


Eficacia de técnicas de irrigación en la remoción de hidróxido de calcio: revisión bibliográfica

Efficacy of irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide: literature review

Eficácia das técnicas de irrigação na remoção do hidróxido de cálcio: revisão bibliográfica

Gustavo Alejandro González Gratz¹,  0000-0001-9250-5003

María Fernanda Iriarte Guerra¹,  0000-0002-9208-1834

Pedro Eduardo Alarcón Goldenberg²,  0000-0002-6224-7864

DOI: 10.22592/ode2022n39e313



Resumen

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

Materiales y métodos: Revisión bibliográfica realizada en las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y Web of Science. Se seleccionaron 32 artículos contenidos entre los años 2015 y 2020.

Resultados: La técnica más estudiada es la irrigación ultrasónica, no logrando tener los niveles más altos de eficacia. La irrigación activada por láser resultó ser la más eficaz en la remoción de medicación en los tres tercios de los conductos. Los irrigantes utilizados con mayor frecuencia fueron el hipoclorito de sodio y el ácido etilendiaminotetraacético.

Conclusión: Las técnicas con mayor eficacia son irrigación activada por láser, seguida de irrigación ultrasónica pasiva. La evidencia sustenta que hipoclorito de sodio y ácido etilendiaminotetraacético deben ser los irrigantes utilizados, ambos de manera secuencial y no de uso excluyente.

Palabras clave: endodoncia, técnicas, eficacia, irrigación terapéutica, remoción, hidróxido de calcio.

¹Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile. fernandairarteg@gmail.com

²Cátedra de Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.

Fecha de recibido: 06/08/2021 - Fecha de aprobado: 12/12/2021

Abstract

Objective: To characterize based on a bibliographic review the irrigation techniques with the greatest efficacy in the removal of calcium hydroxide as intracanal medication.

Materials and methods: Bibliographic review carried out in the electronic databases PubMed, Scopus and Web of Science. 32 articles contained between the years 2015 and 2020 were selected.

Results: The most studied technique is ultrasonic irrigation, not achieving the highest levels of efficacy. Laser-activated irrigation was found to be the most efficacious in the removal of medication in three thirds of the canals. The most frequently used irrigants were sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid.

Conclusion: The most efficacious techniques are laser-activated irrigation, followed by passive ultrasonic irrigation. The evidence supports that sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid should be the irrigants used, both sequentially and not exclusively used.

Keywords: endodontics, techniques, efficacy, therapeutic irrigation, removal, calcium hydroxide.

Resumo

Objetivo: Caracterizar, com base em revisão bibliográfica, as técnicas de irrigação com maior eficiência na remoção do hidróxido de cálcio como medicamento intracanal.

Materiais e métodos: Revisão bibliográfica realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scopus e Web of Science. Foram selecionados 32 artigos contidos entre os anos de 2015 e 2020.

Resultados: A técnica mais estudada é a irrigação ultrassônica, não alcançando os níveis mais altos de eficácia. A irrigação ativada por laser foi considerada a mais eficaz na remoção de medicamentos em três terços dos canais. Os irrigantes usados com mais frequência foram hipoclorito de sódio e ácido etilendiaminotetracético.

Conclusão: As técnicas mais eficazes são a irrigação ativada por laser, seguida da irrigação ultrassônica passiva. A evidência apóia que o hipoclorito de sódio e o ácido etilendiaminotetracético devem ser os irrigantes usados, tanto sequencialmente quanto não exclusivamente.

Palavras-chave: endodontia, técnicas, eficácia, irrigação terapêutica, remoção, hidróxido de cálcio.

Introducción

La presencia de microorganismos en el sistema de conductos radiculares (SCR) es crucial para el desarrollo de patologías pulpares y periapicales, por lo tanto, la remoción de los microorganismos es uno de los objetivos principales de los tratamientos de endodoncia ^(1,2). Para cumplir con dicho objetivo, se debe realizar una instrumentación mecánica en conjunto con el empleo de soluciones de irrigación y la colocación de medicamentos intraconducto. El hidróxido

de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) es uno de los agentes químicos más utilizados para la medicación intraconducto debido a sus propiedades antimicrobianas y biológicas, capacidad de disolución de tejidos orgánicos, efectos antiinflamatorios, inhibición osteoclástica, además de promover una respuesta favorable en la reparación de los tejidos ⁽³⁾. Sin embargo, la remanencia de residuos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en los conductos radiculares influye significativamente en la fuerza de adhesión y resistencia de la dentina; además afecta la penetración de los selladores endodóntico

en los túbulos dentinarios, aumentando la posibilidad de filtración apical ^(4,5).

Al respecto se han introducido varios métodos que buscan aumentar la eficacia en la remoción de este agente de medicación del SCR, tales como: irrigación convencional, irrigación mecanizada, irrigación sónica (IS), irrigación ultrasónica (IUS), irrigación ultrasónica pasiva (IUP), irrigación por presión negativa (IPN) e irrigación activada por láser (IAL) ⁽⁶⁾. Clínicamente, la técnica más utilizada para eliminar el medicamento es la irrigación convencional que considera el uso de jeringas, agujas de diámetro variable, lima apical maestra (LAM) en combinación con soluciones de irrigación, tales como hipoclorito de sodio (NaOCl) y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Sin embargo, EndoVac (IPN), EndoActivator (IS), IUP o IAL, han presentado mayor eficacia en la eliminación de Ca(OH)₂ con diferencias estadísticamente significativas ⁽⁷⁾.

A pesar de lo anterior, la evidencia disponible presenta controversia entre los resultados publicados, gran variabilidad en la presentación de estos y diferencias tanto en la estructuración como ejecución de cada una

de las técnicas de irrigación. En consecuencia, existe una falta de evidencia que agrupe la gran diversidad de técnicas disponibles según sus tipos y las características de las técnicas con mayor eficacia para la remoción de este medicamento. La técnica con mayor eficacia debe ser comprendida como aquella que elimine la mayor cantidad de Ca(OH)₂ a nivel intraconducto.

Por lo tanto, este estudio tiene por objetivo caracterizar en base a una revisión bibliográfica las técnicas de irrigación con mayor eficacia en la remoción de Ca(OH)₂ como medicación intraconducto, evaluando aspectos como tipo de muestra, tipo de Ca(OH)₂, irrigantes utilizados y tipo de dispositivo o instrumental utilizado en las técnicas con mayor eficacia.

Materiales y métodos

Revisión bibliográfica realizada entre octubre y noviembre del 2020, en las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y Web of Science (WOS). Para iniciar la búsqueda se estructuraron filiales según el tópico abordado, utilizadas para la estructuración de las llaves de búsqueda (tabla 1).

Tabla 1: Número de filial, tópico abordado y palabras claves.

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

Además, se realizó una búsqueda manual mediante la evaluación de referencias similares que ofrecía cada base de datos, durante la ejecución de las llaves. El detalle de las búsquedas por cada base de datos, con sus respectivas llaves, está disponible en el código QR (fig. 1).

Figura 1: Código QR:
Bases de datos consultadas



Los estudios fueron analizados y preseleccionados de manera simultánea por los investigadores, a partir de la lectura de sus títulos y resúmenes. Posteriormente, se realizó lectura completa de cada artículo. Los criterios de elegibilidad para el proceso de análisis, selección y exclusión fueron los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Estudios experimentales in vitro, en inglés y español, comprendidos entre los años 2015 y 2020.
- Utilización de Ca(OH)_2 como único agente de medicación.
- Utilización de al menos NaOCl y/o EDTA como agentes irrigantes.

- Comparación de al menos 2 técnicas de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 .
- Estudios donde la muestra utilizada sean dientes humanos definitivos con ápice cerrado y donde se hayan realizado o no surcos artificiales al conducto radicular principal.

Criterios de exclusión:

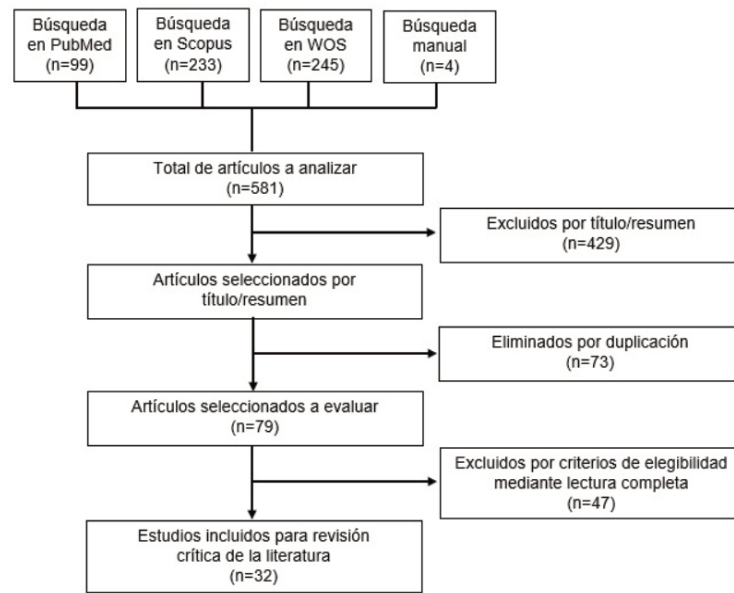
- Estudios de tipo revisión de la literatura o revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis.
- Estudios donde la muestra utilizada sean dientes temporarios, cubos acrílicos endodónticos simuladores de anatomía radicular o dientes humanos definitivos con intervenciones que busquen recrear inmadurez radicular o patologías radiculares, tales como, rizólisis.

Las variables de estudios a analizar de los artículos incluidos fueron: autor, año de publicación, muestra utilizada, tipo de Ca(OH)_2 , irrigantes utilizados y la o las técnicas con mayor eficacia en la remoción de Ca(OH)_2 .

Resultados

De la búsqueda se obtuvo un total de 581 artículos, de los cuales, según criterios de elegibilidad y análisis por parte de los investigadores se seleccionaron 32 artículos; 31 en inglés y 1 en español (fig. 2).

Figura 2: Flujograma: Resultados de la estrategia de búsqueda



Evaluación de remanencia de Ca(OH)_2 en conductos con surcos artificiales

Se analizaron 9 estudios donde se realizaron surcos artificiales al conducto principal para simular zonas de retención (tabla 2). Un 55,5% de los autores concluyen que la IUP es la opción con mayor eficacia para la remoción de Ca(OH)_2 , seguida de la IAL con un 33% e IUS con un 22,2%.

Evaluación de remanencia de Ca(OH)_2 mediante el uso de microscopía o titulación química

Se evaluaron 12 estudios donde la remanencia de medicación se analizó mediante el uso de microscopía o titulación química (tabla 3). Un 33,3% de los estudios evidenció que la IS es la opción con mayor eficacia para la remoción de Ca(OH)_2 , seguida de la IUP con un 25% e IPN con un 16,6%.

Evaluación de remanencia de Ca(OH)_2 mediante recursos imagenológicos

Se analizaron 11 estudios donde se evaluó la remanencia de medicación mediante recursos

imagenológicos, donde el 73% fue evaluado con Microtomografía Computarizada (MicroTC) (tabla 4). Un 36.3 % de los estudios indicó que la IUP es la opción con mayor eficacia para la remoción de Ca(OH)_2 , seguida de la IUS con un 27,2% e IAL con un 18%.

Las soluciones de irrigación más utilizadas en los 32 estudios analizados para la ejecución de las técnicas de irrigación para la remoción de Ca(OH)_2 , fueron NaOCl y EDTA, presentando una frecuencia relativa de 93,75% y un 68,75%, respectivamente. En menor frecuencia se utilizó ácido etidróico con un 6,25%. Otros estudios utilizaron Qmix 2 en 1 (EDTA y CHX, Dentsply), ácido peracético y Savlon™ (CHX y Cetramida), cada uno con un 3,13%.

Tabla 2: Estudios experimentales in vitro sobre la eficacia de técnicas en la remoción de Ca(OH)_2 en conductos con surcos artificiales

Autor	Año	Muestra utilizada	Medicación utilizada	Detalle de las opciones de técnicas de irrigación con mayor eficacia para la remoción de Ca(OH)_2
Arslan H. et al. ⁽⁸⁾	2015	48 PM mandibulares	Ca(OH)_2 en polvo (Kalsin)+ agua destilada	IAL Er:YAG (Fidelis AT) + EDTA 17%
Kustarci A. et al. ⁽⁹⁾	2016	160 PM mandibulares	Ca(OH)_2 en polvo (Kalsin) + agua destilada	IAL Er,Cr:YssG (Biolase) + Qmix 2 en 1
Gokturk H. et al. ⁽¹⁰⁾	2017	105 I maxilares	Ca(OH)_2 en pasta (Ammdent)	IUP (IrriSafe) + NaOCl 2,5% IAL Er:Yag (Kavo Key Plus) + NaOCl 2,5%
Uygun A. et al. ⁽¹¹⁾	2017	32 PM mandibulares	Ca(OH)_2 en polvo (Kalsin) + agua destilada	IUS (Varios U file) + EDTA 17%
Wigler R. et al. ⁽¹²⁾	2017	66 I mandibulares	Ca(OH)_2 en polvo + NaCl	IUP (IrriSafe) + NaOCl 4% XP-endo Finisher + NaOCl 4%
Kfir A. et al. ⁽¹³⁾	2018	80 I mandibulares	Ca(OH)_2 en polvo (Sultan Healthcare) + NaCl	IUP (IrriSafe) + NaOCl 4% XP-endo Finisher + NaOCl 4%
Donnermeyer D. et al. ⁽¹⁴⁾	2019	90 IC maxilares	Ca(OH)_2 en suspensión acuosa	IUP (IrriSafe) + NaOCl 3% IS (EDDY) + NaOCl 3%
Harzibartyan S. et al. ⁽¹⁵⁾	2020	80 IC maxilares	Ca(OH)_2 en base a agua (Procal R)	IUS (VDW Ultra) + NaOCl 1% + ácido etidróico
Turkaydin D. et al. ⁽¹⁶⁾	2020	34 PM mandibulares	Ca(OH)_2 en pasta (Calcipast forte) Ca(OH)_2 en polvo + yodoformo	IUP + NaOCl 2,5%

Ca(OH)_2 : hidróxido de calcio, **EDTA:** ácido etilendiaminotetracético, **I:** incisivo, **IAL:** irrigación activada por láser, **IC:** incisivo central, **IS:** irrigación sónica, **IUP:** irrigación ultrasónica pasiva, **IUS:** irrigación ultrasónica, **NaCl:** cloruro de sodio, **NaOCl:** hipoclorito de sodio, **PM:** premolar.

Tabla 3: Estudios experimentales in vitro sobre la eficacia de técnicas en la remoción de Ca(OH)_2 en canal, evaluando la remanencia de medicación mediante el uso de microscopía o titulación química.

Autor	Año	Muestra utilizada	Medicación utilizada	Detalle de las opciones de técnicas de irrigación con mayor eficacia para la remoción de Ca(OH)_2
Alturaiki S. et al. ⁽¹⁾	2015	70 dientes unirradiculares	Ca(OH)_2 en pasta (Ultracal XS)	IS (EndoActivator) + NaOCl 0,5% + EDTA 18%
Phillips M. et al. ⁽¹⁷⁾	2015	86 C maxilares y mandibulares	Ca(OH)_2 en pasta (Calasept)	IUP + NaOCl 5,2% + EDTA 17%
Romualdo F. et al. ⁽¹⁸⁾	2016	22 dientes unirradiculares	Ca(OH)_2 en polvo + agua destilada	ProTaper y NaviTip FX + NaOCl 1% + EDTA 17%
Kirar D. et al. ⁽¹⁹⁾	2017	50 dientes unirradiculares	Ca(OH)_2 a base de agua (Prime Dent) Ca(OH)_2 a base de aceite (Metapex)	IS (EndoActivator) + NaOCl 3% + EDTA 17%
Hamdan R. et al. ⁽²⁰⁾	2017	68 I mandibulares	Ca(OH)_2 (Produits Dentaires) y de tipo polvo + agua destilada.	XP-endo Finisher + NaOCl 2,5%
Agrawal P. et al. ⁽²¹⁾	2018	75 PM mandibulares	Ca(OH)_2 en polvo + NaCl	IPN (EndoVac) + NaOCl 5%
Gokturk H. et al. ⁽²²⁾	2018	98 PM mandibulares	Ca(OH)_2 en polvo (Ammdent) + agua destilada	IAL Er:YAG (Kavo KEY 3+) + NaOCl 2,5%
Chawla A et al. ⁽²³⁾	2018	40 dientes unirradiculares	Ca(OH)_2 en polvo + NaCl	IPN (EndoVac) + Savlon™ IS (EndoActivator) + Savlon™
Tamil S. et al. ⁽²⁴⁾	2019	30 dientes unirradiculares	Ca(OH)_2 en polvo + NaCl	IUP (U file) + NaOCl 3% + EDTA 17%
Falakaloglu S. et al. ⁽²⁵⁾	2019	36 M mandibulares (raíz mesial)	Ca(OH)_2 en pasta (Ultracal XS)	IUP + NaOCl 2,5% + EDTA 17%
Gupta R. et al. ⁽²⁶⁾	2020	30 PM mandibulares	Ca(OH)_2 en pasta (Ultracal XS)	WaveOne + NaOCl 5,25%
Vega M. et al. ⁽²⁷⁾	2020	149 IC, IL, PM y M (raíz inferior distal)	Ca(OH)_2 en pasta (Ultracal XS)	IUS (Mectron) + NaOCl 5,25% + EDTA 17% IS (EndoActivator) + NaOCl 5,25% + EDTA 17%

C: canino, **Ca(OH)₂:** hidróxido de calcio, **EDTA:** ácido etilendiaminotetracético, **I:** incisivo, **IAL:** irrigación activada por láser, **IC:** incisivo central, **IL:** incisivo lateral, **IPN:** irrigación por presión negativa, **IS:** irrigación sónica, **IUP:** irrigación ultrasónica pasiva, **IUS:** irrigación ultrasónica, **M:** molar, **NaCl:** cloruro de sodio, **NaOCl:** hipoclorito de sodio, **PM:** premolar.

Tabla 4: Estudios experimentales in vitro sobre la eficacia de técnicas en la remoción de Ca(OH)₂, evaluando la remanencia de medicación mediante recursos imagenológicos.

Autor	Año	Muestra utilizada	Medicación utilizada	Detalle de las opciones de técnicas de irrigación con mayor eficacia para la remoción de Ca(OH) ₂
Ma J. et al. ⁽²⁸⁾	2015	34 M mandibulares (C-Shape)	Ca(OH) ₂ en pasta (MetaBiomed)	IUS + NaOCl 5% + EDTA 17% IS (EndoActivator) + NaOCl 5% + EDTA 17%
Ma J. et al. ⁽²⁹⁾	2015	30 M mandibulares	Ca(OH) ₂ con sulfato de bario (Metapaste)	GentleWave + NaOCl 3% + EDTA 8%
Silva L. et al. ⁽³⁰⁾	2015	32 dientes unirradiculares	Ca(OH) ₂ en polvo (Maquira) + propilenglicol (Personale)	ProTaper Gold + NaOCl 1% + IUP + EDTA 17%
Li D. et al. ⁽³¹⁾	2015	24 PM maxilares (itsmo)	Ca(OH) ₂ con sulfato de bario (Nordiska dental)	IUS (EMS) + NaOCl 3% IAL Er:YAG (Fidelis AT) + NaOCl 3%
Lloyd A. et al. ⁽³²⁾	2015	30 M mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	IAL Er:YAG + NaOCl 8,25% + EDTA 17%
Kumar P. et al. ⁽³³⁾	2017	42 PM mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta (Metapex)	IUS (Endo Ufile) + NaOCl 5,25% + EDTA 18%
Neelakantan P. et al. ⁽³⁴⁾	2017	128 PM mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta (Ultracal XS)	IUP (IrriSafe) + NaOCl 3% + ácido etidróico 9%
Acharya N. et al. ⁽³⁵⁾	2018	40 PM mandibulares	Ca(OH) ₂ con sulfato de bario (AvueCal RC protector)	IS (EndoActivator) + NaOCl 3% + EDTA 17%
de Oliveira R. et al. ⁽³⁶⁾	2019	30 I mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta + yodoformo + propilenglicol	Easy Clean + NaOCl 2,5% + EDTA 17% IUP (Helse) + NaOCl 2,5% + EDTA 17%
Murwakani N. et al. ⁽³⁷⁾	2019	32 PM mandibulares	Ca(OH) ₂ en pasta	IUP (IrriSafe) + NaOCl 2,5% + EDTA 17%
Denna J. et al. ⁽³⁸⁾	2020	16 PM maxilares	Ca(OH) ₂ en pasta (ApexCal)	XP-endo Finisher + NaOCl 5,25% IUP (IrriSafe) + NaOCl 5,25%
<p>Ca(OH)₂: hidróxido de calcio, EDTA: ácido etilendiaminotetracético, I: incisivo, IAL: irrigación activada por láser, IC: incisivo central, IS: irrigación sónica, IUP: irrigación ultrasónica pasiva, IUS: irrigación ultrasónica, LAM: lima apical maestra, M: molar, NaCl: cloruro de sodio, NaOCl: hipoclorito de sodio, PM: premolar.</p>				

Discusión

Las características referentes a las técnicas de irrigación con mayor eficacia consideran la activación mínima de 1 minuto por cada irrigante, y las soluciones de irrigación más usadas y recomendadas son el NaOCl y EDTA ⁽³⁹⁾. Las técnicas que han demostrado ser más eficaces en la remoción de Ca(OH)_2 han sido la IUP e IAL. Sin embargo, el dispositivo EndoVac, catalogado como IPN, resultó ser el más eficaz en el tercio apical en la remoción de la medicación ⁽⁴⁰⁾.

Se han utilizado varios irrigantes para la eliminación de medicamentos, el uso combinado de NaOCl y EDTA al 17% no es eficaz para la eliminación completa del Ca(OH)_2 . Sin embargo, esta combinación resulta ser más eficaz en la remoción de medicación en comparación a su uso por separado ⁽⁴¹⁾. Se ha estudiado la eficacia de otros quelantes de calcio como el ácido cítrico al 10% y el ácido maleico al 7%, y se sugiere que su uso resultaría ser eficaz en la eliminación de Ca(OH)_2 de los conductos radiculares ⁽⁴²⁾. Se ha demostrado que 30 segundos de irrigación son ineficaces para la remoción completa del Ca(OH)_2 . Uzunoglu et al. ⁽⁴³⁾ sugieren un tiempo de irrigación sobre el minuto por cada irrigante utilizado, independiente de la técnica de irrigación. Además, la eficacia está directamente relacionada con el volumen del irrigante, es decir, a mayor volumen de irrigante, aumenta la eficacia de la irrigación ⁽⁴⁴⁾.

El 37,5% de las publicaciones analizadas estudian a la IUP, posicionando a esta como una de las opciones con mayor eficacia. Li et al. ⁽³¹⁾ observó que IUP fue el método más eficaz para eliminar esta medicación en los tres tercios del conducto radicular, en

comparación con la irrigación convencional. No se han encontrado diferencias significativas entre este tipo de activación y XP-endo Finisher en los tercios corales y medios. A pesar de que la cantidad de extrusión de los irrigantes fuera del ápice es mínima entre la IS e IUP, sigue siendo mayor en esta última ⁽⁴⁵⁾. Esto se explica por la diferencia entre las potencias con las que se generan las corrientes acústicas y cavitaciones, siendo mayor en IUP ⁽⁴⁶⁾. Sin embargo, la IAL es la menos estudiada, pero ha demostrado remanencias de Ca(OH)_2 cercanas al 0% ⁽³²⁾.

La irrigación sónica mostró resultados favorables en relación a la remoción de medicación debido a que al utilizar este tipo de energía se produce una agitación vigorosa del irrigante a nivel intraconducto a través del movimiento oscilatorio y cavitación de burbujas ⁽⁴⁶⁾. En el estudio de Alturaiki et al. ⁽¹⁾, el uso de EndoActivator fue significativamente eficaz en la remoción de medicación a nivel de los tercios coronal, medio y apical de los conductos, en comparación a otras técnicas como IUS e IPN. Sin embargo, la IPN resultó ser más eficaz a nivel del tercio apical en comparación con IS, debido a la presencia de una microcánula especialmente destinada a esta zona ⁽⁴⁷⁾. Una desventaja que puede tener este sistema es el bloqueo de los orificios de la microcánula, que puede ser un factor que contribuya a que no se elimine el Ca(OH)_2 por completo. EndoVac ha presentado diferencias significativas en relación a los residuos, donde la longitud de trabajo (LT) menos 1 mm, son considerablemente menores a una irrigación empleada a LT - 2 mm, bajo este sistema u otro, como la irrigación

convencional con aguja ⁽¹⁾.

La consideración rigurosa de la longitud de trabajo y el calibre de la conformación apical, son necesarias para una correcta preparación biomecánica, así garantizando una adecuada resolución del caso y resguardando la integridad de los tejidos circundantes. Una solución de irrigación extruida puede causar inflamación y, en algunos casos, incluso necrosis del tejido, lo que resulta en un dolor perioperatorio y postoperatorio intenso. Además, esto puede comprometer la curación de la periodontitis apical ⁽⁴⁸⁾.

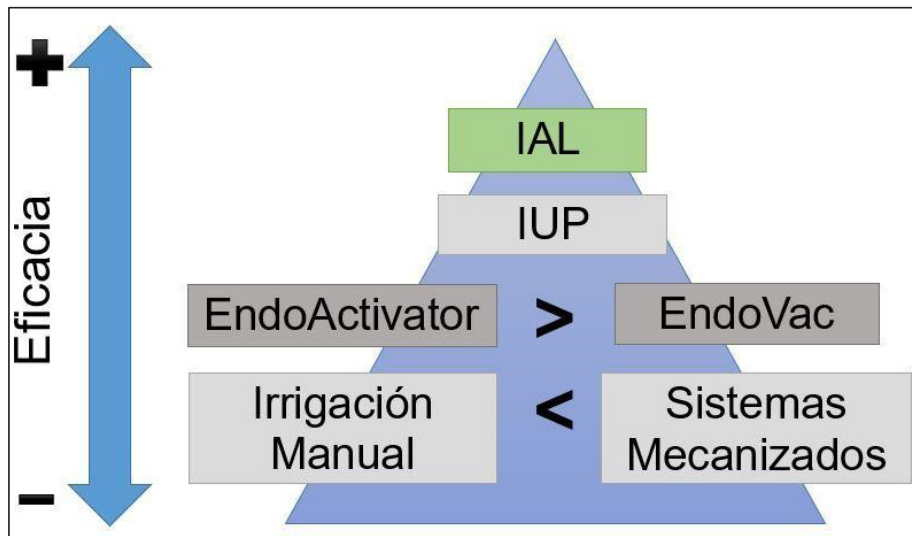
En los estudios analizados se evidenció una gran variabilidad en la utilización o no de Ca(OH)_2 radiopaco, viéndose cuestionada la correcta valoración de la remanencia de este agente de medicación. Por lo tanto, para poder discernir entre la medicación y el barro dentinario se recomienda la utilización de Ca(OH)_2 radiopaco, para lograr una correcta evaluación y valoración mediante un análisis imagenológico. Además, en futuras investigaciones debiesen ser consideradas unidades muestrales con mayor variabilidad anatómica ya que resultaría ser más beneficioso en su proximidad a la aplicación in vivo de estas técnicas. Por otro lado, se sugiere mayor investigación sobre la eficacia de los dispositivos GentleWave y Easy Clean, ya que presentaron resultados prometedores en términos de eficacia en la remoción del Ca(OH)_2 , pero actualmente la evidencia es limitada.

Fueron abordados únicamente estudios experimentales in vitro, observando una gran variabilidad en la ejecución de las

técnicas de irrigación y presentación de los resultados obtenidos entre los diferentes autores, lo cual dificulta la estandarización para revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis. Por lo tanto, estandarizar este tipo de investigaciones, permitirá contar con evidencia de mayor nivel que fundamente la toma de decisiones clínicas.

Finalmente, la técnica menos eficaz es la irrigación manual debido a la ausencia de un coadyuvante al suministro continuo del irrigante ⁽³¹⁾. En cambio, la irrigación asociada a sistemas mecanizados presenta mayor eficacia producto del contacto físico entre el instrumento rotatorio y las paredes del conducto radicular. Por otro lado, el sistema EndoActivator logra un mecanismo hidrodinámico superior a EndoVac, permitiendo la penetración, circulación y flujo del irrigante en las áreas de difícil acceso del SCR ⁽⁴⁰⁾. La irrigación ultrasónica pasiva presentó uno de los mejores resultados, se recomienda debido a que su activación no presenta corte. Sin embargo, IAL presentó la mayor eficacia, debido a la emisión de fotones que crean ondas de choque fotoacústicas en el irrigante y, por lo tanto, limpian eficazmente los conductos radiculares (fig. 3).

Figura 3: Pirámide de la eficacia de dispositivos como parte de la técnica de irrigación en la remoción de Ca(OH)_2 .



IAL: Irrigación activada por láser, **IUP:** Irrigación ultrasónica pasiva.

Conclusiones

A partir de la revisión bibliográfica, las mejores opciones de activación del irrigante para lograr un menor remanente de Ca(OH)_2 en los tres tercios de los conductos radiculares es la IAL, seguida de IUP, demostrando que la técnica más estudiada no es la más eficaz. Además, los irrigantes empleados, deben ser NaOCl y EDTA, ambos

de manera secuencial y no de uso excluyente, en cada técnica de irrigación, considerando como tiempo mínimo de activación del irrigante 1 minuto.

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

Referencias

1. Alturaiki S, Lamphon H, Edrees H, Ahlquist M. Efficacy of 3 different irrigation systems on removal of calcium hydroxide from the root canal: A scanning electron microscopic study. J Endod. 2015 Jan; 41(1):97-101.
2. Tabassum S, Khan FR. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. Eur J Dent. 2016 Mar;10:144-7.
3. Fernandes R, Ricci R, Milanda MR, Weckwerth H, Bombarda F, Burgos J, Hungaro MA. Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties of Calcium Hydroxide Pastes Used as Intracanal Medication. J Endod. 2016 Dec;42(12):1822-8.

4. Türker SA, Koçak MM, Koçak S, Sağlam BC. Comparison of calcium hydroxide removal by self-adjusting file, EndoVac, and CanalBrush agitation techniques: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013 Oct;16(5): 439-43.
5. Saad AG, Saad AS, Saad AN, Nasser AN. Evaluation of calcium hydroxide removal using EndoActivator system: An in vitro study. *J Endod*. 2014 Feb;4(1):137.
6. Aydin MN, Buldur B. The effect of intracanal placement of various medicaments on the bond strength of three calcium silicate-based cements to root canal dentin. *J Adhes Sci Technol*. 2018 Aug;32(5):542-52.
7. Jamali S, Jabbari G, Mousavi E, Ahmadizadeh H, Khorram M, Jamee A. The Comparison of Different Irrigation Systems to Remove Calcium Hydroxide from the Root Canal: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pesqui Bras Odontopediatria Clín Integr*. 2020; 20 (1): 1-8.
8. Arslan H, Akcay M, Capar ID, Saygili G, Gok T, Ertas H. An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *Int Endod J*. 2015 Mar;48(3):246-51.
9. Kuştarıcı A, Er K, Siso SH, Aydın H, Harorlu H, Arslan D, et al. Efficacy of Laser-Activated Irrigants in Calcium Hydroxide Removal from the Artificial Grooves in Root Canals: An Ex Vivo Study. *Photomed Laser Surg*. 2016 May;34(5):205-10.
10. Gokturk H, Ozkocak I, Buyukgebiz F, Demir O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *J Appl Oral Sci*. 2017 May-Jun;25(3):290-98.
11. Uygun AD, Gündoğdu EC, Arslan H, Ersoy I. Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. *Aust Endod J*. 2017 Aug;43(2):89-93.
12. Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *Int Endod J*. 2017 Jul;50(7):700-5.
13. Kfir A, Blau-Venezia N, Goldberger T, Abramovitz I, Wigler R. Efficacy of self-adjusting file, XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation on the removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove. *Aust Endod J*. 2018 Apr;44(1):26-31.
14. Donnermeyer D, Wyrsh H, Bürklein S, Schäfer E. Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher. *J Endod*. 2019 Mar;45(3):322-26.
15. Harzivartyan S, Hazar A, Kartal N, Cimilli Z. Evaluation of different irrigation solutions and activation methods on removing calcium hydroxide. *JDS*. 2020 Sept; 15(3): 243-9.
16. Turkeydin D, Basturk FB, Goker S, Tarcin B, Berker YG, Ovecoglu HS. Efficacy of Endoactivator, CanalBrush, and passive ultrasonic irrigation in the removal of calcium hydroxide paste with iodoform and p-chlorophenol from root canals. *Niger J Clin Pract*. 2020 Sep;23(9):1237-42.

17. Phillips M, McClanahan S, Bowles W. A titration model for evaluating calcium hydroxide removal techniques. *J Appl Oral Sci.* 2015 Jan-Feb; 23(1): 94-0.
18. Romualdo FB, Fernandes NC, Lima BC, Moraes LJ, Rodrigues R. Effectiveness of NaviTip FX on Intracanal Calcium Hydroxide Removal. *Int. J. Odontostomat.* 2016 Apr;10(1):143-148.
19. Kirar DS, Jain P, Patni P. Comparison of different irrigation and agitation methods for the removal of two types of calcium hydroxide medicaments from the root canal wall: an in-vitro study. *Clujul Med.* Jun 2017;90(3):327-332.
20. Hamdan R, Michetti J, Pinchon D, Diemer F, Georgelin M. The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(7):855-60.
21. Agrawal P, Garg G, Bavabeedu S, Arora S, Moyin S, Punathil S. Evaluation of Intracanal Calcium Hydroxide Removal with Different Techniques: A Scanning Electron Microscope Study. *J Contemp Dent Pract.* 2018 Dec; 19(12):1464-9.
22. Gokturk H, Ozkocak I, Buyukgebiz F, Demir O. Effectiveness of various irrigation protocols for the removal of calcium hydroxide from artificial standardized grooves. *J Appl Oral Sci.* 2017 Jun; 25(3): 290-8.
23. Chawla A, Kumar V. Evaluating the efficacy of different techniques and irrigation solutions for removal of calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent.* 2018 Aug;21(4):394-400.
24. Tamil S, Andamuthu SA, Vaiyapuri R, Prasad AS, Jambai S, Chittrarasu MA. Comparative Evaluation of Intracanal Calcium Hydroxide Removal with Hand File, Rotary File, and Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019 May; 11(2): 442-5.
25. Falakaloğlu S, Adıgüzel Ö, Meryem Kara M, Özata M. Efficacy of Different Irrigation Systems Used to Remove Calcium Hydroxide from the Root Canal. *J Dent Mater Tech.* 2019 Jun; 8(3):121-8.
26. Gupta R, Sharma H, Kumari RA, Prakash AC, Rai N, Jain L. Effectiveness of Two Techniques in Removal of Calcium Hydroxide Medicament from Root Canals: An in-vitro Assessment. *Research. JCDR* 2018 Jul; 12(7):53-5.
27. Vega-Marcich M, Araya P, Herman S, Jofré B, Chaple-Gil AM, Fernández E, et al. Remoción de hidróxido de calcio del canal radicular con irrigación manual, sónica y ultrasónica. *Rev Cubana Inv Bioméd.* 2020;39(3):1-16.
28. Ma J, Shen Y, Yang Y, Gao Y, Wan P, Gan Y, et al. In vitro study of calcium hydroxide removal from mandibular molar root canals. *J Endod.* 2015 Apr; 41(4):553-8.
29. Ma JZ, Shen Y, Al-Ashaw AJ, Khaleel HY, Yang Y, Wang ZJ, et al. Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. *Int Endod J.* 2015 Apr;48(4):333-41.

30. Silva LJ, Pessoa OF, Teixeira MB, Gouveia CH, Braga RR. Micro-CT evaluation of calcium hydroxide removal through passive ultrasonic irrigation associated with or without an additional instrument. *Int Endod J*. 2015 Aug;48(8):768-73.
31. Li D, Jiang S, Yin X, Chang JW, Ke J, Zhang C. Efficacy of Needle, Ultrasonic, and Endoactivator Irrigation and Photon-Induced Photoacoustic Streaming in Removing Calcium Hydroxide from the Main Canal and Isthmus: An In Vitro Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Study. *Photomed Laser Surg*. 2015 Jun;33(6):330-7.
32. Lloyd A, Navarrete G, Marchesan MA, Clement D. Removal of calcium hydroxide from Weine Type II systems using photon-induced photoacoustic streaming, passive ultrasonic, and needle irrigation: a microcomputed tomography study. *J Appl Oral Sci*. 2016 Nov-Dec;24(6):543-48.
33. Kumar P, de Ataide IN, Fernandes M, Lambor R. A cone-beam computed tomography assessment of the efficacy of different irrigation devices for removal of silicone oil-based calcium hydroxide from root canal system. *J Conserv Dent*. 2017 Mar-Apr;20(2):68-71.
34. Neelakantan P, Sriraman P, Gutmann JL. Removal of calcium hydroxide intracanal medicament by different irrigants and irrigating techniques: a cone beam computed tomography analysis. *Gen Dent*. 2017 Nov-Dec;65(6):45-9.
35. Acharya N, Poudel D, Chakradhar A. A Comparative Evaluation of Removal of Intracanal Calcium Hydroxide with Endoactivator System and Mechanical Instrumentation with K File, Using Two Irrigating Solutions: an in Vitro Study. *Kathmandu Univ Med J*. 2018 Jan.-Mar;16(61):74-7.
36. de Oliveira RL, Guerisoli DMZ, Duque JA, Alcalde MP, Onoda HK, Domingues FHF, et al. Computed microtomography evaluation of calcium hydroxide-based root canal dressing removal from oval root canals by different methods of irrigation. *Microsc Res Tech*. 2019 Mar;82(3):232-237.
37. Murwakani NS, Usman M, Djauharie RAHN, Marissa C. Comparison of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from root canals - A micro-CT study. *J. int. dent. med. res*. 2019 Jan;12(1):123-128.
38. Denna J, Shafie LA, Alsofi L, Al-Habib M, AlShwaimi E. Efficacy of the Rotary Instrument XP-Endo Finisher in the Removal of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament in Combination with Different Irrigation Techniques: A Microtomographic Study. *Materials (Basel)*. 2020 May;13(10):2222.
39. Masudi S, Azhar L, Raja R, Khursheed M. Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament Using Two Irrigation Solutions. *Int Medical J*. 2014 Feb; 21(1): 106-9.
40. Parikh M, Kishan K, Solanki N, Parikh M, Savaliya K, Bindu VH, et al. Efficacy of removal of calcium hydroxide medicament from root canals by endoactivator and endovac irrigation techniques: A Systematic review of in vitro studies. *Contemp Clin Dent*. 2019;10:135-42.

41. Murwakani NS, Usman M, Djauharie RAHN, Marissa C. Comparison of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from root canals - A micro-CT study. *J. int. dent. med. res.* 2019 Jan;12(1):123-128.
42. Raghu R, Pradeep G, Shetty A, Gautham P, Puneetha P, Satyanarayana TV. Retrieval of calcium hydroxide intracanal medicament with three calcium chelators, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and chitosan from root canals: an in vitro cone beam computed tomography volumetric analysis. *J Conserv Dent.* 2017 Jan-Feb; 20(1): 25–29.
43. Uzunoglu E, Eymirli A, Uyanik MÖ, Çalt S, Nagas E. Calcium hydroxide dressing residues after different removal techniques affect the accuracy of root-ZX apex locator. *Restor Dent Endod.* 2015 Feb;40(1):44–9.
44. Ahmetoglu F, Keles A, Simsek N. Effectiveness of the several irrigation techniques for removal of calcium hydroxide-based intracanal medication from an artificial standardized groove in the apical root canal. *Marmara Dent J.* 2013 Jan;2: 53-6.
45. Azim AA, Aksel H, Margaret Jefferson M, Huang GT. Comparison of sodium hypochlorite extrusion by five irrigation systems using an artificial root socket model and a quantitative chemical method. *Clin Oral Investig.* 2018 Mar;22(2):1055-1061.
46. Vangala A, Doshi SR, Aparadh A, Hegde V. Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite using Various Mechanical Activators. *World J Dent.* 2016;7(3):146-49.
47. Ahamed AA, Raj JD. Negative pressure irrigation system: a review. *J. Pharm. Res.* 2019 Jun;13(1):8-14.
48. Laky M, Volmer M, Arslan M, Agis H, Moritz A, Cvikl B. Efficacy and Safety of Photon Induced Photoacoustic Streaming for Removal of Calcium Hydroxide in Endodontic Treatment. *Biomed Res. Int.* 2018 Apr:1-6.

Declaración de Conflictos de interés:

Los autores no presentan conflicto de interés en la publicación del artículo.

Nota contribución de autoría:

1. Concepción y diseño del estudio
2. Adquisición de datos
3. Análisis de datos
4. Discusión de los resultados
5. Redacción del manuscrito
6. Aprobación de la versión final del manuscrito.

GG ha contribuido en 1, 2, 3, 4, 5, 6.

MI ha contribuido en 1, 2, 3, 4, 5, 6.

PA ha contribuido en 1, 4, 5, 6.

Nota de aceptación:

Este artículo fue aprobado por la editora de la revista Mag. Dra. Vanesa Pereira-Prado.