

Efectividad del sistema rotatorio Mtwo® e hipoclorito de sodio en la eliminación del *Enterococcus faecalis*. Revisión de la literatura

Effectiveness of the Mtwo® rotary system and sodium hypochlorite in the elimination of *Enterococcus faecalis*. Literature review

Corrales Payares, Carlos; Osorio Cabarcas, Gisella Isabel; Lozano Deluquez, María Fernanda; Zarate Toncel, Pieranyela; Ramos Garrido, Roxana; Orozco Páez, Jennifer

Carlos Corrales Payares

carlos.corrales@curnvirtual.edu.co

Corporación Universitaria Rafael Núñez,, Colombia

Gisella Isabel Osorio Cabarcas

gisella.osorio@curnvirtual.edu.co

Corporación Universitaria Rafael Núñez, Colombia

María Fernanda Lozano Deluquez

mlozanod11@curnvirtual.edu.co

Corporación Universitaria Rafael Núñez, Colombia

Pieranyela Zarate Toncel

pzaratet11@curnvirtual.edu.co

Corporación Universitaria Rafael Núñez, Colombia

Roxana Ramos Garrido

rramosg11@curnvirtual.edu.co

Corporación Universitaria Rafael Núñez, Colombia

Jennifer Orozco Páez

jennifer.orozco@curnvirtual.edu.co

Corporación Universitaria Rafael Núñez, Colombia

Ustasalud

Universidad Santo Tomás, Colombia

ISSN: 1692-5106

ISSN-e: 1692-5106

Periodicidad: Anual

vol. 20, 2021

ustasalud@ustabuca.edu.co

Recepción: 05 Noviembre 2020

Aprobación: 26 Marzo 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/592/5922872006/>

Autor de correspondencia: carlos.corrales@curnvirtual.edu.co



Resumen: El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad del sistema rotatorio Mtwo® y del hipoclorito de sodio en la eliminación de *Enterococcus faecalis*. Se hizo una revisión de la literatura de estudios experimentales In vitro y Ex vivo, publicados desde 2010 hasta 2020 en las bases de datos MEDLINE/PubMed, EBSCOhost y Scopus, disponibles en texto completo, publicados en español e inglés. Se seleccionaron los artículos de acuerdo con los criterios establecidos y se analizó el contenido de cada uno de ellos por medio de una tabla matriz en la cual se incluyeron los principales hallazgos. Se identificaron cuarenta y cuatro artículos, de los cuales se incluyeron cinco estudios. La efectividad de la solución irrigadora (NaOCl) demostró resultados a concentraciones de 2,5% y 5,25% y la aplicación del sistema rotatorio Mtwo® reportó disminución del recuento bacteriano al compararlo con otros métodos de instrumentación, así como un recrecimiento menor de bacterias después del tratamiento con este sistema. Las concentraciones de hipoclorito de sodio al 2,5% y al 5,25% y el uso del sistema de instrumentación Mtwo® son eficaces en la eliminación del *Enterococcus faecalis*.

Palabras clave: Hipoclorito de sodio, *Enterococcus faecalis*, preparación del conducto radicular, endodoncia [DeCS].

Abstract: To determine the effectiveness of the Mtwo® rotary system and sodium hypochlorite in the elimination of *Enterococcus faecalis*. A literature review was conducted of In vitro and Ex vivo experimental studies, published from 2010 to 2020 in the MEDLINE/PubMed, EBSCOhost and Scopus databases, available in full text, published in Spanish and English. The articles were selected according to the established criteria and the content of each article was analyzed by means of a matrix table in which the main findings were included. Forty-four articles were identified, of which five studies were included. The effectiveness of the irrigating solution (NaOCl) showed results at concentrations of 2.5% and 5.25% and the use of the Mtwo® rotary system reported a decrease in bacterial count when compared to other instrumentation methods, as well as a lower bacterial regrowth after treatment with

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Citación: Corrales-Payares C, Osorio-Cabarcas GI, Lozano-Deluquez MF, Zarate-Toncel P, Ramos-Garrido R, Orozco-Páez J. Efectividad del sistema rotatorio Mtwo® e hipoclorito de sodio en la eliminación del *Enterococcus faecalis*. Revisión de la literatura. Ustasalud 2021; 20: 43-50.

this system. 2.5% and 5.25% sodium hypochlorite concentrations and the use of the Mtwo® instrumentation system are effective in the elimination of *Enterococcus faecalis*.

Keywords: Sodium hypochlorite, *Enterococcus faecalis*, root canal preparation, endodontics [MeSH].

INTRODUCCIÓN

Enterococcus faecalis, un microorganismo gram-positivo anaerobio facultativo, perteneciente al género *Enterococcus*, se detecta en la flora normal del cuerpo humano y con mayor frecuencia en los conductos radiculares con una prevalencia del 30% al 90% [1,2]. Su presencia se asocia generalmente con infecciones endodónticas refractarias y fracasos en el tratamiento, debido a su capacidad para sobrevivir a algunos irrigantes antisépticos de uso común en los conductos radiculares, así como también, su capacidad para la formación de biopelículas y resistencia a los antibióticos [3,4]. En los casos anteriormente mencionados, es necesario repetir los tratamientos o solucionarlos mediante intervenciones quirúrgicas [5].

La realización del procedimiento endodóntico requiere de una correcta preparación del conducto radicular, limpieza y obturación para un óptimo sellado [6]. Para ello, es importante el uso de soluciones irrigantes que permitan la eliminación de las sustancias orgánicas e inorgánicas de las paredes dentinales [7,8]. Entre las soluciones irrigadoras de uso más frecuente se destaca el hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones, dada su acción lubricante, su efecto antibacteriano y su capacidad de disolver tejidos. Utilizado a una concentración y volumen suficiente y manipulado adecuadamente, cumple con los requisitos mínimos de un irrigador de conductos [9].

Pese al buen uso del hipoclorito de sodio, el fracaso endodóntico se sigue presentando, y se asocia principalmente con la remoción incompleta del tejido pulpar o microorganismos presentes [10], por esta razón, una adecuada conformación y limpieza de los conductos radiculares cobra especial importancia para el éxito del tratamiento, esto se logra mediante el uso de irrigantes correctos y el fácil acceso al conducto por medio de una instrumentación que favorezca el pronóstico en el tratamiento endodóntico [11,12].

Debido a la necesidad previamente expuesta, han surgido diferentes sistemas rotatorios para la preparación del conducto radicular, con el propósito de lograr una mayor eficacia en la debridación y preparación de las paredes del conducto mediante la remoción mecánica [13]. Se han introducido diversos instrumentos rotarios de aleación Ni-Ti, los cuales tienen la capacidad de conformar el conducto radicular a través de rotación continua de 360°, uno de ellos es el sistema Mtwo® (VDW, Munich, Alemania), presente en el mercado recientemente. Este sistema permite realizar una instrumentación y conformación completa del conducto radicular desde la primera lima, desde la entrada del conducto hasta la longitud de trabajo, generando una preparación homogénea dentro del canal que permite trabajar tercio cervical, medio y apical desde el primer momento de la instrumentación, facilitando así la limpieza y la posterior obturación [14,15]. El sistema Mtwo® se presenta como una opción

práctica y de fácil uso, teniendo en cuenta su utilidad, el objetivo de este trabajo de revisión fue determinar la efectividad del sistema rotatorio Mtwo® y del hipoclorito de sodio en la eliminación de *Enterococcus faecalis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó literatura en la que se tuvieron en cuenta las siguientes directrices: pregunta problema, criterios de inclusión y exclusión, estrategia de búsqueda, presentación y análisis de los datos.

De acuerdo con la estrategia PICO, se estableció como pregunta problema: ¿Cuál es la efectividad del uso conjunto del sistema rotatorio Mtwo® y del hipoclorito de sodio frente a la eliminación de *Enterococcus faecalis*?

Se hizo la búsqueda en las bases de datos electrónicas desde el año 2010 hasta octubre de 2020: MEDLINE vía PubMed, EBSCOhost y Scopus. Tres revisores independientes realizaron la búsqueda utilizando términos de texto libre y vocabulario controlado basados en el DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud). Los descriptores utilizados fueron “sodium hypochlorite”, “*Enterococcus faecalis*”, “root canal preparation”, “Mtwo” y “endodontics”. Para la búsqueda, los descriptores se combinaron haciendo uso del operador booleano “AND”.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: estudios experimentales *In vitro* y *Ex vivo* en los que se evaluó la presencia de *Enterococcus faecalis* posterior a la irrigación con hipoclorito de sodio (NaOCl) a diferentes concentraciones e instrumentados con sistema rotatorio Mtwo®, publicados en los últimos diez años, en idiomas inglés y español y disponibles en texto completo.

La selección de los estudios se llevó a cabo a partir de cuatro revisores independientes, quienes examinaron los resultados de la búsqueda por título y resumen. Posteriormente, se realizó una evaluación de los estudios en texto completo para determinar los artículos escogidos según los criterios de inclusión especificados. En el caso de desacuerdo en el proceso de selección, fue resuelto a través de discusión entre los revisores.

Los datos se extrajeron en una tabla matriz de datos en la que se incluyeron los siguientes aspectos: autor, año, diseño del estudio, métodos, concentración de la solución irrigante y sistema de instrumentación, resultados y principales hallazgos.

RESULTADOS

De la búsqueda realizada en las bases de datos, se seleccionaron 44 artículos en la etapa de identificación, posteriormente se eliminaron 15 artículos duplicados y se excluyeron 24 estudios que no cumplieron con los criterios; por lo tanto, en la etapa de inclusión se seleccionaron 5 artículos en texto completo que fueron revisados y analizados para cumplir con el objetivo del presente trabajo (Ver Fig. 1, Tabla 1).

De los artículos analizados, tres corresponden a estudios experimentales *In vitro* y dos a estudios experimentales *Ex vivo*, la unidad de análisis de todos los estudios fueron dientes humanos extraídos. En común, los autores de los artículos buscaron comparar la capacidad de desinfección entre sistemas

rotatorios, dentro de ellos el sistema Mtwo® o comparar instrumental rotatorio con instrumentación manual. En todos se utilizó NaOCl como solución irrigadora, pero variando su concentración o utilizándola en compañía de otras soluciones como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%. Asimismo, todos los estudios reportan la inclusión de un grupo control (dientes estériles no tratados) para asegurar la condición estéril del sistema de conductos radiculares antes de la inoculación del *E. faecalis* y para confirmar la no contaminación con otros microorganismos durante el experimento.

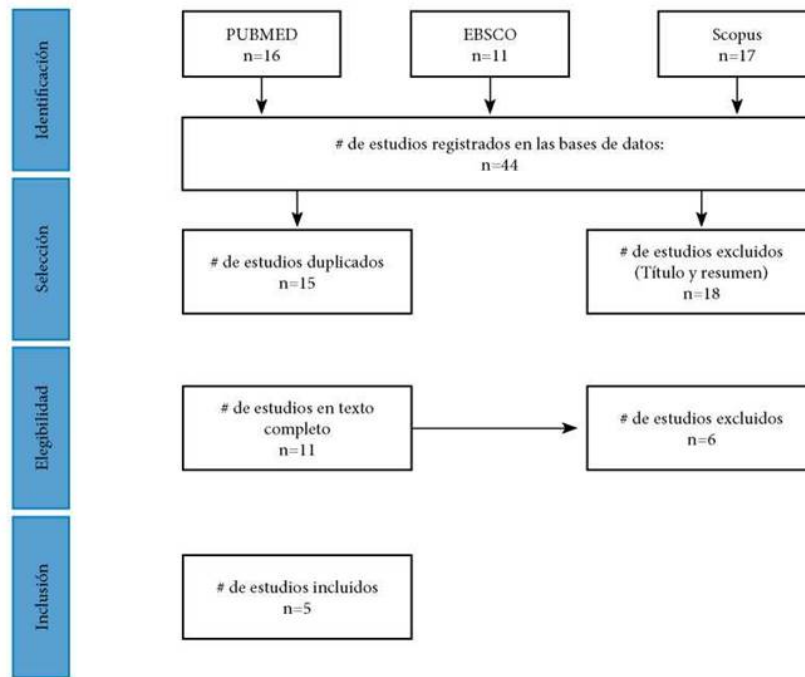


Figura 1. Diagrama de flujo de la sistematización de búsqueda en las bases de datos.

Autor (año)	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Solución de irrigación	Resultados
Dagna A, et al [18] (2012)	In vitro	Investigar la capacidad de diferentes instrumentos de Ni-Ti (Mtwo, Revo-S, Recipro y OneShape) para desinfectar conductos radiculares previamente infectados con <i>E. faecalis</i> .	60 dientes humanos de raíz única recién extraídos por razones periodontales u ortodóncicas, 10 dientes por grupo, 10 controles negativos y 10 positivos.	Los conductos radiculares se irrigaron durante la instrumentación con 1 ml de NaOCl al 5,25% seguido de 1 ml de EDTA al 17%	Todos los sistemas de instrumentación de Ni-Ti probados para el desbridamiento del conducto radicular redujeron de manera eficiente los recuentos de <i>E. faecalis</i> y no se encontraron diferencias significativas entre ellos.
Krajczar K, et al [35] (2012)	Ex vivo	Comparar la eficacia desinfectante de la irrigación con hipoclorito de sodio mediante la preparación del conducto radicular con limas manuales de acero inoxidable, limas cónicas 0/02 y limas Mtwo de níquel-titanio con cónicas 0,04-0,06.	45 dientes humanos extraídos con conductos radiculares individuales no preparados. Limas K (n = 20) Limas Mtwo impulsadas por motor (n = 20)	Los canales se irrigaron con 1,5 ml de NaOCl al 2,5% después de cada lima.	Durante los pasos consecutivos del tratamiento del conducto radicular, ya sea con el método convencional o con limas rotatorias, el recuento bacteriano disminuyó. El porcentaje inicial del recuento bacteriano (S1 = 100%) se redujo a 2,06% y 0,36% en el grupo Ki-file y al 3,2% y 0,11% en el grupo Mtwo en la segunda (S2) y tercera (S3) toma de muestras respectivamente.
Ferrer- Luque CM, et al [16] (2014)	In vitro	Comparar la reducción quimiomecánica y el recuento de <i>Enterococcus faecalis</i> entre los sistemas rotatorio y alternativo (Mtwo, Twisted Files y WaveOne) en la preparación del conducto radicular	66 premolares mandibulares humanos de raíz única. Mtwo (n=24), Twisted Files (n=24) y WaveOne (n=24).	Agua destilada NaOCl al 5,25%	Inmediatamente después de la instrumentación, el porcentaje de reducción en los grupos con agua destilada fue superior al 95%: Mtwo 95,9%, Twisted Files 96,2% y WaveOne 98,3%. Mientras que, todas las muestras de los grupos irrigados con NaOCl al 5,25% presentaron un porcentaje de reducción en el conducto radicular del 100%.
Nakamura V, et al [17] (2015)	Ex vivo	Evaluar la eficacia de la instrumentación recíproca para desinfectar conductos radiculares de forma ovalada infectados con <i>Enterococcus faecalis</i>	55 premolares mandibulares humanos con raíces rectas, canales únicos y sin tratamiento endodóntico previo. Grupo 1 - Limas K (n = 15) Grupo 2 - Mtwo archivos (n = 15) Grupo 3 - Archivos Recipro R50 (n = 15)	NaOCl al 2,5%. En los tres grupos, se realizó un enjuague final con 5 ml. de NaOCl al 2,5%, seguido de 5 ml. de EDTA al 17%.	Todas las técnicas fueron eficaces para reducir el recuento medio de bacterias en la luz del conducto radicular (p < 0,001). No se observaron diferencias significativas entre los grupos experimentales en términos del recuento bacteriano promedio. El porcentaje de reducción fue de 99,9% para todos los instrumentos. Mtwo: recuento antes de la instrumentación: 7,79 ± 0,09 Recuento después de la instrumentación: 0,79 ± 0,58.
O'zsezer D, et al [36] (2013)	In vitro	Este estudio evaluó la eficacia de cuatro técnicas de instrumentación (Instrumentos rotativos ProTaper, RaCe y Mtwo y limas NiTi manuales) para reducir los niveles de <i>E. faecalis</i> en conductos radiculares curvos.	60 primeros molares superiores humanos extraídos. Se utilizaron conductos radiculares mesiobucales de molares superiores por presentar una curvatura acentuada. Se asignaron 15 raíces a cada instrumento.	Solución salina estéril al 0,85%	Todas las técnicas de instrumentación redujeron la infección por <i>E. faecalis</i> en conductos radiculares curvos. Sin embargo, hubo diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas de instrumentación con respecto al número de bacterias residuales (P < 0,01). Los instrumentos rotativos ProTaper y RaCe NiTi fueron más efectivos que los instrumentos Mtwo y NiTi manuales.

Tabla 1. Características de los estudios seleccionados para determinar la efectividad del hipoclorito de sodio y el sistema rotatorio Mtwo® en la eliminación del *Enterococcus faecalis*.

De acuerdo con los resultados reportados en estos artículos, la preparación con el sistema rotatorio Mtwo® acompañado de una irrigación con hipoclorito de sodio, reduce significativamente el número de *Enterococcus faecalis* en la luz del conducto radicular y las paredes de la dentina. Ferrer-Luque y cols [16] reportan que en una muestra de 12 dientes, el porcentaje de reducción alcanzado con este instrumento rotatorio fue de 100%, utilizando como irrigante hipoclorito de sodio al 5,25% (NaOCl). Para demostrar la efectividad individual del sistema rotatorio en la eliminación de *E. faecalis*, sometieron 12 dientes a instrumentación con Mtwo®, utilizando como irrigante agua destilada, teniendo en cuenta su actividad antibacteriana nula, observaron que el porcentaje de reducción de microorganismos es del 95,9%, eliminación atribuida solo a la acción mecánica del instrumento. Asimismo, demostraron que el grupo de dientes irrigados con NaOCl e instrumentados con sistema Mtwo® tuvo el menor promedio de recrecimiento bacteriano a los 60 días, presentando diferencias estadísticamente significativas con respecto a sistemas como Twisted File® ($p=0,029$) y WaveOne® ($p=0,005$).

Por otro lado, Nakamura V y cols [17] evaluaron la eficacia de las limas Reciproc R50® en la desinfección conductos radiculares ovalados infectados con *E. faecalis*, las compararon con diferentes sistemas, dentro de ellos Mtwo®, utilizaron como solución irrigante NaCl al 2,5%. Encontraron que todas las técnicas fueron efectivas para reducir el recuento medio de bacterias en la luz del conducto radicular ($p < 0,001$), incluyendo el sistema rotatorio Mtwo®, cuya reducción fue del 99,99% y no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estos dos instrumentos. Asimismo, consideran que esta efectividad podría explicarse por la capacidad de los instrumentos para eliminar la dentina contaminada.

Dagna y cols [18], por su parte, compararon cuatro sistemas de preparación, los conductos radiculares se irrigaron durante la instrumentación con 1 ml de NaO-Cl al 5,25% seguido de 1 ml de EDTA al 17%. Todos los grupos de dientes, incluyendo el instrumentado con Mtwo®, presentaron valores de unidades formadoras de colonia significativamente más bajos posterior al procedimiento. Con respecto a la solución irrigante, estos autores citan un estudio previo en el que se reporta que el uso de NaOCl al 5%, asociado con EDTA al 17% tiene la mayor eficacia antimicrobiana contra *E. faecalis* y otras especies resistentes [19], consideran la probabilidad de que el uso combinado de NaOCl y EDTA, empleado en su estudio, fue el responsable de la eliminación del smear layer y de la eliminación de una gran parte del colágeno de dentina y la pared de dentina mineralizada de la mayoría de los túbulos, de esta manera, la usencia de smear layer y la limpieza de las paredes de dentina contribuiría a la reducción del recuento bacteriano.

En la Tabla 1, se resume el objetivo, aspectos metodológicos y resultados principales de los estudios incluidos en esta revisión.

DISCUSIÓN

La terapia endodóntica convencional consiste en realizar la preparación mecánica del conducto radicular acompañada de la limpieza química e irrigación del conducto [20]. A lo largo de los años, los estudios científicos han demostrado

que el éxito de dicha terapia depende de la eliminación completa de las bacterias, debido que estas tienen la capacidad de formar biope- lículas y sobrevivir en una amplia gama de condiciones ácidas, básicas o en ausencia de oxígeno [21,22].

Frente a esto, la evidencia revisada demuestra que el éxito en la eliminación bacteriana, por lo menos del *E. faecalis*, radica en el trabajo conjunto de la preparación del conducto y la solución irrigante como lo reporta Ferrer-Luque y cols [16], quien confirmó que diferentes instrumentos rotatorios, incluyendo Mtwo® presentan una eficiencia de hasta el 98% en la eliminación de *E. faecalis*, pero esta eficiencia aumentó con el uso conjunto de NaOCl alcanzando un 100%.

El hipoclorito de sodio es la solución de irrigación más utilizada debido a su efecto antimicrobiano y su capacidad única para disolver el tejido necrótico [23].

Diversos autores como Dioguardi y cols han reportado que *Enterococcus faecalis* resiste la acción de este irrigante en concentraciones superiores al 5% [24,25]. Sin embargo, incrementar la concentración de este irrigante aumenta el riesgo de generar daño tisular en la zona periapical del órgano dental tratado, debido al aumento en la toxicidad del NaOCl [20]. Por esta razón, en algunos casos se hace necesario el uso de medicamentos intracanal para eliminar los microorganismos restantes y proporcionar un entorno propicio para la reparación del tejido periapical [26].

Rodríguez y cols [27] evaluaron la acción antimicrobiana de tres irrigantes contra el biofilm de *Enterococcus faecalis* y los túbulos dentinarios infectados, encontrando que el NaOCl a concentraciones del 2,5%, fue eficaz para interrumpir y eliminar la colonización de bacterias en las biopelículas y en los túbulos dentinarios. Sohrabi y cols [28], por su parte, reportaron que el NaOCl al 5,25% mostró un efecto antibacteriano significativamente mayor frente al uso del láser de diodo de 980 nm.

En cuanto a la penetración del NaOCl, Morales A [29], mediante un estudio In vitro observó que el NaO- Cl al 5% presentó mayor capacidad de penetración en túbulos dentinarios que el NaOCl al 2,5%, con técnica de irrigación convencional, los valores de penetración fueron 239,80 μm (+/- 27,68) para NaOCl 5% y 169,20 μm (+/-29,63) para NaOCl 2,5%.

Con respecto a la instrumentación rotatoria, se han introducido diferentes diseños y procesos de fabricación para minimizar los errores de procedimiento y mejorar el proceso de limpieza intraradicular [30]. Este es el caso del sistema de instrumentación Mtwo® (VDW, Munich, Alemania) que ofrece una eficiencia de corte y mejor eficacia de limpieza y capacidad de modelado en conductos radiculares curvos [31,32]. Estas propiedades justifican la reducción significativa de microorganismos después de la instrumentación con Sistema Mtwo® reportada en los artículos revisados, este argumento es confirmado por Bürklein S y cols [33], quienes hicieron un estudio In Vitro para comparar la eficacia de limpieza y la capacidad de modelo de Mtwo frente a otros sistemas rotatorios, observaron una capa de smear layer significativamente menor después de la instrumentación con Mtwo® ($P < 0,01$).

Si bien, el resultado principal reportado por los estudios incluidos en esta revisión, reflejan que el Sistema rotatorio Mtwo reduce hasta en un 100% la contaminación por *E. faecalis* cuando se usan en conjunto con hipoclorito de sodio como irrigante. estos resultados contrastan con los reportados por Martinho FC y cols [34], quienes evaluaron la efectividad de diferentes

sistemas de instrumentación para eliminar endotoxinas y bacterias de conductos radiculares, observaron que los sistemas rotatorios son efectivos para reducir las endotoxinas y la carga bacteriana de los conductos radiculares, sin embargo, no pudieron eliminar los microorganismos por completo, aun cuando se hizo una preparación quimiomecánica en conjunto con hipoclorito de sodio al 2,5%. Para el Sistema Mtwo® reportan una reducción del 96,34% de endotoxinas y un 99,41% de unidades formadoras de colonias de bacterias cultivables después de la preparación. Si bien, estos autores evaluaron la eficiencia de los instrumentos sobre la disminución del bioma bacteriano completo intrarradicular, no solo de *E. faecalis*. La discrepancia entre estos resultados evoca la necesidad de seguir realizando estudios confirmatorios.

Los resultados de esta revisión son de especial importancia para proveer una visión general y comparativa al odontólogo general y al especialista en endodoncia, sobre la evidencia disponible en torno al sistema Mtwo® y su capacidad de descontaminación.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con la evidencia encontrada, las concentraciones de hipoclorito de sodio al 2,5% y al 5,25% y el uso del sistema de instrumentación Mtwo® son eficaces en la eliminación del *Enterococcus faecalis*, asimismo, es demostrada su eficiencia frente a otros sistemas rotatorios y reciprocantes, sin embargo, es necesario que se sigan realizando estudios experimentales que confirmen estos hallazgos y permitan identificar claramente ventajas y limitaciones de este sistema, tanto a nivel de desinfección como a nivel de preparación, limpieza y resistencia.

Referencias

- [1] de Almeida J, Cechella BC, Bernardi AV, de Lima Pimenta A, Felipe WT. Effectiveness of nanoparticles solutions and conventional endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilm. Indian J Dent Res. 2018;29(3):347- 351. DOI: 10.4103/ijdr.IJDR_634_15.
- [2] Al-Zubidi M, Widziolek M, Court EK, Gains AF, Smith RE, Ansbro K, et al. Identification of novel bacteriophages with therapeutic potential that target *Enterococcus faecalis*. Infect Immun. 2019;87(11): e00512-19. DOI: 10.1128/IAI.00512-19.
- [3] Swimberghe RCD, Coenye T, De Moor RJG, Meire MA. Biofilm model systems for root canal disinfection: a literature review. Int Endod J. 2019;52(5):604-628. DOI: 10.1111/iej.13050.
- [4] Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan AU, Yan A, et al. Biofilms in endodontics-current status and future directions. Int J Mol Sci. 2017 11;18(8): 1748. DOI: 10.3390/ijms18081748.
- [5] Barbosa-Ribeiro M, De-Jesus-Soares A, Zaia AA, Ferraz CC, Almeida JF, Gomes BP. Antimicrobial susceptibility and characterization of virulence genes of *Enterococcus faecalis* isolates from teeth with failure of the endodontic treatment. J Endod. 2016;42(7):1022-8. DOI: 10.1016/j.joen.2016.03.015.

- [6] Peters OA, de Azevedo Bahia MG, Pereira ES. Contemporary root canal preparation: Innovations in biomechanics. *Dent Clin North Am.* 2017;61(1): 37-58. DOI: 10.1016/j.cden.2016.08.002
- [7] Oliveira KV, Silva BMD, Leonardi DP, Crozeta BM, Sousa-Neto MD, Baratto-Filho F, et al. Effectiveness of different final irrigation techniques and placement of endodontic sealer into dentinal tubules. *Braz Oral Res.* 2017;31:e114. DOI: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0114
- [8] Generali L, Cavani F, Serena V, Pettenati C, Righi E, Bertoldi C. Effect of different irrigation systems on sealer penetration into dentinal tubules. *J Endod.* 2017;43(4):652-656. DOI: 10.1016/j.joen.2016.12.004.
- [9] Borzini L, Condò R, De Dominicis P, Casaglia A, Cerroni L. Root canal irrigation: Chemical agents and plant extracts against *Enterococcus faecalis*. *Open Dent J.* 2016; 19 (10):692-703. DOI: 10.2174/1874210601610010692.
- [10] Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2019;24(3): e364-e372. DOI: 10.4317/medoral.22907.
- [11] Espir CG, Nascimento-Mendes CA, Guerreiro-Tanomaru JM, Cavenago BC, Hungaro Duarte MA, Tanomaru-Filho M. Shaping ability of rotary or reciprocating systems for oval root canal preparation: a micro-computed tomography study. *Clin Oral Investig.* 2018;22(9):3189-3194. DOI: 10.1007/s00784-018-2411-4.
- [12] Bergenholtz G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. *J Oral Rehabil.* 2016;43(10):753-8. DOI: 10.1111/joor.12423.
- [13] Covo, E; Ruiz, M; Simancas, M. Penetración del hipoclorito de sodio al comparar cuatro sistemas rotatorios de preparación en conductos mesiovestibulares de molares inferiores. *Univ Odontol.* 2015; 34(73): 53-59.
- [14] Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schafer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J.* 2012;45(5):449-61. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2011.01996.x.
- [15] Rodríguez-Gutiérrez SB, Díaz-Romero CM, Gamboa-Martínez LF, Niño-Barrera JL. Evaluación in vitro de la fractura de los instrumentos rotatorios MTWO® y ProTaper®. *Acta Odontol. Colomb.* 2013 Jul (cited 06 oct 2020); 3(2): 41-56. URL Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/article/view/41898/43605>
- [16] Ferrer-Luque CM, Bejarano I, Ruiz-Linares M, Baca P. Reduction in *Enterococcus faecalis* counts - a comparison between rotary and reciprocating systems. *Int Endod J.* 2014;47(4):380-6. DOI: 10.1111/iej.12158.
- [17] Nakamura V, Candeiro G, Cai S, Gavini G. Ex vivo evaluation of three instrumentation techniques on *E. faecalis* biofilm within oval shaped root canals. *Braz. oral res.* [Internet]. 2015; 29(1): 1-7.
- [18] Dagna A, Arciola CR, Visai L, Selan L, Colombo M, Bianchi S, et al. Antibacterial efficacy of conventional and single-use Ni-Ti endodontic instruments: an in vitro microbiological evaluation. *Int J Artif Organs.* 2012;35(10):826-31. DOI: 10.5301/ijao.5000160.
- [19] Dagna A, Arciola CR, Florindi F, et al. In vitro evaluation of antimicrobial efficacy of endodontic irrigants. *Int J Artif Organs.* 2011;34(9):914-919.
- [20] Pourhajibagher M, Chiniforush N, Shahabi S, Palizvani M, Bahador A. Antibacterial and antibiofilm efficacy of antimicrobial photodynamic

- therapy against intracanal *Enterococcus faecalis*: An in vitro comparative study with traditional endodontic irrigation solutions. *J Dent (Tehran)*. 2018;15(4):197-204.
- [21] Yanling C, Hongyan L, Xi W, Wim C, Dongmei D. Efficacy of relacin combined with sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Appl Oral Sci*. 2018;26: e20160608. DOI: 10.1590/1678-7757-2016-0608.
- [22] Yu MK, Kim MA, Rosa V, Hwang YC, Del Fabbro M, Sohn WJ, et al. Role of extracellular DNA in *Enterococcus faecalis* biofilm formation and its susceptibility to sodium hypochlorite. *J Appl Oral Sci*. 2019;27: e20180699. DOI: 10.1590/1678-7757-2018-0699.
- [23] Putzer B, Zilm P, Ratnayake J, Cathro P. Comparative efficacy of endodontic medicaments and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Aust Dent J*. 2018;63(2):208-216. DOI: 10.1111/adj.12580.
- [24] Dioguardi M, Gioia GD, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troiano G. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *Eur J Dent*. 2018;12(3):459-466. DOI: 10.4103/ejd.ejd_56_18.
- [25] Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Arena C, Caponio VCA, Caloro GA, et al. Inspection of the microbiota in endodontic lesions. *Dent J (Basel)*. 2019;7(2):47. DOI: 10.3390/dj7020047.
- [26] Vasudeva A, Sinha DJ, Tyagi SP, Singh NN, Garg P, Upadhyay D. Disinfection of dentinal tubules with 2% Chlorhexidine gel, Calcium hydroxide and herbal intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis*: An in-vitro study. *Singapore Dent J*. 2017;38:39-44. DOI: 10.1016/j.sdj.2017.06.001.
- [27] Rodrigues CT, de Andrade FB, de Vasconcelos LRSM, Midena RZ, Pereira TC, Kuga MC, et al. Antibacterial properties of silver nanoparticles as a root canal irrigant against *Enterococcus faecalis* biofilm and infected dentinal tubules. *Int Endod J*. 2018;51(8):901-911. DOI: 10.1111/iej.12904.
- [28] Sohrabi K, Sooratgar A, Zolfagharnasab K, Kharazifard MJ, Afkhami F. Antibacterial activity of diode laser and sodium hypochlorite in *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals. *Iran Endod J*. 2016;11(1):8-12. DOI: 10.7508/iej.2016.01.002.
- [29] Morales A. Penetración Dentinaria in vitro del Hipoclorito de Sodio a Diferentes Concentraciones con las Técnicas de Irrigación Convencional y Ultrasónica Pasiva. *Int. J. Odontostomat*. [Internet]. 2017; 11(3): 305-309.
- [30] Taneja S, Kumari M, Barua M, Dudeja C, Malik M. Apical extrusion of *Enterococcus faecalis* using three different rotary instrumentation techniques: an in vitro study. *Indian J Dent Res*. 2015;26(1):67-71. DOI: 10.4103/0970-9290.156813.
- [31] Plotino G, Grande NM, Sorci E, Malagnino VA, Somma F. A comparison of cyclic fatigue between used and new Mtwo Ni-Ti rotary instruments. *Int Endod J*. 2006;39(9):716-23. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2006.01142.x.
- [32] Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J*. 2006;39(3):196-202. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2006.01074.x.
- [33] Bürklein S, Hiller C, Huda M, Schafer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of Mtwo versus coated and uncoated EasyShape instruments in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2011;44(5):447-57. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01850.x.

- [34] Martinho FC, Gomes AP, Fernandes AM, Ferreira NS, Endo MS, Freitas LF, Camões IC. Clinical comparison of the effectiveness of single-file reciprocating systems and rotary systems for removal of endotoxins and cultivable bacteria from primarily infected root canals. *J Endod*. 2014;40(5):625-9. doi: 10.1016/j.joen.2013.12.006.
- [35] Krajczár K, et al. Chemomechanical preparation by hand instrumentation and by Mtwo engine-driven rotary files, an ex vivo study. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2012; 4(3):e146.
- [36] Ozsezer E, Kalyoncuoglu E, Duran E, Yilmaz A, Tanriver- di Y. Efficacy of different instrumentation techniques on reducing *Enterococcus faecalis* infection in experimentally infected root canals. *Journal of Dental Sciences*. 2014;9(1): 23-28. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2012.03.024>.

Notas de autor

carlos.corrales@curnvirtual.edu.co