



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



**Eficiencia del NBELYAX –Éviter®– vs hipoclorito de sodio en la
inhibición de algunos microorganismos presentes en infecciones
pulpaes. Estudio in vitro.**

T E S I S

que para obtener el título de

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A N

ILSE MARIEL UGALDE VELASCO

OCTAVIO EMMANUEL RAMÍREZ BAUTISTA

DIRECTORA

DRA. MARÍA TERESA DE JESÚS ZARAGOZA MENESES

Ciudad de México, 2020.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Con todo mi amor, admiración y agradecimiento a mis padres:

Reyna Velasco Hernández y Armando Ugalde Sixtos.

Por apoyarme incondicionalmente en cada paso dado, por haberme formado como la persona que soy y brindarme la oportunidad de seguir creciendo cada día. Gracias por estar conmigo en cada momento bueno y malo, por amarme, por creer en mí y brindarme su confianza para todo.

Esto es gracias a ustedes. Les agradezco infinitamente.

Con profundo amor y agradecimiento a mis hermanos: Abril y Armando. Por estar presentes en cada momento, acompañándome con sus locuras, amor y confianza desde que llegaron.

Gracias a mi abue Rosa que me cuida desde el cielo, por haberme cuidado desde niña, por su amor y confianza en mí hasta el último momento.

Gracias a mi tía Silvia por cuidarme, confiar en mí y apoyarme durante mi formación.

A mi compañero de tesis, colega y gran amigo Octavio. Sin ti, este trabajo no hubiera sido posible. Gracias por tu dedicación, por estar siempre, por compartir conmigo tantos momentos buenos, por tu amistad y cariño.

A Frida, Nelly y Susana, por apoyarme siempre, por compartir conmigo momentos y experiencias inolvidables, por confiar en mí y motivarme a seguir. Gracias por su amistad, por sus consejos, por cuidarme y alentarme cuando más lo he necesitado.

A mis amigas (os) y colegas Juana, Lorena, Karina, Sandra y Andrés. Por todos los momentos y experiencias compartidas durante estos años, por estar siempre, por su compañía y amistad.

A la Dra. María Teresa de Jesús Zaragoza Meneses y a la Mtra. Olga Taboada Aranza, por brindarme sus conocimientos y sabiduría durante mi formación académica. Por ser pilares y guías fundamentales en la elaboración de este trabajo, por su tiempo y dedicación, no hubiera podido ser posible sin ustedes.

A la Mtra. María Del Carmen Salazar Vera, gracias por haberme compartido sus conocimientos, así como valiosos y sabios consejos para mi vida profesional y personal. Por brindarme confianza, por su apoyo, por ser una amiga para mí y haber sido una luz cuando más lo necesitaba.

Al Mtro. Eduardo García Vidales, por las aportaciones brindadas para la realización de este trabajo. Gracias por brindarme sus valiosos conocimientos para mi formación profesional, por su apoyo, por ser un gran maestro y un ejemplo a seguir para mí.

Al Mtro. Omar Ortiz Reyes y al Biol. Luis López Pérez por sus aportaciones en la elaboración de este proyecto y por compartir sus conocimientos profesionales durante mi formación universitaria.

A todos aquellos familiares y amigos que han estado presentes a lo largo de este camino, gracias.

Ilse

*Toda persona, desde que tiene recuerdos
debe escalar sin perder de vista lo alto
para lograr las metas y proyectos.*

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de esta gran comunidad desde los 12 años, dónde comenzó mi preparación universitaria para conseguir lo que soy actualmente.

A la Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza”, por ser la fuente educativa que me otorgó los conocimientos a lo largo de este tiempo con los que me desempeñaré profesionalmente. Por las oportunidades que me brindó para crecer y sobre todo por esta etapa que quedará marcada dentro de mí por siempre.

A la Dra. María Teresa De Jesús Zaragoza Meneses, directora de tesis, por su compromiso, apoyo y sabiduría para guiarme y motivarme en la realización de este proyecto con el objetivo de culminar este ciclo formativo y tener un primer acercamiento en la investigación.

A mi asesora, Mtra. Olga Taboada Aranza, por su tiempo, orientación y disponibilidad incondicional durante el proceso de elaboración de esta tesis.

Al Mtro. Omar Ortiz Reyes por ser partícipe y apoyo educativo durante el servicio social. Todos sus consejos y enseñanzas las tendré siempre presentes.

Al Mtro. Eduardo García Vidales y al Biol. Luis López Pérez por sus valiosas aportaciones a este proyecto.

A todos los maestros que, con su empeño, contribuyeron en mi formación universitaria.

A mi familia, por ser el soporte que cada día me alienta e inspira a perseguir mis sueños.

A mi madre Leticia. Sin ti la vida no tendría rumbo ni sentido, el amor que te tengo no cabe en solo unas cuantas palabras. Eres mi más grande inspiración por ser una persona destacada que lucha por sus sueños. Te agradezco por el infinito amor, apoyo, tolerancia y paciencia. Nada de esto hubiera sido posible de no ser por ti.

A mi hermana Mirna, quien es mi motivo por el cual cada día estoy en constante mejora para ser el hermano con el que siempre pueda contar.

A mis amigos Juana, Lorena, Missael, Andrés, Omar, Alejandra, Héctor, José y Sergio, les agradezco infinitamente su compañía, aliento, amistad y buenos momentos durante estos años.

Y quiero agradecer especialmente a mi compañera y amiga Ilse. No hay palabras para describir la importancia que tienes para mí. El esfuerzo y dedicación que te caracterizan hicieron posible el trabajo conjunto para la culminación de este proyecto.

Octavío

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
Pulpa dental	3
Proceso Infeccioso	6
Microbiología de las infecciones endodónticas	6
Microorganismos frecuentes en infecciones pulpares	10
<i>Enterococcus faecalis</i>	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	11
<i>Escherichia coli</i>	12
<i>Candida albicans</i>	13
Irrigación en endodoncia	14
Hipoclorito de sodio (NaClO)	17
Complicaciones del tratamiento de conductos	23
NBELYAX —Éviter®—	25
Fracasos del tratamiento de conductos	28
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	31
OBJETIVO.....	32
MATERIAL Y MÉTODOS	32
RESULTADOS	35
DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES.....	42
REFERENCIAS	43

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de conductos radiculares abarca una serie de procedimientos dedicados a la desinfección, eliminación de microorganismos y tejido orgánico e inorgánico presentes dentro del sistema de conductos radiculares infectados. La irrigación es uno de estos procedimientos, el cual es de vital importancia para obtener éxito en el tratamiento, para realizar la irrigación existen en el mercado una serie de agentes irrigantes.

La solución irrigadora tiene como objetivo primordial la limpieza y desinfección química del conducto eliminando microorganismos y tejido orgánico e inorgánico residual para facilitar la preparación biomecánica.

La irrigación es un paso en el tratamiento de conductos que muchas veces se considera simplemente como el lavado de conductos, pero este va más allá debido a que esta es una intervención necesaria para la desinfección del conducto, en este sentido existen diversos factores que siguen presentándose como un obstáculo para la completa desinfección del conducto radicular como lo es la resistencia bacteriana al irrigante utilizado o una escasa penetración de él a todo el conducto. Se ha demostrado que parte del espacio del canal radicular a menudo permanece intacto durante la preparación quimio-mecánica, independientemente de la técnica y de los instrumentos empleados; por esto, algunas especies bacterianas pueden sobrevivir durante periodos relativamente largos.

La solución irrigante más utilizada en endodoncia es el hipoclorito de sodio, usado en diversas concentraciones, ya que posee diversas características que han demostrado ser el más eficaz a comparación de otras sustancias desinfectantes en cuanto a su gran capacidad para eliminar bacterias, hongos, esporas y virus así como para disolver tejido orgánico e inorgánico; sin embargo, también se caracteriza por ser muy irritante si se extruye para los tejidos perirradiculares pudiendo generar una reacción inflamatoria severa, necrosis o alguna complicación mayor para el organismo.

Por esta razón, se tiene el interés por probar la eficacia de nuevas sustancias que pueden fungir como irrigantes en endodoncia, sustancias que sean capaces de brindar el efecto antimicrobiano deseado para obtener éxito en el tratamiento y que a su vez las complicaciones que puedan presentarse sean mínimamente invasivas para los tejidos.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, el presente estudio se realizó con el fin de encontrar una nueva alternativa como solución irrigante para el tratamiento de conductos radiculares, comparando la eficiencia antimicrobiana de una nueva nanopartícula patentada como NBELYAX –Éviter®– vs hipoclorito de sodio (NaClO).

MARCO TEÓRICO

Pulpa dental

La pulpa se define como un tejido conectivo laxo especializado, de origen mesenquimatoso que ocupa el conducto radicular y la cámara pulpar. Histológicamente la pulpa está conformada por células, fibras y una sustancia fundamental.^{1,2}

La pulpa realiza cinco funciones, algunas formativas y otras de apoyo:

- **Inductiva:** la pulpa participa en la iniciación y desarrollo de la dentina. Cuando la dentina se forma, conduce a la formación de esmalte.
- **Formativa:** de ella derivan los odontoblastos, estas células altamente especializadas participan en la formación de dentina de tres maneras: sintetizando y secretando la matriz inorgánica, transportando inicialmente componentes inorgánicos a la matriz recién formada y creando un entorno que permita la mineralización de la matriz.
- **Nutritiva:** la pulpa aporta nutrientes esenciales para la formación de la dentina y para mantener la integridad de la pulpa misma.
- **Defensa:** en dientes maduros, los odontoblastos forman dentina secundaria en respuesta a lesiones, particularmente cuando el espesor original de la dentina se ha reducido por caries, desgaste, trauma, o procedimientos restaurativos. La dentina también se puede formar en sitios donde se ha perdido su continuidad, como es el caso de la exposición pulpar. La formación de dentina ocurre en esta situación por la inducción, diferenciación y migración de nuevos odontoblastos al sitio de exposición.
- **Sensitiva:** los nervios pulpares pueden responder a estímulos aplicados directamente al tejido o a través del esmalte y la dentina. Los estímulos fisiológicos pueden manifestarse como sensación de dolor. La estimulación de las fibras A – mielínicas– en la pulpa resultan en un dolor rápido y agudo; estas características las posicionan como las primeras fibras nerviosas en reaccionar y transmitir el

impulso doloroso, la activación de las fibras C –amielínicas– resultan en un dolor más lento, difuso y duradero.³

Con el paso de los años, se van dando cambios en la pulpa dental por la formación continua de dentina secundaria fisiológica y/o dentina secundaria reparativa o terciaria que condicionan progresivamente la disminución del volumen de la cámara pulpar.²

Las lesiones de la pulpa pueden causar alteraciones que serán la etiopatogenia de una posible inflamación y posterior necrosis pulpar; la literatura especializada reconoce como causas de las lesiones pulpares a agentes bacterianos, químicos o iatrogénicos.^{1,3}

La rama de la odontología que se encarga del estudio del tejido pulpar, etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades de la pulpa dental y sus complicaciones a nivel periapical es la endodoncia, por lo que esta desarrolla varios tratamientos que tienen en común el objetivo, de prevenir y tratar la contaminación microbiana de la pulpa y el sistema de conductos radiculares.^{4,5}

Los trastornos de la pulpa dental y el periodonto son los causantes de más del 50% de la pérdida de dientes, su diagnóstico a menudo es problemático, porque estas enfermedades se han estudiado como entidades separadas y en realidad cada una puede simular la presencia de características clínicas de la otra. Si no se realiza un diagnóstico y por ende un tratamiento adecuado y oportuno para una lesión endodóntica, los productos de la degeneración pulpar llegan al periodonto, pueden aparecer rápidamente unas respuestas inflamatorias caracterizadas por pérdida de hueso, movilidad de los dientes y en ocasiones, formación de trayectos fistulosos. Si esto ocurre en la región apical, se forma una lesión perirradicular.

Las infecciones endodónticas, que dan lugar a la pulpitis o la periodontitis apical son polimicrobianas. La mayoría de las infecciones endodónticas se limitan al interior del diente y pueden ser tratadas con éxito mediante un tratamiento local establecido como el tratamiento de conductos, el drenaje o la extracción del diente según la Sociedad Europea de Endodoncia (2006).⁶

El tratamiento de conductos se dirige principalmente a un objetivo: curar o prevenir las enfermedades pulpares y perirradiculares, con el propósito de que los pacientes puedan conservar sus dientes naturales tanto en su función como en su estética.⁷

El propósito de estos procedimientos es eliminar completamente los diferentes componentes del tejido pulpar, calcificaciones y bacterias con la posterior colocación de un sellado hermético que prevenga la infección o reinfección de los conductos y promover la curación de los tejidos circundantes.

Existen muchas técnicas para lograr la preparación del conducto radicular, recordemos que la forma es el resultado de la instrumentación, mientras que la limpieza se logra con una adecuada irrigación, es importante destacar que en cuanto mejor sea la preparación mecánica mejor será la calidad y concentración de las soluciones irrigantes y por lo tanto el barrillo dentinario será eliminado de mejor manera.

Pero si la irrigación de los conductos no es realizada de manera correcta, no hay duda de que los microorganismos –ya sean remanentes en el conducto radicular después del tratamiento o recolonizando el conducto obturado–, son la principal causa de los fracasos de los tratamientos de conductos. El objetivo primordial del tratamiento endodóntico debe ser optimizar la desinfección del conducto radicular y prevenir la reinfección.

En el caso de reinfecciones, los antibióticos por sí solos pueden frenar la infección, pero no curarla y es posible que reaparezca una vez finalizada la terapia antibiótica si no se ha tratado la causa dental latente.

Las infecciones odontogénicas son habitualmente leves y se tratan fácilmente con el adecuado procedimiento quirúrgico, con o sin terapia antibiótica suplementaria.⁸

Proceso Infeccioso

Se define como la invasión y multiplicación de microorganismos –bacterias, virus, hongos con forma de levadura, hongos u otros microorganismos en el cuerpo–. Las infecciones pueden empezar en cualquier lugar y diseminarse por todo el cuerpo; con frecuencia, cuando el sistema inmunitario del cuerpo es fuerte, puede combatir a los microorganismos y curar una infección.

Una infección se inicia con la entrada del patógeno al organismo y continua con un periodo de incubación, a partir de entonces, el tipo de infección queda determinado por la cantidad de microorganismos, su capacidad de multiplicación y su toxicidad.

Las infecciones odontogénicas se originan principalmente a partir de dos sitios:

1. Periapical, como consecuencia de necrosis de la pulpa.
2. Periodontal, como consecuencia de una bolsa periodontal que permite la inoculación de las bacterias a los tejidos blandos subyacentes.

La necrosis de la pulpa dental como consecuencia de una caries profunda habilita una vía para que las bacterias penetren en los tejidos periapicales, una vez inoculados estos tejidos con bacterias y establecida una infección activa, esta se disemina en todas las direcciones, aunque lo hace preferentemente a lo largo de las líneas de menor resistencia. La infección se propaga por el hueso esponjoso hasta que encuentra una placa cortical. Si esta placa cortical es delgada, la infección erosiona el hueso por completo y penetra en los tejidos blandos circundantes.⁸

Microbiología de las infecciones endodónticas

En condiciones normales, la pulpa dental y la dentina son estériles por encontrarse aisladas de los microorganismos orales por el recubrimiento del cemento y esmalte. Hay ciertos factores de riesgo por los que se pierde la integridad de estas capas protectoras; por ejemplo, fracturas y fisuras inducidas por trauma, procedimientos restaurativos, desgaste o abrasión; también puede ser provocado por anomalías congénitas dentales como dens in dente, que resultan en exposiciones espontáneas de la pulpa. En tales casos, el complejo dentino-pulpar queda expuesto al medio oral y corre el riesgo de una

infección. Las vías de entrada para infección pulpar son los túbulos dentinarios, exposición pulpar directa, enfermedad periodontal, defectos en el sellado marginal y anacoresis.^{2,3}

Cuando el complejo dentino-pulpar es infectado, los microorganismos lo invaden, causando enfermedad e infectando la cámara pulpar y al sistema de conductos radiculares. El cuadro clínico y la gravedad de la infección están relacionados con la interacción entre la microbiota presente en los conductos radiculares y la cámara pulpar tras la infección bacteriana, así como la respuesta inmune del huésped.^{4,9}

La gran mayoría de las enfermedades pulpares y los tejidos perirradiculares guardan relación con microorganismos que son los causantes de la patología. La infección endodóntica se caracteriza por múltiples tipos de especies microbianas, la estimativa es que cerca de 600 especies viven en cavidad oral humana y de esas, entre 1 y 12 especies han sido detectadas en los procesos endodóntico infecciosos.^{2,6,10}

La flora del conducto radicular se origina a partir de especies de la placa supra y subgingival, por lo que las infecciones endodónticas son polimicrobianas. Se sabe que los microorganismos presentes en las enfermedades pulpares y perirradiculares son: *Enterococcus*, *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Treponema*, *Peptostreptococcus*, *Streptococcus*, *Eubacterium*, *Neisseria*, *Actinomyces* y en menor frecuencia, otros como: *S. aureus*, *E. coli*, *Lactobacillus spp*, *Bacillus spp*, *Streptococcus pneumoniae* y *Candida albicans*.^{1,2,10,11}

La microflora bacteriana del conducto radicular está dominada en su fase inicial por aerobios y anaerobios facultativos, a medida que la enfermedad progresa, la ecología dentro del sistema del conducto radicular cambia; esto es relacionado con la presión de oxígeno al abrir los canales radiculares durante el tratamiento, por el uso de agentes irrigantes y cambios en el pH del canal debido a la introducción de medicación.^{12,13}

En las cámaras pulpares abiertas hay aproximadamente entre el 25% y el 30% de microorganismos anaerobios, en las cámaras cerradas se invierte la proporción entre anaerobios facultativos y anaerobios estrictos, y estos últimos predominan en un 70-80%.²

Las determinaciones cuantitativas de la cantidad de bacterias presentes en un conducto radicular infectado, estiman que pueden alcanzar cifras comprendidas entre las 10^2 y 10^8 bacterias por miligramo de contenido radicular. Se ha observado por medio de microscopia electrónica la presencia de levaduras en los conductos radiculares que han estado expuestos a la cavidad oral.²

Los métodos de cultivo han revelado que la microbiota de los dientes necróticos es diferente en número y especie de la encontrada en los dientes ya tratados endodónticamente y que presentan periodontitis apical.

Las condiciones medio ambientales en el conducto radicular sugieren que ciertas bacterias son más capaces de sobrevivir y multiplicarse que otras, favoreciendo el crecimiento de anaerobios en los canales radiculares infectados primarios –los tejidos de la pulpa necrótica– y el crecimiento de los facultativos en infecciones endodónticas secundarias –dientes con tratamiento de conductos fallido–.¹⁴

Las infecciones persistentes son causadas por microorganismos de una infección primaria que resistieron a la preparación biomecánica e irrigación y lograron soportar el ambiente después del tratamiento de conductos. Las infecciones secundarias son causadas por microorganismos que no estaban presentes en la infección primaria, pero que se introdujeron en el sistema del conducto radicular en algún momento durante o después de la intervención profesional. La entrada de microorganismos puede ocurrir durante el tratamiento, entre citas, o incluso después de obturar el conducto radicular. Las especies implicadas en infecciones secundarias pueden ser microorganismos orales o no orales, dependiendo de la fuente de contaminación.³

Esto indica el papel que cumplen los microorganismos de origen externo en el fracaso endodóntico y, por tanto, la importancia de mantener la cadena de asepsia durante todos los pasos del tratamiento. De lo contrario, se estarían transfiriendo microorganismos y sus derivados al interior del conducto, que pueden llegar hasta el área apical e incluso hasta el hueso alveolar.¹⁵

Los estudios han demostrado la prevalencia de ciertas especies en los dientes con infección post-tratamiento, como *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*,

Actinomyces y levaduras como *Candida*. En particular, se observó una alta proporción de *Enterococcus faecalis* en casos con periodontitis apical persistente.¹⁶

Las bacterias que colonizan el sistema del conducto radicular entran en contacto con los tejidos perirradiculares a través de los forámenes apicales o laterales o de las perforaciones de la raíz. Después, se produce el encuentro entre las bacterias y las defensas del huésped y comienzan las reacciones inflamatorias en los tejidos perirradiculares, que dan paso al desarrollo de la periodontitis apical. Las infecciones endodónticas terminarán en una periodontitis apical aguda –sintomática– o crónica –asintomática– dependiendo de diversos factores bacterianos y del huésped.⁶

Estudios sobre dientes que presentaron infecciones post-tratamiento endodóntico y fueron sometidos a retratamiento, han demostrado la presencia de bacterias como *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecalis*, debido a sus características que los hacen resistentes a ambientes extremos. Otro microorganismo que se ha encontrado a menudo en los canales radiculares infectados es *Escherichia coli*. Por otro lado, las especies de *Candida* se encuentran esporádicamente en infecciones primarias, pero las frecuencias de detección en infecciones persistentes y secundarias oscilan entre el 3% y el 18% de los casos, *Candida albicans* es aislada de conductos radiculares sobre todo en casos de periodontitis apical persistente.^{3,4,6}

La falta de eliminación efectiva de los microorganismos causantes de la enfermedad pulpar y sus subproductos podría resultar en irritación persistente, deterioro de los conductos radiculares, deterioro en la obturación final, y periodontitis apical.¹⁷

La periodontitis apical es una enfermedad inflamatoria que afecta a los tejidos que rodean la raíz de un diente y es causada por la infección persistente del conducto radicular.¹⁸

Debido a que los microorganismos son esenciales para el desarrollo de enfermedades perirradiculares y son los principales factores causales asociados con los fracasos del tratamiento endodóntico, la investigación en este ámbito adquiere una importancia especial en la búsqueda de métodos y materiales para erradicar de forma predecible la infección del conducto radicular.¹⁹

Microorganismos frecuentes en infecciones pulpares

Enterococcus faecalis

Son células esféricas u ovoides, de tamaño 0.6-2.0 × 0.6-2.5 μm, son cocos grampositivos, no formadores de endosporas, se presentan en forma de pares o de cadenas cortas. Fermentan un amplio rango de carbohidratos con producción principalmente de ácido láctico, pero no de gas y producen un pH final de 4.2 - 4.6. Presentan requerimientos nutricionales complejos. Son catalasa negativos o, más comúnmente, débilmente positivos. Crecen usualmente en un caldo de cultivo a 10°C y 45°C, aunque el crecimiento óptimo es a 35°C.

Causa infecciones muy diversas y es de creciente interés en el caso de procesos oportunistas, su hábitat natural es el intestino, sin embargo, también son capaces de colonizar una variedad de otros sitios, pero se ha podido aislar como microbiota normal en la mucosa bucal y dorso de la lengua, así como en infecciones pulpo-periapicales y en bolsas periodontales. Además, forman parte de la causa de fracasos de tratamientos endodónticos y de algunas afecciones sistémicas, como infecciones del tracto urinario, de heridas quirúrgicas, bacteriemia y endocarditis bacteriana.^{14,20,21}

Enterococcus faecalis es capaz de sintetizar una amplia variedad de proteínas cuando se expone a condiciones ambientales adversas, como son un ambiente con un pH alto o la exposición a hipoclorito de sodio. Estudios han demostrado que a un pH de 11.5 o mayor, no puede sobrevivir.²²

Debido al efecto buffer de la dentina, es poco probable que el pH alto del hidróxido de calcio alcance los túbulos dentinarios, donde *Enterococcus faecalis* tiene la capacidad de penetrar profundamente.²³

La flora microbiana presente en los canales después del fracaso del tratamiento de endodoncia se limita a un pequeño número de especies microbianas, predominantemente gram positivas, anaerobios facultativos, especialmente *Enterococcus spp*, son los más frecuentes en estos casos y entre ellos, *Enterococcus faecalis* es la especie más frecuentemente aislada.^{21,24-26}

Enterococcus constituye un pequeño porcentaje de las especies microbianas aisladas de conductos radiculares de dientes con pulpas dentales necróticas. En contraste, son las especies más comúnmente aisladas en conductos radiculares de dientes con tratamiento endodóntico fallido.¹⁴

Diversos estudios reportan la presencia de *Enterococcus faecalis* dentro del sistema de conductos radiculares en dientes con tratamientos endodónticos fracasados, con porcentajes que varían entre 12 y 77%.²⁰

Posee capacidad para adaptarse en el conducto radicular después del tratamiento endodóntico y persistir como un patógeno en el sistema de conductos radiculares. Resiste el elevado pH del hidróxido de calcio y así mismo cuenta con factores de virulencia entre los que se incluyen: la agregación, producción extracelular de superóxido, gelatinasa y citolisinas tóxicas, capacidad para el intercambio de material genético y penetrar dentro de los túbulos dentinarios, capacidad de organizarse en biopelícula y adherirse al colágeno de las paredes de dentina radicular. Todo ello hace que sobreviva a los protocolos de irrigación y medicación intraconducto por lo que se cataloga a este microorganismo como resistente, altamente agresivo y de difícil eliminación.^{4,21}

Enterococcus faecalis es capaz de sintetizar una amplia variedad de proteínas cuando se expone a condiciones ambientales adversas, como un ambiente con pH alto, exposición a hipoclorito de sodio –irrigante utilizado en endodoncia–, y a temperaturas extremas (15-60° C). Si la falta de nutrientes, la exposición a solución de hipoclorito de sodio o al hidróxido de calcio inducen a *Enterococcus faecalis* a generar una respuesta de estrés, entonces esta puede conferir protección cruzada para ésta bacteria cuando se ve expuesta posteriormente, por ejemplo, a una nueva medicación con hidróxido de calcio, mecanismo que podría explicar su resistencia.²¹

Staphylococcus aureus

El género *Staphylococcus* está formado por cocos Gram positivos, con un diámetro de

0.5 a 1.5 μm , agrupados como células únicas, en pares, tétradas, cadenas cortas o formando racimos de uvas. Son bacterias no móviles, no esporuladas, no poseen cápsula, aunque existen algunas cepas que desarrollan una cápsula de limo, son anaerobias facultativas.

S. aureus produce la enzima coagulasa, por lo que las demás especies se conocen como coagulasa negativas. La mayoría de los estafilococos producen catalasa (enzima capaz de desdoblar el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno libre); característica que se utiliza para diferenciar el género *Staphylococcus* de los géneros *Streptococcus* y *Enterococcus* que son catalasa negativos. Esta bacteria posee numerosos factores de virulencia relacionados con los componentes estructurales, toxinas y enzimas, a los que habría que unir los que determinan su resistencia a los antibióticos. El género *Staphylococcus* contiene 32 especies, de las cuales 16 de ellas se localizan en los humanos, algunas forman parte de la microbiota de piel y mucosas en humanos. Algunas de estas especies son patógenas cuando existe predisposición e inmunosupresión en el huésped o en presencia de cuerpos extraños.²⁷

Las principales características identificativas de *S. aureus* que sirven para su diferenciación de otras especies del género son: Producción de coagulasa, sensibilidad al disco de 5 μg de novobiocina, actividad fosfatasa alcalina, producción aeróbica de ácido a partir de D-trealosa y D-manitol y producción de desoxirribonucleasa termoestable.²⁸

Staphylococcus aureus es otra de las bacterias que también se ha encontrado en lesiones después de un tratamiento endodóntico, aunque en menor frecuencia que *E. faecalis*.¹⁵

Escherichia coli

La familia *Enterobacteriaceae* constituye un grupo grande y heterogéneo de bacterias gramnegativas. Reciben su nombre por la localización habitual como saprofitos en el tubo digestivo, aunque se trata de gérmenes ubicuos, encontrándose de forma universal en el suelo, el agua y la vegetación. *Escherichia coli* es el microorganismo más prevalente de

esta familia, anaerobio facultativo, hay cepas que pueden ser patógenas y causar daño produciendo diferentes cuadros clínicos como diarrea.^{2,11,29}

Un estudio llevado a cabo por Peciulienė y cols. reporta la presencia de bacilos gram negativos aislados de dientes tratados endodónticamente con periodontitis apical crónica persistente, entre los que se encuentra *E. Coli*. Diversos autores han mencionado su presencia, pero con menor frecuencia que otros grupos de bacterias.³⁰

Candida albicans

Las especies pertenecientes al género *Candida* representan los patógenos fúngicos oportunistas más frecuentes. *C. albicans* es una levadura comensal, presente en las mucosas de los seres humanos y los animales de sangre caliente, es habitualmente aislada de la cavidad oral, el tracto gastrointestinal y urogenital, y su conversión en agente patógeno depende principalmente de la alteración del equilibrio entre la microbiota y el sistema inmunitario del huésped. Esta levadura posee una gran variedad de factores de virulencia como la habilidad de producir proteasas, la capacidad de crecer y poder sobrevivir incluso en la región periapical.^{4,31}

Las levaduras se han aislado comúnmente de las infecciones del conducto radicular, tanto primarias como postratamiento, por lo general en números bajos. *Candida albicans* es la especie encontrada con mayor prevalencia dentro de los conductos radiculares infectados.³²⁻³⁴

Maekawa y cols. analizaron la microbiota de los conductos radiculares de los dientes con necrosis pulpar y mostraron que en el 15.3% de los casos se identificó a *Candida albicans*.³⁵

Una serie de factores de virulencia de *C. albicans* permiten que se adhiera y penetre en la dentina, y su capacidad para tolerar condiciones ecológicas severas incluyendo alta alcalinidad puede explicar su prevalencia en casos persistentes de periodontitis apical.³⁴

Las especies de *Candida* crecen bien en medios de cultivo enriquecido con agar, peptona, dextrosa, maltosa o sacarosa. Las colonias son lisas, suaves, húmedas y de color y

aspecto cremoso con un tamaño que oscila entre 1.5 y 2 mm de diámetro, de consistencia blanda y rápidamente proyectan filamentos hasta la profundidad del agar. Crecen en condiciones de aerobiosis en medios de cultivo con pH con rango entre 2.5 y 7.5 y temperatura que oscila entre los 37°C.^{36,37}

Irrigación en endodoncia

El éxito de la terapia endodóntica reside en la desinfección del sistema de conductos radiculares contaminados y la eliminación de los microorganismos presentes en ellos, por medios mecánicos y químicos, para que no propicien nuevas infecciones por la proliferación a partir de sus residuos. El proceso de vaciamiento del conducto radicular se destaca entre las fases operatorias del tratamiento. La operación se desarrolla con el vaciamiento del conducto en la acción de la solución química irrigadora en conjunto con los instrumentos endodónticos. La interacción entre los factores físico químicos y antimicrobianos del irrigante con los factores mecánicos involucrados en la instrumentación intensifica el proceso de saneamiento.^{10,38}

La conformación y la limpieza realizadas como parte del tratamiento del conducto radicular se dirigen a erradicar la contaminación microbiana del sistema de conductos radiculares. Sin embargo, la desinfección por sí sola no garantiza la conservación a largo plazo de los dientes con tratamiento de los conductos radiculares; se dispone de evidencias convincentes que indican que este resultado está asociado con una restauración coronal adecuada.⁶

Los objetivos principales de la limpieza y la conformación del sistema de conductos radiculares son:

- Eliminar los tejidos blandos y duros infectados.
- Una preparación y ensanchamiento de los conductos radiculares que proporcionen acceso a las soluciones de irrigación y desinfección hasta la zona apical.
- Crear espacio para la colocación de medicamentos y la posterior obturación.

- Conservar la integridad de las estructuras radiculares.⁶

Si bien la preparación biomecánica reduce significativamente la microbiota, ésta no elimina por completo las bacterias en los conductos laterales, accesorios, istmos y deltas apicales, por lo que la elección del irrigante y medicación intraconducto a usar será importante para abarcar zonas que durante la instrumentación no sean accesibles.³⁹⁻⁴¹

La irrigación y la aspiración en endodoncia consisten en hacer pasar un líquido a través de las paredes del conducto radicular, con la finalidad de disolver tejido, enfriar los instrumentos, el diente y además retirar restos pulpares y virutas de dentina producidas por la instrumentación, microorganismos y otros detritos. Esta etapa del tratamiento contribuirá también a que haya un mejor contacto de la sustancia obturadora con las paredes del conducto radicular. La irrigación es entonces considerada usualmente como la parte más importante del tratamiento endodóntico, es un procedimiento clave para lograr la desinfección completa del sistema de conductos y garantizar el éxito del tratamiento.^{2,41,42}

Un irrigante debería contener las siguientes propiedades:

- Ser un desinfectante muy eficaz.
- No ser irritante para los tejidos periapicales.
- Permanecer estable en solución.
- Tener un efecto antimicrobiano prolongado.
- Tener una tensión superficial baja.
- No interferir en la reparación de los tejidos periapicales.
- No manchar la estructura de los dientes.
- Poder inactivarse en un medio de cultivo.
- No inducir una respuesta inmunitaria mediada por las células.

- Ser capaz de eliminar completamente el barrillo dentinario y de desinfectar la dentina subyacente y sus túbulos.
- Ser no antigénico, no tóxico y no carcinógeno para las células tisulares que rodean al diente.
- No tener efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
- No tener efectos adversos en la capacidad de sellado de los materiales de obturación.
- Ser cómodo de aplicar.⁶

No existe una solución irrigadora ideal, por lo que para conseguir los objetivos mencionados pueden combinarse. El parámetro debe ser regido por el caso clínico en cuestión, para que se obtenga el mejor resultado en cuanto a limpieza, saneamiento e instrumentación.^{2,10}

La mayoría de las causas de un fracaso endodóntico se relacionan con una incorrecta técnica de irrigación y la ineficacia de la solución irrigadora al penetrar en el conducto, que no es capaz de limpiar todo el sistema radicular, dejando residuos de bacterias y capa de desechos, ya que habitualmente, los irrigantes han sido introducidos en los conductos radiculares de forma pasiva mediante una jeringa y una aguja. Cuando se administran de forma pasiva, los irrigantes sólo progresan 1 mm más allá de la punta de la aguja. Es probable que los conductos apicales ensanchados y agujas más finas permitan la inserción cada vez más profunda de la aguja, lo que mejora el desbridamiento y la desinfección de los conductos. A pesar de todo, sigue siendo difícil la limpieza concienzuda de la porción más apical de cualquier preparación, sobre todo en los conductos curvos y estrechos.^{6,21}

En los dientes con pulpa necrótica, la irrigación se integra al conjunto de acciones destinadas a promover la desinfección del conducto radicular y la neutralización de las toxinas presentes en su contenido necrótico. Estos objetivos llevan a escoger soluciones irrigadoras que poseen acción antiséptica, poder disolvente de la materia orgánica y

capacidad para neutralizar toxinas presentes sin ser agresivas, al menos en forma acentuada, para los tejidos periapicales.⁴³

En cualquier condición se exige de la solución irrigadora una buena capacidad de desinfección, como requisito fundamental. La biocompatibilidad de los materiales en endodoncia es determinada por varios parámetros como genotoxicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad, histocompatibilidad, efectos antimicrobianos y citotoxicidad.⁴⁴

Un irrigante óptimo tendría las características que se consideran beneficiosas en endodoncia, pero ninguna de las propiedades negativas o perjudiciales, en la actualidad no existe ninguna solución que pueda considerarse óptima.⁶

Se han propuesto varias soluciones irrigadoras para la utilización durante el tratamiento endodóntico; entre las más frecuentemente utilizadas están:

- Hipoclorito de sodio.
- EDTA.
- Clorhexidina.
- Agua con hidróxido de calcio.
- Solución fisiológica.
- Agua destilada.

Hasta el momento, la solución de hipoclorito de sodio representa la mejor solución en endodoncia para la irrigación de los conductos radiculares.^{10,45}

Hipoclorito de sodio (NaClO)

El hipoclorito se produjo por primera vez en 1789 en Francia, la solución de hipoclorito se utilizó como antiséptico en hospitales, con nombres comerciales como Eusol y Dakin. Dakin recomendaba el NaClO como una solución al 0.5% para la irrigación de heridas durante la Primera Guerra Mundial. En 1917, Barret extendió el uso de la solución de

Dakin en odontología, él informó que la solución era un antiséptico muy eficiente. Años más tarde, en 1920, Coolidge introdujo el NaClO en endodoncia como una solución para la irrigación de los conductos.^{6,46,47}

El hipoclorito de sodio pertenece al grupo de los compuestos halogenados. Es una sustancia química que posee un pH alcalino de 11-12.5, es un agente oxidante de proteínas y altamente hemolítico cuando se pone en contacto con glóbulos rojos, incluso en sus concentraciones más bajas, es irritante y puede causar ulceraciones en piel, mucosas y cornea, lo cual lo convierte en un potencial generador de necrosis por su capacidad disolutiva de tejido orgánico.⁴⁸

Ha sido definido por la Asociación Americana de Endodoncia como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor a cloro, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos, además de ser un potente agente antimicrobiano.^{46,49}

Es la única solución actualmente utilizada que puede disolver materia orgánica dentro del canal radicular en un 90%.⁴⁹⁻⁵¹

Para que las soluciones de hipoclorito de sodio puedan ejercer total efectividad, es necesario que la concentración sea lo más fiel posible a la que está indicada por el fabricante en el rótulo, es decir, el producto debe presentar buena calidad.¹⁰

El NaClO se considera la solución más utilizada como irrigante en endodoncia de acuerdo a diversos autores, por ser la que más se acerca a las condiciones ideales por su efectividad para eliminar tejido vital y no vital, además de poseer un amplio efecto antibacteriano, destruyendo rápidamente bacterias, esporas, hongos y virus. Si se alteran algunas propiedades del hipoclorito de sodio, como el contenido de cloro activo y pH, los parámetros anormales pueden contribuir a las fallas del tratamiento endodóntico considerando que el almacenamiento adecuado de la solución evita las variaciones químicas.⁵²⁻⁵⁴

En la lista de las propiedades que convierten a esta sustancia como la opción más adecuada para irrigación endodóntica, destacan:

- Buena capacidad de limpieza.
- Económicamente accesible.
- Poder antibacteriano efectivo.
- Neutralizante de productos tóxicos.
- Disolvente de tejido orgánico.
- Acción rápida.⁴²

Diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio se han utilizado como irrigantes del canal radicular debido a su conocida acción antimicrobiana y su capacidad para disolver tejidos. Utilizado en concentraciones de 0.5% a 6% tiene la capacidad de eliminar residuos orgánicos en la que los instrumentos no alcanzan a llegar y constituye un buen antimicrobiano.⁵⁵⁻⁵⁷

Es utilizado en bajas concentraciones –0.5-1%–, medianas concentraciones –2.5%– y en altas concentraciones –5-6%–; siendo las concentraciones de 2.5% y 5.25% las más recomendadas por la literatura para su uso como irrigante.^{45,58,59}

Algunas soluciones de hipoclorito usadas actualmente son:

- NaClO al 0.5%: Solución de Dakin.
- NaClO al 1% + ácido bórico: Solución de Milton.
- NaClO al 2%: Solución de Labarraque.
- NaClO al 4.6-5%: Soda clorada doblemente concentrada.
- NaClO al 5.25%: Preparación oficial USP.⁶⁰

Su uso impone cuidados en la técnica, pues su proyección inadvertida en los tejidos periapicales determina reacciones más severas que las producidas por los detergentes amiónicos.³

Cuando el ácido hipocloroso (HOCl), una sustancia presente en la solución de NaClO entra en contacto con tejido orgánico, actúa como disolvente y libera cloro que se combina con el grupo amino de las proteínas para formar cloramina, que interfiere en el metabolismo celular y juega un papel importante para la eficacia antimicrobiana. El ácido hipocloroso y los iones hipocloritos conducen a la degradación de los aminoácidos y la hidrólisis. Así, el tejido necrótico y exudado purulento se disuelven y el agente antimicrobiano puede alcanzar a limpiar las áreas infectadas.^{61,62}

El hipoclorito de sodio es una base fuerte y su eficacia antimicrobiana se basa en su alto pH, lo cual interfiere en la integridad de la membrana citoplasmática provocando una inhibición enzimática irreversible, alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y degradación de fosfolípidos observada en la peroxidación lipídica.⁶¹

Lewis refiere el uso de hipoclorito de sodio de la marca comercial Clorox, debido a que este producto contiene una concentración de 5.25% de cloro. Shih estudió in vitro la acción antibacteriana de NaClO al 5.25% en *E. faecalis* y *S. aureus*. Para ello, utilizó la marca comercial Clorox, ya que este producto poseía una concentración de hipoclorito de sodio del 5.25% y encontró que usando esta concentración se obtenía un efecto desinfectante inmediato en los canales radiculares, sin embargo, esto no garantizaba la durabilidad posterior de dicho efecto. Dunuvant, reportó que el irrigante de mayor efectividad contra la biopelícula de *E. faecalis* fue el hipoclorito de sodio.^{63,64,65}

Cárdenas y cols. realizaron un estudio para determinar la concentración de hipoclorito de sodio en distintas marcas comerciales de la solución sometiénolas a una titulación yodométrica, encontrando que las marcas Clorox y Cloralex son las que poseen la concentración más cercana al 5.25%, con una concentración media de 5.40 y 5.43%, respectivamente.⁴⁶

Soares y Pires estudiaron las condiciones microbiológicas de los conductos radiculares, con frotis y cultivo de los dientes anteriores y premolares con pulpas necróticas asociadas con patologías crónicas periapicales, antes y después de la preparación biomecánica, encontraron que el NaClO a más del 5% ofrecía el mejor potencial antiséptico.⁶⁶

La desventaja de utilizar NaClO como irrigante endodóntico, sobre todo en concentraciones de 5% al 6%, es su citotoxicidad extrema. Si se extruye a los tejidos periapicales durante el tratamiento, tiene consecuencias para el paciente como dolor insoportable, hinchazón inmediata y sangrado profuso que persiste durante varios días. Aunque la mayoría de los casos son autolimitantes, algunos requieren intervención quirúrgica para contener la destrucción del tejido.⁵⁰

Por otro lado, existen estudios como el realizado por Gu y cols. que muestra el efecto nocivo del NaClO ante la integridad de la dentina humana provocando la degradación de la matriz de colágeno dentro de la dentina ya mineralizada, lo cual puede precipitar la fractura de la raíz posterior al tratamiento; esto pone en aumento la necesidad urgente de introducir sustancias irrigantes alternativas con la misma eficacia que el hipoclorito, pero con efectos menos perjudiciales sobre los tejidos humanos.⁶⁷

Mai y cols. concluyeron que el uso prolongado del NaClO al 5.25% causa erosión de la pared dentinaria siendo más susceptible a una fractura vertical de la pieza dental.⁶⁸

Bashetty y Hegde describieron los niveles de dolor post operatorio después de la limpieza de los conductos radiculares con dos diferentes irrigantes. Hubo más dolor en los dientes irrigados con hipoclorito de sodio al 5.25% en comparación con los dientes irrigados con solución de clorhexidina al 2%. La diferencia significativa en el nivel de dolor se presentó a la sexta hora postoperatoria y en los períodos de 24 horas, 4 y 7 días no hubo diferencia significativa en el nivel de dolor entre los dos grupos.⁶⁹

Otro estudio realizado por Mostafa y cols. mostró que NaClO al 1.3% se asoció con dolor post-endodóntico menos intenso y menos frecuente que NaClO al 5.25%. La incidencia de dolor se redujo hasta un 60% en la semana posterior a la instrumentación y un 80% después del llenado del conducto radicular.⁷⁰

Mehdipour, Kleier y Averbach, observaron las complicaciones que ocurrieron debido a la determinación incorrecta de la longitud de trabajo de endodoncia, ampliación iatrogénica del foramen apical, perforación lateral, o acuñaamiento de la aguja de irrigación. Si se presenta perforación o ápice abierto, se debe tener mucha precaución para evitar un

accidente con el hipoclorito de sodio y una solución de irrigación alternativa debe ser considerada.⁷¹

El NaClO en concentraciones más elevadas tiene mayor capacidad de disolución de los tejidos. Sin embargo, en concentraciones menores, usado en volúmenes altos y en intervalos más frecuentes puede alcanzar la misma eficacia.⁶

Según un estudio in vitro realizado por Trepagnier y cols. es importante destacar que la dilución de NaClO al 5% es un importante disolvente tisular y si es diluido con agua en partes iguales convirtiéndolo al 2.5%, no afecta su acción disolvente.⁷²

Gómes y cols. demostraron que el NaClO al 5.25% mata *E. faecalis* en 30 segundos, mientras que a concentraciones del 0.5% a 2.5% se requiere de 10 a 30 minutos, por lo tanto, se recomienda aumentar la efectividad de las bajas concentraciones de NaClO utilizando grandes volúmenes de irrigante, recambio frecuente o presencia del irrigante en el conducto por períodos mayores de tiempo. Pashley (1985) mostró que el NaClO tiene más efectos cáusticos sobre tejidos sanos al 5.25% que al 0.5% o al 1%; sin embargo, en infecciones persistentes y retratamientos se requiere mayor concentración para aumentar su efecto antimicrobiano.^{73,74}

Algunos estudios han revelado que la preparación quimiomecánica utilizando NaClO a diferentes concentraciones no es suficiente para lograr que los conductos radiculares estén libres de bacterias cultivables, aproximadamente del 40% al 60% de los conductos radiculares son positivos a la presencia bacteriana.⁷⁵

Martinho y Gomes cuantificaron las endotoxinas y bacterias cultivables en los dientes con necrosis pulpar y periodontitis apical antes y después de la irrigación con NaClO al 2.5% e investigaron su correlación con la presencia de sintomatología clínica. Los resultados indican que la preparación con NaClO al 2.5% fue moderadamente efectiva contra las bacterias, pero menos efectiva contra las endotoxinas en la infección del conducto radicular. También encontraron una asociación estadísticamente significativa entre los niveles más altos de bacterias y endotoxinas y la sintomatología clínica.⁷⁶

Complicaciones del tratamiento de conductos

Las complicaciones típicas de la endodoncia incluyen síntomas de dolor, inflamación y necesidad de un nuevo tratamiento. Un alto porcentaje de pacientes declaran estar dispuestos a elegir de nuevo el tratamiento del conducto radicular.^{77,78}

Entre las complicaciones ocurridas durante la terapia endodóntica, la extrusión de NaClO también conocida como “accidente de hipoclorito”, siendo el irrigante de elección en el tratamiento de conductos, es una de las más alarmantes por sus manifestaciones clínicas inmediatas, causando un dolor intenso, edema instantáneo, una respuesta inmunológica exacerbada, así como daño en células endoteliales y fibroblastos, pudiendo ocasionar necrosis. Una correcta identificación del problema, seguido de un tratamiento inmediato, y una observación minuciosa, generan un pronóstico favorable.⁷⁹⁻⁸¹

La gran mayoría de las lesiones por hipoclorito se consideran evitables. Por lo tanto, se debe extremar la precaución en la aplicación de NaClO a los canales radiculares para evitar la aparición de consecuencias perjudiciales causadas por la propagación de esta solución altamente citotóxica para los tejidos.⁸²

A continuación, se explican con mayor detalle las consecuencias que puede tener este accidente:

1. Quemaduras químicas y necrosis tisular: Dado el uso generalizado de hipoclorito, esta complicación es afortunadamente muy rara. La quemadura química con una necrosis tisular extensa o localizada puede ocurrir debido a una reacción inflamatoria aguda grave de los tejidos. Esto conduce a una rápida inflamación del tejido tanto intra-oral como extra-oral. La inflamación puede extenderse más allá de la región del diente afectado y puede ser edematosa, hemorrágica o ambas; posiblemente dando lugar a hematomas y equimosis en la mucosa circundante y probablemente en la piel facial. La afectación del seno maxilar llevará a la sinusitis aguda.
2. Complicaciones neurológicas: Se ha descrito en la literatura la presencia de parestesia y anestesia afectando el nervio mentoniano, dentario inferior e infraorbitario del nervio trigémino después de la extrusión inadvertida de NaClO.

Sin embargo, es necesario continuar la investigación en esta área.

3. Obstrucción de las vías respiratorias superiores: El uso del NaClO como irrigante sin un aislamiento adecuado del diente puede llevar a la fuga de la solución en la cavidad oral y la ingestión o inhalación por parte del paciente. Esto podría resultar en irritación de la garganta, y en casos graves, las vías respiratorias superiores podrían verse comprometidas. Los indicadores de gravedad de estas extrusiones incluyen dificultad para tragar, seguido de dificultad respiratoria. En estas situaciones se requiere hospitalización de emergencia.⁴⁷

En este sentido se buscan soluciones irrigantes alternas al hipoclorito de sodio capaces de lograr la eliminación de microorganismos sin comprometer el tejido adyacente.

Se han realizado muchos estudios para determinar qué medicamentos irrigantes son los más eficaces. Con mayor frecuencia, los irrigantes estudiados son hipoclorito de sodio, clorhexidina y EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). En los últimos años se ha recomendado el uso de diferentes estrategias para mejorar tanto la capacidad de limpieza como la capacidad antimicrobiana de la irrigación. Se han introducido combinaciones de irrigantes como hipoclorito de sodio mezclado con otras sustancias como un surfactante, peróxido de hidrógeno, ácido cítrico o EDTA.^{41,83}

Ozdemir y cols. concluyeron que la aplicación combinada EDTA al 17% y NaClO al 2.5% reduce significativamente la cantidad de microorganismos intraconducto.⁸⁴

Algunos estudios han demostrado las interacciones entre soluciones de riego como EDTA/clorhexidina, EDTA/NaClO y NaClO/clorhexidina y sus problemas asociados. Cuando se combinaron EDTA y clorhexidina, se formó un precipitado. Del mismo modo, cuando se combinaron NaClO y CHX, se formó un precipitado conocido como paracloroanilina (PCA), que se sabe que es carcinógeno para los animales. El PCA puede degradarse aún más en 1-cloro-4-nitrobenceno, que también se sabe que es un carcinógeno. Bui y colaboradores, demostraron que este precipitado eliminó los túbulos dentinarios y afectaría el sellado del sistema del conducto radicular. El potencial de disolución tisular de la solución de NaClO se debe principalmente a su cloro libre

disponible, y la combinación de EDTA y NaClO resultó en la reducción del cloro disponible.⁸⁵

Por lo tanto, la búsqueda de un irrigante endodóntico menos tóxico, pero igualmente eficaz en cuanto a su actividad antimicrobiana y de disolución tisular, debe continuar.

En los últimos años, el uso de nanopartículas para desinfectar canales radiculares ha ganado popularidad debido a su amplio espectro de actividad antibacteriana. Las nanopartículas de quitosano, óxido de zinc y plata poseen un amplio espectro de actividad antimicrobiana, causada por la alteración de la permeabilidad de la pared celular que resulta en la muerte celular.^{16,86,87}

NBELYAX —Éviter®—

Dentro de los productos de la última generación que se han desarrollado para eliminar patógenos se encuentra la nanopartícula NBELYAX —Éviter®—.

El prefijo “nano”, en la palabra nanotecnología, deriva del término griego que significa “pequeño”. Un nanómetro equivale a la milmillonésima parte de un metro, o millonésima parte de un milímetro. Un nanómetro se representa como $1\text{nm} = 1 \times 10^{-9}\text{ m}$.

La ciencia que estudia y trabaja con las nanopartículas se le denomina nanotecnología y puede definirse como la ciencia y la ingeniería involucradas en el diseño, síntesis, caracterización y aplicación de materiales y aparatos, cuya organización funcional más pequeña, al menos en una dimensión, se encuentra a escala nanométrica.^{88,89}

En los últimos años, la nanotecnología de materiales se ha convertido en una de los más importantes campos en física, química, ingeniería y biología y en aplicaciones biomédicas como la administración de fármacos, la regeneración de tejidos, la aplicación antimicrobiana, la transfección genética y la obtención de imagenología.^{86,90}

Las nanopartículas con moléculas reactivas y materiales a nanoescala tienen el potencial de combatir la resistencia a los microorganismos, ya que tienen las ventajas de tamaños muy pequeños, una gran relación superficie-masa y muy buena reactividad.⁹¹

Dentro del campo de las nanopartículas hay cuatro tipos de acuerdo a los materiales que las componen, que son: a base de carbón; de metales base como los de quantum dots, los de oro, plata y dióxido de titanio; dendrímeros (polímeros) y composites, lo que determina que sean reactivas o catalíticas lo que les permite atravesar membranas celulares en organismos.

En el ámbito farmacéutico, el uso de nanopartículas tiene gran potencial como vehículo para transportar fármacos que mejoren la selectividad del tratamiento, esto significa que permiten que se localice mejor el sitio de acción dónde se debe liberar el medicamento, con una eficacia de tan sólo segundos, en comparación con fármacos que pueden hacer efecto después de 10 o 15 minutos.

Además, gracias a su pequeño tamaño pueden incorporar sustancias que faciliten el reconocimiento de las células y los tejidos. Generalmente una nanopartícula se liga a un agente antimicrobiano –antibiótico, antimicótico, antiparasitarios, antivirales, antisépticos, etc.– que es el vehículo que lo transporta.

El uso de nanopartículas en la vida cotidiana se pueden observar: en el campo médico, por ejemplo, se han elaborado gasas para quemaduras o heridas graves con nanopartículas de plata que mejoran la eficiencia contra 150 tipos de microorganismos y actualmente se utilizan en más de 100 hospitales de Norteamérica, también pueden ser promotoras del crecimiento óseo al permitir su regeneración, en el caso de los agentes de contraste son sustancias que se aplican a las personas para detectar si padecen alguna anomalía en su organismo; en los protectores solares estimulan la dermis de tal manera que la protegen contra los rayos solares; también son usadas en adhesivos dentales para la restauración dental, endodoncias o incrustaciones en donde se emplea un adhesivo con nanopartículas de silicio, cuya función es formar uniones extraordinariamente fuertes entre el esmalte y las coronas; para la protección ambiental, como en casos donde se han desarrollado nanopartículas de dióxido de titanio presentes en banquetas o en la pintura de las casas, las cuales se activan en presencia de luz solar y descomponen los contaminantes atmosféricos, entre otros.

Existe un creciente interés mundial en la producción de productos químicos de alto valor y productos farmacéuticos mediante procesos ecológicos y sostenibles como alternativa y complemento de los procesos petroquímicos y, en términos estratégicos, la biosíntesis de productos naturales podría llegar a ser una parte valiosa de una operación de bio-refinación industrial.⁹²

La firma Gresmex, en México, desarrolló una nanopartícula patentada y nombrada NBELYAX –Éviter®–, llamada así por la derivación del nombre maya de la diosa de la salud. Se trata de una molécula de dióxido de titanio (TiO₂) y carburo de silicio (SiC) sintetizados mediante el método de impregnación.

La nanopartícula del activo NBELYAX –Éviter®–, es un catalizador bioselectivo constituida por extractos naturales, programado para detectar, seleccionar y neutralizar todo tipo de virus, bacterias, hongos, esporas, tripanosomas y micobacterias mediante la desarticulación de su cadena de ADN o ARN.

Mide tan sólo 2 nm, según un estudio realizado en la Universidad Autónoma de Nuevo León en donde utilizaron microscopía electrónica de transmisión para su medición, lo que ha dado la capacidad de penetrar la cápside de los virus a las membranas celulares bacterianas o fúngicas, y llegar a su material genético para su interacción. Una vez en contacto con el material genético de los microorganismos, la partícula, siendo del tamaño del diámetro de las hélices helicoidales del ADN o ARN, actúa en la composición química rompiendo las cadenas carbono-carbono y carbono-nitrógeno, y esto representa la destrucción total del microorganismo patógeno.

Los microorganismos no hacen intercambio genético con la partícula NBELYAX –Éviter®–, lo que hace imposible que estos microorganismos muten o generen resistencia a dicho activo.

La nanopartícula posee propiedades de bioselectividad que actúan directamente sobre la información genética de los microorganismos, sin dañar al ADN humano, analizado por varias pruebas de toxicidad por el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias aunque la partícula no daña células sanas aún en concentraciones 1000 veces más altas que otras sustancias, no altera la química sanguínea, no causa daños hepáticos y no causa daños oculares, no es carcinogénica ni tóxica por lo que es totalmente inocua.⁹³

Los productos con NBELYAX –Éviter®– como ingrediente activo incluyen antisépticos, desinfectantes y esterilizantes, desarrollados para neutralizar el 99.99% de los patógenos y permanecer activo hasta 72 horas indicado así por el fabricante. El enjuague bucal bio salud Eion® con la nanopartícula NBELYAX –Éviter®– como ingrediente activo posee una capacidad bioselectiva que da como resultado que su uso sea completamente seguro para los tejidos.

Fracasos del tratamiento de conductos

Los avances en la endodoncia han aumentado el porcentaje de éxito de la terapia, el cual se encuentra entre el 70% y el 95% cuando el tratamiento es realizado por especialistas y entre el 64% y el 75% cuando es llevado a cabo por odontólogos generales según reportes de Vélez y cols. (2014). Las investigaciones indican que el porcentaje es mayor en aquellos dientes que tienen 1 o 2 conductos y los fracasos más frecuentes son en molares de 3 conductos, con una anatomía compleja y a veces impredecible.^{94,95}

En algunos casos, los síntomas pueden persistir o recidivar espontáneamente. Hallazgos como una fístula que drena, dolor al masticar o la observación de una radiotransparencia que aumenta de tamaño indican problemas del procedimiento endodóntico inicial. Muchos fracasos endodónticos se producen al cabo de un año o más del tratamiento inicial de conductos radiculares, a menudo complicando una situación en la que ya se ha colocado una restauración definitiva.⁸

La condición preoperatoria de los dientes como son el estado pulpar y periapical, tamaño de la lesión periapical, historia de traumatismo, presencia de reabsorción, fractura, fisuras, inflamación y presencia de fístula, tienen un impacto potencial en el resultado y pronóstico del tratamiento de conductos.⁹⁶

Ha sido postulado que un correcto tratamiento endodóntico está basado en una tríada de factores que se relacionan entre sí y que incluyen el acceso, la preparación y la obturación radicular. Estos factores no son suficientes para lograr el éxito, pues deben ser complementados por la irrigación, la medicación intraconducto, cuando el caso lo requiera

y un buen sellado coronario temporal y definitivo mediante una adecuada rehabilitación de la pieza dentaria con la finalidad de restituir su función.⁹⁷

También pueden existir complicaciones en el organismo generadas por procedimientos dentales. Existen evidencias que respaldan que las bacteriemias ocurren en 100% de los pacientes sometidos a una extracción dental, en 70% de los casos después de la tartrectomía dental, en 55% luego de la extracción del tercer molar y en 20% después del tratamiento de conductos.⁹⁸

La bacteriemia de origen dental se ha relacionado con enfermedades múltiples. Uno de los resultados más graves de la bacteriemia de origen dental es la endocarditis infecciosa, la cual se asocia con una importante morbilidad y mortalidad.⁹⁹

Por otro lado, el absceso cerebral es una infección rara pero seria y potencialmente mortal. Infecciones dentales han sido ocasionalmente reportadas como la fuente bacteriana que los produce. Los patógenos orales de una infección odontogénica podrían entrar en el cerebro por vía hematológica, por vía linfática, o por extensión directa a través de los espacios aponeuróticos. La placa dental contiene una de las concentraciones más grandes de microorganismos en el cuerpo humano. En particular, se pueden aislar aproximadamente 350 cepas bacterianas diferentes en periodontitis y 150 en infecciones endodónticas. En vista de su relativa rareza, el diagnóstico de una condición tan potencialmente mortal es un reto importante para cada clínico, ya que a menudo ocurre espontáneamente y la fuente de infección debe ser identificada.¹⁰⁰

El factor principal asociado con los fracasos en el tratamiento de conductos es la persistencia de la infección microbiana en el sistema de los conductos radiculares. Los microorganismos implicados pueden haber sobrevivido a los efectos del trabajo biomecánico o pueden haber invadido los conductos como consecuencia de las filtraciones que se suscitan en la corona de los dientes obturados después del tratamiento. De igual manera los restos pulpares y restos de barro dentinario contaminado contribuyen de manera importante en la formación de estados patológicos periapicales que conducen al fracaso del tratamiento.^{21,97,101}

El pronóstico de éxito es mayor cuando el período de seguimiento supera los 10 años y de acuerdo con las particularidades de cada caso, este pronóstico dependerá de la calidad del tratamiento, el diseño y la restauración posterior. Las obturaciones radiculares mal adaptadas y las que quedan a más de 2 mm del ápice radicular, conllevan un mayor porcentaje de fracasos. El fracaso endodóntico puede llevar a extraer el diente; por consiguiente, un tratamiento defectuoso incrementa el riesgo de pérdida del diente lo que ocasionaría dificultad a la masticación y por consiguiente la nutrición de cada individuo podría verse afectada.¹⁰²

Las opciones de tratamiento después de un tratamiento inicial fallido del conducto radicular incluyen un retratamiento de conductos, cirugía endodóntica o apicectomía, reimplantación dental, trasplante dental, extracción y reemplazo mediante el uso de un solo implante dental, extracción y reemplazo mediante el uso de una prótesis dental fija, y extracción sin reemplazo. La decisión sobre si abordar el caso quirúrgicamente o considerar un retratamiento endodóntico ortógrado –a través de la porción coronal del diente– viene dictada por diferentes factores clínicos y anatómicos. Desde la perspectiva de la economía del cuidado de la salud, la alternativa a retener el diente natural resulta en un mejor costo-beneficio para los pacientes.^{8,103}

La evaluación integral de cada caso, incluyendo la evaluación del riesgo de caries y enfermedad periodontal, siempre es necesaria cuando se elige el tratamiento óptimo después de que el tratamiento inicial de conductos resulta fallido.^{78,104}

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La literatura científica muestra que existe una alta prevalencia de fracasos endodónticos, los cuales pueden ser provocados por múltiples factores entre ellos es la permanencia principalmente de la bacteria *Enterococcus faecalis*, así como otras asociadas secundariamente al proceso infeccioso de la pulpa como *C. albicans*, *E. coli*, *S. aureus*, entre otras.

Actualmente el hipoclorito de sodio es el irrigante más utilizado en el tratamiento de conductos para la desinfección radicular, ya que posee ventajas de eliminación bacteriana y degradación de tejidos, no obstante, tiene cierto nivel de toxicidad al entrar en contacto con los tejidos. Recientemente la empresa Gressmex sacó al mercado una gama de productos con una nueva nanopartícula patentada como NBELYAX –Éviter®– capaz de eliminar cualquier tipo de microorganismo patógeno, por lo que nos hacemos la siguiente pregunta:

¿Cuál es la eficiencia del NBELYAX –Éviter®– vs hipoclorito de sodio en la inhibición de algunos grupos de microorganismos presentes en procesos infecciosos pulpares?

OBJETIVO

Determinar la eficiencia del NBELYAX –Éviter®– en la inhibición de *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*, en comparación con el hipoclorito de sodio al 5.25% y al 2.5%.

MATERIAL Y MÉTODOS

a) Tipo de estudio.

Ensayo clínico.

b) Población.

Cepa ATCC 19433 de *Enterococcus faecalis*, cepa ATCC 43300 de *Staphylococcus aureus*, cepa ATCC 8739 de *Escherichia coli* y cepa ATCC 14053 de *Candida albicans*.

c) Variables. Definición y operacionalización.

Variable	Definición	Nivel de Medición	Operacionalización
Soluciones desinfectantes	Sustancias capaces de inactivar y disminuir el número de microorganismos.	Cualitativa nominal	Hipoclorito de sodio al 5.25% Hipoclorito de sodio al 2.5% Nanopartícula NBELYAX-Éviter®- Enjuague bucal bio salud Eion Solución salina estéril
Microorganismos	Agente etiológico asociado a un proceso terminal pulpar.	Cualitativa nominal	<i>Enterococcus faecalis</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Candida albicans</i>
Halos de inhibición	Zona alrededor de un disco con una sustancia en el que no se produce crecimiento bacteriano en una placa de agar inoculada con microorganismos.	Cuantitativa continua	Milímetros de inhibición

d) Técnica.

Se realizó un ensayo a ciegas. Un investigador calibrado fue el encargado de realizar la colocación de los discos de papel filtro para la inhibición bacteriana conociendo el orden de las soluciones evaluadas, y un investigador encargado de la lectura de resultados desconociendo las soluciones evaluadas.

Para valorar la eficiencia de las sustancias desinfectantes y la sensibilidad microbiana a ellas, se utilizó la técnica de difusión en agar con discos de papel filtro de la siguiente manera:

Se utilizó agar Soya Trypticaseína para el cultivo bacteriano, preparando 350 ml del medio de cultivo según las indicaciones del fabricante para colocar en cada caja de Petri 20 ml del medio. En cada caja de agar Soya Trypticaseína se sembró masivamente con el asa bacteriológica cada una de las cepas: Cepa ATCC 19433 de *Enterococcus faecalis*, cepa ATCC 43300 de *Staphylococcus aureus*, cepa ATCC 8739 de *Escherichia coli* y cepa ATCC 14053 de *Candida albicans*. Para cada cepa bacteriana se utilizaron tres cajas de Petri, y una caja más para el control, la cual se dividió en cuatro partes iguales y en cada área se sembró una cepa; dando como resultado 13 cajas en total.

Posterior al sembrado, se colocaron en cada caja cinco discos de papel filtro estéril humedecido en la solución desinfectante correspondiente, de tal forma que cada cepa de bacterias tuvo tres cajas con agar con cinco discos de papel con cada una de las soluciones de estudio. Para la solución de control, sólo se colocó un disco de papel para cada cepa. Las soluciones desinfectantes estuvieron cifradas con las letras:

- A. NaClO al 2.5%.
- B. Enjuague bucal Eion con NBELYAX –Éviter®–.
- C. NaClO al 5.25%.
- D. solución salina estéril como control.

Se incubaron las cajas de agar durante 24 horas a 37° C para la lectura de resultados.

e) Diseño Estadístico.

Los datos obtenidos de la investigación fueron procesados en el paquete estadístico SPSS V.19.0 con el cuál se obtuvo la estadística descriptiva. La prueba de significancia estadística fue la Prueba U de Mann-Whitney con un nivel de confianza al 95% ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Las soluciones irrigantes en la eliminación de las bacterias durante los tratamientos de conductos es un factor fundamental para lograr el éxito de los procedimientos endodónticos.

En el mercado se encuentra una gran variedad de soluciones, entre ellas se encuentra el hipoclorito de sodio (NaClO), en términos generales su mecanismo de acción incluye: a) la saponificación, esto es, que actúa como solvente orgánico que degrada los ácidos grasos para la reducción de la tensión superficial de la solución remanente; b) neutralización, es decir, equilibra aminoácidos formando agua y sal y c) cloraminación, reacción entre el cloro y el grupo amino que forma cloraminas que interfieren en el metabolismo celular por oxidación.

En este contexto, en este estudio se analizaron el NaClO a dos concentraciones que fueron al 5.25% y al 2.5% –por ser el irrigante que por su efectividad comprobada es el más utilizado por los especialistas–, la solución con nanopartículas NBELYAX –Éviter®– a base de partículas de dióxido de titanio (TiO₂) y extractos orgánicos en su presentación como enjuague bucal, y solución fisiológica como testigo.

Los microorganismos de prueba de sensibilidad a las soluciones irrigadoras fueron *E. faecalis*, *S. aureus*, *E. coli*, y *C. albicans* sembrados en agar soya tripticaseína.

Al observar los halos de inhibición provocados en los 5 discos por las soluciones sin importar la bacteria, se muestra que, el NaClO al 5.25% obtuvo una media de 24.5 (\pm 6.8) mm de diámetro de inhibición, este es el mayor valor respecto a las demás soluciones, la inhibición obtenida con la concentración del NaClO al 2.5% fue de 16.6 (\pm 4.6) mm, a pesar de que el halo es menor entre ambas concentraciones de hipoclorito de sodio, cabe recordar que la dilución de este a altas concentraciones –mayores de 2.5%– es sumamente tóxico según diversos estudios realizados en los cuales se ha demostrado que puede causar complicaciones diversas si se extruye a los tejidos, como quemaduras químicas, necrosis, afectación neurológica e incluso obstrucción de vías respiratorias superiores, el enjuague con NBELYAX –Éviter®– tuvo una media de 10.1 (\pm 10.5) mm en el diámetro del halo de inhibición pero esto sólo se presentó en dos bacterias en las que sí es efectivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diámetro de los halos de inhibición en milímetros por solución desinfectante.

Solución	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Mediana
NaClO 5.25%	24.5	6.8	16	35	23
NaClO 2.5%	16.6	4.6	12	28	15
NBELYAX Éviter® ^a	10.1	10.5	0.0	25	8
Solución fisiológica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

^aHalos presentes únicamente en *S. aureus* y *C. albicans*

Al comparar los diámetros de los halos de inhibición –en milímetros– se observó que con la nanopartícula NBELYAX –Éviter®– en las cepas de *Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli* no hubo inhibición (Figura 1), mientras que, los halos de inhibición de las cepas de *S. aureus* y *Candida albicans*, presentaron en promedio un diámetro de 22.2 (\pm 1.8) y 18 (\pm 1.9) mm respectivamente.

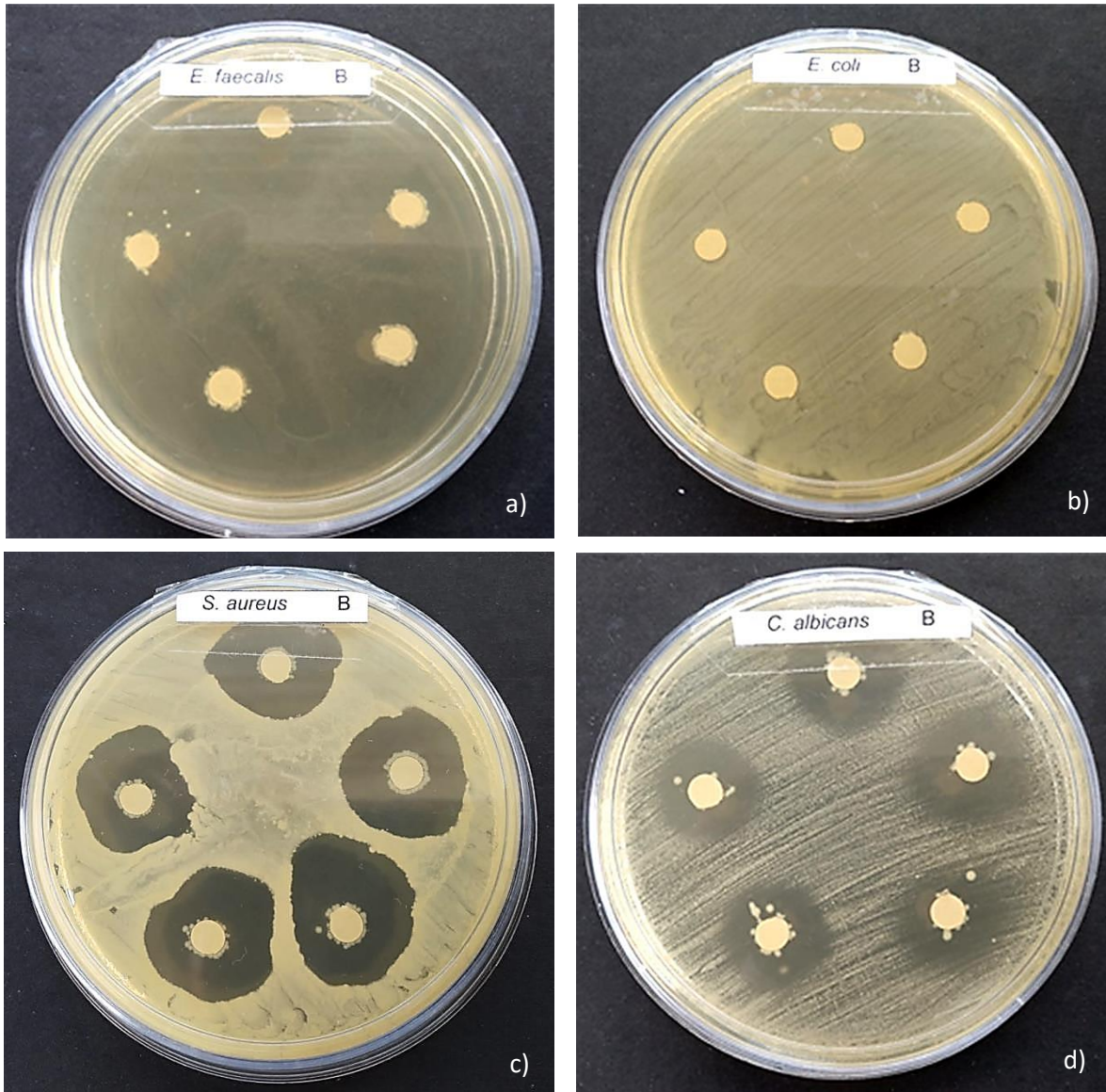


Figura 1. Falta de halos de inhibición en cultivo de a) *Enterococcus faecalis*, b) *Escherichia coli*, vs halos de inhibición presentes en c) *Staphylococcus aureus* y d) *Candida albicans*, sembrados en agar soya tripticaseína con discos de papel estéril empapados con enjuague Eion con NBELYAX Éviter®.

Al análisis de la efectividad de cada una de las soluciones, se muestra que, la solución irrigante con mayor sensibilidad por microorganismo fue el NaClO al 5.25%, para *C. albicans* se obtuvo un halo de inhibición de $35 (\pm 0.0)$ mm (Figura 2); ocupando el segundo lugar el NaClO al 2.5% con $23.6 (\pm 2.9)$ mm (Figura 3).

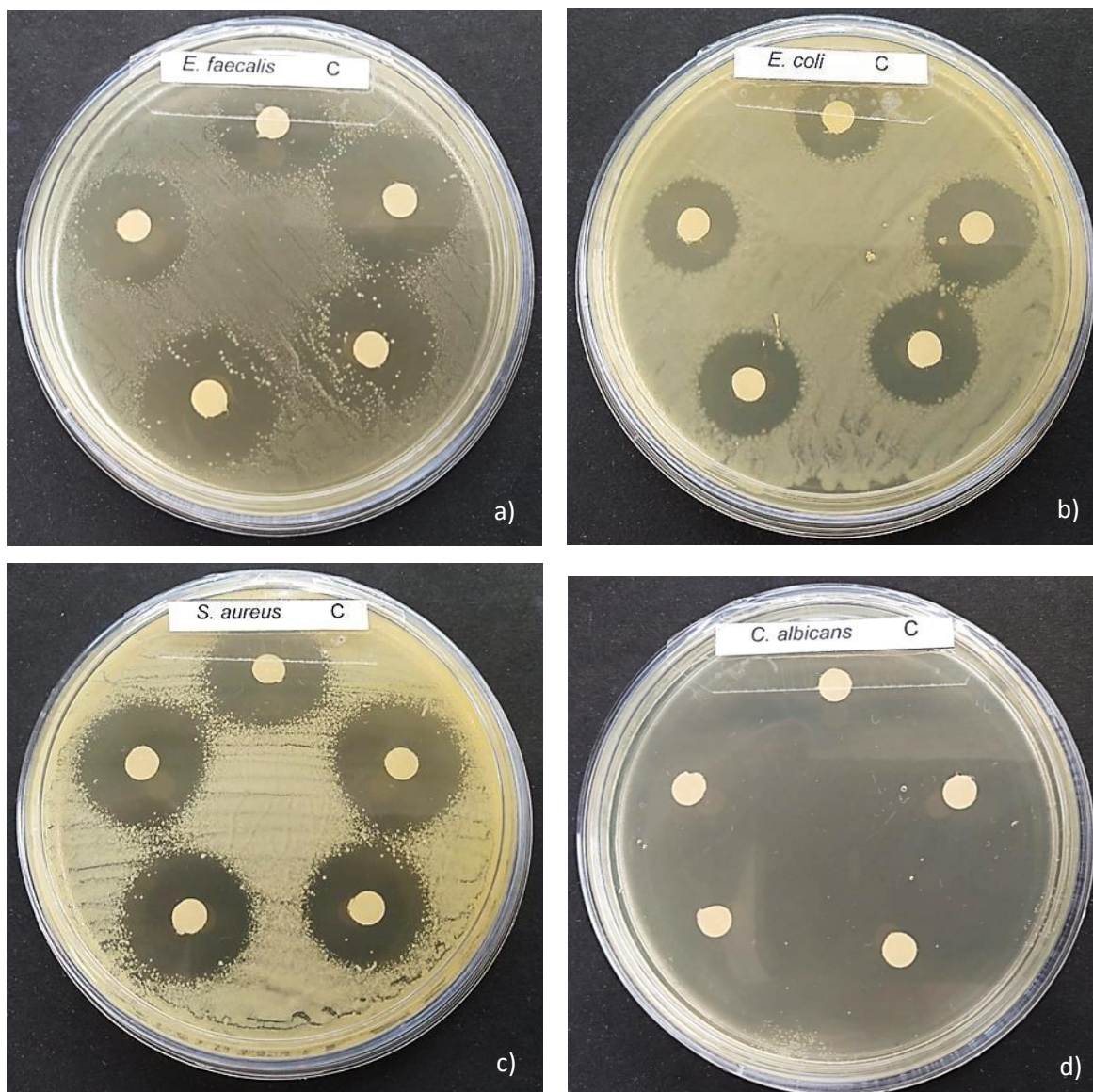


Figura 2. Halos de inhibición presentes en cultivo de a) *Enterococcus faecalis*, b) *Escherichia coli*, c) *Staphylococcus aureus* y d) *Candida albicans*, sembrados en agar soya tripticaseína con discos de papel estéril empapados con Hipoclorito de sodio al 5.25%.

El análisis estadístico (Cuadro 2) no arrojó evidencia científica suficiente para concluir la eficacia o no de la nanopartícula de estudio, ya que al compararla con las otras sustancias solo se observó que existe una diferencia en el caso de *C. albicans*; no obstante, la eficacia de la nanopartícula NBELYAX –Éviter®– es evidente ante el hipoclorito de sodio al 5.25% en su uso para la inhibición del *S. aureus* 22.2 (\pm 1.8) vs 22.6 (\pm 1.1) $p = 0.517$ respectivamente. Por lo que la nanopartícula NBELYAX –Éviter®– resultó ser

más eficiente que el NaClO al 2.5% sobre *S. aureus* $22.8 (\pm 1.8)$ vs $14.8 (\pm 0.9)$ $p = 0.008$, es decir que sobre esta cepa la nanopartícula demostró una similitud cercana a la eficiencia del NaClO al 5.25%.

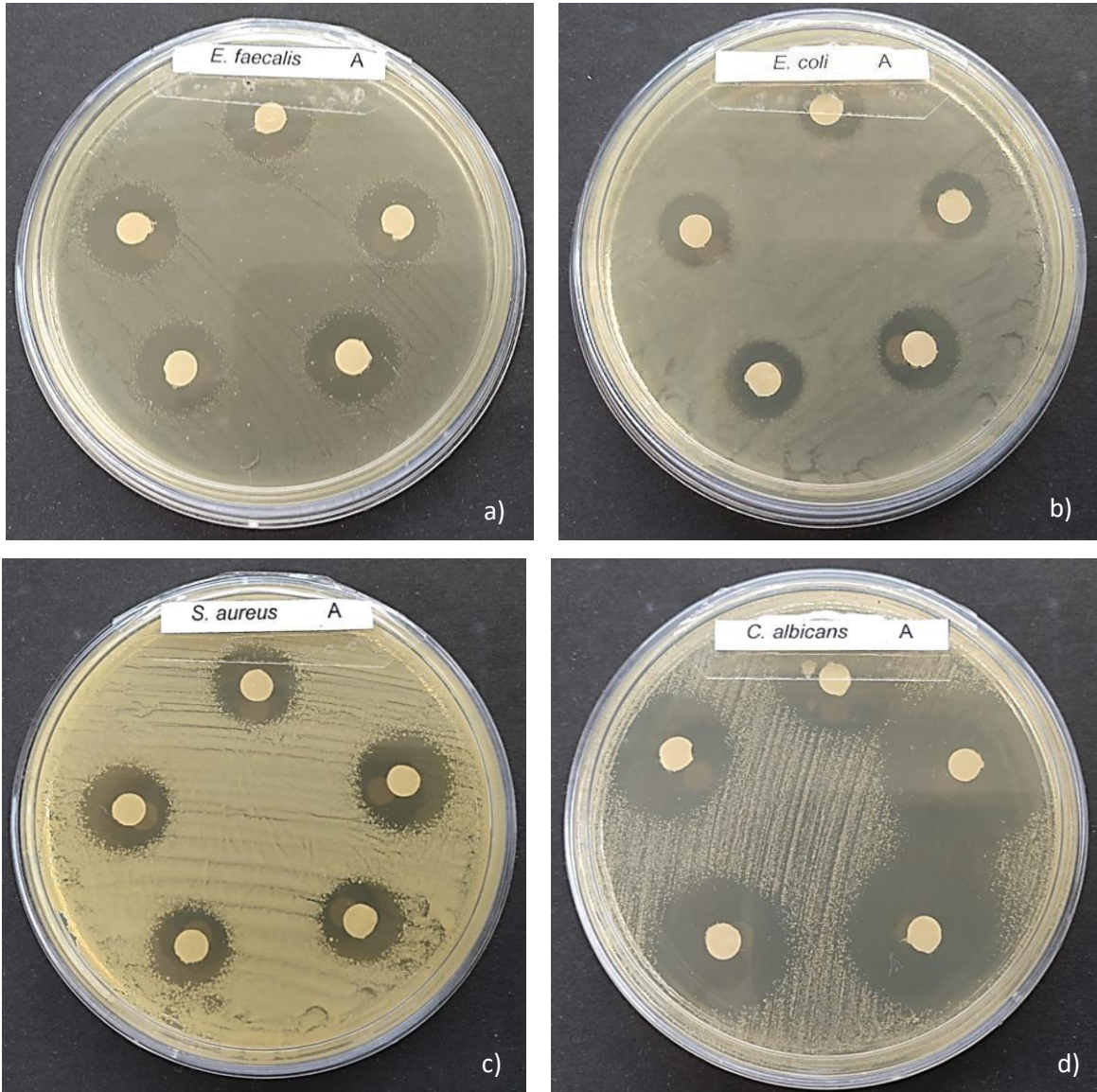


Figura 3. Halos de inhibición presentes en cultivo de a) *Enterococcus faecalis*, b) *Escherichia coli*, c) *Staphylococcus aureus* y d) *Candida albicans*, sembrados en agar soya tripticaseína con discos de papel estéril empapados con Hipoclorito de sodio al 2.5%.

Cuadro No. 2 Promedio en milímetros de halos de inhibición por solución desinfectante en microorganismos.

Solución	<i>E. faecalis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>
NaCl 5.25%	22.8 (2.58)	22.6 (1.1)	17.4 (1.1)	35 (0.0)
NaCl 2.5%	15.6 (0.89)	14.8 (0.83) ^a	12.4 (0.54)	23.6 (2.88) ^c
NBELYAX Éviter®	0.0 (0.0)	22.2 (1.78) ^b	0.0 (0.0)	18 (1.87) ^d
Solución fisiológica	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)

Prueba U de Mann-Whitney; a vs b, p = 0.008; c vs d, p = 0.005.

DISCUSIÓN

Independientemente de la solución que se utilice como irrigante durante el tratamiento de conductos, la técnica de ensanchado del conducto y de lavado también son importantes.

El presente estudio mostró la eficiencia de la nanopartícula NBELYAX –Éviter®– para el *S. aureus* y *C. albicans* en comparación con el irrigante más utilizado en endodoncia que es el NaClO.

La evidencia actual está fuertemente a favor del hipoclorito de sodio como el principal irrigante endodóntico, sin embargo, hay un debate acerca de cuál es la mejor concentración de hipoclorito de sodio por su alta toxicidad para los tejidos.

Siqueira jr. comparó la eficiencia del NaClO al 1.3%, 2.5% y 5.25% contra *E. faecalis* y encontró que no hubo diferencia significativa entre las tres soluciones probadas. Este estudio y otro realizado por Baumgartner y Cuenin sugieren que el intercambio constante de la solución irrigante y su uso en grandes cantidades deben mantener su efectividad antibacteriana, independientemente de la concentración empleada. Dentro de nuestro estudio se confirmó que el nivel bactericida entre el hipoclorito de sodio al 5.25% y 2.5% no tuvo diferencia estadísticamente significativa; caso contrario con el enjuague bucal con NBELYAX –Éviter®– que no logró inhibir el *Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli*.

45,105

Retamozo y cols. realizaron un estudio que determinó que sólo el NaClO al 5.25% fue capaz de eliminar *Enterococcus faecalis* de los canales radiculares en comparación con el 1.3% y el 2.5% de la misma solución, en comparación con los resultados obtenidos, en los que se encontró que el NaClO al 2.5% sí tuvo halos de inhibición ante esta bacteria in vitro, por lo que la capacidad para eliminarla intraconducto se vería cuestionada por algún otro factor que pudiera ser determinante para su eliminación.¹⁰⁶

Berber y cols. concluyeron que el NaClO 5.25% es la solución irrigante más efectiva, seguida por su dilución al 2.5%. En nuestro estudio, al actuar sobre las cuatro cepas de microorganismos, el NaClO al 5.25% fue la solución irrigante más efectiva formando halos de inhibición de mayor diámetro; no obstante, NaClO al 2.5% también mostró tener un nivel alto de eficacia en la inhibición bacteriana.¹⁰⁷

CONCLUSIONES

No hay duda de que los microorganismos presentes en los conductos radiculares –después del tratamiento o recolonizando el conducto obturado–, son la principal causa de los fracasos en los procedimientos endodónticos. La irrigación de los conductos radiculares es una acción necesaria y fundamental durante toda la preparación en el tratamiento de conductos y como último paso antes del sellado temporal y obturación definitiva.

En el presente estudio no hubo inhibición bacteriana por parte de la nanopartícula NBELYAX –Éviter®– presente en el enjuague bucal EION sobre *Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli*, sin embargo, no se tuvo suficiente evidencia por mostrar que la nanopartícula es eficiente en la inhibición de todos los microorganismos de estudio, por lo tanto, es necesario realizar más estudios para su determinación.

El NaClO al 5.25% sigue siendo la solución desinfectante más efectiva, pero por la toxicidad mencionada en la literatura es más recomendable el uso del NaClO en una dilución al 2.5% siempre y cuando sea usado en grandes volúmenes y en lapsos de tiempo frecuentes durante la irrigación, ya que mostró un nivel de inhibición bacteriana alto.

REFERENCIAS

1. Rodríguez P, Calero J. Microbiología pulpar de dientes íntegros con lesiones apicales de origen idiopático. *Colombia Médica*. 2008; 39(1):5-10.
2. Canalda C, Brau E. Endodoncia. Técnicas y Bases científicas. 3ª ed. España: Elsevier; 2014.
3. Torabinejad M, Walton RE, Fouad AF. Endodontics: Principles and Practice. 5º ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2015.
4. Negroni M. Microbiología estomatológica. Fundamentos y guía práctica. 2ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2009.
5. Ingle J, Blackland L. Endodontics. 4ª ed. Baltimore US: Williams & Wilkins; 1994.
6. Segura-Egea JJ, Gould K, Sen BH, Jonasson P, et al. European Society of Endodontology position statement: the use of antibiotics in endodontics. *Int Endod J*. 2018; 51(1):20-25.
7. Cohen S, Hargreaves KM. Vías de la pulpa. 9ª ed. Madrid: Elsevier Mosby; 2016.
8. Hupp JR, Ellis Edward, Tucker MR. Cirugía oral y maxilofacial contemporánea. 6ª ed. España: Elsevier; 2014.
9. Orihuela GDK. Manejo clínico y pronóstico de la infección endodóncica primaria y secundaria [tesis]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2017.
10. Estrela C. Ciencia endodóntica. Brasil: Artes Médicas; 2005.
11. De Lima Machado ME. Endodoncia ciencia y tecnología. Venezuela: Amolca; 2016.
12. Antunes HS, Rocas IN, Alves FR, Siqueira JF Jr. Total and Specific Bacterial Levels in the Apical Root Canal System of Teeth with Post-treatment Apical Periodontitis. *J Endod*. 2015; 41(7):1037-42.
13. Provenzano JC, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Domingues RR, Paes Leme AF, et al. Metaproteome analysis of endodontic infections in association with different clinical conditions. *PLoS One*. 2013; 8(10): e76108.

14. Gomes BP, Pinheiro ET, Sousa EL, Jacinto RC et al. *Enterococcus faecalis* in dental root canals detected by culture and by polymerase chain reaction analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 102(2):247-53.
15. Angarita M, Forero D, Futiérrez F, Yañez T, Romero C. Análisis de *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans* en núcleos colados en metal base. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2017; 28(2): 292-310.
16. Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan AU, Yan A, Cheung GSP. Biofilms in endodontics-current status and future directions. Int. j. mol. sci. 2017; 18(8).
17. Giardino L, Savoldi E, Ambu E, Rimondini R, Palezona A, Debbia EA. Antimicrobial effect of MTAD, Tetraclean, Cloreximid, and sodium hypochlorite on three common endodontic pathogens. Indian J Dent Res. 2009; 20:391.
18. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Microbiology and treatment of acute apical abscesses. Clin Microbial Rev 2013; 26: 255-273.
19. Siqueira J, Santos S, Rocas I. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. J Endod. 2002 March; 28(3): p. 181-184.
20. Pardi G, Guilarte C, Cardozo EI, Briceño EN. Detección de *Enterococcus faecalis* en dientes con fracaso en el tratamiento endodóntico. Acta Odontol Venez. 2009;47(1):1-11.
21. Rodríguez-Niklitschek C, Oporto GH. Implicancias clínicas de la contaminación microbiana por *Enterococcus faecalis*. Revista Odontológica Mexicana. 2015; 19(3):181-186.
22. Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P, Reit C. Endodoncia. 2ª ed. México: Manual Moderno; 2011.
23. Bashetty K, Hegde J. Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: A randomized clinical trial. Indian J Dent Res. 2010; 21:523-7.
24. Appelbe OK, Sedgley CM. Effects of prolonged exposure to alkaline pH on *Enterococcus faecalis* survival and specific gene transcripts. Oral Microbiol Immunol. 2007; 22 (3): 169-174.

25. Zargar N, Marashi MA, Ashraf H, Hakopian R, Beigi P. Identification of microorganisms in persistent/secondary endodontic infections with respect to clinical and radiographic findings: bacterial culture and molecular detection. *Iran J Microbiol.* 2019;11(2):120-128.
26. Rocas IN, Siqueira JF Jr. Characterization of microbiota of root canal-treated teeth with posttreatment disease. *J Clin Microbiol.* 2012; 50(5): 1721–1724.
27. Cervantes GE, García GR, Salazar SP. Características generales del *Staphylococcus aureus*. *Rev Latinoam Patol Clin Med Lab.* 2014; 61 (1): 28-40.
28. Camarena JJ, Sánchez R. Infección por *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. [Internet]. Madrid: Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica; 1999 [citado el 26 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/bacteriologia/sarm.pdf>
29. Rodríguez AG. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *Sal Púb Méx.* 2002; 44(5): 464-75.
30. Peciuliene V, Reynaud AH, Balciuniene I, Haapasalo M. Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. *Int Endod J.* 2001;34(6):429-34.
31. Liébana UJ. *Microbiología oral*. 2ª ed. España: Mc. Graw Hill; 2002.
32. Pourhajibagher M, Ghorbanzadeh R, Bahador A. Culture-dependent approaches to explore the prevalence of root canal pathogens from endodontic infections. *Braz Oral Res.* 2017; 31:108.
33. Persoon IF, Crielaard W, Özok AR. Prevalence and nature of fungi in root canal infections: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2017; 50:1055-1066.
34. Patel B. *Endodontic diagnosis, pathology, and treatment planning*. Cham: Springer; 2015.
35. Maekawa LE, Lamping R, Maekawa MY, Nassri MRG. Identificação e análise dos microorganismos presentes em canais radiculares com mortificação pulpar. *Rev Paul Odontol.* 2006; 29(1):38-41.

36. Murray PR, Rosenthal PS, Pfaüer FA. Microbiología médica. 5ª ed. España: Elsevier; 2006.
37. Pardi G, Cardozo EI. Algunas consideraciones sobre *Candida Albicans* como agente etiológico de candidiasis bucal. Acta Odontol Venez. 2002; 40 (1): 9-17.
38. Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. J Endod. 2001;27: 1-6.
39. Arens DE. Practical lessons in endodontic treatment. China: Quintessence Publishing; 2009. pp. 145-146.
40. Ballal NV, Moorkoth S, Mala K, Bhat KS, Hussien SS, Pathak S. Evaluation of chemical interactions of maleic acid with sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. J Endod. 2011; 37 (10): 1402-1405.
41. Haapasalo M; Shen Y; Wang Z; Gao Y. Irrigation in endodontics. Br Dent J. 2014; 216(6):299-303.
42. Jiménez L, Gómez J, Matos M. Irrigación ultrasónica pasiva comparada con irrigación manual en la eliminación del *Enterococcus Faecalis* del sistema de conductos (Estudio in vitro). Acta Odontol Venez. 2014; 52(2).
43. Leonardo MR, Leal JM. Endodoncia tratamiento de los conductos radiculares. 2ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1994
44. Arroyo CR, Cuin MSI, Calderón RBM, Rodríguez ZDE, Ruiz RH. Propuesta de un modelo experimental in vitro para evaluar alteraciones morfológicas de eritrocitos expuestos a NaOCl 5.25%. Rev Odont Mex 2016; 20 (4): 248-52.
45. Siqueira JF Jr, Rôças I N, Favieri A, Lima K C. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod. 2000; 26: 331-334.
46. Cárdenas BA, Sánchez GS, Tinajero MC, González RV, Baires VL. Use of sodium hypochlorite in root canal irrigation. Opinion survey and concentration in commercial products. Rev Odont.Mex. 2012; 16(4): 252-258.
47. Jain P. Common complications in endodontics: prevention and management. Cham: Springer; 2018.

48. Gómez BK, Quesada ME, Fang ML, Covo ME. Accidente con hipoclorito de sodio durante la terapia endodóntica. *Rev Cub Estomatol.* 2018; 55(2): 1-7.
49. Beltz R E, Torabinejad M, Pouresmail M. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod.* 2003; 29: 334–337.
50. Cobankara FK, Ozkan H B, Terlemez A. Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. *J Endod.* 2010; 36: 272–274.
51. Stojcic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 2010; 36: 1558–1562.
52. Soares IJ, Goldberg F. *Endodoncia técnica y fundamentos.* Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2002.
53. Willershausen I, Wolf TG, Schmidtman I, et al. Survey of root canal irrigating solutions used in dental practices within Germany. *Int Endod J.* 2015; 48:654–60.
54. Martins LMC, Brait AH, Rabêlo BG, Almeida RE, da Silveira BC. Analysis of active chlorine releasing and pH of sodium hypochlorite solutions used in Endodontics. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia.* 2014;11(3):252-259.
55. Harrison J W, Hand R E. The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 1981; 7: 128–132.
56. Gomes B P, Ferraz C C, Vianna M E, Berber V B, Teixeira F B, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2001; 34: 424–428.
57. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006; 32: 389–398.
58. Marion JJC, Manhães FC, Bajo H, Duque TM. Efficiency of different concentrations of sodium hypochlorite during endodontic treatment. Literature review. *Dental Press Endod.* 2012; 2 (4): 32-37.
59. Arroyo CR, Cuin MSI, Calderón RBM, Rodríguez ZDE, Ruiz RH. Propuesta de un modelo experimental in vitro para evaluar alteraciones morfológicas de eritrocitos expuestos a NaOCl 5.25%. *Rev Odont Mex* 2016; 20 (4): 248-52.

60. Botero MLM, Gómez GB, Cano OAD, Cruz LS, et al. Hipoclorito de sodio como irrigante de conductos. Caso clínico, y revisión de literatura. Av Odontoestomatol. 2019; 35(1): 33-43.
61. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. Endod Top. 2012 September; 27(1):74-102.
62. Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. J Conserv Dent. 2010;13: 256–64.
63. Lewis PR. Sodium hypochlorite in root canal therapy. Journal of the Florida Dental Society 1954; 24: 10-11.
64. Shih M, Marshall FJ, Rosen S. The bactericidal efficiency of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1970; 29: 613-619.
65. Dunavant T R, Regan J D, Glickman G N, Solomon E S, Honeyman A L. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. J Endod. 2006; 32: 527–531.
66. Soares JA, Pires Dr. Influence of sodium hypochlorite-based irrigants on the susceptibility of intracanal microbiota to biomechanical preparation. Braz Dent J. 2006;17(4):310-6.
67. Gu LS, Huang XQ, Griffin B, Bergeron BR, Pashley DH, et al. Primum non nocere - The effects of sodium hypochlorite on dentin as used in endodontics. Acta Biomater. 2017; 61:144-56.
68. Mai S, Kim YK, Arola DD et al. Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. J Dent. 2010; 38(3):201-6.
69. Bashetty K, Hegde J. Comparison of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite irrigating solutions on postoperative pain: A randomized clinical trial. Indian J Dent Res 2010; 21:523-7.
70. Mostafa MEHAA, El-Shrief YAI, Anous WIO, Hassan MW et al. Postoperative pain following endodontic irrigation using 1.3% versus 5.25% sodium hypochlorite in mandibular molars with necrotic pulps: a randomized double-blind clinical trial. Int Endod J. 2019; 53(2):154-166.

71. Mehdipour O, Kleier DJ, Averbach RE. Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compend Contin Educ Dent*. 2007; 28(10):544-6, 548, 550.
72. Trepagnier CM, Madden RM, Lazzari EP. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *J Endod* 1977; 3: 194-196.
73. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB et al. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*. 2001; 34(6):424-8.
74. Pashley EL, Bucksong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissues. *J Endod*. 1985;11(12):525-8.
75. Siqueira J, Rocas I. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*. 2008; 34(11):1291-1301.
76. Martinho FC, Gomes BP. Quantification of endotoxins and cultivable bacteria in root canal infection before and after chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite. *J Endod*. 2008; 34(3):268-72.
77. Doyle SL, Hodges JS, Pesun IJ, et al. Retrospective cross sectional comparison of initial nonsurgical endodontic treatment and single-tooth implants. *J Endod*. 2006;32(9):822-827.
78. Torabinejad M, White SN. Endodontic treatment options after unsuccessful initial root canal treatment: Alternatives to single-tooth implants. *J Am Dent Assoc*. 2016;147(3):214-20.
79. Miliani R, Lobo K, Morales O. Irrigación en endodoncia: puesta al día. *Acta bioclínica*. 2012; 2(4): 85-116.
80. Kerbl F, DeVilliers P, Litaker M, Eleazer PD. Physical effects of sodium hypochlorite on bone: an ex vivo study. *J Endod*. 2012; 38 (3): 357-359.
81. De Sermeño RF, da Silva LA, Herrera H, Herrera H, Silva RA, Leonardo MR. Tissue damage after sodium hypochlorite extrusion during root canal treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108 (1): 46-49.
82. Swanljung O; Vehkalahti MM. Root canal irrigants and medicaments in endodontic malpractice cases: a nationwide longitudinal observation. *J Endod*. 2018; 44(4):559-564.

83. Buck R, Eleazer PD, Staat RH. In vitro disinfection of dentinal tubules by various endodontics irrigants. J Endod. 1999; 25(12):786-8.
84. Ozdemir HO, Buzoglu HD, Calt S, Stabholz A, Steinberg D. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: in vitro study. J Endod. 2010; 36(5):842-6.
85. Herrera A, Corona MA, Vara FJ, Gutiérrez D, Alavez SL. Comparación de la eficacia de los irrigantes OxOral® y NaOCl en la eliminación de *Enterococcus faecalis*. Rev. Odont. Mex. 2017; 21(4): 241-244.
86. Shrestha A, Kishen A. Antibacterial nanoparticles in endodontics: A Review. J Endod. 2016; 42(10):1417-26.
87. Kishen A, Shi Z, Shrestha A, Neoh KG. An investigation on the antibacterial and antibiofilm efficacy of cationic nanoparticulates for root canal disinfection. J Endod. 2008; 34(12):1515-20.
88. Sahoo S, Parveen S, Panda J The present and future of nanotechnology in human health care. Nanomedicine: Nanotechnology, biology and medicine. 2007; 3: 20-31
89. Cobo L, Akyildiz I. Bacteria-based communication in nanonetworks. Nanocommunication Network. 2010; 1: 244-256.
90. Poole C, Owens F. Introduction to nanotechnology. USA: Wiley Ed; 2003.
91. Veerapandian M, Yun K. Functionalization of biomolecules on nanoparticles: specialized for antibacterial applications. Appl Microbiol Biotechnol. 2011; 90(5):1655-67.
92. Almadi EM, Almohaimede AA. Natural products in endodontics. Saudi Med J. 2018; 39(2):124-130.
93. Castro UD, Flores MG, García J, Alavez SL. Esterilización con nanotecnología en odontología. Odontología vital. 2016; 2(25): 9-16.
94. Toledo RL, Labrada BA, Valdés AR. Factores asociados al fracaso de la terapia de conductos radiculares. Odontol Sanmarquina. 2018; 21(2): 93-102.

95. Velez EP, Cardona A. Factores asociados a la supervivencia del diente con endodoncia en pacientes mayores de 20 años, atendidos en una IPS privada en el periodo 2006 a 2012. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2014;25(2):283-98.
96. Torabinejad M. Levels of evidence for the outcome of nonsurgical endodontic treatment. *J Endod.* 2005; 31(9):637-46.
97. Hilú R, Baláandrano F. El éxito en endodoncia. *Endodoncia.* 2009; 27(3):131-38.
98. Delgado ZM, González DY, Torres GL, Guerra PM, Hernández ML, González DR. Procedimientos dentales, cardiopatía y endocarditis infecciosa. *Mediciego.* 2016; 22(3). 88-101.
99. Brincat M, Savarrio L, Saunders W. Endodontics and infective endocarditis--is antimicrobial chemoprophylaxis required? *Int Endod J.* 2006; 39(9):671-82.
100. Mylonas AI, Tzerbos FH, Mihalaki M, Rologis D, Boutsikakis L. Cerebral abscess of odontogenic origin. *J Craniomaxillofac Surg.* 2007; 35(1):63-7.
101. Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Rôças IN, Versiani MA, et al. Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: a correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. *J Endod.* 2016; 42(11):1667-1672.
102. Vázquez FC, García FA, Reyes SV, Jach RM. Fracasos del tratamiento endodóntico en pacientes atendidos en el servicio de urgencias estomatológicas. *Medimay.* 2014; 20(2): 219-230.
103. Torabinejad M, Anderson P, Bader J, et al. The outcomes of endodontic treatment, single implant, fixed partial denture and no tooth replacement: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2007;98(4):285-311.
104. Zitzmann NU, Krastl G, Hecker H, et al. Strategic considerations in treatment planning: deciding when to treat, extract, or replace a questionable tooth. *J Prosthet Dent.* 2010;104(2):80-91.
105. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod.* 1992; 18(12):605-12.
106. Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2010; 36:520-3.

107. Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, et al. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. Int Endod J. 2006; 39(1):10-7.