

MICRODUREZA DE LA DENTINA RADICULAR TRAS LA UTILIZACIÓN DE PROTOCOLOS DE IRRIGACIÓN: REVISIÓN NARRATIVA.

Microhardness of root dentin after irrigation protocols: A systematic narrative

Tãĩ rapo kangy michĩva ojejapo rire umi protocolo omonguera haguã: Jehechajey oñembo'yva

Synthia Romero¹, Denice Benítez¹, Shyrley Recalde¹, Úrsula Acosta¹
Fabtiana Alejandra Mereles², Juan Pujol²

1. Universidad Nacional de Concepción-Facultad de Odontología- Estudiantes
2. Universidad Nacional de Concepción-Facultad de Odontología- Docentes

| | |
|--|--|
| Cómo referenciar este artículo/ How to reference this article | Romero, Synthia et al. Microdureza de la dentina radicular tras la utilización de protocolos de irrigación: Revisión narrativa. <i>Rev. Acad. Scientia Oralis Salutem</i> . 2025; 6(2): 71-81 |
|--|--|

Resumen

El presente estudio consistió en una revisión narrativa sobre la microdureza de la dentina radicular tras la utilización de protocolos de irrigación. Se seleccionaron estudios publicados entre 2019 y 2025 en bases de datos como PubMed, Scopus y Science Direct, que estudiaron sobre el efecto de diferentes protocolos de irrigación y su efecto sobre la microdureza de la dentina radicular. Los resultados mostraron que la pérdida de microdureza y la desproteínización de la dentina son dependientes de la concentración y del tiempo de exposición, con mayor daño observado a concentraciones superiores al 2,5% y tiempos prolongados. Se destaca la importancia de seleccionar protocolos de irrigación equilibrados que optimicen la limpieza endodóntica sin comprometer la integridad estructural de la dentina.

Palabras clave: hipoclorito de sodio, dentina radicular, microdureza

*Autor de Correspondencia: Fabtiana Mereles fabty1990@gmail.com
Trabajo de Investigación Realizado en la Universidad Nacional de Concepción - Paraguay
Fecha de recepción: agosto 2025. Fecha de aceptación: octubre 2025



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una [Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

SUMMARY/ ABSTRAC

This study consisted of a narrative review of root dentin microhardness following irrigation protocols. Studies published between 2019 and 2025 in databases such as PubMed, Scopus, and ScienceDirect were selected. These studies investigated the effect of different irrigation protocols on root dentin microhardness. The results showed that microhardness loss and dentin deproteinization are dependent on both concentration and exposure time, with greater damage observed at concentrations above 2.5% and prolonged exposure times. The importance of selecting balanced irrigation protocols that optimize endodontic cleaning without compromising the structural integrity of the dentin is highlighted.

Keywords: sodium hypochlorite, root dentin, microhardness

ÑE'ÊMBYKY

Ko estudio oime revisión narrativa , microdureza dentina raíz umi protocolo de riego rire. Umi estudio oñemoherakuãva 2019 ha 2025 ojeoporavo base de datos ha'eháicha PubMed, Scopus, ha ScienceDirect, ohechaukáva concentración NaOCl, protocolo de riego, tiempo de exposición, ha tipo de alteración ojeevalua. Umi resultado ohechauka pérdida microdureza ha desproteinización dentina odepende concentración ha tiempo de exposición, tuichave daño ojehecháva concentración 2,5% ári ha periodo ipukuvéva. Activación ultrasónica téra láser ha ojeoporúvo umi agente quelante ha'eháicha EDTA téra HEDP omodula ko'ã efecto, omboguejýva parcialmente erosión ha oñongatúva matriz de colágeno. Ojehechakuaa tuicha mba'eha ojeoporavo protocolo de riego equilibrado omohenda porãvéva ñemopotî endodóntico ocompromete'yre integridad estructural dentina.

Ñe'e tekotevéva: hipoclorito de sodio, raíz-dentina, microdureza.

***Autor de Correspondencia:** Fabtiana Mereles fabty1990@gmail.com

Trabajo de Investigación Realizado en la Universidad Nacional de Concepción - Paraguay

Fecha de recepción: agosto 2025. Fecha de aceptación: octubre 2025



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una [Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

1. Introducción

La endodoncia es una especialidad odontológica que tiene como objetivo principal la eliminación de los tejidos pulpaes infectados y la desinfección del sistema de conductos radiculares, buscando la preservación de la pieza dentaria y la salud periapical (1). Dentro de este contexto, la irrigación química juega un papel fundamental en la limpieza y desinfección del sistema de conductos, complementando la acción mecánica de los instrumentos endodónticos (2). Entre los irrigantes más utilizados, el hipoclorito de sodio (NaOCl) ha sido ampliamente estudiado debido a su potente acción antimicrobiana y capacidad para disolver tejido orgánico, lo que lo convierte en un elemento indispensable en la práctica clínica endodóntica (3).

Numerosos estudios *in vitro* han demostrado que la exposición de la dentina radicular a diferentes concentraciones y tiempos de aplicación de hipoclorito de sodio puede provocar alteraciones en la microdureza, la composición química, la flexibilidad y la integridad estructural de la dentina (3–5). Estas modificaciones pueden tener implicaciones significativas en la resistencia mecánica del diente, la adhesión de materiales restauradores y, en última instancia, en el pronóstico del tratamiento endodóntico. La profundidad de penetración del NaOCl, la duración de la irrigación y la interacción con otros agentes como el EDTA también influyen en la magnitud de estas alteraciones, lo que evidencia la necesidad de un control preciso de los protocolos clínicos (6,7).

Una revisión de la literatura reciente permitió identificar patrones consistentes en los efectos del hipoclorito

de sodio sobre la dentina radicular, mostrando que concentraciones más altas y tiempos prolongados se asocian a mayores modificaciones estructurales y químicas. No obstante, la heterogeneidad de los estudios existentes en términos de metodologías, tipos de dientes utilizados, protocolos de irrigación y técnicas de medición dificulta la estandarización de recomendaciones clínicas (8–10). Este escenario subraya la importancia de consolidar la evidencia científica disponible para guiar la práctica clínica y minimizar los riesgos de deterioro dentinario durante el tratamiento endodóntico.

La irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) produce desproteinización de la dentina al disolver colágeno, dejando intacta la matriz mineral de hidroxiapatita (11,12). Este efecto depende de la concentración y el tiempo de exposición: soluciones altas (5–9 %) eliminan gran parte del colágeno, mientras que concentraciones bajas (0,5–2,5 %) y períodos breves ocasionan un daño menor (2,3,12).

La pérdida del andamiaje colágeno reduce la resiliencia dentinaria y aumenta la fragilidad, favoreciendo microfisuras y disminuyendo la resistencia a la fractura (3,12). Estudios espectroscópicos muestran que NaOCl incrementa la relación mineral/colágeno y dificulta la penetración de adhesivos en la red colágena, evidenciando desproteinización parcial de la pared radicular (10).

Estos cambios se reflejan en alteraciones mecánicas: la microdureza y la resistencia a la fractura disminuyen de manera dependiente de la concentración y del tiempo de exposición (4–6). Por ejemplo, NaOCl al 5,25 % reduce la resistencia a la fractura hasta en un 33 % tras 30 min (16,17), y concentraciones

altas o exposiciones prolongadas provocan erosión de la pared radicular y ensanchamiento de los túbulos dentinarios (3,12-16). La activación ultrasónica o láser aumenta la penetración y limpieza, intensificando la desproteinización microscópica, aunque controlada no altera significativamente el daño estructural (3).

El uso combinado de NaOCl con agentes quelantes, como EDTA o HEDP, potencia la erosión y apertura de los túbulos dentinarios. Protocolos secuenciales con NaOCl+EDTA generan mayor pérdida de calcio y fósforo y aumentan la permeabilidad de la dentina, mientras que el HEDP induce un efecto más suave (17-20). Concentraciones altas de NaOCl y exposiciones prolongadas junto con quelantes producen la mayor desproteinización y erosión (21-24). Por el contrario, soluciones diluidas y tiempos cortos limitan el deterioro estructural (18,19,25).

El NaOCl es altamente eficaz como desinfectante, pero su uso intensivo puede comprometer la integridad mecánica y ultraestructural de la dentina radicular, por lo que los protocolos endodónticos deben equilibrar eficacia antibacteriana y preservación de la microestructura dentinaria (14,15).

El presente trabajo tiene como objetivo investigar la literatura disponible más actualizada de la acción de diferentes protocolos de irrigación sobre la microdureza de la dentina radicular.

2. Material y método

Estrategia de búsqueda: Se consultaron bases de datos electrónicas como PubMed, PMC, Scopus y ScienceDirect, utilizando combinaciones

de términos MeSH y palabras clave: "sodium hypochlorite", "root canal dentin", "microhardness", "chemical alteration", "deproteinization", y "EDTA". Se limitaron los resultados a publicaciones de los últimos cinco años (2019-2025), en inglés, que presentaran información sobre concentración de NaOCl, protocolo de irrigación, tiempo de exposición y tipo de alteración evaluada.

Criterios de inclusión: Se incluyeron estudios que cumplieran con los siguientes criterios:

- Estudios con dientes humanos.
- Evaluación de NaOCl en distintas concentraciones ($\geq 1\%$ hasta 6%).
- Reporte de protocolo de irrigación, incluyendo tiempo, volumen, tipo de activación y uso de agentes quelantes (EDTA, HEDP, etc.).
- Medición de alteraciones estructurales y químicas de la microdureza de la dentina radicular.
- Resultados cuantitativos o cualitativos sobre efectos de NaOCl sobre la dentina.

Criterios de exclusión

- No especificaran concentración o tiempo de NaOCl.
- No evaluaran efectos sobre dentina radicular o coronal.
- Estuvieran duplicados o no accesibles en texto completo.
- Artículos de no más de 5 años.

Selección de estudio: Tras la búsqueda inicial, se realizó una revisión de títulos y resúmenes, eliminando artículos duplicados o irrelevantes. Posteriormente, se evaluó el texto completo para verificar que cumpliera los criterios de inclusión. Cada artículo fue clasificado según el tipo de alteración

evaluada: microdureza, alteraciones químicas, alteraciones ultraestructurales, o combinaciones de estas.

Extracción de datos: Se elaboró una tabla de extracción de datos para cada artículo, teniendo en cuenta las variables.

3. Resultados

Tras la selección de 25 estudios, se caracterizaron los efectos del hipoclorito de sodio (NaOCl) sobre la dentina radicular humana. La información se organizó según grupo de evaluación (microdureza, alteraciones químicas), concentración, tiempo, protocolo de irrigación y alteraciones estructurales.

Tabla 1. Datos generales

| Tipo de estudio | Nº (n=25) | (%) | Descripción general |
|----------------------------------|-----------|-----|--|
| Estudios experimentales in vitro | 21 | 84% | Evaluaciones realizadas en dientes humanos, raíces, discos de dentina o modelos ex vivo (bovinos). Incluyen medición de microdureza, alteraciones químicas, desproteínización, erosión dentinaria y resistencia adhesiva bajo diferentes concentraciones de NaOCl, EDTA, HEDP y activación ultrasónica/láser |
| Revisiones de literatura | 4 | 16% | Revisiones sistemáticas o narrativas que sintetizan los efectos de soluciones irrigantes sobre microdureza, erosión, desproteínización y adhesión. |

Tabla 1. Niveles de cambios estructurales con relación al tiempo de exposición.

| Tiempo de exposición | Nivel de cambio en microdureza | Observaciones |
|----------------------|--------------------------------|--|
| <10 min | Leve (≤10 %) | Efecto reversible, sin daño estructural. |
| 10–30 min | Moderado (10–20 %) | Asociado a exposición de túbulos superficiales. |
| >30 min | Significativo (20–34 %) | Mayor pérdida en dentina profunda, especialmente con activación ultrasónica o láser. |

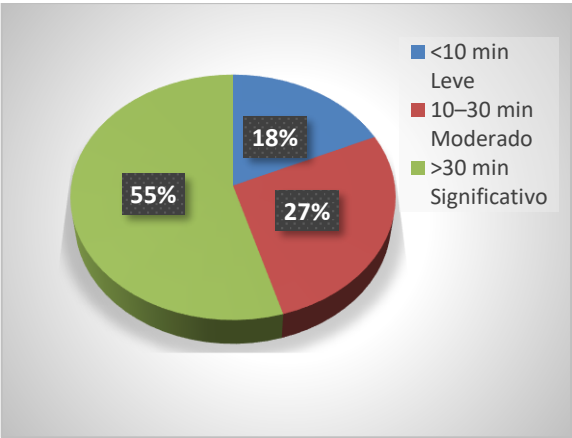


Gráfico 1. Tiempo de exposición y microdureza

Cambios estructurales mínimos antes de 10 min; erosión leve a 30 min; daño significativo >30 min, especialmente con activación.

Los efectos más frecuentes se observaron entre 2,5 % y 5,25 %, siendo esta última la más asociada a pérdida estructural y desproteínización.

Tabla 2. Alteraciones estructurales observadas en relación con la concentración de hipoclorito de sodio.

| Concentración (%) | Efectos principales | Microdureza promedio perdida (%) | Observaciones |
|-------------------|---------------------|----------------------------------|--|
| 1–2,5 | Leve, reversible | 7 | Escasa alteración química. |
| 3 | Moderado | 17 | Aumento leve de erosión y apertura de túbulos. |
| 5–5,25 | Alto | 30 | Desproteínización marcada, pérdida mineral. |

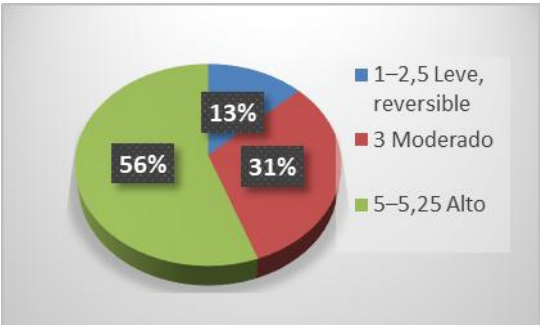


Gráfico 2. Concentración de hipoclorito

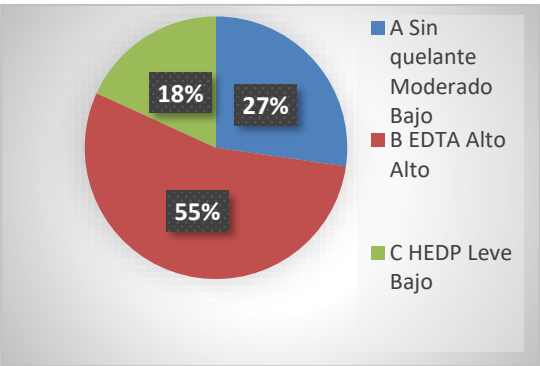


Gráfico 2. Influencia de agentes quelantes

Tabla 3. Comparación del efecto de agentes quelantes sobre la estructura dentinaria.

| Grupo | Tipo de agente | Efecto sobre microdureza | Efecto sobre erosión | Valor estimado (microdureza perdida %) | Observaciones |
|-------|----------------|--------------------------|----------------------|--|--|
| A | Sin quelante | Moderado | Bajo | 15 | Pérdida limitada, estructura conservada. |
| B | EDTA | Alto | Alto | 30 | Incrementa desmineralización y erosión |
| C | HEDP | Leve | Bajo | 10 | Preserva matriz colágena, menor pérdida |

EDTA produjo la mayor pérdida de microdureza y erosión; HEDP redujo el daño estructural preservando el colágeno.

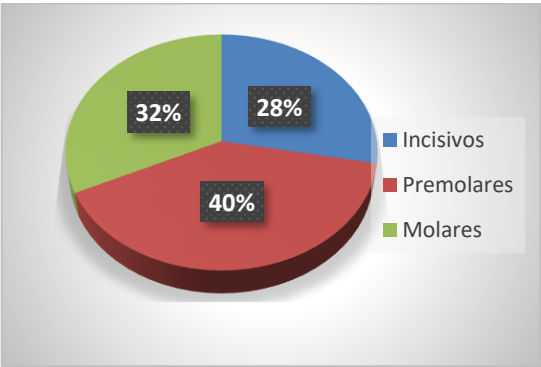


Gráfico 4. Tipo de dientes estudiados

Fueron analizados 25 artículos en total, en donde predominan estudios en premolares (40 %), seguidos por molares (32 %) e incisivos (28 %).

Tabla 4. Distribución de artículos según tipo de diente estudiado.

| Categoría | Nº de estudios | Tipo dentario | Observaciones de los resultados |
|--------------|----------------|------------------------------------|--|
| Incisivos | 7 | Dentina radicular media y profunda | Cambios químicos leves, pérdida moderada de microdureza. |
| Premolares | 10 | Dentina coronal y radicular | Mayor sensibilidad a concentraciones >3 %. |
| Molares | 8 | Dentina radicular profunda | Daño estructural más notorio, erosión avanzada. |
| Total | 25 | — | La mayoría reporta pérdida de microdureza dependiente de concentración y tiempo. |

4. **Discusión**

Los hallazgos de este trabajo evidencian que la irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) produce alteraciones químicas, mecánicas y ultraestructurales significativas en la dentina radicular. La exposición a NaOCl provoca principalmente la desproteinización de la matriz colagénica, erosión superficial, disminución de la microdureza y reducción de la resistencia mecánica, efectos que se ven exacerbados por altas concentraciones y tiempos prolongados de aplicación (7,15,19,20). Estos cambios estructurales derivan de la acción oxidante del NaOCl, que rompe los

enlaces peptídicos del colágeno tipo I y altera el equilibrio mineral, comprometiendo la integridad del tejido dentinario.

Savaris et al. (7) evaluaron la influencia de diferentes protocolos de irrigación final sobre la dentina y demostraron que la combinación de NaOCl con agentes quelantes como EDTA afecta de manera considerable la integridad estructural, provocando disminución de la microdureza y alteraciones en la composición mineral. De forma similar, Silva et al. (15) reportaron que los protocolos que incluyen NaOCl seguido de EDTA inducen erosión marcada y degradación de la matriz colagénica, confirmando que la acción secuencial de oxidantes y quelantes puede potenciar el deterioro mecánico y químico de la dentina radicular.

El efecto del NaOCl no se limita a la pérdida de colágeno; también modifica la permeabilidad y la morfología ultraestructural. Katunarić et al. (16) y Hassan et al. (26) demostraron que la activación del irrigante mediante ultrasonido o láser intensifica su penetración en la dentina, potenciando la disolución de la matriz orgánica y la apertura de túbulos dentinarios. Aunque este fenómeno favorece la limpieza canalicular y la eliminación bacteriana, también incrementa el riesgo de

debilitamiento estructural y formación de microfisuras, especialmente en la dentina intertubular y radicular profunda.

Por otro lado, el empleo de agentes quelantes menos agresivos, como el HEDP, ha mostrado un impacto significativamente menor sobre la integridad dentinaria. Oliveira et al. (17) y Ramos et al. (22) observaron que la combinación de NaOCl con HEDP preserva mejor la matriz colagénica, la microdureza y la composición mineral, en comparación con los protocolos tradicionales basados en EDTA. Estos resultados sugieren que la selección del agente quelante y su modo de aplicación (continuo o secuencial) son determinantes para minimizar el daño estructural y preservar la funcionalidad del tejido dentinario.

La relación entre concentración y tiempo de exposición al NaOCl constituye un factor decisivo en la magnitud del daño observado. Wang et al. (20) y Santos et al. (19) demostraron que concentraciones elevadas ($\geq 5\%$) y tiempos prolongados de irrigación (>30 min) inducen cambios ultraestructurales severos, incluyendo erosión profunda, pérdida mineral y exposición tubular extensa. En contraste, concentraciones moderadas ($1-2,5\%$) y tiempos breves (<10 min) provocan alteraciones leves y reversibles, preservando la microestructura dentinaria sin

comprometer la acción antimicrobiana (18,20,25). Esto refuerza la importancia de protocolos clínicos balanceados que combinen eficacia desinfectante con preservación estructural.

Los efectos del NaOCl sobre la dentina también repercuten directamente en la adhesión de materiales restauradores. La desproteinización del colágeno y la erosión de la superficie radicular disminuyen la formación de la capa híbrida y la penetración de adhesivos, lo que puede comprometer la durabilidad de restauraciones adhesivas posteriores (18,24). En consecuencia, se vuelve esencial integrar estrategias que preserven el andamiaje colagénico y el equilibrio mineral durante la fase de irrigación.

En este contexto, la evidencia disponible indica que la activación controlada de NaOCl, mediante ultrasonido o láser, puede optimizar su acción antimicrobiana y la limpieza canalicular, siempre que se empleen concentraciones y tiempos adecuados para evitar el debilitamiento de la dentina (16,24). Asimismo, el uso de agentes quelantes más suaves o la irrigación continua con HEDP representa una alternativa más conservadora y segura para preservar la microdureza y la integridad estructural (17,22,25).

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35499657/>

5. Conclusiones

La evidencia revisada indica que NaOCl altera significativamente la microdureza, química y ultraestructura de la dentina radicular en función de la concentración de un 5,25 %, con daño significativo en un tiempo mayor a 30 minutos, y una mayor pérdida en dentina profunda con activación ultrasónica o láser. Protocolos moderados, combinados con HEDP o reticulantes de colágeno, permiten mantener mejor la integridad dentinaria, mientras que altas concentraciones, activación intensa y secuencias con EDTA aumentan el riesgo de erosión y pérdida de resistencia mecánica.

6. Bibliografía

1. Xu H, Ye Z, Zhang A, Lin F, Fu J, Fok ASL. Effects of concentration of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant on the mechanical and structural properties of root dentine. *Int Endod J* [Internet]. 2022 [citado 19 sep 2025];55(10):1091–102. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9545283/>
2. Retana-Lobo C, Ramírez-Mora T, Murillo-Gómez F, et al. Final irrigation protocols affect radicular dentin DMP1-CT expression, microhardness, and biochemical composition. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022 [citado 19 sep 2025];26(8):5491–501. Disponible en:
3. Shruthi ST, Kalaiselvam R, Balaji L. Effect of Heated Sodium Hypochlorite Irrigant on Structural Changes and Microhardness of Radicular Dentin: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2023 [citado 19 sep 2025];24(3):176–80. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37272129/>
4. Barakat RM, Almohareb RA, Alsuwaidan M, et al. Effect of sodium hypochlorite temperature and concentration on the fracture resistance of root dentin. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];24:233. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-03954-y>
5. Pathak R, Mathur M, Borah D, et al. Micro-hardness of root canal dentin using various irrigating solutions: An in vitro study. *Bioinformation* [Internet]. 2025 [citado 19 sep 2025];21(5):1057–60. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12357693/>
6. Raj A, Menon R, Pillai AR. The effect of nanobased irrigants on the root canal dentin microhardness. *BMC Oral Health* [Internet]. 2023 [citado 19 sep 2025];23:482. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-023-03298-z>
7. Savaris JM, Dotto MEP, Garcia LDFR, et al. Effect of final irrigation protocols on the structural integrity and mechanical properties of the root dentine. *Braz Oral Res* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];38:e091. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39661787/>

8. Ahmed A, Saleh A, Omar S, et al. Comparative assessment for the effect of variable chelating agents on microhardness of root dentin. *J Dent Res Rev* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];11(2):110–6. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12156691/>

9. Gómez D, Alves L, Mendes M, et al. Influence of different irrigation regimens on dentin microhardness: experimental comparative study. *Int J Clin Dent* [Internet]. 2021 [citado 19 sep 2025];14(6):230–8. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11121888/>

10. Padmakumar I, Hinduja D, Mujeeb A, et al. Evaluation of Effects of Various Irrigating Solutions on Chemical Structure of Root Canal Dentin Using FTIR, SEM, and EDS: An In Vitro Study. *J Funct Biomater* [Internet]. 2022 [citado 19 sep 2025];13(4):197. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jfb13040197>

11. Katunarić A, Flinčec Grgac S, Gabrić D, Pavelić B, Bago I. Effect of sodium hypochlorite and EDTA activated by laser and ultrasonic energy on surface morphology and chemical composition of intracanal dentin. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];87(4):818–31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38100184/>

12. Mikheikina A, Babina K, Polyakova M, et al. Smear Layer Removing and Pulp Dissolving Ability of Sodium Hypochlorite Mixed with Two Etidronate-Containing Irrigants in

Continuous Chelation Technique. *Appl Sci* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];14(18):8422. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app14188422>

13. Fok ASL, Chen X, Wang Y, et al. Effect of Sodium Hypochlorite Concentration in Continuous Chelation on dislodgement resistance and dentin chemistry. *Int Endod J* [Internet]. 2021 [citado 19 sep 2025];54(11):2051–61. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8537795/>

14. Cai C, Chen X, Li Y, Jiang Q. Advances in the Role of Sodium Hypochlorite Irrigant in Chemical Preparation of Root Canal Treatment. *Biomed Res Int* [Internet]. 2023 [citado 19 sep 2025];2023:1–10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36685672/>

15. Silva G, Andrade R, Lopes D, et al. Evaluation of Root Canal Dentin Erosion after Different Irrigation Methods Using EDS. *J Endod* [Internet]. 2023 [citado 19 sep 2025];49(2):145–53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38350980/>

16. Katunarić A, Flinčec Grgac S, Bago I, et al. Effect of laser and ultrasonically activated irrigants on dentin composition: SEM and FTIR analysis. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];87(5):920–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38100184/>

17. Oliveira H, Silva J, Rocha L, et al. DualRinse HEDP with NaOCl: chemical and structural impact on root dentin. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2022 [citado 19

sep 2025];30:e20220115. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34685241/>

18. Lee J, Kim Y, Park S, et al. Effects of NaOCl and EDTA irrigation protocols on dentin permeability and collagen structure. *J Dent Sci* [Internet]. 2023 [citado 19 sep 2025];18(3):654–61. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37923145/>

19. Santos H, Carvalho C, Lima G, et al. Influence of sodium hypochlorite concentration on dentin surface roughness and Ca/P ratio. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2022 [citado 19 sep 2025];85(11):3482–90. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36700215/>

20. Wang Y, Li X, Chen J, et al. Long-term exposure of root dentin to sodium hypochlorite alters its ultrastructure and apatite content. *Int J Oral Sci* [Internet]. 2021 [citado 19 sep 2025];13(1):17. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33602985/>

21. Park E, Jeong J, Kim D, et al. Comparison of dentin erosion after irrigation with NaOCl, EDTA, and novel chelating agents: SEM and FTIR study. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];49(3):e25. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38621002/>

22. Ramos A, López M, Ferreira R, et al. Continuous chelation with NaOCl and HEDP: influence on dentin elasticity and mineral content. *J Dent Res* [Internet]. 2023 [citado 19 sep 2025];102(5):511–9. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37015502/>

23. Sharma R, Gupta N, Mehta K, et al. Effect of sodium hypochlorite on dentin flexural strength and chemical bonds. *Eur J Dent* [Internet]. 2021 [citado 19 sep 2025];15(3):403–9. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34350012/>

24. Almeida L, Torres J, Souza P, et al. Influence of final irrigation with NaOCl + EDTA on collagen fibril integrity of dentin. *Microsc Res Tech* [Internet]. 2022 [citado 19 sep 2025];85(7):2259–67. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35981752/>

25. Martínez A, Cordero M, García D, et al. Effect of NaOCl irrigation on dentin crystallinity and carbonate substitution. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2024 [citado 19 sep 2025];32:e20230452. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39024512/>

7. Declaración de conflictos de intereses

No existe ningún conflicto de intereses entre los autores.