



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de
odontólogo**

TEMA:

Uso de la irrigación activada por láser como coadyuvante en la
desinfección endodóntica.

AUTOR:

Sabina Belén Agila Loor

TUTORA:

Dra. María Fernanda Carvajal PhD.

Manta-Manabí-Ecuador

2024

CERTIFICACIÓN

Mediante la presente certifico que la egresada **Sabina Belén Agila Loor** se encuentra realizando su tesis de grado titulada: **“Uso de la irrigación activada por láser como coadyuvante en la desinfección endodóntica”**, bajo mi dirección y asesoramiento, y de conformidad con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'María Fernanda Carvajal', written over a horizontal line.

Od. María Fernanda Carvajal, Esp., PhD.

Director(a) de Tesis

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Sabina Belén Agila Loor con C.I # 2300769391 en calidad de autora del proyecto de investigación titulado “Uso de la irrigación activada por láser como coadyuvante en la desinfección endodóntica”. Por la presente autorizo a la “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor/a me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y además de la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.



Sabina Belén Agila Loor

C.I. 2300769391

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

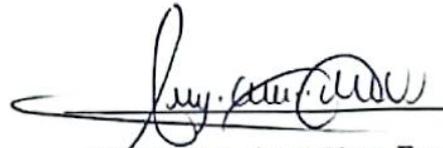
Facultad Ciencias de la Salud

Carrera de Odontología

Tribunal Examinador

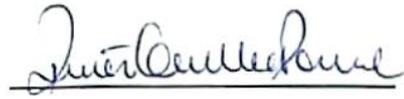
Los honorables Miembros del Tribunal Examinador luego del debido análisis y su cumplimiento de la ley aprueben el informe de investigación sobre el tema "Uso de la irrigación activada por láser como coadyuvante en la desinfección endodóntica"

Presidente del tribunal



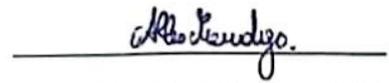
Od. Freya Andrade Vera, Esp.

Miembro del tribunal



Od. Ruth Guillén, PhD

Miembro del tribunal



Od. Alba Mendoza, PhD.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por ser mi soporte y guías a lo largo de mi vida, a aquellas personas que me apoyaron y principalmente al esfuerzo depositado durante todos estos años, al crecimiento personal obtenido y a los sueños que un día llegaron desde tan lejos para aventurarse a lo desconocido.

De mí, para mí, con amor, te lo mereces.

Sabina Agila Loor

AGRADECIMIENTO

A mis padres que fueron mi apoyo incondicional a la distancia. Gracias. A todos aquellos quiénes un día estuvieron, a todos ustedes. Gracias. A ti que un día dijiste que sería una buena idea embarcarme en este viaje, a ti que siempre te lleve presente. Gracias. Y al personaje principal de esta historia, lo lograste.

De mí, para mí. Gracias.

Sabina Agila Loor

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I – EL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema:	2
1.2. Formulación del problema:.....	2
1.3. Objetivos de la Investigación:.....	3
1.3.1. Objetivo general:	3
1.3.2. Objetivos específicos:	3
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación:	5
2.2. Bases teóricas:.....	7
2.2.1. Fundamentos físicos del láser:	8
2.2.2. Fundamentos biológicos del láser:	8
2.2.3. Mecanismo de acción de los láseres empleados en endodoncia:	9

2.2.4. Interacción del NaOCl y el Nd: YAG:	10
2.2.5. Interacción del NaOCl y el láser Er: YAG:	11
2.2.6. Interacción del NaOCl y el láser ErCr: YSGG:	11
2.2.7. Técnica de irrigación e instrumentación convencional:	12
2.2.8. Ventajas y desventajas de la irrigación activada por láser en la desinfección endodóntica:	13
CAPÍTULO III - MARCO METODOLÓGICO	14
3.1. Tipos y diseño de la investigación:	14
3.2. Criterios para la búsqueda de la literatura:	14
3.3. Criterios de inclusión:	14
3.4. Criterios de exclusión:	14
3.5. Plan de análisis:	15
CAPÍTULO IV - RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES.....	26
RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

RESUMEN

El objetivo de este estudio es analizar la técnica de irrigación activada por láser (LAI) como coadyuvante para la difusión de las sustancias irrigantes en el interior del sistema de conductos radiculares durante la desinfección endodóntica, para ello se busca explicar el funcionamiento y aplicación de la técnica, comparar su efectividad con la de la técnica convencional de instrumentación mecánica y explorar las ventajas y desventajas que ofrece. Es por ello que se realizó una revisión sistemática con un enfoque descriptivo a través de la búsqueda de artículos en las siguientes bases de datos: National Institutes of Health (NIH), PubMed, ScienceDirect, SciELO, Google Académico, Epistemonikos y Scopus. Como parte de la investigación se verificaron las búsquedas en la página de Medical Subject Headings (MeSH). Se seleccionaron 11 artículos correspondientes a estudios preclínicos entre el período de 2018-2023 con base a los criterios de inclusión y exclusión. Se tuvo como resultado que la LAI al producir burbujas de vapor debido al incremento de temperatura del irrigante permite la colisión contra las paredes de los conductos radiculares, aumentando la capacidad bactericida de la sustancia. Por esta razón, es capaz de eliminar inclusive a las biopelículas de *E. faecalis*, además es biocompatible con las sustancias empleadas, requiere de una menor cantidad de irrigante y es mínimamente invasiva. No obstante, la técnica LAI todavía se presenta como un complemento terapéutico que requiere de su aplicación en ensayos clínicos.

Palabras claves: LAI, sustancia irrigante, bactericida, biocompatible, *E. faecalis*, complemento terapéutico

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the laser-activated irrigation (LAI) technique as a coadjuvant for the diffusion of irrigating substances inside the root canal system during endodontic disinfection, in order to explain the operation and application of the technique, compare its effectiveness with that of the conventional mechanical instrumentation technique and explore the advantages and disadvantages it offers. Therefore, a systematic review with a descriptive approach was carried out by searching for articles in the following databases: National Institutes of Health (NIH), PubMed, ScienceDirect, SciELO, Google Scholar, Epistemonikos and Scopus. As part of the research, the searches were verified in the Medical Subject Headings (MeSH) page. Eleven articles corresponding to preclinical studies between the period of 2018-2023 were selected based on the inclusion and exclusion criteria. The result was that LAI, by producing vapor bubbles due to the increase in temperature of the irrigant, allows the collision against the walls of the root canals, increasing the bactericidal capacity of the substance. For this reason, it is capable of eliminating even *E. faecalis* biofilms, it is also biocompatible with the substances used, requires a smaller amount of irrigant and is minimally invasive. Nevertheless, the LAI technique is still presented as a therapeutic complement that requires its application in clinical trials.

Keywords: LAI, irrigant, bactericidal, biocompatible, *E. faecalis*, therapeutic complement

INTRODUCCIÓN

La adecuada desinfección de los conductos radiculares en una endodoncia, asegura la viabilidad del tratamiento a futuro. Entonces: “el objetivo principal del tratamiento de endodoncia es conformar, limpiar y eliminar eficazmente la capa de barro dentinario para que el canal pueda ser obturado, minimizando así, la posibilidad de reinfección” (Ledezma, R.P., 2020). Por ende, una buena ejecución de la técnica de desinfección da como resultado conductos radiculares libres de microorganismos.

Es por ello que: “para disminuir la carga bacteriana y lograr un mejor desbridamiento, es necesario investigar las técnicas de instrumentación y los protocolos de irrigación” (Betancourt, P., Arnabat-Domínguez, J, & Viñas, M., 2021). Los avances tecnológicos y los estudios realizados han permitido ampliar los tipos de técnicas para emplear en los tratamientos de conducto; a pesar de ello, la instrumentación y protocolo de irrigación mecánica siguen siendo los más utilizados.

“La eficacia de la irrigación depende del mecanismo de trabajo del irrigante y de la capacidad de este al entrar en contacto con el elemento, el material y la estructura” (Chellpandian, K., Venkatesh Kondaz, V., & Ravichandran, A., 2022). Frente a este principio la irrigación activada por láser (LAI) se presenta como una alternativa para la limpieza de los conductos radiculares, convirtiéndose en una técnica coadyuvante para la desinfección endodóntica.

Por medio de la presente investigación, se busca llevar a cabo un análisis sistemático sobre el funcionamiento, alcance y beneficios que promete la LAI en conjunto con sustancias irrigantes, como alternativa para obtener mejores resultados en la disminución de la carga bacteriana de los conductos radiculares.

CAPÍTULO I – EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema:

Los tratamientos endodónticos en el campo de la salud oral forman parte del enfoque de una odontología más conservacionista, al permitir mantener la pieza dentaria afectada, en boca, bajo el respectivo protocolo de tratamiento de conductos. Sin embargo, las investigaciones realizadas durante las últimas dos décadas han demostrado que: “los fracasos endodónticos ocurren por la persistencia de bacterias y restos de tejidos en las irregularidades del SCR” (Ledezma, R.P., Bordagaray, M.J., Basualdo, A.J., & Bersezio, M.C., 2020). Dicho de otra forma, las diversas características anatómicas que pueden presentar las raíces y la dificultad que supone su limpieza y desinfección, incrementa el índice de tratamientos endodónticos fallidos, a causa de la persistencia de bacterias, como es el caso del *Enterococcus Faecalis*, siendo común los casos de reinfección en dientes ya tratados.

La prevalencia de fracasos endodónticos motiva a la búsqueda de nuevas técnicas de desinfección que aseguren la limpieza de aquellas irregularidades presentes en el sistema de conductos radiculares. Los estudios realizados han permitido explorar y aplicar nuevos métodos de irrigación que permitan obtener mejores resultados en la disminución de la carga bacteriana de los conductos. Por ende, analizar la eficacia y alcance que supone la técnica LAI en relación con la técnica convencional de irrigación mecánica, plantea la interrogante sobre la capacidad y grado de desinfección que se podría obtener a partir de la implementación de este nuevo método complementario para la difusión de sustancias irrigantes durante la limpieza y desbridamiento de los conductos radiculares.

En virtud de lo anterior, el propósito de esta investigación es analizar la implementación de la técnica LAI como coadyuvante durante el proceso de desinfección endodóntica.

1.2. Formulación del problema:

En tratamientos endodónticos, la desinfección de conductos radiculares mediante la técnica LAI para la difusión de sustancias irrigantes, ¿disminuye en mayor cantidad la carga bacteriana de los conductos frente a las técnicas convencionales?

1.3. Objetivos de la Investigación:

1.3.1. Objetivo general:

Analizar la técnica de irrigación activada por láser (LAI) como coadyuvante para la difusión de las sustancias irrigantes en el interior del sistema de conductos radiculares durante la desinfección endodóntica.

1.3.2. Objetivos específicos:

- 1.3.2.1. Explicar el funcionamiento y aplicación de la técnica de irrigación activada por láser (LAI) en el proceso de desinfección de los conductos radiculares.

- 1.3.2.2. Comparar la efectividad de la técnica de irrigación activada por láser (LAI), con la técnica convencional de instrumentación mecánica utilizada en los tratamientos endodónticos.

- 1.3.2.3. Explorar las ventajas y desventajas de la aplicación de la técnica de irrigación activada por láser (LAI).

1.4. JUSTIFICACIÓN

Los continuos fracasos de terapias endodónticas, a causa de la presencia de microorganismos residuales en los conductos radiculares que han sido tratados con técnicas de desinfección convencionales, establecen la necesidad de aplicar nuevas técnicas de desinfección que permitan una mejor eliminación parcial o completa de las bacterias causantes de infecciones subsecuentes. Evidencias científicas han permitido abrir el abanico de técnicas de instrumentación aparte de la desinfección mecánica que se ha venido utilizando por años.

Una adecuada e integral técnica de desinfección del SCR es el requerimiento principal previo a la obturación del diente a tratar; sin embargo, todavía existen limitaciones que se presentan durante el procedimiento relacionadas a la anatomía de los conductos radiculares y el alcance de los instrumentos empleados en la ejecución de la limpieza de los microorganismos y residuos orgánicos de la estructura radicular que presentan los dientes indicados para endodoncia. Es por ello que, el uso del láser, mismo que emplea un sistema de cavitación activa, se considera un coadyuvante de los irrigantes durante el proceso endodóntico. Por esa razón, esta innovadora alternativa terapéutica se plantea como un método viable ante la persistencia de material y residuos contaminantes sobre todo en estructuras anatómicas radiculares complejas y de difícil acceso con instrumentación manual. Por ende, se establece la necesidad de un mayor estudio y análisis comparativo sobre la LAI.

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

Los estudios experimentales sobre la irrigación activada por láser han sido realizados en diferentes modelos de infección, los cuales se adaptaron con condiciones similares que se podrían encontrar en un diente en boca. Suer, K., Ozkan, L., & Guvenir, M., (2020) publicaron su estudio sobre los Efectos antimicrobianos del hipoclorito de sodio y el láser Er, Cr: YSGG contra el biofilm de *Enterococcus Faecalis*. Su objetivo fue investigar el efecto antimicrobiano del láser de erbio, itrio, dopado con cromo, escandio y granate (Er, Cr:YSGG) con y sin solución de NaOCl.

La investigación experimental consistió en un análisis ex vivo de 81 premolares mandibulares humanos recién extraídos de pacientes de ortodoncia, los cuáles fueron previamente seleccionados por cumplir con las características de tener un solo conducto radicular y un ápice cerrado. Los conductos radiculares fueron preparados con la técnica de step-back usando para ello las limas K de Ni-ti, apoyadas con el uso de las Gates Glidden, asegurando así la entrada de la fibra de láser. Una vez se montaron las raíces en los tubos Eppendorf y se llenaron con resina acrílica, se llevó a cabo la incubación y esterilización de 8 muestras al azar. Se incubó a 37° C por 24 horas los cultivos de bacterias estándar de *E. Faecalis*, aplicando el método doble ciego durante la inoculación bacteriana de los 81 premolares (Suer, K. et. al., 2020).

Para llevar a cabo el experimento Suer, K. et al., (2020) dividieron las muestras en cuatro grupos, de la siguiente forma: Se analizaron 3 grupos bajo diferentes estándares y un grupo testigo. Para los 3 primeros grupos se utilizaron 25 unidades experimentales. Al grupo 1 se le aplicó láser Er,Cr:YSGG de 2W con una potencia de salida de 0,45, 20Hz, con un 25% de H₂O y 35% O₂. Para el grupo 2 se utilizó el mismo láser, pero con 0,75 W a la misma potencia de salida y con 2,5% de NaOCl. En el caso del grupo 3, se empleó únicamente 5% de NaOCl e irrigando a una frecuencia de 2ml durante 1min. Para el último grupo, el de control, se utilizaron 6 unidades experimentales.

Se realizaron cuatro irradiaciones de 10 segundos cada una con intervalos de 5 segundos entre ellas y la punta de la fibra se insertó hasta el ápice. Todo el conducto fue

irradiado con movimientos helicoidales desde apical hacia cervical. Como resultado se obtuvo que el primer grupo logró una eliminación del 50% de *E. Faecalis*; mientras que la eliminación del 100% del cultivo bacteriano se logró en el segundo y tercer grupo (Suer, K. et al., 2020).

Por otra parte, el estudio realizado por Bytyqi, A, y et al., (2021) sobre desinfección de lesiones periapicales dentales artificiales, con láser de diodo: un estudio in vitro; tuvo como objetivo analizar la capacidad del láser de diodo en la eliminación de las lesiones periapicales con base al tamaño de las mismas.

Esta investigación, fue un análisis ex vivo de 122 premolares de una sola raíz, a los cuales se les creó modelos artificiales de lesiones periapicales a base de metacrilato de metilo con tamaños de 14, 10 y 6 mm. Para ello, la corona fue extraída, y se obtuvo una entrada al conducto de 15mm de largo que fue ampliada con las limas Protaper. De igual manera, los dientes pasaron por un proceso de esterilización antes de ser inoculados con las especies de *E. Faecalis* y *S. Mitis* durante 7 días a 37 ° C.

Las muestras de estudio fueron divididas en 3 grupos de acuerdo al tamaño de la lesión periapical: 6mm (n=20), 10 mm (n=20) y 14mm (n=21) y un grupo de muestras sin tratamiento; a su vez estos grupos fueron subdivididos de acuerdo al tiempo de irradiación aplicada: 1min (n=6), 3min (n=6) y 5min (n=6). Como resultado se determinó que ante un menor tamaño de lesión periapical mayor porcentaje de células muertas; en comparación a lesiones más grandes. De igual forma, ante mayor duración de la irradiación láser mejor efecto antimicrobiano. Concluyendo que existe una correlación entre la dimensión de la lesión y el tiempo de aplicación del láser (Bytyqi, A. et al., 2021).

Nagahashi, T. et al., (2022) realizaron una investigación sobre: La cavitación inducida por láser Er:YAG puede activar la irrigación para la eliminación de biopelículas intraradiculares. El objetivo de su estudio fue analizar la capacidad de eliminación de biopelículas intraradiculares a partir del uso del rayo láser ER: YAG utilizando para ello un modelo de cerdo.

Para llevar a cabo el estudio in vivo Nagahashi, T. et al., (2022) aplicaron el tratamiento a 4 cerdos de los cuales se trabajó en 16 raíces correspondientes a los segundos

premolares mandibulares deciduos. Todos los procedimientos realizados en los animales fueron bajo el respectivo protocolo de sedación y con el uso de lupas quirúrgicas con luz led. Los dientes tuvieron que pasar por un procedimiento de pulpectomía, dejando los canales abiertos por 2 semanas y por 4 semanas fueron sellados para inducir el biofilm intrarradicular. Una vez se crearon las condiciones bacterianas necesarias para llevar a cabo el estudio, se crearon 4 grupos:

-Primer grupo: no recibió ningún tipo de tratamiento y fue el grupo de control.

-Segundo grupo (irrigación con aguja convencional – CNI): se irrigó 5ml de NaOCl al 5% durante 30s, repitiendo el protocolo 5 veces.

-Tercer grupo: se aplicó la irrigación activada por láser en el interior de los conductos (I-LAI).

-Cuarto grupo: de igual manera se empleó el NaOCl al 5% y se activó el irrigante con la aplicación del láser a nivel coronal (C-LAI).

Se demostró que tanto para el tercer y cuarto grupo los resultados fueron favorables en cuanto a la disminución de las bacterias presentes en los conductos radiculares, muy por encima de los resultados obtenidos con la simple irrigación del NaOCl al 5% del segundo grupo.

2.2. Bases teóricas:

Desde la introducción del láser en 1960 por parte del científico Theodore Mainman y la utilización por primera vez en 1965, de un dispositivo láser en dientes a cargo del dermatólogo Leon Goldman, esta nueva tecnología ha venido evolucionando para adaptarlas a las diferentes necesidades que se presentan en los tratamientos odontológicos (Briceño, J.F., Gaviria, D.A., & Carranza, Y.A., 2017). Siendo la rama de la endodoncia, una de las especialidades que busca la incursión de la aplicación láser para los procesos de desinfección de conductos radiculares.

2.2.1. Fundamentos físicos del láser:

La palabra ‘láser’ la RAE (2001) lo define como: “ la amplificación de luz por emisión estimulada de la radiación”. Su funcionamiento se basa en la conversión de la energía eléctrica en lumínica, acción que da como resultado la emisión de fotones. En general el láser se caracteriza físicamente por 4 componentes importantes como lo son: la luz (misma que es monocromática, es visible o no, y presenta colimación, coherencia y eficiencia), la amplificación (determina cómo se da la producción del haz de láser), la emisión estimulada (se encarga de la producción de los haces de luz) y la radiación (Briceño, J.F., Gaviria, D.A., & Carranza, Y.A., 2017).

2.2.2. Fundamentos biológicos del láser:

La respuesta por parte de los tejidos al láser es la que determina la clasificación de los mismos, por lo tanto, se toma en consideración la longitud de onda que emiten, pudiéndolos clasificar de esta forma en 2 grupos de interés para el campo odontológico: El primer grupo pertenece a los láseres visibles, rojos o de baja potencia (350-370nm), el segundo grupo está formado por los láseres invisibles, infrarrojos o de alta potencia como los diodos (800-980nm) y Nd:YAG (1064nm) caracterizados por ser poco afines al agua y estar presentes en los tejidos cromóforos, mientras que, los láseres Er: YAG (2940nm), Er:YSGG (2780nm) y láser del infrarrojo lejano CO₂ (10600nm) pertenecen a un grupo más afín al agua y no suelen presentarse en tejidos cromóforos (Briceño, J.F., Gaviria, D.A., & Carranza, Y.A., 2017).

Una vez identificado los diferentes tipos de láseres que se usan en odontología, en el siguiente cuadro se muestra los que se emplean específicamente en el campo endodóntico:

Tipo de láser	Longitud de onda (nm)
Neodimio: Itrio-Aluminio → Granate (Nd: YAG)	1064
Erbio: Itrio-Aluminio → Granate (Er: YAG)	2940
Erbio, Cromo: Itrio-Escandio – Galio → Granate (ErCr: YSGG)	2780

Esquema 1: Láseres utilizados en la desinfección endodóntica

Autor: Sabina Agila (2024)

2.2.3. Mecanismo de acción de los láseres empleados en endodoncia:

Para LAI, se emplea una punta de zafiro delgada y larga con forma cónica misma que se ubica en el interior del canal radicular, acompañada de movimientos verticales. La técnica consiste en la formación, expansión y colapso de burbujas de vapor que se forman por la aplicación del láser a causa del proceso de cavitación específica, que da como resultado la formación y liberación de ondas de choque y acústicas que actúan como fuerzas de corte, capaces de erradicar a los microorganismos, sobre todo al *Enterococcus faecales* (Ledezma, R.P. et.al., 2020).

De esta forma, el NaOCl se vuelve más reactivo por la activación del láser, incrementando así sus propiedades de fluidez y penetración a lo largo de SCR, lo que a su vez aumenta su capacidad de desinfección. La aplicación del láser en endodoncia cuenta con dos etapas, las cuales se describen a continuación:

-Cavitación: formación y colapso de burbujas de vapor.

En esta fase el NaOCl absorbe la energía del láser, lo que hace que la solución llegue al punto de ebullición, dando como resultado la formación de una burbuja de vapor de cavitación inicial. Esta burbuja es atravesada por el láser, por lo que el agua se sigue evaporando y por ende sigue habiendo un aumento de volumen; esto se conoce como ‘efecto Moisés’. Cuando se deja de aplicar el láser, la burbuja inicial colapsa, dando origen a pequeñas burbujas de cavitación secundarias que inducen un flujo turbulento, mismo que libera fuerzas que se desplazan como ondas de choque y acústicas (Betancourt, P. et al.,

2021). Lo anteriormente mencionado, en conjunto con la presencia del NaOCl, la fibra de láser y las paredes dentinarias hacen que la presión en el interior de los mismos sea muy alta y por lo tanto se incrementa en gran medida el grado de eliminación de residuos y biopelículas.

-Activación láser del NaOCl: fase de activación y reposo.

El NaOCl reacciona tanto con la pulpa dentaria, los microorganismos y los compuestos de las predes dentinarias. La interacción que se produce con todos esos componentes da como resultado una pérdida de la cantidad de cloro presente en la solución (D [NaOCl]), y por ende se reduce la capacidad de desinfección. La tasa de reacción (RR) es conocida como el promedio del consumo de cloro y se calcula con el cociente entre la concentración de NaOCl antes y después de ser expuesto, sobre el tiempo de exposición en SCR ($RR = D$ [NaOCl] / D t) (Betancourt, P. et al., 2021). Frente a la disminución del efecto antimicrobiano del cloro; la aplicación del láser mejora la eficiencia del NaOCl al aumentar la velocidad con la que se mueven las moléculas de la solución, esto aumenta la capacidad del cloro de entrar en contacto con las biopelículas bacterianas, gracias a la fluidez que adquiere (Betancourt, P. et al., 2021). Es decir que, el aumento de la temperatura al producir turbulencia, permite obtener un alto porcentaje de reactividad e impacto bactericida.

2.2.4. Interacción del NaOCl y el Nd: YAG:

El láser de granate de itrio y aluminio dopado con neodimio es uno de los más estudiados en el campo odontológico, su longitud de onda y su absorción parcial de agua le permite eliminar el barrillo dentinario y residuos de tejido pulpar. De esta forma, se asegura la descontaminación SCR, la vaporización de los tejidos orgánicos y la fusión y cristalización de los componentes inorgánicos que se encuentran en la dentina. Además, este tipo de láser genera cambios físico-químicos sobre los cristales de hidroxiapatita, volviendo a los mismos menos vulnerables ante la presencia de ácidos, esto gracias al incremento de la solubilidad de la dentina (Montero-Miralles, P. et al., 2018). Dicho de otra forma, la dentina absorbe la luz emitida por el láser e induce la lisis bacteriana.

La investigación realizada por Ozses Ozkaya, B. et. al. (2017), indica que la eficacia bactericida del Nd:YAG es de: 77-86% cuando se aplica por 15 segundos a una potencia de 10Hz, del 97-99% al aplicar por 20 segundos a 200 mJ y del >99% si se usa 5 segundos a 1,5W. A su vez se demuestra que, ante mayor concentración de NaOCl en la irrigación, igual porcentaje de eliminación bacteriana o incluso un poco por encima de la media obtenida.

2.2.5. Interacción del NaOCl y el láser Er: YAG:

El láser de granate de itrio y aluminio dopado con erbio se absorbe rápidamente, permitiendo así la eliminación eficiente de las biopelículas de los tejidos duros, gracias al contenido de agua presente en los biofilms, característica que lo otorga una alta capacidad de absorción de láser y una tasa alta de afinidad por la hidroxiapatita. De esta forma, el láser produce una lisis bacteriana, lo que le confiere una mejor acción bactericida al irrigante (NaOCl), gracias a la transferencia de energía pulsada que es fácilmente absorbida en el SCR (Ozses Ozkaya, B. et. al., 2017).

Cabe mencionar que la limpieza efectuada con el Er:YAG depende del movimiento rápido del líquido en el interior del conducto radicular. En este caso, la punta de fibra del láser se coloca a nivel de la cámara pulpar de forma estacionaria, generando la velocidad de flujo suficiente para esparcirse a lo largo de toda la anatomía de conductos radiculares. Si se compara con una LAI que solo se limita al conducto radicular cerca del ápice, no solo aumenta el riesgo de escape del irrigante, debido a la perforación, sino que tampoco abastece a la limpieza de los tercios medio y coronal (Nagahashi, T. et. al., 2022).

2.2.6. Interacción del NaOCl y el láser ErCr: YSGG:

El láser de granate de itrio, escandio y galio dopado con erbio y cromo cuya longitud de onda es de 2780nm, realiza el proceso de desinfección bacteriana de los conductos radiculares con ayuda de la energía hidrocínética (Suer, K., Ozkan, L., & Guvenir, M., 2020). Además, presenta las mismas propiedades del láser de Er:YAG una vez se activa dentro del SCR y su efectividad antimicrobiana de igual forma está influenciada por la concentración de la solución irrigante (NaOCl).

2.2.7. Técnica de irrigación e instrumentación convencional:

Consiste en la limpieza del SCR mediante el uso de una solución irrigante que permita la disolución química de los tejidos, en conjunto con la eliminación mecánica tanto de los desechos orgánicos como inorgánicos (Aldeen, R.Z. et. al., 2018). Es por ello que, los endodoncistas prefieren el uso de instrumentos manuales o sistemas de rotación alterna o continua. Por la alta demanda en la utilización de esta técnica, se ha promovido el desarrollo de mejores propiedades físicas tanto para la lima Kerr como a la de Ni-ti. En la actualidad, las limas endodónticas poseen mayor flexibilidad, resistencia a la torsión y corrosión y una alta capacidad de corte. A pesar de sus buenas propiedades, todavía las limas presentan ciertas limitaciones, como formación de salientes, un alto riesgo de transporte del conducto o episodios iatrogénicos a causa de las perforaciones y fracturas de instrumentos (Peralta, M. et. al., 2019).

Además, Aksoy, F., Aydin, U., & Alacam, T. (2019) destacan la necesidad de llevar a cabo un protocolo de irrigación durante el tratamiento endodóntico, considerandolo una parte fundamental si se quiere asegurar la desinfección del SCR. Es por esta razón, que el mercado ofrece algunas alternativas como: hipoclorito de sodio (NaOCl), clorhexidina (CHX), yoduro potásico yodado (IKI), mezcla de tetraciclina, ácido y detergente (MTAD) y el hidróxido cálcico ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Cada una de estas sustancias, viene en diferentes concentraciones que a su vez determinan su tiempo de aplicación. Sin embargo, gracias al alto porcentaje de efectividad antimicrobiana existe una gran predilección por el NaOCl en porcentajes que de acuerdo a las investigaciones realizadas va de 4,7- 5,25% (Rochenszwalb-Muñoz & Figueroa-Naranjo, L., 2023).

Por ende, la técnica convencional consiste en la instrumentación ya sea mecánica o manual de los conductos radiculares mediante el uso combinado de limas, misma que depende de la disposición anatómica del SCR del diente a tratar. Durante cada instrumentación con una nueva lima, se debe llevar a cabo la irrigación con la solución predilecta, asegurando de esta forma que la sustancia antimicrobiana remueva el barrillo dentinario y residuos de las paredes que entran en contacto con la lima.

2.2.8. Ventajas y desventajas de la irrigación activada por láser en la desinfección endodóntica:

A continuación, se presenta un cuadro comparativo:

Ventajas	Desventajas
Alto porcentaje de desinfección de microorganismos en el SCR.	Dificultad para la eliminación de bacterias en conductos extremadamente estrechos.
Es capaz de eliminar la biopelícula de <i>E. faecalis</i> .	Un manejo inadecuado del láser puede producir perforación apical y extrusión del irrigante.
Biocompatible con las soluciones irrigantes.	Ciertas limitaciones en la punta utilizada para la aplicación del láser.
Incremento de la capacidad antimicrobiana de los irrigantes.	Casi todos los estudios han sido realizados en dientes unirradiculares.
Se obtienen preparaciones mínimamente invasivas del canal radicular, en comparación con la técnica convencional.	La mayoría de estudios realizados son in vitro o ex vivo.
Se pueden emplear menores cantidades de NaOCl para asegurar la desinfección completa.	

Esquema 2. Cuadro comparativo sobre las ventajas y desventajas de la irrigación activada por láser en la desinfección endodóntica

Autor: Sabina Agila (2024)

CAPÍTULO III - MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipos y diseño de la investigación:

La investigación corresponde a una revisión sistemática, la cual se elabora con base a la recopilación y análisis de otros estudios realizados a partir de una pregunta específica para de esta forma redactar un resumen imparcial de la evidencia obtenida. Su carácter sistemático con enfoque descriptivo consiste en localizar, evaluar y sintetizar artículos relevantes para así poder responder a la pregunta de investigación.

3.2. Criterios para la búsqueda de la literatura:

Las publicaciones fueron buscadas con base a los siguientes criterios:

-Bases de datos: National Institutes of Health (NIH), PubMed, ScienceDirect, SciELO, Google Académico, Epistemonikos y Scopus.

-Idiomas para las búsquedas: español e inglés.

-Palabras clave de búsqueda

-En idioma español: “LAI”, “Er: YAG”, “ErCr: YSGG”, “Nd: YAG”, “láser en endodoncia”.

-En idioma inglés: “LAI”, “Er: YAG”, “ErCr: YSGG”, “Nd: YAG”, “laser in endodontics”.

3.3. Criterios de inclusión:

Según el diseño del estudio: ensayos preclínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis. Según el año de publicación del estudio: artículos publicados a partir del año 2016.

3.4. Criterios de exclusión:

Documentos que no aporten valor bibliográfico como blogs.

Artículos publicados antes del año 2016.

Artículos repetidos.

3.5. Plan de análisis:

Los resultados serán presentados de forma sintetizada destacando la información más relevante de los artículos incluidos en la investigación sistemática. Para ello se crearán tablas narrativas que contengan la información de las publicaciones preseleccionadas.

CAPIÍTULO IV - RESULTADOS

Tabla 1. Artículos sobre la irrigación activada por láser en endodoncia incluidos en la revisión.

N°	Tema	Autor / Año	Diseño
1	Smear layer removal efficiency of Er,Cr:YSGG and Er:YAG lasers in root canals prepared with different NiTi File systems.	Aksoy, F. et al. (2019)	Estudio de casos
2	Effect of Er:YAG laser-activated irrigation on dentine debris removal from different parts of the root canal system: An in vitro study.	Aldeen, R.Z. et al. (2018)	Estudio de casos
3	Systematic Review on the Role of Lasers in Endodontic Therapy: Valuable Adjunct Treatment?	Anagnostaki, E. et al. (2020)	Revisión sistemática
4	Cavitation and streaming effects from dental lasers.	Antón y Otero, C.I. et al. (2023)	Estudio de casos
5	The Effect of High-Power Lasers on Root Canal Disinfection: A Systematic Review.	Asnaashari, M. et al. (2022)	Revisión sistemática
6	Laser activated irrigation in endodontics.	Betancourt, P. et al. (2021)	Revisión sistemática
7	Effectiveness of low concentration of sodium hypochlorite activated by Er,Cr:YSGG laser against Enterococcus faecalis biofilm.	Betancourt, P. et al. (2018)	Estudio de casos
8	Láser en odontología: fundamentos físicos y biológicos.	Briceño, J.F. et al. (2017)	Revisión sistemática
9	Disinfection of Infected Artificial Dental Periapical Lesions with Diode Laser: An In Vitro Study.	Bytyqi, A et al. (2021)	Estudio de casos

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

Tabla 1. Artículos sobre la irrigación activada por láser en endodoncia incluidos en la revisión (continuación).

Nº	Tema	Autor	Diseño
10	Recent Advancements In Endodontic Irrigation Systems.	Chellpandian, K., et al. (2022)	Revisión sistemática
11	Postoperative Quality of Life Following Conventional Endodontic Intracanal Irrigation Compared with Laser-Activated Irrigation: A Randomized Clinical Study.	Dagher, J. et al. (2019)	Estudio de casos
12	Usos del Láser en la terapia endodóntica. Revisión de la literatura.	Ledezma, R.P. et al. (2020)	Revisión sistemática
13	Influence of lasing parameters on the cleaning efficacy of laser-activated irrigation with pulsed erbium lasers.	Meire, M. et al. (2016)	Estudio de casos
14	Effectiveness of Nd:YAG Laser on the elimination of debris and Smear Layer. A comparative study with two different irrigation solution: EDTA and QMix® in addition to NaOCl.	Montero-Miralles, P. et al. (2018)	Estudio de casos
15	Er:YAG laser-induced cavitation can activate irrigation for the removal of intraradicular biofilm.	Nagahashi, T. et al. (2022)	Estudio de casos
16	Comparison of Er:YAG Laser with Photon-Initiated Photoacoustic Streaming, Nd:YAG Laser, and Conventional Irrigation on the Eradication of Root Dentinal Tubule Infection by Enterococcus faecalis Biofilms: A Scanning Electron Microscopy Study.	Ozses Ozkaya, B., et al. (2017)	Estudio de casos
17	Manual vs. rotary instrumentation in endodontic treatment of permanent teeth: A systematic review and meta-analysis.	Peralta, M. et al. (2019)	Revisión sistemática y metaanálisis

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

Tabla 1. Artículos sobre la irrigación activada por láser en endodoncia incluidos en la revisión (continuación).

N°	Tema	Autor / Año	Diseño
18	Comparación de la concentración de hipoclorito de sodio en la atención dental entre dentistas generales y especialistas en endodoncia.	Rochenszwalb-Muñoz, R. et al. (2023)	Estudio de casos
19	Antimicrobial effects of sodium hypochlorite and Er,Cr:YSGG laser against Enterococcus faecalis biofilm.	Suer, K. et al. (2020)	Estudio de casos
20	Effect of Laser Energy and Tip Insertion Depth on the Pressure Generated Outside the Apical Foramen During Er:YAG Laser-Activated Root Canal Irrigation.	Yao, K. et al. (2017)	Estudio de casos

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

Tabla 2. Principales resultados obtenidos de los artículos que fueron incluidos en la revisión.

N°	Autor (Año)	Resultados y conclusiones
1	(Aksoy, F. et al., 2019)	Una irrigación adecuada con NaOCl y EDTA por 1 minuto, resulta ser más efectivo para la desinfección de los canales radiculares, cuando se emplean limas como parte del protocolo de tratamiento.
2	(Aldeen, R.Z. et al., 2018)	Se demostró menor eficacia para la eliminación de los restos de tejidos y bacterias al administrar 6ml de NaOCl al 5,25%, con una aguja de ventilación lateral calibre 30 y aplicando la técnica de irrigación convencional por 60s; en comparación de la LAI del NaOCl con Er:YAG, al mismo porcentaje, cantidad de irrigante y con un tiempo de activación, igual de 60s.

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

Tabla 2. Principales resultados obtenidos de los artículos que fueron incluidos en la revisión (continuación).

N°	Autor (Año)	Resultados y conclusiones
3	(Anagnostaki, E. et al. 2020)	La energía fotónica láser dentro SCR puede producir consecuencias por la conducción térmica, la irradiación directa del haz y los efectos de la energía refractada, afectando estas a la estructura dentinaria, morfología de la raíz, permeabilidad a lo largo del canal y la existencia de conductos accesorios.
4	(Antón y Otero, C.I. et al. , 2023)	La longitud de onda del láser influye en la absorción del líquido y su potencia aplicada influye en la cantidad de cavitación.
5	(Asnaashari, M. et al. 2022)	Los estudios demostraron que la LAI aplicada por Er:YAG es más efectiva a comparación de técnicas de jeringa convencional o PUI en la eliminación de restos de dentina del sistema de conductos radiculares.
6	(Betancourt, P. et al., 2021)	La mayoría de los estudios realizados corresponden a modelos de experimentación in vitro o ex vivo. Además, la biopelícula creada para los modelos, ha sido por lo general el <i>E. faecalis</i> .
7	(Betancourt, P. et al., 2021)	El láser al calentar la sustancia irrigante (NaOCl) forma burbujas de vapor, éstas crean un flujo turbulento cuya velocidad es desplazada primero en ondas de choque y después en ondas acústicas. El incremento de la velocidad de movimiento de las moléculas del NaOCl aumenta el contacto y por ende eficacia del cloro liberado contra la materia orgánica y biopelículas.
8	(Briceño, J.F. et al. 2017)	El cambio en el tejido se da por absorción de luz (primera ley). Mientras que, los cambios fotobiológicos en los tejidos se dan por LO (segunda ley). Los efectos fotobiológicos son: fototérmicos, fotoquímicos y fotoacústicos.

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

Tabla 2. Principales resultados obtenidos de los artículos que fueron incluidos en la revisión (continuación).

N°	Autor (Año)	Resultados y conclusiones
9	(Betancourt, P., et al., 2018)	En un modelo de laboratorio que imita un conducto unirradicular existe un completo grado de eliminación del <i>E. faecalis</i> al aplicar NaOCl al 5%, dicha efectividad se demuestra de igual forma en la activación con Er, Cr: YSGG de NaOCl al 0,5%, proyectando de esta forma el uso de concentraciones de hipoclorito menos tóxicas.
10	(Bytyqi, A., et al., 2021)	Existe un mayor porcentaje de bacterias destruidas ante mayor sea el tiempo de irradiación con el láser con base al tamaño de la lesión periapical. Sin embargo, la simple irradiación con láser no es suficiente, sino que se requiere de un protocolo de irrigación.
11	(Chellpandian, K. et al., 2022)	“La eficacia de la irrigación depende del mecanismo de trabajo del irrigante y de la capacidad de este al entrar en contacto con el elemento, el material y la estructura”.
12	(Dagher, J. et al., 2019)	La disminución de detritos expulsados fuera del ápice con LAI no tiene suficientes resultados prácticos, por lo que reducir el dolor postoperatorio usando PIPS es discutible.
13	(Ledezma, R.P. et al., 2020)	El láser en la actualidad no ha reemplazado a la terapia endodóntica convencional; sin embargo, resulta ser un complemento terapéutico eficiente sobre todo si se busca una desinfección completa de los canales radiculares.
14	Meire, M. et al. (2016)	Las ondas de choque con las burbujas de cavitación secundaria mejoran la eliminación de los desechos en regiones no instrumentadas durante la conformación.

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

Tabla 2. Principales resultados obtenidos de los artículos que fueron incluidos en la revisión (continuación).

N°	Autor (Año)	Resultados y conclusiones
15	(Montero-Miralles, P. et al., 2018)	Los análisis indican que la desinfección del tercio apical con EDTA al 17% o Qmix activada por el láser Er:YAG tienen diferencias significativas en comparación a la aplicación sola de los irrigantes o activación individual del láser.
16	(Nagahashi, T. et al. 2022)	El método C-LAI aplicado en estudios in vivo corresponden a las bases para los tratamientos de endodoncia, gracias a la capacidad de eliminar la biopelícula intrarradicular por el desbridamiento sin contacto obtenido por la ubicación de la punta de fibra del láser.
17	(Nagahashi, T. et al. 2022)	A pesar de que la colocación de la punta del láser cerca del ápice asegura la desinfección del mismo, la experimentación demostró que dicha ubicación aumenta la probabilidad de que se produzca una fuga del irrigante por perforación del ápice.
18	(Ozsés Ozkaya, B., et al. 2017)	La eficacia bactericida del Nd:YAG es de: 77-86% a una potencia de 10Hz durante 15s, del 97-99% al aplicar por 20 segundos a 200 mJ y del >99% si se usa 5 segundos a 1,5W. Además, ante mayor concentración de NaOCl en la irrigación, igual porcentaje de eliminación bacteriana o incluso un poco por encima de la media obtenida.
19	(Peralta, M. et al. 2019)	El sistema rotatorio y la instrumentación manual tienen buena capacidad para remover el barrillo dentinario y residuos de los canales radiculares.

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

Tabla 2. Principales resultados obtenidos de los artículos que fueron incluidos en la revisión (continuación).

N°	Autor (Año)	Resultados y conclusiones
20	(Rochenszwalb-Muñoz, R. et al. 2023)	Los análisis de laboratorio de las muestras obtenidas del NaOCl que utilizan los odontólogos generales y especialistas en su práctica clínica, indican que hay una media de concentración del irrigante que usan los profesionales, que va de 4,7 – 5,25%.
21	(Suer, K. et al. 2020)	Se necesitan más investigaciones para valorar la aplicación de LAI en ensayos clínicos.
22	(Yao, K. et. al. 2017)	Se altera la presión a nivel del foramen apical usando LAI si se cambia la profundidad de inserción de la punta y la salida del láser. De modo que, ante una configuración de energía y profundidad de inserción adecuadas, es posible generar cavitación sin producir la expulsión del irrigante por fuera del foramen apical.

Elaborado por: Sabina Agila (2024)

DISCUSIÓN

La irrigación activada por láser funciona de la siguiente manera: el láser al calentar la sustancia irrigante (NaOCl de preferencia) forma burbujas de vapor, éstas crean un flujo turbulento cuya velocidad es desplazada primero en ondas de choque y después en ondas acústicas. El incremento de la velocidad de movimiento de las moléculas del NaOCl aumenta el contacto y por ende la eficacia del cloro liberado contra la materia orgánica y biopelículas de los conductos (Betancourt, P. et al., 2021).

Con base a lo anterior, los estudios realizados por Aldeen, R.Z. et al., (2018) demuestran que existe menor eficacia para la eliminación de los restos de tejidos y bacterias al administrar 6ml de NaOCl al 5,25%, con una aguja de ventilación lateral calibre 30 y aplicando la técnica de irrigación convencional por 60s, en comparación de la LAI del NaOCl con Er:YAG, al mismo porcentaje, cantidad de irrigante y con un tiempo de activación, igual de 60s. De esta forma, la comparativa entre las dos técnicas (convencional y LAI) permite apreciar cuál ofrece mejores resultados de desinfección.

Continuando con las investigaciones Betancourt, P. et al., (2018) encontró que en un modelo de laboratorio que imita un conducto unirradicular existe un completo grado de eliminación del *E. faecalis* al aplicar NaOCl al 5%, dicha efectividad se demuestra de igual forma en la activación con Er, Cr: YSGG de NaOCl al 0,5%, proyectando de esta forma el uso de concentraciones de hipoclorito menos tóxicas. Este último aspecto es importante de considerar ya que de acuerdo a las encuestas y análisis de laboratorio realizados por Rochenszwalb-Muñoz y Figueroa-Naranjo, L., (2023) de las muestras obtenidas del NaOCl que utilizan los odontólogos generales y especialistas en su práctica clínica, indican que hay una media de concentración del irrigante que usan los profesionales, que va de 4,7 – 5,25%. Dicho de esta manera, se plantea la posibilidad de utilizar presentaciones de NaOCl más bajas y por ende con menor riesgo para el paciente, si se emplea LAI.

Dentro de las ventajas que demuestra la LAI, la biocompatibilidad con diversas sustancias irrigantes también es un factor relevante a la hora de la práctica clínica. Es por ello que, los análisis indican que la desinfección del tercio apical con EDTA al 17% o Qmix activada por el láser Er:YAG indican diferencias significativas en comparación a la

aplicación sola de los irrigantes o activación individual del láser (Montero-Miralles, P., y otros, 2018).

A pesar de que la colocación de la punta del láser cerca del ápice asegura la desinfección del mismo, la experimentación demostró que dicha ubicación aumenta la probabilidad de que se produzca una fuga del irrigante por perforación del ápice (Nagahashi, T. et.al., 2022). Por ende, la ubicación de la punta del láser es un factor determinante para mantener la integridad de la pieza dentaria durante el tratamiento. Por esa razón, el método C-LAI aplicado en estudios in vivo corresponden a las bases para los tratamientos de endodoncia, gracias a la capacidad de eliminar la biopelícula intrarradicular por el desbridamiento sin contacto, obtenido por la ubicación de la punta de fibra del láser (Nagahashi, T. et.al., 2022).

El estudio realizado por Bytyqi, A. et.al., (2021) determinó que existe un mayor porcentaje de bacterias destruidas ante mayor sea el tiempo de irradiación con el láser con base al tamaño de la lesión periapical. Sin embargo, la simple irradiación con láser no es suficiente para la desinfección, sino que se requiere de un protocolo de irrigación. Siendo este último aspecto, un determinante clave en la técnica de instrumentación convencional como lo destaca el artículo de Aksoy, F. et al. (2019), el cual indica que una irrigación adecuada con NaOCl y EDTA por 1 minuto, resulta ser más efectivo para la desinfección, cuando se emplean limas como parte del protocolo de tratamiento.

Betanourt, P. et. al., (2021) Dice que es necesario considerar que, la mayoría de los estudios realizados corresponden a modelos de experimentación in vitro o ex vivo. Además, la biopelícula creada para los modelos, ha sido el *E. faecalis*; por lo que no se toma en consideración la predisposición de las infecciones endodónticas a estar conformadas por comunidades polimicrobianas. Es por ello que, se requiere de una estandarización de protocolos. Frente a dicha situación, Suer, K. et al. (2020) está de acuerdo en que se necesitan más investigaciones para valorar la aplicación de LAI en ensayos clínicos

Cabe destacar que, tanto el sistema rotatorio como la instrumentación manual tienen buena capacidad para remover el barrillo dentinario y residuos de los canales radiculares, asegurando la limpieza de los mismos (Peralta, M. et al., 2019). Siendo una de las razones

por las que Ledezma, R.P. et al. (2020), asegura que el láser en la actualidad no ha reemplazado a la terapia endodóntica convencional; sin embargo, resulta ser un complemento terapéutico muy bueno sobre todo si se busca una desinfección completa e integral.

CONCLUSIONES

La irrigación activada por láser al producir burbujas de vapor debido al incremento de temperatura del irrigante permite que la sustancia (por lo general NaOCl) colisione contra las paredes de los conductos radiculares, aumentando de esta forma su capacidad bactericida debido al incremento de la fluidez y penetración de la sustancia irrigante, gracias al efecto reactivo que se produce por la formación, expansión y choque de las burbujas creadas durante el proceso de cavitación y su respectiva fase de activación y reposo como parte de la etapa de desinfección en el tratamiento endodóntico.

La principal ventaja de esta nueva técnica es su gran capacidad antimicrobiana, haciendo frente inclusive a las biopelículas conformadas principalmente por *E. faecalis* (bacteria predominante en infecciones y reinfecciones endodónticas) además, se incluyen los aspectos de biocompatibilidad con las sustancias empleadas, el uso de una menor concentración de irrigante (sobre todo NaOCl) y la ejecución de una técnica mínimamente invasiva. En cambio, sus desventajas se centran en que la mayoría de los estudios realizados son in vitro o ex vivo, en dientes unirradiculares y por lo general con una única cepa microbiana de prueba.

Finalmente, la literatura indica que el sistema convencional de irrigación sea este manual o rotatorio sigue siendo competente para la remoción de residuos y barrillo dentinario, razón por la cual todavía es ampliamente utilizado. No obstante, la técnica LAI se presenta como un complemento terapéutico que requiere de su aplicación en ensayos clínicos y así poder incursionar y asegurar los beneficios que demuestran los diferentes ensayos pre clínicos que se han realizado durante todos estos años.

RECOMENDACIONES

Actualizar los sílabos de las asignaturas de endodoncia y biomateriales e incluir contenidos a la par de la innovación tecnológica, para mejorar el perfil de egreso y profesional de los estudiantes que cursan la carrera de odontología.

Incluir nuevos biomateriales odontológicos para así poder realizar comparaciones de las diferentes ventajas y desventajas que ofrecen cada uno de ellos, mediante el desarrollo de cursos o talleres enfocados en el área de endodoncia.

Sugerir la implementación en la preclínica de endodoncia de nuevas técnicas de irrigación para poder analizar la eficacia de las diferentes sustancias empleadas.

Realizar cursos de educación continua para los graduados de la carrera sobre las nuevas técnicas de endodoncia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aksoy, F., Aydin, U., & Alacam, T. (2019). Smear layer removal efficiency of Er,Cr:YSGG and Er:YAG lasers in root canals prepared with different NiTi File systems. *Annals of Medical Research*, 26(8), 1545-1550.
- Aldeen, R.Z., Aljabban, O., Milly, H., Allouch, A., & Hamadah, O. (2018). Effect of Er:YAG laser-activated irrigation on dentine debris removal from different parts of the root canal system: An in vitro study. *Dent Med Probl.*, 5(2), 133-138.
- Anagnostaki, E., Mylona, V., Parker, S., Lynch, E., & Grootveld, M. (2020). Systematic Review on the Role of Lasers in Endodontic Therapy: Valuable Adjunct Treatment? *Dentistry Journal*, 8(63), 1-18.
- Antón y Otero, C., Marger, L., Di bella, E., Feilzer, A., & Krejci, I. (2023). Cavitation and streaming effects from dental lasers. *Frontiers in Dental Medicine*, 3(1), 1-10.
- Asnaashari, M., Sadeghian, A., & Hazratil, P. (2022). The Effect of High-Power Lasers on Root Canal Disinfection: A Systematic Review. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 13(66), 1-12.
- Betancourt, P., Arnabat-Domínguez, J., & Viñas, M. (2021). Laser activated irrigation in endodontics. *Int. J. Odontostomat*, 15(3), 773-781.
- Betancourt, P., Merlos, A., Sierra, J. M., Camps-Font, O., Arnabat-Dominguez, J., & Viñas, M. (2018). Effectiveness of low concentration of sodium hypochlorite activated by Er,Cr:YSGG laser against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Lasers in Medical Science*, 34(2), 247-254.
- Briceño, J.F., Gaviria, D.A., & Carranza, Y.A. (2017). Láser en odontología: fundamentos físicos y biológicos. *Universitas Odontológica*, 35(75), 2027-3444.
- Bytyqi, A, Aliu, X., Barani, M., Stubljar, D., Jukic, T., Starc, A., & Krasniqi, S. (2021). Disinfection of Infected Artificial Dental Periapical Lesions with Diode Laser: An In Vitro Study. *Medical science monitor basic research.*, 1-7.

- Chellpandian, K., Venkatesh Kondaz, V., & Ravichandran, A. (2022). Recent Advancements In Endodontic Irrigation Systems. *Journal of Positive School Psychology*, 6(4), 3809-3022.
- Dagher, J., El Feghali, R., Parker, S., Benedicenti, S., & Zogheib, C. (2019). Postoperative Quality of Life Following Conventional Endodontic Intracanal Irrigation Compared with Laser-Activated Irrigation: A Randomized Clinical Study. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 37(4), 248-253.
- Ledezma, R.P., Bordagaray, M.J., Basualdo, A.J., & Bersezio, M.C. (2020). Usos del Láser en la terapia endodóntica. Revisión de la literatura. *International Journal of Medical and Surgical Sciences*, 7(4), 1-9.
- Meire, M., Havelaerts, S., & De Moor, R. (2016). Influence of lasing parameters on the cleaning efficacy of laser-activated irrigation with pulsed erbium lasers. *Lasers Med Sci*, 31(4), 653-658.
- Montero-Miralles, P., Estévez-Luaña, R., DeGregorio-González, C., Valencia-dePablo, O., Jaramillo, D.E., & Cisneros-Cabello, R. (2018). Effectiveness of Nd:YAG Laser on the elimination of debris and Smear Layer. A comparative study with two different irrigation solution: EDTA and QMix® in addition to NaOCl. *J Clin Exp Dent*, 10(1), 70-74.
- Nagahashi, T., Yahata, Y., Handa, K., Nakano M., Suzuki, S. , Kakiuchi, Y., . . . Saito, M. . (2022). Er:YAG laser-induced cavitation can activate irrigation for the removal of intraradicular biofilm. *Scientific Reports*, 12(4897), 1-10.
- Ozsés Ozkaya, B., Gulsahi, K., Ungor, M., & Gocmen, J.S. (2017). A Comparison of Er:YAG Laser with Photon-Initiated Photoacoustic Streaming, Nd:YAG Laser, and Conventional Irrigation on the Eradication of Root Dentinal Tubule Infection by *Enterococcus faecalis* Biofilms: A Scanning Electron Microscopy Study. *Scanning*, 1-7.

- Peralta, M., Rios, D., Hungaro, M.A., Ferreira, J., & Marques, H. (2019). Manual vs. rotary instrumentation in endodontic treatment of permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Dentistry*, 32(6), 311-324.
- Rochenszwalb-Muñoz, R., & Figueroa-Naranjo, L. (2023). Comparación de la concentración de hipoclorito de sodio en la atención dental entre dentistas generales y especialistas en endodoncia. *Avances en Odontoestomatología*, 39(5), 230-240.
- Suer, K., Ozkan, L., & Guvenir, M. (2020). Antimicrobial effects of sodium hypochlorite and Er,Cr:YSGG laser against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(9), 1188-1193.
- Yao, K., Satake, K., Watanabe, S., Ebihara, A., Kobayashi, C., & Okiji, T. (2017). Effect of Laser Energy and Tip Insertion Depth on the Pressure Generated Outside the Apical Foramen During Er:YAG Laser-Activated Root Canal Irrigation. *Photomedicine and Laser Surgery*, 10(10), 1-6.