferir con la calidad del sellado radicular¹⁰⁰.

A pesar del uso de diferentes técnicas de irrigación para la remoción del Ca(OH)_2 , ninguna de estas logra eliminarlo por completo². Estudios han demostrado que los residuos permanecen en las paredes del conducto influyendo negativamente en la adaptación del material de obturación, la penetración del sellador en los túbulos dentinarios y, por ende, en el pronóstico del tratamiento, debido a que esto estaría relacionado con el aumento de la microfiltración post obturación^{101,102}.

Además, se describe que los residuos de Ca(OH)_2 pueden reducir el flujo y el tiempo de trabajo del cemento de obturación. El Ca(OH)_2 tiene afinidad con cementos a base de óxido de zinc y eugenol, y al interactuar los hace más granulares y frágiles, lo que posibilita la infiltración apical. Esto no se produce cuando se usan otras medicaciones diferentes al Ca(OH)_2 ¹⁰¹. La evidencia demuestra que como resultado de esta interacción se forma eugenolato de calcio, que obstruye en la penetración del cemento sellador en los túbulos dentinarios¹⁰³, además de inhibir la adhesión de la resina a la dentina¹⁰⁴.

La obturación de conductos laterales también se ve perjudicada por la presencia de residuos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. En conductos donde no se utiliza $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como medicación intraconducto, se observa una mayor cantidad de canales laterales obturados¹⁰⁵.

2.6 Instrumental utilizado para desarrollar técnicas de irrigación y de remoción del hidróxido de calcio como medicación intraconducto.

2.6.1 Sistemas de agitación manuales.

- Jeringa de irrigación con aguja (irrigación pasiva, irrigación presión positiva): corresponde a la irrigación convencional utilizada en Endodoncia. Se basa en la irrigación del conducto utilizando jeringa de longitud y diámetro variable, la que debe quedar holgada al interior del conducto, donde a través de movimientos continuos de arriba hacia abajo se mejora la activación hidrodinámica del irrigante y se reduce la probabilidad de extrusión apical (Figura 2). Según estudios esta técnica no presenta mayor eficiencia en la remoción de la medicación intraconducto, siendo gradualmente desplazada por el uso de otros sistemas como ultrasonidos^{11, 106}.



Figura 2. Jeringas Monoject (3ml) - Sherwood Davis & Geck

Fuente: Catálogo Web Davis & Geck 2020

- Cepillos: si bien los cepillos no son utilizados con este propósito, pueden ser empleados en conjunto con la solución irrigante en la limpieza de las paredes del conducto. Suelen colocarse sobre instrumentos, por ejemplo, cánulas NaviTip FX (Figura 3). En el estudio de Al-Hadlaq et al.¹⁰⁷, se demostró que esta combinación de instrumentos era efectiva en el tercio coronal del conducto y no en los tercios medio y apical.



Figura 3. Cánula-cepillo NaviTip FX – Ultradent

Fuente: Catálogo Web Ultradent 2020

- Irrigación dinámica manual: consiste en la activación del irrigante mediante el uso de un instrumento, por ejemplo, limas, conos de gutapercha. Con la agitación mediante el empleo del instrumento se produce un efecto hidrodinámico eficaz mejorando tanto desplazamiento como el recambio del irrigante llevado al sistema de conductos. Esta técnica resulta más eficaz en la remoción de medicación intraconducto en relación con la técnica de irrigación convencional⁶.

2.6.2 Sistemas de agitación mecanizados.

- Cepillos rotatorios: usados por primera vez por Ruddle¹⁰⁸, donde se añadió un cepillo a una pieza de mano rotatoria, buscando la eliminación tanto de tejido orgánico como inorgánico en los conductos radiculares. Los cepillos están compuestos por 46 cerdas dispuestas perpendicularmente al eje central. Este cepillo gira a una velocidad de 300 rpm, donde las cerdas entran dentro de las irregularidades de la preparación, desplazando los residuos hacia coronal. Este producto no se encuentra en el comercio.

- XP-endo finisher: limas para uso endodóntico que han sido diseñadas y fabricadas durante los últimos años. Tienen memoria de forma para la limpieza del canal radicular sin modificar su morfología y preservar la dentina (Figura 4). Permite la limpieza de ciertas zonas del conducto que previamente eran difíciles de tratar. Estudios han probado la eficiencia de esta lima en la limpieza del conducto radicular, así como también en la remoción de medicación intraconducto. Hamdan et al.¹⁰⁹ concluyeron que Xp-endo Finisher mostró superioridad sobre la IUP en la remoción del Ca(OH)_2 del tercio apical después de 3 minutos de activación.



Figura 4. Limas XP Endo Finisher - FKG swiss endo

Fuente: Catálogo Web FKG swiss endo 2020

2.6.3 Sistema sónico.

- Endoactivator: este sistema utiliza puntas de polímeros que no tienen efecto cortante en una pieza de mano subsónica, donde el irrigante es agitado de manera rápida y enérgica (Figura 5). Mancini et al.¹¹⁰ concluyeron que este sistema es efectivo en la eliminación de medicación al interior de los conductos a nivel de tercio medio.



Figura 5. EndoActivator - Dentsply Maillefer

Fuente: Catálogo Web Dentsply Sirona 2020

2.6.4 Sistema ultrasónico.

- Sistema ProUltra PiezoFlow: punta de irrigación ultrasónica. Este sistema emplea una irrigación continua y activación simultánea del irrigante dentro del conducto radicular (Figura 6). En el estudio de Wiseman et al.¹¹¹, la remoción de Ca(OH)_2 mediante dispositivos ultrasónicos fue significativamente mayor en comparación a dispositivos sónicos.



Figura 6. ProUltra PiezoFlow - Dentsply Sirona

Fuente: Catálogo Web Dentsply Sirona 2020

2.6.5 Sistema de presión negativa.

- EndoVac: consiste en el uso de una microcánula que es conectada a una jeringa de irrigación y aspiración de la unidad dental. Este sistema funciona por aspiración negativa, donde el irrigante es llevado al conducto mediante una jeringa y es retirado a través de la microcánula en el tercio medio o apical del conducto (Figura 7). Es así como la solución irrigante se renueva continuamente. Un estudio realizado por Kara et al¹¹². señalan que el sistema de irrigación EndoVac mejoró significativamente la penetración del irrigante a nivel del tercio apical en comparación con la irrigación con aguja endodóntica convencional.



Figura 7. EndoVac – Kerr

Fuente: Catálogo Web Kerr Corporation 2020

2.6.6 Irrigación mediante presión y succión.

- Sistema RinsEndo: se basa en un mecanismo de presión-succión con aproximadamente 100 ciclos por minuto, en el cual 65 ml de irrigante que oscilan a una frecuencia de 1.6 Hz son transportados al conducto a través del uso de una jeringa con cánula adaptada (Figura 8). En el estudio realizado por Maalouf et al.¹¹³ se concluye que, en el tercio apical, RinsEndo y ultrasonidos fueron los más efectivos en la remoción de medicación de Ca(OH)₂.



Figura 8. RinsEndo - Dürr Dental

Fuente: Catálogo Web Dürr Dental SE 2020

2.6.7 Irrigación activada por láser (IAL)

- Láser Er: YAG: Se trata de un láser pulsado que posee un elemento sólido como medio activo en su cavidad de resonancia; específicamente un cristal sintético conocido como granate, constituido por itrio y aluminio y contaminado con erbio (Figura 9). La energía se transmite hasta la pieza de mano a través de una fibra óptica o mediante un brazo articulado¹¹⁴. Gracias a la alta absorción de energía láser en la solución de irrigación, las ondas de presión fotoacústicas se producen mediante la irradiación láser emitida¹¹⁵. Es más probable que estos movimientos de fluidos inducidos por PIPS resulten en una mayor penetración en las ramificaciones del sistema del conducto radicular.



Figura 9. Láser Er:Yag para odontología – LiteTouch

Fuente: Catálogo Web Light Instruments LTD 2020

2.7 Efectos secundarios de las técnicas de remoción de medicación intraconducto.

Actualmente, la utilización simultánea de la irrigación e instrumentación ultrasónica, ha sido descartada de la práctica clínica producto del efecto de corte que genera sobre la dentina, y como consecuencia la alteración en la preparación de los conductos radiculares. Al utilizar limas activadas por sistemas de ultrasonidos, se puede generar efectos secundarios tales como desviaciones en los conductos, zip apicales e incluso perforaciones, en especial en conductos curvos¹¹⁶. Por lo tanto, se sugiere el uso de IUP, para evitar estas complicaciones.

Otro tipo de efecto como consecuencia de la irrigación en estos casos es la extrusión apical de la solución irrigante. El daño en los tejidos periapicales generado por la extrusión, dependerá de la solución extruida y la concentración de esta¹¹⁷. Los efectos que se pueden generar son inflamación periapical¹¹⁸, necrosis del tejido, resultando en dolor intenso en el periodo perioperatorio y postoperatorio, comprometiendo la salud periapical¹¹⁹. Estudios concluyeron que el uso de jeringas de irrigación extruye mayor cantidad de solución irrigante en comparación a sistemas de activación ultrasónicos y sónicos, donde estos dos últimos se debieran considerar como una buena opción para la limpieza de conductos¹²⁰. Por lo tanto, la extrusión apical de los irrigantes endodónticos debe ser una consideración al seleccionar un sistema de irrigación¹²¹.

La literatura ha descrito que pueden existir afectación en la precisión de los LAE en presencia de residuos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ¹²². Por otro lado, en el estudio experimental in vitro desarrollado por Shojaee et al. no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre Raypex 6 y Root ZX (LAE) en la confirmación

de LT, después de la eliminación de Ca(OH)_2 mediante la irrigación con solución salina e NaOCl ¹²³.

Finalmente, la consideración de los posibles efectos secundarios de la irrigación endodóntica durante la eliminación de Ca(OH)_2 ,se hace necesaria al momento de determinar una técnica de irrigación.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué técnicas de irrigación en base a la literatura disponible presentan una mayor eficiencia en la remoción de hidróxido de calcio como medicación intraconducto?

4. OBJETIVOS

Objetivo general.

Caracterizar en base a una revisión crítica de la literatura las técnicas de irrigación con mayor eficiencia en la remoción de hidróxido de calcio como medicación intraconducto.

Objetivos específicos.

1. Determinar mediante una revisión crítica de la literatura qué técnicas son usadas para la remoción de hidróxido de calcio como medicación intraconducto.

2. Describir mediante una revisión crítica de la literatura las técnicas manuales, mecanizadas, sónicas/ultrasónicas y de presión negativa con mayor eficiencia en la remoción de hidróxido de calcio.

3. Describir mediante una revisión crítica de la literatura el o los irrigantes más utilizados en la remoción de hidróxido de calcio como medicación intraconducto.

4. Describir mediante una revisión crítica de la literatura las innovaciones emergentes aplicadas a las técnicas de remoción de hidróxido de calcio como medicación intraconducto.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Diseño de estudio.

El presente estudio se estructuró bajo la lógica de una revisión crítica de la literatura, que busca dar respuesta a la pregunta de investigación y a contribuir al alcance de los objetivos, mencionados anteriormente.

5.2 Estructuración y desarrollo de búsqueda avanzada.

Para ello se realizó una búsqueda entre el 1 y 20 octubre del 2020 en las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y Web of Science (WOS). Además, se realizó una búsqueda manual en PubMed para identificar artículos que no se encontraron con las llaves de búsqueda.

Para iniciar la búsqueda se identificaron palabras claves, asignándose en filiales según cada tópico a abordar, en base a los requerimientos del tema de investigación. A continuación, se describen las palabras claves asignadas a cada filial y el tópico abordado (Tabla I).

Filial	Tópico abordado	Palabras claves
#1	Hidróxido de calcio como medicación intraconducto	Calcium hydroxide, medicament, calcium hydroxide medicament, calcium hydroxide intracanal, calcium hydroxide intracanal medicament.
#2	Remoción o eliminación de hidróxido de calcio	Calcium hydroxide removal, calcium hydroxide elimination, intracanal calcium hydroxide removal, intracanal calcium hydroxide elimination, elimination, removal.
#3	Técnicas para la remoción de hidróxido de calcio como medicación intraconducto	Technique, irrigation technique, irrigation system, EndoActivator system, EndoVac, passive ultrasonic irrigation, sonic irrigation, PUI, RinsEndo, ultrasound, K file, file, mechanical instrumentation, hand file, rotary file, XP-endo finisher files, laser, laser-activated irrigation, root canal, root canal irrigation, sonic irrigation, TRUShape 3D, canal brush, activation techniques, NaviTip FX.

Tabla I. Número de filial, tópico abordado y palabras claves. Detalle de palabras claves identificadas por cada tópico abordado y su asignación de filial para la estructuración de las llaves de búsqueda.

Para poder realizar una búsqueda avanzada, la llave de búsqueda fue adaptada en función de las bases de datos utilizada: PubMed (Anexo 1.A), Scopus (Anexo 1.B) y Web of Sciences (Anexo 1.C), manteniendo el orden y la cantidad de las palabras claves según cada filial.

Los estudios obtenidos al realizar la búsqueda fueron evaluados de manera preliminar a través de título y resumen para determinar si eran acordes con el tema de investigación. Se obtuvieron los textos completos de los artículos para su posterior análisis. La búsqueda se restringió entre los años 2015-2020, donde para la selección de los estudios se determinaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

5.3 Criterios de elegibilidad

5.3.1 Criterios de inclusión

Para la revisión de la literatura se incluyeron estudios que cumplieran los siguientes criterios:

- Estudios experimentales in vitro.
- Estudios que consideren como único agente de medicación al Ca(OH)_2
- Estudios que consideren al menos la utilización de NaOCl y/o EDTA como agentes irrigantes.
- Estudios donde se comparen al menos 2 técnicas de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 como medicación intraconducto.
- Estudios donde la muestra utilizada sean dientes humanos definitivos con ápice cerrado y donde se hayan realizado o no surcos artificiales como zonas de retención al conducto radicular principal.

5.3.2 Criterios de exclusión

Para la revisión de la literatura se excluyeron todos aquellos estudios que cumplieran los siguientes criterios:

- Estudios de tipo revisión de la literatura o revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis.
- Estudios donde la muestra utilizada sean dientes temporales, cubos acrílicos endodónticos simuladores de anatomía radicular o dientes humanos

definitivos con intervenciones que busquen recrear inmadurez radicular o patologías radiculares (rizálisis).

La selección e incorporación o rechazo de cada artículo en este estudio, fueron decisiones tomadas por dos evaluadores, en su conjunto. El registro de artículos obtenidos por cada una de las bases de datos consultadas, y los resultados obtenidos posterior al análisis según título/resumen y lectura completa, fue registrado de manera sistemática en archivos Microsoft Excel 2019.

5.4 Resultados de la estrategia de búsqueda

Tras la ejecución de las llaves de búsqueda y la aplicación del filtro de los últimos 5 años, en las tres bases de datos consultadas, se obtuvo un total de 577 artículos. Los artículos obtenidos fueron analizados por título/resumen, obteniéndose un total de 148, entre los cuales se eliminaron duplicados, quedando 75 artículos a analizar. Posteriormente, se aplicaron los criterios de elegibilidad, mediante lectura completa de cada publicación, dando un total de 31 artículos, a los cuales se le sumaron 4 obtenidos mediante búsqueda manual que cumplían con los criterios de elegibilidad antes mencionados, obteniendo finalmente 35 artículos para la revisión crítica de la literatura. Los resultados de la estrategia de búsqueda se grafican en la figura 10.

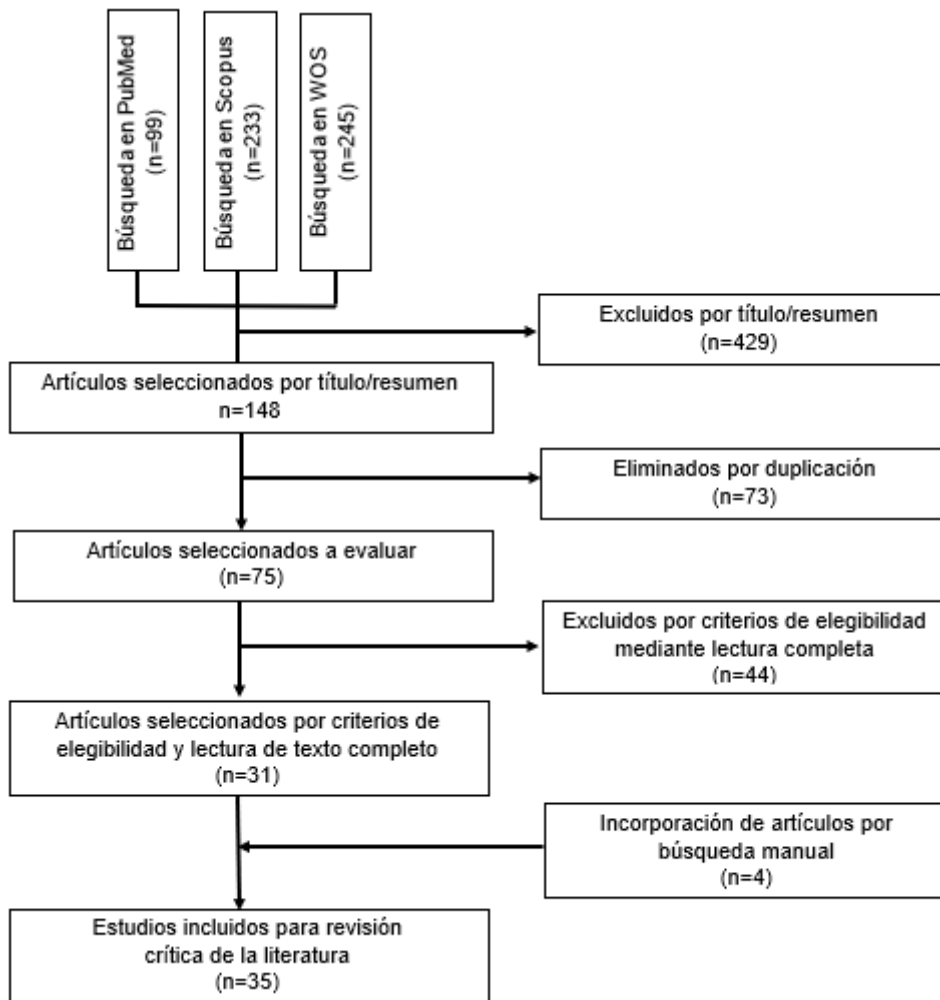


Figura 10. Flujograma: Resultados de la estrategia de búsqueda

6. RESULTADOS

A continuación, en las siguientes tablas se describen los resultados obtenidos de cada uno de los artículos seleccionados en base a los criterios de elegibilidad y su revisión en texto completo. Cada tabla considera en su estructuración el autor principal, año, tamaño muestral y sus características, medicación utilizada, grupos de intervención, método de evaluación y hallazgos principales.

La tabla II corresponde a estudios experimentales in vitro que abordan la eficiencia de técnicas de irrigación en la remoción de Ca(OH)_2 como medicación intraconducto, donde se realizaron surcos artificiales simulando zonas de retención al conducto radicular principal.

Autor (año)	Tamaño muestral y características	Medicación	Grupos de Intervención	Método de evaluación	Hallazgos principales
Arslan H. et al. ¹²⁴ (2015)	48 premolares unirradiculares con un conducto. Se prepararon surcos intraconducto de 3 mm de largo, 0,5 mm de ancho y 0,2 mm de profundidad a una distancia de 2-5 mm desde el ápice.	Ca(OH) ₂ en polvo (Kalsin) y agua destilada.	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja (27G) a LT-1 mm + 5 ml de EDTA al 17% por 60 s. ● G2: IAL Er:YAG (Fidelis AT) 3 ciclos de 1 ml de EDTA al 17% por 20 s. ● G3: IUS con punta #20 (Anthos u-PZ6) en 3 ciclos de 1 ml de EDTA al 17% por 20 s. ● G4: IS (EndoActivator) + 5 ml de EDTA al 17% por 60 s. Para cada grupo se realizó una irrigación final con 5 ml de agua destilada.	Microscopio estereoscópico Zeiss Stemi 2000C (25x).	El porcentaje de remanencia de Ca(OH) ₂ en los conductos fue de 75% para irrigación con aguja, de 0% para IAL, 24% para IUS y de 54% para IS. La IAL fue superior en la eliminación de Ca(OH) ₂ en comparación con la irrigación con aguja (p<0.001), irrigación sónica (p<0.001) e irrigación ultrasónica (p=0.046).
Kustarci A. et al. ¹²⁵ (2016)	160 premolares mandibulares unirradiculares, con 2 surcos intraconductos de 4 mm largo, 0,5 mm de ancho y 0,2 de profundidad, a 2 y 6 mm del ápice.	Ca(OH) ₂ en polvo (Kalsin) y agua destilada.	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja (27G), por 120 s. <ul style="list-style-type: none"> ● SG1: 6,5 ml de NaOCl al 2,5%. ● SG2: 6,5 ml de EDTA al 17%. ● SG3: 6,5 ml de Qmix 2 en 1. ● SG4: 6,5 ml de PAA al 1%. ● G2: IAL Er,Cr:YSSG (Biolase) con 0,5 ml de irrigante a 1 mm por debajo del orificio de conducto radicular, por 120 s. <ul style="list-style-type: none"> ● SG1: 6,5 ml de NaOCl al 2,5 %. ● SG2: 6,5 ml de EDTA al 17%. ● SG3: 6,5 ml de Qmix 2 en 1. ● SG4: 6,5 ml de PAA al 1%. Finalmente, todos los grupos fueron irrigados con 5 ml de agua para inactivar los irrigantes.	Microscopio estereoscópico Olympus BX43 (6x).	La IAL fue superior en la eliminación de Ca(OH) ₂ en comparación con la realizada con aguja. En ambos grupos (p<0.05) el NaOCl dejó significativamente más Ca(OH) ₂ (p<0.05), pero los demás irrigantes no demostraron diferencia significativa entre ellos.

<p>Gokturk H. et al.¹²⁶ (2017)</p>	<p>105 incisivos maxilares. Se prepararon tres surcos intraconducto de 0,2 mm de ancho, 3 mm de largo y 0,5 de profundidad, en la zona coronal, media y apical.</p>	<p>Ca(OH)₂ en pasta (Ammdent).</p>	<p>Inicialmente todos fueron irrigados antes con 1 ml de NaOCl al 2,5% e instrumentados con una lima R40 (Reciproc VDW).</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja biselada (27G) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2.5%, por 2 min. ● G2: irrigación con aguja con doble ventilación lateral (30G) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2.5%, por 2 min. ● G3: con CanalBrush (Coletene) a LT-1 mm + 5 ml de NaOCl al 2,5%, por 1 min. ● G4: XP-endo Finisher LT-1 mm y la irrigación del G3. ● G5: IS (Vibrige) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2,5%, por 2 min. ● G6: IUP con punta #25 (Irrisafe) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2,5%, por 1 min. ● G7: IAL Er:YAG (Kavo Key Plus) y la irrigación del G3. <p>La irrigación en los grupos fue con aguja de doble ventilación lateral, excepto grupo G1.</p>	<p>Microscopio estereoscópico Zeiss Stemi 200-C (20x).</p>	<p>La irrigación con aguja biselada y con aguja de doble ventilación fueron menos eficientes en la eliminación de Ca(OH)₂ (p<0.001). La IAL e IUP eliminó más Ca(OH)₂ en todos los tercios, sin diferencias significativas entre estos dos grupos (p>0.05). No hay diferencias significativas entre XP-endo Finisher e IUP en los tercios coronal y medio (p>0.05). Hubo diferencias significativas entre los grupos para los tercios coronal, medio y apical (p<0.05), excepto para el CanalBrush (p>0.05).</p>
<p>Uygun A. et al.¹²⁷ (2017)</p>	<p>32 premolares mandibulares de raíces rectas con un solo conducto radicular. Se prepararon 2 surcos intraconducto de 3 mm largo, 1 mm de ancho y 1 de profundidad, a 2-5 y 8-11 mm desde el ápice.</p>	<p>Ca(OH)₂ en polvo (Kalsin) + agua destilada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja de punta cerrada con salida lateral (30G) + 5ml de EDTA al 17%, por 60s. ● G2: IUS con punta #25 (Varios U file) con piezoeléctrico (NSK) a LT-1 mm + 5 ml EDTA al 17% (5ml), por 60 s. ● G3: XP-endo Finisher #25 a LT-1 mm y la irrigación continua del G2. ● G4: lima rotatoria #25 (TRUShape 3D Conforming File) a LT-1 mm y la irrigación continua de G2 y G3. <p>Todos los grupos finalmente fueron irrigados con 5ml de agua destilada.</p>	<p>Microscopio estereoscópico Nove.</p>	<p>La irrigación con aguja tuvo peores puntuaciones que los otros grupos (p<0.001). El XP-endo Finisher y TRUShape 3D Conforming File mediante irrigación continua tuvieron puntuaciones similares a las de la IUS en la eliminación de Ca(OH)₂. En todos los grupos se observaron peores puntuaciones en los tercios coronales que en los tercios apicales (p=0.005).</p>

<p>Wigler R. et al.¹²⁸ (2017)</p>	<p>66 incisivos inferiores. Se prepararon 2 surcos intraconducto de 3 mm de longitud, 0,2 mm de ancho y 0,5 mm de profundidad a una distancia de 2 mm del ápice.</p>	<p>Ca(OH)₂ en polvo y suero fisiológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: Irrigación con aguja (30G) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 4% por 2 min. ● G2: IUP con punta #20 (IrriSafe) a LT-1 mm en 3 ciclos + 2,5 ml de NaOCl al 4% por 20 s. Luego se realizó una irrigación final con aguja con 2,5 ml de NaOCl al 4%. ● G3: XP-endo Finisher a LT + 5 ml de NaOCl al 4% por 60 s. Esto se realizó 2 veces. 	<p>Microscopio Karl Kaps (24x).</p>	<p>XP-endo Finisher e IUP eliminaron significativamente más Ca(OH)₂ que la irrigación convencional con aguja (p<0.001), sin embargo no hubo diferencia significativa entre ellos.</p>
<p>Kfir A. et al.¹²⁹ (2018)</p>	<p>80 incisivos mandibulares. Se prepararon surcos intraconducto de 3 mm de longitud, 0,2 mm de ancho y 0,5 mm de profundidad a una distancia de 2-5 mm desde el ápice.</p>	<p>Ca(OH)₂ en polvo (Sultan Healthcare) y suero fisiológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: Técnica de lima autoajutable. Una lima de 2 mm de diámetro y 25 mm de longitud se introdujo pasivamente en el conducto a LT + 5 ml de NaOCl al 4% por 60 s. Esto se repitió 3 veces más. ● G2: IUP con punta #20 (Irrisafe) a LT-1 mm + 5 ml de NaOCl a 4% por 20 s. Esta secuencia se repitió dos veces más, seguida de una irrigación final con 5 ml de NaOCl al 4%. ● G3: XP-endo Finisher a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 4% por 60 s. Este proceso fue seguido por una irrigación final con 10 ml de NaOCl al 4%. ● G4: irrigación con aguja (30G) a LT-1 mm + 20 ml de NaOCl al 4%. 	<p>Microscopio Karl Kaps (24x).</p>	<p>Ninguna de las técnicas removió por completo el Ca(OH)₂. La técnica de lima autoajutable, XP-endo Finisher e IUP removieron significativamente más Ca(OH)₂ que la irrigación con aguja (p<0.001), sin diferencias significativas entre estos tres grupos (p=0.209)</p>

<p>Donnermeyer D. et al.¹³⁰ (2019)</p>	<p>90 incisivos centrales superiores. Se prepararon surcos intraconducto a nivel de tercio apical y coronal de 4 mm de longitud, 0,2 mm de ancho y 0,5 mm de profundidad a una distancia de 2-5 mm (apical) y a 10-14 mm (coronal) desde el ápice.</p>	<p>Ca(OH)₂ en suspensión acuosa.</p>	<p>Inicialmente en los grupos G1, G2 y G3 se aplicaron 3 ml de NaOCl al 3% al conducto radicular con una jeringa antes de cada ciclo de activación. En cada grupo el procedimiento se realizó 4 veces.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: IS (punta EDDY) a LT-1 mm + 3 ml de NaOCl al 3 % por 30 s. ● G2: IUP con punta #21/25 (IrriSafe) a LT-1 mm + 3 ml de NaOCl al 3 % por 30 s. ● G3: XP-endo Finisher a LT-1 mm + 3 ml de NaOCl al 3 % por 30 s. ● G4: irrigación con aguja (30G) a LT-1 mm + 3 ml de NaOCl al 3 % por 30 s. 	<p>Microscopio de barrido láser (10x).</p>	<p>En los surcos apicales la IS e IUP remueven significativamente más Ca(OH)₂ que XP-endo Finisher (p<0.05). En los surcos del tercio coronal no se encontraron diferencias significativas entre las técnicas. Ninguna técnica removió el Ca(OH)₂ por completo.</p>
<p>Harzibartyan S. et al.¹³¹ (2020)</p>	<p>80 incisivos centrales superiores de raíz única. Se prepararon surcos intraconducto de 3 mm de largo, 0,5 de profundidad y 0,2 mm de ancho.</p>	<p>Ca(OH)₂ en base a agua (Procal R).</p>	<p>Inicialmente el Ca(OH)₂ se aflojo con limas K #15. Para todos los grupos se trabajó a LT-2 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con 5 ml de NaOCl al 1%. ● G2: 5 ml de NaOCl al 1% y ácido etidróico <p>Las intervenciones de ambos grupos fueron iguales, fueron las siguientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● SG1: irrigación con aguja con punta ranurada (30G). ● SG2: IS (Endoactivator) con punta #25. ● SG3: IUS (VDW Ultra) con punta #21/25 (IrriSafe). <p>Finalmente, todos los canales fueron enjuagados con 5ml de agua destilada.</p>	<p>Microscopio óptico Zeiss Axio imager 2 (50x).</p>	<p>La IUS eliminó significativamente más Ca(OH)₂ de las ranuras que la IS e irrigación con aguja (p=0.021). Mientras que en los grupos de doble irrigación ninguna de las técnicas de activación superó a otra (p=0.198). En los grupos que utilizaron IS e IUS, el tipo de irrigante no hizo ninguna diferencia significativa (p=0.574 y p=0.079 respectivamente). Sin embargo, a pesar de que no se pudo alcanzar una diferencia estadística (p=0.061), la mezcla eliminó más Ca(OH)₂ de las ranuras que el NaOCl cuando se irrigó con aguja.</p>

<p>Turkaydin D. et al.¹³² (2020)</p>	<p>34 premolares mandibulares unirradiculares. Se prepararon surcos intraconducto de 4 mm de largo, 0,2 mm de ancho y 0,5 mm de profundidad en la parte apical de ambos segmentos.</p>	<p>Ca(OH)₂ en pasta (Calcipast forte) Ca(OH)₂ en polvo y yodoformo</p>	<p>Cada grupo subdividió la muestra en 2, con el mismo número de dientes medicados con Calcipast forte y Ca(OH)₂ en polvo + yodoformo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: CanalBrush + 5 ml de NaOCl al 2,5%, por 30 s, seguido de una irrigación final de 5 ml de NaOCl al 2,5%. ● G2: IS (EndoActivator) + 5 ml de NaOCl al 2.5% por 60 s. ● G3: IUP con lima K #15 a LT -1 mm + 5 ml de NaOCl al 2,5% por 60 s. 	<p>Análisis fotográfico (CANON EOS 6D).</p>	<p>No hubo diferencia significativa entre los 3 grupos. Se encontraron restos de medicación en todos los conductos radiculares independientemente del material experimental utilizado y la técnica de irrigación aplicada. La pasta Calcipast Forte se asoció con puntuaciones significativamente más altas de residuos que la pasta de Ca(OH)₂ + yodoformo (p<0.01)</p>
<p>Ca(OH)₂: hidróxido de calcio EDTA: ácido etilendiaminotetracético NaOCl: hipoclorito de sodio PAA: ácido peracético LT: longitud de trabajo mm: milímetros. ml: mililitros. s: segundos</p> <p>min: minutos G: grupo SG: subgrupo MAF: lima apical maestra IS: irrigación sónica IUS: irrigación ultrasónica IUP: irrigación ultrasónica pasiva IAL: irrigación activada por láser.</p>					

TABLA II. Estudios experimentales in vitro sobre la eficiencia de técnicas en la remoción de Ca(OH)₂ en conductos con surcos artificiales. Resultados de 9 estudios analizados donde se realizan surcos artificiales intraconducto, considerándose como zonas de retención para evaluar la remoción de Ca(OH)₂ mediante diferentes técnicas de irrigación.

A continuación se estructura la tabla III que agrupa por técnica de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 , a todas las opciones que presentaron la mayor eficiencia en la remoción de este medicamento, con su respectiva frecuencia relativa, detalle de la técnica y su autor. Considera los estudios seleccionados en la tabla II, estudios experimentales in vitro que abordan la eficiencia de técnicas de irrigación en la remoción de Ca(OH)_2 como medicación intraconducto, donde se realizaron surcos artificiales simulando zonas de retención al conducto radicular principal.

Técnica de irrigación	Frecuencia relativa	Detalle de las opciones de técnicas de irrigación con mayor eficiencia para la remoción de hidróxido de calcio	Autor
IUP	55,5%	IUP (IrriSafe) o IAL Er:Yag (Kavo Key Plus) + NaOCl 2,5%	Gokturk H. et al.
		IUP (IrriSafe) o XP-endo Finisher + NaOCl 4%	Wigler R. et al.
		IUP (IrriSafe) o XP-endo Finisher + NaOCl 4%	Kfir A. et al.
		IUP (IrriSafe) o IS (EDDY) + NaOCl 3%	Donnermeyer D. et al.
		IUP + NaOCl 2,5%	Turkaydin D. et al.
IAL	33,3%	IAL Er:YAG (Fidelis AT) + EDTA 17%	Arslan H. et al.
		IAL Er,Cr:YssG (Biolase) + Qmix 2 en 1	Kustarci A. et al.
		IAL Er:Yag (Kavo Key Plus) o IUP (IrriSafe) + NaOCl 2,5%	Gokturk H. et al.
IUS	22,2%	IUS (Varios U file) + EDTA 17%	Uygun A. et al.
		IUS (VDW Ultra) + NaOCl 1% + Ác. Etidrónico	Harzibartyan S. et al.
XP-endo Finisher	22,2%	XP-endo Finisher o IUP (IrriSafe) + NaOCl 4%	Wigler R. et al.
		XP-endo Finisher o IUP (IrriSafe) + NaOCl 4%	Kfir A. et al.
IS	11,1%	IS (EDDY) + NaOCl 3%	Donnermeyer D. et al.
IUP: irrigación ultrasónica pasiva IUS: irrigación ultrasónica IAL: irrigación activada por láser IS: irrigación sónica			

TABLA III. Agrupación de técnicas de irrigación con mayor eficiencia en la remoción de Ca(OH)_2 con su respectiva frecuencia relativa, detalle de la técnica y autor, de los estudios abarcados en la tabla II. Considera los estudios seleccionados en la tabla II, estudios experimentales in vitro donde se realizaron surcos artificiales simulando zonas de retención al conducto radicular principal.

La tabla IV aborda estudios experimentales in vitro que desarrollan el mismo tema de investigación, exceptuando que en estos estudios no se realizaron surcos artificiales al conducto principal. Su agrupación se estructura según el método de evaluación utilizado, ya sea, microscopía o titulación química.

Autor (año)	Tamaño muestral y características	Medicación	Grupos de Intervención	Método de evaluación	Hallazgos principales
Alturaiki et al. ¹ (2015)	70 dientes unirradiculares.	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja (30G) + 1 ml de NaOCl al 0,5%, con MAF (ProFile 45/04) a LT. Seguido de 1 ml de NaOCl al 0,5% y luego 3 ml de EDTA al 18%, por 60 s. ● G2: IS (EndoActivator). Iniciada previamente con irrigación con aguja (30G) + 1 ml de NaOCl al 0,5%, con MAF (ProFile 45/04) a LT. Luego con IS + 1 ml de NaOCl al 0,5%, seguido de 3 ml de EDTA al 18%, por 60 s. ● G3: IUS (Pro ultra piezo Flow). Iniciada previamente con irrigación con aguja (30G) + 1 ml de NaOCl al 0,5%, con MAF (ProFile 45/04) a LT. Después se irrigó de manera continua con 1 ml NaOCl al 0,5% y luego 3 ml de EDTA al 18%, por 60 s. ● G4: IPN (EndoVac) + 1 ml de NaOCl al 0,5% (macrocánula), por 30 s, junto a la MAF (ProFile 45/04) a LT. Luego se procedió a irrigar nuevamente (microcánula) con 1 ml de NaOCl al 0,5% y luego 3 ml de EDTA al 18%, por 60 s. 	Microscopio electrónico de barrido Zeiss ULTRA 55 (10x y 1000x).	En el tercio coronal, El EndoActivator fue significativamente mejor en la eliminación de Ca(OH) ₂ que el EndoVac (p=0.048). Además, el EndoActivator fue significativamente mejor en el tercio medio que la irrigación con aguja (p=0.02) y el EndoVac (p=0.011). En el tercio apical, el EndoActivator fue significativamente mejor en la eliminación de Ca(OH) ₂ en comparación con todos los demás dispositivos (irrigación con aguja, p<0.001; IUS, p=0.005; y EndoVac, p=0.033).

Dadresanfar et al. ¹³³ (2015)	44 conductos radiculares distobucales de molares maxilares	Ca(OH) ₂ con sulfato de bario (Calci Pex) y suero fisiológico	Para ambos casos se utilizó lima MAF (de ambos sistemas rotatorios) + 2 ml de NaOCl al 2,5% con aguja (27G), en conjunto con lima K #10. Los sistemas utilizados fueron los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ● G1: sistema rotatorio (Race) ● G2: sistema rotatorio (Mtwo) 	Microscopio estereoscópico OLYMPUS SZX9 (10x).	No se encontraron diferencias significativas entre el desempeño general de ambos sistemas en términos de la cantidad de residuos (p>0.05). La cantidad de Ca(OH) ₂ que permaneció en el tercio apical de los conductos en los sistemas Race y Mtwo fue inferior al 50% y más de la mitad de las muestras en este tercio obtuvieron una puntuación aceptable, aunque la diferencia entre los grupos no fue estadísticamente significativa (p>0.05).
Markovic L et al. ¹³⁴ (2015)	13 dientes (incisivos centrales y laterales maxilares)	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: MAF #50 (BioRace Niti) a LT + 2 ml de NaOCl al 3%. Se activó sónicamente el irrigante con CanalBrush por 20 s. Esto se repitió 3 veces. ● G2: MAF #50 (BioRace Niti) a LT + 2 ml de NaOCl al 3%. Se activó el irrigante con CanalBrush por 20 s. Esto se repitió 3 veces. ● G3: MAF #50 (BioRace Niti) a LT + irrigación con aguja + 6 ml de NaOCl al 3%. 	Microscopio estereoscópico Inspector Trino 40 (10x).	Ninguna de las técnicas elimina completamente al Ca(OH) ₂ en los conductos radiculares. CanalBrush usado con activación sónica o rotatoria demostró ser significativamente más eficaz a nivel de tercio apical (p<0.01) y medio (p<0.05) que la irrigación con aguja.

<p>Phillips M et al.¹⁰⁴ (2015)</p>	<p>86 caninos maxilares y mandibulares.</p>	<p>Ca(OH)₂ en pasta (Calasept).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja + 3 ml de NaOCl al 5.2%, seguido de 3 ml de EDTA al 17%. Se realizó una irrigación final con 5 ml de NaOCl al 5.2%. ● G2: irrigación del G1 con la adición de una lima K3 #50 (SybronEndo), a LT, entre los dos primeros irrigantes utilizados (NaOCl y EDTA), antes de la irrigación final con 5 ml de NaOCl al 5.2%. ● G3: irrigación del G1 + IUP por 30 s entre los primeros irrigantes utilizados (NaOCl y EDTA), antes de la irrigación final con 5 ml de NaOCl al 5.2%. ● G4: sistema mecanizado con lima K3 #50 (SybronEndo), a LT + 1,5 ml de NaOCl al 5,2%, luego IUP por 30s + 1.5 ml de NaOCl al 5.2%, seguido de 3 ml de EDTA al 17%. Se realizó una irrigación final con 5 ml de NaOCl al 5.2%. 	<p>Titulación química con HCL (ácido clorhídrico) a diferentes concentraciones (0.025, 0.05, 0.1, 0.5, 1 o 3 M).</p>	<p>Los grupos difirieron significativamente (p=0.0082), lo que indica que hubo una diferencia entre las medias de los grupos. La media del grupo 1 fue significativamente diferente de las medias de los grupos 3 (IUP) y 4 (IUP + lima), p=0.0291 y p=0.0104, respectivamente; obteniendo menor remanencia estos dos últimos. Ninguna otra comparación fue estadísticamente significativa.</p>
---	---	--	---	--	---

<p>Uzunoglu E et al.¹³⁵ (2015)</p>	<p>85 incisivos maxilares</p>	<p>Ca(OH)₂ en polvo (Merck) y agua destilada</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: MAF, se utilizó lima H #40 por 60 s. Se realizó una irrigación final con 10 ml de NaOCl al 2,5%, seguido de 5 ml de EDTA al 17% y enjuague con 5 ml de agua destilada aplicados con aguja. ● G2: Canal brush por 60 s. Se realizó una irrigación final con 10 ml de NaOCl al 2,5%, seguido de 5 ml de EDTA al 17% y enjuague con 5 ml de agua destilada aplicados con aguja. ● G3: RinsEndo con aguja #45 + 10 ml de NaOCl al 2,5% por 60 s, seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 60 s y enjuague con 5 ml de agua destilada. ● G4: Técnica de lima autoajustable + 10 ml de NaOCl al 2,5% por 60 s, seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 60 s y enjuague con 5 ml de agua destilada ● G5: CanalBrush + 5 ml de NaOCl al 2,5% por 30 s. Luego se utilizó lima autoajustable con 10 ml de NaOCl al 2,5% por 60 s. Se realizó una irrigación final con 5 ml de EDTA al 17% y enjuague con 5 ml de agua destilada aplicados con aguja. 	<p>Microscopio Carl Zeiss OPMI PROergo (16x)</p>	<p>Ninguna técnica removió el por completo de los conductos radiculares. No hubo diferencias significativas entre los grupos (p>0.05) La técnica más eficiente en la remoción de medicación es el sistema RinsEndo.</p>
<p>Romualdo F et al.¹³⁶ (2016)</p>	<p>22 dientes unirradiculares</p>	<p>Ca(OH)₂ en polvo y agua destilada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: sistema rotatorio mediante limas F3 (ProTaper) y con cánulas de irrigación #30 (Navitip) + 5 ml de NaOCl al 1%, con irrigación final con de 1 ml de EDTA al 17%, por 3 min, con enjuague posterior de 10 ml de NaOCl al 1%. ● G2: sistema rotatorio mediante limas F3 (ProTaper) con cánulas de irrigación #30 (Navitip FX), con la misma secuencia de irrigantes que el G1. <p>En ambos grupos las agujas se ingresaban y sacaban con suavidad.</p>	<p>Microscopio electrónico de barrido Zeiss (500x)</p>	<p>En el tercio apical, el grupo G2 presentó mejor limpieza de túbulos dentinarios en comparación con G1 (p=0.0007). En el tercio medio no se observaron diferencias entre los grupos. La cánula de irrigación Navitip FX muestra mayor eficiencia en la eliminación de Ca(OH)₂ que Navitip FX.</p>

<p>Kirar D et al.¹³⁷ (2017)</p>	<p>50 dientes unirradiculares</p>	<p>Ca(OH)₂ a base de agua (Prime Dent) Ca(OH)₂ a base de aceite (Metapex).</p>	<p>La muestra se dividió en 2 grupos; en el G1 se medicó con Ca(OH)₂ a base de agua y en el G2 con Ca(OH)₂ a base de aceite. Cada grupo siguió 4 protocolos distintos para la remoción:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● SG1: irrigación con aguja de ventilación lateral (30G) + 5 ml de NaOCl al 3%. Luego se utilizó lima K #25 + 5 ml de NaOCl al 3% por 60 s, seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 60 s, finalizando con 5 ml de NaOCl al 3% por 60 s. ● SG2: Agitación dinámica manual con cono de gutapercha ProTaper (F5) a LT + 5 ml de NaOCl al 3% por 60 s, seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 60 s. ● SG3: IUP con punta #25 (Mani) a LT + 5 ml de NaOCl al 3% por 60 s + 5 ml de EDTA al 17% por 60 s + 5 ml de NaOCl al 3% por 60 s. ● SG4: IS (EndoActivator) a LT + 5 ml de NaOCl al 3% por 60 s, seguido de 5 ml de EDTA al 17% por 60 s, finalizando con 5 ml de NaOCl al 3%. <p>Después de cada aplicación cada irrigante se dejó actuar por 1 minuto al interior del conducto.</p>	<p>Microscopio de operación dental Global Microscope (19.2x)</p>	<p>No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos experimentales (p>0.05). Se logró una remoción más eficiente mediante IS seguido de IUP, agitación dinámica manual e irrigación con aguja de ventilación lateral. Los resultados muestran que el Ca(OH)₂ a base de agua es más fácil de eliminar que el Ca(OH)₂ a base de aceite.</p>
<p>Hamdan R et al.¹⁰⁹ (2017)</p>	<p>68 incisivos mandibulares</p>	<p>Ca(OH)₂ (Produits Dentaires) mezclado con Ca(OH)₂ en polvo y agua destilada.</p>	<p>Para todos los grupos se permeabilizó con una lima K #15 a LT + 2,5 ml de NaOCl al 2,5% con aguja (27G) a LT-1 mm. Luego nuevamente en la secuencia con 2,5 ml de NaOCl al 2,5%, seguido de 1 ml de EDTA (Acteon) por 3 min, con posterior enjuague con 2,5 ml de NaOCl al 2,5%. Luego se procedió a aplicar la intervención.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: XP-endo Finisher a LT + 2,5 ml de NaOCl al 2,5%, por cada ciclo. Tres ciclos de repetición. ● G2: IUP con punta #20 (Irrisafe) + 2,5 ml de NaOCl al 2,5%, por cada ciclo. Tres ciclos de repetición 	<p>Microscopio WILD M3B Leica.</p>	<p>Los valores medios de Ca(OH)₂ residual fueron (2,1%) en el grupo XP-endo y (3,6%) en el grupo IUP y esta diferencia no fue significativa (p=0.195).</p>

Agrawal P et al. ¹³⁸ (2018)	75 primeros premolares mandibulares	Ca(OH) ₂ y solución salina	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: limas rotatorias, iniciado previamente con recapitulación con limas K #13 y #20. Luego se utilizó la MAF #F3 (Protaper) + 5 ml de NaOCl al 5%. ● G2: IPN (EndoVac). La macrocánula se ingresó 1 mm en el conducto y la microcánula a LT. Esta última se utilizaba 6 s. a LT, y luego se retiraba 2 mm, de manera cíclica. Se utilizó un total de 10 ml de NaOCl al 5% ● G3: IUS (Electro Medical System) + 5 ml de NaOCl al 5%, por 60s. 	Microscopio electrónico de barrido (1000x)	Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre el tercio apical y coronal de la raíz en el sistema EndoVac (p=0.001). No se observaron diferencias entre las limas rotatorias y la IUS en el tercio apical y coronal. En el tercio coronal hubo una diferencia estadística entre el sistema EndoVac y la IUS (p=0.001)
Gokturk H et al. ¹³⁹ (2018)	98 premolares mandibulares unirradiculares	Ca(OH) ₂ en polvo (Ammdent) + agua destilada	<p>Se utilizó una lima R40 (VDW) y 1 ml de NaOCl al 2,5% para obtener una vía para las agujas e instrumentos de irrigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: Irrigación con aguja de doble ventilación (30G) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2,5% por 2 min. ● G2: IS (Vibringe) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2,5% por 2 min ● G3: Irrigación con aguja + 5 ml de NaOCl al 2,5% por 30 s, seguido del uso de CanalBrush a LT-1 mm por 60 s. Se realizó una irrigación final con + 5 ml de NaOCl al 2,5% por 30 s. ● G4: XP-endo Finisher al LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2,5% por 60 s. ● G5: IUP con punta #25 (IrriSafe) a LT-1 mm + 10 ml de NaOCl al 2,5% por 60 s. ● G6: IAL Er:YAG (Kavo KEY 3+) + 5 ml de NaOCl al 2,5% por 60 s (3 ciclos de irradiación de 20 s). Se realizó una irrigación final con 5 ml de NaOCl al 2,5%. 	Microscopio estereoscópico Zeiss Stemi 2000-C (X10)	Se observaron diferencias significativas entre los tercios de los conductos (p<0.05). Con la excepción de la IAL, se observó más Ca(OH) ₂ residual en el tercio apical en todos los grupos. Ninguna de las técnicas removió el Ca(OH) ₂ por completo. IUP fue más eficiente que los otros protocolos (p<0.05), excepto para IAL y XPendo finisher (p>0.05), en el tercio medio.

Chawla A et al. ¹⁴⁰ (2018)	40 dientes unirradiculares	Ca(OH) ₂ en polvo + suero fisiológico	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: Irrigación con aguja a LT-2 mm + 5 ml de Savlon TM por 60 s. ● G2: Irrigación con aguja a LT- 2 mm + 5 ml de NaOCl al 5,25% por 30 s + 5 ml de EDTA 17% por 30 s ● G3: IPN (EndoVac) + 5 ml de NaOCl al 5,25% por 30 s + 5 ml de EDTA al 17% por 30 s. ● G4: IPN (EndoVac) + 5 ml de Savlon TM por 60 s. ● G5: IS (EndoActivador) + 5 ml de NaOCl al 5,25% por 30 s + 5 ml de EDTA al 17% por 30 s. ● G6: IS (EndoActivador) + 5 ml de Savlon TM por 60 s. 	Microscopio electrónico de barrido (2000x)	No hubo diferencias significativas en la remoción de Ca(OH) ₂ a nivel de tercio cervical (p=0.991), medio (p=0.194) y apical (p=0.197). No se encontró diferencia significativa en la remoción de la medicación con ningún irrigante independiente de la técnica utilizada (p>0.05).
Tamil S et al. ¹⁴¹ (2019)	30 dientes unirradiculares	Ca(OH) ₂ en polvo con solución salina	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: lima k #20 + 2 ml de NaOCl al 3% (1 min) y 3 ml de EDTA al 17% (3 min). ● G2: lima rotativa (HERO) + 2 ml de NaOCl al 3% (1 min) y 3 ml de EDTA al 17% (3 min). ● G3: IUP (U-file), 2 ml de NaOCl al 3% (1 min) y 3 ml de EDTA al 17% (3 min). 	Microscopio estereoscópico LAFCO (20x)	En el tercio apical, se encontró mínima cantidad de Ca(OH) ₂ en el grupo 3 (80% de la muestra presenta ausencia de Ca(OH) ₂) y la mayor remanencia fue en el G1 (80% de restos densamente empacados), con diferencia significativa (p<0.05).

Falakaloglu S et al. ¹⁴² (2019)	36 raíces mesiales del primer y segundo molar mandibular	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: IUS con punta #15, a LT-1 mm + 5 ml de NaOCl al 2,5% y 5 ml de EDTA al 17%, por 1 min. Se termina la irrigación con 5 ml de agua destilada. ● G2: técnica de lima autoajustable (ReDent Nova), vibraciones acompañadas de 5 ml de EDTA al 17%, por 2 min. Luego 5 ml de NaOCl al 2,5%, por 2 min. Se termina la irrigación con 5 ml de agua destilada. ● G3: IPN (EndoVac), iniciada con 30 s. mediante la macrocánula + 5 ml de EDTA al 17%. Luego la microcánula a LT + 5 ml de NaOCl al 2,5%. Se termina la irrigación con 5 ml de agua destilada. ● G4: irrigación con aguja (27G) + 5 ml de NaOCl al 2,5% y luego 5 ml de EDTA al 17%. Se termina la irrigación con 5 ml de agua destilada 	Microscopio estereoscópico SZ40 (30x).	IUP podría eliminar significativamente más Ca(OH) ₂ que el EndoVac y la irrigación con aguja (27G) en todos los conductos radiculares (p<0.05). No hubo diferencias significativas entre los grupos de la lima autoajustable e IUP (p>0.05) o entre los grupos EndoVac y aguja (27G) (p<0.05). En el tercio apical, los resultados del grupo de la lima autoajustable fueron significativamente mejores que los resultados del grupo con aguja(p<0.05). En el tercio medio, la técnica de la lima autoajustable fue significativamente mejor en la eliminación del Ca(OH) ₂ , en comparación con otras técnicas (p<0.05). En el tercio coronal, la técnica IUP fue significativamente mejor (p<0.05).
Gupta R et al. ¹⁴³ (2020)	30 premolares unirradiculares mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: Lima rotatoria #25 (Wave One) + 5 ml de NaOCl al 5,25% ● G2: Lima rotatoria #25 (Wave One) + irrigación sónica (EndoActivator) + 5 de NaOCl al 5,25% Se realizó una irrigación final con 5 ml de NaOCl al 5,25%. 	Microscopio estereoscópico (30x)	Ambas técnicas demostraron ser igualmente efectivas para eliminar el Ca(OH) ₂ de las paredes del canal en el tercio coronal, pero no hubo diferencia significativa entre ellas (p>0.05).

Vega M et al. ¹⁴⁴ (2020)	149 dientes (incisivos superiores e inferiores, caninos, premolares y raíz distal de segundos molares inferiores)	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: instrumentación manual con lima K #30 + 3 ml de NaOCl al 5,25% y 3 ml de EDTA al 17% ● G2: IS (EndoActivator) con punta #25/04 (Maillefer) + 3 ml de NaOCl al 5,25% y 3 ml de EDTA al 17%, a LT-1 mm. ● G3: IS (EndoActivator) con punta #25/04 (Maillefer) + 3 ml de NaOCl al 5,25% y 3 ml de EDTA al 17%, a LT. ● G4: IUS (Mectron) con punta #25 + 3 ml de NaOCl al 5,25% y 3 ml de EDTA al 17%, a LT-1 mm. ● G5: IUS (Mectron) con punta #25 + 3 ml de NaOCl al 5,25% y 3 ml de EDTA al 17%, a LT. 	Microscopio óptico OLYMPUS CX21 (40x)	Los G2,G3,G4,G5 respecto de G1, presentan diferencias significativas (p<<0.05). G1 menos eficiente en la remoción, remanencia del 66.4%. G2 y G5 mayor eficiencia en la remoción, remanencia del 41,6% y 34,8%, respectivamente. La comparación entre los grupos G2-G3 y G4-G5, no hay diferencia significativa (p>0.05). G3 presenta la mayor extrusión de NaOCl y G5 la de detritus, pero no hay diferencias significativas al comparar con los otros grupos (p=0.05).
Ca(OH)₂: hidróxido de calcio EDTA: ácido etilendiaminotetracético NaOCl: hipoclorito de sodio PAA: ácido peracético LT: longitud de trabajo mm: milímetros. ml: mililitros. s: segundos min: minutos			G: grupo SG: subgrupo MAF: lima apical maestra IS: irrigación sónica IUS: irrigación ultrasónica IUP: irrigación ultrasónica pasiva IPN: irrigación con presión negativa IAL: irrigación activada por láser.		

TABLA IV. Estudios experimentales in vitro sobre la eficiencia de técnicas en la remoción de Ca(OH)₂ en conductos, evaluando la remanencia de medicación mediante el uso de microscopía o titulación química. Resultados de 15 estudios analizados donde se evalúa la remanencia de Ca(OH)₂, posterior a la ejecución de diferentes técnicas de irrigación.

A continuación se estructura la tabla V que agrupa por técnica de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 , a todas las opciones que presentaron la mayor eficiencia en la remoción de este medicamento, con su respectiva frecuencia relativa, detalle de la técnica y su autor. Considera los estudios seleccionados en la tabla IV, estudios experimentales in vitro sobre la eficiencia de técnicas en la remoción de Ca(OH)_2 en conductos donde evaluó la remanencia de medicación mediante el uso de microscopía o titulación química.

Técnica de irrigación	Frecuencia relativa	Detalle de las opciones de técnicas de irrigación con mayor eficiencia para la remoción de hidróxido de calcio	Autor
IS	26,6%	IS (EndoActivator) + NaOCl 0,5% + EDTA 18%	Alturaiki S. et al.
		IS (EndoActivator) + NaOCl 3% + EDTA 17%	Kirar D. et al.
		IS (EndoActivator) o IPN (EndoVac) + Savlon TM	Chawla A. et al.
		IS (EndoActivator) o IUS (Mectron) + NaOCl 5,25% + EDTA 17%	Vega M. et al.
IUP	20%	IUP + NaOCl 5,2% + EDTA 17%	Philips M. et al.
		IUP (U file) + NaOCl 3% + EDTA 17%	Tamil S. et al.
		IUP + NaOCl 2,5% + EDTA 17%	Falakaloglu S. et al.
IPN	13,3%	IPN (EndoVac) + NaOCl 5%	Agrawal P. et al.
		IPN (EndoVac) o IS (EndoActivator) + Savlon TM	Chawla A. et al.
IAL	6,6%	IAL Er:YAG (Kavo KEY 3+) + NaOCl 2,5%	Gokturk H. et al.
IUS	6,6%	IUS (Mectron) o IS (EndoActivator) + NaOCl 5,25% + EDTA 17%	Vega M. et al.
XP-endo Finisher	6,6%	XP-endo Finisher + NaOCl 2,5%	Hamdan R. et al.
ProTaper + NaviTip FX	6,6%	ProTaper + NaviTip FX + NaOCl 1% + EDTA 17%	Romualdo F. et al.
Wave One	6,6%	WaveOne + NaOCl 5,25%	Gupta R. et al.
IS: irrigación sónica IUP: irrigación ultrasónica pasiva		IPN: irrigación con presión negativa IAL: irrigación activada por láser IUS: irrigación ultrasónica	

TABLA V. Agrupación de técnicas de irrigación con mayor eficiencia en la remoción de Ca(OH)_2 con su respectiva frecuencia relativa, detalle de la técnica y autor, de los estudios abarcados en la tabla IV. Considera los estudios seleccionados en la tabla IV, estudios experimentales in vitro donde se evalúa la remanencia mediante el uso de microscopía o titulación química.

La tabla VI agrupa los estudios experimentales in vitro que evalúan la eficiencia de técnicas de irrigación en la remoción de Ca(OH)_2 como medicación intraconducto, donde el método de evaluación de la eficiencia se realiza mediante recursos imagenológicos.

Autor (año)	Tamaño muestral y características	Medicación	Grupos de Intervención	Método de evaluación	Hallazgos principales
Ma JZ et al. ¹⁴⁵ (2015)	34 segundos molares mandibulares con raíces fusionadas y conductos en forma de C, con configuraciones C1 y C2 de Melton.	Ca(OH) ₂ en pasta (MetaBiomed CO.)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja (30G) a LT-1 mm + 6 ml de NaOCl al 5%, seguido de 3 ml de EDTA al 17%. ● G2: IS (EndoActivator) + 6 ml de NaOCl al 5%, seguido 3 ml de EDTA al 17%. NaOCl se activó en 2 ciclos de 20 s cada uno (2x20 s) y EDTA 1 (20 s). ● G3: IUS con punta #15 (Suprasson P Max) a LT-2 mm + 6 ml de NaOCl al 5%, seguido de 3 ml de EDTA al 17%. NaOCl se activó 2 ciclos (2x20 s) y EDTA 1 (20 s). 	Micro TC	Un gran porcentaje de Ca(OH) ₂ permanece en los conductos radiculares con forma de C independiente de la técnica utilizada. No hubo diferencias significativas entre los 3 grupos (p>0.05). Sin embargo, IS y IUS demostraron ser más eficientes en la remoción de la medicación.
Ma JZ et al. ⁴ (2015)	30 primeros y segundos molares mandibulares	Ca(OH) ₂ con sulfato de bario (Metapaste)	<p>G1 y G2, fue instrumentada previamente con lima primary (WaveOne Gold) a LT.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja de ventilación lateral (30G) +3 ml de NaOCl al 5% por 20 s, con 5 repeticiones. Luego se irrigó por 15 s. con agua destilada y posteriormente con EDTA al 17%, por 20 s. con 2 repeticiones y 15 segundos de agua destilada a LT-1 mm. ● G2: el protocolo de irrigación fue similar al G1, pero los últimos 10 segundos de cada secuencia se activó con ultrasonido, con punta #15 (Suprasson P max) a LT-2 mm. ● G3: irrigación mediante el sistema GentleWave + NaOCl 3% durante 5 min. y luego agua destilada por 15 s. Luego EDTA al 8% por 2 min. y luego agua destilada por 15 s. 	Micro TC	El volumen medio de Ca(OH) ₂ residual fue mayor en los grupos de irrigación con aguja e IUS que en el G3 (p<0.05). Los valores correspondientes de Ca(OH) ₂ eliminado en el tercio apical para el G3 fueron 100% para los conductos mesiales y 98,78% +/- 3,84% para los conductos distales, ambos significativamente más altos (p<0.05) que los irrigación con aguja y grupos ultrasónicos.

Silva LJ et al. ¹⁴⁶ (2015)	32 dientes unirradiculares	Ca(OH) ₂ en polvo (Maquira) + propilenglicol 400 (Personale)	<p>Inicialmente se utilizó para todos los grupos la lima MAF (Protaper Gold F4) a LT + 5 ml de NaOCl al 1%, con 3 repeticiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: Lima MAF (Protaper Gold F4) a LT + 5 ml de NaOCl al 1%. Se realizó una irrigación final con 3 ml de EDTA al 17% por 60 s. ● G2: Lima MAF (Protaper Gold F4) a LT + 5 ml de NaOCl al 1%. Luego se utilizó lima ProTaper F5 a LT+ 5 ml de NaOCl al 1% (3 veces). Se realizó una irrigación final con 3 ml de EDTA al 17% por 60 s. ● G3: Lima MAF (Protaper Gold F4) a LT + 5 ml de NaOCl al 1%. Luego se utilizó una lima ProTaper F5 a LT+ 5 ml de NaOCl al 1% (3 veces). Después se utilizó IUP con punta (TU 13) a LT-2 mm + EDTA al 17% por 15 s (4 veces). ● G4: Lima MAF (Protaper Gold F4) a LT + 5 ml de NaOCl al 1%. Luego se utilizó IUP con punta (TU 13) a LT-2 mm + EDTA al 17% por 15 s (4 veces). 	Micro TC	El volumen de residuos fue significativamente mayor en el tercio apical (p<0.01) y significativamente menor en los grupos IUP ("solo IUP" y "lima adicional + IUP") (p<0.05).
Li D et al. ¹⁴⁷ (2015)	24 primeros molares maxilares con presencia de itsmo.	Ca(OH) ₂ con sulfato de bario (Nordiska dental)	<p>Inicialmente todos fueron instrumentados de manera mecanizada con limas F2 (Protaper) + 3 ml de NaOCl al 3%, a LT-1 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja punta roma (30G) a LT-1 mm + 6ml de NaOCl al 3%, por 60 s. ● G2: IS (EndoActivator) con punta #20 a LT-2 mm + 2 ml de NaOCl al 3%, por 60 s. ● G3: IUS (EMS) a LT-2 mm + 2 ml de NaOCl al 3%, por 60 s. ● G4: IAL ER:YAG (Fidelis AT), la punta fue ingresada hasta la parte coronal del conducto + 2 ml de NaOCl al 3%, <p>G2, G3 y G4, sus protocolos fueron en intervalos de 20 s, con 3 repeticiones.</p>	Micro TC y microscopía electrónica de barrido, Hitachi, (1000x).	Según la evaluación por micro TC, en el tercio apical, la IUS e IAL eliminaron un porcentaje mayor de Ca(OH) ₂ que la irrigación con aguja e IS (p<0.05). Según microscopía electrónica de barrido, en todas las áreas del conducto radicular, la IU e IAL fue más eficiente que la IS e irrigación con aguja para eliminar Ca(OH) ₂ (p<0.05).

Lloyd A et al. ¹⁴⁸ (2015)	30 molares mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: IAL Er:YAG. 3 ciclos de 30 s con 6 ml de NaOCl al 8.25%, seguido de 1 ciclo de 30 s con 6 ml de agua. Luego se realizó 1 ciclo de 30 s con 6 ml de EDTA al 17%, finalizando con 1 ciclo de 30 s con 6 ml de agua. ● G2: IUP con punta #15 (NiTi) + irrigación de G1. ● G3: Irrigación con aguja (30G) a LT-2 mm + 18 ml de NaOCl al 8.25% por 90 s, seguido de 6 ml de agua, luego de 6 ml de EDTA al 17%, finalmente un enjuague con 6 ml de agua. 	Micro TC	La IAL fue significativamente más eficiente que IUP e irrigación con aguja (p<0.01).
Kumar P et al. ¹⁴⁹ (2017)	42 premolares mandibulares unirradiculares	Ca(OH) ₂ en pasta (Metapex)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con presión negativa (EndoVac). Macrocánula suministra 5 ml NaOCl 5,25%, por 30 s. Microcánula (por 3 ciclos). Primero NaOCl 5,25%, el segundo ciclo con EDTA 17% y tercer ciclo con 5.25% NaOCl, durante 30, 60 y 30 s., respectivamente. ● G2: IS (Endoactivator), por 3. Primero 5 ml NaOCl 5,25%, durante 30 s. Luego 5 ml EDTA 17%, durante 60 s., y finalmente 5 ml NaOCl 5.25% durante 30 s. ● G3: lima rotatoria #F4 (Protaper), con la misma secuencia de irrigantes del G2. ● G4: IUS (Endo Ufile) con la misma secuencia de irrigantes que el G2. ● G5: irrigación con aguja (Max i Probe), con la secuencia de irrigantes del G2. 	CBTC	No hubo diferencias significativas entre los grupos (p=0.247). La eficiencia en la eliminación para varios grupos fue de 42,9% (IUS), 35,2% (IS), 48,2% (lima F), 38,3% (EndoVac) y 22,9% (Max-i-Probe)

Neelakantan P et al. ¹⁵⁰ (2017)	128 primeros premolares mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	<p>La muestra se dividió en 3 grupos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: mezcla 1:1 de NaOCl al 6% + ácido etidróico al 18%, resultando en una solución que contiene NaOCl al 3% y ácido etidróico al 9%. ● G2: 5 ml de NaOCl al 3% y 5 ml de EDTA al 17%. ● G3: 5 ml de NaOCl al 3%. <p>Las intervenciones en los tres grupos fueron las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● SG1: irrigación con aguja ● SG2: IUP con punta (IrriSafe) ● SG3: Lima MAF ● SG4: NaviTip FX <p>Se estandarizó un tiempo de irrigación de 5 minutos por conducto.</p>	CBTC	El promedio de cantidad de residuos de Ca(OH) ₂ más bajo fue para el uso de lima MAF con NaOCl y EDTA sin diferencias significativas con IUP (p>0.05). En las técnicas donde se utilizó la mezcla de NaOCl con ácido etidróico la técnica con mejores resultados fue la lima MAF, dejando significativamente menos residuos en comparación con las demás técnicas (p<0.05). Los grupos que solo fueron irrigados con NaOCl presentaron significativamente mayores cantidades de residuos de medicación (p<0.05).
Acharya N et al. ¹⁵¹ (2018)	40 primeros premolares mandibulares de raíz única.	Ca(OH) ₂ con sulfato de bario (AvueCal RC protector)	<p>Todos los dientes de ambos grupos fueron instrumentados previamente por una lima k #10 para aflojar el Ca(OH)₂. Durante la irrigación también se utilizó para asegurar permeabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: irrigación con aguja con salida lateral e instrumentación con lima k #30, a LT-2 mm + 5ml de NaOCl al 3%, por 1 min, y finalmente 3 ml de EDTA al 17%. ● G2: IS (EndoActivator) con punta polímero # 30/2 + 5ml de NaOCl al 3%, durante 30 s. y finalmente 3 ml de EDTA al 17%. 	Radiografía periapical mesiodistal y vestibulolingual, evaluadas por dos evaluadores calibrados	No hubo diferencias estadísticamente significativas en ningún método de eliminación Ca(OH) ₂ (p=0.45). La comparación por sección de la eficiencia en la eliminación de Ca(OH) ₂ , Endoactivator parece ser más eficaz que las limas manuales en la sección apical (p=0.047). No hubo diferencias significativas en los segmentos coronal y medio (p=0.99).

de Oliveira R et al. ¹⁵² (2019)	30 incisivos unirradiculares mandibulares.	Ca(OH) ₂ en pasta con yodoformo y propilenglicol (3:1:1)	<ul style="list-style-type: none"> ● G1: riego con aguja (30G), previamente instrumentado con MAF #R40 (Reciproc) a LT + 9 ml de NaOCl al 2,5% seguido de 1 ml de EDTA al 17%. Ambas irrigaciones a LT-1 mm. ● G2: IUP (Helse) + 3 ml de NaOCl al 2,5%, seguido de 1 ml de EDTA al 17%. Ambas irrigaciones a LT-1 mm. Cada irrigación se realizó por 20 s, con 3 ciclos por cada irrigante. ● G3: irrigación con Easy Clean acoplado a micromotor endodóntico (VDW Silver), en modo Wave One a LT, con la secuencia de irrigación del G2. 	Micro TC	El protocolo de irrigación convencional (aguja de irrigación), había mayor remanencia de Ca(OH) ₂ que en los grupos en los que se utilizó IUP o Easy Clean (p<0.05). La remanencia del ultrasonido y Easy Clean fue similar (p>0.05). La IUP presentó mayor eficiencia para retirar el Ca(OH) ₂ del conducto radicular que la irrigación con aguja solo en el tercio cervical (p<0.05). Easy Clean y IUP no presentaron diferencias estadísticas entre ellos (p>0.05).
Murwakani N et al. ¹⁵³ (2019)	32 premolares mandibulares unirradiculares	Ca(OH) ₂ en pasta	<p>Se utilizó lima K #15 + 3 ml de NaOCl al 2,5% para eliminar la mayor parte del Ca(OH)₂. Todos los conductos se irrigaron con aguja (30G) a LT-1 mm + 6 ml de EDTA al 17%, seguido de 6 ml de NaOCl al 2,5%.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● G1: IS con punta EDDY a LT-2 mm por 60 s. El EDTA se activó 2 veces (2x20 s) y el NaOCl 1 vez (20 s). ● G2: IUP con punta # 20 (IrriSafe) a LT-2 mm por 60 s. El EDTA se activó 2 veces (2x20 s) y el NaOCl 1 vez (20 s). 	Micro TC	Ninguna de las técnicas removió por completo el Ca(OH) ₂ de los conductos radiculares. La técnica más eficiente en la remoción de medicación fue la IUP, sin embargo, no se encontró diferencias significativas con la IS.

Denna J et al. ¹⁵⁴ (2020)	16 premolares superiores con 2 conductos	Ca(OH) ₂ en pasta (ApexCal)	<ul style="list-style-type: none"> • G1: MAF ProTaper Next X3 <ul style="list-style-type: none"> • G1.1: Irrigación con aguja + 10 ml de NaOCl al 5,25% (3 veces), seguido de 3 ml de EDTA al 17% por 30 s. Se realizó una irrigación final con 3 ml de NaOCl al 5,25% • G1.2: IUP con punta #20 (IrriSafe) a LT-2 mm + 2 ciclos de 10 ml de NaOCl al 5,25%, seguido de 1 ciclo de 3 ml de EDTA al 17%. • G2: XP-endo Finisher <ul style="list-style-type: none"> • G2.1: lima XP a LT + 0,5 ml de NaOCl al 5,25% por 60 s (3 veces). Se realizó una irrigación final con aguja (30G) de 10 ml de NaOCl al 5,25%, seguido de 3 ml de EDTA al 17% por 30 s. y luego 3 ml de NaOCl al 5,25%. • G2.2: IUP con punta #20 (IrriSafe) a LT-2 mm + NaOCl al 5,25% por 60 s. 	Micro TC	No hubo diferencias significativas entre las diferentes limas y técnicas (p>0.05). A nivel de tercio cervical y medio la eliminación fue completa en todos los grupos. La técnica más eficiente en la remoción de Ca(OH) ₂ en el tercio apical es la combinación de XP-endo Finisher/IUP.
Ca(OH)₂: hidróxido de calcio EDTA: ácido etilendiaminotetracético NaOCl: hipoclorito de sodio PAA: ácido peracético LT: longitud de trabajo mm: milímetros. ml: mililitros. s: segundos min: minutos			G: grupo SG: subgrupo MAF: lima apical maestra IS: irrigación sónica IUS: irrigación ultrasónica IUP: irrigación ultrasónica pasiva IAL: irrigación activada por láser. CBTC: tomografía computarizada de haz cónico Micro TC: microtomografía computarizada.		

TABLA VI. Estudios experimentales in vitro sobre la eficiencia de técnicas en la remoción de Ca(OH)₂ en conductos, evaluando la remanencia de medicación mediante recursos imagenológicos. Resultados de 11 estudios analizados donde se evalúa la remanencia de Ca(OH)₂ bajo análisis imagenológicos, posterior a la ejecución de diferentes técnicas de irrigación.

A continuación se estructura la tabla VII que agrupa por técnica de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 , a todas las opciones que presentaron la mayor eficiencia en la remoción de este medicamento, con su respectiva frecuencia relativa, detalle de la técnica y su autor. Considera los estudios seleccionados en la tabla VI, estudios experimentales in vitro sobre la eficiencia de técnicas en la remoción de Ca(OH)_2 en conductos donde se evaluó la remanencia de medicación mediante recursos imagenológicos.

Técnica de irrigación	Frecuencia relativa	Detalle de las opciones de técnicas de irrigación con mayor eficiencia para la remoción de hidróxido de calcio	Autor
IUP	36%	IUP (IrriSafe) + NaOCl 2,5% + EDTA 17%	Murwakani N. et al.
		IUP (IrriSafe) o XP-endo Finisher + NaOCl 5,25%	Denna J. et al.
		IUP (Helse) o Easy Clean + NaOCl 2,5% + EDTA 17%	de Oliveira R. et al.
		IUP o MAF + NaOCl 3% + EDTA 17%	Neelakantan P. et al.
IUS	27%	IUS (Endo Ufile)+ NaOCl 5,25% + EDTA 18%	Kumar P. et al.
		IUS (EMS) o IAL Er:YAG (Fidelis AT) + NaOCl 3%	Li D. et al.
		IUS o IS (EndoActivator) + NaOCl 5% + EDTA 17%	Ma J. et al.
IAL	18%	IAL Er:YAG + NaOCl 8,25% + EDTA 17%	Lloyd A. et al.
		IAL Er:YAG (Fidelis AT) o IUS (EMS) + NaOCl 3%	Li D. et al.
IS	18%	IS (EndoActivator) + NaOCl 3% + EDTA 17%	Acharya N. et al.
		IS (EndoActivator) o IUS + NaOCl 5% + EDTA 17%	Ma J. et al.
XP-endo Finisher	9%	XP-endo Finisher o IUP (IrriSafe) + NaOCl 5,25%	Denna J. et al.
GentleWave	9%	GentleWave + NaOCl 3% + EDTA 8%	Ma J. et al.
Easy Clean	9%	Easy Clean o IUP (Helse) + NaOCl 2,5% + EDTA 17%	de Oliveira R. et al.
IUP: irrigación ultrasónica pasiva IUS: irrigación ultrasónica		MAF: lima apical maestra IS: irrigación sónica	IAL: irrigación activada por láser

TABLA VII. Agrupación de técnicas de irrigación con mayor eficiencia en la remoción de Ca(OH)_2 con su respectiva frecuencia relativa, detalle de la técnica y autor, de los estudios abarcados en la tabla VI. Considera los estudios seleccionados en la tabla VI, estudios experimentales in vitro donde se evalúa la remanencia mediante recursos imagenológicos.

Los agentes de irrigación más utilizados en los 35 estudios analizados para la ejecución de las técnicas de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 como medicación intraconducto fueron NaOCl y EDTA, presentando una frecuencia relativa de 94,28% y un 65,71%, respectivamente. En menor frecuencia se utilizó ácido etidróico con un 5,71%. Otros estudios utilizaron Qmix 2 en 1 (EDTA y CHX, Dentsply), ácido peracético y Savlon™ (CHX y Cetramida), cada uno con un 2,85%.

Del total de estudios analizados, un 17,14%, es decir 6 publicaciones, consideraron dentro de sus grupos de intervención a la Irrigación Activada con Láser (IAL), logrando en todos los estudios analizados la mayor eficiencia en remoción de la medicación con Ca(OH)_2 . La irrigación con el sistema GentleWave (Sonendo), fue considerado solamente en un estudio como intervención para evaluar eficiencia en remoción, presentando los menores porcentajes de remanencia de Ca(OH)_2 . Considerándose estas dos técnicas como innovación, debido a que no se pueden categorizar en técnicas manuales, mecanizadas, sónicas/ultrasónicas y de presión negativa.

7. DISCUSIÓN

La eliminación completa de los medicamentos intraconducto de los sistemas de conductos radiculares es crucial para poder obtener un buen sellado y la adhesión adecuada entre los selladores endodónticos y la dentina radicular¹³⁹. El Ca(OH)_2 en pasta en su forma fluida, penetra irregularidades o variantes anatómicas del conducto, que aumentan posteriormente la dificultad en la eliminación de este medicamento^{147,155}. El Ca(OH)_2 debe ser completamente eliminado de los conductos radiculares dado que los residuos pueden afectar negativamente el éxito del tratamiento endodóntico, favoreciendo la infiltración microbiana¹⁵³. Sin embargo, las técnicas de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 como medicación intraconducto, no lo eliminan por completo.

La irrigación manual o también llamada irrigación convencional, realizada con jeringa y aguja, no resulta eficiente en la eliminación del Ca(OH)_2 en su totalidad. Estudios analizados, demuestran que este tipo de irrigación presenta los mayores porcentajes de remanencia de este agente de medicación, en comparación al empleo de otras técnicas^{128,129}. Arslan et al.¹²⁴ observaron que tras la irrigación con aguja se obtuvo una mayor remanencia de Ca(OH)_2 en las paredes de los conductos, en comparación a la IS e IUS. Uygun et al.¹²⁷ analizaron la remanencia mediante un sistema de puntuación, donde la irrigación convencional obtuvo las peores asignaciones en puntajes, con respecto a las otras técnicas empleadas. Esta falta de eficiencia en la eliminación de la medicación, se debe a la ausencia de un coadyuvante al suministro continuo de irrigante, impidiendo que se potencie el desarrollo de efectos sinérgicos en la limpieza de los conductos, como puede ser mediante la activación ultrasónica u otro instrumento¹⁴⁷.

Debido a la falta de eficiencia de la técnica convencional, se han incorporado otros elementos para disminuir la remanencia de Ca(OH)_2 . Neelakantan et al.¹⁵⁰, utilizaron cánulas de irrigación con microfilamentos para cepillado intraconducto, conocidas comercialmente como NaviTip FX, donde se pudo evidenciar que con irrigación asociada a NaOCl al 3% y EDTA al 17%, presentaron mayor eficiencia en comparación a la irrigación con aguja convencional. La presencia o no de microfilamentos en las cánulas de irrigación endodónticas NaviTip, determina la

eficiencia de la técnica. Romualdo et al.¹³⁶ concluyeron que NaviTip FX es más eficiente en la remoción de Ca(OH)_2 que NaviTip. La presencia de microfilamentos, permite una acción mecánica durante el proceso de irrigación, que resulta en el desbridamiento de las paredes de los conductos radiculares, propio del movimiento de entrada y salida. Además, la diferencia podría explicarse por la ausencia de microfilamentos en los últimos 2 milímetros de las cánulas NaviTip FX, en dirección apical, zona que se asemeja a las cánulas NaviTip. De esta manera, durante el retroceso de la cánula NaviTip FX, los microfilamentos mantienen contacto con las paredes, dificultando el retroceso del irrigante y promoviendo que, entre la punta de la cánula y el límite de trabajo, se ejerza una mayor presión en la dinámica del fluido y un flujo turbulento.

En el estudio desarrollado por Vega et al.¹⁴⁴, la irrigación con aguja en combinación con el uso de limas K presentó un menor porcentaje de remanencia de Ca(OH)_2 , en comparación con otros autores donde no se emplean limas manuales^{104,124}.

Para que las soluciones de irrigación presenten mayor eficiencia en la técnica de irrigación, se debe considerar la profundidad de la aguja y el volumen de irrigación que se aplique. Generalmente, la punta de la aguja es colocada a 2 o 3 mm antes de la terminación apical del conducto y el irrigante se distribuye pasivamente; por lo tanto, si la punta de la aguja es colocada muy cerca del foramen apical o si el irrigante es inyectado con fuerza, la probabilidad de una extrusión aumenta¹⁵⁶.

XP-endo Finisher, es una lima utilizada bajo un sistema mecanizado, donde este instrumento se basa en los principios de memoria de la forma de la aleación Níquel-Titanio (NiTi). El conducto en el que se use debe tener un ISO de al menos 25. El primer estudio que comparó la eficiencia en la eliminación de Ca(OH)_2 como medicación intraconducto mediante el empleo de esta lima, determinó que no hubo diferencias significativas respecto de IUP, pero sí demostró superioridad a la irrigación convencional¹²⁸. Lo anteriormente mencionado no dista de los estudios posteriores que analizaron la eficiencia de este sistema mecanizado^{109, 126, 127, 129}. Además, Denna et al.¹⁵⁴ en su estudio, hacen referencia que se observaría mayor eficiencia en el tercio apical, en su uso combinado con IUP. Sin embargo, en las

investigaciones desarrolladas por Donnermeyer et al.¹³⁰ y Gokturk et al.¹²⁶, se observa superioridad en la IUP respecto del uso de XP-endo Finisher en el tercio apical. La remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es el resultado de contacto físico entre las paredes del conducto radicular con este instrumento rotatorio, especialmente en el tercio apical (en su fase austenítica) en sus últimos 5 mm, pero también como consecuencia de la agitación del irrigante debido a su rotación a 800 rpm¹⁰⁹. Otros estudios, también han evaluado su eficiencia en la eliminación del Smear Layer de las superficies de los conductos radiculares, teniendo una capacidad superior en la remoción de estos residuos^{157,158}.

CanalBrush es un microcepillo endodóntico altamente flexible que se puede utilizar de manera manual o mecanizada con acción giratoria. En diversos estudios^{126, 132, 135, 139} se ha evaluado la eficiencia de CanalBrush en la remoción de la medicación de los conductos radiculares, donde este instrumento presenta una eficiencia mayor a la irrigación convencional, pero no superior a la IS o IUP. Sin embargo, en el estudio Markovic et al.¹³⁴ se evidenció que el uso de CanalBrush en combinación con lima rotatoria o activación sónica deja menos residuos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en las paredes de los conductos. No está claro si la acción mecánica de las cerdas, la activación del irrigante o una combinación de ambas han contribuido a la buena eficiencia de limpieza del CanalBrush. El uso del CanalBrush puede haber resultado en una mejor transferencia e intercambio del irrigante dentro de los espacios del conducto, pero es más probable que la acción mecánica de las cerdas sea el factor principal responsable de eliminar los desechos de hidróxido de calcio, particularmente cuando se usa con rotación permanente. Esto se confirma por las distorsiones que pueden ser observadas en las cerdas, que implican un contacto extenso con la pared.

El sistema EndoActivator utiliza energía sónica para irrigar los sistemas de conductos radiculares, produciendo una agitación vigorosa del fluido intraconducto a través de su movimiento oscilatorio y su cavitación. Diversas investigaciones han evaluado la eficiencia de este sistema en relación a la remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ intraconducto. En el estudio de Alturaiki et al.¹, el uso de EndoActivator fue significativamente mejor en la remoción de medicación a nivel de los tercios coronal, medio y apical de los conductos, en comparación a otras técnicas como

IUS e IPN. Acharya et al.¹⁵¹, demostraron que EndoActivator presenta una eficiencia mayor en el tercio apical en relación a la irrigación convencional. Este efecto se permite gracias al mecanismo hidrodinámico de activación producido por este sistema de IS, que permite mejorar la penetración, circulación y flujo del irrigante en las áreas de difícil acceso del sistema de conductos radiculares¹³⁷. Se sugiere utilizar una punta que no se adhiera a la pared del canal en los últimos 2 a 3 mm de este¹⁴³.

Otro sistema de activación sónica es Vibringe. Existe evidencia limitada en base a su uso como técnica de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 . Estudios demuestran una eficiencia mayor en comparación a técnicas de irrigación manual. Sin embargo, en comparación a IUP y XP-endo Finisher, Vibringe resulta ser menos eficiente en la remoción de medicación al interior de los conductos^{126,139}. Este nivel de eficiencia se debe a la activación e IS de las soluciones de irrigación y la transmisión al conducto radicular a través de una aguja.

Otra alternativa de dispositivos son los de carácter ultrasónico, que han sido introducidos para mejorar las etapas de irrigación y conformación. Se sugiere la IUP, debido a que la instrumentación que acciona es sin corte. Diversos estudios, han demostrado que esta opción para la remoción de Ca(OH)_2 ha resultado ser la que posee los mejores registros de eficiencia. Li et al.¹⁴⁷ observó que IUP fue el método más eficaz para eliminar esta medicación en los tres tercios del conducto radicular, en comparación con la irrigación convencional. No se han encontrado diferencias significativas entre este tipo de activación y XP-endo Finisher en los tercios coronales y medios. Sin embargo, otro estudio estableció que no existe diferencia entre los tercios en la eliminación de residuos de las superficies del conducto radicular¹⁵⁸.

A pesar de que la cantidad de extrusión de los irrigantes fuera del ápice es mínima entre la IS e IUP, siendo mayor en esta última¹⁵⁹, debido a la diferencia entre las potencias con las que se generan las corrientes acústicas y cavitaciones, siendo mayor en IUP¹⁶⁰; la irrigación convencional con aguja extruye considerablemente mayor cantidad de irrigante en comparación a los mecanismos de activación mencionados anteriormente.

EndoVac al ser un sistema de irrigación de presión negativa, permite que el flujo del irrigante logre penetrar en la complejidad del sistema de conductos radiculares y como consecuencia de manera simultánea la remoción del medicamento con gran eficiencia en el tercio apical. Lo anterior se refleja en el estudio desarrollado por Alturaiki et al.¹ donde este dispositivo mostró mejores resultados en el tercio apical de los conductos analizados en comparación con la irrigación convencional con aguja e IS. Conclusiones similares presentó Agrawal et al.¹³⁸, estableciendo que EndoVac fue más eficiente en la eliminación de Ca(OH)_2 en el tercio coronal y apical, de manera significativa. La anatomía radicular de cada diente puede influir en la eficiencia de este dispositivo, positiva o negativamente, ya que en la eliminación de Ca(OH)_2 en las raíces mesiales de los primeros y segundos molares mandibulares no presenta diferencias significativas respecto a la irrigación convencional, en ninguno de los tres tercios radiculares¹⁴².

Las ventajas de EndoVac sobre otros sistemas son principalmente la administración segura del irrigante sin riesgo de extrusión apical, una capacidad mejorada de limpieza del canal, especialmente en un tercio apical, debido a la presencia de una microcánula especialmente destinada a esta zona¹⁶¹. Una desventaja o problema significativo que puede tener este sistema es el bloqueo de los orificios de la microcánula, que puede ser un factor que contribuya a que no se elimine el Ca(OH)_2 por completo⁷⁸.

Considerar la longitud de trabajo en el proceso de irrigación, es sustancial para evitar complicaciones. EndoVac se utiliza de forma segura a LT, sin posibilidad de extrusión de la solución irrigante más allá de la constricción apical. Se ha encontrado diferencias significativas en relación a los residuos, donde a 1 mm de LT, son considerablemente menores a una irrigación empleada a LT-2 mm, bajo este sistema u otro, como la irrigación convencional con aguja¹.

Por lo tanto, valorar la LT en relación a todas las técnicas de irrigación mencionadas anteriormente, permitirá evitar daños a los tejidos periapicales, dependiendo de igual manera el tipo de solución de irrigación y su concentración. Una solución de irrigación extruida puede causar inflamación y, en algunos casos, incluso necrosis del tejido, lo que resulta en un dolor perioperatorio

y postoperatorio intenso. Además, esto puede comprometer la curación de la periodontitis apical¹⁶².

Existen otros dispositivos que se han desarrollado en los últimos años, que han permitido mejorar la etapa de irrigación endodóntica. La irrigación activada por láser es una de las opciones que presenta mayor eficiencia en la remoción de Ca(OH)_2 en el conducto radicular. El láser más utilizado en endodoncia es el de tipo Er:YAG, gracias a la inducción de un efecto de flujo fotoacústico debido a la energía luminosa pulsada en el irrigante¹²⁵. Arslan et al.¹²⁴ obtuvieron como principal hallazgo que la IAL genera una eliminación completa de este medicamento intraconducto, presentando mayor eficiencia que la IUP. Además, otro estudio informó que en su muestra analizada bajo este tipo de activación, presentó un remanente de Ca(OH)_2 del 0% en los tres tercios radiculares, es decir, una eficiencia del 100%¹⁴⁸. La mayor eficiencia se explica debido a la emisión de fotones que crean ondas de choque fotoacústicas en los conductos que se dirigen tridimensionalmente al irrigante y, por lo tanto, limpian eficientemente los conductos radiculares. Además, bajo el análisis con Micro TC, se encontró que la IAL fue superior a EndoActivator y la irrigación convencional en la remoción de Ca(OH)_2 de las regiones del istmo del conducto radicular de los premolares superiores¹⁴⁷.

Por lo tanto, es importante considerar que la energía del pulso, la longitud, la frecuencia, la duración de la exposición y la ubicación de la punta de la fibra afectan la eficiencia del láser. La alta energía del pulso y su corta duración, la duración de la exposición de manera prolongada, el posicionamiento cercano de la punta de fibra en el conducto, fueron efectivos en la limpieza, mientras que la forma y el diámetro de la punta de la fibra no afectan su eficiencia¹⁶³.

GentleWave es un dispositivo que ha sido desarrollado para limpiar el sistema de conductos radiculares. Ma et al.⁴ observaron que este tipo de activación en el tercio apical de los conductos mesiales y distales en los primeros y segundos molares mandibulares obtuvo una remoción promedio del 99% de Ca(OH)_2 , con significancia sobre la irrigación convencional y la IUS. Este nivel de eficiencia lo explicaría la dinámica de fluidos avanzada que genera este sistema sin necesidad de que la punta de activación ingrese en los conductos radiculares debido a la generación de un amplio espectro de ondas sonoras dentro de las soluciones de

irrigación, permitiendo eliminar tejidos blandos y bacterias de los conductos radiculares¹⁶⁴. Sin embargo, hasta ahora la evidencia de este sistema es limitada en relación a la eficiencia en la remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en los conductos radiculares.

Easy Clean es un instrumento plástico con forma de ala de avión montado sobre un motor eléctrico, que se ha propuesto para agitar la solución irrigante. En el estudio desarrollado por de Oliveira et al.¹⁵² se analizó que presentó resultados similares a la IUP, sin diferencias significativas. Su eficiencia es considerable, debido a que en otros estudios se ha demostrado resultados comparables en término de eficiencia respecto del ultrasonido para la eliminación de Smear Layer de los conductos radiculares^{165,166}. Sin embargo, la evidencia disponible respecto a su eficiencia en la eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, hasta el momento es limitada.

Se han utilizado varios irrigantes para la eliminación de medicamentos como NaOCl, EDTA, ácido peracético, ácido etidróico. El uso combinado de NaOCl y EDTA al 17% no es eficiente para la eliminación completa del $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Sin embargo, esta combinación resulta ser más eficiente en la remoción de medicación en comparación a su uso por separado^{130, 132, 140, 153}. Se ha estudiado la eficacia de otros quelantes de calcio como el ácido cítrico al 10% y el ácido maleico al 7%, y se sugiere que su uso resultaría ser eficiente en la eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de los conductos radiculares¹⁶⁷.

El uso combinado de activación ultrasónica y quelante conduce a un canal comparativamente más limpio independiente del vehículo utilizado para la preparación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Este medicamento al ser preparado con un vehículo acuoso es relativamente fácil de eliminar en comparación a uno oleoso^{77, 168}.

Se ha demostrado que 30 segundos de irrigación son ineficientes para la remoción completa del $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Uzunoglu et al.¹³⁵ sugieren un tiempo de irrigación sobre el minuto por cada irrigante utilizado independiente de la técnica de irrigación. Además, la eficiencia está directamente relacionada con el volumen del irrigante, es decir, a mayor volumen de irrigante, aumenta la eficiencia del riego⁷⁷.

Se evidencia una variabilidad considerable en los estudios analizados en el desarrollo de cada una de las técnicas de irrigación y presentación de los resultados. Lo anterior, dificulta la estandarización previa para la estructuración de

las intervenciones y los resultados, con posterior compromiso en el desarrollo de algún tipo de investigación, como una revisión sistemática con o sin metanálisis. Por otro lado, en relación al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ utilizado, existe gran variabilidad en relación a la utilización de un medicamento de este tipo con o sin radiopacidad. Esto afecta la correcta evaluación de la remanencia de este agente de medicación, que bajo el análisis con microscopía óptica de barrido, no se permite discernir claramente entre la medicación y el Smear Layer.

8. CONCLUSIÓN

La irrigación convencional con aguja se ha utilizado de manera tradicional para la remoción de medicación, pero esta resulta ser ineficiente para dicho fin. Se han introducido diversos dispositivos que presentan mayor eficiencia en la remoción de este medicamento, tales como sistemas mecanizados, IS, IUS, IUP, IPN e IAL.

Mediante esta revisión crítica de literatura se identificaron como las mejores opciones de activación del irrigante para lograr un menor remanente de Ca(OH)_2 en los tres tercios de los conductos a la IAL, seguida de IUP. Además, los irrigantes empleados deben ser NaOCl y EDTA, ambos de manera secuencial, pero no de uso único y con exclusión del otro, en cada técnica de irrigación, considerando como tiempo mínimo de activación del irrigante 30 segundos.

Destacan como técnicas innovadoras emergentes a las que consideran los sistemas GentleWave y Easy Clean, que en los estudios muestran resultados prometedores en términos de la eficiencia en la remoción del Ca(OH)_2 , pero actualmente la evidencia es limitada.

Por otro lado, se debe considerar posibles efectos secundarios asociados a los diferentes mecanismos de activación como, por ejemplo, la extrusión apical y/o deformaciones de la anatomía radicular. La consideración rigurosa de la longitud y amplitud de trabajo, son necesarias para la correcta preparación biomecánica que contempla un tratamiento de endodoncia, garantizando una adecuada resolución del caso y resguardando la integridad de los tejidos circundantes.

Finalmente, la irrigación debe ser entendida como una técnica que no involucra solamente el empleo de un dispositivo, sino el uso conjugado de varios, identificando la potencialidad de cada uno de ellos en los tres tercios de los conductos radiculares, sopesando la variabilidad clínica que puede tener cada caso.

9. SUGERENCIAS

Se sugiere utilizar Ca(OH)_2 radiopaco para lograr una correcta evaluación y valoración mediante un análisis imagenológico, debido a las consecuencias que puede traer consigo la remanencia de este medicamento, afectando negativamente el sellado endodóntico y el pronóstico del tratamiento.

Las muestras utilizadas en gran parte de los estudios analizados consideran dientes unirradiculares, con anatomía aparentemente recta y de fácil acceso. Por lo tanto, considerar unidades muestrales que presentan mayor variabilidad anatómica, resultaría ser más beneficioso en su proximidad a la aplicación in vivo de estas técnicas de remoción para Ca(OH)_2 como agente de medicación.

Como se mencionó anteriormente, la evidencia es limitada respecto a dispositivos o instrumentos, tales como GentleWave y Easy Clean, por lo que se requiere realizar más estudios para evaluar su eficiencia en la remoción de este medicamento, y no solo de estos instrumentos, sino también de otros que ofrece el mercado de la Endodoncia.

Finalmente, es importante considerar una actualización de los protocolos de irrigación referentes a la remoción de Ca(OH)_2 utilizados en la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, Chile.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alturaiki S, Lamphon H, Edrees H, Ahlquist M. Efficacy of 3 different irrigation systems on removal of calcium hydroxide from the root canal: A scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2015 Jan; 41(1):97-101.
2. Mobarakeh NM, Taheri A, Rahmanian H, Jafarpour D, Rahmanian S. Effect of various irrigation devices on the removal of two different forms of calcium hydroxide from internal resorption cavities. *Journal of Dentistry*. 2020 Sept; (20)1:1-7.
3. Fernandes R, Ricci R, Milanda MR, Weckwerth H, Bombarda F, Burgos J, Hungaro MA. Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties of Calcium Hydroxide Pastes Used as Intracanal Medication. *J Endod*. 2016 Dec;42(12):1822-8.
4. Ma J, Shen Y, Yang Y, Gao Y, Wan P, Gan Y, et al. In vitro study of calcium hydroxide removal from mandibular molar root canals. *J Endod*. 2015 Apr; 41(4):553-8.
5. Yaylali IE, Kececi AD, Kaya BU. Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod*. 2015 Oct;41(10):1589-99.
6. Türker SA, Koçak MM, Koçak S, Sağlam BC. Comparison of calcium hydroxide removal by self-adjusting file, EndoVac, and CanalBrush agitation techniques: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013 Oct;16(5): 439-43.
7. Saad AG, Saad AS, Saad AN, Nasser AN. Evaluation of calcium hydroxide removal using EndoActivator system: An in vitro study. *J Endod*. 2014 Feb;(4)1:137.
8. Aydın MN, Buldur B, The effect of intracanal placement of various medicaments on the bond strength of three calcium silicate-based cements to root canal dentin. *J Adhes Sci Technol*. 2018 Aug;32(5):542-52.
9. Sierra AJ, Gómez D, Gajardo F, Correa V. Apical Extrusion of Dentin and Irrigant Smear Layer Produced by Two Nickel Titanium Instrumentation Systems when Using Passive or Active Irrigation. *Int. J. Odontostomat*. 2019 Mar;13(1):51-7.

10. Da Silva LJ, de Oliveira TT, dos Reis AC. Effect of ultrasound on the cleaning of root canal system: a literature review. *Odontol. Sanmarquina*. 2019 Sept 22(3):187-5.
11. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 2014 Mar; 216 (6): 299-03.
12. Canalda C, Brau E. Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas. 4ta Edición. Elsevier Health Sciences. 2019.
13. Cohen S, Kenneth M, Berman L. Vías de la pulpa. 11va edición. Texas. Elsevier; 2016.
14. Corona MG, Rosales M, Flores E, López AG, Díaz R. Análisis de la anatomía interna radicular del primer premolar inferior y su relación con la hendidura radicular mesial. *Oral*. 2017 Ene-Abr;18(56):1435-40
15. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984 Nov;58(5):589-99.
16. Ahmed HM, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J*. 2017 Aug; 50(8):761-0.
17. Alrahabi MK. Predictors, prevention, and management of post operative pain associated with nonsurgical root canal treatment: A systematic review. *J. Taibah Univ. Med. Sci*. 2017 Oct;12(5):376-84.
18. Costa FF, Pacheco J, Siqueira JF, Oliveira AC, Gazzaneo I, Amorim CA, et al. Association between missed canals and apical periodontitis. *Int Endod J*. 2019 Apr;52(4):400-6.
19. Granda G, Caballero S, Agurto A. Estudio de la anatomía de raíces y conductos radiculares en segundos molares permanentes mandibulares, mediante tomografía computadorizada de haz cónico en población peruana. *Odontología Vital*. 2017 Jun;26:5-12.
20. Cardona J, Fernández R. Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica: Revisión. *Rev. CES Odont*. 2015; 28(2): 70-99.

21. Gómez M. Estudio anatómico de los conductos radiculares de incisivos y caninos mandibulares por medio de tomografía axial computarizada de haz cónico [tesis de pregrado]. Leioa: Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco; 2018.
22. Santos A, De Castro L, Mateo J, Pinheiro C. Success or failure of endodontic treatments: A retrospective study. *J Conserv Dent*. 2019 Apr; 22(2):129-32.
23. Monardes H, Lolas C, Aravena J, González H, Abarca J. Evaluación del tratamiento endodóntico y su relación con el tipo y la calidad de la restauración definitiva. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral*. 2016; 9(2):108-13.
24. Segura J, Martín J, Castellanos L, Jiménez M, Stambolsky C. Respuesta inmune pulpar frente a la caries: mecanismos de reconocimiento inespecífico de antígenos bacterianos. *Endodoncia (Madr)*. 2013 Jun;31(2): 84-0.
25. Sakko M, Tjaderhane L, Rautemaa R. Microbiology of Root Canal Infections. *Prim Dent J*. 2016 May;5(2): 84-9.
26. Ricucci D, Siqueira JF. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endod*. 2010 Aug; 36(8):1277-88.
27. Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan A, et al. Biofilms in Endodontics-Current Status and Future Directions. *Int J Mol Sci*. 2017 Aug; 11;18(8):1748.
28. Zambrano S, Salcedo D, Petkova M, Huasupoma María. Biofilm en Endodoncia: una revisión. *Odontol. Sanmarquina*. 2016 Dic;19(2): 45-9.
29. Jhajharia K, Parolia A, Shetty K, Mehta L. Biofilm in endodontics: A review. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2015 Jan-Feb;5(1):1-12.
30. Persoon IF, Crielaard W, Özok AR. Prevalence and nature of fungi in root canal infections: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2017 Nov; 50(11):1055-66.

31. Prada I, Micó P, Giner T, Micó P, Collado N, Mico P, Manzano A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2019 May; 24(3):364-72.
32. Zargar N, Marashi MA, Ashraf H, Hakopian R, Beigi P. Identification of microorganisms in persistent/secondary endodontic infections with respect to clinical and radiographic findings: bacterial culture and molecular detection. *Iran J Microbiol*. 2019 Apr;11(2):120-8.
33. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am*. 1974 Apr;18(2):269-96.
34. Somma, F, Castagnola, R, Lajolo C, Paternó L, Marigo L. In vivo accuracy of three electronic root canal length measurement devices: Dentaport ZX, Raypex 5 and ProPex II. *Int. Endod. J*. 2012 Jun;45(6):552-6.
35. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic topics*. 2005 Aug; 10(1): 3-29.
36. Razavian H, Vali A, Ziaei F, Mosleh H, Khazaei S. Electronic apex locator: A comprehensive literature review - Part I: Different generations, comparison with other techniques and different usages. *Dent Hypotheses*. 2013; 5(3):84-97.
37. Rodríguez C, Oporto G. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. *Int. J. Odontostomat*. 2014 Sep;8(2):177-83.
38. Khoshbin E, Donyavi Z, Abbasi E, Roshanaei G, Amani F. The Effect of Canal Preparation with Four Different Rotary Systems on Formation of Dentinal Cracks: An In Vitro Evaluation. *Iran Endod J*. 2018 ;13(2):163-68.
39. Bürklein S, Flüch S, Schäfer E. Shaping ability of reciprocating single-file systems in severely curved canals: WaveOne and Reciproc versus WaveOne Gold and Reciproc blue. *Odontology*. 2019 Jan;107(1):96-2.

40. Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio R, Torabinejad M. Minimum Contact Time and Concentration of Sodium Hypochlorite Required to Eliminate *Enterococcus faecalis*. *J Endod*. 2010 Mar; 36(3):520-3.
41. Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari R, Hunter M. Modern endodontic principles part 4: irrigation. *Dental Update*. 2016 Jan - Feb; 43(1), 20-33.
42. Torabinejad M. *Root Canal Irrigants and Disinfectants*. 1th Edition. Carolina del Norte; American Association of Endodontists; 2011.
43. Ruddle CJ. Endodontic disinfection: tsunami irrigation. *Endodontic Practice*. 2015 Jan; 5: 1-12.
44. Ensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*. 1999 Nov;25(11):735-8.
45. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D, Rowell J. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. *Aust Dent J*. 2006 Sep;51(3): 245-51.
46. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*. 2005;10:77-102.
47. Gomes BP, Ferraz CC, Berber VB, Teixeira FB, Souza FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*. 2001 Sep; 34(6):424-8.
48. Pişkin B, Türkün M. Stability of various sodium hypochlorite solutions. *J. Endod*. 1995 Apr; 30;21(5):253-55.
49. Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J*. 1989 Ene; 22(1): 21-8.
50. Basrani B, Manek S, Sodhi R, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod*. 2007 Aug; 33(8):966-9.

51. Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia. Técnica Y Fundamentos. 2da edición. Buenos Aires. Panamericana; 2012.
52. Martinelli S, Strehel A, Mesa M. Estudio de la eficacia de diferentes soluciones de EDTA y ácido cítrico en la remoción del barro dentinario. *Odontoestomatología*. 2012 May;14 (19): 52-63.
53. Mello I, Kammerer B, Yoshimoto D, Macedo M, Antoniazzi J. Influence of Final Rinse Technique on Ability of Ethylenediaminetetraacetic Acid of Removing Smear Layer. *J Endod*. 2010 Mar;36(3):512-4.
54. Hakan Sen B, Ertürk Ö, Pişkin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Oct;108(4):622-7.
55. Guerreiro JM, Loiola LE, Morgental RD, Leonardo R, Tanomaru-Filho M. Efficacy of four irrigation needles in cleaning the apical third of root canals. *Braz Dent J*. 2013 May; 24(1):21-4.
56. Vera J, Benavides M, Moreno E, Romero M. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. *Endodoncia (Madr)*. 2012 Mar;30(1):31-44.
57. Abou M, Piccinino M. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1982 Sep; 54(3), 323–8.
58. Hsieh Y, Gau C, Kung S, Shen E, Hsu P, Fu E. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. *Int Endod J*. 2006 Nov;40(1): 11–7.
59. Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis L. Irrigant flow in the root canal: experimental validation of an unsteady Computational Fluid Dynamics model using high-speed imaging. *Int Endod J*. 2010 May;43(5), 393-3.
60. Utner J, Mines P, Anderson A. Irrigation Trends among American Association of Endodontists Members: A Web-based Survey. *J Endod*. 2012 Jan;38(1), 37–0.
61. Zehnder Ma. Root Canal Irrigants. *J Endod*. 2006 May;32(5), 389-98.

62. Richman RJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *Med Dent J.* 1957;12(2):12-8.
63. Stock CJ. Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int Dent J.* 1991 Jun; 41(3):175-82.
64. Laurichesse JM. La technique de l'appui parietal (T.A.P.) *Rev Franc Endod.* 1985;4:19-38.
65. Venkatesh A, Megha R, Malarvizhi D, Ahuraka B. Scope of Ultrasonics in Endodontics - A review. *Indian J. Public Health .* 2019 Nov; 10(11): 2085-88.
66. Padrón E. Ultrasonido en Endodoncia [tesis postgrado]. Caracas: Facultad de Odontología, Universidad Central de Venezuela; 2003.
67. Nakamura VC, Pinheiro ET, Prado LC, Silveira AC, Mayer MP, Gavini G. Effect of ultrasonic activation on the reduction of bacteria and endotoxins in root canals: a randomized clinical trial. *Int Endod J.* 2018 Jan; 51: 12-22.
68. Gu L, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009 Jun; 35(6): 791-804.
69. Van Der Sluis LM, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 2006 Jun; 39(6):472-76.
70. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 1999 Nov; 25(11):735- 738.
71. Ahmad M, Pitt TI, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod.* 1987 Oct; 13(10):490- 99.
72. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod.* 1988 Nov; 14(11):554-59.

73. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 2003 Oct; 29(10):674-78.
74. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod.* 2003 Sep; 29(9):562-64.
75. Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular enterococcus faecalis biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J.* 2010 Mar; 43(3): 241-50.
76. Plotino GI, Cortese TE, Grande NI, Leonardini DE, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. *Braz Dent J.* 2016 Feb; 27(1):3-7.
77. Ahmetoglu F, Keles A, Simsek N. Effectiveness of the several irrigation techniques for removal of calcium hydroxide-based intracanal medication from an artificial standardized groove in the apical root canal. *Marmara Dent J.* 2013 Jan;2:53-6.
78. Topçuoğlu HS, Düzgün S, Ceyhanlı KT, Aktı A, Pala K, Kesim B, et al. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Int Endod J.* 2015 Apr;48(4):309-16.
79. Nielsen B, Craig J. Comparison of the EndoVac System to Needle Irrigation of Root Canals. *J Endod.* 2007 May;33(5):611-5.
80. Basrani E. *Endodoncia Integrada*. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 1999.
81. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.* 2011 Aug; 44: 697-30.
82. Broon NJ. Filosofía de tratamiento en la preparación de conductos radiculares. *Med Oral.* 2001 Jul-Sep; 3(3):138-43.

83. Parveen N, Abbas N, Lal V, Ahmed B. Effectiveness of 2% Chlorhexidine gel in reducing intracanal bacterial count. *PODJ*. 2014 Dec; 34(4):726-29.
84. Chong BS, Pitt TR. The role of intracanal medication in root canal treatment. *Int Endod J*. 1992 Mar; 25(2):97-6.
85. Sato I, Ando-Kurihara N, Kota K, Iwaku M, Hoshino E. Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline in situ. *Int Endod J*. 1996 Mar; 29(2): 118-24.
86. Windley W, Teixeira F, Levin L, Sigurdsson A, Trope M. Disinfection of Immature teeth with a triple antibiotic paste. *J Endod*. 2005 Jun; 31(6): 439-43.
87. Nakahara H. Clinical Evaluation of LSTR 3Mix-MP Endodontic Treatment. *Journal of LSTR Therapy*. 2005 Mar.
88. Takushige T, Hataoka H, Ando M, Hoshino E. Clinical Evaluation of Endodontic Re-Treatment Using LSTR 3 Mix– MP. *Journal of LSTR Therapy*. 2007 Mar.
89. Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. *Dent Traumatol*. 2001 Aug; 17: 185-87.
90. Meeker DG, Beenken KE, Mills WB, Loughran AJ, Spencer HJ, Lynn WB, et al. Evaluation of Antibiotics Active against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Based on Activity in an Established Biofilm. *Antimicrob Agents Chemother*. 2016 Sep;60(10):5688-94.
91. Diogenes A, Ruparel NB, Shiloah Y, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: A way forward. *J Am Dent Assoc*. 2016 May;147(5):372-80.
92. Sabrah AH, Yassen GH, Liu WC, Goebel WS, Gregory RL, Platt JA. The effect of diluted triple and double antibiotic pastes on dental pulp stem cells and established *Enterococcus faecalis* biofilm. *Clin Oral Investig*. 2015;19(8):2059-66.
93. Leonardo M. Tratamiento de Conductos Radiculares. Principios técnicos y biológicos. 1ra Edición. San Pablo: Artes Médicas Lationamericana. 2005

94. Savitha A, SriRekha A, Vijay R, Ashwija, Champa C, Jaykumar T. An in vivo comparative evaluation of antimicrobial efficacy of chitosan, chlorhexidine gluconate gel and their combination as an intracanal medicament against *Enterococcus faecalis* in failed endodontic cases using real time polymerase chain reaction (qPCR). *Saudi Dent J.* 2019 Jul;31(3):360-66.
95. Vasudeva A, Sinha D, Tyagi S, Singh NN, Garg P, Upadhyay D. Disinfection of dentinal tubules with 2% Chlorhexidine gel, Calcium hydroxide and herbal intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis*: An in-vitro study. *Singapur Dent J.* 2017 Dec;38:39-4.
96. Natale LC, Rodrigues MC, Xavier TA, Simoes A., Souza DN, Braga RR. Ion release and mechanical properties of calcium silicate and calcium hydroxide materials used for pulp capping. *Int Endod J.* 2015 Jan;48(1): 89-4.
97. Hungaro MA, Zanin RZ, Zeferino MA, Ricci R, Henrique PH, Dos Santos F, Guerreiro JM, Tanomaru M. Evaluation of pH and calcium ion release of calcium hydroxide pastes containing different substances. *J Endod.* 2009 Sep;35(9): 1274-7.
98. Böttcher DE, Rahde NM, Grecca FS. Calcium hydroxide removal: Effectiveness of ultrasonic and manual techniques. *Rev Odonto Cienc.* 2012 Jun;27(2):152–5.
99. Balvedi RP, Versiani MA, Manna FF, Biffi JC. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J.* 2010 Sep;43(9):763-8.
100. Barbizam JV, Trope M, Teixeira EC, Tanomaru M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Braz Dent J.* 2008 Sep; 19(3):224-27.
101. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod.* 1997 Ene; 23(1):43-8.
102. Ricucci D, Langeland K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. *Int J Endod.* 1997 Nov; 30(6):418-21.

103. Vianna ME, Figueredo BE, Sena NT, Zaia AA, Ferraz CC, De Souza FJ. In vitro evaluation of the susceptibility of endodontic pathogens to calcium hydroxide combined with different vehicles. *Braz Dent J.* 2005;16(3): 175-0.
104. Phillips M., McClanahan S., Bowles W. A titration model for evaluating calcium hydroxide removal techniques. *J Appl Oral Sci.* 2015 Jan-Feb; 23(1): 94-0.
105. Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Influence of calcium hydroxide dressing on the obturation of simulated lateral canals. *J Endod.* 2002 Feb; 28(2):99-1.
106. Curtis TO, Sedgley CM. Comparison of a continuous ultrasonic irrigation device and conventional needle irrigation in the removal of root canal debris. *J Endod.* 2012 Sep;38(9):1261-4.
107. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2006 Dec;32(12):1181-4.
108. Ruddle J. Microbrush for endodontic use. World Intellectual Property Organization Publ.of the Int.Appl. with Int.search report WO2001US00157. 02 Jan 2001.
109. Hamdan R, Michetti J, Pinchon D, Diemer F, Georgelin M. The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(7):855-60.
110. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellini E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod.* 2013 Nov;39(11):1456-60.
111. Wiseman A, Cox TC, Paranjpe A, Flake NM, Cohenca N, Johnson JD. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod.* 2011 Feb;37(2):235-8.

112. Kara TA, Unal B. Comparison of sealer penetration using the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation. *J Endod.* 2014 May;40(5):613-7.
113. Maalouf L, Zogheib C, Naaman A. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal without chemically active adjuvant. *J Contemp Dent Pract.* 2013 Mar;14(2):188-92.
114. Revilla V, Aranabat J, España AJ, Gay C. Aplicaciones de los láseres de Er:YAG y de Er,Cr:YSGG en Odontología. *RCOE.* 2004 Sep-Oct; 9(5): 551-62.
115. Koch JD, Jaramillo DE, DiVito E, Peters OA. Irrigant flow during photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) using Particle Image Velocimetry (PIV). *Clin Oral Investig.* 2016 Mar;20(2):381-6.
116. Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparison of debris removed of the Endoactivator System, the F File, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 2010 Aug;36(8):1367-71.
117. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod.* 2009 Apr; 35(4): 545-9.
118. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* 2003 Jul;36(7):453-63.
119. Gernhardt CR, Eppendorf F, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int Endod J.* 2004 Apr;37(4):272-80.
120. Tasdemir T, Er K, Celik D, Yildirim T. Effect of passive ultrasonic irrigation on apical extrusion of irrigating solution. *Eur J Dent.* 2008 Jun;2(3):198-203.
121. Yost RA, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, Roberts MD, Roberts HW, Himel VT et al. Evaluation of 4 Different Irrigating Systems for Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite. *J Endod.* 2015 Sep;41(9):1530-4.

122. Uzunoglu E, Eymirli A, Uyanik MÖ, Çalt S, Nagas E. Calcium hydroxide dressing residues after different removal techniques affect the accuracy of root-ZX apex locator. *Restor Dent Endod*. 2015 Feb;40(1):44–9.
123. Shojaee NS, Zaeri Z, Shokouhi MM, Sobhnamayan F, Adl A. Influence of calcium hydroxide residues after using different irrigants on the accuracy of two electronic apex locators: An in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2020 Jan 21;17(1):48-53.
124. Arslan H, Akcay M, Capar ID, Saygili G, Gok T, Ertas H. An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *Int Endod J*. 2015 Mar;48(3):246-51.
125. Kuştarıcı A, Er K, Siso SH, Aydın H, Harırlı H, Arslan D, et al. Efficacy of Laser-Activated Irrigants in Calcium Hydroxide Removal from the Artificial Grooves in Root Canals: An Ex Vivo Study. *Photomed Laser Surg*. 2016 May;34(5):205-10.
126. Gokturk H, Ozkocak I, Buyukgebiz F, Demir O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *J Appl Oral Sci*. 2017 May-Jun;25(3):290-98.
127. Uygun AD, Gündoğdu EC, Arslan H, Ersoy I. Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. *Aust Endod J*. 2017 Aug;43(2):89-93.
128. Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *Int Endod J*. 2017 Jul;50(7):700-5.
129. Kfir A, Blau-Venezia N, Goldberger T, Abramovitz I, Wigler R. Efficacy of self-adjusting file, XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation on the removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove. *Aust Endod J*. 2018 Apr;44(1):26-31.
130. Donnermeyer D, Wyrsh H, Bürklein S, Schäfer E. Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using

EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher. *J Endod.* 2019 Mar;45(3):322-26.

131. Harzivartyan S, Hazar A, Kartal N, Cimilli Z. Evaluation of different irrigation solutions and activation methods on removing calcium hydroxide. *JDS.* 2020 Sept; 15(3): 243-9.

132. Turkeydin D, Basturk FB, Goker S, Tarcin B, Berker YG, Ovecoglu HS. Efficacy of Endoactivator, CanalBrush, and passive ultrasonic irrigation in the removal of calcium hydroxide paste with iodoform and p-chlorophenol from root canals. *Niger J Clin Pract.* 2020 Sep;23(9):1237-42.

133. Dadresanfar B, Abbas FM, Bashbaghi H, Miri SS, Ghorbani F. Intra-canal calcium hydroxide removal by two rotary systems: A comparative study. *J Conserv Dent.* 2015 May-Jun;18(3):257-60.

134. Markovic L, Booth F, Zimmer S. Use of the CanalBrush improves removal of calcium hydroxide paste from instrumented straight root canals. *JDS.* 2015 Sept;10(3):233-39.

135. Uzunoglu E, Gorduysus M, Nagas E. Efficacy of different devices in removing calcium hydroxide from the root canal. *CDJ.* 2015 Jun; 18(4):318-26.

136. Romualdo FB, Fernandes NC, Lima BC, Moraes LJ, Rodrigues R. Effectiveness of NaviTip FX on Intracanal Calcium Hydroxide Removal. *Int. J. Odontostomat.* 2016 Apr;10(1):143-148.

137. Kirar DS, Jain P, Patni P. Comparison of different irrigation and agitation methods for the removal of two types of calcium hydroxide medicaments from the root canal wall: an in-vitro study. *Clujul Med.* Jun 2017;90(3):327-332.

138. Agrawal P, Garg G, Bavabeedu S, Arora S, Moyin S, Punathil S. Evaluation of Intracanal Calcium Hydroxide Removal with Different Techniques: A Scanning Electron Microscope Study. *J Contemp Dent Pract.* 2018 Dec; 19(12):1464-9.

139. Gokturk H, Ozkocak I, Buyukgebiz F, Demir O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *J Appl Oral Sci.* 2017 Jun; 25(3): 290–8.
140. Chawla A, Kumar V. Evaluating the efficacy of different techniques and irrigation solutions for removal of calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent.* 2018 Aug; 21(4):394-400.
141. Tamil S, Andamuthu SA, Vaiyapuri R, Prasad AS, Jambai S, Chittrarasu M. A Comparative Evaluation of Intracanal Calcium Hydroxide Removal with Hand File, Rotary File, and Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019 May; 11(2): 442–5.
142. Falakaloğlu S, Adıgüzel Ö, Meryem Kara M, Özata M. Efficacy of Different Irrigation Systems Used to Remove Calcium Hydroxide from the Root Canal. *J Dent Mater Tech.* 2019 Jun; 8(3):121-8.
143. Gupta R, Sharma H, Kumari RA, Prakash AC, Rai N, Jain L. Effectiveness of Two Techniques in Removal of Calcium Hydroxide Medicament from Root Canals: An in-vitro Assessment. *Research. JCDR* 2018 Jul; 12(7):53-5.
144. Vega-Marcich M, Araya P, Herman S, Jofré B, Chaple-Gil AM, Fernández E, et al. Remoción de hidróxido de calcio del canal radicular con irrigación manual, sónica y ultrasónica. *Rev Cubana Inv Bioméd.* 2020;39(3):1-16.
145. Ma JZ, Shen Y, Al-Ashaw AJ, Khaleel HY, Yang Y, Wang ZJ, et al. Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. *Int Endod J.* 2015 Apr;48(4):333-41.
146. Silva LJ, Pessoa OF, Teixeira MB, Gouveia CH, Braga RR. Micro-CT evaluation of calcium hydroxide removal through passive ultrasonic irrigation associated with or without an additional instrument. *Int Endod J.* 2015 Aug;48(8):768-73.
147. Li D, Jiang S, Yin X, Chang JW, Ke J, Zhang C. Efficacy of Needle, Ultrasonic, and Endoactivator Irrigation and Photon-Induced Photoacoustic Streaming in

Removing Calcium Hydroxide from the Main Canal and Isthmus: An In Vitro Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Study. *Photomed Laser Surg.* 2015 Jun;33(6):330-7.

148. Lloyd A, Navarrete G, Marchesan MA, Clement D. Removal of calcium hydroxide from Weine Type II systems using photon-induced photoacoustic streaming, passive ultrasonic, and needle irrigation: a microcomputed tomography study. *J Appl Oral Sci.* 2016 Nov-Dec;24(6):543-48.

149. Kumar P, de Ataide IN, Fernandes M, Lambor R. A cone-beam computed tomography assessment of the efficacy of different irrigation devices for removal of silicone oil-based calcium hydroxide from root canal system. *J Conserv Dent.* 2017 Mar-Apr;20(2):68-71.

150. Neelakantan P, Sriraman P, Gutmann JL. Removal of calcium hydroxide intracanal medicament by different irrigants and irrigating techniques: a cone beam computed tomography analysis. *Gen Dent.* 2017 Nov-Dec;65(6):45-9.

151. Acharya N, Poudel D, Chakradhar A. A Comparative Evaluation of Removal of Intracanal Calcium Hydroxide with Endoactivator System and Mechanical Instrumentation with K File, Using Two Irrigating Solutions: an in Vitro Study. *Kathmandu Univ Med J.* 2018 Jan.-Mar;16(61):74-7.

152. de Oliveira RL, Guerisoli DMZ, Duque JA, Alcalde MP, Onoda HK, Domingues FHF, et al. Computed microtomography evaluation of calcium hydroxide-based root canal dressing removal from oval root canals by different methods of irrigation. *Microsc Res Tech.* 2019 Mar;82(3):232-237.

153. Murwakani NS, Usman M, Djauharie RAHN, Marissa C. Comparison of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from root canals - A micro-CT study. *J. int. dent. med. res.* 2019 Jan;12(1):123-128.

154. Denna J, Shafie LA, Alsofi L, Al-Habib M, AlShwaimi E. Efficacy of the Rotary Instrument XP-Endo Finisher in the Removal of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament in Combination with Different Irrigation Techniques: A Microtomographic Study. *Materials (Basel).* 2020 May;13(10):2222.

155. Pabel AK, Hülsmann M. Comparison of different techniques for removal of calcium hydroxide from straight root canals: an in vitro study. *Odontology*. 2017 Oct;105(4):453-59.
156. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Topics*. 2012 Sept; 27: 74-102.
157. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JC, Silveira SB, Provezano JC, Siquiera JF. Removal of root canal fillings in curved canal using either reciprocating single or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-endo Finisher. *J Endod*. 2016 Jul; 42(7):1114-9.
158. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JF, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J*. 2017 Apr;50(4):398-406.
159. Azim AA, Aksel H, Margaret Jefferson M, Huang GT. Comparison of sodium hypochlorite extrusion by five irrigation systems using an artificial root socket model and a quantitative chemical method. *Clin Oral Investig*. 2018 Mar;22(2):1055-1061.
160. Vangala A, Doshi SR, Aparadh A, Hegde V. Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite using Various Mechanical Activators. *World J Dent*. 2016;7(3):146-49.
161. Ahamed AA, Raj JD. Negative pressure irrigation system: a review. *J. Pharm. Res*. 2019 Jun;13(1):8-14.
162. Laky M, Volmer M, Arslan M, Agis H, Moritz A, Cvikl B. Efficacy and Safety of Photon Induced Photoacoustic Streaming for Removal of Calcium Hydroxide in Endodontic Treatment. *Biomed Res. Int*. 2018 Apr;1-6.
163. Kourti E, Pantelidou O. Comparison of different agitation methods for the removal of calcium hydroxide from the root canal: Scanning electron microscopy study. *J Conserv Dent*. Nov-Dec 2017;20(6):439-44.

164. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, Curtis A, Patel P, Khakpour M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *J Endod.* 2014 Aug;40(8):1178-81.
165. Duque JA, Duarte MA, Canali LC, Zancan RF, Vivian RR, Bernardes RA, et al. Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod.* 2017 Feb;43(2):326-31.
166. Kato A, Cunha RS, Bueno CE, Pelegrine R, Fontana C, de Martin AS. Investigation of the efficacy of passive ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation: An environmental scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2016 Apr;42(4):659-63.
167. Raghu R, Pradeep G, Shetty A, Gautham P, Puneetha P, Satyanarayana TV. Retrievability of calcium hydroxide intracanal medicament with three calcium chelators, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and chitosan from root canals: an in vitro cone beam computed tomography volumetric analysis. *J Conserv Dent.* 2017 Jan-Feb; 20(1): 25–29.
168. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Albero-Monteagudo A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J Clin Exp Dent.* 2019 Feb;11(2):185-193

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 1.A: BÚSQUEDA EN PUBMED		
BÚSQUEDA	PALABRAS CLAVES	RESULTADOS
#1	calcium hydroxide[MeSH Terms] OR medicament[MeSH Terms] OR calcium hydroxide medicament[MeSH Terms] OR calcium hydroxide intracanal[MeSH Terms] OR calciumhydroxide intracanal medicament[MeSH Terms] OR calcium hydroxide[Title/Abstract] OR medicament[Title/Abstract] OR calcium hydroxide medicament[Title/Abstract] OR calcium hydroxide intracanal[Title/Abstract] OR calcium hydroxide intracanal medicament[Title/Abstract]	7052
#2	calcium hydroxide removal[MeSH Terms] OR calcium hydroxide elimination[MeSH Terms] OR intracanal calcium hydroxide removal[MeSH Terms] OR intracanal calcium hydroxide elimination[MeSH Terms] OR elimination[MeSH Terms] OR removal[MeSH Terms] OR calcium hydroxide removal[Title/Abstract] OR calcium hydroxide elimination[Title/Abstract] OR intracanal calcium hydroxide removal[Title/Abstract] OR intracanal calcium hydroxide elimination[Title/Abstract] OR elimination[Title/Abstract] OR removal[Title/Abstract]	488930
#3	technique[MeSH Terms] OR irrigation technique[MeSH Terms] OR irrigation system[MeSH Terms] OR EndoActivator system[MeSH Terms] OR EndoVac[MeSH Terms] OR passive ultrasonic irrigation[MeSH Terms] OR sonic irrigation[MeSH Terms] OR PUI[MeSH Terms] OR RinsEndo[MeSH Terms] OR ultrasound[MeSH Terms] OR K file[MeSH Terms] OR file[MeSH Terms] OR mechanical instrumentation[MeSH Terms] OR hand file[MeSH Terms] OR rotary file[MeSH Terms] OR XP-endo finisher files[MeSH Terms] OR laser [MeSH Terms] OR laseractivated irrigation[MeSH Terms] OR root canal[MeSH Terms] OR root canal irrigation[MeSH Terms] OR sonic irrigation[MeSH Terms] OR TRUShape 3D[MeSH Terms] OR canal brush[MeSH Terms] OR activation techniques[MeSH Terms] OR NaviTip FX[MeSH	1819126

	Terms] OR technique[Title/Abstract] OR irrigation technique[Title/Abstract] OR irrigation system[Title/Abstract] OR EndoActivator system[Title/Abstract] OR EndoVac[Title/Abstract] OR passive ultrasonic irrigation[Title/Abstract] OR sonic irrigation[Title/Abstract] OR PUI [Title/Abstract] OR RinsEndo[Title/Abstract] OR ultrasound[Title/Abstract] OR K file[Title/Abstract] OR file[Title/Abstract] OR mechanical instrumentation[Title/Abstract] OR hand file[Title/Abstract] OR rotary file[Title/Abstract] OR XP-endo finisher files[Title/Abstract] OR laser[Title/Abstract] OR laser-activated irrigation[Title/Abstract] OR root canal[Title/Abstract] OR root canal irrigation[Title/Abstract] OR sonic irrigation[Title/Abstract] OR TRUShape 3D[Title/Abstract] OR canal brush[Title/Abstract] OR activation techniques[Title/Abstract] OR NaviTip FX[Title/Abstract]	
	#1 AND #2 AND #3	323
	#1 AND #2 AND #3 / 5 years filter	99

ANEXO 1. B: BÚSQUEDA EN SCOPUS		
BÚSQUEDA	PALABRAS CLAVES	RESULTADOS
#1	(TITLE-ABS-KEY ("calcium hydroxide" OR "medicament" OR "calcium hydroxide medicament" OR "calcium hydroxide intracanal" OR "calcium hydroxide intracanal medicament"))	26436
#2	(TITLE-ABS-KEY ("calcium hydroxide removal" OR "calcium hydroxide elimination" OR "intracanal calcium hydroxide removal" OR "intracanal calcium hydroxide elimination" OR "elimination" OR "removal"))	1218699
#3	(TITLE-ABS-KEY ("technique" OR "irrigation technique" OR "irrigation system" OR "EndoActivator system" OR "EndoVac" OR "passive ultrasonic irrigation" OR "sonic irrigation" OR "PUI" OR "RinsEndo" OR "ultrasound" OR "K file" OR "file" OR "mechanical instrumentation" OR "hand file" OR "rotary file" OR "XP-endo finisher files" OR "laser" OR "laser-activated irrigation" OR "root canal" OR " root canal irrigation" OR "sonic irrigation" OR "TRUShape 3D" OR "canal brush" OR "activation techniques" OR "NaviTip FX"))	8691158
	#1 AND #2 AND #3	557
	#1 AND #2 AND #3 / 5 years filter	233

ANEXO 1.C: BÚSQUEDA EN WEB OF SCIENCE		
BÚSQUEDA	PALABRAS CLAVES	RESULTADOS
#1	TS= (calcium hydroxide OR medicament OR calcium hydroxide medicament OR calcium hydroxide intracanal OR calcium hydroxide intracanal medicament) OR TI= (calcium hydroxide OR medicament OR calcium hydroxide medicament OR calcium hydroxide intracanal OR calcium hydroxide intracanal medicament) OR AB= (calcium hydroxide OR medicament OR calcium hydroxide medicament OR calcium hydroxide intracanal OR calcium hydroxide intracanal medicament) OR KP= (calcium hydroxide OR medicament OR calcium hydroxide medicament OR calcium hydroxide intracanal OR calcium hydroxide intracanal medicament)	13880
#2	TS=(calcium hydroxide removal OR calcium hydroxide elimination OR intracanal calcium hydroxide removal OR intracanal calcium hydroxide elimination OR elimination OR removal) OR TI=(calcium hydroxide removal OR calcium hydroxide elimination OR intracanal calcium hydroxide removal OR intracanal calcium hydroxide elimination OR elimination OR removal) OR AB=(calcium hydroxide removal OR calcium hydroxide elimination OR intracanal calcium hydroxide removal OR intracanal calcium hydroxide elimination OR elimination OR removal) OR KP=(calcium hydroxide removal OR calcium hydroxide elimination OR intracanal calcium hydroxide removal OR intracanal calcium hydroxide elimination OR elimination OR removal)	813836
#3	TS= (technique OR irrigation technique OR irrigation system OR EndoActivator system OR EndoVac OR passive ultrasonic irrigation OR sonic irrigation OR PUI OR RinsEndo OR ultrasound OR K file OR file OR mechanical instrumentation OR hand file OR rotary file OR XP-endo finisher files OR laser OR laser-activated irrigation OR root canal OR root canal irrigation OR sonic irrigation OR TRUShape 3D OR canal brush OR activation techniques OR NaviTip FX) OR TI=(technique OR irrigation technique OR irrigation system OR EndoActivator system OR EndoVac OR passive ultrasonic irrigation OR sonic irrigation OR PUI OR RinsEndo OR ultrasound OR K file OR file OR mechanical instrumentation OR hand file OR	3957773

	rotary file OR XP-endo finisher files OR laser OR laser-activated 13 irrigation OR root canal OR root canal irrigation OR sonic irrigation OR TRUShape 3D OR canal brush OR activation techniques OR NaviTip FX) OR AB=(technique OR irrigation technique OR irrigation system OR EndoActivator system OR EndoVac OR passive ultrasonic irrigation OR sonic irrigation OR PUI OR RinsEndo OR ultrasound OR K file OR file OR mechanical instrumentation OR hand file OR rotary file OR XP-endo finisher files OR laser OR laser-activated irrigation OR root canal OR root canal irrigation OR sonic irrigation OR TRUShape 3D OR canal brush OR activation techniques OR NaviTip FX) OR KP=(technique OR irrigation technique OR irrigation system OR EndoActivator system OR EndoVac OR passive ultrasonic irrigation OR sonic irrigation OR PUI OR RinsEndo OR ultrasound OR K file OR file OR mechanical instrumentation OR hand file OR rotary file OR XP-endo finisher files OR laser OR laser-activated irrigation OR root canal OR root canal irrigation OR sonic irrigation OR TRUShape 3D OR canal brush OR activation techniques OR NaviTip FX)	
	#1 AND #2 AND #3	485
	#1 AND #2 AND #3 / 5 years filter	245