

**Efectividad en la remoción del hidróxido de calcio en el tercio apical en dientes naturales en investigaciones In vitro – Revisión sistemática<sup>1</sup>**

Lucy Patricia Moreno Moreno<sup>2</sup>  
Mayerly Jhoanna Ramírez Rodríguez<sup>3</sup>  
Felix Ricardo Rivera Hernández<sup>4</sup>  
Dr. Román Andrés Santos Hoyos<sup>5</sup>  
Dr. Diana Yecedt Parra Galvis<sup>6</sup>  
Dr. Oscar Mauricio Jiménez Peña<sup>7</sup>

**Resumen**

*Antecedentes:* El hidróxido de calcio (Ca (OH)<sub>2</sub>) 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 Ca (OH)<sub>2</sub> 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 Ca (OH)<sub>2</sub>, 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

---

<sup>1</sup> Artículo científico presentado como opción de grado para optar por el título de Endodoncista.

<sup>2</sup> Odontóloga, Universidad Antonio Nariño Sede Neiva. lucy.moreno@ustabuca.edu.co

<sup>3</sup> Odontóloga, Universidad Antonio Nariño Sede Ibagué. mayerly.ramirez01@ustabuca.edu.co

<sup>4</sup> Odontólogo, Universidad de Cartagena. felix.rivera@ustabuca.edu.co

<sup>5</sup> Odontólogo, Especialista en Endodoncia. roman.santos@ustabuca.edu.co

<sup>6</sup> Odontóloga, Especialista en Epidemiología. diana.parra04@ustabuca.edu.co

<sup>7</sup> Odontólogo, Magister Administración en Salud, Doctorado en Salud Pública. oscar.jimenez01@ustabuca.edu.co

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 metanálisis. 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 claves:* Efectividad, técnicas de irrigación, hidróxido de calcio, remoción, dientes, tratamientos endodónticos.

**Effectiveness in the removal of calcium hydroxide in the apical third of natural teeth  
in in vitro investigations - Systematic review**

**Abstract**

*Background:* Calcium hydroxide  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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 obturación 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, técnica activada con ultrasonido (PUI), la irrigación sónica activada, la irrigación con PIPS 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).

Dentro de las técnicas anteriormente mencionadas 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). En la técnica PUI un dispositivo piezoeléctrico acciona una punta que oscila en el conducto a frecuencias de 25-45 kHz, lo que da lugar a la transmisión acústica y cavitación hidrodinámica (van der Sluis, et ál., 2007) y para la irrigación activada por láser de Transmisión fotoacústica inducida por fotones (PIPS) el mecanismo 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 técnica PIPS para reducir la temperatura y el estrés a la dentina radicular y periodonto (Blanken, et ál., 2009). La evidencia demuestra que es difícil eliminar el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  del tercio apical del

sistema de conductos radiculares y aunque ya existe una revisión sistemática realizada por Ethem Yaylali, et ál., 2015 sobre el tema , esta presenta limitaciones en cuanto a la calidad metodológica de los estudios lo que imposibilita tener resultados concluyentes en cuanto a la efectividad de las técnicas evaluadas por lo tanto el objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar la efectividad de las técnicas de irrigación XP-endo® Finisher y PIPS comparada con PUI en la remoción del Ca (OH)<sub>2</sub> en el tercio apical en dientes naturales durante el tratamiento endodóntico reportados en la literatura

## **Materiales y métodos**

### ***Selección de estudios***

Para la presente revisión sistemática se llevó a cabo una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scielo, Lilacs, Cochrane, Embase y una búsqueda manual obteniendo un total de 1445 artículos, al eliminar los duplicados y descartando por el título quedaron 63 estudios para realizar lectura del resumen, luego según los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1) se seleccionaron 12 estudios para lectura completa (Figura 1). El rango de publicación de los 12 estudios fue desde el 2011 al 2021.

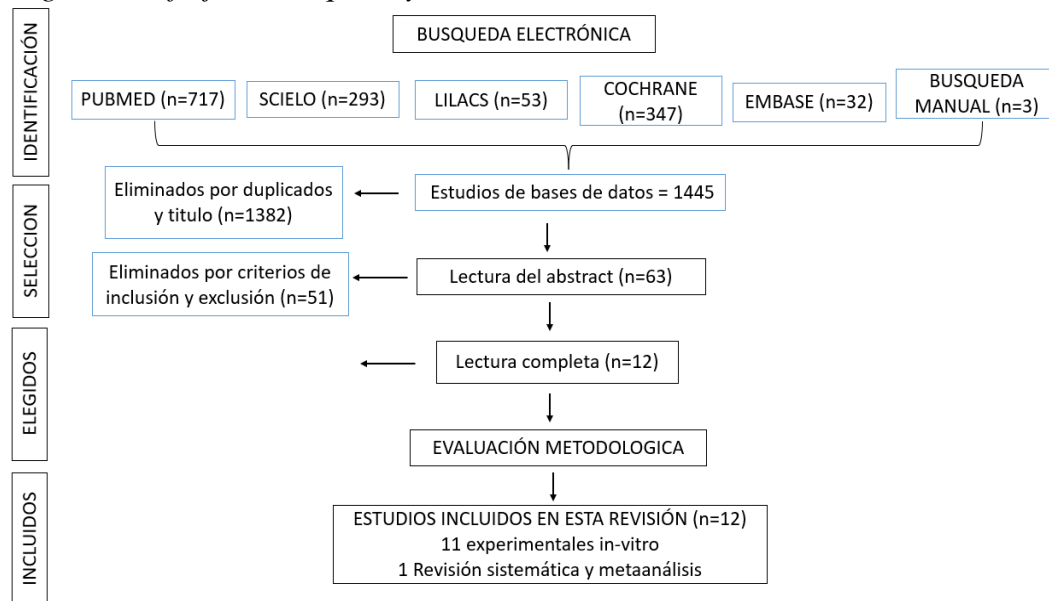
### ***Fuentes de información y estrategias de búsqueda***

Para la identificación de los términos principales se partió de la siguiente pregunta problema ¿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 Ca (OH)<sub>2</sub> en el tercio apical en dientes naturales durante el tratamiento endodóntico reportados en la literatura? Los términos, las combinaciones y las fórmulas finales se describen en la Tabla 2.

**Tabla 1.** *Criterios de inclusión y exclusión*

<i>Criterios de inclusión</i>	
●	Estudios que traten sobre la remoción del hidróxido de calcio mediante irrigación activada por ultrasonido (PUI), XP endo finisher files e irrigación activada por láser (PIPS)
●	Estudios donde el irrigante sea el hipoclorito de sodio
●	Estudios experimentales in vitro
●	Metanálisis
●	Ensayos clínicos aleatorizados
●	Estudios publicados en los últimos 10 años.
<i>Criterios de exclusión</i>	
●	Revisiones sistemáticas.

**Figura 1.** *Diagrama de flujo de búsqueda y selección de estudio*



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

De los estudios seleccionados se obtuvo la siguiente información: autor, año, muestra, características de la muestra, herramienta de evaluación de la efectividad, forma de evaluación de la efectividad y la técnica de eliminación del Ca (OH)<sub>2</sub> (Tabla 3).

Tres revisores evaluaron de manera independiente la calidad metodológica y realizaron una evaluación crítica utilizando la guía PRISMA y la lista de chequeo Faggion.

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 y de otras revisiones sistemáticas de estudios *in vitro* (Faggion, 2012). 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 con metaanálisis incluido se utilizó la herramienta risk-of-bias tool for randomized trials (RoB2) de Cochrane.

**Tabla 2.** Términos principales de búsqueda, combinaciones y formulas

Termino principal	Descriptor Mesh -DeCS	Sinonimos
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) <sub>2</sub> , 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
<b>COMBINACIONES</b>		
#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")		
#3: ("Calcium hydroxide" OR "Ca(OH) <sub>2</sub> " 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")		
<b>FORMULAS</b>		
<b>Formula 1:</b> #1 AND # 2 AND #3 AND #4 AND #5 AND #6 AND #7		
<b>Formula 2:</b> #1 AND # 2 AND #3 AND #5 AND #6		
<b>Formula 3:</b> # 2 AND #3 AND #4 AND #5 AND #6		
<b>Formula 4:</b> #1 AND #2 AND #3 AND #4		
<b>Formula 5:</b> #2 AND #3 AND #5 AND #7		
<b>Formula 6:</b> #2 AND #3 AND #4 AND #7		
<b>Formula 7:</b> #2 AND #3 AND #4		

## Resultados

### *Características de los estudios*

De los doce estudios seleccionados, once son estudios *in vitro* y un estudio es una revisión sistemática con metaanálisis. Estos evaluaron la efectividad de la técnica PUI en comparación con las técnicas XP-endo® Finisher y PIPS en la eliminación del Ca (OH)<sub>2</sub> en el tercio apical en dientes naturales. En siete de los doce estudios se reportó el uso de dientes unirradiculares (Arslan, et ál., 2015; Gokturk, et ál., 2017; Hamdan, et ál., 2017; Kaptan, et ál., 2012; Rödíg, 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 (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; Rödíg, 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 con 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; Rödíg, 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 la técnica 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.

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)<sub>2</sub> 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 ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17 % en todos los grupos. Además, usaron tomografía para medir la cantidad inicial y para evaluar el volumen residual de Ca (OH)<sub>2</sub> después de cada protocolo de irrigación. Se empleó un sistema de puntuación de cuatro niveles, uno: istmo limpio sin Ca (OH)<sub>2</sub>, dos: conglomerados de Ca (OH)<sub>2</sub> < o igual al 50% del volumen, tres: agregados de Ca (OH)<sub>2</sub> llenando >50% del volumen y cuatro: istmo completamente lleno de Ca (OH)<sub>2</sub>. En los tercios coronal y medio se eliminó de manera similar Ca (OH)<sub>2</sub> 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 Ca (OH)<sub>2</sub> 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 Ca (OH)<sub>2</sub>, puntuación 2: más de la mitad de la ranura está llena de Ca (OH)<sub>2</sub>, puntuación 3: la ranura está completamente llena de Ca (OH)<sub>2</sub>. El porcentaje de reducción de la puntuación de Ca (OH)<sub>2</sub> 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 Ca (OH)<sub>2</sub> 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  $37^\circ\text{C}$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  restante en los surcos creados artificialmente como porcentaje de la superficie total del surco. PIPS fue superior en la eliminación de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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 autoajustable (SAF), PUI y la irrigación convencional (CI) en la eliminación del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  de los conductos radiculares de 51 premolares mandibulares, después de instrumentar y obturar los conductos radiculares con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en los conductos radiculares después de la remoción. En el tercio apical, el 68% del espacio del conducto permaneció ocupado por  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  cuando no se utilizó agitación, mientras que el 28% y el 31% permanecieron ocupados por  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en los grupos EndoActivator y PUI, respectivamente. No hubo diferencias significativas en la cantidad de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  residual entre los grupos EndoActivator y PUI.

Gokturk, et ál., en 2017 investigaron la capacidad de la irrigación activada por láser PIPS, *XP-endo® Finisher*, *CanalBrush*, *Vibringe*, *PUI* y los sistemas convencionales de irrigación con jeringa (CSI) para eliminar el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  de irregularidades del conducto radicular de 105 dientes unirradiculares. Después de 14 días, los especímenes se dividieron aleatoriamente en 7 grupos experimentales ( $n=15/\text{grupo}$ ). 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)<sub>2</sub> está presente en menos del 50% del surco; 2: Ca (OH)<sub>2</sub> está presente en más del 50% del surco, pero no completamente; y 3: el surco está completamente cubierto con Ca (OH)<sub>2</sub>. PUI y LAI eliminaron más Ca (OH)<sub>2</sub> 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)<sub>2</sub> por *CanalBrush*, *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)<sub>2</sub> 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)<sub>2</sub>; puntuación 2: el conducto está cubierto con varias pequeñas aglomeraciones de Ca (OH)<sub>2</sub>; puntuación 3: menos del 50% del conducto está cubierto con Ca (OH)<sub>2</sub>; puntuación 4: Ca (OH)<sub>2</sub> 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)<sub>2</sub>. Ninguno de los protocolos investigados libera las paredes del conducto radicular de restos de Ca (OH)<sub>2</sub>. Se encontraron diferencias significativas entre regiones dentarias en términos de remoción de Ca (OH)<sub>2</sub> ( $p < 0.05$ ), y todos los grupos excepto el grupo LAI mostraron más Ca (OH)<sub>2</sub> 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  de los conductos radiculares y del tercio apical de 68 dientes unirradiculares. Se colocó  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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 fueron 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en el tercio apical, 1: el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  cubre menos del 10 % del tercio apical, 2: el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  cubre menos del 50 % del tercio apical, 3: el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  está cubriendo más del 50% de la superficie del tercio apical, 4: el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  está cubriendo toda la superficie del tercio apical. El *XP-endo® Finisher* eliminó por completo el apósito de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  de cuatro dientes (13,33 %) mientras que el *PUI* de un diente (3,33 %). Los valores medios del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  restante fueron (2,1%, 3,6%) respectivamente y la diferencia  $n$  (Sagsen, Ustün, Demirbuga, & Pala, 2011) o 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  del surco artificial fue puntuación 0: la ranura está limpia de cualquier residuo de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Puntuación 1: menos de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Puntuación 2: más de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Puntuación 3: el surco está completamente cubierto con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . PUI eliminó significativamente más  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . 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 *XP-endo® Finisher* ( $P < 0,001$ ). PUI también fue significativamente más eficaz que *XP-endo® Finisher* en el tercio apical ( $P=0,01$ ). Para los ensayos que usaron NaOCl solo, PUI también fue significativamente más efectivo que *XP-endo® Finisher* en la eliminación de medicamentos intraconducto ( $P < 0,001$ ). Sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre PUI y *XP-endo® Finisher* cuando se usaron en combinación NaOCl y EDTA ( $P = 0,26$ ).

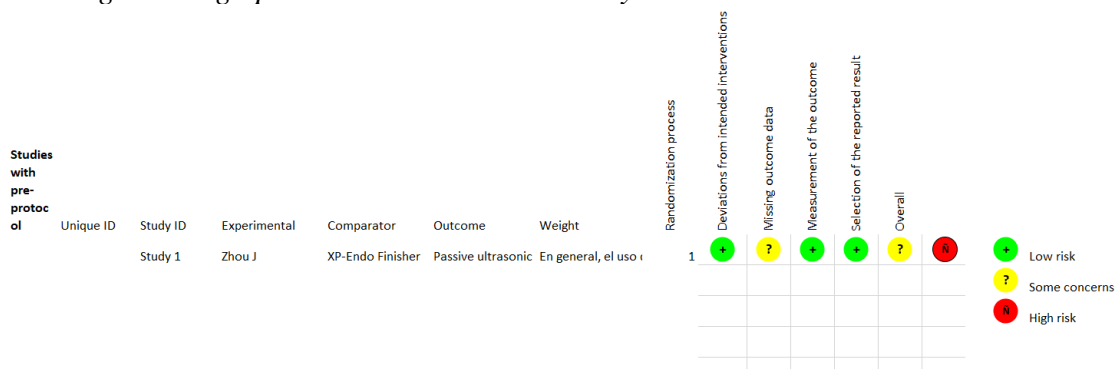
### ***Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo***

Tres revisores evaluaron de manera independiente la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los doce artículos incluidos, para los 11 estudios *in vitro*, ocho obtuvieron un bajo riesgo de sesgo y tres un riesgo de sesgo moderado. Los resultados son descritos en la tabla 4 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 el estudio de (Kaptan, et ál., 2012) 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.

Para la revisión sistemática y metaanálisis incluido, se presentaron algunas inconsistencias. 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 como el tipo de cegamiento usado y la aleatorización de la muestra, 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 2)

**Figura 2.** Riesgo de sesgo para la revisión sistemática y el metaanálisis





## 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 de 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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; Kenée, et ál., 2006; Rödig, 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 (Rödig, 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  residual después

de la técnica PUI con NaOCl. Estos hallazgos concuerdan con los de Nandini et al. (Nandini, Velmurugan, & Kandaswamy, 2006), quienes encontraron una remoción del Ca (OH)<sub>2</sub> 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, Versiani, Manna, & Biffi, 2010) encontraron que la retención de Ca (OH)<sub>2</sub> 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. Mientras que el NaOCl es eficaz para disolver los compuestos orgánicos de los restos de dentina, tiene una capacidad limitada para disolver sustancias inorgánicas como el calcio (Taşdemir, y otros, 2011). Como los quelantes son significativamente más efectivos que el NaOCl para eliminar el Ca (OH)<sub>2</sub>, el uso de EDTA puede haber mejorado la limpieza del conducto radicular (Taşdemir, y otros, 2011). Los porcentajes de eliminación completa de la medicación (puntuación 0) fueron del 11,7 % para el Ca (OH)<sub>2</sub> 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 NaOCl (Rödíg, et ál., 2011).

Existen varios métodos (Wiseman, et ál., 2011) para evaluar el Ca (OH)<sub>2</sub> residual en los conductos, como visualización directa, microscopía digital y microscopía electrónica de barrido. La cantidad de Ca (OH)<sub>2</sub> restante en un conducto se calculó midiendo el área superficial de los

residuos en las paredes (Balvedi, et ál., 2010; Kenée, 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 Wiseman, et ál., (2011). 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 NaOCl. 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 no es ética su realización, 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  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  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.

## 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 logró 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.

### **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.

**Tabla 3. 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
<i>Estudios 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) <sub>2</sub> .	Microtomografía computarizada	Puntuación de cuatro niveles: 1= Istmo limpio, 2= Conglomerados de Ca (OH) <sub>2</sub> < o igual al 50% del volumen, 3= Agregados de Ca (OH) <sub>2</sub> llenando >50% del volumen. 4 = Istmo completamente lleno de Ca (OH) <sub>2</sub>	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) <sub>2</sub> 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 (20–60% de la superficie cubierta); y	Lima autoajustable (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

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
					puntuación 3: gran cantidad de residuos (más del 60% de la superficie cubierta)		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 ( $p > 0,05$ ).
<b>Li D</b>	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) <sub>2</sub> 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
<b>Gokturk H</b>	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).
<b>Gokturk H</b>	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) <sub>2</sub> ; 2: el conducto está cubierto con varias pequeñas aglomeraciones de Ca (OH) <sub>2</sub> ; 3: menos del 50% del	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



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
					<p>conducto está cubierto con Ca (OH)<sub>2</sub>; 4: Ca (OH)<sub>2</sub> está 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)<sub>2</sub></p>		<p>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.</p>
<b>Hamdan R</b>	2017	68 dientes unirradiculares	<p>Se colocó Ca (OH)<sub>2</sub> 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).</p>	Fotografías X6.4 utilizando el programa ImageJ	<p>El sistema de puntuación fue 0: no se encontró Ca (OH)<sub>2</sub> en el tercio apical, 1: el Ca (OH)<sub>2</sub> cubre menos del 10 % del tercio apical, 2: el Ca (OH)<sub>2</sub> cubre menos del 50 % del tercio apical superficie del tercio apical, 3: el Ca (OH)<sub>2</sub> está cubriendo más del 50% de la superficie del</p>	Irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y el Xp-endo Finisher	<p>El Xp-endo Finisher eliminó por completo el apósito de Ca (OH)<sub>2</sub> de cuatro dientes (13,33 %) mientras que el PUI de un diente (3,33 %). Los valores medios del Ca (OH)<sub>2</sub> restante fueron (2,1%, 3,6%) respectivamente y la diferencia no fue significativa (p= 0,195). Ambos examinadores encontraron que</p>

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
					tercio apical, 4: el Ca (OH) <sub>2</sub> está cubriendo toda la superficie del tercio apical.		el Xp-endo Finisher era más eficiente en el tercio apical y la diferencia era significativa; p= (0.025, 0.047) respectivamente.
<b>Kaptan F</b>	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) <sub>2</sub> , puntuación 2: más de la mitad de la ranura está llena de Ca (OH) <sub>2</sub> , puntuación 3: la ranura está completamente	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

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	<p>llena de Ca (OH)<sub>2</sub>.</p> <p>El sistema de puntuación para la evaluación de la eliminación de Ca (OH)<sub>2</sub> del surco artificial fue puntuación 0: la ranura está limpia de cualquier residuo de Ca (OH)<sub>2</sub>. Puntuación 1: menos de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con Ca (OH)<sub>2</sub>. Puntuación 2: más de la mitad de la superficie de la ranura está cubierta con Ca (OH)<sub>2</sub>.</p>	Lima autoajustable (SAF), el finalizador XP-endo (XP), la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) y la irrigación convencional con jeringa y aguja (SNI)	<p>radicular realizada con NaOCl y EDTA.</p> <p>SAF, XP y PUI eliminaron significativamente más Ca (OH)<sub>2</sub> que SNI (P &lt; 0,001), aunque no hubo diferencias significativas entre ellos (P = 0,209). Ninguno de los métodos probados pudo eliminar completamente el Ca (OH)<sub>2</sub> del surco.</p>

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
<b>Rödiger T</b>	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 rellenaron con pasta Ledermix.	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.	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.
<b>Arslan</b>	2015	48 dientes unirradiculares	1 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 %. 2	Microscopio estereoscópico x25	Se contó y registró un recuento de píxeles de Ca (OH) <sub>2</sub> 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) <sub>2</sub> 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) <sub>2</sub> remanente en los conductos después de la extracción se calculó como [(El volumen medio de Ca (OH) <sub>2</sub> antes de la extracción – El volumen medio de Ca (OH) <sub>2</sub> después de la extracción) X100 / La media volumen de Ca (OH) <sub>2</sub> antes de la remoción].	Irrigación sónica y ultrasónica pasiva	Las tres técnicas dejaron del 2 al 17% de Ca (OH) <sub>2</sub> en los conductos radiculares después de la remoción. En el tercio apical, el 68% del espacio del conducto permaneció ocupado por Ca (OH) <sub>2</sub> cuando no se utilizó agitación, mientras que el 28% y el 31% permanecieron ocupados por Ca (OH) <sub>2</sub> en los grupos EndoActivator y ultrasónico, respectivamente. No hubo diferencias significativas en la cantidad de Ca (OH) <sub>2</sub> residual entre los grupos EndoActivator y ultrasónico.

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).

**Tabla 4.** *Riesgo de sesgo para los estudios invitro*

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
<b>Puntaje</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	
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
Rödíg 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

**Referencias**

- Ahmetoğlu, F., Şİmşek, N., Keleş, A., Ocak, M. S., y 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>



- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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>