

Artículo Original

Eficacia ex vivo de sustancias irrigadoras frente a *Enterococcus faecalis* en conductos radiculares primarios

Ex vivo efficacy of irrigation substances against *Enterococcus faecalis* in primary root canals

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.612.009>

Natali Alejandra Briones-Cando^{1,*}

<https://orcid.org/0000-0003-3716-9080>

María Cristina Alvear-Córdova¹

<https://orcid.org/0000-0003-4704-4564>

Jessica María Sarmiento-Ordoñez¹

<https://orcid.org/0000-0001-6603-9758>

Paola Estefanía Pacurucu-Pinos¹

<https://orcid.org/0000-0002-1389-9188>

Recibido: 14/04/2021

Aceptado: 28/05/2021

RESUMEN

En la práctica de odontología pediátrica el tratamiento endodóntico es un reto permanente en el profesional, considerando que la clave de un procedimiento exitoso es un adecuado protocolo de irrigación; por ello el objetivo de esta investigación pretende comprobar la eficacia clínica ex vivo frente a *Enterococcus faecalis* del NaOCl, la clorhexidina, y la solución salina. Se realizó un estudio ex vivo con enfoque cuantitativo, diseño experimental, nivel de investigación descriptiva en ámbito de laboratorio y temporalidad actual. Se analizó doce órganos dentarios deciduos sin distinción específica con indicación previa de extracción en pacientes pediátricos que acudieron a la consulta de Odontopediatría en la Carrera de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca durante el periodo 2019 – 2020. Se evaluó mediante técnica de observación directa, obteniendo como resultado que el NaOCl y la Clorhexidina mostraron altos índices de inhibición frente al *Enterococcus faecalis*. Sugiriendo así el NaOCl al 5,25% o gluconato de clorhexidina al 2% como una alternativa en la terapia pulpar, según las condiciones individuales y del caso clínico correspondiente, respaldado también por la Asociación Estadounidense de Odontología Pediátrica (AAPD).

Palabras claves: Bactericida, pulpectomía, Necrosis de la Pulpa Dental, Hipoclorito de Sodio, Clorhexidina.

ABSTRACT

*In the practice of pediatric dentistry, endodontic treatment is a permanent challenge for the professional, considering that the key to a successful procedure is an adequate irrigation protocol; therefore, the objective of this research is to verify the ex vivo clinical efficacy of NaOCl, chlorhexidine and saline solution against *Enterococcus faecalis*. An ex vivo study was carried out with a quantitative approach, experimental design, descriptive research level in a laboratory setting and current time frame. Twelve deciduous dental organs were analyzed without specific distinction with previous indication of indicated extraction of pediatric patients who attended the Pediatric Dentistry consultation at the Dentistry Department of the Catholic University of Cuenca during the period 2019 - 2020. It was evaluated by means of direct observation technique. As a result, NaOCl 5,25% and Chlorhexidine 2% showed high inhibition indexes against *Enterococcus faecalis*. Thus suggesting NaOCl or chlorhexidine gluconate as an alternative in pulp therapy according to the individual conditions of the patient and the clinician also supported by the American Association of Pediatric Dentistry (AAPD).*

Keywords: Anti-Bacterial Agents, pulpectomy, Dental Pulp Necrosis, Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine

1 Universidad Católica de Cuenca. Unidad de salud y bienestar, Facultad de Odontología, Campus Cuenca, Av de las Américas y Humboldt, Cuenca-Ecuador.

*Autor de Correspondencia: nabrones88@est.ucacue.edu.ec

Introducción

La evolución endodóntica en la práctica de odontología pediátrica ha introducido varias técnicas para el tratamiento de pulpas necróticas o inflamadas de forma irreversible, progresando desde una práctica inicialmente orientada a la extracción a un enfoque enfático de prioridad conservadora, cuyo objetivo es la preservación de la pulpa y a su vez del órgano dentario hasta su exfoliación. Hoy se sabe que la endodoncia pediátrica tiene sus propias características e incluye protocolos específicos para el tratamiento pulpar primario (Dammashcke, 2008). El éxito del tratamiento endodóntico siempre requerirá la combinación de varios factores, como un diagnóstico clínico acertado, instrumentación y desinfección con intercambio eficiente de los irrigantes en los conductos radiculares, seguido de una

obturación con materiales antisépticos y reabsorbibles, así como de una restauración final exitosa (Aminabadi *et al.*, 2008).

Varios autores han considerado la realización de procedimientos endodónticos en dientes primarios como un desafío, ya que la anatomía interna en órganos dentarios multirradiculares muestra raíces generalmente curvas, preparadas para permitir la formación del sucesor permanente, lo que aumenta las posibilidades de perforación durante la instrumentación, además los molares deciduos a menudo presentan canales accesorios en el piso de la cámara pulpar, con la posibilidad que durante la desinfección, los agentes irrigantes se extruyan a la región de la furca, lo cual genera una preocupación adicional en términos de biocompatibilidad (Kumar, 2009).

En las infecciones de los conductos radiculares primarios la mayor cantidad de biopelículas se pueden encontrar en los conductos principales, sin embargo, cierta cantidad de microorganismos se localizan en canales laterales, ramificaciones apicales y túbulos dentinarios, ubicándose más allá del alcance de la remoción e instrumentación mecánica, en donde la estrategia para limpiar estas áreas consiste en la irrigación efectiva y sus efectos antimicrobianos (Miti *et al.*, 2012). Se ha descubierto que los microorganismos asociados con infecciones endodónticas son sistemas dinámicos y presentan incluso un crecimiento protegido que permite la supervivencia de las bacterias, el ambiente en una biopelícula no es homogéneo, en los conductos radiculares primarios se han podido aislar microorganismos anaerobios facultativos y anaerobios estrictos. Las especies más prevalentes de bacterias en dientes primarios incluyen *Enterococcus faecalis* presente en el 63% de dientes primarios necróticos, *Porphyromonas gingivalis* y *Treponema denticola* (Cogulu *et al.*, 2008; Rana *et al.*, 2009).

La irrigación del conducto radicular primario ha sido considerada uno de los pasos más importantes en la terapia endodóntica, se han empleado varios agentes antibacterianos que exhiben una variedad de acciones contra la microbiota del conducto. Dado que la biopelícula demuestra múltiples mecanismos de resistencia o supervivencia es necesario utilizar vías de ataque óptimas para facilitar su erradicación encontrando la combinación correcta y segura de sustancias durante la terapia. Los objetivos de la irrigación están orientados a la disolución o ruptura química del tejido pulpar, los restos de dentina, la capa de smear layer, los microorganismos y sus productos. Tradicionalmente los recuentos de bacterias se han empleado como método estándar de oro para evaluar la eficacia de la desinfección. Para este cometido, diferentes diseños experimentales han sido desarrollados entre ellos: pruebas de contacto directo in vitro, estudios ex vivo utilizando conductos radiculares contaminados en dientes extraídos y estudios in vivo (Stojicic *et al.*, 2013).

El uso de dientes extraídos en estudios ex vivo de desinfección endodóntica constituye un esfuerzo investigativo para acertar las condiciones experimentales a la realidad in vivo del conducto. A menudo en este proceso una sola especie como *Enterococcus faecalis* se incuba en el espacio del conducto radicular, para completar procedimientos de tratamiento y posteriormente tomar muestras biológicas que sirvan para cultivo y recuento bacteriano (Kishen *et al.*, 2006; Williamson *et al.*, 2009 y Liu *et al.*, 2010). Estudios recientes con biopelículas obtenidas a partir de bacterias orales han demostrado que estas son sensibles a sustancias de irrigación como el NaOCl y la clorhexidina durante las primeras dos semanas de crecimiento (Shen *et al.*, 2011). Este enfoque aporta ventajas prometedoras para el estudio de la eficacia antimicrobiana contra microorganismos de biopelículas endodónticas, y plantea preocupaciones sobre la validez de estos en el ejercicio clínico. En base a ello el presente documento científico tuvo como objeto comprobar la eficacia clínica ex vivo frente a *Enterococcus faecalis*, de las principales sustancias irrigadoras recomendadas por las academias internacionales para ser utilizadas en Odontopediatría, como son: el NaOCl, la clorhexidina, y la solución salina.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio ex vivo con enfoque cuantitativo, diseño experimental, nivel de investigación descriptiva en ámbito de laboratorio y temporalidad actual. Se utilizó como instrumento, una hoja de registro de observación de muestras mediante técnica directa, aprobada por el Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito No. IE2-E178-2020-CEISH-USFQ.

Para fines pertinentes se seleccionaron doce (12) órganos dentarios deciduos sin distinción específica de grupo anterior - posterior, superior - inferior; únicamente con indicación previa de extracción por causas como traumatismo dentoalveolar, enfermedad periodontal, indicación ortodóntica o pulpectomía fallida (Demiriz *et al.*, 2018). Los órganos dentarios se obtuvieron de pacientes pediátricos aleatorios que acudieron a la consulta de Odontopediatría en la Carrera de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca durante el periodo 2019 – 2020. Tras la extracción de dichas estructuras dentarias, se recibieron para almacenamiento por donación voluntaria del paciente y de sus padres. Una vez recolectadas las muestras, fueron divididas aleatoriamente y de manera equitativa en 4 grupos conformados por 3 dientes cada uno, codificándolos bajo la siguiente denominación: Grupo 1 (irrigación con solución salina estéril), Grupo 2 (irrigación con clorhexidina al 2%), Grupo 3 (irrigación con hipoclorito de sodio al 5,25%) y Grupo 4 (irrigación con hipoclorito de sodio al 2,5%) para el desarrollo de la investigación.

Los criterios de inclusión del estudio fueron: órganos dentarios humanos unirradiculares y multirradiculares, con raíces rectas o curvas, sin reabsorción fisiológica, ápices cerrados y coronas clínicas que permitan el acceso a la cámara pulpar. Se excluyeron estructuras dentarias que han iniciado el proceso de reabsorción radicular fisiológica y que presenten lesiones óseas interradiculares que comprometan la furca (Demiriz *et al.*, 2018).

Las muestras seleccionadas se procesaron según 9 etapas específicas detalladas a continuación:

Etapas de sanitización: Los órganos dentarios se lavaron con solución fisiológica y fueron preservados en agua destilada a +4°C por un periodo de 24 horas con el objetivo de mantener la hidratación. Posterior a ello, se sometieron a un proceso de limpieza a través de instrumentos manuales (Curetas tipo Gracey 3-4 para anteriores, 7-8 para caras libres, 11-12 caras mesiales, 13-14 caras distales de dientes posteriores) y un sistema de ultrasonido, con el fin de obtener muestras libres de tinciones, restos de tejido orgánico y remanentes de placa dentobacteriana blanda y dura en caso de presentarse. Tras la limpieza los dientes fueron colocados en solución fisiológica estéril a +4°C hasta el desarrollo del experimento (Figura 1) (Jiménez *et al.*, 2017).

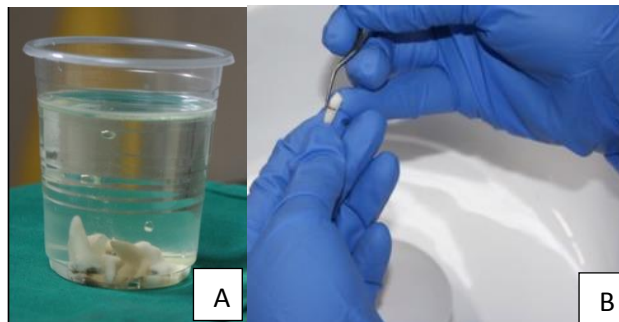


Figura 1. A) Dientes sumergidos en agua destilada a +4°C B) Eliminación de manchas o cálculo con Curetas Tipo Gracey

Etapas de estandarización de muestras: Con el objetivo de dividir la corona clínica del remanente radicular, se realizó un corte transversal en cada una de las estructuras dentarias utilizando un disco de acero a baja velocidad a nivel de la unión amelocementaria, en sentido perpendicular al eje mayor de la estructura dentaria (Figura 2) (Jiménez *et al.*, 2017).



Figura 2. Disección de las coronas clínicas a nivel de la unión amelocementaria

Etapas de instrumentación: Se realizó la conformación biomecánica de los conductos de las muestras obtenidas, siguiendo como referencia la técnica corono-apical (Crown-Down).

Los conductos fueron permeabilizados de manera individual con limas Dentsply- Maillefer K flexofile preserie K #10, seguido a ello se prepararon los tercios cervicales y medios con fresas estériles Gates – Glidden # 4, 3 y 2 montadas en un sistema de baja velocidad. Se reanudó la permeabilización del conducto con la lima Dentsply- Maillefer K flexofile preserie K#10, y se ejecutó un proceso de irrigación con suero fisiológico. Obteniéndose la longitud de trabajo mediante el ingreso de la lima Dentsply- Maillefer Kflexofile K#15 hasta el ápice de los dientes estandarizándolos a 21mm; luego se retrocedió 1 mm previo al límite CDC (unión cemento dentina cemento) con la finalidad de estandarizar cada una de las muestras a 20mm como Longitud real de trabajo (Figura 3) (Jiménez *et al.*, 2017).

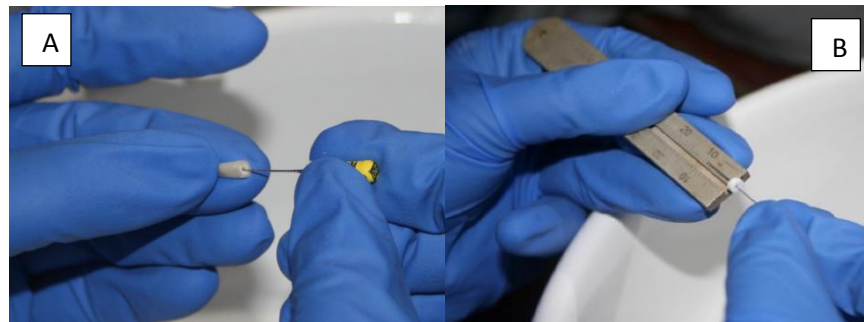


Figura 3. A) Conformación biomecánica de las muestras lima K#15. B) Confirmación de la longitud de trabajo

Se conformaron los conductos acordes al tipo de muestra, los dientes posteriores se ampliaron con limas K Dentsply- Maillefer Kflexofile desde #20 hasta el tamaño #35 con intervalos de irrigación con suero fisiológico al 0.9% después de cada lima sucesiva y los dientes anteriores se trabajaron desde la lima Dentsply-Maillefer Kflexofile #40 hasta la #55 respectivamente (Fucks *et al.*, 2016), de igual manera seguidos por tiempos de abundante irrigación con suero fisiológico al 0.9% entre cada lima de instrumentación. Terminada esta etapa se secó con puntas de papel previamente esterilizadas, concluyendo con el uso del ácido etilendiaminetetracético al 17% (EDTA) seguido de hipoclorito de sodio al 5% con un tiempo de 3 minutos con el objetivo de eliminar restos de barrillo, finalmente se dio un último tiempo de irrigación con solución salina al 0.9% (Jiménez *et al.*, 2017).

Etapas de estabilización y sellado de muestras: Se elaboró una superficie cuadrada de espuma flex de 30x30 cm con un espesor de 10mm con el objetivo de mejorar la manipulación y prevención de una posible extrusión de la sustancia irrigante a través del foramen (Figura 4). El sellado de las muestras se realizó utilizando esmalte barniz en la superficie total de las raíces para disminuir la posibilidad de contaminación bacteriana secundaria por los canales laterales o deformidades propias del cemento. Se perforó el ápice con una lima Dentsply- Maillefer Kflexofile #15 para eliminar restos de barniz de uñas. En esta etapa, las muestras fueron adaptadas en los tubos eppendorf a los que se le realizó una abertura similar al diámetro del cuello del diente y por último las muestras se fijaron en el tubo con cianoacrilato.

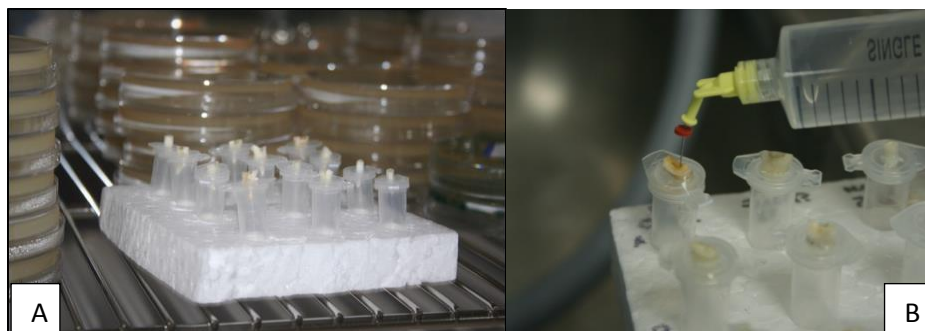


Figura 4. A) Estabilización de muestras. B) Eliminación de la capa frotis con EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio al 5,25%

Etapas de esterilización: Las muestras fueron esterilizadas durante un ciclo de 12 horas en el sistema BIOBASE BSC-3FA2 de 3 pies de clase II A2 biológica de seguridad con lámpara UV. Este sistema tiene como función eliminar partículas peligrosas, aerotransportadas, radionucleidos y productos químicos volátiles.

Etapas de inoculación de conductos radiculares.

Los 12 conductos radiculares fueron inoculados con la cepa de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) cultivada en caldo de infusión de cerebro y corazón (BHI).

El número estándar McFarland de 0.5 se utilizó para evaluar el caldo, con la finalidad de asegurar el recuento de número de bacterias fuera de 1.5×10^8 Unidades Formadoras de Colonias (CFU) /ml. Se transfirieron 10 μ L del cultivo bacteriano a la luz del canal de los conductos radiculares ensanchados mecánicamente, utilizando una micro pipeta estéril, a continuación, las muestras se almacenaron durante 24 horas a 35.5 °C (Figura 5) (Jiménez *et al.*, 2017).

Etapa de evaluación bacteriana.

Previo al uso comparativo de las soluciones irrigantes, los conductos de todas las muestras se enjuagaron con 1 mL de solución salina estéril al 0.9%. La solución salina fue recolectada de los canales radiculares, a través de puntas de papel estéril de un tamaño correspondiente según la muestra (#35 en dientes posteriores y #55 en dientes anteriores) durante un contacto estándar aproximado de 1 minuto (Jiménez *et al.*, 2017).

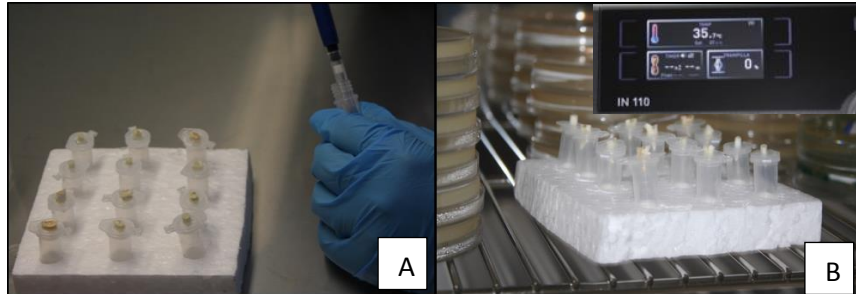


Figura 5. A) Inoculación de los conductos radiculares con *Enterococcus faecalis*. B) almacenamiento de los dientes durante 24 h. a 35.5°C.

Las puntas de papel se utilizaron para realizar cultivos individualizados en 12 cajas petri, con el medio de agar sangre de borrego al 5%. Tras ello los cultivos fueron incubados durante 24 horas a una temperatura de 37 °C. Culminado este periodo se verificó el crecimiento bacteriano en la totalidad de las muestras (Figura 6) (Jiménez *et al.*, 2017).

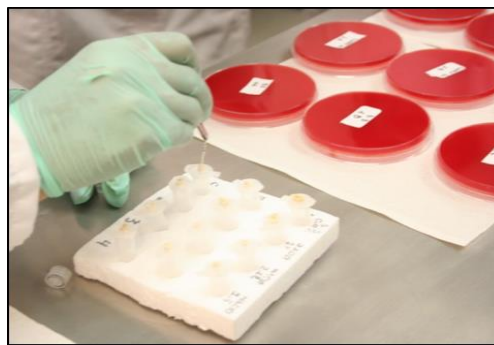


Figura 6. Cultivos individualizados en el medio agar sangre de borrego al 5%

Etapa de desinfección

Diseño experimental

Las raíces contaminadas se dividieron en 4 grupos experimentales conformados por 3 muestras. El siguiente diagrama (Figura 7) esquematiza la división de los grupos:

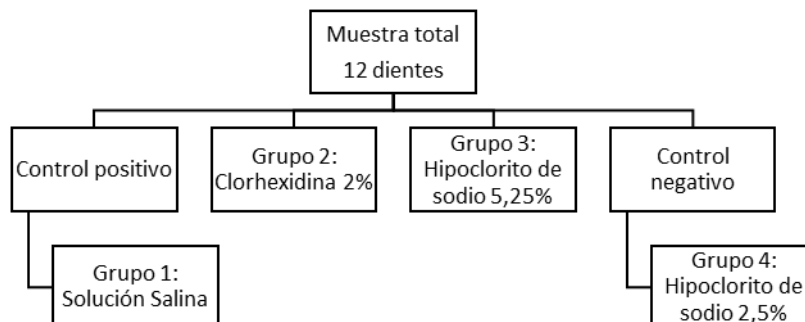


Figura 7. Grupos experimentales

Control positivo Grupo # 1: Solución Salina 0,9%, - Grupo # 2: Clorhexidina 2%, - Grupo # 3: Hipoclorito de sodio 5,25% y control negativo - Grupo # 4: Hipoclorito de sodio 2,5%.

Se irrigaron los canales radiculares de los 4 grupos experimentales conformados por tres estructuras dentarias con 2 ml de solución salina estéril al 0,9%, Clorhexidina al 2%, NaClO al 5,25% y NaClO al 2,5% respectivamente; utilizando para cada grupo de muestras indistintas jeringas de plástico con una aguja de calibre 27G con ventanas laterales. La presión aplicada por el operador sobre la jeringa permitió un flujo de 2 ml de irrigante por minuto. Se realizaron diez enjuagues en serie con un período de contacto de 10 minutos entre las bacterias y el irrigante. Siendo el Grupo #1 irrigando por solución salina estéril al 0,9% considerado como controles positivos.

Etapas de verificación post desinfección: Posteriormente se recolectaron nuevas muestras de los canales radiculares usando puntas de papel estéril de tamaño #35 en dientes posteriores y #55 en dientes anteriores durante un contacto estándar de 1 minuto. Se transfirieron a las cajas petri de agar sangre de borrego al 5% para su cultivo y se incubaron durante 24 horas a 37°C. Transcurrido el tiempo establecido se realizó la observación clínica de las cajas petri verificando la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano, constatando la eficacia de los irrigantes utilizados (Figura 8).

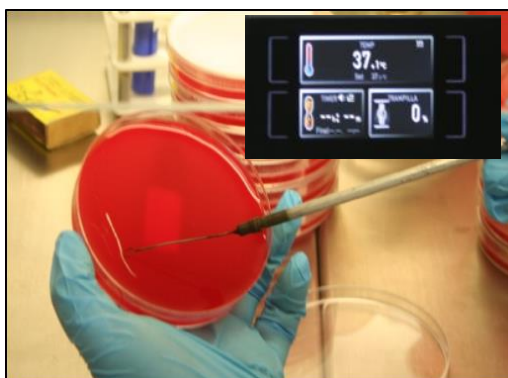


Figura 8. Incubación de las muestras durante 24 horas a 37°C.

Resultados

Los resultados muestran que el- Grupo # 2: Clorhexidina 2%, - Grupo # 3: Hipoclorito de sodio 5,25% fueron igual de eficaces al momento de eliminar las bacterias resultado comparable con el control negativo Grupo # 4: Hipoclorito de sodio 2,5%; ya que no se evidenció crecimiento bacteriano de *Enterococcus faecalis* después de la irrigación de los conductos radiculares. Como se muestra en la Tabla 1.

Grupos	nºrepeticiones	UFC/ mL(MEDIA)
CONTROL POSITIVO		
GRUPO # 1: SOLUCIÓN SALINA	3	7.7 x 10 ³
GRUPO # 2: CLORHEXIDINA 2%	3	0
GRUPO # 3: HIPOCLORITO DE SODIO 5,25%	3	0
CONTROL NEGATIVO		
GRUPO # 4: HIPOCLORITO DE SODIO 2,5%	3	0

Discusión

Uno de los objetivos del tratamiento del conducto radicular es eliminar las bacterias, sus productos y el sustrato del sistema de conductos radiculares, por ello el uso de una solución irrigante en este proceso es fundamental para asegurar la abolición de las bacterias y de los restos de tejido orgánico (Huth *et al.*, 2009). En este estudio ex vivo, se seleccionó particularmente el *Enterococcus faecalis*, al ser el patógeno endodóntico más prevalente en la infección de los conductos radiculares primarios y detectado con mayor frecuencia en las infecciones persistentes del conducto radicular (Cogulu *et al.*, 2008). Es necesario resaltar que en condiciones in vivo, la microflora de un conducto radicular infectado consta de múltiples tipos de microorganismos que pueden tener interacciones sinérgicas entre sí, sin embargo, es prácticamente imposible duplicar el entorno clínico en un estudio ex vivo como el actual (Kapdan *et al.*, 2017). Aunque la utilización de un solo tipo de microorganismo podría considerarse una debilidad del estudio, se espera poder realizar una comparación confiable con respecto a la influencia de diferentes protocolos de irrigación y desinfección en

conductos radiculares primarios. Se estandarizaron las condiciones de evaluación de los métodos de desinfección empleados, debido a las diferencias en los mecanismos de acción de cada grupo.

De acuerdo con Arun Kumar, Ajitha, Raghu y Muralidaran en su estudio *in vitro* llevado a cabo en el 2018, con la finalidad de evaluar la eficacia comparativa de la actividad antimicrobiana de soluciones irrigantes frente a *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*, se argumentaron valores medios de inhibición del crecimiento producidos por diferentes grupos de prueba, destacando el NaOCl al 3% sobre otras soluciones irrigantes empleadas como el extracto de semilla de uva al 5% y la clorhexidina al 2%. Concluyen y enfatizan que, en comparación con el NaOCl, el gluconato de clorhexidina al 2% es un excelente agente desinfectante, con buenas propiedades de sustentividad, y menor toxicidad, por lo que se propone como alternativa al NaOCl, en casos de ápices abiertos o pacientes alérgicos al NaOCl, sin embargo, su principal desventaja radica en que su acción de disolución de tejido es inferior como irrigante endodóntico.

De acuerdo al enfoque de la investigación establecida no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la formación de colonias bacterianas al ser utilizadas concentraciones de agentes irrigantes como el NaOCl al 2,5 % ó 5 %, frente a la clorhexidina al 2%, sin embargo, el grupo de control positivo que empleo solución salina evidenció crecimiento bacteriano de *Enterococcus faecalis* después de la irrigación de los conductos radiculares. En concordancia a los resultados obtenidos una revisión sistemática y metanálisis llevada a cabo por Coll, Vargas y Marghalani, con la finalidad de evaluar las tasas de éxito del tratamiento no vital en dientes temporales, consolidó la búsqueda de ensayos clínicos aleatorizados, estudios de cohorte, serie de casos y estudios *in vitro*, disponibles en las bases de datos entre los años de 1960 y 2020, siendo uno de los factores evaluados el efecto de las soluciones irrigantes sobre el éxito de la pulpectomía en dentición primaria después de 12 meses. Los autores presentaron el éxito general de tres soluciones de irrigación grupo 1 (agua destilada/solución salina), grupo 2 (NaOCl), y grupo 3 (gluconato de clorhexidina). En el grupo de agua/solución salina la tasa de éxito de las pulpectomías fue 341 de 421 (81%), el grupo de NaOCl mostró una tasa de éxito 1.370 de 1.538 (89%), mientras que en el grupo de la clorhexidina el éxito del tratamiento pulpar fue 162 de 186 (87%). Cabe destacar que los estudios que usaron NaOCl como único agente de irrigación demostraron un éxito clínico del 80%, aquellos que emplearon NaOCl más solución salina y /o agua destilada demostraron un éxito clínico del 81%. La diferencia entre los grupos no fue significativa ($P= 0.99$), lo que demuestra que no existe ningún efecto sustancial al comparar las soluciones de irrigación empleadas en dientes primarios. En adición a esta información, en el año 2020 los autores Dhar, Vargas y Coll, publican una guía basada en la evidencia para las terapias pulpares no vitales en dientes temporales en colaboración con la Academia Americana de Odontopediatría (AAPD), realizando una revisión sistemática de estudios sobre dientes primarios no vitales resultantes de procesos cariosos y traumáticos.

Para evaluar el nivel de certeza de la evidencia y las recomendaciones clínicas utilizaron el enfoque GRADE, en esta revisión se emplearon 114 artículos publicados entre 1972 y el 2020 que incluyeron ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados, así como estudios de laboratorio. El grupo de trabajo de la AAPD, utilizó la formulación de preguntas clínicas con técnica PICO (Población, Intervención, Control y Resultado), para ayudar a los proveedores de salud oral en el manejo de terapias pulpares no vitales en dientes primarios. Una de las preguntas establecidas con la finalidad de evaluar el éxito del tratamiento endodóntico, gestionó la investigación en la elección de los irrigantes, siendo la recomendación final bastante clara: la elección de los agentes de irrigación (NaOCl al 1% ó al 5%, solución salina y gluconato de clorhexidina) no tuvo ningún impacto en el éxito de las pulpectomías, por lo tanto los odontopediatras, pueden elegir cualquiera de estas soluciones en función de su experiencia clínica y circunstancias individuales. Siendo esta última una recomendación condicional. La Academia Americana de Odontología Pediátrica por su parte en la versión actualizada de la Guía Clínica 2020 "**Terapia pulpar para dientes permanentes primarios e inmaduros**", en su apartado de "**Tratamiento pulpar no vital para dientes temporales con diagnóstico de pulpitis irreversible o pulpa necrótica**", afirma y argumenta que los conductos radiculares, se desbridan y moldean con limas manuales o rotatorias y posterior a ello deben ser irrigados, sin existir diferencias en el éxito clínico, cuando se emplea gluconato de clorhexidina, NaOCl al 1% ó 5%, o solución salina. Siempre manteniendo la consideración que el NaOCl es un irrigante potente que no debe extraerse más allá del ápice.

La eficacia antimicrobiana del NaOCl le ha llevado a posicionarse como el agente químico de primera elección debido a su capacidad de disolver sustancias orgánicas, su asequibilidad y su eficiencia contra organismos patógenos como el *Enterococcus faecalis*. Un estudio *in vitro* realizado por el Departamento de Microbiología del Instituto Krishna de Ciencias Médicas de la Universidad de Deemed, evaluó la capacidad antimicrobiana comparativa del NaOCl, Fluoruro Diamino de Plata (FDP), el quitosano y las nanopartículas de vidrio bioactivo como irrigantes del conducto radicular contra la cepa bacteriana *Enterococcus faecalis*. El NaOCl mostró la zona media de inhibición más alta, demostrando la actividad antimicrobiana más poderosa contra el microorganismo seleccionado, se ha aprobado que NaOCl al 2,5% es extremadamente útil en la eliminación de tejido pulpar vital de las paredes dentinarias (Aranda *et al.*, 2012)., mientras que la solución al 5% como irrigante endodóntico se prefiere como estándar de oro para la limpieza y desinfección del conducto radicular (Zennder *et al.*, 2006).

La clorhexidina es un material de irrigación alternativo al NaOCl en la dentición primaria, puesto que es relativamente no tóxica, y tiene propiedades antimicrobianas de amplio espectro que la hacen prometedora junto con sus efectos secundarios bajos. Se ha demostrado que tiene propiedades bacteriostáticas a una concentración del 0,2% y propiedades bactericidas a una concentración del 2%. En un estudio in vitro de investigación microbiológica se reveló que el tiempo necesario para eliminar todos los microorganismos utilizando este agente a una concentración del 2%, era el mismo tiempo requerido por el NaOCl al 5,25%, motivo por el cual los dos agentes irrigantes tienen efectos clínicos bastante aproximados (Bettina *et al.*, 2002).

Conclusiones

En Odontopediatría, se necesitan estrategias de tratamiento específicas que incluyan una irrigación eficaz de los conductos radiculares y que muestren resultados antibacterianos prometedores para prevenir el fracaso de la terapia pulpar en dientes primarios no vitales. El uso de irrigantes en el conducto radicular primario ha demostrado ser una estrategia de tratamiento fundamental en el desbridamiento químico – mecánico. De acuerdo a la investigación realizada y en concordancia con los lineamientos internacionales el NaOCl, el gluconato de clorhexidina y la solución salina con menor eficacia que los dos primeros agentes, pueden considerarse como alternativas de soluciones irrigantes, según las condiciones individuales del paciente y del clínico. Los estudios ex vivo presentan limitaciones en la configuración de laboratorio, las contaminaciones de los conductos radiculares con otras biopelículas podrían mostrar reacciones impredecibles, por lo que se apoya corroborar los resultados con futuras investigaciones para fundamentar los hallazgos de este estudio.

Conflictos de intereses

Ninguno para declarar.

Agradecimientos

A la contribución y colaboración de Docentes Catedráticos del área de Endodoncia: Od. Esp. María Emilia Guerrero Coello; como así también en el área de Microbiología y Laboratorio de la Universidad Católica de Cuenca.

Referencias

- American Academy of Pediatric Dentistry. (2020). Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry. pp. 384-92.
- Aminabadi N.A., Farahani M.Z., & Gajan E.B. (2008). Study of root canal accessibility in human primary molars. *J Oral Sci.* Mar. 50(1):69–74.
- Aranda-Garcia A.R., Guerreiro-Tanomaru J.M., Faria-Júnior N.B., Chavez-Andrade G.M., Leonardo R.T. & Tanomaru-Filho M, (2012). Antibacterial effectiveness of several irrigating solutions and the Endox Plus system-An ex vivo study. *Int Endod J.* 45(12):1091-96.
- Arun Kumar S., Ajitha P., Raghu S. & Muralidaran. (2019). Comparative evaluation of antimicrobial activity of 3% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, and 5% grape seed extract against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* – An in vitro study.
- Bettina Basrani J., Santos M., Tjaderhane, L., Grad H., Gorduysus O., & Huang J. (2002). Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine- treated human root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 94:240-45.
- Chaudhari D.V., Shashikiran N.D., Maurya A., Gugwad S., Gaonkar N., Taur S. & Hadakar S. (2020). Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Sodium Hypochlorite, Silver Diamine Fluoride, Chitosan and Bioactive Glass Nanoparticles as Root Canal Irrigants against the Bacterial Strain of *Enterococcus faecalis*- An In vitro Study. 14(5).
- Cogulu D., Uze, A., Oncag O. & Eronat C. (2008). PCR-based identification of selected pathogens associated with endodontic infections in deciduous and permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 106(3):443–9.
- Coll J.A., Dha, V., Vargas K., Chen C.Y., Crystal Y.O., AlShamali S. & Marghalani A A. (2020). Use of Non-Vital Pulp Therapies in Primary Teeth. *Pediatric dentistry.* 42(5):337–349.
- Coll J.A., Vargas K., Marghalani A.A., Chen C.Y., AlShamali S., Dhar V. & Crystal Y.O. (2020). A Systematic Review and Meta-Analysis of Nonvital Pulp Therapy for Primary Teeth. *Pediatric dentistry.* 42(4):256–461.

- Dammaschke, T. (2008) The history of direct pulp capping. *J Hist Dent*. Spring;56(1):9–23.
- Demiriz L. & Bodrumlu E.H. (2018). Reasons for the Extraction of Primary Teeth in Primary School-age Children in Zonguldak, Turkey: A Retrospective Study. *Meandros Medical and Dental Journal*. 19(1):32.
- Fuks A.B. & Peretz B. (2016). *Pediatric Endodontics. Current Concepts in Pulp Therapy for Primary and Young Permanent Teeth*. Ed. Israel: Editorial Springer.
- Huth K.C., Quirling M., Maie, S., Kamereck K., Alkhayer M., Paschos E., Welsch U., Miethke T., Brand K. & Hickel R. (2009). Effectiveness of ozone against endodontopathogenic microorganisms in a root canal biofilm model. *International endodontic journal*. 42(1):3–13.
- Jiménez, L., García, L., & Gómez, E. (2017). Eficacia de hipoclorito de sodio y EDTA en la remoción del hidróxido de calcio de las paredes dentinarias del sistema de conductos radiculares (Estudio In Vitro). *Odous Científica*;18(1): 39-54.
- Kapdan A., Kustarci A., Tunc T., Sumer Z. & Arslan B. (2015). Which is the most effective disinfection method in primary root canals: Conventional or newly developed ones? *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 18 (4): 538-543.
- Kishen A., George S., & Kumar R. (2006). Enterococcus faecalis-mediated biomineralized biofilm formation on root canal dentine in vitro. *J Biomed Mater Res A*. 77(2):406–15.
- Kumar V.D. (2009). A scanning electron microscope study of prevalence of accessory canals on the pulpal floor of deciduous molars. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 27(2):85–9.
- Liu H., Wei X., Ling J., Wang W. & Huang X. (2010). Biofilm formation capability of Enterococcus faecalis cells in starvation phase and its susceptibility to sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*. 36(4):630–635. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.11.016>.
- Miti A., Miti N. & Ivkovi S. (2012). The Importance of Final Irrigation with Mineralolitic Effect Agents During Chemomechanical Treatment of Tooth Root Canal. *Oral Health Care - Pediatric, Research, Epidemiology and Clinical Practices*. 2:285-302.
- Rana V., Baba S., & Pandey, A. (2009). Bacteriology of infected deciduous Root Canal -A Review. *Journal of Scientific Research*. 2(2):45-48.
- Shen Y., Stojicic S., & Haapasalo M. (2011). Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine against Bacteria in Biofilms at Different Stages of Development. *Journal of Endodontics*. 37(5):657–661.
- Stojicic S., Shen Y., & Haapasalo M. (2013). Effect of the source of biofilm bacteria, level of biofilm maturation, and type of disinfecting agent on the susceptibility of biofilm bacteria to antibacterial agents. *J Endod*. 39(4):473–7.
- Williamson A.E., Cardon J.W. & Drake D.R. (2009). Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of Enterococcus faecalis. *J Endod*. 35(1):95–7.
- Zehnder M. (2006). Root canal irrigants. *Eur Endod J*;32(5):389-98.