

IRRIGANTES UTILIZADOS EN PULPECTOMÍAS DE DIENTES DECIDUOS. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

Irrigants used in pulpectomies of primary teeth. literature review.

Osorio Ayala Lesly^{*1}, Figueroa Tejedor William², Arias Murillo Yanela², Cárdenas Vidal Fernanda³

¹ Odontólogo general, facultad de Odontología, Universidad de Cuenca.

² Facultad de Odontología, Universidad de Cuenca

³ Docente del Área Clínica de Odontopediatría de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca.

* lesly.osorio@ucuenca.edu.ec

willian.figueroa@ucuenca.edu.ec

yanela.arias@ucuenca.edu.ec

fernanda.cardenas@ucuenca.edu.ec

Resumen

Objetivo: El objetivo de este artículo es realizar una actualización de conocimientos y comparar la eficacia de los diversos irrigantes existentes, utilizados en odontopediatría para desinfección de conductos radiculares. **Antecedentes:** El sistema de conductos radiculares en dientes temporales posee una anatomía compleja dificultando una adecuada limpieza. La irrigación es la clave para el pronóstico y éxito del tratamiento endodóntico pediátrico por lo que la búsqueda de un irrigante ideal ha generado el desarrollo e investigación de varias soluciones irrigantes creando confusión en el personal clínico al momento de su elección. **Metodología:** Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos: PubMed, Science Direct, Wiley Online Library, Cochrane y Ebsco; se incluyeron 30 artículos en inglés publicados en el periodo 2014-2020. **Conclusiones:** La instrumentación mecánica no es suficiente para la desinfección del conducto, por lo que es necesario la irrigación con sustancias combinadas ya que no existe un irrigante ideal, sin embargo, encontramos al NaOCl al 2,5% como la solución que cumple con la mayoría de las características descritas para el irrigante idóneo.

Palabras Clave: irrigantes del conducto radicular, pulpectomía, dientes deciduos, barrillo dentinario, desinfección.

Abstract

Objective: The objective of this article is to update knowledge and compare the effectiveness of the various existing irrigants used in pediatric dentistry for root canal disinfection. **Background:** The root canal system in temporary teeth has a complex anatomy making an adequate cleaning difficult. Irrigation is the key to the prognosis and success of pediatric endodontic treatment. Therefore, the search for an ideal irrigation solution has generated the development and research of several irrigation solutions, creating confusion in the clinicians at the time of their choice. **Methodology:** A search and bibliographic compilation was made in the databases: PubMed, Science Direct, Wiley Online Library, Cochrane and Ebsco; 30 articles in English published in the period 2014-2020 were included. **Conclusions:** The mechanical instrumentation is not enough for the disinfection of the root canal, so it is necessary the irrigation with combined substances because there is not an ideal irrigant, however, we find the NaOCl 2.5% as the solution that meets the majority of the characteristics described for the ideal irrigant.

Key words: root canal irrigants, pulpectomy, deciduous teeth, smear layer, disinfection

Introducción

La irrigación representa actualmente el mejor método en pulpectomía pediátrica para la lubricación y lavado del material necrótico y contaminantes durante la instrumentación, que podrían ser extruidos del conducto comprometiendo el tejido periapical y el germen del diente permanente (1,2).

Los irrigantes poseen efectos antibacterianos que pueden producir la muerte de bacterias en el sistema de conductos radiculares y generan desinfección en áreas de difícil acceso para la instrumentación mecánica (1,3,4). El efecto bactericida de las soluciones de irrigación está limitado a los túbulos dentinarios por el diámetro reducido de los túbulos y la alta tensión superficial de las soluciones irrigantes; además esto restringe la penetración de las soluciones de irrigación a una mayor distancia (4).

Para la elección del irrigante en terapia pulpar de dientes deciduos se debe tener en cuenta las diferencias entre los sustratos de dentina y no debe ser irritante para los tejidos periapicales. Es importante evitar el daño al germen del diente sucesor permanente considerando que la resorción fisiológica de la raíz facilita la extrusión apical de la solución desinfectante (35).

No existe una solución de irrigación que cumpla con todas las características del irrigante ideal, sin embargo el hipoclorito de sodio es considerado como la solución más ideal disponible aunque no logre esterilizar completamente los conductos radiculares (3).

Por lo tanto, es necesario reducir la mayor cantidad de microorganismos y de sus subproductos presentes en los conductos radiculares, mediante el uso de irrigantes clínicamente efectivos y biocompatibles (2); con esta finalidad se busca complementar el tratamiento convencional y se proponen métodos adicionales para superar las limitaciones de la eliminación incompleta de bacterias de los conductos radiculares (4) El objetivo de este artículo es realizar una actualización de conocimientos y comparar la eficacia de los diversos irrigantes existentes, utilizados en odontopediatría para desinfección de conductos radiculares.

Materiales y Métodos

La búsqueda bibliográfica y extracción de datos se realizó de forma exhaustiva en las bases digitales: PubMed, Science Direct, Wiley Online Library, Cochrane y Ebsco, utilizando las palabras clave y sus combinaciones: intracanal irrigants, pediatric endodontics, pediatric pulpectomy, deciduous teeth, smear layer. En la revisión se incluyeron 30 artículos en inglés publicados durante el periodo 2014-2020. Algunas publicaciones realizadas antes del tiempo establecido, se incluyeron por ser consideradas fuentes primarias. Los criterios de elegibilidad fueron los siguientes: ensayos clínicos controlados y aleatorizados, revisiones sistemáticas, revisiones de la literatura y estudios in vivo e in vitro de dientes deciduos. Entre los criterios de exclusión se encuentran publicaciones

realizadas antes del 2014, reportes de casos clínicos, estudios en animales y artículos de dientes permanentes.

Estado del arte

Los irrigantes empleados en endodoncia pediátrica cumplen con varias características, sin embargo, ninguno es considerado un irrigante ideal.

CARACTERÍSTICAS DE UN IRRIGANTE IDEAL (6)

1. Amplio espectro antimicrobiano.
2. Alta eficacia contra microorganismos anaerobios y microorganismos facultativos organizados en biopelículas.
3. Capacidad para disolver restos de tejido pulpar necrótico.
4. Capacidad para inactivar endotoxinas.
5. Capacidad para evitar la formación de barrillo dentinario durante la instrumentación o para disolverlo una vez que se ha formado.
6. Sistémicamente no tóxico al entrar en contacto con tejidos vitales y no causar una reacción anafiláctica.

HIPOCLORITO DE SODIO

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es la solución de elección para la irrigación de conductos radiculares, talvez por sus propiedades antibacterianas, fácil manipulación y costo bajo (7). Es una base alcalina débil que actúa sobre la albúmina (restos de tejido pulpar, alimentos y microorganismos), los desnaturaliza volviéndolos solubles en agua. Puede ser utilizado como único irrigante, sin embargo, su uso más frecuente está asociado a soluciones complementarias, ya que por sí solo no es capaz de eliminar el barrillo dentinario (8).

Según Estrela y Cols. (9) el hipoclorito de sodio actúa por medio de tres mecanismos:

- a) Saponificación, donde opera como solvente orgánico que degrada los ácidos grasos a sales ácidas grasas (jabón) y glicerol (alcohol) (9).
- b) Neutralización, el hipoclorito de sodio neutraliza aminoácidos formando agua y sal (9).
- c) Cloraminación, el ácido hipocloroso al entrar en contacto con el tejido orgánico, actúa como disolvente y libera cloro, que se combina con el grupo amino de la proteína para formar cloraminas que interfieren en el metabolismo celular. El cloro posee una acción antimicrobiana inhibiendo enzimas esenciales de las bacterias por medio de oxidación (3,9).

La acción bactericida y de disolución de tejidos del hipoclorito de sodio puede ser modificada por tres factores: concentración, temperatura y pH de la solución 9. No existe un consenso en la literatura actual con respecto a su concentración óptima pero sus valores varían entre 0.5% a 5.25% (10,11), esta solución irrigante se considera poco nociva o irritante para los tejidos vivos (3); no obstante, a

medida que aumenta la concentración, aumenta el efecto destructivo sobre los tejidos vitales (10) y por lo tanto, se menciona que el uso de NaOCl al 1% en dientes primarios es suficiente (11).

GLUCONATO DE CLORHEXIDINA

La clorhexidina es una bisguanida catiónica sintética (12), al ser una molécula hidrofóbica y lipofílica cargada positivamente interactúa con fosfolípidos y lipopolisacáridos en la membrana celular de las bacterias y luego ingresa a la célula alterando su equilibrio osmótico (10,13).

Se ha mencionado como una alternativa de solución irrigante, ya que es un poderoso antiséptico incluso utilizado para el control químico del biofilm (5), también posee la propiedad de sustantividad; es decir, se adhiere a los tejidos adyacentes y luego se libera lentamente durante un período prolongado de tiempo (13,14).

En cuanto al potencial citotóxico se menciona una toxicidad relativamente baja, no obstante, al combinarse con NaOCl forma paracloroanilinas con potencial carcinogénico (3,15).

Cuando se utiliza en una baja concentración (0.1-0.2%) las sustancias de bajo peso molecular, potasio y fósforo, saldrán fuera de la célula produciendo un efecto bacteriostático. Por el contrario, a una concentración más alta (2%), la clorhexidina es bactericida, conforme avanza la precipitación de los contenidos citoplasmáticos se genera la muerte celular (10,13). Su uso, en la literatura endodóntica, se recomienda a una concentración del 2% para irrigación de los conductos radiculares, donde ha demostrado una acción antimicrobiana de amplio espectro (4,5) siendo eficaz contra bacterias Gram positivas, Gram negativas y levaduras (3). Gomes y cols., evaluaron la actividad antimicrobiana de dos presentaciones de gluconato de clorhexidina (líquido y gel) en tres concentraciones (0.2%, 1.0% y 2%), los resultados mostraron que la clorhexidina en forma líquida eliminó las células bacterianas más rápidamente que el gel de clorhexidina (3,10).

ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO (EDTA)

Se presenta en diferentes concentraciones siendo la más utilizada al 17%; es la solución de irrigación de mayor uso para la eliminación del barrillo dentinario; este quelante tiene características negativas, como la erosión de la dentina inter y peritubular, produciendo una mayor exposición de las fibras de colágeno y alterando las propiedades de la dentina, por lo que tiene la probabilidad de aumentar el riesgo de fractura vertical del diente (16,17). El EDTA como quelante además de eliminar iones de calcio de la dentina inorgánica, también elimina iones de calcio de los componentes orgánicos y proteínas no colágenas que están presentes en menor concentración en la región apical, estudios demuestran que el EDTA residual quela el calcio de la dentina y da como resultado calcio libre mejorando de esta forma la actividad antimicrobiana (17,18).

ÁCIDO CÍTRICO

Es un ácido orgánico que tiene un pH 1.67, este ácido débil es capaz de producir desmineralización

en el barrillo dentinario, neutralizando la actividad bacteriana de microorganismos anaerobios y eliminando toxinas presentes en las paredes del conducto radicular (19,20). El ácido cítrico forma quelatos mediante la unión de radicales libres a iones metálicos como el calcio presente en los cristales de hidroxiapatita de la dentina, produciendo descalcificación (2). Se debe tener en cuenta que el ácido cítrico no posee efecto antimicrobiano desde el punto de vista químico, sino que al remover la capa de barrillo dentinario favorece la remoción de los microorganismos y endotoxinas existentes en él, favoreciendo la limpieza del sistema de conductos radiculares y aumentando la capacidad de sellado de los materiales de obturación (19,21). No se debe combinar con el NaOCl, porque son sustancias que interactúan entre sí, reduciendo rápidamente la cantidad de cloro y volviendo a esta solución inefectiva frente a las bacterias, sus productos y restos pulparec necróticos (21).

MTAD

El MTAD es una mezcla de doxiciclina, ácido cítrico, detergente (tween 80) y polipropilenglicol 3,18; esta composición tiene un efecto antimicrobiano a través de la doxiciclina, ya que tiene la capacidad de ser liberado gradualmente con el tiempo y producir la eliminación de sustancias orgánicas e inorgánicas; el detergente reduce la tensión superficial de la solución y permite a la doxiciclina penetrar profundamente (16,18,22). La remoción del barrillo dentinario se da a través del ácido cítrico (23). Cuando se evaluó su biocompatibilidad se demostró niveles bajos de citotoxicidad; una de las características importantes del MTAD es la eliminación de *Enterococcus faecalis* después de una exposición de 5 minutos (24).

SMEAR CLEAR

Smear Clear (SybronEndo, Orange, CA, EE. UU.) Es un agente quelante que contiene una solución de EDTA al 17%, cetrimida y dos tensioactivos adicionales, polioxietileno e isooctilciclohexil éter (25). Se ha descrito su empleo por el lapso de 1 minuto según instrucciones del fabricante; no existen muchos estudios que evalúen si al aumentar el tiempo de aplicación se modifica su capacidad para eliminar la capa de barrillo dentinario (26). Al comparar Smear Clear con otras soluciones, esta obtuvo mayor eficacia y penetración más eficiente en los túbulos dentinarios (27); esto puede deberse a su contenido, ya que presenta cetrimida, que es un compuesto de amonio cuaternario y un detergente catiónico efectivo contra microorganismos grampositivos y gramnegativos²⁶, incluso presenta actividad antibacteriana significativa contra *Enterococcus faecalis* (27).

SOLUCIÓN DE NANOSILVER

Contiene nanopartículas de plata que varían en diámetro de 1 a 100 nm (28), las células bacterianas en contacto con la plata toman iones de plata, generando especies reactivas de oxígeno que causan la muerte celular. Otras propiedades son la capacidad antiinflamatoria y la aceleración en el proceso de cicatrización de heridas (1,29). Una de las preocupaciones es la toxicidad en las células humanas generada con una exposición prolongada a la plata, no obstante, la solución de nanosilver por el tamaño de sus partículas no genera toxicidad a las células madre del ligamento periodontal en humanos (28,30). La reducción del tamaño de las partículas de plata aumenta el

efecto bactericida, extendiéndose sobre algunos hongos, protozoos y virus (1). Estudios realizados para valorar la eficacia antimicrobiana del nanosilver observaron que es un agente eficaz para la erradicación de *Enterococcus faecalis* por lo que puede ser considerado como una alternativa a otras soluciones irrigantes (1,28).

Q-MIX

Es un irrigante actual que contiene EDTA 17%, clorhexidina 2% , tensioactivo (cetrimida) y solución salina (24,31). La mayor eficacia antimicrobiana del Q-Mix se debe a que la clorhexidina podría producir sinergismo con el EDTA, además, la presencia de los detergentes en Q-Mix podrían aumentar la humectabilidad y la permeabilidad del conducto radicular (24,32). El Q-Mix podría considerarse como un irrigante alternativo en el tratamiento de conductos radiculares, sin embargo se debe considerar que su efecto antimicrobiano es mayor en comparación a otros irrigantes cuando la cantidad de Q-Mix usado es superior a 3 ml y el tiempo de irrigación es mayor a 10 minutos (24).

OZONOTERAPIA

El ozono se considera como desinfectante de conductos radiculares por el efecto frente a bacterias, virus, hongos y protozoos (7,33,34). Se puede administrar tanto en forma gaseosa como acuosa, sin embargo, el ozono gaseoso puede ser inhalado, por lo tanto, el agua ozonizada podría ser más beneficiosa para el tratamiento de infecciones endodónticas (34). El ozono acuoso no presenta citotoxicidad y es altamente biocompatible en comparación con otros antisépticos como el NaOCL, sin embargo, en cuanto al efecto antimicrobiano en dientes deciduos el NaOCL al 2.5% es superior (35), además, estimula la regeneración del tejido periapical al penetrar por el orificio periapical; puede usarse como agente primario de irrigación del conducto radicular para pacientes pediátricos (33,34).

IRRIGANTES HERBALES

-Polifenoles de Triphala y té verde

Los polifenoles de Triphala está compuesto por frutas secas que contienen ácido cítrico y un polvo formado por tres tipos de plantas. El té verde permite el control de biofilm por su actividad antioxidante además contiene polifenoles con propiedades antiinflamatorias, termogénicas, probióticas y antimicrobianas (3). El uso de Polifenoles de Triphala y té verde puede ser considerado como irrigante del conducto radicular tomando en cuenta las características no deseadas del NaOCL, además de fácil disponibilidad, la rentabilidad, el aumento de la vida útil, la baja toxicidad y la falta de resistencia microbiana en comparación a otros irrigantes (33).

-Morinda Citrifolia (NONI)

Presenta efectos antibacterianos, antiinflamatorios, antivirales, antitumorales, antihelmínticos, analgésicos, hipotensos e inmunitarios. Estudios in vivo demuestran la efectividad de la morinda en

el control de *Enterococcus faecalis* y la eliminación del barrillo dentinario (36) por lo que se podría considerar a la *Morinda Citrifolia* como una posible alternativa al uso de NaOCl como irrigante intraconducto (3,36).

-*Allium sativum*

El *Allium sativum*, o ajo, es una planta que presenta propiedades antibacterianas, anti fúngicas y antivirales; sus componentes activos son varios entre ellos la alicina, que destruye la pared y la membrana celular de las bacterias del conducto radicular (37,38). Varias concentraciones (10-70%) de extracto de ajo redujeron efectivamente el número de *E. Faecalis* in vitro. Los estudios realizados sobre el ajo han demostrado que el aceite esencial de ajo se puede usar como antimicrobiano contra diversos microorganismos (37).

Tabla 1: Características de algunos irrigantes utilizados en endodoncia.

IRRIGANTES	Eficacia contra microorganismos	Capacidad para disolver restos de tejido necrótico	Capacidad para inactivar endotoxinas	Evita la formación o disuelve el barrillo dentinario	Biocompatibilidad	OTROS
NaOCL (Hipoclorito de sodio) 2.5%	Bacterias anaerobias ¹¹ Gram negativas, Gram positivas, parásitos y hongos ³⁹	SI ⁴⁰	SI ⁴⁰	NO ¹¹	-SI -Cuando es extruido hacia los tejidos periapicales, puede dañar al fólculo del diente permanente y mucosa oral ¹¹ .	Baja tensión superficial ⁷
Gluconato de clorhexidina 2%	Bacterias Gram positivas, Gram negativas ³ Limitada acción) y levaduras ^{3,11}	NO ¹³	SI ^{10,13}	NO ⁸⁵	SI ³	Sustantividad ^{13,14}
EDTA(ácido etilendiamino tetraacético) 17%	Bacterias ³²	SI ¹⁹	NO ²⁰	SI ^{20,41}	SI (dependiente de la concentración) ¹⁹	-----
ÁCIDO CITRICO 6%	Neutraliza bacterias anaerobias ²⁰	SI ¹⁹	SI ⁸	SI ^{19,20}	SI ¹⁹	-----
MTAD	<i>Enterococcus faecalis</i> ^{23,32}	SI ²³	SI ^{23,25}	SI ^{17,23}	SI ^{22,42}	Sustantividad ³²
NANOSILVER	Bacterias, hongos, virus ¹	SI ²⁸	-----	SI ⁴³	SI ³⁰	Antiinflamatorio, cicatrizante ^{1,29}
QMIX	Bacterias ^{24,32}	-----	-----	SI ¹⁸	SI ²⁶	-----

Fuente: Autores

LÁSER COMO COADYUVANTE EN LA DESINFECCIÓN DE CONDUCTOS

De los diferentes tipos de láseres de uso odontológico, el láser Er: YAG en diferentes longitudes de onda es el más usado para la desinfección de conductos radiculares, penetrando a áreas donde las solucio-

nes irrigantes no pueden ingresar (44). Se ha observado que el láser produce una disminución en el recuento microbiano, además, elimina el barrillo dentinario y su eficacia se ve potenciada cuando es combinado con soluciones irrigantes, principalmente el NaOCl, para obtener mejores resultados o la combinación de un láser de baja potencia y una solución de cloruro de tónico o un fotosensibilizador no tóxico (7,44,45). Una de las limitantes del láser es el calor generado durante el uso que puede provocar daño en los tejidos circundantes⁴⁶, un aumento de la temperatura de aproximadamente 10°C por 1 min puede causar lesiones irreversibles en los tejidos periodontales. Se considera que para los láseres diodo la irradiación debe ser de 5 segundos con 10 segundos de reposo entre irradiación. La irradiación con láser de diodo puede usarse como una alternativa para la desinfección del conducto radicular en dientes primarios, especialmente, cuando se combina con agua ionizada para conductos necróticos (4,46,47).

Discusión

La gran variedad de soluciones irrigantes descritas en la literatura hasta la actualidad, pone en duda al clínico sobre la elección del irrigante idóneo, el cual se asemeje a las características establecidas de un irrigante ideal (3). Al no existir dicho irrigante hasta la actualidad, se requiere combinar soluciones irrigantes para poder eliminar la mayor cantidad de microorganismos, material necrótico y barrillo dentinario.

La solución irrigante de mayor uso es el NaOCl, sin embargo no existe un consenso sobre la concentración óptima para dientes deciduos (4); al comparar la actividad antibacteriana de diferentes concentraciones de NaOCl (1%, 2.5% y 5%), no se observaron diferencias significativas en la disminución de la población microbiana en la irrigación y la instrumentación del conducto radicular (10). La comparación antimicrobiana con otros irrigantes y formas alternativas de desinfección mostraron que la eficacia antimicrobiana del NaOCl en concentraciones de 2.5% y 3% fueron superiores a la clorhexidina al 2%, ozono, láser diodo y desinfección fotoactivada (7,34); mientras que en el estudio realizado por Walia V. y cols. (4) el NaOCl 1% no mostró diferencias significativas al compararlo con clorhexidina 2% y láser diodo.

La mayor parte de los estudios miden la eficacia microbiana del irrigante sobre el *Enterococcus faecalis*, por ser un microorganismo común en las infecciones del conducto radicular, presentar resistencia a la preparación quimio-mecánica, persistencia en medios extremos en el conducto radicular generando recidivas y la necesidad de retratamientos (25,38,48). Moradi y cols. reportaron que al comparar el efecto antimicrobiano del NaOCl al 2.5% y del nanosilver (80 ppm), el efecto del nanosilver fue menor 1; mientras que en el estudio de Moghadas y cols. al comparar el NaOCl al 5.25% y nanosilver, ambos irrigantes presentaron el mismo efecto antibacteriano frente al *Enterococcus faecalis* y *Streptococcus aureus* (28). Tulsani S. y cols. (42) concluyen en su estudio in vivo que el NaOCl al 2.5% y el MTAD estadísticamente presentan igual eficacia pero el costo elevado, reducida vida útil y reducida disponibilidad disminuye su elección.

El efecto antimicrobiano de Q-Mix en comparación a la clorhexidina fue superior y se corrobora en el estudio de Zhang R. y cols, (32) mientras que el efecto antimicrobiano residual (sustantividad) se presentó en los dos irrigantes siendo mayor en la clorhexidina (32). En el estudio comparativo de Kour G y cols. (49) entre el Q-Mix y el Smear Clear in vivo para valorar la eficacia antibacteriana frente a la *Enterococcus faecalis* confirmó que la solución Q-Mix fue estadísticamente significativa en comparación con la solución Smear Clear.

El barrillo dentinario es una estructura amorfa formada por una parte inorgánica, producto de la instrumentación mecánica y una parte orgánica que contiene tejido necrótico, células sanguíneas y bacterias (8,21). El barrillo dentinario se encuentra obstruyendo la entrada de los túbulos dentinarios que en su interior albergan microorganismos. Las soluciones irrigantes como el NaOCL presentan una limitada acción sobre la parte inorgánica por lo que es necesario complementar con otras soluciones irrigantes (21).

El EDTA es el quelante más utilizado para la eliminación del barrillo dentinario; en un estudio realizado por Hariharan VS y cols. (8) se observó mediante microscopia electrónica de barrido la eliminación del barrillo dentinario en la mayor parte del conducto radicular, sin embargo, se observó daño erosivo de la dentina. Estos resultados fueron corroborados por Demirel A. y cols. (21), donde observó que el NaOCL al 1% más EDTA al 10% afectó negativamente la estructura de la dentina mediante la conjugación de los túbulos dentinarios, la erosión de la dentina peritubular y la descomposición de la dentina intertubular en comparación al NaOCL 1% más ácido cítrico (21). En el estudio de Jain N. y cols. (50) utilizaron hipoclorito de sodio al 1% junto con ácido cítrico al 6%, que resultó ser tan eficaz como EDTA al 17% en la eliminación del barrillo dentinario.

La combinación de EDTA 14% con ultrasonido produce una mayor eliminación del barrillo dentinario, sin embargo aumenta la erosión de la dentina en comparación con EDTA 14% sin activación ultrasónica (18). El Ácido cítrico al 6% con ultrasonido demostró ser el mejor protocolo de irrigación que puede contribuir al éxito del tratamiento a largo plazo del diente temporal y la salud del germen del diente permanente (50).

Los irrigantes derivados de extractos de plantas presentan propiedades antimicrobianas, antivirales, antifúngicas, antiinflamatorias, entre otras, por lo que pueden ser consideradas como irrigantes endodónticos (36,37). En el estudio realizado por Chandwani y cols. (36) al comparar el efecto antimicrobiano de la *Morindia Citrifolia* y NaOCL 1% observaron que ambos reducen el recuento de colonias bacterianas. En el estudio de Thomas S. y cols. (51) concluye que la eficacia antimicrobiana *Triphala* fue superior al NaOCL al 3%, no obstante el láser fue más efectivo contra *Enterococcus faecalis*. Octavia A. y cols. (38) en su estudio valoraron la efectividad antimicrobiana del extracto de ajo al 25% siendo superior a la clorhexidina 2% (38). Elheeny A. y cols.(52) reporta la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre el extracto de *A. sativum* al 25% como y el NaOCL al 2.5% en pulpectomías, durante un período de seguimiento de 12 meses a 90 niños. A pesar del éxito de NaOCl como irrigante del conducto radicular, continuamente surgen posibles alternativas a esta solución para superar sus desventajas.

Lograr un alto grado de desinfección del conducto radicular no depende únicamente de la solución

irrigante utilizada, Venumbaka N. y cols. (53) al comparar entre la irrigación manual y ultrasónica, pese a usar el mismo irrigante, la irrigación ultrasónica demostró una mayor profundidad del mismo en los túbulos dentinarios incluso a nivel apical. Toyota Y. y cols. (54) mencionan que la irrigación ultrasónica con NaOCl es efectiva para remover el barrillo dentinario en dientes primarios.

Conclusiones

En pulpectomías de dientes deciduos se requiere una adecuada desinfección de los conductos radiculares, lo cual es posible al combinar soluciones irrigantes, dado que hasta la actualidad no existe una solución que cumpla con todas las características del irrigante ideal. Independientemente de la solución activa, varios artículos señalan diferentes concentraciones como efectivas, sin embargo, no existe un consenso sobre el irrigante idóneo y su concentración más eficaz. Encontramos al NaOCl al 2,5% como la solución que cumple con la mayoría de las características descritas, siendo el más efectivo en desinfección y eliminación de restos orgánicos; en cuanto a la eliminación del barrillo dentinario el Ácido cítrico al 6% es eficaz y genera menor erosión en la dentina peritubular, no obstante, existen soluciones químicas combinadas y de origen herbal las cuales presentan resultados prometedores pero se requieren más estudios in vivo con seguimiento a largo plazo en dientes deciduos.

Fuente de financiamiento: Este estudio es autofinanciado.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Limitaciones de responsabilidad: Los puntos de vista y opiniones expresados en la revisión son responsabilidad de los autores y no de la institución a la que pertenecen.

Referencias bibliográficas

1. Moradi F, Haghgoo R. Evaluation of antimicrobial efficacy of nanosilver solution, sodium hypochlorite and normal saline in root canal irrigation of primary teeth. *Contemp Clin Dent* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2020 Jul 25];9(6):S227–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30294149/>
2. Pozos-Guillen A, Garcia-Flores A, Esparza-Villalpando V, Garrocho-Rangel A. Intracanal irrigants for pulpectomy in primary teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent*. 2016;26(6):412–25.
3. Kaur R, Singh R, Sethi K, Garg S, Miglani S. Irrigating Solutions in Pediatric Dentistry : Literature Review and Update. *J Adv Med Dent Sci Res*. 2014;2(2):104–15.
4. Walia V, Goswami M, Mishra S, Walia N, Sahay D. Comparative evaluation of the efficacy of chlorhexidine, Sodium hypochlorite, the diode laser and saline in reducing the microbial count in primary teeth root canals - an in vivo study. *J Lasers Med Sci*. 2019;10(4):268–74.

5. Botton G, Pires CW, Cadoná FC, Machado AK, Azzolin VF, Cruz IBM, et al. Toxicity of irrigating solutions and pharmacological associations used in pulpectomy of primary teeth. *Int Endod J*. 2016;49(8):746–54.
 6. Zehnder M. Root Canal Irrigants. *J Endod*. 2006;32(5):389–98.
 7. Öter B, Topçuoğlu N, Tank MK, Çehreli SB. Evaluation of Antibacterial Efficiency of Different Root Canal Disinfection Techniques in Primary Teeth. *Photomed Laser Surg*. 2018;36(4):179–84.
 8. Hariharan VS, Nandlal B, Srilatha KT. Efficacy of various root canal irrigants on removal of smear layer in the primary r1. Hariharan VS, Nandlal B, Srilatha KT. Efficacy of various root canal irrigants on removal of smear layer in the primary root canals after hand instrumentation: A scannin. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2010;28(4):271–7.
 9. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J*. 2002;13(2):113–7.
 10. Gomes B, Ferraz C, Vianna M, Berber V, Teixeira F, Souza-Filho F. 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.
 11. Ramachandra JA, Nihal NK, Nagarathna C, Vora MS. Root canal irrigants in primary teeth. *World J Dent*. 2015;6(4):229–34.
 12. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine: An Adjunct to Periodontal Therapy. *J Periodontol*. 1986;57(6):370–7.
 13. Mohammadi Z, Abbott P V. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J*. 2009;42(4):288–302.
 14. Ercan E, Özekinci T, Atakul F, Gül K. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: In vivo study. *J Endod*. 2004;30(2):84–7.
 15. Mirhadi H, Abbaszadegan A, Ranjbar MA, Azar MR, Geramizadeh B, Torabi S, et al. Antibacterial and Toxic Effect of Hydrogen Peroxide Combined with Different Concentrations of Chlorhexidine in Comparison with Sodium Hypochlorite. *J Dent (Shiraz, Iran)*. 2015;16(4):349–34955.
 16. Hameed SA, Ibrahim SA, Al-Nasrawi S. Comparative study to evaluate the antimicrobial effect of mtad, 17% edta, and 3% naocl- against *enterococcus faecalis* in primary teeth for root canals therapy (In vitro study). *Medico-Legal Updat*. 2020;20(1):340–5.
 17. Şen BH, Ertürk Ö, Pişkin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2009;108(4):622–7.
 18. Nogo-Živanović D, Kanjevac T, Bjelović L, Ristić V, Tanasković I. The effect of final irrigation with MTAD, QMix, and EDTA on smear layer removal and mineral content of root canal dentin. *Microsc Res Tech*. 2019;82(6):923–30.
 19. Olivieri JG, García Font M, Stöber E, de Ribot J, Mercadé M, Duran-Sindreu F. Effect of manual dynamic activation with citric acid solutions in smear layer removal: A scanning electron microscopic evaluation. *J Dent Sci*. 2016;11(4):360–4.
 20. Herrera D, Santos Z, Tay L, Silva E, Loguercio A, Gomes B. Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. *Microsc Res Tech*. 2013;76(4):364–9.
 21. Demirel A, Yüksel BN, Ziya M, Gümüş H, Doğan S, Sari Ş. The effect of different irrigation protocols on smear layer removal in root canals of primary teeth: a SEM study. *Acta Odontol Scand [Internet]*. 2019;77(5):380–5. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2019.1577491>
 22. Farhin K, Viral P, Thejokrishna P. Reduction in Bacterial Loading Using MTAD as an Irrigant in Pulpectomized Primary Teeth. *J Clin Pediatr Dent*. 2015;39(2):100–4.
 23. Singla MG, Garg A, Gupta S. MTAD in endodontics: An update review. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology [Internet]*. 2011;112(3):e70–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2011.02.015>
 24. Lim B, Parolia A, Chia MSY, Jayaraman J, Nagendrababu V. Antimicrobial efficacy of QMix
-

- on *Enterococcus faecalis* infected root canals: a systematic review of in vitro studies. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2020 [cited 2020 Aug 6];45(2). Available from: [/pmc/articles/PMC7239686/?report=abstract](#)
25. Dunavant T, Regan J, Glickman G, Solomon E, Honeyman A. Comparative Evaluation of Endodontic Irrigants against *Enterococcus faecalis* Biofilms. *J Endod*. 2006;32(6):527–31.
 26. Dua A, Dua D, Uppin V. Evaluation of the effect of duration of application of Smear Clear in removing intracanal smear layer: SEM study. *Saudi Endod J* [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2020 Jul 30];5(1):26. Available from: <http://www.saudiendodj.com/text.asp?2015/5/1/26/149083>
 27. Sadegh M, Sohrabi H, Kharazifard M, Afkhami F. Effect of Smear Clear and some other commonly used irrigants on dislodgement resistance of mineral trioxide aggregate to root dentin. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(5):617–21.
 28. Moghadas L, Shahmoradi M, Narimani T. Original Research Antimicrobial activity of a new nanobased endodontic irrigation solution : In vitro study. 2012;3(4).
 29. Chaloupka K, Malam Y, Seifalian AM. Nanosilver as a new generation of nanoparticle in biomedical applications. *Trends Biotechnol* [Internet]. 2010;28(11):580–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2010.07.006>
 30. Chan ELK, Zhang C, Cheung GSP. Cytotoxicity of a novel nano-silver particle endodontic irrigant. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2015;7:65–74.
 31. Kapoor S, Manuja N, Chaudhary S, Kaur H, Chaitra TR, Sinha AA. Effect of Qmix and other irrigants on dentin adhesives in pulp chambers of primary teeth: SEM study. *J Clin Pediatr Dent*. 2017;41(5):362–7.
 32. Zhang R, Chen M, Lu Y, Guo X, Qiao F, Wu L. Antibacterial and residual antimicrobial activities against *Enterococcus faecalis* biofilm: A comparison between EDTA, chlorhexidine, cetrimide, MTAD and QMix. *Sci Rep* [Internet]. 2015 Aug 6 [cited 2020 Aug 6];5. Available from: [/pmc/articles/PMC4526883/?report=abstract](#)
 33. Agarwal S, Tyagi P, Deshpande A, Yadav S, Jain V, Rana K. Comparison of antimicrobial efficacy of aqueous ozone, green tea, and normal saline as irrigants in pulpectomy procedures of primary teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2020 Aug 5];38(2):164. Available from: <http://www.jisppd.com/text.asp?2020/38/2/164/288214>
 34. Goztas Z, Onat H, Tosun G, Sener Y, Hadimli HH. Antimicrobial effect of ozonated water, sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in primary molar root canals. *Eur J Dent* [Internet]. 2014 [cited 2020 Aug 6];8(4):469–74. Available from: [/pmc/articles/PMC4253101/?report=abstract](#)
 35. Kapdan A, Kustarci A, Tunc T, Sumer Z, Arslan S. Which is the most effective disinfection method in primary root canals: Conventional or newly developed ones? *Niger J Clin Pract*. 2015;18(4):538–43.
 36. Chandwani M, Mittal R, Chandak S. Effectiveness of *Morinda citrifolia* juice as an intracanal irrigant in deciduous molars : An in vivo study. 2017;(July).
 37. Mookhtiar H, Hegde V, Shanmugasundaram S, Chopra MA, Kauser MNM, Khan A. Herbal Irrigants : A literature Review Herbal Irrigants ; A new Era in Endodontics : Literature Review. *Int J Dent Med Sci Res*. 2019;3(3):15–22.
 38. Octavia A, Budiardjo SB, Indarti IS, Fauziah E, Suharsini M, Sutadi H, et al. Garlic extract efficacy against the viability of *enterococcus faecalis* (In vitro). *Int J Appl Pharm*. 2019;11(1):194–7.
 39. Wang L, Bassiri M, Najafi R, Najafi K, Yang J, Khosrovi B, et al. Hypochlorous acid as a potential wound care agent: part I. Stabilized hypochlorous acid: a component of the inorganic armamentarium of innate immunity. *J Burns Wounds* [Internet]. 2007;6:e5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17492050><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1853323>
 40. Verma N, Sangwan P, Tewari S, Duhan J. Effect of Different Concentrations of Sodium Hypochlorite on Outcome of Primary Root Canal Treatment: A Randomized Controlled Trial. *J En-*

- dod [Internet]. 2019;45(4):357–63. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.01.003>
41. Yüksel BN, Demirel A, Ziya M, Kolçakoğlu K, Doğan S, Sarı Ş. The effects of various irrigation protocols on root canal wall adaptation and apical microleakage in primary teeth. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2020;78(5):321–6. Available from: <https://doi.org/10.1080/00016357.2019.1709890>
 42. Tulsani SG, Chikkanarasaiah N, Student P, Dentistry P. An in Vivo Comparison of Antimicrobial Efficacy of Sodium Hypochlorite and Biopure MTADTM against *Enterococcus Faecalis* in Primary Teeth: A qPCR Study. 2014;39(1):30–4.
 43. González-Luna P-I, Martínez-Castañón G-A, Zavala-Alonso N-V, Patiño-Marin N, Niño-Martínez N, Morán-Martínez J, et al. Bactericide Effect of Silver Nanoparticles as a Final Irrigation Agent in Endodontics on *Enterococcus faecalis*: An Ex Vivo Study. 2009 [cited 2020 Aug 12]; Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7597295>
 44. Attiguppe PR, Tewani KK, Naik S V., Yavagal CM, Nadig B. Comparative Evaluation of Different Modes of Laser Assisted Endodontics in Primary Teeth: An In vitro Study. *J Clin DIAGNOSTIC Res* [Internet]. 2017 [cited 2020 Aug 6];11(4):ZC124. Available from: www.jcdr.net
 45. Okamoto CB, Motta LJ, Prates RA, da Mota ACC, Gonçalves MLL, Horliana ACRT, et al. Antimicrobial Photodynamic Therapy as a Co-adjuvant in Endodontic Treatment of Deciduous Teeth: Case Series. *Photochem Photobiol*. 2018;94(4):760–4.
 46. Bahrololoomi Z, Fekrazad R, Zamaninejad S. Antibacterial effect of diode laser in pulpectomy of primary teeth. *J Lasers Med Sci* [Internet]. 2017;8(4):197–200. Available from: <http://dx.doi.org/10.15171/jlms.2017.36>
 47. Tunç H, Islam A, Kabadayı H, Vatansever HS, Yılmaz HG. Evaluation of low-level diode laser irradiation and various irrigant solutions on the biological response of stem cells from exfoliated deciduous teeth. *J Photochem Photobiol B Biol* [Internet]. 2019;191(January):156–63. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2019.01.001>
 48. Chandwani M, Chandak S. Assessment of facultative anaerobes from the root canals of deciduous molars: An in vivo study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* [Internet]. 2017;11(2):96–100. Available from: <http://dx.doi.org/10.15171/joddd.2017.018>
 49. Kour G, Updesh M, Dhindsa A, Gojanur S, Kumar S, Singh B. Comparative Clinical and Microbial Evaluation of Two Endodontic File Systems and Irrigating Solutions in Pediatric Patients. *Contemp Clin Dent*. 2018;9(4):637–43.
 50. Jain N, Garg S, Dhindsa A, Joshi S, Khatria H. Impact of 6% citric acid and endoactivator as irrigation adjuncts on obturation quality and pulpectomy outcome in primary teeth. *Pediatr Dent J* [Internet]. 2019;29(2):59–65. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pdj.2019.05.002>
 51. Thomas S. Comparison of Antimicrobial Efficacy of Diode Laser , Triphala , and Sodium Hypochlorite in Primary Root Canals : A Randomized Controlled Trial. :14–7.
 52. Elheeny AAH. Allium sativum extract as an irrigant in pulpectomy of primary molars: A 12-month short-term evaluation. *Clin Exp Dent Res*. 2019;5(4):420–6.
 53. Venumbaka NR, Baskaran P, Mungara J, Chenchugopal M, Elangovan A, Vijayakumar P. Comparative evaluation of the efficacy of endovac and conventional irrigating systems in primary molars - An in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*. 2018;42(2):140–5.
 54. Toyota Y, Yoshihara T, Hisada A, Yawaka Y. Removal of smear layer by various root canal irrigations in primary teeth. *Pediatr Dent J* [Internet]. 2017;27(1):8–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdj.2016.05.001>

Recibido: 23 octubre 2022

Aceptado: 17 diciembre 2022