

REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



“RECURSOS ACTUALES DE IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA”
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

ESTUDIANTES

Indiana Núñez Perozo 20-0973
Olga Rijo Armstrong 20-1022

Los conceptos emitidos en el presente trabajo final son de la exclusiva responsabilidad de los estudiantes.

Docente Especializado

Dra. Patricia Batlle, DDS.

Docente Titular

Dra. Maria Teresa Thomas, DDS, PhD.

SANTO DOMINGO, D.N.

Abril, 2022

RESUMEN

Los procesos inflamatorios pulpares ocurren a causa de la contaminación de bacterias y sus productos degenerando la pulpa dental. La resolución de este suceso se logra por medio del tratamiento endodóntico, en el que se desbrida el tejido del conducto radicular mediante la instrumentación mecánica e irrigación con agentes químicos. La irrigación efectiva es parte esencial de la desinfección adecuada del conducto, su cicatrización y el mejoramiento de las patologías endodónticas. El mercado cuenta con múltiples soluciones para la irrigación endodóntica, pero ninguna por si sola cumple todas las necesidades de limpieza y desinfección de los conductos radiculares, por ello, la siguiente revisión sistemática de la literatura consistió en la revisión de 75 fuentes bibliográficas, y tuvo como objetivo identificar cuáles son los recursos actuales empleados en la irrigación endodóntica, describiendo las diferentes técnicas y soluciones empleadas, y permitiendo a través de la búsqueda exhaustiva en bases de datos identificar que las técnicas y soluciones más empleada para la irrigación radicular son el Hipoclorito de Sodio al 5,25% y la técnica convencional o pasiva con agitación dinámica, por motivos de costos, pero de acuerdo con el análisis de la literatura los mejores resultados son obtenidos con la técnica de irrigación de presión negativa apical (EndoVac) y la solución QMix, siendo esta solución, junto con la EdgeMix y los láseres los sistemas de irrigación más modernos usados actualmente.

Palabras claves: Endodoncia, irrigación, técnica, solución.

ABSTRACT

Pulpal inflammatory processes occur due to contamination by bacteria and their products, degenerating the dental pulp. The resolution of this event is achieved by endodontic treatment, in which the root canal tissue is debrided by mechanical instrumentation and irrigation with chemical agents. Effective irrigation is an essential part of proper root canal disinfection, healing, and improvement of endodontic pathologies. The market has multiple solutions for endodontic irrigation, but none by itself meets all the cleaning and disinfection needs of root canals, therefore, the following systematic review of the literature consisted of reviewing 75 bibliographic sources, and had its objective is to identify what are the current resources used in endodontic irrigation. It describes the different techniques and solutions used; allowing through the exhaustive search in databases to identify that the techniques and solutions most used for root irrigation are Hypochlorite of 5.25% sodium and the conventional or passive technique with dynamic agitation, for cost reasons, but according to the analysis of the literature, the best results are obtained with the apical negative pressure irrigation technique (EndoVac) and the solution QMix, being this solution, together with the EdgeMix and the lasers the irrigation systems more currently used modern.

Keywords: Endodontics, irrigation, technique, solution.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3. OBJETIVOS	9
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4. MARCO TEÓRICO	10
4.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	10
4.2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	14
5. 4.2.1. MICROORGANISMOS ENDODÓNTICOS	15
6. 4.2.2. LA IRRIGACIÓN	18
7. 4.2.3.EL FUTURO DE LA IRRIGACIÓN ENDODÓNTICA.....	36
5. MATERIAL Y MÉTODOS	39
5.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	39
5.3. TIPO DE ESTUDIO.....	39
5.4. FUENTES Y TÉCNICAS	40
4.2. MÉTODO DE ESTUDIO	40
5. DISCUSIÓN	41
6. CONCLUSIONES	44
7. RECOMENDACIONES Y PROSPECTIVA	46
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen un gran número de productos destinados a la limpieza y desinfección de los sistemas de conductos radiculares, mismos que forman parte esencial del buen pronóstico en el tratamiento endodóntico; la eliminación completa de los microorganismos del conducto radicular resulta ser un gran problema debido a la complejidad anatómica que presenta el sistema de conducto, en especial los conductos laterales, los istmos, y el tercio apical. Es por ello que, nuevas soluciones y dispositivos de irrigación son desarrollados con el propósito de reducir los tiempos y eficientizar el trabajo endodóntico (Paredes,2019).¹

El éxito del tratamiento endodóntico depende de la correcta limpieza y desinfección del conducto, por lo que con el tiempo se han buscado establecer parámetros de desinfección que permitan conseguir la completa eliminación del barrillo dentinario y microorganismos que persisten dentro del conducto radicular, ya que no conseguirse la desinfección eficiente se podría desencadenar en una patología apical.²

Paredes¹ en 2019 evidenció que, con el empleo de ciertas soluciones de irrigación como acompañante de las técnicas de instrumentación, no siempre se consigue el efecto de desinfección radicular deseado, impidiendo cumplir con uno de los objetivos principales del tratamiento endodóntico. Por lo que los endodoncistas y el personal odontológico han recurrido a probar con otras técnicas y sustancias que garanticen una óptima desinfección.

Con el propósito de mejorar y obtener resultados más favorables en la endodoncia se han empleado sistemas de irrigación complejos y muy distintos unos de otros; estos sistemas poseen características y diseños mejorados, en comparación con la irrigación tradicional, que permiten la penetración del irrigante en todo el sistema intracanal; sistemas de irrigación como el de irrigación ultrasónica pasiva (PUI), el EndoActivator, el presión negativa apical EndoVac, y laser Er: YAG son solo algunos de los sistemas más recientes usados para la irrigación (Castro, 2020).³

Para la siguiente investigación se realizó un análisis sistemático de múltiples fuentes bibliográficas, con el objetivo de identificar cuáles son los recursos actuales empleados en la irrigación endodóntica, describiendo las diferentes técnicas y soluciones existentes en la irrigación intraconducto, para poder identificar cuál de estas es la más empleada para la irrigación intraradicular y cual presenta mejores resultados (esto debe mantenerse porque es un objetivo), además de conocer cuáles son los sistemas de irrigación de vanguardia, a fin de proporcionar un documento de referencia para los profesionales de las ciencias de salud odontológicas, especialmente para estudiantes, docentes y especialistas del área de endodoncia.

Para ello se interpretaron los antecedentes literarios de libros y revistas científicas fundamentados en el método científico, recolectados a través de una exhaustiva selección en bases electrónicas de renombre, donde se recopiló información referente a la funciones, características, ventajas y desventajas de la irrigación, soluciones irrigantes y sistemas de irrigación. Posteriormente también se detallan la metodología, técnicas, procedimientos y el tipo de investigación realizado, a fin de

permitirles a los lectores una mejor comprensión por medio de los resultados, conclusiones y recomendaciones expuestas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El éxito en los tratamientos endodónticos depende de diversos factores relacionados con el estado de salud general, condición preoperatoria del diente, así como los procedimientos y técnicas endodónticas utilizadas.⁴ La limpieza y la desinfección se consideran el factor principal para garantizar el éxito de este tipo de tratamientos.

Las lesiones endodónticas son causadas, mayormente, por bacterias anaerobias estrictas, el *Enterococcus faecalis* la principal desencadenante del fracaso endodóntico; por lo tanto, la técnica y solución de irrigación empleada debe ser eficaz y capaz de eliminar o reducir considerablemente la cantidad de estos microorganismos (Da Silva et al., 2019).⁵

Los odontólogos que realizan tratamientos endodónticos se enfrentan diariamente a retos propios de la realización correcta del tratamiento endodóntico, entre ellos la conformación y limpieza correcta de los sistemas de conductos radiculares; actividades que puede destacarse por su complejidad, debido a la morfología de los conductos y a la formación de capa de barrillo que dificulta la penetración de las soluciones irrigantes en el conducto radicular (Chia et al., 2020).⁶

En las últimas décadas se han realizado investigaciones y avances tecnológicos con el propósito de mejorar las técnicas de instrumentación manual y rotatorias, las

soluciones y los mecanismos para la introducción y agitación de los irrigantes con la finalidad de alcanzar las zonas de los conductos más desafiantes. (Fabregat, 2018).⁷

Debido a la persistencia de la biopelícula, a la complejidad de la anatomía y acceso difícil de los conductos, se ha establecido que los agentes antimicrobianos por sí solos no resultan ser capaces de desinfectar y limpiar los sistemas de conductos completamente. Es por ello que el empleo de métodos que coadyuven a los agentes antimicrobianos a través de la manera en la que estos son administrados se hacen necesarios a fin de lograr la desinfección total del conducto (Neelakantan et al., 2017).⁸

Para los endodoncistas es esencial establecer una relación correcta entre la técnica y el proceso de irrigación, por lo que es muy frecuente la realización periódica de estudios y revisiones para establecer la fórmula más adecuada para conseguir el éxito en los tratamientos endodónticos (Campoverde, Marcalupo, & Gálvez, 2020).⁹

Debido a las diferentes vertientes y algunas controversias acerca de qué técnica de irrigación o activación funciona mejor para la eliminación de las bacterias endodónticas surge el interés en realizar una revisión metódica y una compilación de los artículos científicos y libros de texto de los últimos 10 años, que hacen referencia a esta disyuntiva, a fin de brindar a la comunidad de profesionales y odontólogos dominicanos y sus homólogos fuera del país un documento de referencia al que puedan recurrir para enriquecer sus conocimientos acerca de cuáles sistemas son los más adecuados para la eliminación de la capa de barrillo

del tercio apical del conducto, los cuales proporcionan menos riesgos colaterales y resultan más beneficiosos en relación a costos y tiempos de va, basados en la comparación de los diferentes sistemas de irrigación. Con base en estos debates surge esta interrogante: ¿cuáles son los recursos actuales que están siendo empleados en la irrigación endodóntica?

A partir de la formulación de esta interrogante se desglosa la sistematización, constituida por las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las técnicas y las soluciones existentes para la irrigación intraconducto?
- ¿Cuál de estas es la técnica y cuál es la solución de irrigación más empleada para la irrigación intraconducto?
- ¿Cuál es la solución irrigante y cuál es la técnica que presenta mejores resultados en los tratamientos endodónticos?
- ¿Cuáles son los sistemas de irrigación empleados en la actualidad?
- ¿Cuáles proporcionan menos riesgos colaterales y resultan más beneficiosos en relación a costo y tiempos de trabajo?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Identificar los recursos actuales empleados en la irrigación endodóntica.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las técnicas y soluciones existentes para la irrigación intraconducto.
- Identificar la técnica y la solución de irrigación más empleada para la irrigación intraconducto.
- Establecer la solución irrigante y la técnica de irrigación que presenta mejores resultados en los tratamientos endodónticos.
- Describir los sistemas de irrigación más modernos empleados en la actualidad.
- Determinar cuál sistema y que técnica proporciona menos riesgos colaterales y resulta más beneficiosos en relación a costo y tiempos de trabajo.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La irrigación constituye uno de los procedimientos más importantes dentro de la terapéutica endodóntica, no obstante, ha sido motivo de debate entre los endodoncistas cual técnica y sistema de irrigación es la mejor a seleccionar. Esto cobra tal importancia debido a que uno de los objetivos principales de la terapia endodóntica es lograr la desinfección completa del sistema de conductos y la remoción de los residuos producidos por la instrumentación para garantizar el éxito del tratamiento (Arce,2016).¹⁰

La irrigación en endodoncia, de acuerdo con la literatura revisada, inició debido a la necesidad de drenar abscesos a través de los conductos y de limpiarlos de manera tal que permitieran una obturación completa y hermética del sistema radicular endodóntico. Es decir, que desde los inicios de la práctica de desbridamiento del conducto radicular, la instrumentación y la irrigación se consideran factores de suma importancia en la prevención y el tratamiento de las enfermedades endodónticas.¹¹

Antiguamente, la instrumentación del conducto radicular del diente afectado solía ser considerada como el procedimiento más exigente e importante de la terapia de conductos radiculares. Sin embargo, en los últimos años se ha hecho más evidente la relevancia de la relación entre la instrumentación y el control de la infección en el conducto radicular, la cual está dada primordialmente por las diferentes sustancias y sistemas de irrigación.¹² Por lo que las nuevas definiciones de endodoncia, la describen como una maniobra mecánica comprendida por la instrumentación y la

irrigación con sustancias químicas, básicas para la correcta desinfección del sistema de conducto radicular.⁸

Haciendo referencia a los antecedentes históricos de la Endodoncia, alrededor de 1914, una vez tuvo fin la I Guerra Mundial, se buscó desinfectar las heridas con solución de Dakin, misma que consiste en una solución de hipoclorito de sodio al 0,5% a partir de este momento se empezaron a usar soluciones basadas en cloro en la desinfección de los conductos radiculares. Más adelante el mismo Dakin también propuso emplear una mezcla de aceite parafinado y eucaliptol con los mismos propósitos.¹³

Más adelante, Grossman propuso el uso alternado de peróxido de hidrógeno con hipoclorito de sodio, con el fin de obtener una mejor limpieza debido al oxígeno liberado por el peróxido. Walker, en 1936 recomendó el uso de agua clorada como solución irrigadora debido a que es capaz de disolver proteínas y tiene acción germicida. Posteriormente, Sneider en 1946, diseñó un aparato para irrigar y succionar durante la terapia de conductos radiculares, formado por dos tubos pequeños que se colocaban en la entrada del conducto, irrigando y eliminando los restos de tejido.¹⁴

Ya para el año 1957, Östby introduce el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%, desplazando todas las soluciones irrigadoras usadas hasta ese momento. Esta fórmula fue luego modificada, y pasaron a incorporar en su fórmula el bromuro de acetiltrimetil amonio (cetavlon), coincidiendo con el empleo del ultrasonido

(cavitron), mayormente utilizado en el área de periodoncia, acondicionando para poder colocarle limas endodónticas en vez de puntas, e irrigando con hipoclorito de sodio.¹⁵

Ya para 1961 Stewart introduce el Glioxide, que consistía en peróxido de urea al 10% en un vehículo glicerinado. 4 años después, en 1965, Ingle propone la importancia de siempre realizar la irrigación final con hipoclorito de sodio. Nuevamente Stewart en 1969 crea el Rc-Prep, mezclando EDTA al 15%, peróxido de urea al 10% y una base de carbowax soluble en agua. Por otro lado, McComb crea, un preparado de EDTA, bromuro de cetil trimetilamonio, hidróxido de sodio y agua (REDTA), aludiendo que este era capaz de eliminar la capa de desechos inorgánicos del conducto.¹¹

Ya para 1980 Parsons y colaboradores introducen la Clorhexidina en el tratamiento endodóntico, motivados por sus propiedades antibacterianas y por su sustantividad.¹⁶ Goldmann y colaboradores en 1988, observaron un agente similar al EDTA para remover los desechos dentro del conducto, por lo que introducen un nuevo agente quelante, el ácido cítrico.¹⁷

En 1991, el hidróxido de calcio empieza a implementarse por Morgan y colaboradores, como una alternativa de irrigación, no obstante, se percataron de que el mismo no posee efecto solvente sobre el tejido pulpar.¹⁸

Walton, propone en 1997 que todas las soluciones irrigadoras empleadas en la terapia endodóntica deben cumplir con cuatro objetivos:¹⁹

1. Limpieza o arrastre físico de los trozos de pulpa, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, plasma, exudados, restos alimentarios, etc., con el fin de evitar el taponamiento del conducto.
2. Acción detergente y de lavado por la formación de espuma y burbujas de oxígeno de los medicamentos usados.
3. Acción antiséptica o desinfectante, y lubricante propio de los fármacos empleados.
4. Acción blanqueante, debido a la presencia de oxígeno liberado.¹⁶

Por su parte Romani y colaboradores en el 2005 propusieron que los objetivos de las soluciones irrigadoras deben ser los siguientes:¹¹

1. Contrarrestar y diluir sustancias.
2. Disminuir la cantidad de microorganismos.
3. Adaptación de los tejidos.
4. Humedecimiento tisular.
5. Mejorar la instrumentación mecánica.
6. Emulsión, solubilización y remoción de partículas.
7. Incrementar la limpieza.
8. Aumentar el contacto y acción de los medicamentos locales.

La terapia endodóntica convencional utilizada en la actualidad sigue presentando limitaciones como se viene percibiendo desde hace décadas, las soluciones y técnicas empleadas hoy en día continúan sin ser efectivas completamente en la remoción completa de los microorganismos colonizadores y el barrillo dentinario, propio de la misma instrumentación. Además, la incapacidad de generar turbulencia

al administrar las soluciones irrigadoras en el interior de los conductos impide que el irrigante llegue a zonas de difícil acceso, facilitando la persistencia de biopelículas bacterianas y la supervivencia de un número importante de bacterias viables.¹⁷

4.2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

El objetivo de la endodoncia es prevenir las lesiones pulpo-periodontales y tratar las ya instaladas, proporcionando el sustrato dentario para devolver forma y función perdidas.²⁰ La eliminación de microorganismos colonizadores presentes en el sistema de conductos radiculares es el propósito principal de este tratamiento, buscando promover la regeneración y cicatrización apical. Desafortunadamente, la existencia de conductos accesorios, anastomosis, istmos, y ramificaciones apicales, crea una compleja red tridimensional en el interior de la raíz, dificultando la eliminación total de bacterias y detritus.²¹

La efectividad de la limpieza mecánica y química, depende del contacto del irrigante con la totalidad del conducto radicular, siendo un reto especialmente en el tercio apical debido a la reducción considerable del diámetro del conducto y a la aparición de mayores complejidades anatómicas en ese tercio de la raíz. Es por éste motivo que la irrigación y la instrumentación mecánica juegan un papel fundamental en el tratamiento endodóntico.

La remoción del barrillo dentinario radicular es un procedimiento fundamental y recomendado para mejorar la eficacia en el tratamiento de endodoncia, ya que su eliminación permitirá la permeabilización de los túbulos dentinarios creando una

mejor penetración de las sustancias irrigadoras, de los medicamentos intraconducto y de los cementos selladores, logrando un sellado hermético de los conductos radiculares y mejorando el pronóstico del tratamiento.²²

La amplia variabilidad en los protocolos y parámetros publicados, hace difícil la elección de una técnica específica que cumpla con todos los requisitos del tratamiento endodóntico ideal, por lo que se hace necesaria la estandarización de protocolos de irrigación que garanticen la consecución de una desinfección ideal al momento de realizar tratamientos intraconducto.¹⁷

4.2.1. MICROORGANISMOS ENDODÓNTICOS

Las bacterias y sus subproductos tienen un papel fundamental en el desenlace de la enfermedad pulpar y perirradicular. Los estudios sobre la microflora presente en los conductos radiculares con pulpas necróticas e infectados han revelado que las bacterias anaerobias Gram-negativas son los microorganismos más prevalentes, especialmente durante la fase activa de la expansión rápida de la lesión.²³

En la biopelícula presente en los conductos necróticos, proliferan múltiples especies, no obstante, la mono-especie de *E. faecalis* ha sido significativamente una de las bacterias más frecuentemente encontradas, apareciendo en practicante la totalidad de las infecciones endodónticas persistentes estudiadas; mismas que se componen mayoritariamente de comunidades polimicrobianas.¹⁷

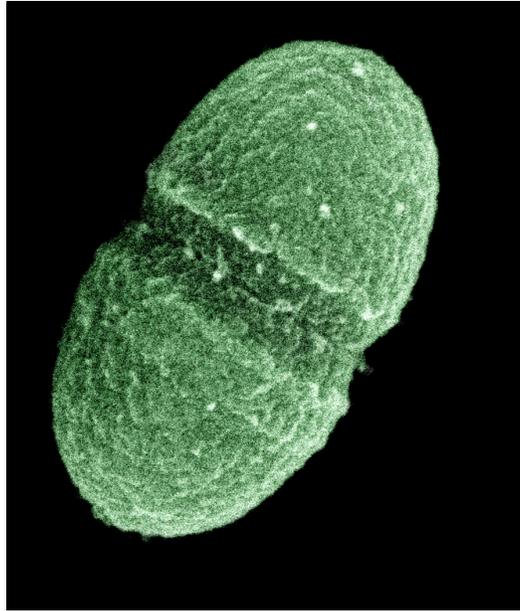


Fig 1. Enterococcus faecalis. Enterococcus faecalis [Internet]. United States Department of Agriculture. 2009 [citado 29 de mayo 2022]. Disponible en: <http://www.genome.gov/dmd/img.cfm?node=Photos/Microorganisms&id=7909277>

Las bacterias Gram-negativas contienen endotoxinas en su membrana celular externa. Estas endotoxinas o lipopolisacárido (LPS) se liberan durante la duplicación celular o después de la muerte celular. Las endotoxinas son responsables de diversos efectos biológicos importantes, tales como: ²⁴

- la aparición de los leucocitos polimorfonucleares (LPMN)
- la liberación de colagenasa, la activación de macrófagos
- la liberación de mediadores inflamatorios bioactivos tales como los productos de la vía de las ciclooxigenasas, el factor activador de plaquetas, el factor de necrosis tumoral (TNF), las interleucinas (IL-1, IL-6, y IL-8), el superóxido (O₂⁻),

el óxido nítrico; el interferón, la activación del sistema de complemento y la activación de linfocitos B.

Estos efectos inducen a la citotoxicidad de los tejidos pulpares y periapicales, producen modificaciones hemodinámicas, inducen la fiebre y atraen osteoclastos, además de influir en desarrollo y el mantenimiento de la reacción inflamatoria y la resorción ósea en la región periapical. Es por ello que los tratamientos endodónticos en conductos infectados no debe limitarse a la muerte y eliminación de las bacterias, sino también a la inactivación de sus endotoxinas. ¹⁹

Debido a esto, es altamente recomendado que la instrumentación del conducto radicular sea acompañada por la irrigación frecuente con soluciones que permitan eliminar los desechos del conducto, erradicando así los microorganismos, y permitiendo la disolución de los tejidos necróticos.

Es importante destacar que no solo las bacterias tienen la capacidad de infectar el sistema de conductos radiculares, otros microorganismos, como la *Cándida Albicans*, tienen esta capacidad y pueden incluso llegar al periápice, generando enfermedad periapical. Sundqvist realizó un estudio en el que analizó los microorganismos presentes en las lesiones periapicales radiolúcidas, donde pudo evidenciar que siempre habían de 2 a 12 cepas bacterianas presentes, constituidas por microorganismos propios de los conductos radiculares, pero que además de las bacterias los hongos también juegan un papel importante en el fracaso de un tratamiento de conducto, siendo la *Cándida Albicans* una de las más frecuentes debido a que hace parte de la microflora oral normal de los pacientes sanos. ²⁵

Ha sido bien documentado que durante un tratamiento endodóntico los clínicos se enfrentan a una amplia comunidad de microorganismos, con una organización específica, conocida como biofilm, que requiere de una técnica adecuada y un conjunto de agentes desinfectantes con la capacidad de eliminar los factores infecciosos, produciendo una destrucción de esta compleja comunidad.²⁶

4.2.2. LA IRRIGACIÓN

La irrigación del sistema de conductos radiculares con soluciones antibacterianas es ampliamente considerada como una de las partes más esenciales de la preparación químico-mecánica de los tratamientos endodónticos.⁸

Este procedimiento, consta de diversas fases como el lavado, la disolución de microorganismos, remoción de barrillo dentinario y restos de tejidos pulpares de cualquier índole y la desinfección, para evitar la concentración de estos residuos en la zona periapical, para modificar las biopelículas y neutralizar las toxinas. Siendo su función antimicrobiana y la eliminación de las biopelículas las más importantes al estar relacionados con la causa de las infecciones a nivel pulpar y perirradicular.^{27,20}

Los métodos de irrigación pueden ser manuales o mediante dispositivos específicos; pero ambos métodos buscan garantizar la limpieza eficiente de los conductos.²⁸

Existen múltiples factores capaces de influir en la irrigación del conducto radicular y su eficacia; estos factores incluyen el tamaño de la preparación apical y el

ensanchamiento, la distancia de penetración de la aguja en relación al ápice, el flujo y el volumen de la sustancia de irrigación, la dimensión de las agujas y la presencia de curvatura del conducto radicular.²⁹

Baasch ²⁶ y colaboradores en el año 2021, describen la importancia que poseen el tamaño de la preparación apical y la conicidad en un tratamiento endodóntico, ya que estos detalles influyen en el recambio del irrigante, el esfuerzo de corte en las paredes del conducto radicular y la presión en el foramen apical. La colocación de la punta de la aguja más cerca del ápice, permite un recambio de la solución más eficiente, resultando una mejor limpieza y desinfección del conducto radicular.

Los mismos autores afirman que factores como la velocidad del riego, la colocación de la aguja en las paredes del conducto opuestas y frente a la salida de la aguja, el patrón de flujo y el recambio del irrigante de las agujas, intervienen en la eficacia y el éxito del tratamiento, influyendo en aspectos como la extrusión del irrigante hacia el tejido periapical y la desinfección deficiente.

Zehnder, en el año 2006, describió que una técnica ideal irrigación es aquella en que los irrigantes poseen una acción de amplio espectro siendo eficiente contra todo tipo de microorganismos anaerobios y facultativos, tienen la capacidad de disolver tejidos, inactivar endotoxinas, prevenir que se forme el *smear Layer* o barrillo dentinario durante la instrumentación, que presente baja tensión superficial, que posean un nivel de toxicidad prácticamente nula para los tejidos perirradiculares vitales y efecto de lubricación de las paredes de conducto radicular.³⁰

En resumidas cuentas, la irrigación se realiza para:

- Eliminar el tejido orgánico,
- Lubricar durante la instrumentación,
- Actuar como un quelante para liberar iones de calcio y para permeabilizar los conductos atrésicos o calcificados mediante la formación de sales solubles,
- Blanquear el espacio intraconducto en algunos casos.
- Actuar como agente antimicrobiano.

4.2.2.1. Protocolo de irrigación actual

El protocolo de irrigación en endodoncia propuesto por Ardila²⁰ y colaboradores es:

1. Se inicia con la neutralización de la cámara pulpar, instrumentando desde la corona al ápice para evitar la intrusión de bacterias al periápice. Se realiza con activación pasiva, inundando directamente, con una jeringa y aguja de irrigar, la cavidad de acceso con hipoclorito de sodio al 5,25% o introducir una torunda de algodón impregnada de la misma solución durante 5 minutos.³¹ Si se cuenta con irrigación asistida con ultrasonido deberá activar el hipoclorito durante 2 minutos en cámara pulpar.³²

2. Luego se continua con la técnica de irrigación convencional o pasiva, depositando la solución irrigadora dentro de los conductos, preferiblemente con agujas de calibre 30 con salida lateral, agitando de manera dinámica, es decir, realizando movimientos de introduciendo y retirando la aguja en el conducto. ³³

3. La aguja debe quedar desahogada dentro del conducto con el propósito de que la solución se dirija hacia apical y al mismo tiempo permita la salida del líquido hacia coronal evitando extrusión de líquido a los tejidos periapicales.²⁹

4. El proceso de irrigación siempre debe estar acompañado de dispositivos de succión, como los eyectores de conductos que aspiran la solución irrigadora de la cámara pulpar y en un porcentaje reducido del conducto radicular.³⁴

5. Irrigación durante la instrumentación, de acuerdo con Muñoz (2012):³⁵

a. El hipoclorito de sodio al 5,25% debe utilizarse durante todo el proceso de instrumentación sin ser combinado con otros irrigantes.

b. En los casos de irrigación pasiva con aguja y jeringa, esta puede ser combinada con agitación manual dinámica, llevando limas de menor calibre al conducto realizando movimientos de intrusión y extrusión dentro del conducto.³¹

c. En los casos de ser irrigación asistida o activa por ultrasonido, se debe inundar la cámara pulpar y el conducto radicular con hipoclorito de sodio al 5,25% con una jeringa y aguja de seguridad con salida lateral.³¹

d. Se recomienda el uso de alcohol al 90% como agente tensioactivo, para disminuir la tensión superficial dentro de las paredes del conducto, permitiendo que el irrigante se difunda con más facilidad aumentando su ángulo de contacto; Esto puede realizarse irrigando alternamente con otra jeringa y aguja de irrigar, o combinarlo en una misma jeringa con el hipoclorito de sodio al 5,25%.

- e. Hay que considerar que para que el hipoclorito de sodio aumente su efecto y su penetración dentinal, su temperatura debe ser aumentada a 50 C, en concentración 5,25%, aumentar el tiempo de contacto y disminuir la tensión superficial para potencializar su rendimiento.³⁶
6. Terminado el proceso de instrumentación, donde se irriga solo con hipoclorito de sodio, se procede a realizar el secado de los conductos radiculares con conos de papel estériles.³⁷
7. Para neutralizar e inactivar el hipoclorito de sodio se realiza un lavado de los conductos radiculares con alcohol isopropílico y finalmente secado con conos de papel estériles.³⁶
8. Finalmente, puede utilizarse como solución irrigadora el EDTA al 17% de 2 a 3 minutos con la intención de remover la capa de barrillo dentinario remanente en los túbulos, aumentando la permeabilidad de la dentina y facilitando la difusión del cemento sellador y logrando un mono-bloque entre cono de gutapercha, cemento sellador y dentina.³⁸
9. Lavar con suero fisiológico y secar con conos de papel estériles.
10. Teniendo en cuenta que, en el caso de diente no vitales, donde puede existir persistencia bacteriana es necesario utilizar la tercera solución irrigadora, clorhexidina al 2% por 5 minutos debido a su propiedad antimicrobiana y sustantividad.³⁹

11. Finamente secar el conducto radicular, con conos de papel estériles previo a la obturación.⁴⁰

4.2.2.2. Soluciones de irrigación actuales

La irrigación juega un papel fundamental en el tratamiento endodóntico. Las soluciones de irrigación deben cumplir con las acciones de arrastre, lubricación y desinfección. Las soluciones son empleadas durante y después de la instrumentación, facilitando la eliminación de microorganismos, restos de tejidos, barrillo dentinario y otros residuos de los conductos radiculares a través de un mecanismo de lavado.⁴¹

La efectividad de las soluciones de irrigación depende también del contacto de las mismas con la totalidad de la anatomía de los conductos radiculares y de su capacidad para eliminar el barrillo dentinario permitiendo tener túbulos dentinarios más permeables, logrando así una mejor penetración de los materiales selladores y sustancias de irrigación, mejorando las posibilidades de éxito del tratamiento endodóntico.⁴¹

Spandberg³⁰ en 1998, realizó la primera clasificación de las soluciones irrigadoras, agrupándolas en:

- Proteolíticos: hipoclorito de sodio en todas sus concentraciones.
- Detergentes: amonio cuaternario desde 0,1% hasta 1%, iodóforos al 0,05%.
- Descalcificantes: peróxido de carbamida, diacetato de diacetileno bis aminoquinaldo, EDTA al 17%, hidróxido de sodio, bromuro de cetilamonio

(cetavlon), y agua (EDTAC).

- Lubricantes: ácido etilendiaminotetraacético con peróxido de urea (Rc-Prep).
- Otros: ácido cítrico del 10- 50%, peróxido de hidrogeno del 1-10% y Clorhexidina del 0,12- 0,20%.

Otra clasificación hecha por Leonardo en el 2005 fue: ²⁰

- Compuestos halógenos: Solución de hipoclorito de sodio al 0.5% (solución de Dakin), solución de hipoclorito de sodio al 1% + Ácido bórico (solución de Milton), solución de hipoclorito de sodio al 2.5 % (licor de Labarraque), solución de hipoclorito de sodio al 4-6,5% (soda clorada doblemente concentrada), solución de hipoclorito de sodio al 5.25% (preparación oficial, USP), solución de Gluconato de Clorhexidina al 2%.
- Detergentes sintéticos: Duponol C - al 1 (alquil - sulfato de sodio), Zefirol - cloruro de alquildimetil - bencilamonio (cloruro de 3. Benzalconium), Dehyquart - A (cloruro de cetiltrimetilamonio), Tween - 80 (Polisorbato 80).
- Quelantes: Soluciones de ácido etilendiaminotetraacético – EDTA, Largal ultra (agente quelante comercial), Redta (agente quelante comercial).
- Asociaciones: RC Prep (Ácido etilendiaminotetraacético + peróxido de urea + base hidrosoluble e polietilenglicol - Carbowax), Endo - PTC (peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax, Glyde File Prep, MTAD - (Asociación de una tetraciclina ismérica, ácido cítrico y un detergente - Tween 80), Smear Clear.
- Otras soluciones de irrigación: Agua destilada esterilizada, agua de hidróxido de

calcio - 0.14 g%, peróxido de hidrogeno - 10 vol., Suero fisiológico, solución de ácido cítrico.



Fig 2. Diferentes soluciones irrigadoras. Latinoamérica U. Asegurando el éxito endodóntico: los irrigantes adecuados en el momento adecuado [Internet]. La.ultradent.blog. 2022 [citado el 29 de mayo 2022]. Disponible en: <https://la.ultradent.blog/2019/07/30/asegurando-el-exito-endodontico-los-irrigantes-adecuados-en-el-momento-adecuado>.⁷⁸

El uso de soluciones irrigantes durante el tratamiento endodóntico surge por la necesidad de facilitar la preparación biomecánica de los conductos. Durante la preparación las soluciones pueden entrar en contacto con los tejidos periapicales y por esta razón estas no deben ser tóxicas ni provocar irritación; por lo que su selección debe ser correcta y acertada, teniendo pleno conocimiento de su mecanismo de acción, características y de la técnica en la que se empleará (García D, 2014).⁴²

Una solución de irrigante eficaz es indispensable para el proceso de desinfección, ya que propicia la limpieza y conformación durante la preparación y neutraliza el contenido necrótico, favoreciendo la obturación. Aunque se han propuesto

diferentes agentes químicos auxiliares para la preparación del conducto radicular, el más comúnmente usado en endodoncia sigue siendo el hipoclorito de sodio.⁴³

El hipoclorito de sodio (NaOCl) se utiliza comúnmente en concentraciones entre 0,5% y 6%. Es un agente antimicrobiano potente, capaz de producir la lisis o muerte bacteriana al contacto directo, es idóneo para disolver eficientemente los restos pulpares y el colágeno, que son los principales componentes orgánicos de la dentina. El NaOCl es, hasta el momento, el único irrigante de uso endodóntico que puede disolver el tejido necrótico y el tejido orgánico vital. No obstante, el hipoclorito por sí solo, no es capaz de eliminar la capa de barrillo dentinario o parte inorgánica del tejido residual, por lo que su eliminación completa es posible gracias a la combinación en la técnica de irrigación del NaOCl con EDTA o ácido cítrico (CA).⁴⁴

La eficacia antimicrobiana del hipoclorito de sodio se relaciona con su alto pH, que interfiere con la integridad de la membrana citoplasmática causando la inhibición enzimática irreversible, alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y la degradación de los fosfolípidos. Igualmente, puede diluir el tejido orgánico porque puede degradar los ácidos grasos y los lípidos.⁴³

Haapasalo⁴⁴ y colaboradores mencionan que el clínico debe tomar en consideración al elegir una solución irrigadoras que esta debe proteger la estructura del diente, sin causar debilitamiento o erosión de la dentina radicular. Sin embargo, incluso la irrigación a corto plazo con hipoclorito después del uso del EDTA en la fase final de la preparación quimiomecánica puede causar erosión de la dentina superficial de las paredes del conducto radicular. Aunque aún no se ha científicamente confirmado si la erosión dentinal es una consecuencia negativa o si esta podría mejorar la unión

de la dentina con los materiales de obturación, pero hasta tanto, se recomienda evitar la irrigación final con hipoclorito después del uso de agentes desmineralizantes como el EDTA, y utilizar preferiblemente un desinfectante como la clorhexidina para la irrigación final.

Por otro lado, la solución de EDTA se recomienda en una concentración de 17%, la cual permite eliminar eficazmente la capa de barrillo sin producir daño sobre las fibras colágenas de la dentina. Sin embargo, su actividad antibacteriana es nula y por ende debe usarse conjuntamente con otras sustancias irrigadoras, por lo que se recomienda que su uso sea de 1 minuto preferiblemente.⁴⁵

El mecanismo de acción del EDTA consiste en un efecto quelante sobre los iones de calcio en la dentina. Su aplicación y uso como irrigante se considera un paso importante para el tratamiento endodóntico porque este permite la eliminación de las bacterias que se alojan dentro del barrillo dentinario incluido en el interior de los túbulos dentinarios, y mejora la capacidad de selle con los materiales de obturación, reduciendo aún más la microfiltración que con frecuencia resulta de la obturación inadecuada del conducto radicular.⁴⁵

Otra de las soluciones de irrigación predilecta es la clorhexidina (CHX); esta es una solución antiplaca eficaz, usada frecuentemente en la terapia y la prevención de la caries y en la progresión de la enfermedad periodontal. El gluconato de clorhexidina es una molécula catiónica que actúa por adsorción sobre la pared celular del microorganismo, alterando la integridad de la membrana citoplasmática y provocando rupturas de sus componentes intracelulares. La CHX al 2% posee

propiedades antimicrobianas propias de un irrigante de endodoncia, lo que se evidencia en la reducción significativa de unidades formadoras de colonias.⁴⁶

Como otras soluciones desinfectantes en endodoncia, la actividad del gluconato de clorhexidina depende de su pH, capaz de reducir en gran medida la materia orgánica, sin embargo, debido a su incapacidad para disolver restos tejido necrótico y eliminar biopelículas, la CHX no puede ser elegida como el irrigante principal en los casos de endodoncia estándar, siendo poco eficaz en presencia de bacterias Gram-negativas. Es por ello que la CHX no puede reemplazar al NaOCl como el irrigante ideal de uso endodóntico.⁴⁴

No obstante, el contacto directo entre NaOCl y CHX debe evitarse, debido a que los cristales rojos de la CHX precipitan de manera inmediata a la paracloroanilina, que es altamente carcinogénica.⁴⁵ Sin embargo, la CHX no causa erosión de la dentina como lo hace el NaOCl, por lo que se recomienda el uso de la CHX al 2% como una opción de irrigación final para maximizar el efecto antibacteriano de la preparación quimio-mecánica debido a su sustentividad.⁴⁶

4.2.2.3. Técnicas de irrigación actuales

Las técnicas de irrigación endodónticas pueden ser manuales o asistidas con dispositivos específicos.

Inicialmente se resalta el uso de agujas endodónticas, método inicial para llevar las soluciones al conducto radicular a través de jeringas y agujas pequeñas de calibre 27 o 30 especiales para irrigación, que también se han mejorado su desarrollado

con el paso del tiempo, por lo que ya existen en el mercado una amplia variedad de agujas.⁴⁷

En la búsqueda de nuevas técnicas que favorezcan el proceso de irrigación se crearon los protocolos de irrigación asistida por dispositivos; estos consisten en la desinfección de los sistemas de conductos, utilizando soluciones irrigantes que cumplan con las características de una solución adecuada para la preparación químico-mecánica pero que al realizarla quedan residuos dentinarios y microorganismo en áreas no instrumentadas, debido a complejidad de la morfología de los conductos o ya sea por instrumentación deficiente.¹²

Los sistemas de irrigación asistida se han vuelto cada vez más aceptados por los beneficios que proveen; ayudan a reducir el tiempo y aumentan la eficacia de limpieza, superando los beneficios de la jeringa convencional, aunque aún esta sigue siendo la técnica más ampliamente usada.³

Sónica Ironstad en 1985, fue uno de los pioneros en adoptar en el campo de la endodoncia el uso de instrumentación sónica aumentando las posibilidades de un buen pronóstico en los tratamientos endodónticos de su época.⁴⁸ Ya para el 2007 Burleson y Colaboradores, realizaron un estudio comparativo entre la preparación intraconducto manual y la rotatoria, donde pudieron evidenciar que al utilizar el sistema sónico mejoró significativamente la limpieza y desinfección, debido a la manera en que la solución irrigante fue activada, mejorando el efecto bactericida y produciendo una gran amplitud de desplazamiento, lo que mejora el pronóstico del tratamiento.⁴⁹

Entre las técnicas e instrumentos de irrigación asistidas por dispositivos se pueden mencionar las siguientes:

- Endoactivator:

El sistema EndoActivator de (Dentsply Tulsa), es un dispositivo que consiste en una pieza de mano portátil con tres tipos de puntas de polímero desechables de diferentes tamaños, con una superficie suave que no corta la dentina. El endoactivador funciona a través de la activación sónica utilizando vibraciones de gran amplitud y baja frecuencia, lo que aumenta el rango de seguridad al momento de la irrigación; la eficacia de este protocolo sónico se consigue con la activación de la punta vibradora en combinación con el movimiento hacia dentro y hacia afuera del conducto radicular originando sinérgicamente un fenómeno hidrodinámico que permite que las soluciones irrigantes actúen rápida y vigorosamente.⁵⁰

Una posible desventaja de este sistema es que las puntas de polímero son radiolúcidas, por lo que de romperse dentro del conducto resultarían difíciles de encontrar y, en la mayoría de los estudios publicados, su acción de limpieza se ha reportado inferior a la lograda por la irrigación ultrasónica pasiva.⁵¹



Fig. 3. Endoactivador. Fuente: Dentsply. EndoActivator System Kit [Internet]. Dentsplysirona.com. 2022 [citado el 16 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/shop/endoactivator-system-kit.html>⁵²

- Técnica de Irrigación Ultrasónica:

Los sistemas ultrasónicos fueron introducidos en endodoncia por Richman en 1957, realizando modificaciones sencillas en sistemas ya existentes, utilizados principalmente en periodoncia, con el propósito de facilitar el proceso de realización de la endodoncia. Existen dos técnicas de irrigación por ultrasonido, la irrigación combinada con instrumentación ultrasónica (IU) y la irrigación ultrasónica pasiva sin instrumentación (PUI); siendo considerada la PUI como la más eficaz debido a que el instrumento nunca está en total contacto con las paredes de dentina del conducto radicular. La técnica IU es más invasiva porque sus limas, al ser activadas, son puestas intencionalmente en las paredes del conducto siendo menos eficaz en la eliminación del *smear layer*.⁵³

La irrigación ultrasónica pasiva (PUI), posee tres métodos de irrigación, en el primero el flujo del irrigante es continuo y va desde la pieza de mano del dispositivo hasta el conducto, en el segundo método se actúa por medio de la aguja activada por el ultrasonido, el flujo del irrigante viaja continuamente dentro del conducto a través de la aguja y el último método consiste en la renovación de la solución y la introducción del irrigante manualmente después de cada activación ultrasónica se lo denomina irrigación intermitente (Sluis & Cristescu, 2011).⁵⁴

La agitación ultrasónica provoca despolimerización de la biopelícula bacteriana, causando la lisis de las bacterianas, haciéndolas más susceptibles al lavado con agentes antibacterianos. Además, cualquier cavitación que pueda producirse hará que la membrana celular se debilite temporalmente, aumentando así la permeabilidad de la célula bacteriana al agente antimicrobiano (Neelakantan et al., 2017).⁸



Fig. 4: en casultrasónicas para endodoncia y para retratamiento. Fuente: van der Sluis L, Cristescu R. Los ultrasonidos en endodoncia. Quintessence [Internet]. 2011 [citado el 16 de mayo 2022];24(4):187-198. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-los-ultrasonidos-endodoncia-X0214098511025001>⁵⁵



Fig 5. Fuente: Woodpecker. UDS-L Led ultrasonic piezo scaler instruction manual [Internet]. Woodpecker.cz. [citado el 16 de mayo 2022]. Disponible en: https://woodpecker.cz/Documents/UDS-L_LED_English.pdf⁵⁶

- Técnica por presión apical:

La irrigación de conductos involucra la distribución de una solución irrigante en sistema de conductos y a su vez la deyección del mismo. La irrigación por presión positiva apical consiste en evacuar forzosamente la solución irrigante a los tejidos periapicales a través del conducto. Dentro de los principales efectos negativos de esta técnica, se encuentra su aplicación con hipoclorito de sodio, ya que de extruirse el irrigante, este podría causar amplias lesiones tisulares al encontrarse con el tejido periapical y su conexión con espacios en los tejidos.⁵⁷

- Sistema presión negativa apical (EndoVac):

El sistema de irrigación EndoVac (Discus Dental) de presión negativa apical; es un sistema diseñado por el Dr. G. John Schoeffel con el objetivo de que la irrigación llegue a zonas muy difíciles sin forzar la solución, eliminando los restos de la

constricción apical sin riesgos de extruir el irrigante en el tejido periapical. En este sistema de irrigación las puntas de las agujas no crean fuerzas positivas, por lo que se evitan accidentes propios de la terapia endodóntica al momento de llevar la solución irrigante a nivel apical. (Kurtzman, 2015).⁵⁸



Fig. 6^a y Fig 6^b. Sistema de irrigación EndoVac. Fuente: Kurtzman G. Mejorando el éxito endodóntico través del uso de sistema de irrigación EndoVac - Improving endodontic success through the use of EndoVac irrigation system. Researchgate [Internet]. 2015 [citado el 16 marzo 2022];:52-61. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/271681861_Mejorando_el_exito_endodontico_traves_del_uso_de_sistema_de_irrigacion_EndoVac_-_Improving_endodontic_success_through_the_use_of_EndoVac_irrigation_system

- Irrigador de Seguridad (Safety irrigator);

En este sistema de irrigación la solución se dispensa por medio de una aguja con salida lateral hacia la zona apical del conducto radicular y succiona la solución con una aguja de mayor diámetro. Sin embargo, se conoce muy poco sobre este sistema, y aun no existe mucha información sobre los riesgos o la seguridad que ofrece.⁵³

- Técnica de irrigación activada por láser (LAI):

Los láseres han sido empleados en el área de la odontología por muchos años, sin embargo, se han ido introduciendo en las últimas décadas en la terapia endodóntica como una terapia complementaria al tratamiento antibacteriano convencional. Los láseres de alta potencia producen efectos físicos visibles, permitiéndoles actuar como suplentes del instrumental rotatorio convencional o del bisturí frío. Para los odontólogos el uso del láser constituiría un cambio significativo en las tasas de éxito en la terapia endodóntica, ya que el empleo de esta técnica permitiría preparaciones más conservadoras, excelentes técnicas de instrumentación y un reemplazo de la aguja de irrigación convencional. (Camargo, 2015).⁵⁹



Fig 7. Desinfección endodóntica con uso de láser. Camargo S. El efecto antibacteriano del láser en endodoncia [Internet]. Dental Tribune Latin America. 2015 [citado el 29 de mayo 2022]. Disponible en: <https://la.dental-tribune.com/news/el-efecto-antibacteriano-del-laser-en-endodoncia/79>

4.2.3. EL FUTURO DE LA IRRIGACIÓN ENDODÓNTICA

La irrigación endodóntica en la actualidad se aleja cada día más de las técnicas convencionales de irrigación y se apunta más al uso de láseres y otros compuestos que prometen simplificar y garantizar el éxito del tratamiento de conductos.

En comparación con los métodos tradicionales, la activación del irrigante permite una desinfección más efectiva del sistema de canales, por lo que la literatura se ha volcado especialmente al estudio de los sistemas ultrasónicos, respaldando de manera reciente el uso del láser como sistema de agitación/activación. La tecnología láser ha sido incorporada en la última década con el propósito de mejorar la descontaminación y limpieza del sistema de canales radiculares.²¹

La incorporación del uso de láseres en endodoncia se debe a que la absorción de su energía por parte de los irrigantes, genera burbujas de vapor en el interior del fluido, liberando fuerzas de cizalla al implosionar. Este fenómeno, denominado cavitación, genera mayor limpieza y desinfección del interior del sistema de conductos radiculares, incluso en zonas de difícil acceso.⁶⁰

Los láseres más utilizados en endodoncia son el Er,Cr:YSGG (2780nm) y el Er:YAG (2940nm), ya que estas dos longitudes de onda son capaces de ser absorbidas por una amplia variedad de soluciones irrigantes, teniendo en cuenta un uso seguro y respetando los parámetros clínicos aceptados.⁶¹

Diversos estudios microbiológicos y microscópicos, han demostrado la efectividad antibacteriana de LAI, incluso confirmando que su empleo incrementa la capacidad antibacteriana del hipoclorito de sodio a baja concentración, lo que permitiría

trabajar con concentraciones menores y más seguras para el paciente. La irrigación activada por láser (LAI) ha sido propuesta como una tecnología co-adyuvante a la terapia quimio-mecánica para optimizarla limpieza y desinfección.²¹

Los láseres de alta potencia disponibles en el mercado odontológico son:

- Argón
- Diodo
- Nd: YAG
- Nd: YAP
- Ho: YAG
- Er, Cr:YSGG
- Er: YAG
- CO₂

Recientemente, también ha sido introducido al mercado el sistema de ultralimpieza multisónica o *Gentle Wave*, que utiliza múltiples ondas sónicas para facilitar la irrigación; opera con una pieza de mano que se ubica en la cámara pulpar sellando al diente de la cavidad oral y es activado desde una computadora. Se liberan 45 ml. del irrigante a 40° C en forma de spray hacia el conducto, y posee un sistema de aspiración interna que va removiendo coronalmente el irrigante (Darcey et al., 2016).⁶²

Dentro de las sustancias más recientemente empleadas podemos mencionar el uso del QMIX, que es una solución de irrigación experimental que contiene una mezcla de un agente antimicrobiano de bisbiguanida, un agente quelante de calcio de ácido poliaminocarboxílico, salina; y un detergente tensioactivo (bromuro de cetilmetilamonio), con un pH de 7.5 – 8, que ofrece propiedades antimicrobianas y actúa como quelante al usarse para irrigación final. (Guidiño C, Monar J, 2016).⁶³

Además, también se ha empleado, aunque no de manera tan reciente, el uso del ácido hipocloroso o hidrogel, un potente antimicrobiano con la capacidad de liberar cloro, resultante de la unión con el grupo amino de las proteínas; formando cloraminas (antiséptico no solvente de la materia orgánica, que, por acción de la luz, sufre descomposición que produce cloro) y liberando oxígeno. Así el cloro actúa como desnaturalizante y desinfectante y el oxígeno como desodorante y decolorante.⁴³



Fig. 8. QMix. QMix 2in1 Irrigating Solution [Internet]. Dentsplysirona.com. 2022 [citado 29 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/shop/qmix-2in1-irrigating-solution.html>⁸⁰

Otra solución es el Ácido Maleico (AM), un ácido orgánico débil utilizado como acondicionador ácido en odontología adhesiva. Este posee una mayor capacidad de eliminación del barrillo dentinario que el EDTA en las paredes instrumentadas del conducto radicular. El AM al 7% es utilizado en endodoncia por poseer la capacidad de captar los iones calcio disueltos en la solución y con menos efectos tóxicos que el EDTA, pudiendo utilizarse como irrigación final.⁶⁴

También se puede hacer mención del quitosano, un derivado del proceso de desacetilación de la quitina, el segundo biopolímero natural más abundante, proveniente del caparazón de los crustáceos. Esta solución es empleada en endodoncia por sus capacidades anti-fúngicas, antibacterianas y antivirales, que se sustenta en el mecanismo de acción que posee basado la interacción electrostática que induce una alteración en la membrana celular. El mismo también es recomendado como un excelente andamio en la regeneración endodóntica.⁶⁵

Además de estas soluciones el EdgeMix™, una solución 2 en 1 que se usa después de la instrumentación endodóntica para eliminar la capa de barrillo dentinario y el lodo de dentina, mientras mata las bacterias del conducto radicular. El EdgeMix es una fórmula a base de EDTA mejorada con clorhexidina para agregar propiedades bactericidas que puede ser mezclada con hipoclorito.⁶⁶

Es válido hacer mención de otros equipos y dispositivos que se vislumbran en el futuro de la endodoncia, entre ellos el RinsEndo, los EndoBrushes, el IrriSafe, el Ultrasonic Fluid Delivery, el Vibringe, Gas Ozono, Superoxidized Water, la Desinfección fotoactiva (PAD), los Plastic EndoFiles y el Photo Activating Disinfection; estos avances, por mencionar solo algunos, encaminan la irrigación en endodoncia a cada día ser más eficiente y menos invasiva, garantizando el objetivo de esta terapia y permitiéndole al clínico un manejo más competente y eficaz del tratamiento; siempre y cuando la técnica y la solución correcta sean elegidos en cada caso.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de esta investigación es el no experimental; que, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista, la investigación es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es un tipo de investigación donde no se varían intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.⁶⁷

5.3. TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio exploratorio descriptivo, que de acuerdo con Abreu (2012)⁶⁸ la investigación exploratoria tiene como objetivo examinar o explorar un problema de investigación poco estudiado o que no ha sido analizado antes. Por esa razón, ayuda a entender fenómenos científicamente desconocidos, poco estudiados o nuevos, apoyando en la identificación de conceptos o variables potenciales, identificando relaciones posibles entre ellas.

De acuerdo con Guevara (2020) la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.⁶⁹

5.4. FUENTES Y TÉCNICAS

Las técnicas de recolección de datos son mecanismos e instrumentos que se utilizan para reunir y medir información de forma organizada y con un objetivo específico. Son todos aquellos medios de los cuales procede la información, que satisfacen las necesidades de conocimiento de una situación o problema presentado, que posteriormente será utilizado para lograr los objetivos esperados.⁷⁰

Fuentes primarias: Libros relacionados, artículos de revistas especializadas, monografías, tesis doctorales, fotografías.

Fuentes secundarias: bases de datos, índices de revistas especializadas, resúmenes de artículos en revistas especializadas.

4.2. MÉTODO DE ESTUDIO

Esta investigación es de síntesis y analítico. Es un método que consiste en la separación de las partes de un todo permitiendo conocer y explicar las características de cada una de sus partes y de las relaciones que existen entre ellas estudiándolas de forma individual (Análisis), y la reunión racional de elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad partiendo del conocimiento de los diversos elementos de una realidad y de las relaciones que los unen para tratar de alcanzar el conocimiento general y completo de dicha realidad(Síntesis).⁷⁰

5. DISCUSIÓN

Aguilar Loayza en su estudio sobre estado actual en la irrigación endodóntica para la eliminación del barrillo dentinario, realizado en el 2020, constata que en la actualidad no existe un único irrigante endodóntico que permita la remoción del barrillo dentinario, por lo que combinar el hipoclorito de sodio, como irrigante principal, con EDTA como irrigante final, junto con un método de activación ultrasónico para la eliminación de barrillo dentinario parece ser la conjugación ideal para un tratamiento endodóntico exitoso.⁴¹

Sin embargo, Narváez en 2021⁶⁴ realizó una comparación sobre la capacidad del EDTA, el ácido cítrico y el ácido maleico a diferentes concentraciones, como soluciones endodónticas irrigantes; donde se muestra que el ácido maleico al 7% como irrigación final es más eficaz en la eliminación del barrillo dentinario en tercio apical del sistema de conductos radiculares, en comparación con el EDTA al 17%. Otros estudios, como el Campoverde, Marcalupo, & Gálvez en 2020⁹, indican que a pesar de que el hipoclorito de sodio es considerado como un agente irrigante con gran potencial, el mismo no termina por cumplir la función de disolver los desechos inorgánicos ni la eficaz eliminación y prevención de la capa de barrillo dentinario provocado al momento de la instrumentación, por lo que se recomienda el uso adicional de soluciones quelantes como el Qmix y el EDTA.

El QMix, ha demostrado ser más eficaz que el EDTA 17%, ya que consigue eliminar más cantidad de barrillo, aperturando un gran número de túbulos dentinarios en el tercio apical al ser empleados mediante activación ultrasónica pasiva en un periodo

de tiempo de un minuto. Por lo que autores como Guidiño & Coloma en 2016⁶³ y Aksel & Serper en 2017⁷² entienden que este podría ser el irrigante final ideal para sustituir el uso del hipoclorito de sodio, la clorhexidina y el ácido etildiaminotetraacético, ya que ofrece la eficacia y demás beneficios que tienen estos irrigantes, pero sin provocar los daños colaterales.

Otros estudios, afirman que las mejores técnicas para ayudar a mejorar la efectividad de las sustancias irrigantes, especialmente a nivel del tercio apical son, el EndoActivador, la presión negativa (EndoVac), el láser Er: YAG y la activación sónica (Suman, Verma, & Prakash-Tikku, 2017) (Fabregat, 2018) (Almeida H, 2019).^{7,73,74} Siendo el EndoVac, el sistema más efectivo entre los anteriores, de acuerdo con estos mismos estudios.

Por otro lado, en dos estudios bibliográficos realizados por los autores García Delgado, Martín González, Castellanos Cosano, Martín Jiménez, & Egea en 2014⁴², y otro realizado por Da Silva L; Oliveira T; Cândido dos Reis A en 2019⁵, para revisar el estado de los sistemas de activación por ultrasonidos de las soluciones irrigadoras en endodoncia, demostraron que los sistemas ultrasónicos son más eficaces en el desbridamiento químico, biológico y físico del sistema de conductos radiculares que los sistemas de irrigación convencionales, además de ser más seguros.

En otro estudio llevado a cabo por Arruda y colaboradores en 2019⁷⁵, se evaluó el nivel de detritus eliminado apicalmente luego de la preparación químico-mecánica utilizando diferentes sistemas de irrigación como el de presión positiva, la irrigación

convencional (CI) y el de presión negativa apical EndoVac (EV), conjuntamente con algunas sustancias irrigantes hipoclorito de sodio 6% (NaOCl), solución de clorhexidina al 2% (CHXs) o solución salina (SS), Gel de clorhexidina al 2% (CHXg) + solución salina (SS). Los resultados se evaluaron de acuerdo con ANOVA y la prueba post hoc de Tukey, concluyendo que ningún protocolo de irrigación pudo prevenir la extrusión por completo de detritus, evidenciándose extrusión de escombros en todos los sistemas; no obstante, el EV resultó ser el sistema que mostró niveles más bajos de extrusión de detritus. El uso de CHXg + SS mostro el nivel menor extrusión de desechos.

En relación a costo-beneficio, Mario Miguel Flores en su disertación presentada en el 2013, sobre la Eficacia de las soluciones irrigadoras para el manejo de las pulpas necróticas, recomienda, basado en su revisión bibliográfica, el uso del hipoclorito de sodio, por tratarse de una sustancia bactericida y bacteriostática actúa en hongos y esporas, baja tención superficial, neutraliza tejidos orgánicos e inorgánicos, de fácil acceso y bajo costo; pudiendo ser sustituido por Clorhexidina al 2% en pacientes alérgicos al NaOCL, sustancia similar al hipoclorito de sodio, pero con un costo relativamente mas elevado. ⁷⁶

6. CONCLUSIONES

Para los endodoncistas es de suma importancia conseguir una relación correcta entre la técnica a utilizar y el proceso de irrigación, por lo que se han visto en la necesidad de realizar de manera frecuente estudios para establecer la fórmula más adecuada, entre técnica y solución irrigante, para conseguir tratamientos endodónticos de éxito.

Tras la realización de este estudio bibliográfico y tomando en consideración el objetivo general y los objetivos específicos de esta investigación se puede concluir con que:

- Tras describir las diferentes técnicas y soluciones existentes para la irrigación intraconducto; hasta el momento, no se ha encontrado un solo irrigante y técnica que sea capaces de cumplir con todos los objetivos de la irrigación del conducto radicular (disolución de los componentes orgánicos e inorgánicos en el conducto, biofilms, neutralización de endotoxinas y eliminación del *smear layer*).
- Se logró identificar la técnica más empleada es la técnica convencional con jeringas e irrigación activa, principalmente por temas de accesibilidad y costos y la solución de irrigación más empleada para la irrigación intra-conducto continúa siendo el hipoclorito de sodio, por las mismas razones.
- Se logró establecer que la solución irrigante que presenta mejores resultados en los tratamientos endodónticos, es el Hipoclorito de Sodio al 5,25%, preferiblemente a 50 C y combinado con QMix, como irrigante final; tomando en

cuenta que de producirse extrusión apical con el NaOCL pueden producirse daños en el tejido periapical.

- Por su parte la técnica EndoVac o de presión negativa apical, es el sistema que ha demostrado mejores resultados para la remoción de barrillo dentinario y reduciendo la extrusión de detritus y de la solución utilizada.
- Tras describir los sistemas de irrigación más modernos empleados en la actualidad, el uso de láseres se constituye como la técnica más moderna empleada actualmente, sin embargo, algunos estudios coinciden en que el EndoVac continúa siendo más efectivo y las soluciones como el QMix y el EdgeMix, son de las más actuales.
- Con relación a que sistema y que técnica proporciona menos riesgos colaterales y resulta más beneficiosos en relación a costo y tiempos de trabajo, serían el EndoVac como técnica y el QMix como solución irrigante; aunque en relación a acceso y costo la irrigación tradicional y el uso de hipoclorito resultan ser los menos costosos, el uso de EndoVac y Qmix resulta ser más económico que el uso de sistemas láseres.

7. RECOMENDACIONES Y PROSPECTIVA

Tras la realización de esta revisión bibliográfica sobre sistemas de irrigación actuales, las autoras recomiendan incluir el uso de algunos de estos sistemas la Facultad de Odontología de la Universidad Iberoamericana (UNIBE), para así poder enriquecer a los estudiantes sobre los métodos de vanguardia en el tratamiento endodóntico.

Se recomienda desarrollar un protocolo de irrigación realizado en las clínicas odontológicas de pregrado y postgrado de la Universidad Iberoamericana (UNIBE).

Se recomienda el uso de un irrigante final como el Qmix y el uso de la técnica EndoVac para mejorar pronóstico para el tratamiento endodóntico.

Se recomienda realizar más estudios clínicos comparativos entre este tipo de sistemas, a los fines de poder establecer la mejor combinación entre irrigante y técnica de irrigación para garantizar el éxito de los tratamientos endodónticos.

Se recomienda continuar experimentando con otros sistemas para seguir aumentando la gama de técnicas y productos y aplicar los más convenientes de acuerdo a cada caso.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paredes Estrella R. Desinfección del conducto radicular con Ácido etilendiaminotetracético en solución al 17% e Hipoclorito de Sodio al 2,5% en lesiones periapicales durante el tratamiento endodóntico [DDS]. Universidad De Guayaquil, Ecuador; 2019.
2. Suman, S., Verma, P., & Prakash-Tikku, A. (2017). Una evaluación comparativa de la eliminación de la capa de frotis utilizando presión negativa apical (EndoVac), irrigación sónica (EndoActivator) y láser Er: YAG: un estudio SEM in vitro. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 7.
3. Castro Moreno CC Tesis [Internet]. 2020-10 [citado el 2 de enero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49720>
4. Manfredi M, Figini L, Gagliani M, Lodi G. Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Dec 1;12(12):CD005296. doi: 10.1002/14651858.CD005296.pub3. PMID: 27905673; PMCID: PMC6463951.
5. Da Silva, J., Theodoro, T., & Candido, Á. (2019). Efecto del ultrasonido en la limpieza del sistema de conductos radiculares: Revisión de literatura | Request PDF. ResearchGate. <https://doi.org/10.15381/os.v22i3.16709>
6. Chia, M. S. Y., Parolia, A., Lim, B. S. H., Jayaraman, J., & Porto, I. C. C. de M. (2020). Effect of QMix irrigant in removal of smear layer in root canal system: A systematic review of in vitro studies. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 45(3). <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e28>

7. Fabregat, J. C. (2018). Estudio comparativo de tres sistemas de irrigación en endodoncia: irrigación por presión positiva, endoactivator y endovac. CODECS, 18.
8. Neelakantan, P., Romero, M., Vera, J., Daood, U., Khan, A. U., Yan, A., & Cheung, G. S. P. (2017). Biofilms in Endodontics—Current Status and Future Directions. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(8). <https://doi.org/10.3390/ijms18081748>.
9. Campoverde, J., Marcalupo, S., & Gálvez, J. (2020). 2DA SESIÓN CIENTÍFICA ODONTOLÓGICA:. Departamento de Investigación. Facultad Piloto de Odontología, 218-229.
10. Arce Brissón G. Efecto De La Irrigación Con Presión Negativa En El Conducto Radicular [PhD]. Universidad Nacional De Córdoba; 2016.
11. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am*. 2012; 54: 291–312.
12. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil J. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*. 2005; 10: 77–102.
13. Dakin HD. The use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. *Br Med J* 1915; 2:318-20.
14. García, D. (2001). Uso del Acido EtilendiaminoTetraacético (EDTA) en la Terapia Endodóntica. carlosboveda.com. Consultado el 8 de marzo de 2022, Disponible en https://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_11.htm.

15. Östby N. Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root canals. *Odont T* 1957; 65:3-11.
16. Parsons GJ, Patterson SS, Miller CH, Katz S, Kafrawy AH, Newton CW. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49:455-58.
17. Goldman M, White RR, Moser CR, Tenca JI. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro. *J Endodon* 1988; 14:7-12.
18. Morgan R, Carnes D, Montgomery S. The solvent effects of calcium hydroxide irrigating solution on bovine pulp tissue. *J Endodon* 1991; 17:165-68.
19. Walton R, Rivera E. Limpieza y preparación de la forma final. En: Walton R, Torabinejad M. Editores. *Endodoncia principios y práctica*. México, McGraw-Hill Interamericana 1997: 215-50.
20. Rodríguez-Niklitschek Cynthia, Oporto V Gonzalo H. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. *Int. J. Odontostomat.* [Internet]. 2014 Sep [citado 2022 Mayo 15] ; 8(2): 177-183. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2014000200005&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2014000200005>.
21. Betancourt Pablo, Arnabat-Domínguez Josep, Viñas Miguel. Irrigación Activada por Láser en Endodoncia. *Int. J. Odontostomat.* [Internet]. 2021 Sep [citado 2022 Marzo 08] ; 15(3): 773-781. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

381X2021000300773&lng=es.

[http://dx.doi.org/10.4067/S0718-](http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2021000300773)

381X2021000300773.

22. Vásconez Ordoñez Kerly Melissa, Protocolos de irrigación en endodoncia: conceptos y técnicas actualizadas, Trabajo de Titulación como requisito previo para optar por el título de tercer nivel de Odontólogo/a, Guayaquil, junio 2015.
23. Oliveira L, Olavo A, Talge C, Yumi C, Carneiro M. In vitro effects of endodontic irrigants on endotoxins in root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104: 135 – 142.
24. Ardila, M., Gómez, C., & Vallejo, M. (2016). Soluciones Irrigadoras En Endodoncia Del Conducto Radicular: Una Revisión Sistemática De La Literatura (Especialización en Endodoncia). Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.
25. Mohammadi Z, Asgary S. Antifungal Activity of Endodontic Irrigants. *Iranian Endodontic Journal* 2015; 10(2): 144-147.
26. Royal M, Williamson A, Drake D. Comparison of 5.25% Sodium Hypochlorite, MTAD, and 2% Chlorhexidine in the Rapid Disinfection of Polycaprolactone-Based Root Canal Filling Material. *JOE.* Jan 2007; 33 (1): 42 – 44.
27. Falcón Guerrero, B., & Guevara Callire, L. (2019). Interacciones entre soluciones irrigantes durante el tratamiento de endodoncia. *Revista Médica Basadrina*, 11(1), 56-59. <https://doi.org/10.33326/26176068.2017.1.616>
28. Jardel da Silva, L., Theodoro de Oliveira, T., & Candido dos Reis, A. (2019). Efecto del ultrasonido en la limpieza del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura. *Odontología Sanmarquina*, 22(3), 187-195. <https://doi.org/10.15381/os.v22i3.16709>

29. Baasch Alessandra, Brisson-Suárez Karen, Koury Juan Miguel, Vieira Víctor Talarico Leal, Alves Flavio Ferreira. Influencia de los Diseños de Agujas Endodónticas en la Irrigación de Conductos Radiculares. *Int. J. Odontostomat.* [Internet]. 2021 Sep [citado 2022 marzo 08]; 15(3): 756-764 Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2021000300756&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2021000300756>.
30. Zehnder, M. (2006). Root Canal Irrigants. *Journal Of Endodontics*, 32(5), 389-398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>
31. Beus C, Safavi K, Stratton J, Kaufman B. Comparison of the Effect of Two Endodontic Irrigation Protocols on the Elimination of Bacteria from Root Canal System: A Prospective, Randomized Clinical Trial. *JOE*. Nov 2012; 38 (11): 1479-1483.
32. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*. 2007; 40: 415–426
33. Vinothkumar T, Kavitha S, Lakshminarayanan L, Shivaram N, Kumar V. Influence of Irrigating Needle-Tip Designs in Removing Bacteria Inoculated Into Instrumented Root Canals Measured Using Single-Tube Luminometer. *JOE*. Jun 2007; 33 (6): 746 – 748.
34. Spandberg L. Instruments, materials, and devices. En: Cohen S, Burns R. editores. *Pathways of the pulp*. Missouri. Mosby 1998:476-531.

35. Muñoz H, Camacho-Cuadra K. In Vivo Efficacy of Three Different Endodontic Irrigation Systems for Irrigant Delivery to Working Length of Mesial Canals of Mandibular Molars. JOE. Apr 2012; 38 (4): 445- 448.
36. Weston C, Ito S, Wadgaonkar B, Pashley D. Effects of Time and Concentration of Sodium Ascorbate on Reversal of NaOCl-Induced Reduction in Bond Strengths. JOE. Jul 2007; 33 (7): 879 – 881
37. Fukumoto Y, Kikuchi I, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. An Ex Vivo Evaluation Of A New Root Canal Irrigation Technique With Intracanal Aspiration. Int Endod J. 2006; 39: 93.
38. Dotto S, Coelho R, Motcy de Oliveira E, Lima M, Martins J. Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. Aust Endod J. 2007; 33: 62–65.
39. Estrela C., Estrela C.R.A., Decurcio D.A, Hollanda A.C.B, Silva J.A. Antimicrobial Efficacy Of Ozonated Water, Gaseous Ozone, Sodium Hypochlorite And Chlorhexidine In Infected Human Root Canals, Int Endod J .2007;40:85.
40. Ivonne Rodríguez H, María Irene Rodríguez S., Enrique Rodríguez M. Uso de sustancias irrigadoras complementarias en endodoncia para la eliminación de la capa de barro dentinario propuesta de un protocolo de irrigación. Revista de la Facultad de Odontología, Universidad de Carabobo
41. Aguilar Loayza Jorge Antonio Estado Actual En La Irrigación Endodóntica Para La Eliminación del Barrillo Dentinario, Trabajo De Grado Previo A La Obtención Del Título De Odontólogo, Guayaquil, octubre, Ecuador; 2020.

42. García Delgado, A., Martín González, J., Castellanos Cosano, L., Martín Jiménez, M., & Egea, S. (2014). Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. *Scielo*, 79-94.
43. Estrela C, Estrela C, Barbin E, Spanó J, Marchesan M, Pécora J. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite. *Braz Dent J* (2002) 13(2): 113-117.
44. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am*. 2012; 54: 291–312.
45. Jena A; Kumar S, Govind S. Root Canal Irrigants: A Review of Their Interactions, Benefits, And Limitations. *COMPENDIUM*. Apr 2015; 36 (4): 256 – 260.
46. Verma S, Goel M, Bala S, Singh M. Issues Of Biocompatibility Associated With Commonly Used Endodontic Irrigants: A Review. *Indian Journal of Dental Sciences*. Oct 2012; 4 (4): 109 – 113.
47. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Vasiliadis T. Clinical relevance of standardization of endodontic irrigation needle dimensions according to the ISO 9626:1991 and 9626:1991/Amd 1:2001 specification. *International Endodontic Journal*. 2007; 40: 700 –706.
48. Kamel W, Kataia E. Comparison of the Efficacy of Smear Clear with and without a Canal Brush in Smear Layer and Debris Removal from Instrumented Root Canal Using WaveOne versus ProTaper: A Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics*. 2014;40(3):446-450.
49. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The In Vivo Evaluation Of Hand/Rotary/Ultrasound Instrumentation In Necrotic, Human Mandibular Molars. *Journal Of Endodontics*. 2007;33(7):782-787.

50. Topçuoğlu, H. S., Düzgün, S., Ceyhanlı, K. T., Aktı, A., Pala, K., & Kesim, B. (2015). Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *International Endodontic Journal*, 48(4), 309-316. <https://doi.org/10.1111/iej.12316>
51. Desai P, Himel V Comparative Safety Of Various Intracanal Irrigation Systems, *J Endod*. 2009; 35:545.
52. Dentsply. EndoActivator System Kit [Internet]. [Dentsplysirona.com](https://www.dentsplysirona.com). 2022 [citado el 16 de mayo 2022]. Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/shop/endoactivator-system-kit.html>
53. Besrani B. Nuevas técnicas y dispositivos de desinfección en endodoncia. [Internet]. Toronto, Canadá. Universidad de Toronto. www.sdpt.net. [Citado en: mayo 2022]. Disponible en: http://www.endodoncia-sae.com.ar/info_cientifica_desinfeccion.htm
54. Sluis, L. W., & Cristescu, R. C. (2011). Los ultrasonidos en endodoncia. *Pubmed*, 12.
55. Van der Sluis u, Cristescu R. Los ultrasonidos en endodoncia. *Quintessence* [Internet]. 2011 [citado 15 mayo 2022];24(4):187-198. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-los-ultrasonidos-endodoncia-X0214098511025001>
56. Woodpecker. UDS-L Led ultrasonic piezo scaler instruction manual [Internet]. Woodpecker.cz [citado el 16 de mayo 2022]. Disponible en: https://woodpecker.cz/Documents/UDS-L_LED_English.pdf
57. Pérez De Arce Carrasco, V. I., Rodríguez Olivares, P. A., & Echeverri Caballero, D. (2014). Activación Sónica Versus Ultrasónica de EDTA al 10% para Remoción

- de Barrillo Dentinario en el Tercio Apical del Canal Radicular. *International journal of odontostomatology*, 8(1), 153-159. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2014000100021>
58. Kurtzman G. Mejorando el éxito endodóntico través del uso de sistema de irrigación EndoVac - Improving endodontic success through the use of EndoVac irrigation system. Researchgate [Internet]. 2015 [citado el 16 marzo 2022];:52-61. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/271681861_Mejorando_el_exito_endodontico_traves_del_uso_de_sistema_de_irrigacion_EndoVac_-_Improving_endodontic_success_through_the_use_of_EndoVac_irrigation_system
59. Camargo, P. S. (2015). El efecto antibacteriano del láser en endodoncia. *Latin America*, 6. Campoverde, J., Marcalupo, S., & Gálvez, J. (2020). 2DA SESIÓN CIENTÍFICA
60. Divito, E.; Peters, O. A. & Olivi, G. Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med. Sci.*, 27(2):273-80, 2012.
61. Gregorcic, P.; Jezersek, M. & Mozina, J. Optodynamic energy- conversion efficiency during an Er:YAG-laser-pulse delivery into a liquid through different fiber-tip geometries. *J. Biomed. Opt.*, 17(7):075006, 2012.
62. Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari R, Hunter M. Modern endodontic principles part 4: irrigation. *Dental Update*. 2016;43(1):20-33.

63. Guidiño, C., & Coloma, J. M. (2016). Estudio experimental comparativo in vitro de la eliminación del barrillo dentinario en el tercio apical entre QMix y EDTA 17% con activación ultrasónica pasiva. *odontInvestigation* , 11.
64. Narváez Ramos D. Ácido maleico como protocolo de irrigación final en Endodoncia [MSS]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2021.
65. Leal Pavez J, Vera Bustos L, Herrera Torres J. El rol del quitosano en el futuro de la endodoncia regenerativa. Revisión Narrativa. 2021;.
66. EdgeMix [Internet]. Edgeendo.com. 2022 [citado 17 mayo 2022]. Disponible en: <https://edgeendo.com/wp-content/uploads/2019/05/EdgeMIX-DFU.pdf>
67. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio M. Metodología de la investigación. 6th ed. México: McGRAW-HILL; 2014.
68. Abreu J. Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. *International Journal of Good Conscience*. 2012;7(2):187-197.
69. Guevara Alban G, Verdesoto Arguello A, Castro Molina N. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*. 2020;4(3):163-173.
70. Argimon Pallàs J, Jiménez Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 5th ed. Barcelona: Elsevier; 2019.
71. Lafuente Ibáñez C, Marín Egoscozábal A. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*. 2008;(64):5-18.
72. Aksel H, Serper A. Concentration and time-dependent effect of initial sodium hypochlorite on the ability of QMix and ethylenediaminetetraacetic acid to remove smear layer. *Journal of Conservative Dentistry*. 2017;20(3):185.

73. Suman S, Verma P, Prakash-Tikku A, Bains R, Kumar-Shakya V. A Comparative Evaluation of Smear Layer Removal Using Apical Negative Pressure (EndoVac), Sonic Irrigation (EndoActivator) and Er:YAG laser -An In Vitro SEM Study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2017;9(8):e981–e987.
74. Almeida H. Sistemas de irrigação: revisão comparativa. *Revista Farol* [Internet]. 2019 [citado 17 mayo 2022];8(8):363-383. Disponible en: <http://revistafarol.com.br/index.php/farol/article/view/161>
75. Arruda-Vasconcelos R, Barbosa-Ribeiro M, Louzada L, Mantovani G, Gomes B. Apically Extruded Debris Using Passive Ultrasonic Irrigation Associated with Different Root Canal Irrigants. *Brazilian Dental Journal*. 2019;30(4):363-367.
76. Flores Corro M. Eficacia de las soluciones irrigadoras para el manejo de las pulpas necróticas [DDS]. Universidad De Guayaquil; 2013.
77. *Enterococcus faecalis* [Internet]. United States Department of Agriculture. 2009 [citado 29 de mayo 2022]. Disponible en: <http://www.genome.gov/dmd/img.cfm?node=Photos/Microorganisms&id=79092>
78. Diferentes soluciones irrigadoras. Latinoamérica U. Asegurando el éxito endodóntico: los irrigantes adecuados en el momento adecuado [Internet]. *La.ultradent.blog*. 2022 [citado el 29 de mayo 2022]. Disponible en: <https://la.ultradent.blog/2019/07/30/asegurando-el-exito-endodontico-los-irrigantes-adecuados-en-el-momento-adecuado>.
79. Camargo S. El efecto antibacteriano del láser en endodoncia [Internet]. *Dental Tribune Latin America*. 2015 [citado el 29 de mayo 2022]. Disponible en: <https://la.dental-tribune.com/news/el-efecto-antibacteriano-del-laser-en-endodoncia/>

80. QMix. QMix 2in1 Irrigating Solution [Internet]. Dentsplysirona.com. 2022 [citado 29 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/shop/qmix-2in1-irrigating-solution.html>