

DOI: [10.52428/20756208.v20i49.1322](https://doi.org/10.52428/20756208.v20i49.1322)

Uso del hipoclorito de sodio en endodoncia: concentración, temperatura y activación

Use of sodium hypochlorite in endodontics: concentration, temperature and activation

 Abilson Josue Fabiani Ticona¹  Fernanda Camargo Espejo²

RESUMEN

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante principal en endodoncia por su acción antimicrobiana y disolución tisular. El objetivo fue analizar cómo la concentración, temperatura y los métodos de activación modulan la eficacia y seguridad clínica del NaOCl. Se realizó una revisión narrativa de literatura en PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, SciELO y Google Scholar. Los hallazgos indicaron que las concentraciones 2,5/3% logran buen balance eficacia/bioccompatibilidad cuando se combinan con activación, el calentamiento a 45/60 °C potencia la disolución y acción antibiofilm, y la agitación ultrasónica pasiva (PUI) muestra el mejor respaldo para penetración y limpieza. Se concluye en realizar protocolos combinados y personalizados (concentración intermedia + calentamiento controlado + activación) optimizan la desinfección y reducen riesgos.

Filiación y grado académico

¹Universidad Privada del Valle, La Paz, Bolivia. afabianit@univalle.edu.

²Universidad Privada del Valle, La Paz, Bolivia. fernanditacamargoespejo@gmail.com.

Fuentes de financiamiento

La investigación fue realizada con recursos propios.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés y se responsabilizan de contenido vertido.

Recibido: 25/05/2024

Revisado: 29/05/2025

Aceptado: 23/10/2025

Publicado: 27/12/2025

Citar como

Fabiani Ticona, Ábilson J., & Camargo Espejo, F. El Uso del hipoclorito de sodio en endodoncia: concentración, temperatura y activación. Uso del Hipoclorito de Sodio en Endodoncia. *Revista De Investigación E Información En Salud*, 20(49), 175–183. <https://doi.org/10.52428/20756208.v20i49.1322>

Correspondencia

Fabiani Ticona Abilson Josue
afabianit@univalle.edu

Telf. y celular: +591 67115783

Palabras clave: Activación ultrasónica; Endodoncia; Hipoclorito de sodio; Irrigación del conducto radicular; Temperatura.

ABSTRACT

Sodium hypochlorite (NaOCl) is the primary irrigant in endodontics due to its antimicrobial and tissue-dissolving properties. The objective was to analyze how concentration, temperature, and activation methods modulate the clinical efficacy and safety of NaOCl. A narrative review of the literature was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, SciELO, and Google Scholar. The findings indicated that 2.5-3% concentrations achieve a good balance of efficacy/biocompatibility when combined with activation; heating at 45-60°C enhances dissolution and antibiofilm action; and passive ultrasonic agitation (PUI) provides the best support for penetration and cleaning. It is concluded that combined and customized protocols (intermediate concentration + controlled heating + activation) optimize disinfection and reduce risks.

Keywords: Endodontics; Root canal irrigation; Sodium hypochlorite; Temperature. Ultrasonic activation.

INTRODUCCIÓN

El hipoclorito de sodio (NaOCl) ha sido ampliamente utilizado como irrigante principal en tratamientos endodónticos debido a su reconocida capacidad antimicrobiana y de disolución tisular. Desde su introducción en odontología, su aplicación ha evolucionado en términos de concentración, temperatura y métodos de activación, con el objetivo de optimizar su eficacia clínica y reducir los riesgos asociados. La irrigación del sistema de conductos radiculares es esencial para eliminar restos orgánicos, bacterias y endotoxinas, los cuales no pueden eliminarse completamente con la instrumentación mecánica⁽¹⁾⁽²⁾.

El uso de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio se asocia con variaciones en su eficacia antimicrobiana, pero también con su citotoxicidad potencial. A mayor concentración, se observa una mayor capacidad de disolución de tejidos y eliminación bacteriana, sin embargo, también se incrementa el riesgo de daños tisulares periapicales en caso de extrusión⁽³⁾⁽⁴⁾. La temperatura del NaOCl también juega un papel crítico, ya que calentar la solución ha demostrado potenciar sus propiedades, incluyendo una mayor difusión y reacción química acelerada⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

Además, los métodos de activación del NaOCl, como la agitación ultrasónica pasiva, la agitación sónica y la irrigación con presión negativa, han

sido evaluados como técnicas para aumentar la penetración del irrigante en los conductos accesorios y mejorar su contacto con la pared del conducto radicular⁽⁷⁾⁽⁸⁾. La presente revisión narrativa tiene como objetivo analizar de forma integrada la influencia de estos tres factores; concentración, temperatura y activación; sobre la efectividad clínica del hipoclorito de sodio en el tratamiento endodóntico, basándose en la literatura científica reciente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión narrativa en PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, SciELO y Google Scholar. Se emplearon términos MeSH y palabras clave combinadas con operadores booleanos [(ej.: “Sodium Hypochlorite” AND “Endodont**” AND (“Ultrasonic” OR “Activation”) AND (“Temperature” OR “Heated”)].

Se incluyeron estudios tipo ensayos clínicos, estudios in vitro, revisiones, que evaluaron al menos uno de los parámetros (concentración, temperatura o activación). Se excluyeron cartas, resúmenes sin texto completo y duplicados.

Dos revisores seleccionaron los artículos en tres fases (título, resumen, texto completo). 29 estudios cumplieron los criterios. Se elaboró un diagrama de flujo PRISMA adaptado (Figura 1).

Búsqueda de la literatura:

Base de datos: PubMed, Scopus, Web of Science, Embase, SciELO y Google Scholar

Búsqueda de resúmenes: Abstract y resumen.

Sin restricción de lenguaje

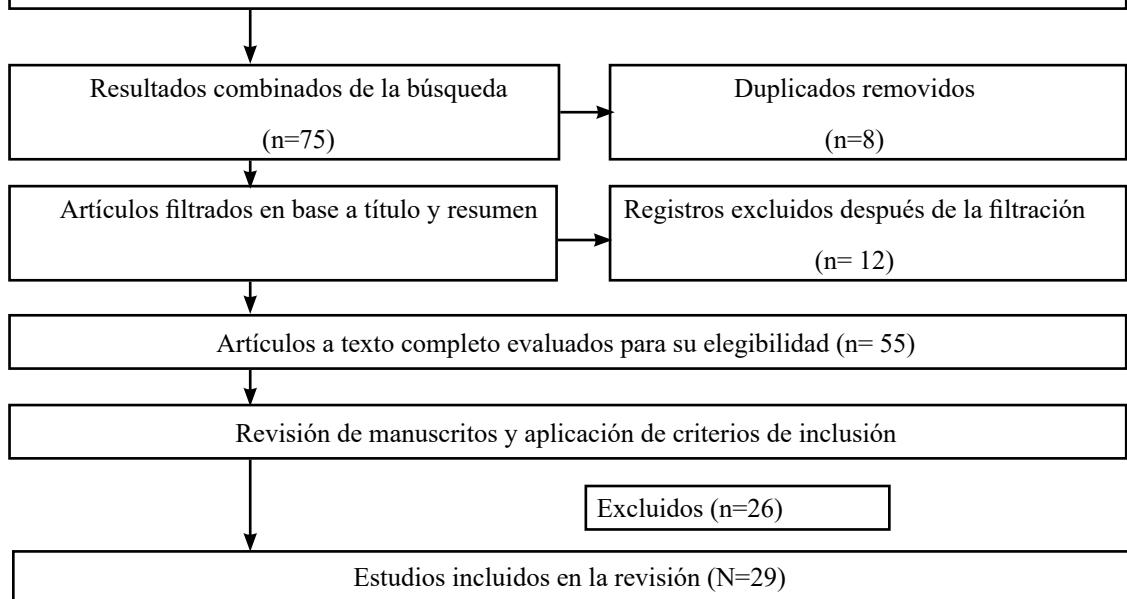


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA adaptado.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Concentración del hipoclorito de sodio: efectividad y seguridad clínica

El hipoclorito de sodio (NaOCl) se ha utilizado en concentraciones variables en la práctica clínica endodóntica, desde soluciones diluidas al 0.5% hasta concentraciones más elevadas, como el 6%. La eficacia del NaOCl depende directamente de su capacidad para eliminar bacterias, disolver tejido necrótico y neutralizar endotoxinas; todos estos efectos están influenciados por su concentración⁽⁴⁾⁽⁹⁾.

Estudios han mostrado que concentraciones más altas de NaOCl (4-6%) presentan una mayor eficacia antibacteriana, particularmente contra especies resistentes como *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*, microorganismos frecuentemente hallados en infecciones persistentes⁽³⁾⁽¹⁰⁾. No obstante, dichas concentraciones también se han asociado

con un mayor riesgo de toxicidad, especialmente en casos de extrusión del irrigante hacia los tejidos periapicales, lo que puede provocar necrosis, parestesias e inflamación severa⁽¹¹⁾.

Por otro lado, las soluciones más diluidas (0.5-2%) son significativamente menos citotóxicas, aunque su efecto sobre la disolución de tejidos es limitado. Un estudio comparativo de Hand et al. concluyó que la solución al 5.25% fue la única capaz de disolver tejido orgánico de manera eficaz en condiciones in vitro, mientras que soluciones al 1% mostraron un efecto escaso⁽⁴⁾.

Varios autores proponen el uso de concentraciones intermedias, como el 2,5% o 3%, como punto de equilibrio entre eficacia y seguridad clínica, especialmente si se combinan con técnicas de irrigación activa o irrigación calentada, lo cual potencia su efecto sin necesidad de recurrir a concentraciones más altas⁽¹⁾.

Es importante que la selección de la concentración de NaOCl sea individualizada, considerando factores como la anatomía del conducto, la edad del paciente, el tipo de patología pulpar y la proximidad de estructuras anatómicas sensibles.

Temperatura del hipoclorito de sodio: impacto en la eficacia antimicrobiana y la disolución de tejidos

El calentamiento del hipoclorito de sodio (NaOCl) ha sido propuesto como una estrategia eficaz para potenciar su actividad biológica en endodoncia. Diversos estudios han demostrado que el incremento de temperatura mejora significativamente la capacidad de disolución de tejidos orgánicos y potencia la acción antimicrobiana de la solución⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

A nivel químico, el aumento de temperatura favorece la velocidad de las reacciones oxidativas que caracterizan al NaOCl, mejorando la penetración del irrigante y la liberación de iones hipoclorito (OCl^-), que son responsables de su acción antimicrobiana. La mayoría de las investigaciones indican que el calentamiento intracanal o previo a la irrigación a temperaturas entre 45 °C y 60 °C mejora la eficiencia sin aumentar significativamente su toxicidad⁽¹²⁾⁽¹³⁾.

Sirtes et al. (2005) evaluaron la disolución de tejido pulpar bovino en soluciones de NaOCl a diferentes temperaturas, concluyendo que una solución al 1% calentada a 45 °C fue más efectiva que una solución al 5% a temperatura ambiente⁽⁶⁾. Este hallazgo sugiere que el calentamiento puede ser una estrategia válida para reducir la concentración sin perder eficacia, mejorando al mismo tiempo la biocompatibilidad⁽⁶⁾.

El calentamiento también parece incrementar el efecto antibiofilm del NaOCl. Estudios han documentado que bacterias organizadas en biofilm, como *Enterococcus faecalis*, son más susceptibles a la acción del irrigante cuando este se encuentra a temperaturas elevadas, debido al aumento en la difusión y penetración del agente oxidante en la matriz extracelular⁽¹⁴⁾.

En la práctica clínica, el calentamiento puede realizarse de forma extracanal (precalentando la jeringa del irrigante con un calentador) o intracanal (usando puntas de calor como System B o Calamus). Ambas técnicas han mostrado beneficios en la

eficacia de la irrigación, aunque es crucial controlar la temperatura para evitar lesiones térmicas a tejidos periapicales o estructuras dentales⁽⁸⁾⁽¹⁵⁾.

Aunque prometedor, el uso rutinario de NaOCl calentado requiere protocolos estandarizados y estudios clínicos adicionales que respalden su seguridad en situaciones clínicas diversas. No obstante, el calentamiento moderado del NaOCl se posiciona como una estrategia eficaz para mejorar la irrigación sin aumentar la concentración del irrigante.

Métodos de activación del hipoclorito de sodio: mejora de la eficacia de la irrigación

A pesar del uso de soluciones irrigantes efectivas como el hipoclorito de sodio (NaOCl), la anatomía compleja del sistema de conductos radiculares puede limitar el contacto directo entre el irrigante y las paredes del conducto, especialmente en áreas como istmos, ramificaciones laterales y túbulos dentinarios profundos. Para superar estas limitaciones, se han desarrollado múltiples métodos de activación del irrigante con el objetivo de mejorar su penetración, efectividad antimicrobiana y capacidad de limpieza⁽⁷⁾⁽¹⁶⁾.

Entre los métodos más estudiados se encuentran:

1. Agitación manual dinámica (AMD)

Consiste en mover una punta de gutapercha o instrumento no cortante dentro del conducto lleno de irrigante. Es una técnica simple y económica, que ha mostrado una mejora moderada en la eficacia de la irrigación respecto a la irrigación pasiva⁽¹⁷⁾.

2. Agitación sónica (SAI)

Se basa en el uso de dispositivos como EndoActivator que generan ondas sónicas de baja frecuencia (1–6 kHz) que inducen movimiento del irrigante dentro del conducto. La SAI ha demostrado mejorar la penetración del NaOCl en zonas inaccesibles, pero su eficacia es inferior a la agitación ultrasónica pasiva⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾.

3. Agitación ultrasónica pasiva (PUI)

La PUI emplea puntas metálicas activadas a frecuencias ultrasónicas (25–40 kHz), sin contacto con las paredes del conducto. Esta técnica genera cavitación y microstreaming, fenómenos físicos

que incrementan la penetración y renovación del irrigante, así como la remoción de detritos y tejido necrótico⁽²⁰⁾⁽²¹⁾. PUI ha mostrado consistentemente mejores resultados que la irrigación convencional y sónica en estudios in vitro e in vivo.

4. Irrigación con presión negativa (EndoVac)

Este sistema aspira el irrigante desde el ápice hacia la corona, reduciendo el riesgo de extrusión apical y mejorando el reemplazo del irrigante en la porción apical del conducto. Ha demostrado ser seguro y eficaz, aunque su efectividad para disolver tejido en zonas laterales es menor si no se combina con otros métodos de activación⁽²²⁾⁽²³⁾.

5. Activación con láser (LAI)

Técnicas como la Laser-Activated Irrigation con Er:YAG han mostrado efectos favorables mediante la generación de burbujas de cavitación en el irrigante, mejorando la limpieza y la eliminación de biofilms. Sin embargo, requieren equipos costosos y mayor experiencia clínica⁽²⁴⁾.

6. Activación con calor (técnica híbrida)

En algunos protocolos, se activa el NaOCl calentado intracanal usando puntas de calor, combinando así los beneficios del incremento térmico con la agitación mecánica. Esta técnica mejora la difusión del irrigante, especialmente en zonas apicales⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾.

Los métodos de activación han revolucionado la eficacia del hipoclorito de sodio como irrigante. La elección del sistema debe basarse en la complejidad del caso, los recursos disponibles y el tipo de tratamiento endodóntico.

DISCUSIÓN

El hipoclorito de sodio (NaOCl) continúa siendo el irrigante de elección en la terapia endodóntica debido a su probada capacidad antimicrobiana, su acción disolvente sobre tejidos orgánicos y su costo relativamente bajo. No obstante, su efectividad clínica depende en gran medida de tres factores interrelacionados: concentración, temperatura y método de activación.

Consideraciones sobre la concentración

La evidencia actual confirma que las concentraciones altas de NaOCl (5-6%) poseen una actividad superior contra bacterias resistentes como Enterococcus faecalis y presentan mayor capacidad de disolver tejido necrótico⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹⁰⁾. Sin embargo, este aumento de eficacia viene acompañado de una mayor citotoxicidad, especialmente cuando hay extrusión apical del irrigante⁽¹¹⁾⁽²⁷⁾. Esto plantea un dilema clínico entre la eficacia antimicrobiana y la seguridad del paciente.

Diversos estudios recomiendan usar concentraciones intermedias (2.5-3%) como una alternativa equilibrada, siempre que se combinen con métodos que aumenten la penetración y el efecto biológico del irrigante⁽¹⁾⁽²⁸⁾. Esta decisión se debe individualizar según las características del caso clínico.

Influencia de la temperatura

El calentamiento del NaOCl se ha consolidado como una estrategia eficaz para aumentar su actividad sin aumentar su concentración. Al incrementar la temperatura, se mejora la disolución de tejidos, la penetración en el biofilm bacteriano y se acelera la liberación de iones activos⁽⁶⁾⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾. Este enfoque ha demostrado que incluso soluciones al 1% pueden alcanzar niveles de eficacia comparables a soluciones más concentradas si se calientan adecuadamente⁽⁶⁾.

Sin embargo, su aplicación clínica debe ser cautelosa. Aunque el calentamiento a 45-60 °C no ha mostrado daños estructurales evidentes, el riesgo de lesión térmica a tejidos periapircales permanece latente si no se controlan bien los parámetros⁽⁸⁾⁽¹⁵⁾⁽²⁵⁾. La elección entre calentamiento extracanal o intracanal dependerá de la experiencia del operador y de los recursos disponibles.

Impacto de la activación

La activación del NaOCl, mediante métodos manuales, sónicos, ultrasónicos o láser, se ha convertido en un estándar para mejorar la eficacia del irrigante, especialmente en áreas difíciles de alcanzar⁽¹⁸⁾⁽²⁰⁾⁽²²⁾. La agitación ultrasónica pasiva (PUI) es, hasta el momento, la técnica con mayor respaldo científico por su capacidad para generar cavitación y microstreaming, facilitando una limpieza efectiva del sistema de conductos radiculares⁽²¹⁾⁽²⁴⁾.

Por otro lado, tecnologías emergentes como la irrigación con presión negativa (EndoVac) y la activación láser (LAI) ofrecen beneficios adicionales en términos de seguridad y penetración apical, aunque su disponibilidad y coste pueden limitar su uso rutinario⁽²⁰⁾⁽²²⁾. En todos los casos, la activación mejora la efectividad clínica del NaOCl, independientemente de su concentración o temperatura, lo que sugiere que debe ser integrada en la práctica habitual.

Limitaciones y perspectivas futuras

La mayoría de los estudios que evalúan el NaOCl se realizan *in vitro*, lo que limita la generalización de los resultados clínicos. Además, los parámetros de concentración, temperatura y activación no siempre se controlan de forma uniforme, dificultando comparaciones directas. Son necesarios más ensayos clínicos aleatorizados y protocolos estandarizados para establecer recomendaciones sólidas⁽²⁹⁾.

Se observa una tendencia creciente hacia la combinación de estrategias (activación ultrasónica + NaOCl calentado, por ejemplo), lo que permite reducir la concentración sin perder eficacia, optimizando al mismo tiempo la seguridad del paciente.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) continúa siendo el irrigante más versátil y eficaz en la práctica endodóntica moderna. Su éxito clínico depende, sin embargo, de una aplicación racional que considere tres pilares fundamentales: concentración, temperatura y método de activación.

La concentración del NaOCl debe ser seleccionada equilibrando la eficacia antimicrobiana y la seguridad clínica. Concentraciones entre el 2.5% y el 5.25% han demostrado una alta efectividad en la disolución de tejido orgánico y eliminación de

microorganismos, aunque su uso debe acompañarse de precauciones para minimizar riesgos de extrusión y citotoxicidad.

El aumento de la temperatura del irrigante potencia significativamente su acción sin necesidad de incrementar la concentración, representando una estrategia complementaria segura cuando se controla adecuadamente. El calentamiento a temperaturas entre 45 y 60 °C mejora la difusión, reactividad química y capacidad antibacteriana del NaOCl, especialmente contra bacterias organizadas en biofilm.

Por su parte, los distintos métodos de activación del irrigante, en especial la agitación ultrasónica pasiva (PUI), han demostrado optimizar la distribución y el efecto clínico del NaOCl en zonas inaccesibles del sistema de conductos, como istmos y conductos accesorios. Métodos como la irrigación con presión negativa o la activación láser también ofrecen ventajas adicionales, aunque su implementación dependerá de los recursos del operador.

En conjunto, el uso sinérgico de estrategias como la activación y el calentamiento permite potenciar la acción del NaOCl incluso a concentraciones más bajas, reduciendo el riesgo biológico y mejorando el pronóstico del tratamiento endodóntico. Se recomienda la implementación clínica de protocolos combinados y personalizados, respaldados por evidencia científica actualizada.

Futuras investigaciones deben centrarse en establecer guías clínicas basadas en evidencia que definan los parámetros óptimos de uso del NaOCl, incluyendo concentración, temperatura ideal, tiempo de contacto y tipo de activación, con el fin de maximizar la eficacia terapéutica y garantizar la seguridad del paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod [Internet]. 2006 May;32(5):389–98. [citado el 2 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>
2. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. Braz Dent J [Internet]. 2002 feb;13(2):113–7. [citado el 6 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0103-6440200200007>
3. Gomes BPF, Aveiro E, Kishen A. Irrigants and irrigation activation systems in endodontics. Braz Dent J [Internet]. 2023 oct 27;34(4):1–33. [citado el 10 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305124>
4. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. J Endod [Internet]. 1978 feb;4(2):60–4. [citado el 11 de marzo de 2025]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(78\)80123-7](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(78)80123-7)
5. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol [Internet]. 1980;49(2):175–7. [citado el 13 de marzo de 2025]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(80\)90213-3](https://doi.org/10.1016/0030-4220(80)90213-3)
6. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. J Endod [Internet]. 2005 Sep;31(9):669–71. [citado el 15 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/01.don.0000164130.02062.6d>
7. van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J [Internet]. 2007 jun;40(6):415–26. [citado el 17 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x>
8. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals. J Endod [Internet]. 2010 jul;36(7):1216–21. [citado el 19 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.019>
9. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod [Internet]. 2000 jun;26(6):331–4. [citado el 21 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00004770-200006000-00003>
10. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, et al. antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on endodontic microorganisms. Int Endod J [Internet]. 2004 jul;37(7):438–46. [citado el 23 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00828.x>
11. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation: literature review and case reports. Int Endod J [Internet]. 2000 May;33(3):186–93. [citado el 25 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00273.x>

12. Simbula G, Dettori C, Camboni T, Cotti E. Comparison of tetraacetyl ethylenediamine + sodium perborate and sodium hypochlorite cytotoxicity on L929 fibroblasts. *J Endod* [Internet]. 2010 Sep;36(9):1516–20. [citado el 27 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.015>
13. Solomonov M, Kim HC, Hadad A, Levy DH, Itzhak JB, Levinson O, et al. Age-dependent root canal instrumentation techniques: a comprehensive narrative review. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2020 Mar 4;45(2): e21. [citado el 28 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e21>
14. Shen Y, Gao Y, Qian W, Ruse ND, Zhou H, Haapasalo M. Three-dimensional numeric simulation of root canal irrigant flow with different irrigation needles. *J Endod* [Internet]. 2010 May;36(5):884–9. [citado el 29 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.023>
15. Plotino G, Nagendrababu V, Bukiet F, Grande NM, Veettil SK, De-Deus G, et al. Influence of negotiation, glide path, and preflaring procedures on root canal shaping: terminology, basic concepts, and a systematic review. *J Endod* [Internet]. 2020 Apr 22;46(6):730–8. [citado el 30 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.02.007>
16. Boutsoukis C, Verhaagen B, van der Sluis LW, Versluis M. Irrigant flow in the root canal during ultrasonic activation: a numerical fluid–structure interaction model. *Int Endod J* [Internet]. 2022 Sep;55(9):938–49. [citado el 31 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/iej.13764>
17. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* [Internet]. 2009 jun;35(6):791–804. [citado el 1 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.010>
18. Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. *J Endod* [Internet]. 2004 Dec;30(12):827–45. [citado el 3 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/01.don.0000126214.66861.e8>
19. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod* [Internet]. 2010 Aug;36(8):1361–6. [citado el 5 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.022>
20. Niharika S, Bonny P, Shiv KM, Kavita D, Ankita K, Farheen A, et al. Ultrasonic in endodontics: review. *J Popul Ther Clin Pharmacol* [Internet]. 2024;31(6): e221–34. [citado el 7 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.47750/jptcp.2024.31.6.221>
21. Eter M, Abiad R. Different irrigant activation techniques in removing dentin debris: an in-vitro study. *J Creative Sustainable Dev* [Internet]. 2022 May;3(2):45–54. [citado el 8 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.55940/jcsd.v3i2.102>
22. Nielsen BA, Baumgartner JG. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* [Internet]. 2007 May;33(5):611–5. [citado el 10 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.01.020>
23. Castelo-Baz P, Martín-Biedma B, Cantatore G, Ruiz-Piñon M, Bahillo J, Rivas-Mundiña B, et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals. *J Endod* [Internet]. 2012 May;38(5):688–91. [citado el 12 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.01.007>

24. Bürklein S, Abdi I, Schäfer E, Appel C, Donnermeyer D. Influence of pulse energy, tip design and insertion depth during Er:YAG-activated irrigation on cleaning efficacy in curved canals. *Int Endod J* [Internet]. 2024 Jan;57(1):87–99. [citado el 14 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/iej.14020>
25. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod* [Internet]. 2007 feb;33(2):81–95. [citado el 15 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.10.008>
26. Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J* [Internet]. 2019 Mar;52(3):343–51. [citado el 17 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/iej.13005>
27. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Topics* [Internet]. 2012 Sep;27(1):74–102. [citado el 18 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/etp.12013>
28. Mohammadi Z, Shalavi S, Kinoshita JI, Giardino L, Gutmann JL, Banihashem RS, et al. A review on root canal irrigation solutions in endodontics. *J Dent Mater Tech* [Internet]. 2021;10(3):121–32. [citado el 20 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.22038/jdmt.2021.60373.1325>
29. Rossi-Fedele G, Rödig T. Effectiveness of root canal irrigation and dressing for apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* [Internet]. 2023 oct;56(3):422–35. [citado el 22 de abril de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/iej.13927>

Los autores conservan los derechos de autor de este artículo y otorgan a la Revista de Investigación e Información en Salud (RIIS) el derecho de primera publicación.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que se otorgue el crédito correspondiente a los autores y a la fuente original. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>