

Uso del Ácido Hipocloroso como Irrigante Endodóntico en Ratas. Estudio Preliminar

Use of Hypochlorous Acid as an Endodontic Irrigant in Rats: a Preliminary Study

Recibido: 07/10/2024

Aceptado: 07/04/2025

Loiacono R¹, De Lucca RC², Gualdoni GS²,
Gualtieri AF³, Rodríguez PA¹

1 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Endodoncia. Buenos Aires, Argentina.

2 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Histología y Embriología. Buenos Aires, Argentina.

3 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Odontología Legal, Forense e Historia de la Odontología. Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

El ácido hipocloroso (HOCl) es la fracción bactericida del NaOCl y se genera durante su disociación en agua; además, es una molécula endógena que forma parte de las denominadas especies reactivas del oxígeno. El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante más utilizado actualmente en tratamientos endodónticos ya que muestra resultados clínicos y radiográficos aceptables; sin embargo, no se debe descartar su alta toxicidad, especialmente en pacientes jóvenes donde los ápices poco desarrollados tienen mayor permeabilidad hacia los tejidos periapicales necesarios en las terapias de regeneración. El objetivo fue evaluar la respuesta de los tejidos periapicales a la irrigación del conducto con HOCl en un modelo experimental en la rata. A ratas Wistar de 4 semanas de edad se las anestesió con ketamina/xilacina para abrir por oclusal de los primeros molares inferiores utilizando una fresa de carburo. Se desorganizó la pulpa dental y se irrigó con solución fisiológica (S) en el molar izquierdo y NaOCl al 2,5% o HOCl al 0,05% en el molar derecho. El grupo control (C) no recibió ningún tratamiento. Los animales fueron eutanasiados a los 2 o 7 días y se disecaron las mandíbulas para ser analizadas mediante microtomografía (microCT) e histología (H&E). La MicroCT mostró que, en 2 días, el volumen óseo interradicular (IBV) (mm³) tendió a ser menor en S y NaOCl en comparación con HOCl (S: 1,28±0,46; NaOCl: 1,24±0,38; HOCl: 1,52±0,29) sin diferencias significativas (NS). A los 7 días postratamiento, el IBV mostró una tendencia a disminuir en el grupo NaOCl en comparación con las otras condiciones estudiadas (S: 1,97±0,53; NaOCl: 1,42±0,44; HOCl: 2,11±0,37), NS. El espacio del ligamento periodontal (μm³) fue menor en el grupo NaOCl respecto al grupo HOCl (NaOCl: 176±35; HOCl: 183±5) a los 2 y 7 días. A nivel histológico, el grupo S mostró procesos inflamatorios exacerbados en el segundo día debido a la presencia de infiltrado linfomonocitario extendido en el canal, pulpa coronal, ligamento periodontal y espacios medulares del IBV, extendiéndose hasta un tercio de la altura total del molar, en contraste con C que no mostraron infiltrado. En NaOCl y HOCl, el

infiltrado inflamatorio se limitó al periápice y al tercio inferior de la médula ósea intraradicular. En base a estos resultados preliminares, se podría concluir que la respuesta del tejido periapical a la irrigación con HOCl es biológicamente aceptable y similar a la acción del hipoclorito.

Palabras clave: tratamiento endodóntico, ácido hipocloroso, rata

ABSTRACT

Hypochlorous acid (HOCl) is the bactericidal fraction of sodium hypochlorite (NaOCl) and is generated during its dissociation in water; moreover, it is an endogenous molecule that is part of the so-called reactive oxygen species. Sodium hypochlorite (NaOCl) is currently the most commonly used irrigant in endodontic treatments, as it shows acceptable clinical and radiographic results; however, its high toxicity should not be overlooked, especially in young patients where underdeveloped apices have greater permeability to periapical tissues necessary for regeneration therapies. The objective was to evaluate the response of periapical tissues to irrigation of the canal with HOCl in an experimental model in rats. Four-week-old Wistar rats were anesthetized with ketamine/xylazine for an occlusal opening of the lower first molars using a carbide bur. The dental pulp was disrupted, and it was irrigated with saline solution (S) in the left molar and 2.5% NaOCl or 0.05% HOCl in the right molar. The control group (C) received no treatment. The animals were euthanized at 2 or 7 days, and the mandibles were dissected for analysis via microcomputed tomography (microCT) and histology (H&E). MicroCT showed that at 2 days, the intraradicular bone volume (IBV) tended to be lower in S and NaOCl compared to HOCl (S: 1.28 ± 0.46 ; NaOCl: 1.24 ± 0.38 ; HOCl: 1.52 ± 0.29), with no significant differences (NS). At 7 days post-treatment, the IBV showed a trend towards decrease in S compared to the other studied conditions (S: 1.97 ± 0.53 ; NaOCl: 1.42 ± 0.44 ; HOCl: 2.11 ± 0.37), NS. The periodontal ligament space was smaller in S compared to HOCl at 2 and 7 days (NaOCl: 176 ± 35 ; HOCl: 183 ± 5). Histologically, the S group showed exacerbated inflammatory processes on the second day due to the presence of extensive lymphomonocytic infiltrate in the canal, coronal pulp, periodontal ligament, and medullary spaces of the IBV, extending up to one-third of the total height of the molar, in contrast to C, which showed no infiltrate. In NaOCl and HOCl, inflammatory infiltration was limited to the periapex and the lower third of the intraradicular bone marrow. Based on these preliminary results, we could conclude that the response of periapical tissue to irrigation with HOCl is biologically acceptable and similar to the action of hypochlorite.

Keywords: endodontic treatment, hypochlorous acid, rat

INTRODUCCIÓN

La irrigación endodóntica es fundamental para lograr el éxito del tratamiento. Ésta se basa en la eliminación de los restos de tejido alojados dentro del sistema de conductos y también de la mayor cantidad posibles de microorganismos que han colonizado esos espacios. Desde hace casi 100 años, el irrigante elegido para esto es el hipoclorito de sodio (NaOCl), en sus variadas concentraciones (Guida, 2006; Zehnder, 2006).

Además de ser un excelente desodorizante, blanqueante y lubricante, su potencia bactericida y la capacidad de disolver los restos pulpares que quedan dentro del sistema de conductos, son las cualidades que lo posicionan sobre el resto de los irrigantes (Zmener, 2010). Pero esa capacidad disolutiva también representa una desventaja; clínicamente, si el NaOCl pasa accidentalmente a la región ápico-periapical o si es utilizado en casos de traumatismos con desplazamiento de cabos, perforaciones radiculares o piezas permanentes jóvenes puede generar una lesión importante sobre los tejidos circundantes a la pieza dentaria y destruir o dañar irreversiblemente células madre con potencial de diferenciación, tan requeridas para las técnicas de revascularización (Gernhardt et al., 2004; Lafaurie et al., 2015).

Si bien el ácido hipocloroso (HOCl) es una de las moléculas que se generan durante la disociación del hipoclorito de sodio en agua, éste no se ha utilizado hasta el momento como irrigante aislado en odontología, aunque sí en muchas otras ramas médicas. Tanto en dermatología, diabetología, oftalmología como en ginecología, se ha evidenciado una mejor cicatrización y curación de las lesiones de tejidos blandos sin afectar las regiones sanas (Henao Riveros et al., 2003; Naranjo et al., 2006). El HOCl es, además, una molécula que se sintetiza en forma endógena en el organismo. Se libera como respuesta celular a la invasión bacteriana, durante el estallido respiratorio (Calderón, 2010).

Cuando se genera una extrusión de cualquier sustancia irrigante por fuera de la pieza dentaria, todos los tejidos circundantes se ven afectados, sobre todo si la solución posee propiedades químicas irritantes como en el caso del NaOCl. Estas soluciones actúan sobre las células del tejido óseo, del ligamento periodontal y del endotelio vascular, entre otros, lo que genera una respuesta biológica de tipo inflamatoria en la región apical (Karkehabadi et al., 2018). Se sabe que NaOCl pueda alterar al tejido óseo y al ligamento periodontal, por un lado, e ingresar al torrente sanguíneo vía endotelio vascular por el otro, extendiendo y amplificando la lesión (Loiacono et al., 2016). El grado de lesión o pérdida ósea generada por estas soluciones en modelos experimentales puede ser cuantificable por medio de sistemas imagenológicos que permitan evaluar las muestras tridimensionalmente, como la microtomografía computada (Heuser et al., 2015; Loiacono et al., 2024; Trigo Humaran et al., 2022).

La odontología experimental es utilizada para probar distintos materiales o técnicas en modelos animales antes de ser llevadas a la clínica. La rata se utiliza como modelo experimental ya que presenta similitudes anatómicas y biológicas con el humano (Pulitano Manisagian et al., 2021). Los primeros molares inferiores presentan 4 raíces: una mesial, una distal, una lingual y una vestibular. Las de mayor volumen y amplitud son la raíz mesial y la distal, siendo la primera la de más fácil acceso y la elegida para los trabajos endodónticos (Oyhanart y Canzobre, 2020). Dado que el tejido óseo mandibular de las ratas Wistar posee una estructura anatómica y celular similar a los humanos, se espera que responda de la misma manera ante una noxa química, como es un irrigante endodóntico. Por otro lado, el HOCl es reconocido como una molécula endógena, por lo tanto, no generaría alteraciones en los tejidos periapicales al extraírse brindando un mejor escenario para la reparación. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de los tejidos periapicales a la irrigación del conducto radicular con HOCl en los primeros molares inferiores de ratas Wistar jóvenes.

MATERIALES Y MÉTODOS

ANIMALES

Se utilizaron 30 Ratitas Wistar machos y hembras de 4 semanas de edad, con un peso entre 150 gr y 180 gr, las cuales presentaban los ápices de sus primeros molares inferiores no totalmente desarrollados (Oyhanart y Canzobre, 2020). Las condiciones de hábitat incluyeron jaulas de alambre galvanizado, con un máximo de 4 animales por jaula a una temperatura de 21-24° C, una humedad de 52-54% y un fotoperíodo de 12 horas luz/oscuridad. Los animales tuvieron libre acceso a la bebida y al alimento (dieta estándar para rata-ratón marca Cooperación, Argentina). El protocolo experimental fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires (N° CICUAL-ODON/FOUBA 004/2023) siguiendo las pautas establecidas para el cuidado y uso de animales (NRC, 2011).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Los animales fueron divididos en 4 grupos experimentales: el grupo control (C), el grupo solución fisiológica (S), el grupo hipoclorito de sodio (NaOCl) y el grupo ácido hipocloroso (HOCl). Al inicio del experimento, los animales fueron anestesiados con 10 mg/kg ketamina y 2 mg/kg xilacina (Laboratorio Holliday, Argentina) intraperitoneal y colocada en decúbito dorsal en una camilla que permitiera mantener la boca abierta por medio de una horquilla donde se colocaron los incisivos superiores y un dispositivo metálico preparado *ad hoc* para permitir aislar el primer molar inferior. Una vez en posición, se aisló la pieza dentaria y se realizó la perforación de la cara oclusal a nivel del cuerno pulpar mesial con una fresa de ¼ redonda y micromotor. Una vez expuesto el

cuerno pulpar, se amplió el orificio para permitir la entrada de limas endodónticas. Limas de calibre 10, 15 y 20 (Maillefer, Dentsply, Suiza) fueron colocadas dentro del conducto mesial a una profundidad entre 3 y 4 mm para desorganizar y eliminar la mayor cantidad de tejido pulpar. Luego, se realizaron lavajes según el grupo al que pertenecieran, a saber: grupo NaOCl, molar inferior derecho (MID) con hipoclorito de sodio al 2,5% (Farmacia Rex, Argentina) y molar inferior izquierdo (MII) con solución fisiológica (S); grupo HOCl, MID con ácido hipocloroso al 0,05% (Desecol, Envirolife SRL, Argentina) y MII con S. Al grupo control C no se le realizó ningún tratamiento. Las soluciones irrigantes fueron colocadas en anestubos (Anescart Forte, SIDUS) vacíos previamente lavados y secados y se utilizó una aguja de anestesia odontológica media (Deltajet, 21 mm de largo, medida 30G x 7/8 pulgadas) con un tope de silicona para asegurar que penetre aproximadamente 4 mm desde el borde cuspídeo mesial. Luego de las irrigaciones, se secaron las cámaras pulpares con una torunda de algodón estéril y el interior de los conductos con conos de papel estériles número 20 y 25. La apertura fue sellada con un cemento de ionómero vítreo tipo II (Densell). Se realizaron controles post-operatorios y se les aplicó terapia analgésica con tramadol (1-2 mg/kg de peso). Los animales fueron anestesiados y eutanasiados con una inyección intracardiaca de 0,1-0,3 ml de Euthanyl (Brouwer, Argentina) a los 2 o a los 7 días luego de los lavajes y se extrajeron las mandíbulas que fueron fijados en formol buffer 10% a 4° C para su posterior análisis microtomográfico e histológico.

ANÁLISIS MICROTOMOGRÁFICO

Las microfotografías se realizaron en un microtomógrafo SkyScan 1272 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) bajo los siguientes parámetros: 70 kV, 142 µA, tamaño de píxel de 26.4, filtro de Aluminio de 1 mm, flat field correction ON y 1 de Paso de rotación. Cada escaneo fue reconstruido con el programa NRecon v1.7.3.1 (Bruker, Kontich, Bélgica) y analizado mediante los softwares DataViewer y CTAn DataViewer y CTAn v1.17 (Bruker, Kontich, Bélgica). En las imágenes se analizó el volumen óseo alveolar y el espesor del espacio del ligamento periodontal (Pulitano Manisagian et al., 2021).

ANÁLISIS HISTOLÓGICO

Posteriormente al análisis microtomográfico, las muestras previamente fijadas durante 48 hs, fueron descalcificadas en una solución 4M EDTA en 0,4M NaOH (Anedra, Argentina) a pH 7,2 a temperatura ambiente y procesadas histológicamente para su inclusión en parafina. Se realizaron cortes de hemimaxilares orientados en sentido mesio-distal a nivel del primer molar inferior y se colorearon con Hematoxilina y Eosina (H&E). Los cortes histológicos fueron evaluados y fotografiados en un microscopio óptico Eclipse Ni (Nikon, NY, USA) registrando alteraciones

del tejido óseo y dentario y presencia de células inflamatorias.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el test ANOVA de 1 vía y la comparación múltiple de Tukey usando el software *InfoStat* (Di Rienzo et al., 2020). Los resultados se expresaron como la media $\pm$ desvío estándar (DE). Los valores de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

RESULTADOS

2 DÍAS POST APERTURA

A los 2 días de lavaje, el área de volumen óseo (mm^3) interradicular medido entre las cuatro raíces del primer molar (Figura 1) mostró una tendencia a la disminución en S y NaOCl en comparación con HOCl que

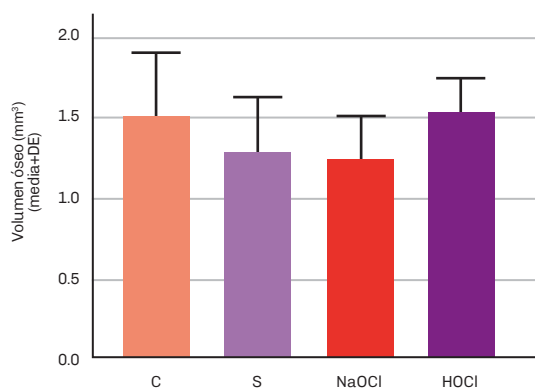


FIGURA 1. Volumen óseo interradicular de los 4 grupos estudiados a 48 horas. Diferencias NS entre los 4 grupos.

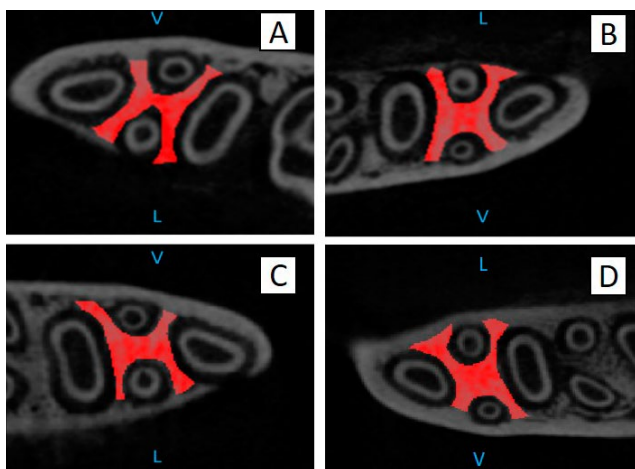


FIGURA 2. Áreas de hueso interradicular (rojo). Diferencias NS entre los 4 grupos a 48 horas. **A.** Hipoclorito de sodio. **B.** Control. **C.** Ácido hipocloroso. **D.** Solución fisiológica.

se mantuvo en valores similares al grupo control (S: $1,28 \pm 0,46$; NaOCl: $1,24 \pm 0,38$; HOCl: $1,52 \pm 0,29$) sin diferencias significativas (Figura 2).

El espacio del ligamento periodontal, medido en μm^3 , mostró disminución aparente en NaOCl respecto a HOCl (NaOCl: 176 ± 35 ; HOCl: 183 ± 5) sin diferencias significativas (Figuras 3 y 4).

A nivel histológico, el grupo S mostró procesos inflamatorios exacerbados debido a la presencia de infiltrado linfomonocitario extendido en el canal pulpa porción coronaria, en el espacio del ligamento periodontal y espacios medulares del IBV, extendiéndose hasta un tercio de la altura total del molar, en contraste con C que no mostró infiltrado (Figuras 5D y 5B). En NaOCl y HOCl, la infiltración inflamatoria se limitó al periápice y al tercio inferior de la médula ósea interradicular y fue menor respecto al grupo S (Figuras 5A y 5C).

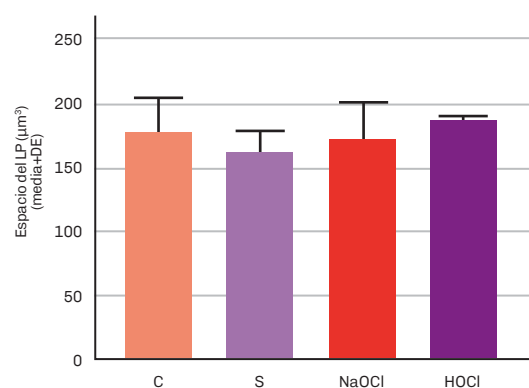


FIGURA 3. Espacio del ligamento periodontal de los 4 grupos estudiados a 48 horas. Diferencias NS entre los 4 grupos.

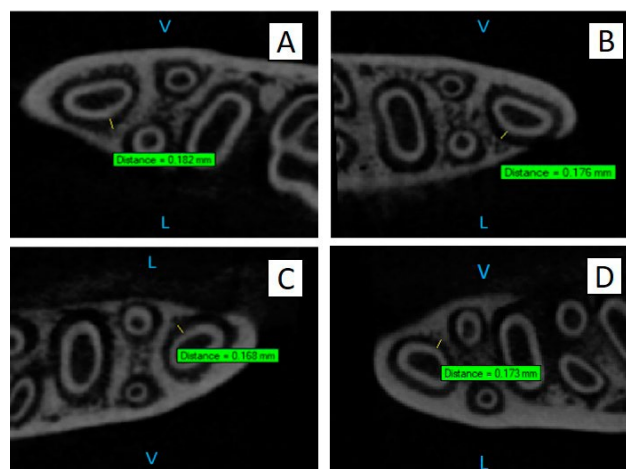


FIGURA 4. Medida del espacio del ligamento periodontal de la raíz mesial. Diferencias NS entre los 4 grupos a 48 horas. **A.** Hipoclorito de sodio. **B.** Control. **C.** Ácido hipocloroso. **D.** Solución fisiológica.

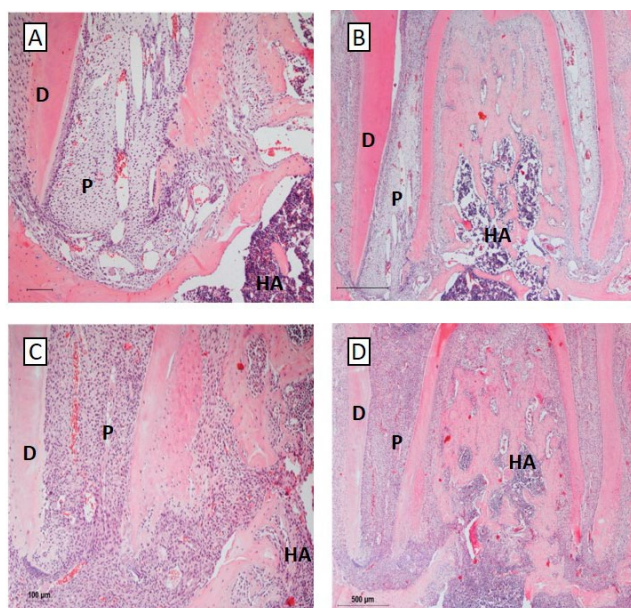


FIGURA 5. Imágenes histológicas de sector radicular del primer molar inferior de ratas Wistar. 48 horas. **A**, Hipoclorito de sodio. **B**, Control. **C**, Ácido hipocloroso. **D**, Solución fisiológica. **D**, dentina; **P**, tejido pulpar; **HA**, hueso alveolar.

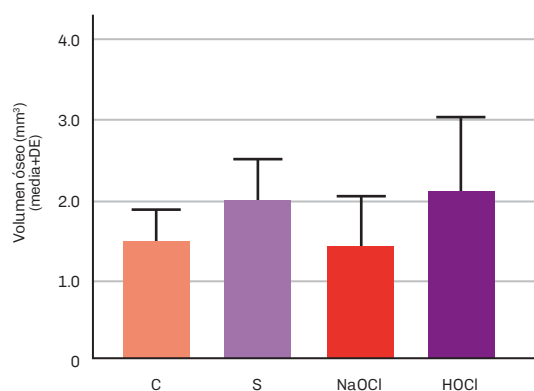


FIGURA 6. Volumen óseo interradicular de los 4 grupos estudiados a 7 días. Diferencias NS entre los 4 grupos.

7 DÍAS POST APERTURA

A los 7 días postratamiento, el área de volumen óseo interradicular (mm^3) medido entre las cuatro raíces del primer molar mostró una tendencia a disminuir en NaOCl en comparación con las otras condiciones estudiadas (S: $1,97 \pm 0,53$; NaOCl: $1,42 \pm 0,44$; HOCl: $2,11 \pm 0,37$), pero con diferencias NS (Figuras 6 y 7). El espacio del ligamento periodontal no mostró diferencias entre los grupos, pero el grupo de HOCl tuvo tendencia a ser similar al grupo Control (Figuras 8 y 9). A nivel histológico, el grupo S mostró procesos inflamatorios exacerbados debido a la presencia de

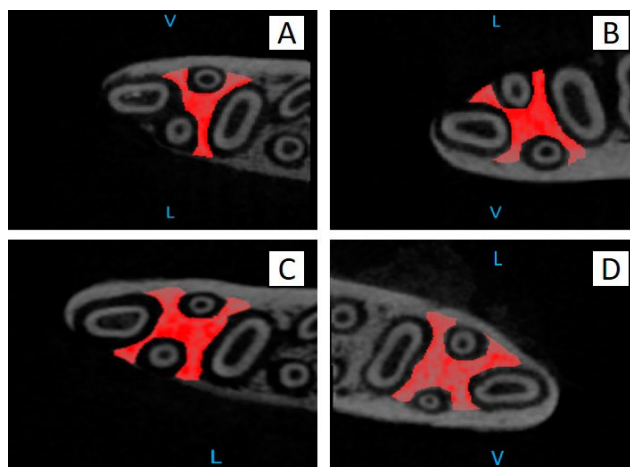


FIGURA 7. Áreas de hueso interradicular (rojo). Diferencias NS entre los 4 grupos a 7 días. **A**, Hipoclorito de sodio. **B**, Control. **C**, Ácido hipocloroso. **D**, Solución fisiológica.

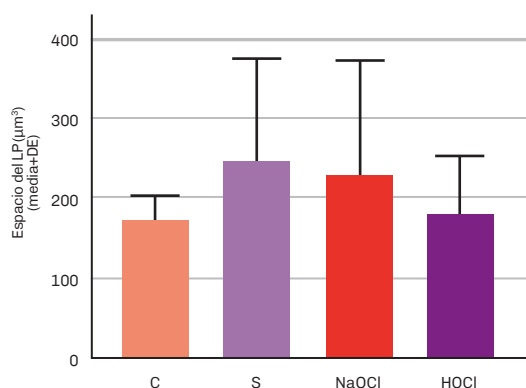


FIGURA 8. Espacio del ligamento periodontal de los 4 grupos estudiados a 7 días. Diferencias NS entre los 4 grupos.

infiltrado linfomonocitario extendido en el canal pulpa porción coronaria, en el espacio del ligamento periodontal y espacios medulares del IBV, extendiéndose hasta un tercio de la altura total del molar, espacios medulares y en el hueso interradicular. (Figuras 10D y 10B). En NaOCl y HOCl, la infiltración inflamatoria se limitó al periápice y al tercio inferior de la médula ósea interradicular y fue menor respecto al grupo S (Figuras 10A y 10C).

DISCUSIÓN

Naranjo et al. (2006) evaluaron el uso de ácido hipocloroso sobre pacientes con úlceras venosas de miembros inferiores y observaron una alta tasa de eficacia a los 6 meses de tratamiento, obteniendo así mejores resultados que con otros antisépticos. Selkon et al. (2006), al evaluar pacientes con lesiones

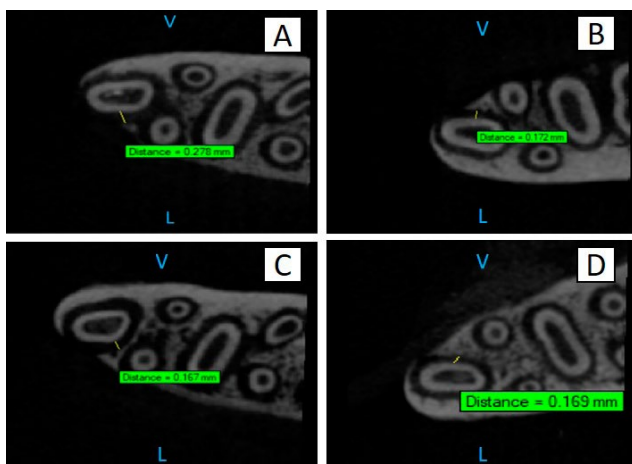


FIGURA 9. Medida del espacio del ligamento periodontal de la raíz mesial. Diferencias NS entre los 4 grupos a 7 días. **A,** Hipoclorito de sodio. **B,** Control. **C,** Ácido hipocloroso. **D,** Solución fisiológica.

similares en igual localización, observaron cierre y curación de las heridas y una disminución en la sintomatología dolorosa. Wang et al. (2007) evaluaron también la acción del ácido hipocloroso en distintas concentraciones en ojos de conejos, ratas y cerdos, no encontrando irritación local ni toxicidad sistémica. En nuestro trabajo también se observó buena tolerancia de los tejidos periapicales que con el tratamiento de NaOCl no mostraron signos de irritación o toxicidad.

Respecto al uso en odontología, existen antecedentes en su mayoría *in vitro* y relacionados con la supervivencia de distintos linajes celulares y con la capacidad antibacteriana del ácido hipocloroso. En 2009, Lafaurie et al. realizaron un estudio *in vitro* donde también demostraron la alta capacidad bactericida del ácido hipocloroso a distintas concentraciones, sobre varias cepas patógenas de la cavidad bucal, incluyendo hongos (Karkehabadi et al., 2018). Recientemente, el efecto antimicrobiano sobre cepas de *Enterococcus faecalis* fue evaluado *in vitro* por nuestro grupo utilizando hipoclorito de sodio al 2,5% y ácido hipocloroso al 0,05%. En ambos casos, se logró el 100% de efectividad antimicrobiana en todos los intervalos de tiempo evaluados (Loiacono et al., 2022). Estos resultados sustentan la disminución de la respuesta inflamatoria pulpar y del tejido periodontal observada al irrigar con HOCl respecto al uso de solución fisiológica.

La acción de *Endocyn* (solución a base de agua destilada y cloruro de sodio, que mediante distintos procesos puede formar ácido hipocloroso) sobre la supervivencia de las *stem cells* humanas de la papila apical y células aisladas del ligamento periodontal

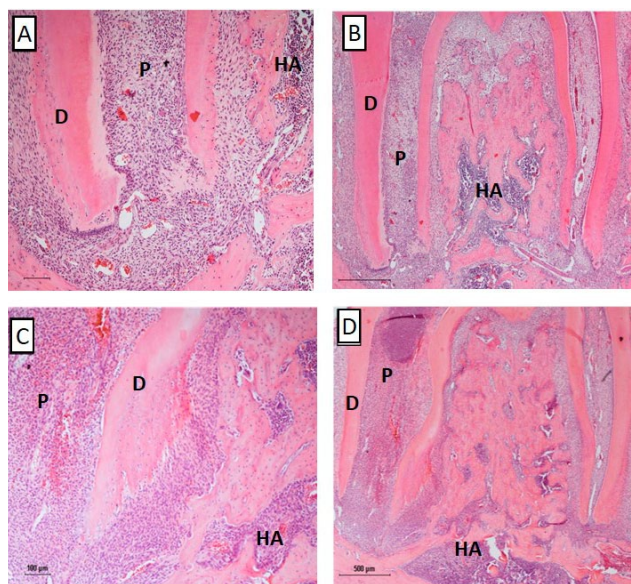


FIGURA 10. Imágenes histológicas de raíces de primer molar inferior de ratas Wistar. 7 días. **A,** Hipoclorito de sodio. **B,** Control. **C,** Ácido hipocloroso. **D,** Solución fisiológica. **D,** dentina; **P,** tejido pulpar; **HA,** hueso alveolar.

mostró tasas de viabilidad similares al uso de agua destilada. Además de asegurar la sobrevida, el *Endocyn* permite desinfectar el sistema de conductos (Scott et al., 2018). Siguiendo el mismo concepto, se evaluó la citotoxicidad de varios irrigantes endodónticos sobre células madre mesenquimáticas dentales y se observó que, dentro de ellos, el HOCl disminuyó la toxicidad y que ésta es tiempo-concentración dependiente (Sismanoglu y Ercal, 2022).

Respecto de la capacidad de solubilizar material orgánico *in vitro*, Vijayaraghavan y Menon (2023) compararon la disolución del tejido pulpar humano con hipoclorito de sodio al 5,25% y ácido hipocloroso en diferentes concentraciones. En ese estudio, concluyeron que solo las muestras expuestas a NaOCl se disolvieron completamente mientras que muestras inmersas en HOCl se degradaron parcialmente de manera tiempo-dependiente. Resultados similares se obtuvieron previamente en nuestro laboratorio en donde se observó que ácido hipocloroso posee menor poder destructivo que el hipoclorito de sodio sobre el tejido pulpar proveniente de terceros molares extraídos de pacientes (Loiacono et al., 2016). En un estudio *ex vivo*, Kerbl et al. (2012), observaron que hipoclorito de sodio sobre el fémur de perros afecta principalmente a la estructura celular del hueso esponjoso y no a la porción cortical. Esto es consistente con los resultados obtenidos en este estudio donde el NaOCl tendió a disminuir el volumen del hueso medular, aumentando así el espacio entre el cemento radicular y el hueso alveolar. Por otro lado, el hueso alveolar y el espacio periodontal de ratas tratadas con HOCl mantuvo su volumen respecto a las ratas controles en ambos periodos de tiempo estudiados.

El ácido hipocloroso presenta características que parecerían ser óptimas para su uso como irrigante endodóntico ya que no mostró diferencia con otros irrigantes en los parámetros estudiados en los tiempos propuestos.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en este estudio preliminar, podemos decir que la respuesta de los tejidos periodontales de los primeros molares mandibulares de ratas no muestra alteraciones significativas cuando se irriga el conducto radicular con ácido hipocloroso y que el infiltrado inflamatorio es menor respecto a la irrigación con solución fisiológica. Se debe continuar con más estudios que permitan profundizar el análisis de las ventajas del ácido hipocloroso al utilizarse como nuevo irrigante endodóntico.

REFERENCIAS

- Calderón, J. L. (2010). Ácido Hipocloroso (HOCl). Una nueva alternativa en antisepsia y desinfección desarrollada en Colombia. *Laboratorio Actual*, 26(42), 27–31.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Gernhardt, C. R., Eppendorf, K., Kozlowski, A., y Brandt, M. (2004). Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *International Endodontic Journal*, 37(4), 272–280. <https://doi.org/10.1111/j.0143-2885.2004.00804.x>
- Guida A. (2006). Mechanism of action of sodium hypochlorite and its effects on dentin. *Minerva Stomatologica*, 55(9), 471–482. <https://www.minervamedica.it/en/journals/minerva-dental-and-oral%20science/article.php?cod=R18Y2006N09A0471>
- Henao Riveros, S. C., Sierra Parada, C. R., Gaitán Alvarez, J. A. (2003). Actividad bactericida del ácido hipocloroso. *Revista de la Facultad de Medicina (Bogotá)*, 51(3), 136–142.
- Heuser, G., Arancibia, G., y Muñoz, L. (2015). Microtomografía de rayos X: ejemplos para su aplicación en Geociencias. Congreso Geológico Chileno, 14, La Serena, Chile, 4 - 8 octubre 2015. *Metalogénesis Andina y Exploración Minera*, 149–152. <https://repositorio.sernageomin.cl/handle/0104/22443>
- Karkehabadi, H., Yousefifakhr, H., y Zadsirjan, S. (2018). Cytotoxicity of endodontic irrigants on human periodontal ligament cells. *Iranian Endodontic Journal*, 13(3), 390–394. <https://doi.org/10.22037/iej.v13i3.20438>
- Kerbl, F. M., DeVilliers, P., Litaker, M., y Eleazer, P. D. (2012). Physical effects of sodium hypochlorite on bone: an ex vivo study. *Journal of Endodontics*, 38(3), 357–359. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.031>
- Lafaurie, G. I., Aya, M. R., Arboleda, S., Escalante, A., Castillo, D. M., Millán, L. V., Calderón, J., y Ruiz, B. N. (2009). Eficacia desinfectante del ácido hipocloroso sobre cepas con poder patogénico de cavidad oral. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*, 1(1), 3–11.
- Lafaurie, G. I., Calderón, J. L., Zaror, C., Millán, L. V., y Castillo, D. M. (2015). Ácido hipocloroso: una nueva alternativa como agente antimicrobiano y para la proliferación celular para uso en odontología. *International Journal of Odontostomatology*, 9(3), 475–481. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2015000300019>
- Loiacono, R., Cabirta, M. L., y Rodríguez, P. A. (2024). Protocolo para la medición de espacios vacíos dentro de la obturación endodóntica con microtomografía. *Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires*, 39(91), 41–48. <https://doi.org/10.62172/revfouba.n91.a202>
- Loiacono, R., Rodríguez, P., Sierra, L., Pinasco, L., Gualtieri, A., y Casadoumécq, A. C. (2016). Hipoclorito de sodio y ácido hipocloroso: capacidad de disolución de tejido orgánico (estudio in-vitro). *Odontología Activa UC-Cuenca*, 1(2), 15–22. <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/128>
- Loiacono, R., Pérez, S., Anaise, C., Pinasco, L., Tejerina, D., Gliosca, L., Molgatini, S., y Rodríguez, P. A. (2022). Comparación de la efectividad antimicrobiana entre hipoclorito de sodio 2.5% y ácido hipocloroso 5% frente a *Enterococcus Faecalis*: prueba in vitro. *Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires*, 36(84), 21–26. <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/96>
- Naranjo G, J. Acevedo, C. A. y Calderón, J. L. (2006). Uso del ácido hipocloroso en úlceras de miembros inferiores. *Informador Médico*, 8-11.
- Oyhanart, S. R., y Canzobre, M. C. (2020). Methodological considerations for a model of endodontic treatment in Wistar rats. *Acta Odontologica Latinoamericana*, 33(3), 153–164. <http://www.scielo.org.ar/pdf/aol/v33n3/1852-4834-aol-33-3-153.pdf>

Pulitano Manisagian, G. E., Nenda, M. M., y Mandalunis, P. M. (2021). Consideraciones metodológicas en el estudio histomorfométrico del hueso interradicular de los primeros molares inferiores de ratas Wistar. *Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires*, 35(81), 7–12. <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/60>

Scott, M. B., 2nd, Zilinski, G. S., Kirkpatrick, T. C., Himel, V. T., Sabey, K. A., y Lallier, T. E. (2018). The Effects of Irrigants on the Survival of Human Stem Cells of the Apical Papilla, Including Endocyn. *Journal of Endodontics*, 44(2), 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.09.001>

Selkon, J. B., Cherry, G. W., Wilson, J. M., y Hughes, M. A. (2006). Evaluation of hypochlorous acid washes in the treatment of chronic venous leg ulcers. *Journal of Wound Care*, 15(1), 33–37. <https://doi.org/10.12968/jowc.2006.15.1.26861>

Sismanoglu, S., y Ercal, P. (2022). The cytotoxic effects of various endodontic irrigants on the viability of dental mesenchymal stem cells. *Australian Endodontic Journal*, 48(2), 305–312. <https://doi.org/10.1111/aej.12570>

Trigo Humaran, M. M., García Cuerva, M., Cabirta, M. L., Lenarduzzi, A., Gualtieri, A., González Zanutto, C. (2022). Estudio microtomográfico de la porosidad en la cementación de postes de fibra. *Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Buenos Aires*, 37(86), 25–36. <https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/view/125>

Vijayaraghavan, S., y Menon, K. (2023). Comparative evaluation of human pulp tissue dissolution by 500-ppm and 200-ppm hypochlorous acid and 5.25% sodium hypochlorite: an in vitro study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 24(2), 103–106. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3462>

Wang, L., Bassiri, M., Najafi, R., Najafi, K., Yang, J., Khosrovi, B., Hwong, W., Barati, E., Belisle, B., Celeri, C., y Robson, M. C. (2007). Hypochlorous acid as a potential wound care agent: part I. Stabilized hypochlorous acid: a component of the inorganic armamentarium of innate immunity. *Journal of Burns and Wounds*, 6, e5. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/17492050/>

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>

Zmener, O. (2010). Estado actual del hipoclorito de sodio en endodoncia. 1: propiedades biológicas. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina*, 98(3), 247–255. <https://raoa.aoa.org.ar/revistas/?roi=983000337>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Dirección para correspondencia

Cátedra de Endodoncia
Facultad de Odontología
Universidad de Buenos Aires
Marcelo T de Alvear 2142, Piso 4to A
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH
romina.loiacono@odontologia.uba.ar

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0

