

**Efectividad en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales
en investigaciones In vitro – revisión sistemática**

**Félix Ricardo Rivera Hernández, Lucy Patricia Moreno Moreno y Mayerly Jhoanna
Ramírez Rodríguez**

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Endodoncia

Directores de proyecto

Diana Yecedt Parra Galvis

Especialista en epidemiología

Román Andrés Santos Hoyos

Especialista en endodoncia

Director metodológico

Oscar Mauricio Jiménez Peña

Magister en administración en salud y doctor en salud pública

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División de Ciencias de Salud

Especialización en Endodoncia

2022

Contenido

Introducción	12
1. Formulación del problema	13
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Pregunta de investigación.....	14
2. Justificación	14
3. Marco Teórico.....	15
3.1 Medicamento intraconducto.....	16
3.1.1 Hidróxido de calcio	17
3.1.1.1 Tamaño de la partícula.....	18
3.1.1.2 Difusión del hidróxido de calcio.....	19
3.1.2 Sistemas de remoción de hidróxido de calcio	20
3.1.2.1 Irrigación ultrasónica pasiva (PUI).....	20
3.1.2.2 Activación dinámica manual (MDA).....	22
3.1.2.3 Cepillos endodónticos.....	22
3.1.2.4 Irrigación apical de presión negativa (ANP).	23
3.1.2.5 Irrigación activada por láser.....	24
3.1.2.6 Sistema XP-endo® Finisher.	25
3.1.2.7 Irrigación sónica.....	26
3.1.3 Obturación	27
3.1.3.1 Características ideales de la pared dentinaria.	28
3.1.3.2 Restos de hidróxido de calcio en el conducto.....	29
4. Objetivos.....	30
4.1 Objetivo general	30

REMOCIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO	3
4.2 Objetivos específicos.....	30
5. Aspectos metodológicos	30
5.1 Tipo de estudio	30
5.2 Objeto de estudio.....	31
5.3 Población de estudio.....	31
5.4 Unidad de análisis	31
5.5 Criterios de selección	31
5.5.1 Criterios de inclusión.....	31
5.5.2 Criterios de exclusión.....	32
5.6 Operacionalización de las variables	33
5.7 Procedimiento.....	35
5.7.1 Pregunta problema.....	36
5.7.2 Fuentes de información y estrategias de búsqueda.....	36
5.7.3 Selección de los estudios	38
5.7.4 Análisis de la información y del sesgo de los estudios incluidos.....	38
5.8 Aspectos éticos	39
5.9 Conducción del Estudio	40
6. Resultados.....	40
6.1 Estudios seleccionados.....	40
6.2 Características de los estudios.....	41
6.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo	49
7. Discusión.....	51
8. Conclusiones.....	55

REMOCIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO 4

9. Recomendaciones 55

Referencias..... 56

Apéndices..... 63

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables</i>	33
Tabla 2. <i>Estrategia PICO</i>	36
Tabla 3. <i>Términos principales de búsqueda</i>	36
Tabla 4. <i>Artículos excluidos</i>	40
Tabla 5. <i>Evaluación del riesgo de sesgo para estudios in vitro</i>	50

Lista de figuras

Figura 1. <i>Tipos de técnicas de irrigación y dispositivos disponibles</i>	21
Figura 2. <i>Irrigación ultrasónica pasiva (PUI)</i>	22
Figura 3. <i>CanalBrush</i>	23
Figura 4. <i>Irrigación de presión negativa</i>	24
Figura 5. <i>Activación del irrigante mediante láser</i>	24
Figura 6. <i>XP-endo® Finisher</i>	25
Figura 7. <i>Endo Activator</i>	27
Figura 8. <i>Diagrama de flujo a través de las diferentes fases de una revisión sistemática</i>	39
Figura 9. <i>Diagrama de flujo de búsqueda y selección de estudio</i>	42
Figura 10. <i>Evaluación del riesgo de sesgo de la revisión sistemática y metaanálisis según la herramienta RoB2 de Cochrane</i>	51

Lista de apéndice

Apéndice A. *Sábana de resultados* 63

Apéndice B. *Artículo Efectividad en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales en investigaciones In vitro – revisión sistemática*

Nota: ver apéndice B. en archivo externo.

Resumen

Antecedentes: el Hidróxido de Calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) debe ser removido con la finalidad de acondicionar la superficie dentinaria y propiciar las condiciones físicas y químicas ideales para lograr un sellado óptimo, pero su eliminación total del sistema de conductos es difícil. Si la eliminación no se logra totalmente, los residuos del mismo pueden afectar algunas propiedades de los selladores endodónticos y, posteriormente, afectar los resultados del tratamiento. *Objetivo:* Evaluar la efectividad de las técnicas de irrigación XP-endo® Finisher y la irrigación activada por láser de Transmisión fotoacústica inducida por fotones (PIPS) comparada con la técnica activada con ultrasonido (PUI) en la remoción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en el tercio apical en dientes naturales durante el tratamiento endodóntico reportados en la literatura. *Criterios de selección:* Estudios publicados desde el año 2011 hasta el 2021 que traten sobre la remoción del $\text{Ca}(\text{OH})_2$, PUI, XP-endo® Finisher y PIPS, estudios donde el irrigante sea el hipoclorito de sodio (NaOCl), estudios experimentales *in vitro*, metaanálisis y ensayos clínicos aleatorizados. *Recopilación y análisis de datos:* La evaluación de la calidad metodológica, riesgo de sesgo y la extracción de datos se realizaron de forma independiente y por duplicado. Se utilizó la lista de chequeo Faggion para hacer lectura crítica y evaluación de la calidad metodológica de los artículos *in vitro* y la guía PRISMA para la revisión sistemática y metaanálisis. Para la evaluación del riesgo de sesgo de los estudios *in vitro* se usó una herramienta realizada por los autores con base en la guía Faggion y para el otro artículo se usó la herramienta risk-of-bias tool for randomized trials (RoB2) de Cochrane. La unidad estadística de análisis fueron los estudios incluidos. *Resultados:* De los doce estudios seleccionados once son estudios *in vitro* y uno es una revisión sistemática y metaanálisis. Tres estudios evaluaron la técnica PUI, cinco la XP-endo® Finisher y los cuatro restantes PIPS. *Conclusiones:* Aunque las tres técnicas de irrigación tuvieron la capacidad de eliminar el hidróxido

de calcio intraconducto, ninguna logro retirarlo en su totalidad del tercio apical. Debido a los tamaños de muestra pequeños, el bajo número de estudios incluidos y las limitaciones, se necesitan más investigaciones para confirmar los resultados.

Palabras clave: efectividad, técnicas de irrigación, hidróxido de calcio, remoción, dientes, tratamientos endodónticos.

Abstract

Background: Calcium Hydroxide Ca (OH)₂ must be removed in order to condition the dentin surface and provide the ideal physical and chemical conditions to achieve an optimal seal, but its total elimination from the canal system is tough. If the removal is not fully achieved, residues may affect some properties of endodontic sealers and subsequently affect treatment outcomes

Objective: To assess the effectiveness of XP-endo® Finisher and Photon-Induced Photoacoustic Transmission Laser Activated Irrigation (PIPS) compared with the technique activated with ultrasound (PUI) in the removal of calcium hydroxide in the apical third in natural teeth during endodontic treatment reported in the literature. *Selection criteria:* Studies published from 2011 to 2021 dealing with the removal of calcium hydroxide PUI, XP-endo® Finisher and PIPS, studies where the irrigant is sodium hypochlorite, in vitro experimental studies, meta-analyses and randomized clinical trials. *Data collection and analysis:* Assessment of methodological quality, risk of bias, and data extraction were performed independently and in duplicate. The Faggion checklist was extracted for critical reading and evaluation of the methodological quality of in vitro articles and the PRISMA guide for systematic review and meta-analysis. For the evaluation of the risk of bias of the in vitro studies, a tool made by the authors based on the Faggion guide was used and for the other article, the Cochrane risk-of-bias tool for Random Trials (RoB2) was used. The statistical unit of analysis was the included studies. *Results:* Of the twelve studies selected, one is in vitro studies and one is a systematic review and meta-analysis. Three studies evaluated the PUI technique, five the Xp-endo® Finisher and the remaining four PIPS *Conclusions:* Although the three irrigation techniques had the capacity to eliminate intracanal calcium hydroxide, none of them completely remove it from the apical third. Due to the small sample sizes, low number of included studies, and limitations, more research is needed to confirm the results.

Keywords: effectiveness, irrigation, calcium hydroxide, removal, apical, natural teeth, endodontics

Introducción

El hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) es el medicamento intraconducto más utilizado e investigado en endodoncia. Su eliminación antes de la restauración final es muy importante porque los residuos de este pueden afectar negativamente la capacidad de sellado de los materiales de obturación al impedir su penetración en los túbulos dentinarios. Se han utilizado diferentes técnicas para eliminarlo de los conductos, como las técnicas convencionales con o sin limas, la irrigación ultrasónica activada (PUI), la irrigación sónica activada, la irrigación con láser o el XP-endo® Finisher. Sin embargo, la eliminación completa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de las paredes del conducto radicular aún no se ha podido conseguir en su totalidad (Ahmetoğlu, et ál., 2013).

El XP-endo® Finisher es similar a una lima de NiTi de cono 0,00 de tamaño ISO # 25. Esta lima mejora la penetración de los irrigantes en la zona irregular del sistema de conductos radiculares al ampliar su alcance a 6 mm de diámetro (Alves, et ál., 2016). Otro dispositivo activado por sonido introducido recientemente, el sistema Vibringe se ha desarrollado para mejorar la irrigación. A diferencia de otros dispositivos sónicos, este sistema proporciona la activación sónica de las soluciones de irrigación en sí mismo y lo transmite al conducto radicular a través de una aguja (Rödig, et ál., 2011).

El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar la efectividad de las técnicas de irrigación XP-endo® Finisher y la irrigación activada por láser (PIPS) comparada con la técnica activada con ultrasonido (PUI) en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales durante el tratamiento endodóntico reportados en la literatura.

1. Formulación del problema

1.1 Planteamiento del problema

El hidróxido de calcio es un polvo blanco, inodoro, que se obtiene por calcinación del carbonato cálcico: $\text{Co}_3\text{Ca} = \text{CaO} + \text{CO}_2$; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ (Rodríguez, et ál., 2005). En endodoncia ha sido ampliamente utilizado como medicamento intraconducto, ya que se le han atribuido cualidades como la capacidad de eliminar los microorganismos restantes después de la preparación quimio-mecánica debido a sus propiedades antibacterianas y biológicas (Sathorn, et ál., 2007). Posterior a su aplicación, debe ser removido con la finalidad de acondicionar la superficie dentinaria y propiciar las condiciones físicas y químicas ideales para lograr un sellado óptimo, pero su eliminación total del sistema de conductos es difícil (Veintimilla Lozada, et ál., 2019). Si la eliminación no se logra totalmente, los residuos del mismo pueden afectar algunas propiedades de los selladores endodónticos y, posteriormente, afectar los resultados del tratamiento (Ghabraei, et ál., 2017).

Estudios in vitro han demostrado que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ residual evita la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios y aumenta la microfiltración apical (Kim y Kim, 2002), también puede interferir con el fraguado de los selladores endodónticos a base de óxido de zinc y eugenol, resina epoxi y biocerámicos (Margelos, et ál., 1997; Tavella e Silva, et ál., 2021). Por lo tanto, se ha propuesto que el material debe eliminarse por completo antes del inicio del proceso de obturación del sistema de conductos radiculares (Ricucci y Langeland, 1997). Muchos informes se han centrado en la eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de los conductos radiculares. Aunque algunos estudios han evaluado el potencial de las soluciones de irrigación (Margelos, et ál., 1997; Nandini, et ál., 2006; Rödig, et ál., 2011) otros han evaluado la potencia de diferentes dispositivos como la

instrumentación junto con una solución de irrigación, cepillos endodónticos (Maalouf, et ál., 2013) instrumentos rotatorios de níquel-titanio (Kenee, et ál., 2006), irrigación apical de presión negativa (ANP) mediante el sistema *EndoVac* y una lima autoajustable (SAF) (G. Caton, et ál., 2018), e irrigación activada por láser (Capar, et ál., 2014) o por ultrasonido (van der Sluis, et ál., 2007). La evidencia demuestra que es difícil eliminar el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del tercio apical del sistema de conductos radiculares (da Silva, et ál., 2011; Faria, et ál., 2013) y aunque ya existe una revisión sistemática realizada por Yaylali, et ál., (2015) sobre el tema, ésta presenta limitaciones en cuanto a la calidad metodológica de los estudios incluidos, lo que imposibilita obtener resultados concluyentes en cuanto a la efectividad de las técnicas evaluadas. Por lo tanto, es importante realizar una actualización sobre el método más efectivo para la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical.

1.2 Pregunta de investigación

¿Qué tan efectivas son las técnicas de irrigación XP-endo® Finisher y la irrigación activada por láser (PIPS) comparada con la técnica activada con ultrasonido (PUI) en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales durante el tratamiento endodóntico reportados en la literatura?

2. Justificación

Los objetivos finales del tratamiento de endodoncia son la eliminación completa de las bacterias, sus subproductos, los restos pulpares y el sellado completo de los conductos radiculares desinfectados. Se ha pensado que los medicamentos intraconducto son un paso esencial para eliminar las bacterias intraconducto y más si se opta por un tratamiento endodóntico de visitas

múltiples (Kawashima, et ál., 2009). El hidróxido de calcio aún sigue siendo el medicamento más utilizado por odontólogos y algunos endodoncistas con este fin a pesar de las controversiales capacidades del mismo (Evans, et ál., 2002).

La complejidad del sistema de conductos radiculares hace que la eliminación del apósito particularmente en el tercio apical sea más crítico (Tavella e Silva, et ál., 2021) por lo cual no se logra eliminar completamente y se ha reportado en la literatura que es posible observar entre un 25% a un 45% de remanente en las paredes del conducto antes de la obturación definitiva, lo que implica la reducción de la permeabilidad y la interferencia con la capacidad de sellado (Barbizam, et ál., 2008).

Se han propuesto diferentes técnicas y productos para mejorar la eliminación del mismo (van der Sluis, et ál., 2007). Entre ellas soluciones irrigantes junto con activación ultrasónica, que se asocian directamente con la eliminación de desechos orgánicos e inorgánicos de las paredes del conducto radicular (Kenee, et ál., 2006). Pero aun con los diferentes estudios e investigaciones, no se ha logrado concluir cual es el método más efectivo para su remoción (Çalt y Serper, 1999).

La elaboración de esta revisión sistemática proporciona información para estudiantes, odontólogos y especialistas con base en la evidencia científica de los últimos 10 años sobre la eficacia en la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical de 3 diferentes técnicas en dientes naturales con el fin de beneficiar a los pacientes, mejorando el sellado final de los tratamientos endodónticos, evitando fracasos en el futuro.

3. Marco Teórico

Para la presente investigación los conceptos que se abordaran están relacionados con los medicamentos intraconducto usados a través del tiempo, sobre el hidróxido de calcio y los sistemas

para la remoción del mismo. Además, abordara el tema de una correcta obturación y las características que deben presentar las paredes dentinarias.

3.1 Medicamento intraconducto

Schilder y Ámsterdam definen los medicamentos endodónticos como agentes usados dentro de la cámara pulpar y los conductos radiculares con los propósitos de irrigación, esterilización y disminución del dolor u otros síntomas (Schilder y Amsterdam, 1959). Goldberg y Soares señalan que la medicación intraconducto se caracteriza por la colocación de un fármaco en el interior de la cavidad pulpar entre las sesiones necesarias para la conclusión del tratamiento endodóntico (Soares y Goldberg, 2002). Chong y Pitt Ford plantean que un medicamento es utilizado como agente antibacteriano para eliminar cualquier bacteria en el conducto radicular después de la instrumentación. También afirman que este medicamento no esteriliza el conducto radicular y no es un sustituto de la limpieza y preparación adecuada del conducto (Chong y Ford, 1992).

El uso de medicamentos intraconducto entre citas ha sido rutina en la práctica endodóntica por muchos años como coadyuvante en el control de la contaminación bacteriana. Messer y Chen, en su estudio clínico encuentran que el medicamento puede reducir la flora microbiana por debajo de los niveles logrados durante la preparación del conducto. Además, un agente antimicrobiano al permanecer en el conducto entre citas puede prevenir la reinfección del conducto radicular o reducir el riesgo de proliferación de bacterias residuales, las cuales pueden alcanzar los mismos niveles que tenían al comienzo de las sesiones (Messer y Chen, 1984).

Las bacterias no alcanzadas por los efectos de los procedimientos quimio-mecánicos suelen estar localizadas en áreas de difícil acceso para los instrumentos y los irrigantes (Barnett y Siqueira,

2017). Estas áreas incluyen paredes del conducto radicular, túbulos dentinarios, istmos, conductos laterales y ramificaciones apicales (Ricucci y Langeland, 1997).

Los irrigantes como el NaOCl y la clorhexidina tienen actividades antimicrobianas con efectos pronunciados y rápidos contra un amplio espectro de especies que se encuentran comúnmente en las infecciones endodónticas, sin embargo, estos efectos se observan principalmente cuando el área de contacto con las células microbianas es óptima (Barnett y Siqueira, 2017).

Por lo que el uso de un medicamento intraconducto se considera como coadyuvante en la terapia endodóntica para obtener y mantener la desinfección del conducto radicular después de la instrumentación y antes de la obturación, incrementando significativamente las posibilidades de lograr un tratamiento endodóntico exitoso (Ghabraei, et ál., 2017).

3.1.1 Hidróxido de calcio

En 1920 se introdujo el hidróxido de calcio como agente de recubrimiento pulpar en el campo de la endodoncia. Este es un polvo blanco inodoro con la fórmula $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Tiene baja solubilidad en agua y libera lentamente iones de calcio (Ca^{2+}) e hidroxilo (OH^-). La baja solubilidad es una buena característica clínica porque es necesario un período prolongado para que se vuelva soluble en los fluidos tisulares cuando está en contacto directo con los tejidos vitales (Farhad y Mohammadi Esfahan, 2005). El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tiene un pH alto (12,5 - 12,8) y se clasifica químicamente como una base fuerte. Se disocia en iones calcio e hidroxilo al entrar en contacto con una solución acuosa, y las principales acciones se atribuyen al efecto de estos iones en los tejidos vitales, como inducir la deposición de tejido duro y ser antibacteriano (Farhad y

Mohammadi Esfahan, 2005). Los iones hidroxilo son responsable de la naturaleza altamente alcalina donde los patógenos no pueden sobrevivir (Heithersay, 1975).

Se informa que la penetración de microorganismos en los túbulos dentinarios infectados se extiende generalmente de 50 a 100 μm . Sin embargo, se ha demostrado que la aplicación de hidróxido de calcio en conductos radiculares instrumentados e irrigados elimina eficazmente los microorganismos. La acción antimicrobiana del hidróxido de calcio depende de la concentración de iones hidróxido en la solución (Safavi, et ál., 1990). Esta permeabilidad selectiva de los iones hidróxido en los túbulos dentinarios es conocida por la capacidad taponadora de la hidroxiapatita (Wang y Hume, 1988). Dependiendo de la concentración de iones de hidróxido, el efecto antimicrobiano del hidróxido de calcio en los túbulos dentinarios puede ser eficaz o no. Una teoría recientemente propuesta sobre el uso de hidróxido de calcio en el tratamiento endodóntico sugiere que, si las partículas de hidróxido de calcio se insertan en los túbulos dentinarios abiertos, las partículas pueden actuar como una fuente directa de hidróxido de calcio disociado al continuar disolviéndose en la forma acuosa. Esta teoría puede resultar en el mantenimiento de un pH local alto, lo que mejorará la eficacia antimicrobiana. Si bien la mayor parte de la suspensión acuosa se compone de partículas no disueltas, la información sobre la morfología de estas partículas es escasa (Rendo, et ál., 2000).

3.1.1.1 Tamaño de la partícula. Con base en los datos de tamaño de partícula recopilados en el estudio de Komabayash, et ál., se especula que las partículas finas no disueltas pueden desempeñar un papel importante en la acción antimicrobiana dentro de los túbulos dentinarios. Estas partículas pueden disolverse y ionizar de manera constante el disoluto dentro y alrededor de los túbulos de dentina y funcionar como una fuente continua de iones de hidróxido para mantener

un pH alto localmente durante un período de tiempo prolongado en la dentina. Los datos del estudio muestran que la forma de las partículas no es redonda sino irregular, a medida que la longitud de la partícula disminuyó, la forma de la partícula se volvió más redonda. A medida que la partícula se alargaba, la forma de la partícula cambiaba a una forma más rectangular. Por tanto, en teoría, las partículas cortas son más deseables para una penetración profunda en la dentina. El porcentaje acumulado de partículas finas de hidróxido de calcio entre 0,5 y 2,0 μm fue del 63%; esta longitud es menor que el diámetro informado de los túbulos dentinarios en la dentina radicular (Komabayashi, et ál., 2009)

3.1.1.2 Difusión del hidróxido de calcio. Para que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ funcione eficazmente como medicamento intraconducto, los iones hidroxilo deben difundirse a través de la dentina. Se espera que esto ocurra de manera similar con el agua porque la dispersión a través de la dentina está determinada principalmente por el peso molecular. Varios estudios han intentado identificar la cantidad de difusión de iones hidroxilo en la dentina utilizando una diversidad de métodos experimentales, que comprenden soluciones o papeles indicadores de pH, valores de pH del medio circundante y medición del pH de la dentina molida (Mustafa, et ál., 2012; Poggio, et ál., 2015; Sireesha, et ál., 2017).

Kazemipoor, et ál., han declarado que las dificultades que son más desafiantes en los conductos retratados son las aberturas de los túbulos dentinarios que pueden bloquearse con sellador residual y gutapercha. Este fenómeno puede influir en la difusión y penetración de iones hidroxilo en los túbulos dentinarios (Mustafa, et ál., 2012).

Pashley y Livingston habían sugerido que los iones de hidrógeno e hidroxilo, como el agua, deberían difundirse fácilmente a través de la dentina, ya que la permeabilidad en general estaba

inversamente relacionada con el tamaño molecular, y en este estudio en el que se examinó la carga molecular como variable, no pareció influir en la velocidad de difusión (Pashley y Livingston, 1978).

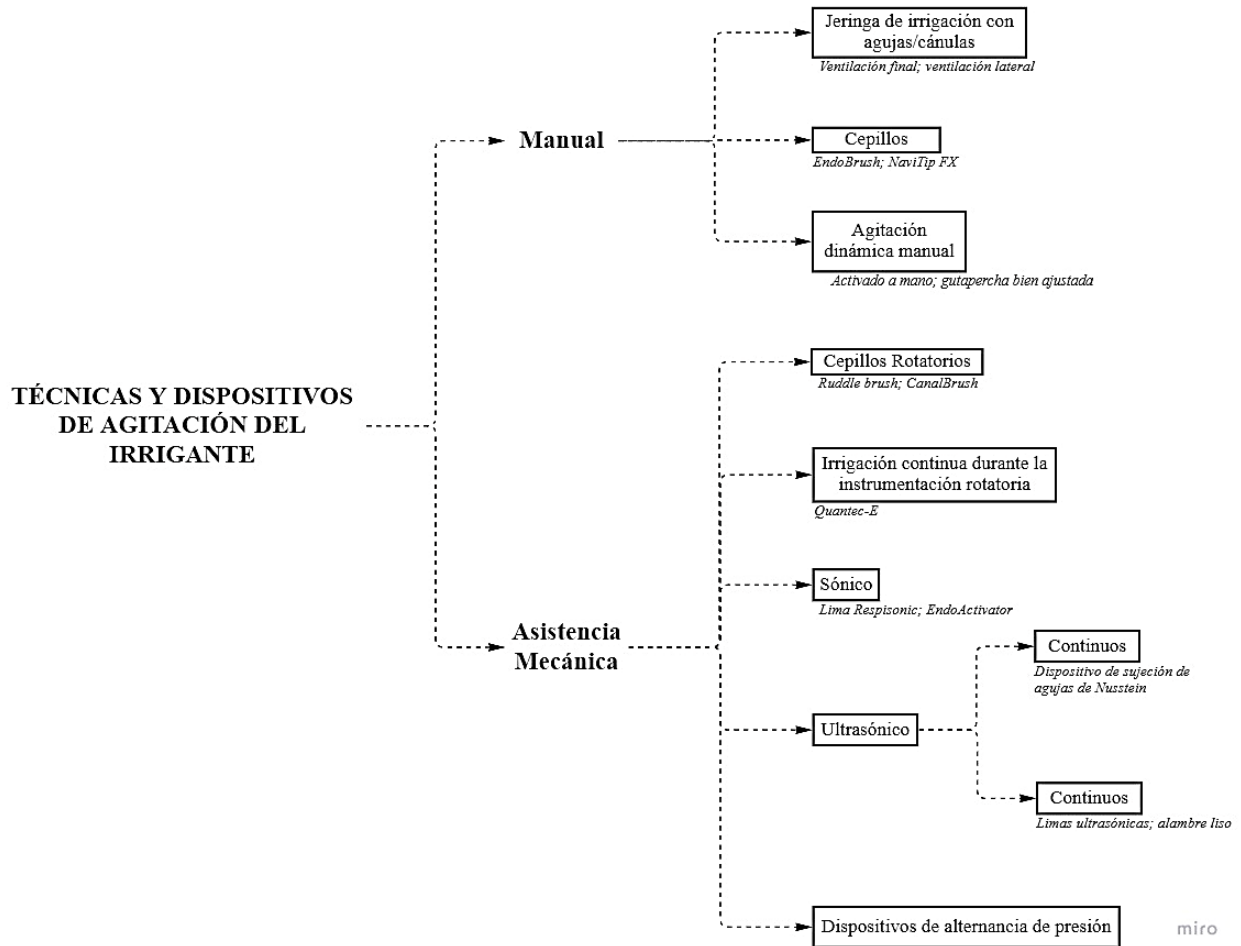
3.1.2 Sistemas de remoción de Hidróxido de Calcio

Antes de la obturación radicular, se debe retirar el medicamento $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que se ha aplicado, cualquier residuo en las paredes del conducto afecta negativamente la calidad de la obturación (Çalışkan, et ál., 1998). Los estudios in vitro han demostrado que, si queda algún remanente, este puede dificultar la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios (Çalt y Serper, 1999), obstaculiza la adhesión del sellador de resina a la dentina, aumentan notablemente la fuga apical de los dientes tratados con el conducto radicular, y potencialmente interactúan con los selladores de óxido de zinc-eugenol y los hacen quebradizos y granulares (Kim y Kim, 2002). Por lo tanto, la eliminación completa del medicamento del conducto radicular antes de la obturación debe ser obligatoria. Sin embargo, es difícil eliminar los residuos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de las paredes irregulares del conducto (Ricucci y Langeland, 1997). Razón que ha llevado a que se propongan varias técnicas para su retiro (Figura 1)

3.1.2.1 Irrigación ultrasónica pasiva (PUI). Esta técnica que es la Gold Estándar incrementa la acción del irrigante, optimizando la limpieza y desinfección del conducto. En la irrigación ultrasónica, un dispositivo piezoeléctrico acciona una punta que oscila libremente en el conducto a frecuencias de 25-45 kHz, que da lugar a la transmisión acústica y cavitación hidrodinámica, es decir, la formación e implosión de burbujas de vapor en el conducto radicular. Por lo tanto, la energía acústica se transmite desde la punta a la solución irrigante (van der Sluis,

et ál., 2007). En esta técnica el líquido es suministrado por la jeringa y luego se lo activa, es decir la activación ultrasónica es un complemento a la irrigación convencional (Gu, et ál., 2009) (Figura 2).

Figura 1. Tipos de técnicas de irrigación y dispositivos disponibles



Tomado de (Gu, et ál., 2009)

Figura 2. *Irrigación ultrasónica pasiva (PUI)*



Tomada de (Jiménez, et ál., 2014)

3.1.2.2 Activación dinámica manual (MDA). Es una técnica de irrigación no mecanizada, bastante simple, aunque algo laboriosa, se realiza utilizando un cono maestro de gutapercha que esté perfectamente ajustado dentro del conducto instrumentado, al que se mueve verticalmente de arriba hacia abajo (2 a 3 mm) a una velocidad de 3 golpes por segundo, lo que genera turbulencia y un efecto hidrodinámico de gran alcance que hace que esta técnica sea más eficaz que la irrigación estática (Gu, et ál., 2009).

3.1.2.3 Cepillos endodónticos. Han sido diseñados para la activación de irrigantes y el desbridamiento de las paredes del conducto (Gu, et ál., 2009). Son altamente flexibles hechos completamente de polipropileno, su uso elimina los residuos de manera efectiva de las extensiones e irregularidades del conducto radicular y mejora la limpieza de este, particularmente en el tercio apical (Salman, et ál., 2010). También pueden ser un complemento útil para mejorar aún más la extracción del apósito del conducto radicular, debido al tramo erizado las paredes del conducto podrían desalojar mecánicamente los restos de hidróxido de calcio (Salman, et ál., 2010).

Ruddle introdujo por primera vez cepillos giratorios para facilitar la eliminación de los escombros y la capa de frotis de los conductos radiculares preparados. Estos dispositivos generalmente constan de un brazo cónico y un cepillo y también pueden usarse para limpiar medicamentos de hidróxido de calcio residuales (Dioguardi, et ál., 2018) (Figura 3).

Figura 3. *CanalBrush*



Tomada de (Salman, et ál., 2010)

3.1.2.4 Irrigación apical de presión negativa (ANP). Es difícil para los irrigantes llegar a la porción apical del conducto debido al atrapamiento de aire. Éste fenómeno físico ha sido descrito como efecto “vapor lock” o burbuja de aire, que podría ser atribuido al hecho de que cuando se irriga con presión positiva con hipoclorito, éste reacciona con el tejido orgánico de los conductos radiculares y forma rápidamente una burbuja de aire en la porción apical. Sin embargo, si la punta de la aguja es colocada muy cerca del foramen apical, aumenta el riesgo de extrusión del irrigante a los tejidos periapicales (Hülsmann y Hahn, 2000). En el sistema de ANP una macro o micro cánula de plástico es conectada con un tubo a una jeringa de irrigación y a la aspiración de la unidad dental. Este sistema funciona por aspiración negativa, es decir, el irrigante es llevado al conducto por una jeringa a la cámara pulpar y el irrigante es aspirado en la región apical por una

micro o macrocánula. De esta forma, el hipoclorito se está renovando continuamente, lo que permitiría llegar a esas zonas más críticas (Rödig, et ál., 2011).

Figura 4. *Irrigación de presión negativa*



Tomada de (Paredes Vieyra, et ál., 2009)

3.1.2.5 Irrigación activada por láser. El mecanismo para la activación láser de las soluciones de irrigación se origina en la absorción de energía láser, la formación de burbujas de vapor, el colapso de las burbujas, el flujo acústico y, finalmente, la cavitación. También se utilizan irrigantes durante la activación por láser para reducir la temperatura. estrés a la dentina radicular y periodonto (Blanken, et ál., 2009) (Figura 5).

Figura 5. *Activación del irrigante mediante láser*



Tomada de (Betancourt, et ál., 2021)

Blanken y Verdaasdonk estimó que cuando se usa un láser Er, Cr: YSGG dentro del conducto con punta endodóntica, el movimiento del fluido dentro del conducto radicular ocurre inmediatamente después de cada pulso, con velocidades de fluido de hasta 20 m / segundo (72 km/hora). El mecanismo de trabajo del láser Er, Cr: YSGG se atribuyó a la expansión e implosión de las burbujas de vapor con efectos de cavitación secundaria que inducían estos movimientos de fluidos de alta velocidad dentro y fuera del conducto. También se demostró que los componentes térmicos eran moderados (Blanken, et ál., 2009).

3.1.2.6 Sistema XP-endo® Finisher. La lima XP-endo® Finisher (XP) está basada en los principios de memoria de forma de la aleación NiTi, es recto en su fase M, que se logra cuando se enfría, y cambia su memoria molecular a la fase A cuando se expone a la temperatura del conducto. Fue diseñado para usarse después de cualquier preparación de conducto radicular de tamaño 25 o más para limpiar morfologías muy complejas y áreas de difícil acceso (Wigler, et ál., 2017) La idea detrás de esto es que, en el modo de rotación, la forma de la fase A permitirá que la lima se contraiga y expanda de acuerdo con la anatomía del conducto radicular, accediendo y limpiando áreas que de otro modo serían imposibles de alcanzar con instrumentos estándar (FKG)(Wigler, et ál., 2017).

Figura 6. *XP-endo® Finisher*



Tomada de FKG siwss endo

Los resultados de Wigler, et ál., muestran que no se obtuvo la eliminación completa de Ca (OH)₂ de surcos accesorios s en los conductos radiculares, pero muestra que si hay diferencia entre las diversas técnicas porque XP y PUI eliminaron significativamente más Ca (OH)₂ que la irrigación convencional con jeringa (SIN) (Wigler, et ál., 2017) Estos resultados no fueron sorprendentes para el grupo SNI porque se ha demostrado que la irrigación sin activación adicional es ineficaz (Capar, et ál., 2014; Ethem Yaylali, et ál., 2015; Rodríguez, et ál., 2005; Taşdemir, et ál., 2011). Los puntajes del grupo XP fueron sorprendentes porque, según el fabricante, la lima XP-endo® Finisher es muy flexible y puede expandir su alcance a 6 mm de diámetro o 100 veces más que una lima de tamaño equivalente, por lo que se afirma que permite la limpieza mecánica del conducto en áreas previamente imposibles de alcanzar (Wigler, et ál., 2017).

3.1.2.7 Irrigación sónica. El Endo Activator (EA) es un sistema de irrigación sónico (10.000 ciclos por minuto), donde su punta vibrante junto con movimientos verticales cortos de entrada y salida producen un efecto hidrodinámico que permite una limpieza óptima del conducto radicular. Es una pieza de mano inalámbrica, alimentada por batería con un motor sónico, a la que se adaptan 3 tipos de puntas flexibles de polímero, de diferentes tamaños, que difícilmente se rompen durante su uso y no cortan dentina (Gu, et ál., 2009).

Figura 7. *Endo Activator*

Tomado de Dentsply Sirona

3.1.3 Obturación

Según la Asociación Americana de Endodoncia (AAE, 1998) la obturación es: “El relleno tridimensional de todo el sistema radicular lo más cerca del límite cemento-dentinario. Se deben utilizar mínimas cantidades de un sellador biocompatible junto con el cono, para conseguir un sellado correcto y el aspecto radiográfico debe ser de una obturación densa y tridimensionalmente sin gran sobreextención o subobturación que deje el conducto abierto.”

La obturación del conducto radicular se basa en principios amplios, entre ellos se incluyen la planeación, el diagnóstico, el tratamiento, el conocimiento de la anatomía, la morfología y los conceptos tradicionales de debridación, esterilización y obturación del conducto radicular (Eraso-Martinez y Muñoz-Bolaños, 2015).

Luego de una correcta preparación surge la necesidad de obturar los conductos para mantener los tejidos periapicales en condiciones óptimas. La cicatrización inicia en el momento en que se preparan correctamente. El objetivo de la obturación por tanto es crear un sellado tridimensional a lo largo del sistema de conductos radiculares, desde la apertura coronaria hasta

su terminación apical. Lo que se pretende es hacer un sellado que impida el paso de fluidos o bacterias. La importancia de establecer y mantener un sellado coronario es quizás igual o más importante que el sellado apical para un éxito a largo plazo (Levine, 1988).

3.1.3.1 Características ideales de la pared dentinaria. Uno de los objetivos principales del tratamiento endodóntico es el adecuado sellado entre los materiales de obturación y las paredes del conducto; el barrillo dentinario ha sido descrito como una barrera que impide un sellado satisfactorio (White, et ál., 1984). En este sentido Lester y Boyd en 1977 demostraron que, en presencia de barrillo dentinario, los cementos selladores basados en óxido de cinc y eugenol no lograban penetrar en los túbulos dentinarios (White, et ál., 1984). Otros dos estudios consecutivos posteriormente demostraron que los materiales resinosos de obturación lograban penetrar los túbulos dentinarios solo después de la remoción del barrillo dentinario (Cergneux et ál., 1987; White, et ál., 1984). Oksan, et ál., (1993) encontraron en su estudio que en los grupos donde no se removía el barrillo dentinario no penetraba el cemento sellador mientras en los grupos donde sí se removía el barrillo el cemento sellador era capaz de penetrar de 40 a 60 μm dentro de los túbulos dentinarios (OKŞAN et ál., 1993).

La penetración de los materiales de obturación dentro de los túbulos dentinarios aumenta la interface entre estos y la estructura dentinaria lo cual mejora el sellado y la capacidad de los materiales de obturación para prevenir la microfiltración (White, et ál., 1984).

Si el objetivo es maximizar la penetración del cemento sellador y los materiales de obturación dentro de los túbulos dentinarios para prevenir la microfiltración, se debería obturar sobre una superficie dentinaria libre de barrillo para lo cual debería aplicarse algún agente que lo logre (Aktener, et ál., 1989). Sharavan et al. mediante una revisión y metaanálisis concluyeron que

la remoción del barrillo dentinario mejoraba el sellado de sistema de conductos radiculares, mientras que otros factores como la técnica de obturación y tipos de sellantes no tenían ningún efecto significativo (Shahravan, et ál., 2007).

3.1.3.2 Restos de Hidróxido de Calcio en el conducto. El hidróxido de calcio es un medicamento que se usa ampliamente en el tratamiento del conducto radicular, ya que presenta actividad antimicrobiana, alta alcalinidad e inhibición de la reabsorción dental (Wang, et ál., 2017).

Antes de la obturación, el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ debe eliminarse completamente del sistema del conducto radicular para evitar cualquier posible influencia negativa sobre el tratamiento. El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ residual podría provocar una fuga apical, una reducción de la adaptación del sellador, y podría interactuar con el óxido de zinc eugenol disminuyendo la fuerza de unión a la dentina (Wang, y otros, 2017). Barbizam, et ál., (2008) informaron que el hidróxido de calcio residual afectaba la adhesión del sellador a la pared del conducto radicular, lo que afectaba la calidad hermética de la obturación (Barbizam, et ál., 2008).

La presencia de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ puede influir en las propiedades físicas de los selladores, como el tiempo de trabajo y el espesor de fraguado (Hosoya, et ál., 2004). Además, existe una reducción significativa en la fuerza de unión de los selladores a base de resina debido a la cantidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que cubre la red dentina / colágeno necesaria para la adherencia de la resina (Barbizam, et ál., 2008). Goldberg evaluó cómo el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oblitera los conductos laterales dificultando la obturación con el sellador, revelando que el grupo de control negativo (sin cantidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$) tenía un número significativamente mayor de conductos laterales adecuadamente obturados; por lo tanto, parece importante eliminar la mayor cantidad posible de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del conducto radicular antes de la obturación (Soares y Goldberg, 2002).

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de las técnicas de irrigación XP-endo® Finisher y la irrigación activada por láser (PIPS) comparada con la técnica activada con ultrasonido (PIPS) en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales durante el tratamiento endodóntico reportados en la literatura.

4.2 Objetivos específicos

- Describir la evidencia científica disponible con respecto a las tres técnicas para la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical.
- Identificar cual es la capacidad de remoción del hidróxido de calcio de las técnicas de irrigación XP-endo® Finisher, Irrigación Activada por Láser (PIPS) y técnica activada con ultrasonido (PUI).
- Comparar la efectividad de la remoción del hidróxido de calcio entre las tres técnicas reportadas en la literatura científica.
- Analizar la evidencia científica en cuanto a su calidad metodológica y riesgo de sesgo.

5. Aspectos metodológicos

5.1 Tipo de estudio

Revisión sistemática

5.2 Objeto de estudio

Efectividad en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales.

5.3 Población de estudio

Estudio que describan la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical mediante irrigación activada por ultrasonido (PUI), XP-endo® Finisher e irrigación activada por láser (PIPS) en la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales indexados en las bases de datos Pubmed, Lilacs, Epistemonikos, Cochrane, Scopus, Web Of Science entre el año 2011 y 2021.

5.4 Unidad de análisis

Efectividad en la remoción de hidróxido de calcio.

5.5 Criterios de selección

5.5.1 Criterios de inclusión

- Estudios que traten sobre la remoción del hidróxido de calcio mediante irrigación activada por ultrasonido (PUI), XP-endo® Finisher e irrigación activada por láser (PIPS).
- Estudios donde el irrigante sea el hipoclorito de sodio.
- Estudios experimentales in vitro.
- Metaanálisis.
- Ensayos clínicos aleatorizados.
- Estudios publicados en los últimos 10 años.

5.5.2 Criterios de exclusión

Revisiones sistemáticas.

5.7 Procedimiento

Para realizar la presente revisión sistemática se empezó por establecer la pregunta problema que permitiera conocer cuál es la técnica más eficaz para la eliminación apical del hidróxido de calcio intraconducto definiéndola como se describe a continuación. Con esta pregunta se obtuvieron los términos principales de los que trata la investigación y con los cuales se buscan los términos MESH y similares que nos permitan ampliar la búsqueda, generando estrategias para la misma. Posteriormente se realizó una estrategia de búsqueda y selección de estudio, para la realización de la matriz de resultados explicada en la sección de proceso de extracción de datos. Por último, se elaboró la introducción, los resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

5.6 Operacionalización de las variables

Tabla 1. *Operacionalización de las variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Tipo de variable	Escala de medición	Valores que asume
Título artículo	Nombre del artículo seleccionado	Título del artículo	Cualitativa	Politómica	Nominal	Título del artículo
Primer autor	Persona que ha realizado una obra científica, literaria o artística.	Apellido y primera letra del nombre del primer autor del artículo	Cualitativa	Politómica	Nominal	Primer autor del artículo
Tipo de estudio	Es el esquema general o marco estratégico que le da unidad, coherencia, secuencia y sentido práctico a todas las actividades que se emprenden para buscar respuesta al problema y objetivos planteados	Clasificación del tipo de estudio según su metodología y diseño	Cualitativa	Politómica	Nominal	Se determina según la metodología
Muestra	Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos para someterla a estudio, análisis o experimentación.	Muestra reportada en el estudio	Cuantitativa	Discreta	Razón	Muestra proporcionada en la metodología del artículo
Tipo de diente	Pieza ósea dura y blanca que crece, junto con otras, en la boca del ser humano y otros vertebrados, que sirve	Dientes utilizados en el estudio	Cualitativa	Politómica	Nominal	Unirradicular Multiarticular

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Tipo de variable	Escala de medición	Valores que asume
	para cortar o masticar los alimentos					
Método de evaluación de la efectividad	Son procedimientos que se utilizan para la obtención de la información sobre algún proceso en específico.	Método de evaluación reportado	Cualitativa	Politómica	Nominal	Microscopio en surcos estandarizados Tomografía
Técnica de remoción de hidróxido de calcio	Retiro del medicamento Ca (OH) ₂ de las paredes del conducto radicular	Técnica seleccionada para la eliminación del hidróxido de calcio	Cualitativa	Politómica	Nominal	Irrigación ultrasónica pasiva Activación dinámica manual Cepillos endodónticos Irrigación apical de presión negativa Irrigación por láser Sistema XP Finisher Irrigación sónica
Índice SJR (Scientific Journal Rankings)	Índice que provee una serie de indicadores sobre la calidad y el impacto de publicaciones y revistas a partir de información de Scopus de Elsevier	Índice SJR según la revista y el año del artículo	Cualitativa	Politómica	Ordinal	Búsqueda del nombre del artículo y la revista para determinar el índice SJR
Significancia estadística	Evidencias estadísticas de que existe una diferencia	Significancia reportada en el estudio	Cuantitativa	Continua	Nominal	Significancia reportada en el estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Tipo de variable	Escala de medición	Valores que asume
Nivel de evidencia	Es un sistema jerarquizado, basado en las pruebas o estudios de investigación, que ayuda a los profesionales de la salud a valorar la fortaleza o solidez de la evidencia asociada a los resultados obtenidos de una estrategia terapéutica.	Clasificación del nivel de evidencia según los parámetros de la guía SIGN 50	Cualitativa	Politómica	Ordinal	1++, 1+, 1-, 2++, 2+, 2-, 3 y 4
Grado de recomendación	Es un sistema jerarquizado, basado en las pruebas o estudios de investigación, que ayuda a los profesionales de la salud a valorar la fortaleza o solidez de la evidencia asociada a los resultados obtenidos	Clasificación de los grados de recomendación según los parámetros de la guía SIGN 50	Cualitativa	Politómica	Ordinal	A, B, C o D
Quartil	Son los valores que dividen una muestra de datos en cuatro partes iguales, y que permiten evaluar rápidamente la dispersión y la tendencia central de un conjunto de datos	Quartil según scimago	Cualitativa	Politómica	Ordinal	Q1, Q2, Q3 o Q4

5.7.1 Pregunta problema

Tabla 2. Estrategia PICO

Población	Dientes tratados endodónticamente con Ca (OH) ₂ intraconducto
Intervención	- XP-endo® Finisher - PIPS
Comparación	PUI
Resultado (OUTCOME)	- Efectividad en la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical

En dientes con Ca (OH)₂ intraconducto ¿Qué tan efectiva es la técnica PUI en comparación con las técnicas XP-endo® Finisher y PIPS en la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales?

5.7.2 Fuentes de información y estrategias de búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica estableciendo como bases de datos Pubmed, Scielo, Lilacs, Cochrane y luego de esta se realizó una búsqueda manual. Después de esto se establecieron como términos principales de búsqueda “calcium hydroxide”, “irrigation techniques”, “effectiveness” “remove”, “apical third” “natural teeth”, “endodontic treatment”

Tabla 3. Términos principales de búsqueda

Termino principal	Descriptores Mesh -DeCS	Sinónimos
Effectiveness	Effectiveness research	
Irrigation techniques	Therapeutic irrigation Techniques and procedures	Ultrasonically activated irrigation; XP endo finisher files; Er: YAG laser-activated irrigation
Calcium hydroxide	Calcium hydroxide	Ca (OH) ₂ , intra-canal medication
Remove	Remove	Irrigation, elimination
Apical third	Apical foramen	Root canal, Apical, Tooth apex
Natural teeth	Apices, tooth	Tooth natural
Endodontic treatment	Endodontically treated teeth	Endodontically treated tooth

Con esos términos se construirán las siguientes combinaciones utilizadas para la búsqueda en cada base de datos:

#1: (“Effectiveness” OR “Effectiveness research”)

#2: (“Irrigation techniques” OR “Therapeutic irrigation” OR “Techniques procedures” OR “Ultrasonically activated irrigation” OR “XP Endo finisher files” OR “Er: YAG laser activated irrigation”)

#3: (“Calcium hydroxide” OR “Ca (OH)₂” OR “intra-canal medication”)

#4: (“Remove” OR “Irrigation” OR “Elimination”)

#5: (“Apical third” OR “Apical foramen” OR “Tooth apex” OR “Root canal” OR “Apical”)

#6: (“Natural teeth” OR “apices” OR “Tooth” OR “Tooth natural”)

#7: (“Endodontic treatment” OR “Endodontically treated teeth” OR “Endodontically treated tooth”)

Fórmulas:

1: #1 AND # 2 AND #3 AND #4 AND #5 AND #6 AND #7

2: #1 AND # 2 AND #3 AND #5 AND #6

3: # 2 AND #3 AND #4 AND #5 AND #6

4: #1 AND #2 AND #3 AND #4

5: #2 AND #3 AND #5 AND #7

6: #2 AND #3 AND #4 AND #7

7: #2 AND #3 AND #4

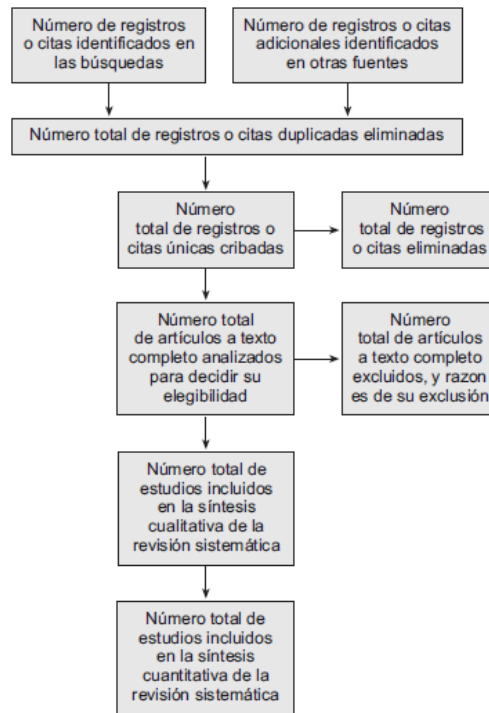
5.7.3 Selección de los estudios

Se tuvieron en cuenta todos los estudios in-vitro que describieran qué tan efectiva es la técnica PUI en comparación con las técnicas XP-endo® Finisher y PIPS en la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales.

La búsqueda electrónica se llevó a cabo desde el 01/05/2021 hasta el 31/12/2021 siguiendo el diagrama de flujo sugerido por PRISMA (Urrútia y Bonfill, 2010) (Figura 8). La extracción de datos de las características de los estudios la realizaron tres revisores de manera independiente, luego se eliminaron los estudios duplicados y se realizó un filtro según el título. Posteriormente, según y los criterios de inclusión y exclusión se hizo lectura del resumen y si cumplía con los criterios establecidos se continuaba con la lectura de texto completo. Para la escritura y realización de la revisión se utilizó la guía PRISMA.

5.7.4 Análisis de la información y del sesgo de los estudios incluidos

Para la lectura crítica de los estudios incluidos se utilizará la guía de estudios preclínicos in vitro sobre materiales dentales de Faggion (Faggion, 2012). Para el análisis del riesgo de sesgo se elaboró una herramienta por parte de los autores con base en algunos apartados de la guía de Faggion. A cada condición evaluada se le dio un puntaje según su nivel de relevancia. Si el estudio evaluado sumaba al final 3 o menos tendría riesgo alto de sesgo, 4 a 6 riesgo moderado, y 7 o más riesgo bajo de sesgo. Para la revisión sistemática y metaanálisis incluido se utilizó la herramienta RoB2 de Cochrane. Para la escritura del trabajo y el artículo se utilizó la guía PRISMA (Urrútia y Bonfill, 2010) como guía metodológica. Adicionalmente se estableció una clasificación de los niveles de evidencia y grados de recomendación según las recomendaciones de SIGN 50 (Scottish Intercollegiate Guidelines Network, 2008).

Figura 8. Diagrama de flujo a través de las diferentes fases de una revisión sistemática

Tomado de Urrútia y Bonfill (2010).

5.8 Aspectos éticos

Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Artículo 11. Para efectos de este reglamento la investigación se clasifica en la siguiente categoría: Investigación sin riesgo: Estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

5.9 Conducción del Estudio

Lugar de Investigación: Universidad Santo Tomas extensión Bogotá.

Manejo de sustancias o especímenes: No aplica.

Archivo de Datos y Sistematización: Los datos se recolectarán en Microsoft Excel 2016.

6. Resultados

6.1 Estudios seleccionados

Para la elaboración de la revisión sistemática se llevó a cabo una búsqueda electrónica en las bases de datos de PubMed, Scielo, Lilacs, Cochrane Library y una búsqueda manual obteniendo un total de 1445 estudios. Se eliminaron 300 duplicados y se revisó por título quedando 63 estudios para realizar lectura del resumen. Después de revisar el resumen y según los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 4) se seleccionaron 12 estudios para lectura completa (Figura 9). El rango de publicación de los 12 estudios fue desde el 2011 al 2021.

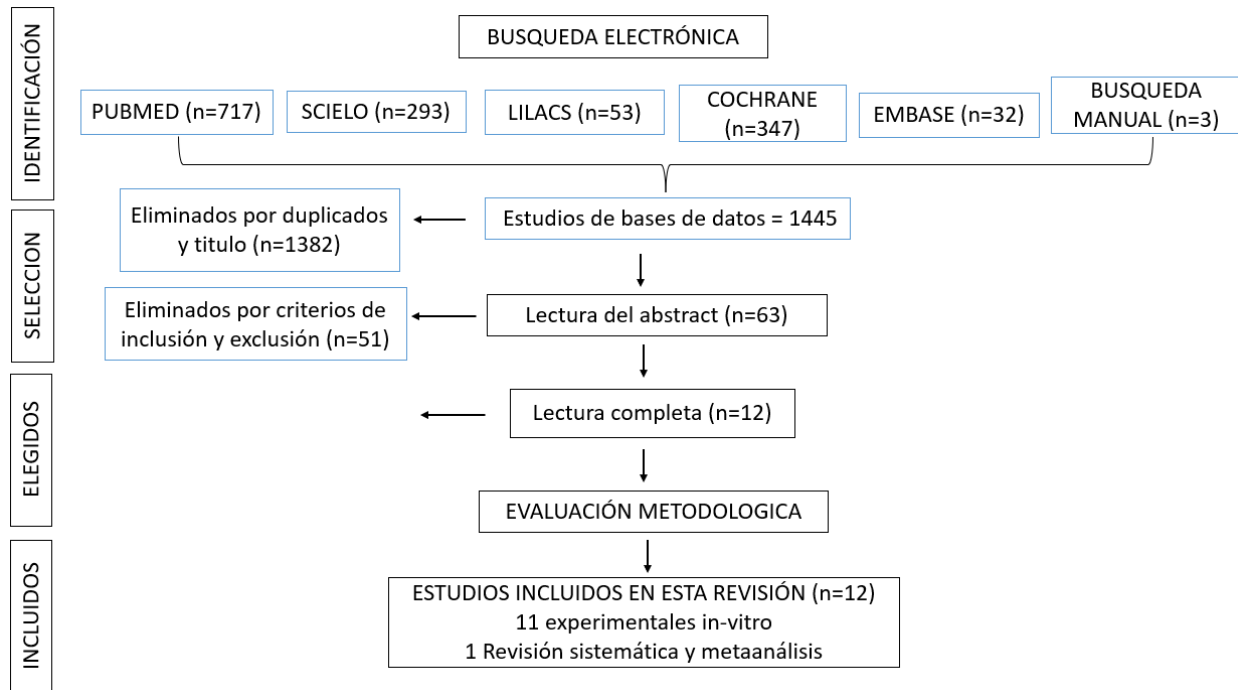
Tabla 4. *Artículos excluidos.*

#	ESTUDIO	PRIMER AUTOR	AÑO	RAZON DE EXCLUSIÓN
1	Efficacy and Safety of Photon Induced Photoacoustic Streaming for Removal of Calcium Hydroxide in Endodontic Treatment	Laky M	2018	No utiliza ninguna de las 3 técnicas
2	Efficacy of Removal of Calcium Hydroxide Medicament from Root Canals by Endoactivator and Endovac Irrigation Techniques: A Systematic Review of In vitro Studies	Parikh M	2019	Revisión sistemática sin metaanálisis
3	The Effect of Peracetic Acid on Removing Calcium Hydroxide from the Root Canals	Sagsen B	2012	No utiliza ninguna de las 3 técnicas
4	An in vitro study on the efficacy of removing calcium hydroxide from curved root canal systems in root canal therapy	Wang Y	2017	Comparaban los irrigantes no las técnicas
5	Ultrasonically Activated Irrigation to Remove Calcium Hydroxide from Apical Third of Human Root Canal System: A Systematic Review of In Vitro Studies	Yaylali	2015	Revisión sistemática sin metaanálisis

6.2 Características de los estudios

De los doce estudios seleccionados, once son estudios *in vitro* y un estudio es una revisión sistemática con metaanálisis. Los estudios evaluaron la efectividad de la irrigación activada con ultrasonido (PUI) en comparación con las técnicas *XP-endo® Finisher* y *Er: YAG laser activated irrigation* (PIPS) en la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales. En siete de los doce estudios se reporta el uso de dientes unirradiculares (Arslan, et ál., 2015; Gokturk, et ál., 2017; Hamdan, et ál., 2017; Kaptan, et ál., 2012; Rödig, et ál., 2011; Wigler, et ál., 2017; Zhou, et ál., 2021), en tres birradiculares (Ahmetoğlu, et ál., 2013; Göktürk, et ál., 2018; Li, et ál., 2015) y en dos multirradiculares (Dhiman, et ál., 2015; Lloyd, et ál., 2016; Ma, et ál., 2015) de los doce artículos, cinco no especificaron si eran superiores o inferiores (Arslan, et ál., 2015; Gokturk, et ál., 2017; Hamdan, et ál., 2017; Rödig, et ál., 2011; Zhou, et ál., 2021), uno fue en dientes de maxilar superior (Li, et ál., 2015) y seis en zona de maxilar inferior (Ahmetoğlu, et ál., 2013; Göktürk, et ál., 2018; Kaptan, et ál., 2012; Lloyd, et ál., 2016; Ma, et ál., 2015; Wigler, et ál., 2017). En la revisión sistemática y metaanálisis se incluyeron nueve estudios de los cuales solo ocho fueron incluidos para el metaanálisis. Tres estudios evaluaron la técnica PUI (Ahmetoğlu, et ál., 2013; Ma, et ál., 2015; Rödig, et ál., 2011), cinco la *XP-endo® Finisher* (Gokturk, et ál., 2017; Göktürk, et ál., 2018; Hamdan, et ál., 2017; Wigler, et ál., 2017; Zhou, et ál., 2021) y los cuatro restantes PIPS (Arslan, et ál., 2015; Kaptan, et ál., 2012; Li, et ál., 2015; Lloyd, et ál., 2016). De acuerdo con la filiación institucional del primer autor la mayor parte de los estudios provienen de Turquía y China, los otros corresponden a estudios realizados en USA, Francia, Israel y Alemania. El método de evaluación de la efectividad, la técnica de eliminación del hidróxido de calcio, así como otras características de los estudios son descritas en el Apéndice A.

Figura 9. Diagrama de flujo de búsqueda y selección de estudio



En el estudio de Lloyd, et ál. (2016), compararon la eficacia de la técnica PIPS, PUI con *EndoUltra* y la irrigación con aguja estándar (SNI) en la eliminación del Ca (OH)₂ de las raíces mesiales de 30 molares mandibulares Weine tipo II. La muestra la dividieron en tres grupos (n=10) según la técnica utilizada para la remoción. Se utilizaron volúmenes iguales de NaOCl al 8,25 % y EDTA al 17 % en todos los grupos. Además, usaron tomografía para medir la cantidad inicial y para evaluar el volumen residual de Ca (OH)₂ después de cada protocolo de irrigación. Se empleó un sistema de puntuación de cuatro niveles, uno: istmo limpio sin Ca (OH)₂, dos: conglomerados de Ca (OH)₂ < o igual al 50% del volumen, tres: agregados de Ca (OH)₂ llenando >50% del volumen y cuatro: istmo completamente lleno de Ca (OH)₂. En los tercios coronal y medio se eliminó de manera similar el Ca (OH)₂ con los tres métodos utilizados (p>0.05). Para el tercio

apical PIPS (IQR: 0-0) mostró una eliminación significativamente mayor que PUI (IQR: 85-100) y SNI (IQR: 16-72) ($p < 0,001$).

(Kaptan, et ál., 2012), en su estudio evaluaron el potencial de eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de la técnica Er: YAG en combinación con EDTA e NaOCl en 42 premolares mandibulares unirradiculares. El grupo uno uso irrigación convencional con 10 mL de EDTA al 17% y 10 mL de NaOCl al 5%, y el grupo 2 uso láser Er: YAG tras irrigación convencional. La efectividad fue evaluada mediante un microscopio estereoscópico x40 de magnificación. El sistema de puntuación utilizado fue puntuación 0: la ranura está vacía, puntuación 1: menos de la mitad de la ranura está llena de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, puntuación 2: más de la mitad de la ranura está llena de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, puntuación 3: la ranura está completamente llena de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. El porcentaje de reducción de la puntuación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fue del 46,30 % en el grupo 1 y del 60,58 % en el grupo 2. Aun así, no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos ($p > 0,05$), por lo que se podría decir que el láser no mejoró la eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ durante la irrigación convencional del conducto radicular realizada con NaOCl y EDTA.

En el estudio *In Vitro* realizado por Li, et. ál., (2015) se comparó la eficacia de cuatro técnicas de irrigación (aguja, ultrasonido, *Endoactivator* y PIPS) en la eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del conducto radicular y el istmo de 24 premolares maxilares. Las muestras se almacenaron a 37°C y 100 % de humedad durante una semana y se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos ($n = 6$ cada uno), según la técnica de irrigación. El método de evaluación de la efectividad se realizó a través de microtomografía computarizada de alta resolución (micro-CT) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Dos examinadores calibrados evaluaron la limpieza de las paredes del conducto radicular de acuerdo con el siguiente sistema de puntuación: 0: sin residuos; 1: pequeña cantidad de residuo (<20% de la superficie); 2: cantidad moderada de residuo (20 al 60% de la superficie);

3: gran cantidad de residuos (> 60% de la superficie). Los grupos PIPS y ultrasónico mostraron mayor reducción de Ca (OH)₂ en el tercio apical y mayor limpieza del istmo que los grupos *Endoactivator* e irrigación con aguja ($p < 0,05$). Las puntuaciones de residuos de Ca (OH)₂ en los grupos PIPS y ultrasónico fueron significativamente más bajas que las de los grupos *Endoactivator* y aguja en todas las regiones de los conductos radiculares ($p < 0,05$). No hubo diferencias significativas entre los grupos PIPS y ultrasónico ($p > 0,05$), o entre los grupos *Endoactivator* y aguja ($p > 0,05$).

En el estudio de Arslan, et ál., (2015), publicaron un estudio donde evaluaron el efecto de diversas técnicas incluida PIPS, irrigación ultrasónica, sónica y con aguja, en la eliminación del Ca (OH)₂ de los surcos artificiales creados en los conductos radiculares de 48 dientes unirradiculares. Las muestras se irrigaron durante 60 segundos con una de las 4 técnicas todas con EDTA al 17% y fueron evaluadas con microscopio estereoscópico x25. Se contó y registró un recuento de píxeles de Ca (OH)₂ restante en los surcos creados artificialmente como porcentaje de la superficie total del surco. PIPS fue superior en la eliminación de Ca (OH)₂ en comparación con la irrigación con aguja ($P < 0,001$), la irrigación sónica ($P < 0,001$) y la irrigación ultrasónica ($P = 0,046$).

En 2013 Ahmetoglu, et ál., publicaron un estudio donde evaluaron la eficiencia del sistema de lima autoajutable (SAF), PUI y la irrigación convencional (CI) en la eliminación del Ca (OH)₂ de los conductos radiculares de 51 premolares mandibulares, después de instrumentar y obturar los conductos radiculares con Ca (OH)₂, se asignaron aleatoriamente 45 dientes a tres grupos experimentales de acuerdo con la técnica. Los 6 dientes restantes sirvieron como controles positivos y negativos. El método de evaluación de la efectividad se realizó mediante SEM. El sistema de puntuación fue 0: ausencia de cualquier residuo; 1: pequeña cantidad de residuos (hasta

el 20% de la superficie cubierta); 2: cantidad moderada de residuos (20–60% de la superficie cubierta); y 3: gran cantidad de residuos (más del 60% de la superficie cubierta). Como resultado se encontró que ninguno de los grupos mostró una eliminación completa del hidróxido de calcio de las paredes del conducto. En todas las secciones del conducto la técnica PUI fue estadísticamente superior al SAF ($p < 0,05$). Entre el Grupo PUI y CI no hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores del tercio coronal ($p > 0,05$). Entre los Grupos SAF y CI no hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores del tercio medio y apical ($p > 0,05$).

Rödig, et ál., (2011), en su estudio compararon la eficacia de la irrigación ultrasónica y *RinsEndo* para eliminar el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y la pasta Ledermix de las irregularidades simuladas del conducto radicular en 60 dientes unirradiculares. Los dientes se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos ($n = 30$), según el medicamento intraconducto. En el primer grupo, las ranuras se rellenaron con $\text{Ca}(\text{OH})_2$, mientras que las ranuras del segundo grupo se rellenaron con pasta Ledermix. El método de evaluación de la efectividad se realizó con microscopio x30 de magnificación utilizando un sistema de puntuación de cuatro grados. Puntuación 0: la cavidad está vacía, puntuación 1: menos de la mitad de la cavidad está llena de medicamento, puntuación 2: más de la mitad de la cavidad está llena de medicamento, puntuación 3: la cavidad está completamente llena de medicamento. La técnica de irrigación no fue un factor significativo ($P = 0,3712$). Los porcentajes de remoción completa de hidróxido de calcio y pasta Ledermix fueron 11.7% y 51.7%, respectivamente.

Ma, et ál., (2015) realizaron un estudio en 30 segundos molares mandibulares con conductos en forma de C, evaluando la cantidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que permanece después de realizar las técnicas *Endoactivator*, *PUI* y aguja convencional sin agitación. De la muestra total 15

contaban con configuraciones C1 y 15 con C2 como se identificaron por primera vez, estos se dividieron en tres grupos (cinco C1 y cinco C2 en cada grupo) para los tres métodos de irrigación, lo que indica que cada grupo conto con una muestra de 10 molares. Para la evaluación usaron un microscopio estereoscópico. No hubo diferencias significativas en el volumen medio de los sistemas de conductos radiculares después de la instrumentación entre los tres grupos. Las tres técnicas de irrigación dejaron del 2 al 17% de Ca (OH)₂ en los conductos radiculares después de la remoción. En el tercio apical, el 68% del espacio del conducto permaneció ocupado por Ca (OH)₂ cuando no se utilizó agitación, mientras que el 28% y el 31% permanecieron ocupados por Ca (OH)₂ en los grupos *Endoactivator* y *PUI*, respectivamente. No hubo diferencias significativas en la cantidad de Ca (OH)₂ residual entre los grupos *Endoactivator* y *PUI*.

Gokturk, et ál., en 2017 investigaron la capacidad de la irrigación activada por láser, *XP-endo® Finisher*, *Endoactivator*, *Vibringe*, *PUI* y los sistemas convencionales de irrigación con jeringa (CSI) para eliminar el Ca (OH)₂ de irregularidades del conducto radicular de 105 dientes unirradiculares. Después de 14 días, los especímenes se dividieron aleatoriamente en 7 grupos experimentales (n=15/grupo). La evaluación se realizó mediante un microscopio estereoscópico equipado con una cámara digital. El sistema de puntuación fue 0: la ranura está completamente vacía; 1: Ca (OH)₂ está presente en menos del 50% del surco; 2: Ca (OH)₂ está presente en más del 50% del surco, pero no completamente; y 3: el surco está completamente cubierto con Ca (OH)₂. *PUI* y *LAI* eliminaron más Ca (OH)₂ que los otros protocolos; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos ($p > 0,05$).

Gokturk, et ál., (2018) realizaron un segundo estudio en donde investigaron la eficiencia de eliminación de Ca (OH)₂ por *Endoactivator*, *Vibringe*, *LAI*, *CSI*, *XP-endo® Finisher* y *PUI* en las paredes del conducto radicular de 98 premolares mandibulares. Las raíces se dividieron en seis

grupos experimentales (n=15/grupo) según el protocolo de irrigación utilizado. La evaluación se realizó mediante microscopio estereoscópico. La cantidad de Ca (OH)₂ remanente en cada tercio del conducto radicular fue puntuada por dos endodoncistas utilizando la siguiente escala de evaluación numérica, según lo descrito por Gambarini y Laszkiewicz: puntuación 1: las paredes del conducto están vacías o muestran algunas partículas pequeñas de Ca (OH)₂; puntuación 2: el conducto está cubierto con varias pequeñas aglomeraciones de Ca (OH)₂; puntuación 3: menos del 50% del conducto está cubierto con Ca (OH)₂; puntuación 4: Ca (OH)₂ está presente en más del 50% de las paredes del conducto; y puntuación 5: las paredes del conducto radicular están casi total o completamente llenas de Ca (OH)₂. Ninguno de los protocolos investigados libera las paredes del conducto radicular de restos de Ca (OH)₂. Se encontraron diferencias significativas entre regiones dentarias en términos de remoción de Ca (OH)₂ (p<0.05), y todos los grupos excepto el grupo LAI mostraron más Ca (OH)₂ residual en la región apical. PUI y LAI eliminaron significativamente más que los demás grupos en los tercios medio y apical del conducto radicular, respectivamente.

Hamdan, et ál., (2017) en su estudio compararon la eficacia de *PUI* y *XP-endo® Finisher* en la eliminación del Ca (OH)₂ de los conductos radiculares y del tercio apical de 68 dientes unirradiculares. Se colocó Ca (OH)₂ en todas las muestras excepto en el grupo de control negativo (n=4). Los dientes restantes se dividieron aleatoriamente en tres grupos: G1 Xp (n=30), G2-PUI (n=30) y el grupo de control positivo (n=4). El método de evaluación usado fue fotografías X6.4 utilizando el programa ImageJ. Se usaron fotografías con aumentos de X40 para confirmar las puntuaciones del tercio apical. El sistema de puntuación fue 0: no se encontró Ca (OH)₂ en el tercio apical, 1: el Ca (OH)₂ cubre menos del 10 % del tercio apical, 2: el Ca (OH)₂ cubre menos del 50 % del tercio apical, 3: el Ca (OH)₂ está cubriendo más del 50% de la superficie del tercio

apical, 4: el Ca (OH)₂ está cubriendo toda la superficie del tercio apical. El *XP-endo® Finisher* eliminó por completo el apósito de Ca (OH)₂ de cuatro dientes (13,33 %) mientras que el *PUI* de un diente (3,33 %). Los valores medios del Ca (OH)₂ restante fueron (2,1%, 3,6%) respectivamente y la diferencia no fue significativa ($p= 0,195$). Ambos examinadores encontraron que el *XP-endo® Finisher* era más eficiente en el tercio apical y la diferencia era significativa; $p= (0.025, 0.047)$ respectivamente.

Wigler, et ál., (2017), en su estudio compararon la efectividad de la lima autoajutable (SAF), *XP-endo® Finisher*, *PUI* y *CSI* en la eliminación de Ca (OH)₂ de un surco artificial en 80 incisivos mandibulares. Se dividieron en dos grupos de control ($n = 4$) y cuatro grupos experimentales ($n = 18$) de acuerdo con los métodos de eliminación utilizados. Para la evaluación de la efectividad de la remoción se usaron fotografías digitales utilizando un microscopio con un aumento de 249 y una cámara digital. El sistema de puntuación para la evaluación de la eliminación de Ca (OH)₂ del surco artificial fue puntuación 0: la ranura está limpia de cualquier residuo de Ca (OH)₂. Puntuación 1: menos de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con Ca (OH)₂. Puntuación 2: más de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con Ca (OH)₂. Puntuación 3: el surco está completamente cubierto con Ca (OH)₂. *PUI* eliminó significativamente más Ca (OH)₂ que las otras técnicas ($P < 0,001$), aunque no hubo diferencias significativas entre ellos ($P = 0,209$). Ninguno de los métodos probados pudo eliminar completamente el Ca (OH)₂ del surco.

Zhou, et ál., (2021), realizaron una revisión sistemática y metaanálisis en donde compararon la eficacia de la técnica *XP-endo® Finisher* y *PUI* en la eliminación del Ca (OH)₂. Para ello realizaron una búsqueda bibliográfica en PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane Library y Google Scholar hasta el 20 de diciembre de 2020. Se aplicó la herramienta Cochrane de riesgo de sesgo 2.0 para su evaluación. De los nueve estudios incluidos solo ocho se utilizaron

para el metaanálisis. Los métodos para evaluar la efectividad de remoción en esos estudios fueron microscopio estereoscópico utilizado en diferentes magnitudes. En general, el uso de PUI mostró una mejor eficacia en la eliminación del medicamento que XPF ($P < 0,001$). PUI también fue significativamente más eficaz que XPF en el tercio apical ($P = 0,01$). Para los ensayos que usaron NaOCl solo, PUI también fue significativamente más efectivo que XPF en la eliminación de medicamentos intraconducto ($P < 0,001$). Sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre PUI y XPF cuando se usaron en combinación NaOCl y EDTA ($P = 0,26$).

6.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

Tres revisores evaluaron de manera independiente la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los doce estudios incluidos, para los 11 estudios *in vitro*, se usó la lista de chequeo de Faggion para evaluar la calidad metodológica y se creó una herramienta para la evaluación del sesgo basada en el artículo de Faggion (Faggion, 2012), obteniendo los resultados que se describen en la Tabla 5. De los once estudios evaluados, ocho obtuvieron un bajo riesgo de sesgo y tres un riesgo de sesgo moderado. Los resultados son descritos en la tabla 5 de acuerdo con los parámetros considerados para el análisis. Todos los estudios fueron aleatorizados, el enmascaramiento fue simple en dos estudios (Ahmetoğlu, et ál., 2013; Kaptan, et ál., 2012) y doble en uno (Lloyd, et ál., 2016), los demás estudios no reportaron ese dato. Todos los estudios contaron con un objetivo claramente definido, con muestras con dimensiones similares, con un método o herramienta de evaluación, con una técnica de eliminación de hidróxido de calcio y todos contaron con un análisis estadístico. En uno de los doce estudios no se contó con un grupo control, en cinco no se siguieron las instrucciones del fabricante y en cuatro no se calculó el tamaño de la muestra. Donde más se encontraron deficiencias fue en que no se describía el método de almacenamiento de las muestras.

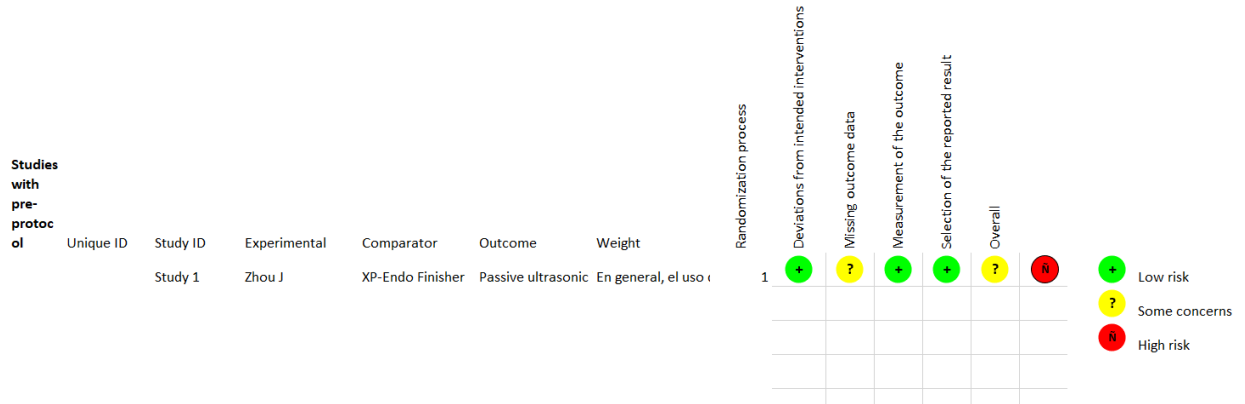
Tabla 5. *Evaluación del riesgo de sesgo para estudios in vitro*

Estudio	Objetivo claramente establecido	Cálculo del tamaño de la muestra	Muestras con dimensiones similares	Método de evaluación	Método de almacenamiento de las muestras	Aleatorización grupos	Presencia de grupo control	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Se siguieron instrucciones del fabricante	Se realizó análisis estadístico	Total	Riesgo de sesgo
Puntaje	1	0,5	1	1	0,25	1	1	1	0,25	1	8	
Lloyd A	1	0,5	1	1	0,25	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	7,8	Bajo
Ahmetoglu F	1	0,2	1	0,3	0	1,0	1,0	1,0	0,1	1,0	6,6	Medio
Li D	1	0	1	1	0,2	0,7	1,0	1,0	0,3	1,0	7,1	Bajo
Gokturk H 2017	1	0,5	1	1	0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	7,5	Bajo
Gokturk H 2018	1	0	1	1	0,2	1,0	1,0	1,0	0,3	1,0	7,4	Bajo
Hamdan R	1	0,3	1	1	0,2	1,0	1,0	1,0	0,3	1,0	7,8	Bajo
Kaptan F	1	0,5	0,3	1	0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	5,8	Medio
Kfir A	1	0,5	1	1	0	0,3	1,0	1,0	0,2	1,0	7,0	Bajo
Rödig T	1	0,5	1	1	0	0,3	1,0	1,0	0,2	1,0	7,0	Bajo
Arslan	1	0,3	1	1	0	0,7	1,0	1,0	0,0	1,0	7,0	Bajo
Ma J	1	0	1	1	0	1,0	0,7	1,0	0,0	1,0	6,7	Medio

Para la evaluación de la revisión sistemática con metaanálisis incluido, la calidad metodológica se evaluó con la lista de chequeo prisma y la herramienta risk-of-bias tool for randomized trials (RoB2) de Cochrane para la evaluación del riesgo de sesgo. El resultado se describe en la Figura 10. El estudio presento algunas preocupaciones. En el dominio 2 que evalúa el efecto de la asignación a la intervención, se encuentran algunas preocupaciones que hacen surgir algunas dudas acerca de los resultados. Contrario a lo sucedido con los demás dominios que evalúan el sesgo derivado del proceso de aleatorización, el sesgo debido a la falta de datos de resultados,

la medición del resultado y el sesgo en la selección del resultado informado donde el estudio arrojó un bajo riesgo de sesgo, lo que supondría que es poco probable que estos factores evaluados modifiquen de manera importante los resultados.

Figura 10. Evaluación del riesgo de sesgo de la revisión sistemática y metaanálisis según la herramienta RoB2 de Cochrane



7. Discusión

Esta revisión sistemática evaluó la efectividad de las técnicas de irrigación XP-endo® Finisher y PIPS comparada con PUI en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales en estudios *in-vitro* reportados en la literatura. Es de gran importancia comprender la capacidad de las técnicas de irrigación para eliminar el medicamento del tercio apical del conducto radicular porque algunas de las técnicas de irrigación descritas en esta revisión se utilizan de forma rutinaria en la práctica clínica. Muchos factores pueden afectar la eficacia de eliminación de Ca (OH)₂, incluida la posición de la aguja de la jeringa, el tipo, la dosis y la proporción de los irrigantes, la morfología de los conductos y el uso de los instrumentos (Rödig, et ál., 2011; Salgado, et ál., 2009). Además, no se dispone de un protocolo recomendado de eliminación de Ca (OH)₂ al que se pueda hacer referencia en la práctica clínica.

Se han publicado un gran número de estudios sobre la eliminación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de los conductos radiculares (Capar, et ál., 2014; Kenee, et ál., 2006; Rödíg, et ál., 2011; Salgado, et ál., 2009; Taşdemir, et ál., 2011; van der Sluis, et ál., 2007). Algunos estudios han evaluado el potencial de diferentes soluciones de irrigación (Capar, et ál., 2014; Ethem Yaylali, et ál., 2015) y otros han evaluado la efectividad de diferentes dispositivos o técnicas (Rödíg, et ál., 2011; Salgado, et ál., 2009; Taşdemir, et ál., 2011; van der Sluis, et ál., 2007). Todos los estudios han reportado que es difícil eliminar el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del tercio apical. En una revisión sistemática de la literatura publicada por Yaylali et al. en el 2015 afirmaron que la irrigación activada ultrasónicamente era superior a la remoción apical con presión negativa (Ethem Yaylali, et ál., 2015). Resultado coincidente con la presente revisión.

Kenée et al., (2006), en su estudio encontraron que un promedio del 3,3% del área total de los conductos curvos de los molares mandibulares estaba cubierta por hidróxido de calcio residual después de la técnica PUI con NaOCl. Estos hallazgos concuerdan con los de Nandini et al. (Nandini, et ál., 2006), quienes encontraron una remoción del hidróxido de calcio en un 96% a un 99% después de PUI con irrigación EDTA al 17% o ácido cítrico al 10%. Por el contrario, Balvedi et al. (Balvedi, et ál., 2010) encontraron que la retención de hidróxido de calcio en los incisivos bovinos fue de hasta un 49% después de la técnica PUI con solución salina y el EDTA solo eliminó el 85,7% (ultrasónico) y el 71,5% (sónico) de la pasta UltraCal XS colocada 2 mm antes de la longitud de trabajo (Salman, et ál., 2010).

En el estudio de Rödíg, et ál., (2011), el medicamento se eliminó por completo después de la irrigación ultrasónica en el 35,0 % de las muestras y después de la irrigación con RinsEndo en el 28,3 % de las muestras. Por lo tanto, se puede considerar que la eficacia de limpieza de una técnica de irrigación depende no solo de la agitación mecánica y el volumen de la solución de

irrigación, sino también de la actividad química del irrigante LEE. Mientras que el hipoclorito de sodio es eficaz para disolver los compuestos orgánicos de los restos de dentina, tiene una capacidad limitada para disolver sustancias inorgánicas como el calcio. Como los quelantes son significativamente más efectivos que el NaOCl para eliminar el hidróxido de calcio, el uso de EDTA puede haber mejorado la limpieza del conducto radicular (Salgado, et ál., 2009). Los porcentajes de eliminación completa de la medicación (puntuación 0) fueron del 11,7 % para el hidróxido de calcio y del 51,7 % para la pasta de Ledermix. La mayor capacidad de remoción de la pasta Ledermix puede deberse a su base soluble en agua y a la oxidación y degradación de sus compuestos por el hipoclorito de sodio (Rödig, et ál., 2011).

Existen varios métodos para medir el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ residual en los conductos, como visualización directa, microscopía digital y microscopía electrónica de barrido (Wiseman, et ál., 2011). La cantidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ restante en un conducto se calculó midiendo el área superficial de los residuos en las paredes (Balvedi, et ál., 2010; Kenee, et ál., 2006; Taşdemir, et ál., 2011), o utilizando un método de puntuación (Ma, et ál., 2015). Las principales deficiencias de estas técnicas son la pérdida de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ residual durante la división y la variación entre observadores debido a la evaluación subjetiva de los remanentes como resultado de imágenes bidimensionales. Más recientemente, el volumen de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ eliminado se analizó con tomografía computarizada (CT) (Nandini, et ál., 2006). Aunque el análisis tridimensional brinda información más precisa que la medición del área de superficie, la resolución de la CT es bastante baja. Por lo que otra alternativa a utilizar sería mediante la microtomografía I-CT 3D, como lo realizó Wiseman, et ál., 2011 en los conductos radiculares mesiales de los molares mandibulares. Con esta no solo se puede evaluar con alta resolución un examen transversal del conducto radicular, sino también el volumen 3D del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ restante. Otras ventajas de la técnica de I-CT 3D incluyen que se requiere poca

o ninguna preparación de la muestra y, por lo tanto, la naturaleza no destructiva del proceso. Wiseman, et ál., (2011) demostraron que 14,3–28,5 % del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ permanecía en los conductos después de la instrumentación y la irrigación ultrasónica o sónica, respectivamente. Esto es más que detectado en el presente estudio donde se evidenció restos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en diferentes zonas del o de los conductos radiculares más que todo en la zona apical cuando se utilizó una preparación similar (sónica o ultrasónica).

Esta revisión tuvo ciertas limitaciones. La primera fue la complejidad de las diferentes metodologías utilizadas, lo que significa que hubo heterogeneidad entre los estudios incluidos. En los estudios evaluados se utilizaron diferentes tipos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tiempos de irrigación y medidas de resultado, lo único igual fue la solución irrigadora que usaron que fue el hipoclorito de sodio. Por lo tanto, no se es factible realizar un metaanálisis. La segunda limitación fue que los resultados de los estudios incluidos se derivaron de estudios *in vitro*. Sin embargo, aunque ensayos controlados aleatorios, arrojan resultados más sólidos, un estudio experimental *in vitro* bien diseñado también puede brindar soluciones beneficiosas para los problemas clínicos. La tercera limitación fue que, aunque todos los estudios incluidos describieron la asignación aleatoria, ninguno describió los métodos de asignación al azar ni el ocultamiento de la asignación utilizada. Además, solo tres de los estudios realizaron enmascaramiento. Por lo tanto, los resultados de los estudios evaluados deben interpretarse con cautela. Las diferentes metodologías de evaluación utilizadas en los estudios incluidos dificultaron las comparaciones entre estudios debido a la falta de criterios de evaluación uniformes para evaluar los residuos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y la limpieza resultante. La cuarta limitación de la revisión fue el tamaño pequeño de los estudios evaluados. Los estudios con tamaños de muestra más grandes habrían dado lugar a resultados más sólidos. Aunque los ensayos aleatorizados controlados son el diseño más confiable y el estándar de oro para

aplicaciones clínicas, en la presente revisión se incluyeron estudios experimentales in vitro. Sin embargo, existen otras revisiones sistemáticas realizadas con estudios in vitro en la literatura.

La elaboración de esta revisión sistemática proporcionó información útil basada en la evidencia científica de los últimos 10 años para estudiantes, odontólogos y especialistas sobre la eficacia en la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical de tres diferentes técnicas en dientes naturales con el fin de beneficiar a los pacientes, mejorando el sellado final de los tratamientos endodónticos, evitando fracasos en el futuro.

8. Conclusiones

Debido a los tamaños de muestra pequeños, el bajo número de estudios incluidos y las limitaciones, se necesitan más investigaciones para confirmar los resultados.

Aunque las tres técnicas de irrigación tuvieron la capacidad de eliminar el hidróxido de calcio intraconducto, ninguna logro retirarlo en su totalidad del tercio apical.

La variación en el método de evaluación hace que los resultados sean heterogéneos, además esto puede ser un factor determinante en las diferencias presentadas entre una técnica u otra.

9. Recomendaciones

Se requieren más estudios clínicos con muestras de mayor tamaño para obtener resultados más fiables acerca de la eliminación del tercio apical del hidróxido de calcio.

Los estudios futuros deberán adherirse a una metodología uniforme para evitar la heterogeneidad.

Se requiere más evidencia científica enfocada en esas tres técnicas para la eliminación del hidróxido de calcio en el tercio apical.

Referencias

- Ahmetoğlu, F., Şİmşek, N., Keleş, A., Ocak, M. S., & Er, K. (2013). Efficacy of self-adjusting file and passive ultrasonic irrigation on removing calcium hydroxide from root canals. *Dental Materials Journal*, 32(6). <https://doi.org/10.4012/dmj.2013-106>
- Aktener, B. O., Cengiz, T., & Pişkin, B. (1989). The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface-active reagents: A scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 15(12). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80156-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80156-6)
- Alves, F. R. F., Marceliano-Alves, M. F., Sousa, J. C. N., Silveira, S. B., Provenzano, J. C., & Siqueira, J. F. (2016). Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single- or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. *Journal of Endodontics*, 42(7). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.04.007>
- Arslan, H., Akcay, M., Capar, I. D., Saygili, G., Gok, T., & Ertas, H. (2015). An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *International Endodontic Journal*, 48(3). <https://doi.org/10.1111/iej.12306>
- Balvedi, R. P. A., Versiani, M. A., Manna, F. F., & Biffi, J. C. G. (2010). A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *International Endodontic Journal*, 43(9). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01718.x>
- Barbizam, J. V. B., Trope, M., Teixeira, É. C. N., Tanomaru-Filho, M., & Teixeira, F. B. (2008). Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Brazilian Dental Journal*, 19(3). <https://doi.org/10.1590/s0103-64402008000300009>
- Barnett, F., & Siqueira, J. F. (2017). Instrumentation and Disinfection of Root Canals. In *Endodontic Prognosis*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42412-5_8
- Betancourt, P., Arnabat-Domínguez, J., & Viñas, M. (2021). Avances en la Desinfección Endodóntica Irrigación Activada por Láser. *Canal Abierto. Revista Científica*, 43, 4–7.
- Blanken, J., de Moor, R. J. G., Meire, M., & Verdaasdonk, R. (2009). Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: A visualization study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 41(7). <https://doi.org/10.1002/lsm.20798>
- Çalışkan, M. K., Türkün, M., & Türkün, L. Ş. (1998). Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. *International Endodontic Journal*, 31(3). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1998.00145.x>
- Çalt, S., & Serper, A. (1999). Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 25(6). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(99\)80273-8](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(99)80273-8)

- Capar, I. D., Ozcan, E., Arslan, H., Ertas, H., & Aydinbelge, H. A. (2014). Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. *Journal of Endodontics*, *40*(3). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.019>
- CERGNEUX, M., CIUCCHI, B., DIETSCHI, J. M., & HOLZ, J. (1987). The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *International Endodontic Journal*, *20*(5). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1987.tb00619.x>
- CHONG, B. S., & FORD, T. R. P. (1992). The role of intracanal medication in root canal treatment. *International Endodontic Journal*, *25*(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1992.tb00743.x>
- da Silva, J. M., Andrade Junior, C. v., Zaia, A. A., & Pessoa, O. F. (2011). Microscopic cleanliness evaluation of the apical root canal after using calcium hydroxide mixed with chlorhexidine, propylene glycol, or antibiotic paste. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, *111*(2). <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.08.016>
- Dhiman, M., Kumar, S., Duhan, J., Sangwan, P., & Tewari, S. (2015). Effect of Platelet-rich Fibrin on Healing of Apicomarginal Defects: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Endodontics*, *41*(7). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.04.004>
- Dioguardi, M., di Gioia, G., Illuzzi, G., Laneve, E., Cocco, A., & Troiano, G. (2018). Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. In *European Journal of Dentistry* (Vol. 12, Issue 3). https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_56_18
- Eraso-Martinez, Nancy., & Muñoz-Bolaños, Ivan. (2015). La obturación endodóntica, una visión general. *Revista Nacional de Odontología*, *8*(15).
- Ethem Yaylali, I., Kececi, A. D., & Ureyen Kaya, B. (2015). Ultrasonically activated irrigation to remove calcium hydroxide from apical third of human root canal system: A systematic review of in vitro studies. In *Journal of Endodontics* (Vol. 41, Issue 10). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.06.006>
- Evans, M., Davies, J. K., Sundqvist, G., & Figdor, D. (2002). Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *International Endodontic Journal*, *35*(3). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00504.x>
- Faggion, C. M. (2012). Guidelines for reporting pre-clinical in vitro studies on dental materials. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, *12*(4). <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2012.10.001>
- Farhad, A., & Mohammadi Esfahan, Z. (2005). Calcium hydroxide: a review Chemical characteristics of calcium hydroxide. *International Dental Journal*, *55*.
- Faria, G., Kuga, M. C., Ruy, A. C., Aranda-Garcia, A. J., Bonettifilho, I., Guerreiro-Tanomaru, J. M., & Leonardo, R. T. (2013). The efficacy of the self-adjusting file and ProTaper for removal of calcium hydroxide from root canals. *Journal of Applied Oral Science*, *21*(4). <https://doi.org/10.1590/1678-775720130034>

- G. Caton, J., Armitage, G., Berglundh, T., Chapple, I. L. C., Jepsen, S., S. Kornman, K., L. Mealey, B., Papapanou, P. N., Sanz, M., & S. Tonetti, M. (2018). A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions – Introduction and key changes from the 1999 classification. *Journal of Clinical Periodontology*, 45. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12935>
- Ghabraei, S., Bolhari, B., Yaghoobnejad, F., & Meraji, N. (2017). Effect of intra-canal calcium hydroxide remnants on the push-out bond strength of two endodontic sealers. *Iranian Endodontic Journal*, 12(2). <https://doi.org/10.7508/iej.2017.02.008>
- Gokturk, H., Ozkocak, I., Buyukgebiz, F., & Demir, O. (2017). Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *Journal of Applied Oral Science*, 25(3). <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2016-0414>
- Göktürk, H., Özkoçak, İ., Büyükgebiz, F., & Demir, O. (2018). Effectiveness of Various Irrigation Protocols in Removing Calcium Hydroxide from Root Canals. *Meandros Medical and Dental Journal*, 19(1). <https://doi.org/10.4274/meandros.04796>
- Gu, L. sha, Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2009). Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. In *Journal of Endodontics* (Vol. 35, Issue 6). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.010>
- Hamdan, R., Michetti, J., Pinchon, D., Diemer, F., & Georgelin-Gurgel, M. (2017). The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(7). <https://doi.org/10.4317/jced.53962>
- Heithersay, G. S. (1975). Calcium Hydroxide in the Treatment of Pulpless Teeth with Associated Pathology. *International Endodontic Journal*, 8(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1975.tb01000.x>
- Hosoya, N., Kurayama, H., Iino, F., & Arai, T. (2004). Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *International Endodontic Journal*, 37(3). <https://doi.org/10.1111/j.0143-2885.2004.00781.x>
- Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation - Literature review and case reports. In *International Endodontic Journal* (Vol. 33, Issue 3). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00303.x>
- Jiménez, L., Gómez, J., & Matos, M. (2014). IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA COMPARADA CON IRRIGACIÓN MANUAL EN LA ELIMINACIÓN DEL ENTEROCOCCUS FAECALIS DEL SISTEMA DE CONDUCTOS (ESTUDIO IN VITRO) PASSIVE ULTRASONIC IRRIGATION COMPARED WITH CONVENTIONAL MANUAL IRRIGATION IN THE ELIMINATION OF ENTEROCOCCUS FAECALIS OF DUCT RADICULAR SYSTEM (IN VITRO STUDY). *Acta Odont. Venez*, 52.

- Kaptan, F., Karapinar-Kazandag, M., Kayahan, M. B., Bora, T., & Bayirli, G. (2012). Potential of an Er:YAG laser in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Photomedicine and Laser Surgery*, 30(5). <https://doi.org/10.1089/pho.2011.3093>
- Kawashima, N., Wadachi, R., Suda, H., Yeng, T., & Parashos, P. (2009). Root canal medicaments. *International Dental Journal*, 59(1), 5–11. https://doi.org/10.1922/IDJ_2060Kawashima07
- Kenee, D. M., Allemang, J. D., Johnson, J. D., Hellstein, J., & Nichol, B. K. (2006). A Quantitative Assessment of Efficacy of Various Calcium Hydroxide Removal Techniques. *Journal of Endodontics*, 32(6). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.065>
- Kim, S. K., & Kim, Y. O. (2002). Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *International Endodontic Journal*, 35(7). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00539.x>
- Komabayashi, T., D'souza, R. N., Dechow, P. C., Safavi, K. E., & Spångberg, L. S. W. (2009). Particle Size and Shape of Calcium Hydroxide. *Journal of Endodontics*, 35(2). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.11.017>
- Levine, M. (1988). Root-canal therapy: a means of treating oral pain and infection. *Canadian Family Physician Medecin de Famille Canadien*, 34.
- Li, D., Jiang, S., Yin, X., Chang, J. W. W., Ke, J., & Zhang, C. (2015). 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. *Photomedicine and Laser Surgery*, 33(6). <https://doi.org/10.1089/pho.2015.3903>
- Lloyd, A., Navarrete, G., Marchesan, M. A., & Clement, D. (2016). Removal of calcium hydroxide from Weine Type II systems using photon-induced photoacoustic streaming, passive ultrasonic, and needle irrigation: A microcomputed tomography study. *Journal of Applied Oral Science*, 24(6). <https://doi.org/10.1590/1678-775720160234>
- Ma, J. Z., Shen, Y., Al-Ashaw, A. J., Khaleel, H. Y., Yang, Y., Wang, Z. J., Peng, B., & Haapasalo, M. (2015). Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. *International Endodontic Journal*, 48(4). <https://doi.org/10.1111/iej.12319>
- Maalouf, L., Zogheib, C., & Naaman, A. (2013). Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal without chemically active adjuvant. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(2). <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1298>
- Margelos, J., Eliades, G., Verdellis, C., & Palaghias, G. (1997). Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: A potential clinical problem. *Journal of Endodontics*, 23(1). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(97\)80206-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(97)80206-3)

- Messer, H. H., & Chen, R. S. (1984). The duration of effectiveness of root canal medicaments. *Journal of Endodontics*, 10(6). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(84\)80055-2](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(84)80055-2)
- Mustafa, M., Jain, D., Taluka, S., Lecturer, S., Dentistry, C., & Capping, P. (2012). Role of Calcium Hydroxide in Endodontics: a Review. *Global Journal of Medicine*, 1(1).
- Nandini, S., Velmurugan, N., & Kandaswamy, D. (2006). Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament With Two Calcium Chelators: Volumetric Analysis Using Spiral CT, An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 32(11). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.06.005>
- OKŞAN, T., AKTENER, B. O., ŞEN, B. H., & TEZEL, H. (1993). The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 26(5). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1993.tb00575.x>
- Paredes Vieyra, J., Gradilla Martínez, I., Mondaca, J. M., Jiménez Enriquez, Fco. J., & Manriquez Quintana, M. I. (2009). *Sistema Endovac en endodoncia por medio de presión apical negativa*.
- Pashley, D. H., & Livingston, M. J. (1978). Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentine. *Archives of Oral Biology*, 23(5). [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(78\)90098-5](https://doi.org/10.1016/0003-9969(78)90098-5)
- Poggio, C., Beltrami, R., Colombo, M., Ceci, M., Dagna, A., & Chiesa, M. (2015). In vitro antibacterial activity of different pulp capping materials. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(5). <https://doi.org/10.4317/jced.52401>
- RENEDO, M. J., FERNANDEZ, J., GAREA, A., & IRABIEN, J. A. (2000). INFLUENCE OF PARTICLE SIZE AND STRUCTURAL PROPERTIES OF SORBENTS PREPARED FROM FLY-ASH AND Ca(OH)₂ ON THE SO₂ REMOVAL ABILITY. *Chemical Engineering Communications*, 182(1), 69–80. <https://doi.org/10.1080/00986440008912828>
- Ricucci, D., & Langeland, K. (1997). Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: A case report. *International Endodontic Journal*, 30(6). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1997.tb00734.x>
- Rödig, T., Hirschleb, M., Zapf, A., & Hülsmann, M. (2011). Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *International Endodontic Journal*, 44(12). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01937.x>
- Rodríguez, G., Álvarez, M., García, J., Arias, S. R., & Sarabia, M. (2005). El hidróxido de calcio: su uso clínico en la endodoncia actual. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 9(3).
- Safavi, K. E., Spngberg, L. S. W., & Langeland, K. (1990). Root canal dentinal tubule disinfection. *Journal of Endodontics*, 16(5). [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81670-5](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81670-5)
- Salgado, R. J. C., Moura-Netto, C., Yamazaki, A. K., Cardoso, L. N., Maranhão de Moura, A. A., & Prokopowitsch, I. (2009). Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication

- removal: microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(4), 580–584. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.12.008>
- Salman, M. I., Baumann, M. A., Hellmich, M., Roggendorf, M. J., & Termaat, S. (2010). SEM evaluation of root canal debridement with Sonicare CanalBrush irrigation. *International Endodontic Journal*, 43(5). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01675.x>
- Sathorn, C., Parashos, P., & Messer, H. (2007). Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: A systematic review and meta-analysis. In *International Endodontic Journal* (Vol. 40, Issue 1). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01197.x>
- Schilder, H., & Amsterdam, M. (1959). Inflammatory potential of root canal medicaments. A preliminary report including nonspecific drugs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 12(2). [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(59\)90146-X](https://doi.org/10.1016/0030-4220(59)90146-X)
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. (2008). SIGN 50: A guideline developers' handbook. *SIGN Publication*.
- Shahravan, A., Haghdoost, A. A., Adl, A., Rahimi, H., & Shadifar, F. (2007). Effect of Smear Layer on Sealing Ability of Canal Obturation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 33(2). <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.10.007>
- Sireesha, A., Jayasree, R., Vidhya, S., Mahalaxmi, S., Sujatha, V., & Kumar, T. S. S. (2017). Comparative evaluation of micron- and nano-sized intracanal medicaments on penetration and fracture resistance of root dentin – An in vitro study. *International Journal of Biological Macromolecules*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.126>
- Soares, I. J., & Goldberg, F. (2002). *Procedimientos químicos auxiliares de la preparación quirúrgica* (I. J. Soares & F. Goldberg, Eds.).
- Taşdemir, T., Çelik, D., Er, K., Yildirim, T., Ceyhanli, K. T., & Yeşilyurt, C. (2011). Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *International Endodontic Journal*, 44(6). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01854.x>
- Tavella e Silva, N. C., Gibin, J. T., Rivera, I. C. M. M., Rached Junior, F. J. A., Leoni, G. B., & Raucci-Neto, W. (2021). Calcium hydroxide paste removal strategies and bond strengths of epoxy- and silicate-based sealers. *Australian Endodontic Journal*, 47(2). <https://doi.org/10.1111/aej.12460>
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11). <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- van der Sluis, L. W. M., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2007). The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different

irrigation methodologies. *International Endodontic Journal*, 40(1), 52–57.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01182.x>

Veintimilla Lozada, V. N., Guillén Guillén, R., Caballero Flores, H. V., & Eduardo de Lima Machado, M. (2019). Influence of intracanal medication with calcium hydroxide paste in the penetration of the shutter cement. *Revista Odontología Universidad Central de Ecuador*, 5–18.

WANG, J. -D, & HUME, W. R. (1988). Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *International Endodontic Journal*, 21(1). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1988.tb00949.x>

Wang, Y., Guo, L. Y., Fang, H. Z., Zou, W. L., Yang, Y. M., Gao, Y., Yang, H., & Hu, T. (2017). An in vitro study on the efficacy of removing calcium hydroxide from curved root canal systems in root canal therapy. *International Journal of Oral Science*, 9(2). <https://doi.org/10.1038/ijos.2017.14>

White, R. R., Goldman, M., & Lin, P. S. (1984). The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *Journal of Endodontics*, 10(12).
[https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(84\)80100-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(84)80100-4)

Wigler, R., Dvir, R., Weisman, A., Matalon, S., & Kfir, A. (2017). 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. *International Endodontic Journal*, 50(7). <https://doi.org/10.1111/iej.12668>

Wiseman, A., Cox, T. C., Paranjpe, A., Flake, N. M., Cohenca, N., & Johnson, J. D. (2011). Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: A microtomographic study. *Journal of Endodontics*, 37(2).
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.019>

Zhou, J., Liu, T., & Guo, L. (2021). Effectiveness of XP-Endo Finisher and passive ultrasonic irrigation on intracanal medicament removal from root canals: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01644-7>

Apéndices

Apéndice A. *Sábana de resultados*

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
Estudios <i>In Vitro</i>							
Lloyd A	2016	30 molares mandibulares	Se dividieron en tres grupos (n=10) según la técnica utilizada para la remoción de Ca (OH) ₂ .	Microtomografía computarizada	Puntuación de cuatro niveles: 1= Istmo limpio, 2= Conglomerados de Ca (OH) ₂ < o igual al 50% del volumen, 3= Agregados de Ca (OH) ₂ llenando >50% del volumen. 4 = Istmo completamente lleno de Ca (OH) ₂	PIPS a 15 Hz y 20 mJ utilizando una punta de 9 mm de largo y 600 μm de diámetro; PUI usando una punta 15/.02; y SNI (aguja con ventilación lateral de calibre 30).	El Ca (OH) ₂ se eliminó de manera similar en los tercios coronal y medio con los tres métodos utilizados (p>0.05). Para el tercio apical PIPS mostró una eliminación significativamente mayor que PUI y SNI (p<0,001).
Ahmetoglu F	2013	51 premolares mandibulares	Se asignaron aleatoriamente 45 dientes a tres grupos experimentales de acuerdo con la técnica usada SAF, PUI o CI. Los 6 dientes restantes sirvieron como controles positivos y negativos.	Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Puntuación 0: ausencia de cualquier residuo; puntuación 1: pequeña cantidad de residuos (hasta el 20% de la superficie cubierta); puntuación 2: cantidad moderada de residuos (20–	Lima autoajutable (SAF), la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y la irrigación convencional (CI)	Ninguno de los grupos mostró una eliminación completa del hidróxido de calcio de las paredes del conducto. En todas las secciones del conducto, la técnica PUI fue estadísticamente superior al SAF (p<0,05). Entre el Grupo PUI y CI no hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores del tercio coronal (p>0,05). Entre los Grupos SAF y CI,

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
					60% de la superficie cubierta); y puntuación 3: gran cantidad de residuos (más del 60% de la superficie cubierta)		no hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores del tercio medio y apical ($p > 0.05$).
Li D	2015	24 primeros premolares maxilares	Las muestras se almacenaron a 37 C y 100 % de humedad durante 1 semana y se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos (n = 6 cada uno), según la técnica de irrigación.	Microtomografía computarizada de alta resolución (micro-CT) y microscopía electrónica de barrido (SEM)	0, sin residuos; 1, pequeña cantidad de residuo (que cubre < 20% de la superficie); 2, cantidad moderada de residuo (que cubre del 20 al 60% de la superficie); 3, gran cantidad de residuos (cubriendo > 60% de la superficie).	Aguja, ultrasonido, EndoActivator y fotón-flujo fotoacústico inducido (PIPS)	Los grupos PIPS y ultrasónico mostraron mayor reducción de Ca (OH) ₂ en el tercio apical y mayor limpieza del istmo que los grupos EndoActivator e irrigación con aguja ($p < 0,05$). No hubo diferencias significativas entre los grupos PIPS y ultrasónico ($p > 0,05$), o entre los grupos EndoActivator y aguja ($p > 0,05$).

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
Gokturk H	2017	105 dientes unirradiculares	Después de 14 días, los especímenes se dividieron aleatoriamente en 7 grupos experimentales (n=15/grupo).	Microscopio estereoscópico equipado con una cámara digital	Puntuación 0, la ranura está completamente vacía; puntuación 1, CH está presente en menos del 50% del surco; puntuación 2, CH está presente en más del 50% del surco, pero no completamente; y puntaje 3, el surco está completamente cubierto con CH	Irrigación activada por láser (LAI), XP-endo Finisher, CanalBrush, Vibringe, irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y los sistemas convencionales de irrigación con jeringa para eliminar el hidróxido de calcio (CH)	Los grupos 1 (irrigación con aguja biselada) y 2 (irrigación con aguja ventilada de doble cara) fueron los menos eficientes en la eliminación de CH de los surcos. Los grupos 6 (PUI) y 7 (LAI) eliminaron más CH que los otros protocolos; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos ($p > 0,05$).
Gokturk H	2018	98 premolares mandibulares	Las raíces se dividieron en seis grupos experimentales (n=15/grupo) según el protocolo de irrigación utilizado	Microscopio estereoscópico	Puntuación 1: las paredes del conducto están vacías o muestran algunas partículas pequeñas de Ca (OH) ₂ ; 2: el conducto está cubierto con varias pequeñas aglomeraciones de Ca (OH) ₂ ; 3: menos del 50% del conducto está cubierto con Ca (OH) ₂ ; 4: Ca (OH) ₂ está	CanalBrush, Vibringe, irrigación activada por láser (LAI), irrigación con jeringa convencional (CSI), XP-endo Finisher e irrigación ultrasónica pasiva (PUI)	Ninguno de los protocolos investigados libera las paredes del conducto radicular de restos de CH. Se encontraron diferencias significativas entre regiones dentarias en términos de remoción de CH ($p < 0.05$), y todos los grupos excepto el grupo 6 (LAI) mostraron más CH residual en la región apical. PUI y LAI eliminaron significativamente más CH que CSI de los tercios medio y apical del conducto radicular, respectivamente.

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
					presente en más del 50% de las paredes del conducto; y 5: las paredes del conducto radicular están casi total o completamente llenas de Ca (OH) ₂		
Hamdan R	2017	68 dientes unirradiculares	Se colocó Ca (OH) ₂ en todas las muestras excepto en el grupo de control negativo (n=4). Los dientes restantes se dividieron aleatoriamente en tres grupos: G1 Xp (n=30), G2-PUI (n=30) y el grupo de control positivo (n=4).	Fotografías X6.4 utilizando el programa ImageJ	El sistema de puntuación fue 0: no se encontró Ca (OH) ₂ en el tercio apical, 1: el Ca (OH) ₂ cubre menos del 10 % del tercio apical, 2: el Ca (OH) ₂ cubre menos del 50 % del tercio apical superficie del tercio apical, 3: el Ca (OH) ₂ está cubriendo más del 50% de la superficie del tercio apical, 4: el Ca (OH) ₂ está cubriendo toda la superficie del tercio apical.	Irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y el Xp-endo Finisher	El Xp-endo Finisher eliminó por completo el apósito de Ca (OH) ₂ de cuatro dientes (13,33 %) mientras que el PUI de un diente (3,33 %). Los valores medios del Ca (OH) ₂ restante fueron (2,1%, 3,6%) respectivamente y la diferencia no fue significativa (p= 0,195). Ambos examinadores encontraron que el Xp-endo Finisher era más eficiente en el tercio apical y la diferencia era significativa; p= (0.025, 0.047) respectivamente.

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
Kaptan F	2012	42 premolares mandibulares unirradiculares	En el grupo 1 se realizó irrigación convencional con 10 mL de EDTA al 17% y 10 mL de NaOCl al 5%, y en el grupo 2 se realizó láser Er: YAG tras irrigación convencional.	Microscopio estereoscópico x40 de magnificación	El sistema de puntuación utilizado fue puntuación 0: la ranura está vacía, puntuación 1: menos de la mitad de la ranura está llena de Ca (OH) ₂ , puntuación 2: más de la mitad de la ranura está llena de Ca (OH) ₂ , puntuación 3: la ranura está completamente llena de Ca (OH) ₂ .	Láser Er: YAG en combinación con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) e hipoclorito de sodio (NaOCl).	El porcentaje de reducción de la puntuación CH fue del 46,30 % en el grupo 1 y del 60,58 % en el grupo 2. No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos ($p > 0,05$), por lo que se podría decir que el láser no mejoró la eliminación de CH durante la irrigación convencional del conducto radicular realizada con NaOCl y EDTA.

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
Kfir A	2017	80 incisivos mandibulares	Se dividieron en dos grupos de control (n = 4) y cuatro grupos experimentales (n = 18) de acuerdo con los métodos de eliminación utilizados.	Fotografías digitales utilizando un microscopio con un aumento de 249 y una cámara digital	El sistema de puntuación para la evaluación de la eliminación de Ca (OH) ₂ del surco artificial fue puntuación 0: la ranura está limpia de cualquier residuo de Ca (OH) ₂ . Puntuación 1: menos de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con Ca (OH) ₂ . Puntuación 2: más de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con Ca (OH) ₂ .	Lima autoajustable (SAF), el finalizador XP-endo (XP), la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y la irrigación convencional con jeringa y aguja (SNI)	SAF, XP y PUI eliminaron significativamente más Ca (OH) ₂ que SNI (P < 0,001), aunque no hubo diferencias significativas entre ellos (P = 0,209). Ninguno de los métodos probados pudo eliminar completamente el Ca (OH) ₂ del surco.
Rödig T	2011	60 dientes unirradiculares	Se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos (n = 30), según el medicamento intraconducto. En el primer grupo, las ranuras se rellenaron con pasta de hidróxido de calcio (Calxyl), mientras que las ranuras del segundo grupo se	Microscopio x30 de de magnificación utilizando un sistema de puntuación de cuatro grados.	Puntuación 0: la cavidad está vacía. Puntuación 1: Menos de la mitad de la cavidad está llena de medicamento. Puntuación 2: Más de la mitad de la cavidad está llena de	Irrigación ultrasónica y RinsEndo	La eliminación de la pasta de Ledermix fue significativamente más eficaz que la eliminación del hidróxido de calcio (P < 0,0001), mientras que la técnica de irrigación no fue un factor significativo (P = 0,3712). Los porcentajes de remoción completa de hidróxido de calcio y pasta Ledermix fueron 11.7% y 51.7%, respectivamente.

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
			rellenaron con pasta Ledermix.		medicamento. Puntuación 3: La cavidad está completamente llena de medicamento.		
Arslan	2015	48 dientes unirradiculares	2 grupos: irrigación con aguja con EDTA al 17 %, PIPS con EDTA al 17 %, irrigación ultrasónica con EDTA al 17 % e irrigación sónica (EndoActivator) con EDTA al 17 %.	Microscopio estereoscópico x25	Se contó y registró un recuento de píxeles de Ca (OH) ₂ restante en los surcos creados artificialmente como porcentaje de la superficie total del surco	Transmisión fotoacústica iniciada por fotones (PIPS), la irrigación ultrasónica, sónica y con aguja	PIPS fue superior en la eliminación de Ca (OH) ₂ en comparación con la irrigación con aguja (P < 0,001), la irrigación sónica (P < 0,001) y la irrigación ultrasónica (P = 0,046).

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
Ma J	2015	30 segundos molares mandibulares	Treinta segundos molares mandibulares, 15 en configuraciones C1 y 15 en C2 como se identificaron por primera vez mediante I-CT, se dividieron en tres grupos (cinco C1 y cinco C2 en cada grupo) para los tres métodos de irrigación.	Microscopio estereoscópico	El porcentaje de volumen de Ca (OH) ₂ remanente en los conductos después de la extracción se calculó como [(El volumen medio de Ca (OH) ₂ antes de la extracción – El volumen medio de Ca (OH) ₂ después de la extracción) X100 / La media volumen de Ca (OH) ₂ antes de la remoción].	Irrigación sónica y ultrasónica pasiva	Las tres técnicas dejaron del 2 al 17% de Ca (OH) ₂ en los conductos radiculares después de la remoción. En el tercio apical, el 68% del espacio del conducto permaneció ocupado por Ca (OH) ₂ cuando no se utilizó agitación, mientras que el 28% y el 31% permanecieron ocupados por Ca (OH) ₂ en los grupos EndoActivator y ultrasónico, respectivamente. No hubo diferencias significativas en la cantidad de Ca (OH) ₂ residual entre los grupos EndoActivator y ultrasónico.

Revisión sistemática y metaanálisis

Autor	Año	Muestra	Características de la muestra	Herramienta de evaluación de la efectividad	Forma de evaluación de la efectividad	Técnica de eliminación de hidróxido de calcio	Resultados
Zhou J	2021	9 artículos, solo 8 usados para el metaanálisis	Se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane Library y Google Scholar hasta el 20 de diciembre de 2020.	Microscopio estereoscópico utilizado en diferentes magnitudes	Revisar estudio para ver la forma de revisión de cada estudio	XP-Endo Finisher (XPF) y la irrigación ultrasónica pasiva (PUI)	El uso de PUI mostró una mejor eficacia en la eliminación del medicamento que XPF ($P < 0,001$). PUI también fue significativamente más eficaz que XPF en el tercio apical ($P = 0,01$). Para los ensayos que usaron hipoclorito de sodio (NaOCl) solo, PUI también fue significativamente más efectivo que XPF ($P < 0,001$). Sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre PUI y XPF cuando se usaron en combinación NaOCl y EDTA ($P = 0,26$).