



**ESTUDIO PILOTO DEL PROYECTO “EFICACIA DEL LÁSER DE BAJA FRECUENCIA SOBRE
EL DOLOR POSOPERATORIO DESPUÉS DE LA ENDODONCIA EN DIENTES
UNIRRADICULARES CON PERIODONTITIS APICAL: UN ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO
CONTROLADO”**

**DANNA CAROLINA HURTADO VIDAL
MELISSA GARAY LARA**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL
TÍTULO
DE:**

ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
POSGRADO DE ENDODONCIA
SANTIAGO DE CALI AGOSTO 2025**

**ESTUDIO PILOTO DEL PROYECTO “EFICACIA DEL LÁSER DE BAJA FRECUENCIA SOBRE EL DOLOR
POSOPERATORIO DESPUÉS DE LA ENDODONCIA EN DIENTES UNIRRADICULARES CON PERIODONTITIS
APICAL: UN ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO”**

DIRECTORA:

**DRA. INGRID ZAMORA CÓRDOBA
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA, MAGÍSTER EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS.**

ASESORES METODOLÓGICOS:

**DRA. LADY JOHANA RÍOS SERNA
BACTERIÓLOGA Y LABORATORISTA CLÍNICO**

**DRA. SANDRA MILENA MORENO
ODONTÓLOGA, MAGÍSTER EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**

**DR. CARLOS MARTÍNEZ
ODONTÓLOGO, EPIDEMIÓLOGO, ESPECIALISTA EN PEDAGOGÍA Y DOCENCIA,
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE SERVICIOS DE SALUD**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
POSGRADO DE ENDODONCIA
SANTIAGO DE CALI AGOSTO 2025**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSGRADO DE ENDODONCIA**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

A nuestras familias, por su apoyo constante y por estar presentes en cada paso de este proceso.

A los pacientes que hicieron parte del estudio, por su confianza y disposición.

Y a la ciencia, por brindarnos herramientas para mejorar la calidad de vida de las personas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el respaldo de diversas personas e instituciones a quienes deseo expresar mi sincero agradecimiento. A la Universidad del Valle por el respaldo institucional brindado durante el desarrollo de esta investigación.

A los docentes del posgrado en Endodoncia, por su orientación, exigencia académica y compromiso con la formación profesional.

*A los pacientes que participaron en este estudio, por su disposición y colaboración.
Y a todas las personas e instituciones que contribuyeron de manera directa o indirecta a la realización de este trabajo.*

TABLA DE CONTENIDO	
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Problema de investigación y justificación	3
Marco teórico.....	4
Objetivos.....	5
Metodología.....	6
Resultados.....	7
Discusión.....	8
Recomendaciones.....	9
Conclusión.....	10

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Láseres Utilizados en endodoncia.....pág. 18

Tabla 2. Definición de variables.....pág. 26

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1.....	pág. 33
----------------	---------

RESUMEN

El tratamiento de conducto continúa siendo percibido por muchos pacientes como un procedimiento doloroso, lo que impacta negativamente en su adherencia. Ante las limitaciones de la farmacoterapia convencional, la fotobiomodulación con láser de baja frecuencia ha emergido como una alternativa terapéutica prometedora. Este estudio piloto tuvo como objetivo evaluar la viabilidad del desarrollo de un ensayo clínico aleatorizado controlado sobre la eficacia del láser de baja frecuencia en el control del dolor postoperatorio tras la endodoncia en dientes unirradiculares con periodontitis apical. Se reclutaron cinco pacientes en la clínica odontológica de la Universidad del Valle, quienes fueron aleatorizados en grupo experimental (n=3) y grupo control (n=2). Los tratamientos fueron realizados según protocolo establecido, con evaluación del dolor mediante la escala visual análoga (VAS) a las 8h, 24h, 3 y 7 días. No se presentaron eventos adversos ni dificultades en la aplicación del protocolo. Los pacientes comprendieron adecuadamente la intervención y reportaron dolor mínimo, siendo más pronunciado en las primeras 24 horas. Se identificaron barreras en el reclutamiento debido a criterios de inclusión estrictos y la limitación a pacientes de la clínica universitaria. Los resultados permiten concluir que el estudio clínico principal es factible, aunque se recomienda ampliar estrategias de captación y flexibilizar criterios de selección. Este piloto permitió validar instrumentos, procedimientos y aceptación por parte de los pacientes, aportando insumos clave para optimizar el diseño del ensayo principal.

Palabras clave: Láser de baja frecuencia, endodoncia, dolor postoperatorio, estudio piloto, periodontitis apical, ensayo clínico.

1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de conducto, comúnmente percibido como un procedimiento doloroso por la población general, está asociado a una experiencia sensorial y emocional desagradable, definida como dolor, vinculada al daño tisular real o potencial, cuya percepción es subjetiva (1). Comprender los eventos que ocurren durante y después del tratamiento endodóntico resulta fundamental para desarrollar estrategias que mejoren la experiencia del paciente y promuevan su adherencia al tratamiento.

Según Shrestha R y Col. La prevalencia de dolor postoperatorio después de un tratamiento de conducto varía entre el 3% y el 58% (2), e incluso puede alcanzar hasta un 70% en algunos reportes (3). Esta variabilidad depende de múltiples factores, como el tipo de diente tratado, el diagnóstico inicial, edad, sexo, presencia de inflamación postoperatoria normal, errores técnicos, sobrecarga oclusal, ansiedad, factores psicológicos y omisiones clínicas durante la evaluación (3).

Entre las estrategias comúnmente utilizadas para el control del dolor se encuentra la farmacoterapia, avalada por diversas guías clínicas. Sin embargo, su uso puede estar limitado por contraindicaciones médicas, interacciones farmacológicas, altos costos de analgésicos antiinflamatorios de última generación, efectos adversos gastrointestinales y reacciones alérgicas. Como consecuencia, ha surgido interés en terapias complementarias, como la fotobiomodulación con láser de baja frecuencia.

Esta terapia, también conocida como láser terapéutico, consiste en la aplicación de luz roja o infrarroja de baja potencia, no térmica, que interactúa con los tejidos mediante la absorción de ondas electromagnéticas. Se ha demostrado que esta absorción es mayor en tejidos inflamados, debido a la concentración de fluidos locales (4). Sus efectos analgésicos y antiinflamatorios se deben a mecanismos biológicos como la vasodilatación, el aumento en los niveles de trifosfato de adenosina (ATP) y cortisol, la inhibición de mediadores inflamatorios, el incremento de endorfinas endógenas, la disminución de la bradicinina y la histamina, así como la alteración en la síntesis de prostaglandinas (5). Además, se ha sugerido que esta terapia puede acelerar el proceso de cicatrización tisular, lo que ha favorecido su aceptación en el campo endodóntico como complemento terapéutico (5).

Dada la relevancia de un adecuado control del dolor postoperatorio en endodoncia, y considerando los beneficios potenciales del láser de baja frecuencia en la reducción del dolor,

la inflamación y el estímulo de la cicatrización, se hace necesario fortalecer la evidencia clínica. Dada la ausencia de ensayos clínicos desarrollados en nuestra población, se planteó la realización de un estudio piloto en población colombiana de la ciudad de Cali, con el fin de evaluar la viabilidad del desarrollo de un estudio clínico aleatorizado que evalúe la eficacia, seguridad y posibles efectos adversos de esta modalidad terapéutica como coadyuvante en el tratamiento endodóntico.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El dolor es “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con un daño tisular real o potencial” OMS (6) que en algunas ocasiones se puede presentar después de un tratamiento endodóntico. Éste genera en el paciente malestar e incomodidad por lo que se convierte en un obstáculo para la adherencia del paciente a la consulta, por este motivo se han creado estrategias como el manejo farmacológico que incluye terapia analgésica, antiinflamatoria, anti alérgica, sin embargo estos medicamentos pueden tener efectos secundarios en el paciente surgiendo así la necesidad de evaluar nuevas estrategias para el manejo efectivo del dolor en esta línea se presenta la terapia láser en la cual se emite radiación de ondas electromagnéticas que interactúan con las células de los tejidos al absorber la luz(5) este ha demostrado su efectividad a través de revisiones sistemáticas las cuales han evaluado diferentes ensayos clínicos, pero aún se necesita de mayor observación clínica para determinar su real eficacia.

Es por esto que el presente estudio pretende aumentar la evidencia relacionada con la efectividad de la terapia láser en el dolor después del tratamiento endodóntico, este sería el primer ensayo clínico aleatorizado controlado que se realizaría en la población caleña, ayudando a los clínicos de esta comunidad en su práctica clínica diaria mediante evidencia científica, evitando el consumo de analgésicos que pueden conllevar a efectos secundarios como alteraciones a nivel estomacal, cardíaco, problemas renales y alergias, así como también a los pacientes brindarles una experiencia más satisfactoria.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál es la viabilidad de la ejecución del proyecto “Eficacia del láser de baja frecuencia sobre el dolor posoperatorio después de la endodoncia en dientes unirradiculares con periodontitis apical: un ensayo clínico aleatorizado controlado” en la clínica odontológica de la escuela de odontología de la Universidad del Valle sede San Fernando, Cali, Valle del Cauca”?

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Diagnóstico en Endodoncia

El diagnóstico en endodoncia determina la presencia de patologías que afectan el tejido pulpar y periapical mediante características exclusivas de cada patología con ayuda de pruebas de sensibilidad y pruebas clínicas que realiza el profesional. Existe una terminología que estandariza los diagnósticos pulpares y periapicales mediante sintomatología clínica de los pacientes basada en el consenso de la asociación americana de endodoncia (AAE). Estos diagnósticos son: Pulpa clínicamente normal, pulpitis reversible, pulpitis irreversible sintomática, pulpitis irreversible asintomática, necrosis pulpar, terapia previamente iniciada, diente previamente tratado. Los diagnósticos que se han establecido para los tejidos periapicales son: tejido apical normal, periodontitis apical sintomática, periodontitis apical asintomática, absceso apical agudo, absceso apical crónico y osteítis condensante (7).

Pulpa clínicamente normal: Se define como una categoría de diagnóstico clínico, donde el tejido pulpar se encuentra libre de síntomas y responde normalmente a pruebas de sensibilidad pulpar, no hay evidencia de caries ni microfiltración, hay adaptación adecuada de las restauraciones existentes, no hay evidencia de cambio de color (7).

Pulpitis reversible: Diagnóstico clínico basado en hallazgos objetivos y subjetivos, indicando que la inflamación puede resolverse y la pulpa podría regresar a la normalidad, se presenta por obturaciones fracturadas o desadaptadas, tratamientos restaurativos recientes con sensibilidad posoperatoria, caries, abrasión, trauma y retracciones gingivales (7).

Pulpitis irreversible sintomática: Se define como un diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos, que indican que el tejido pulpar en proceso inflamatorio es incapaz de cicatrizar, puede presentarse por caries, obturaciones desadaptadas, extensas, enfermedades endoperiodontales, atrición, recubrimiento pulpar directo, esta pulpitis puede conllevar a la presencia de un dolor agudo, severo, intermitente, pulsátil, localizado, referido o irradiado, prolongado, persistente, espontáneo, o de aparición inmediata a la estimulación térmica o

hiperosmótica con aumento al calor, sensación transitoria de alivio a muy bajas temperaturas(7).

Pulpitis irreversible sintomática: Diagnóstico clínico basado en hallazgos subjetivos y objetivos, que indican que la pulpa vital inflamada es incapaz de cicatrizar, con características adicionales como la carencia de sintomatología clínica. Sin embargo, el proceso inflamatorio puede avanzar hasta la necrosis, se puede presentar por caries de larga evolución, profunda con o sin exposición pulpar aparente, recubrimiento pulpar directo, restauraciones profundas, preparaciones cavitarias, persistencia de una agresión de baja intensidad y larga duración (7).

Necrosis pulpar: Se define como la categoría de diagnóstico clínico que indica la muerte del tejido pulpar, usualmente presenta respuesta negativa ante las pruebas de sensibilidad, en este diagnóstico la Translucidez dental es alterada por hemólisis de glóbulos rojos durante el proceso de descomposición del tejido pulpar lo que conlleva a cambio de color coronal, con tonalidad parda, verdosa o grisácea se puede presentar por presencia de caries profundas, restauraciones desadaptadas, microfiltración o exposición al medio oral (7).

Tratamiento previamente iniciado: Hallazgo clínico que indica que el diente ha recibido un tratamiento endodóntico parcial, pulpotomía o pulpectomía, en cuanto a su presentación clínica se puede observar un tratamiento endodóntico iniciado, apertura cameral en estado de inicio variable. Es relativa la presencia de signos y síntomas clínicos (7).

Diente previamente tratado: Se define como la categoría de diagnóstico clínico que indica que el diente ha sido endodónticamente tratado y los conductos radiculares obturados con diferentes materiales. Bajo el análisis de signos y síntomas clínicos, junto con la observación directa intraconducto y el análisis radiográfico, es posible evaluar la calidad y condición del diente previamente tratado, condición que puede sugerir actividad bacteriana que promueva formación o persistencia de patologías periapicales, es decir, con infección o libre de infección (7).

Tejido apical normal: Se define como un diente con tejido perirradicular normal, sin sensibilidad a las pruebas de palpación o percusión. La lámina dura que rodea la raíz está intacta y el espacio del ligamento periodontal es uniforme (7).

Periodontitis apical sintomática: Es la Inflamación del periodonto apical, relacionada a sintomatología clínica, la experiencia de dolor es reportado clínicamente como agudo, fuerte y en ocasiones sordo prolongado, que requiere de manejo analgésico, este diagnóstico incluye respuesta dolorosa a la masticación, percusión o a la palpación, puede o no estar relacionada a patologías de origen pulpar o a necrosis, con o sin asociación de radiolucidez apical (7).

Periodontitis apical asintomática: Se define como la inflamación y destrucción del tejido periapical en ausencia de sintomatología clínica ocasionada por la evolución de patologías pulpares previas, sin resolución o condiciones especiales, tales como tratamiento previamente iniciado, diente previamente tratado, con la evidencia radiográfica de un área radiolúcida apical (7).

Absceso apical agudo: Se define como una reacción inflamatoria al proceso infeccioso y necrosis del tejido pulpar, caracterizada por su rápido inicio, con dolor espontáneo, sensibilidad a la presión dental, formación de pus e inflamación de los tejidos asociados, se caracteriza por la presencia de un dolor severo constante y espontáneo, alta sensibilidad asociada a percusión y palpación. Sensación de extrusión. Inflamación intra y extraoral en zona mucogingival, debido a la colección de pus localizada en el espacio subperióstico, que incluye planos y espacios faciales. Presenta movilidad dental variable dependiente del tamaño de la destrucción ósea y del edema generado por el proceso inflamatorio. El paciente puede exhibir manifestaciones sistémicas que incluyen fiebre y linfadenopatías, requiere atención inmediata, con medicación analgésica y antibiótica (7).

Absceso apical crónico: Se define como una reacción inflamatoria a la infección y necrosis pulpar, caracterizada por su inicio gradual y la descarga intermitente de pus a través de un tracto sinuoso asociado, presenta condiciones variables del estado interno del conducto radicular, con una exclusiva condición, y es la presencia de infección bacteriana que ocasionó

la muerte del tejido pulpar o la persistencia del proceso infeccioso post tratamiento, hay una presencia de tracto sinuoso estableciendo una vía de drenaje continuo hacia el exterior del exudado, producto de la actividad bacteriana (7).

Tratamiento Endodóntico

El tratamiento endodóntico corresponde a un procedimiento común en la práctica odontológica y está indicado en casos en que una injuria como una lesión de caries, trauma, entre otras; altera la salud pulpar de un diente hasta generar una patología de carácter irreversible lo que puede conllevar a patologías periapicales; tiene como objetivo disminuir y eliminar la contaminación bacteriana, limpiar el sistema de conductos radiculares, así como recuperar o mantener la morfología favorable y las funciones del diente (5)

Las técnicas de endodoncia tradicionales utilizan instrumentos manuales y mecánicos, así como ultrasonido e irrigación química para dar forma, limpiar y descontaminar el sistema de conductos radiculares, para posteriormente ser sellados con cementos indicados que proporcionen un buen selle, para asegurar el éxito a largo plazo del tratamiento previniendo la reinfección del sistema de conductos radiculares y promoviendo la cicatrización del tejido periapical (8).

Dolor

El dolor se puede definir como "una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con un daño tisular real o potencial" OMS (9)

El dolor odontogénico se define como un tipo de dolor que se origina en las estructuras dentales o sus tejidos circundantes, incluyendo el periodonto (encía y ligamento periodontal), hueso alveolar, pulpa dental, y tejidos peri-radiculares y está asociado a caries, restauraciones desadaptadas, desgastes dentales como abrasión, atrición, abfracción, erosión, se manifiesta clínicamente como un dolor localizado unilateral, que puede responder a cambios térmicos, aparece durante la masticación o después de la presión contra un diente, suele ser aliviado con anestesia local. (10)

El dolor de tipo no odontogénico es un tipo de dolor que presenta síntomas que son odontógenos, sin embargo, el lugar donde el paciente siente dolor puede no ser la fuente real

del mismo; en el dolor no odontogénico existe una ausencia de causa dental etiológica aparente en radiografías o examen clínico, se describe como hormigueo, punzadas y ardor, no es localizado, puede estar asociado con estrés emocional. (10)

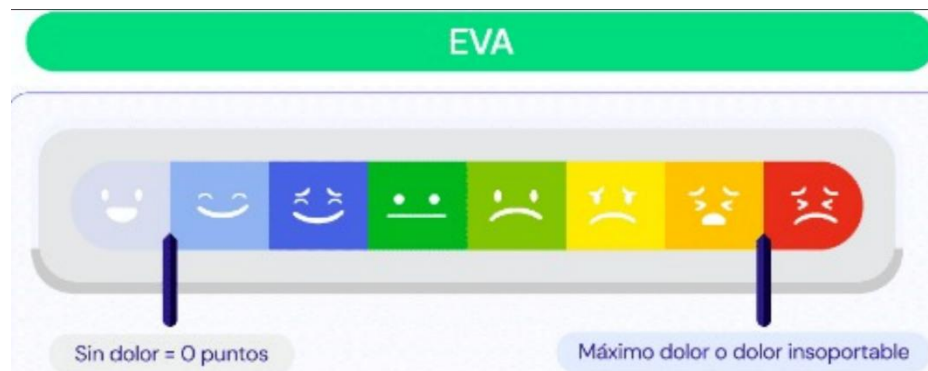
Evaluación del dolor:

El dolor es una experiencia multidimensional que abarca la evaluación de numerosos dominios, incluidas dimensiones fisiológicas, sensoriales, afectivas, cognoscitivas, del comportamiento y socioculturales. La valoración clínica comprende evaluar la intensidad del dolor. La base de la valoración del dolor es dada por el propio paciente; por tanto, el médico debe enseñar y direccionar al paciente y a su familia en la utilización de las escalas de valoración del dolor, esta fue diseñada hace décadas con el objetivo de medir el dolor, poder clasificarlo y entender al paciente; en 1948 keele introdujo la Escala descriptiva simple o de valoración verbal pero esta presentaba el problema de que la misma palabra puede tener significados diferentes para distintos pacientes. Las palabras “no dolor, leve, moderado, severo y atroz” son descripciones relativas y no tienen aceptación universal. En 1978 se introdujo la escala numérica la cual va del 0 al 100 donde el 0 corresponde a “dolor suave” y el 100 a “dolor insoportable”. Scott-Huskinson en 1976 introduce la escala visual analógica la cual ha presentado modificaciones con el pasar del tiempo para así obtener un mejor resultado a la hora de medir el dolor del paciente y es la más utilizada en la actualidad, esta escala va de 0 a 10 en donde 0 es nada de dolor, de 1 a 3 es poco dolor, de >3 a 5 es dolor moderado, de >5 a 7 dolor fuerte, de >7 a 9 dolor muy fuerte, 10 dolor extremo (Imagen 1).

Por otro lado, existe la escala analógica graduada la cual presenta una serie de marcas acompañadas de números o términos descriptivos ordinales. La Escala analógica luminosa introducida por Nayman la cual está constituida por un sistema de colores (blanco, amarillo, naranja, rojo, violeta) que se disponen a lo largo de la línea. Cada uno de estos colores es representativo de un determinado nivel de dolor. La escala de la expresión facial. La cual Fue desarrollada por Bieri en 1990 para su uso en niños. Está compuesta por rostros con diferentes expresiones que representan a una persona que está feliz porque no siente dolor o que está triste porque siente algo o mucho dolor. por otro lado, está el termómetro del dolor. Se ha demostrado eficaz en la población anciana, también la Escala de grises de Luesher. Se basa en una serie de tonalidades grises (del blanco al negro) con diferentes texturas y grados de

luminosidad. El blanco simboliza el bienestar y corresponde al 0; el negro corresponde al máximo dolor y el gris es un color indiferente. El blanco es un índice de confianza, partición, fuerza y colaboración. El negro es de pasividad, negación y no colaboración (11)

Imagen 1. Escala de dolor EVA



Dolor postratamiento endodóntico

El dolor posoperatorio en endodoncia se asocia con una respuesta inflamatoria en los tejidos perirradiculares, generada por irritantes que salen del conducto radicular durante su tratamiento (12).

El dolor se puede presentar como una periodontitis apical sintomática, la cual se define como “Inflamación del periodonto apical, relacionada a sintomatología clínica, que incluye respuesta dolorosa a la masticación, percusión o a la palpación, esta respuesta está asociada a factores químicos, microbianos que generan una activación o respuesta del huésped que conlleva a la activación de mediadores moleculares y células de defensa dentro de las cuales se encuentran principalmente los neutrófilos y macrófagos quienes se encargan de secretar factores de necrosis tumoral alfa y citocinas en especial las interleuquinas que permiten que haya más retención de leucocitos en el endotelio y favorecen el aumento de la permeabilidad vascular y la vasodilatación, generando edema y posteriormente la producción de mediadores moleculares como las prostaglandinas, leucotrienos, bradicinina, serotonina y sustancia P que se asocian a la sensación de dolor por la activación de nociceptores.(13,14)

El dolor también puede presentarse por flare-up el cual se define como la aparición de dolor intenso y/o hinchazón después de un tratamiento de conducto que resultaron en citas no programadas por parte del paciente, Los factores responsables de los flare-ups son microbianos, químicos y lesiones mecánicas a la pulpa. Además, existe una correlación entre los brotes, el sexo, la edad, el dolor preoperatorio, tipo de diente, número de visitas, técnicas de irrigación y uso de medicamento intracanal, generalmente se produce hinchazón y dolor (flare-ups) debido a una aplicación inadecuada, instrumentación e irrigación. La instrumentación inadecuada en seco puede provocar que los desechos se empujen hacia el interior de los tejidos periapicales lo cual provoca flare-ups. (1)

Láser en odontología

La tecnología láser se introdujo en la endodoncia con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos con los procedimientos o tratamientos mediante el uso de energía luminosa, aumentando la limpieza y eliminación de residuos y detritos dentinales del conducto radicular y también mejorando la desinfección y descontaminación del mismo, el láser Construido sobre los principios de la mecánica cuántica es un dispositivo que crea un haz de luz donde todos los fotones están en un estado de equilibrio, generalmente con la misma frecuencia y fase. Esto significa que la luz de un láser suele estar muy enfocada lo que da como resultado un rayo de láser tradicional. La palabra láser significa "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" que en español traduce a "Amplificación de la luz mediante emisión estimulada de radiación". Con el rápido desarrollo de esta tecnología, los diversos tipos de láser se utilizan en diferentes campos de la odontología (8,15)

Historia del láser: El principio del láser se basó en la teoría de la estimulación y emisión descrita por Albert Einstein en 1917 en donde se estudió el comportamiento que tenían los electrones en el interior de los átomos previendo la posibilidad de estimularlos, para que éstos emitieran luz, en una longitud de onda determinada. Theodore Maiman en 1960 demostró la función del láser y también desarrolló un dispositivo láser funcional conocido como "láser de rubí". Stern y Sognnaes notificaron en 1965 que el láser de rubí podía vaporizar el esmalte". (8,15)

El primer láser que tuvo aplicación tanto en tejidos duros como blandos fue el láser de CO₂, inventado por Patel en 1964. El láser Nd:YAG también fue desarrollado en 1964 por Geusic. En 1971, Weichman y Johnson informaron sobre el primer uso de láseres en endodoncia, ya que utilizaban un láser infrarrojo de CO₂ de alta potencia para sellar el agujero apical in vitro. En 1997, la FDA autorizó el primer láser de tejido dental duro como Er:YAG y el Er,Cr:YSGG un año después. Los láseres de dióxido basados en semiconductores también surgieron a finales de los años 1990 (8).

Clasificación del láser en odontología: De acuerdo con el espectro electromagnético los láseres se pueden clasificar en:

- Infrarrojo cercano (IR-C, near-infrared NIR): Oscila entre 700 y 1400 nm. Dentro de este espectro se encuentran los láseres de diodo y de neodimio.
- Infrarrojo de longitud de onda corta (IRC): Se extiende desde 1400 a 3000 nm. Entre los que se incluyen los láseres de Erblio.
- Infrarrojo de longitud de onda media (IR-M, mid-infrared MIR): Varía de 3000 a 8000 nm. Son láseres que no tienen aplicaciones clínicas.
- Infrarrojo de longitud de onda larga o lejano (IR-L, far infrared FIR): Varía de 8000 nm a 1 mm. Un ejemplo de este espectro es el láser de CO₂ (15)

También podemos diferenciar a los láseres de acuerdo con la potencia con la que van a ser empleados:

- Láseres de baja potencia, o terapéuticos (LLLT -Low Level Laser Therapy): estos son utilizados, principalmente, por su acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria.
- Láseres de alta potencia, o quirúrgicos: estos producen efectos físicos visibles, y se pueden emplear como reemplazo del bisturí frío o del instrumental rotatorio convencional. (15)

Tabla 1. Láseres utilizados en endodoncia

<i>Dispositivo láser</i>	<i>Uso en odontología</i>	<i>Longitud de onda</i>
Neodymium: YAG láser (Nd: YAG láser)	endodoncia, cirugía y Periodoncia	1064 nm
Erbium: YAG láser (Er: YAG laser) erbium and chromium: YSGG laser (Er, Cr: YSGG laser)	Endodoncia, cirugía Periodoncia y preparaciones cavitarias	2940 nm, 2780 nm
Láser de Diodo	Cirugía, endodoncia y periodoncia	660nm, 810nm, 940nm, 980nm
Láser de CO2	Cirugía	10600nm

Estos van a tener diferentes acciones dependientes de su longitud de onda y los tejidos sobre los que se aplique (15).

Láser yag

Se clasifican como láseres sólidos Nd: YAG con una longitud de onda de 1064 nm, Er: YAG (granate de itrio y aluminio), presentan una longitud de onda desde 2780nm (8).

El láser Nd:YAG pulsado se utiliza ampliamente para la analgesia en endodoncia. Sus longitudes de onda interfieren con el mecanismo de la bomba de sodio, cambian la permeabilidad de la membrana celular, alteran temporalmente las terminaciones de las neuronas sensoriales y bloquean la despolarización de las fibras C y A de los nervios (8).

Los láseres Er:YAG de estado sólido, el erbio es estimulado por la luz de una lámpara de destello con un proceso conocido como bombeo óptico. Cuando un átomo de erbio absorbe un fotón, sus electrones se elevan a un nivel de energía más alto. Cuando los electrones regresan a un estado de menor energía, se emiten dos fotones idénticos que pueden estimular aún más más átomos en una reacción en cadena, lo que resulta en una amplificación de la luz producida (8).

El láser de Er:YAG (2940 nm) se puede utilizar para la preparación de la cavidad de acceso, el modelado y la limpieza del conducto radicular. El láser Nd:YAG (1064 nm) se utiliza para la

preparación de la pared del conducto radicular. Este permite la eliminación por completo de la capa de barrillo dentinal y cerrar la mayor parte de los túbulos dentinarios. El láser Nd:YAG también se utiliza para la eliminación de restos pulpaes y desechos en el foramen apical, el control de hemorragias y la estimulación de las células que rodean el ápice radicular, así como para el desbridamiento de la. Anic y Matsumoto estudiaron si es posible realizar el relleno del conducto radicular utilizando segmentos de gutapercha seccionados y un láser Nd:YAG pulsado. De este modo, con los láseres, se hizo posible la eliminación de materiales de sellado de cavidades temporales, materiales de sellado de conductos radiculares e instrumentos fracturados en los conductos radiculares (8).

Láser de diodo

Presenta una longitud de onda desde 660nm, este láser está constituido por un medio activo sólido, formado por un semiconductor que frecuentemente usa una combinación de Galio, Arsenio y otros elementos como el aluminio o el indio para transformar la energía eléctrica en energía fotónica. El láser de diodo tiene la capacidad de emitir energía mediante puntas o tips de fibra óptica de dos formas, una de ellas denominado modo continuo, es decir, la energía fluye sin interrupción con una mayor absorción y mayor aumento de temperatura en el tejido o, puede hacerlo en modo interrumpido, es decir, existen milisegundos en el que la energía deja de fluir, esto significa que lo hace de manera intermitente disminuyendo el incremento de temperatura (8,15)

En odontología, se utilizan láseres de diodo con diferentes longitudes de onda para una variedad de tratamientos. La longitud de onda del láser determina cómo interactúa la luz con los tejidos y, por lo tanto, afecta su uso clínico. Las longitudes de onda más comunes de los láseres de diodo en odontología son 800-850 nm esta longitud de onda es bien absorbida por la hemoglobina, la proteína que transporta oxígeno en los glóbulos rojos. Se utiliza para: bioestimulación que promueve la cicatrización de heridas, reduce la inflamación y el dolor, coagulación de tejidos, terapia fotodinámica. Es decir, elimina bacterias y células cancerosas (16).

904 nm: Esta longitud de onda es menos absorbida por la hemoglobina y penetra más profundamente en los tejidos. Se utiliza para la reducción del dolor, alivia el dolor postoperatorio y la sensibilidad dental, tratamiento de la enfermedad periodontal donde elimina

bacterias y reduce la inflamación de las encías. 980 nm: Esta longitud de onda es la menos absorbida por la hemoglobina y penetra más profundamente en los tejidos. Se utiliza para cirugía de tejidos blandos en la cual cortar y vaporiza tejidos blandos, como encías y ligamentos. En tratamiento de conductos radiculares para eliminar bacterias del interior de los dientes (16).

Es importante tener en cuenta que la longitud de onda específica y la potencia del láser se seleccionarán en función del tratamiento individual y de las preferencias del odontólogo

Mecanismo de acción

La energía emitida por un láser es absorbida a nivel de átomos, moléculas y radicales. El cromóforo es la parte o conjunto de átomos de una molécula capaz de absorber radiación electromagnética; el láser de diodo es mejor absorbido en tejidos que contengan hemoglobina, oxihemoglobina, desoxihemoglobina y melanina, actuando estos como cromóforos endógenos. Cuando la radiación láser se pone en contacto con la materia, la interacción de la energía con el tejido va a generar absorción lo que significa que habrá una menor penetración en profundidad y por ende un menor efecto térmico secundario, También se puede reflejar en la superficie del tejido (reflexión) o emerger sin producir cambios después de penetrarlo (transmisión). Cuando el remanente de energía se dispersa (dispersión) en los tejidos, podría generar algún tipo de lesión térmica que incrementa dependiendo del tiempo de interacción (15)

Teniendo en cuenta la evidencia científica el láser en odontología ha traído grandes avances y beneficios en tratamientos a nivel general especialmente en endodoncia ayudando en la analgesia, como resultado de diferentes mecanismos biológicos, como vasodilatación, aumento de los niveles de trifosfato de adenosina y cortisol e inhibición de la producción de factores inflamatorios, en esta zona se identifica un aumento en la síntesis de endorfinas endógenas, una reducción en la síntesis de bradisinina, una reducción en la liberación de histamina y alteración en la síntesis de prostaglandinas (5) por esta razón el uso del láser en endodoncia ha ganado aceptación y no solo por su función analgésica y antiinflamatoria, sino también porque estimula el inicio del proceso de descontaminación y cicatrización de tejidos de manera más rápida y efectiva por lo tanto la terapia de fotobiomodulación puede considerarse como un complemento a la terapia endodóntica.

Usos de láser diodo en endodoncia

El láser de diodo se ha convertido en una herramienta valiosa en la endodoncia, ofreciendo una serie de beneficios tanto para los dentistas como para los pacientes. Entre sus aplicaciones más destacadas encontramos; desinfección que se refiere a la eliminación de bacterias, el láser de diodo particularmente en longitudes de onda entre 800 y 940 nm, posee una alta capacidad bactericida su acción fotoablactiva y fototérmica permite eliminar bacterias de forma efectiva en los conductos radiculares, la luz láser penetra en los túbulos dentinarios y elimina de forma efectiva las bacterias, incluso aquellas resistentes a antibióticos, biofilms y microorganismos en zonas de difícil acceso para la irrigación convencional, complementando la acción del hipoclorito de sodio y otros agentes antibacterianos. Esto ayuda a reducir el riesgo de infección y mejorar las tasas de éxito del tratamiento endodóntico (16).

Reducción de la biopelícula, el láser de diodo también puede ser eficaz para desintegrar la biopelícula bacteriana, una capa resistente que se forma en las paredes de los conductos radiculares y dificulta la eliminación de las bacterias; esto favorece una limpieza más profunda y completa de los conductos (16). Manejo del dolor en cuanto a la reducción del dolor postoperatorio el láser de diodo, especialmente en longitudes de onda alrededor de 810 nm, tiene propiedades analgésicas cuando la luz láser estimula la liberación de endorfinas y las sustancias analgésicas naturales del cuerpo (16).

Disminución de la sensibilidad, el láser de diodo de baja potencia (alrededor de 635 nm) puede ser utilizado para reducir la sensibilidad dental postoperatoria o derivada de la exposición de la dentina, especialmente en pacientes con dientes sensibles e inflamatorias, su acción bioestimulante promueve la reparación de los túbulos dentinarios y la reducción de la hipersensibilidad Su aplicación luego del tratamiento endodóntico puede ayudar a disminuir el dolor y la inflamación, mejorando la comodidad del paciente durante la fase de recuperación (16).

Entre los beneficios adicionales del uso del láser de diodo en endodoncia se mencionan una mayor precisión, ya que el láser de diodo permite un trabajo más preciso y controlado en los conductos radiculares, especialmente en áreas de difícil acceso. También se menciona menor trauma debido a que el uso del láser de diodo minimiza el trauma en los tejidos perirradiculares, lo que puede reducir la inflamación y el riesgo de complicaciones postoperatorias. Finalmente

cabe mencionar una cicatrización más rápida ya que el láser de diodo puede estimular la cicatrización de los tejidos perirradiculares, acelerando el proceso de recuperación (16).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la viabilidad del desarrollo del proyecto “Eficacia del láser de baja frecuencia sobre el dolor posoperatorio después de la endodoncia en dientes unirradiculares con periodontitis apical: un ensayo clínico aleatorizado controlado” en la clínica odontológica de la escuela de odontología de la Universidad del Valle sede San Fernando, Cali, Valle del Cauca

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprobar la integridad del protocolo
- Estimar tasas de reclutamiento y consentimiento informado
- Valorar la aceptabilidad de la intervención del paciente al proyecto.
- Evaluar los métodos de análisis en recolección de datos para informe del dolor postoperatorio de terapia láser

5. METODOLOGÍA

5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Este estudio piloto paralelo se basó teniendo en cuenta la guía (CONSORT) 2010. (7). La investigación principal “Eficacia del láser de baja frecuencia sobre el dolor posoperatorio después de la endodoncia en dientes unirradiculares con periodontitis apical: un ensayo clínico aleatorizado controlado” cuenta con el aval de ética 096-024.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Pacientes adultos con periodontitis apical en diente unirradicular.

5.1.1 Criterios de selección

5.1.1.1 Criterios de inclusión.

En este estudio piloto se incluyeron pacientes mayores de 18 años, de cualquier sexo y grupo étnico, ASA I con necesidad de tratamiento de conducto por diagnóstico clínico de periodontitis apical (PAI máximo 4) en diente unirradicular.

5.1.1.2 Criterios de exclusión.

Se excluyeron pacientes con diagnósticos clínicos de abscesos o celulitis, hipersensibilidad dental, terapia de conducto previa o iniciada, tratamiento farmacológico de analgésicos y antibióticos en los últimos 3 días, mujeres en embarazo, pacientes con oclusión traumática, con presencia de otro diente que requiera endodoncia, signos de canales calcificados, reabsorciones internas o externas, enfermedad periodontal activa, dientes con destrucción coronal que no haga posible el aislamiento absoluto, además de pacientes que presentaran complicaciones durante el procedimiento (perforaciones, separaciones, sobre obturaciones, sobre extensiones, entre otras) y tratamientos no terminados en una sola cita.

5.2 TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO

5.2.1 Cálculo del tamaño de muestra.

La selección de la muestra para el piloto fue a conveniencia, pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión que libremente aceptaron participar en este estudio, se dividieron en 2 grupos uno de tratamiento laser o aplicación positiva y el otro grupo control o

aplicación negativa con aleatorización realizada en el sistema del programa “Epidat 4.2 para Windows.

5.2.2 Muestreo.

5 pacientes:

3 fueron asignados al grupo (tratamiento láser) y 2 fueron asignados al grupo control

5.3 TABLA 2

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición operacional (5,6,8)	Tipo de Variable	Valores posibles	Método de recolección
Variables sociodemográficas				
Edad	Lapso que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia.	Cuantitativa continua	18... 70 años	Historia clínica
Sexo	el "sexo" hace referencia a las características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres.	Categórica nominal	Femenino masculino	Historia clínica
Estrato socio Económico	Clasificación en estratos, modo en el que viven	Categórica ordinal	0-6	Historia clínica
Dolor pretratamiento	experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con un daño tisular real o potencial (8)	Categórica ordinal	Escala analógica visual (VAS) Leve, moderado y severo Leve, moderado o severo sería ordinal	Historia clínica
Dolor postratamiento	experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con un daño tisular real o potencial (8)	Categórica ordinal	Escala analógica visual (VAS) Leve, moderado y severo	Formato en cada uno de los momentos de seguimiento

Variable	Definición operacional (5,6,8)	Tipo de Variable	Valores posibles	Método de recolección
			Leve, moderado o severo sería ordinal	
Laser	Amplificación de la luz mediante emisión estimulada de radiación (6)		Si No	Grupo de intervención con láser y sin láser
Tratamiento de conducto	disminuir y eliminar la contaminación bacteriana, limpiar el sistema de conductos radiculares, así como recuperar o mantener la morfología favorable y las funciones del diente (5)	Variable independiente	Radiográfico	
Curvatura de sneider	Medición por ángulos de la curvatura del conducto radicular o raíz	Cualitativa ordinal	Leve: $\leq 5^\circ$ Moderado: 5° y 25° Severo: 25° a 70°	Radiografías periapicales
Tipo de diente uniradicular	Dientes con una sola raíz y un solo conducto	Cualitativo nominal Categórica nominal	Incisivos centrales Incisivos laterales caninos	Historia clínica
Diagnostico periapical	Diagnósticos de patologías endodónticas pulpares	Cualitativo nominal Categórica nominal	Periodontitis apical sintomática Periodontitis apical asintomática	Historia clínica
Diagnostico pulpar	Diagnósticos de patologías endodónticas periapicales	Cualitativo nominal Cualitativa nominal	Pulpitis irreversible sintomática Pulpitis irreversible asintomática Necrosis pulpar	Historia clínica
Enfermedades sistémicas	afección médica que afecta a todo el cuerpo o múltiples sistemas de órganos en lugar de estar limitada a una región o sistema específico del cuerpo.	Cualitativo nominal Cualitativa nominal	Diabetes Hipertensión hipertiroidismo	Historia clínica

5.4 RECOLECCION DE INFORMACION

Una vez se determinó que el paciente estaba indicado para tratamiento de conducto, y cumplía los criterios de inclusión, se explicó cuidadosamente el fin del proyecto y se estableció si el paciente aceptaba libremente formar parte del estudio, si así lo decidía se realizó un examen clínico inicial, donde los datos personales y de identificación de cada paciente fueron obtenidos y diligenciados en la historia clínica, se llenó el consentimiento informado del proyecto (anexo 1), el tratamiento de conducto se realizó según protocolo establecido (anexo 2), para el procedimiento de aplicación del láser, se siguió el protocolo (anexo 3) donde las residentes de endodoncia utilizaron los elementos de bioseguridad correspondientes al igual que cada paciente incluyendo gafas de seguridad; según el grupo asignado aleatoriamente usando el sistema programa “Epidat 4.2 para Windows”, para el grupo de aplicación positiva se realizó una exposición sobre los tejidos mucosos adyacentes al diente a tratar en zona vestibular y palatina/lingual por 30 segundos (Imagen 3) y se dieron indicaciones pertinentes postoperatorias.

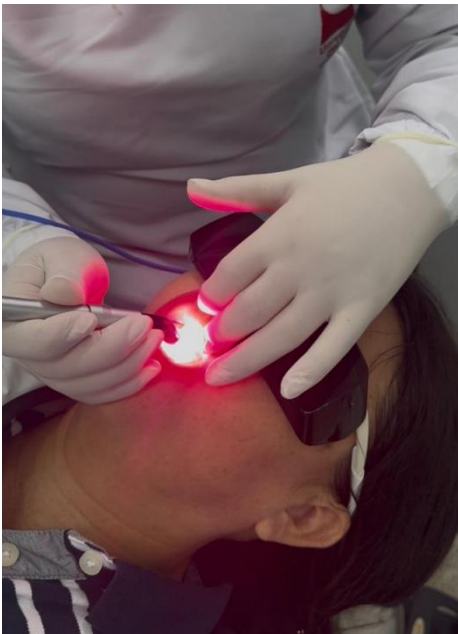


Imagen 3. Aplicación de láser

Una vez terminado el tratamiento se entregó a cada paciente un sobre de manila con un documento en donde se encontraba diligenciada la escala VAS (escala visual análoga del

dolor) (imagen 1) para que posteriormente la marcaran dependiendo de la modalidad de dolor que presenten, este sobre fue entregado y posteriormente diligenciado para así poder obtener resultados referentes a la investigación. Esta información se diligenció también por llamada telefónica, informando a cada paciente que recibiría llamadas a las 8h, 24h, 3 días y 7 días posteriores al tratamiento y se corroboró con la información entregada por los participantes, esta información fue anotada en el Anexo 4. En caso de incongruencia se tuvo en cuenta el valor anotado por el participante. La duración de la participación de cada sujeto en el estudio fue de aproximadamente 10 minutos, que corresponde al tiempo del proceso de consentimiento informado y la aplicación del láser.

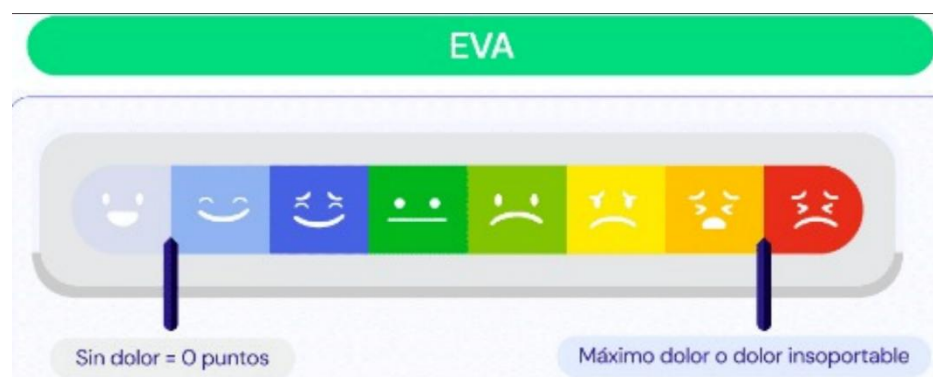


Imagen 1. Escala EVA/VAS

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La recolección de datos se llevó a cabo a través de captación de historias clínicas incluyendo ayudas diagnósticas como radiografías de pacientes con dientes unirradiculares diagnosticados con periodontitis apical que hayan sido atendidos o hayan consultado a la escuela de odontología de la universidad del valle durante un período de del semestre febrero-junio del 2025.

Adicionalmente se realizó una cita de valoración con las estudiantes residentes del posgrado de endodoncia de la universidad del Valle donde se realizó un examen clínico incluyendo pruebas de sensibilidad, pruebas clínicas y radiografías para confirmar el diagnóstico pulpar y periapical.

Una vez se determinó que el paciente estaba indicado para tratamiento de conducto, y cumplía los criterios de inclusión, se explicó cuidadosamente el fin del proyecto y se estableció

si el paciente aceptaba libremente formar parte del estudio, si así lo decidía los datos personales y de identificación de cada paciente fueron obtenidos y diligenciados en la historia clínica, se llenó el consentimiento informado del proyecto (**ver anexo 1**), en este estudio se incluyeron 5 pacientes con necrosis pulpar con periodontitis apical asintomática de los cuales 3 fueron asignados al grupo (tratamiento laser) y 2 fueron asignados al grupo control. A los 5 participantes se les realizó endodoncia convencional, todos fueron anestesiados con articaina al 4% con epinefrina 1:100.000, se realizó apertura cameral correspondiente, aislamiento absoluto, se irrigó profusamente con hipoclorito de sodio al 5.25% se realizó patencia y glide path, todos los pacientes fueron instrumentados con limas MG3 blue de la casa comercial PERFECT hasta la lima 25.04, en todos los pacientes se realizó irrigación final con hipoclorito de sodio al 5.25% realizando movimientos de entrada y retroceso activándolo por 30 segundos, inactivándolo con solución salina, posteriormente se irrigó con EDTA al 17% durante 1 minuto se activó por 30 segundos se inactivo con solución salina, se secaron conductos y todos fueron obturados con técnica de condensación lateral utilizando AH-Plus, una vez terminado el tratamiento endodóntico para el procedimiento de aplicación del láser, en el que ese utilizó el WISER3 a una longitud de onda de 808nm y un pico de potencia de 12W las operadoras utilizaron los elementos de bioseguridad correspondientes al igual que cada paciente incluyendo gafas de seguridad y fotocurado; se realizó una exposición sobre los tejidos mucosos adyacentes al diente a tratar en zona vestibular y palatina/lingual por 30 segundos una distancia de 1 a 3 cm entre la punta activa del láser y el sitio objetivo , se dieron indicaciones pertinentes posoperatorias.

El tratamiento de conducto se realizó según protocolo establecido (**ver anexo 2**), para el procedimiento de aplicación del láser, se siguió el protocolo (**ver anexo 3**) donde las residentes de endodoncia utilizaron los elementos de bioseguridad correspondientes al igual que cada paciente incluyendo gafas de seguridad.

Los datos cualitativos provenientes de las encuestas semiestructuradas a los pacientes se analizaron mediante análisis de contenido con la ayuda de la escala visual análoga del dolor(EVA) sin rangos numéricos, la cual se le explicó al paciente y se le pidió que señalará su nivel dolor a las 8h, 24h, 3 días y 7 días enviando la imagen de la escala y realizando llamadas telefónicas a las horas acordadas, con el fin de conocer la experiencia del paciente después

de haber realizado el tratamiento endodóntico y la terapia láser y así se dejó constancia del nivel del dolor experimentado a estas horas en un formato de seguimiento para cada paciente, además con estos datos se evaluó la facilidad de interpretación del paciente observando si entendieron la intervención del tratamiento y el diligenciamiento de los formatos la aceptabilidad de la intervención del paciente al proyecto participando en él y se probaron los formularios de recolección de datos con el objetivo de evaluar la implementación, identificar problemas y obtener información para el estudio principal.

5.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio piloto se basó en la guía para ensayos clínicos aleatorizados en endodoncia (PRIRATE) 2020 (30). La investigación principal **“Eficacia del láser de baja frecuencia sobre el dolor posoperatorio después de la endodoncia en dientes unirradiculares con periodontitis apical: un ensayo clínico aleatorizado controlado”** cuenta con el aval de ética 096-024, el estudio piloto se llevó a cabo en la clínica odontológica de la escuela de odontología de la Universidad del Valle sede San Fernando, Cali, Valle del Cauca en el periodo de tiempo de marzo del 2025 hasta abril del 2025 atendidos por las estudiantes del posgrado de endodoncia.

6. RESULTADOS

Con el fin de validar la viabilidad del protocolo propuesto, se llevó a cabo un estudio piloto en cinco pacientes con diagnóstico de periodontitis apical en dientes unirradiculares, todas pacientes de sexo femenino, edad promedio de 62 años, índice PAI ≤ 4 .

Los participantes se aleatorizaron con el programa EPiDAT 4.2 y se dividieron en dos grupos, tres en el grupo experimental o aplicación positiva quienes fueron sometidos en la terapia láser y dos en los controles o aplicación negativa sin la terapia.

Los tratamientos endodónticos fueron realizados utilizando limas rotatorias MG3 BLUE, salvo en un caso donde, debido al tamaño del foramen, se adaptó el protocolo con una lima 30.04, lima 35.04 Plex V (Orodeka) y una 40.04 HyFlex, sin comprometer la integridad general del procedimiento. (Anexo 2)

El protocolo clínico fue ejecutado con éxito en todos los casos. No se reportaron eventos adversos ni complicaciones durante las intervenciones ni durante el seguimiento. Los procedimientos fueron realizados conforme a lo establecido, y los instrumentos clínicos, incluidos los parámetros de aplicación del láser, fueron apropiadamente aplicados.

Se evidenciaron limitaciones en el proceso de reclutamiento debido a la alta especificidad de los criterios de inclusión y exclusión, además de la restricción de que los participantes debían ser pacientes ingresados exclusivamente a la clínica universitaria. Esto dificulta alcanzar una muestra mayor. No obstante, todos los pacientes convocados aceptaron participar y firmaron el consentimiento informado sin inconvenientes, lo que demuestra una adecuada comprensión y disposición ética por parte de los sujetos del estudio

En cuanto a los resultados obtenidos mediante la escala visual análoga (VAS), el promedio general de dolor fue de 0,4 cm entre los cinco casos evaluados. En el grupo experimental, un paciente reportó un nivel de dolor de 4 cm a las 8 horas, el cual disminuyó a 1 cm a las 24 horas. Por su parte, en el grupo control, un paciente manifestó un dolor de 3 cm a las 8 horas y de 2 cm a las 24 horas. Los demás participantes reportaron un nivel de dolor de 0 cm en todas las demás mediciones horarias (grafico 1). Cabe destacar que el control telefónico fue riguroso a las horas establecidas y el paciente supo interpretar adecuadamente la escala VAS (Anexo 4).

El dolor fue evaluado mediante la escala visual análoga (EVA/VAS), la cual fue comprendida sin dificultad por todos los pacientes teniendo en cuenta que esta escala nos permite medir

con mayor exactitud los rangos de dolor lo que facilita una recolección de datos efectiva. A pesar de la subjetividad inherente a este tipo de escala, los resultados obtenidos fueron consistentes con lo esperado en ambos grupos.

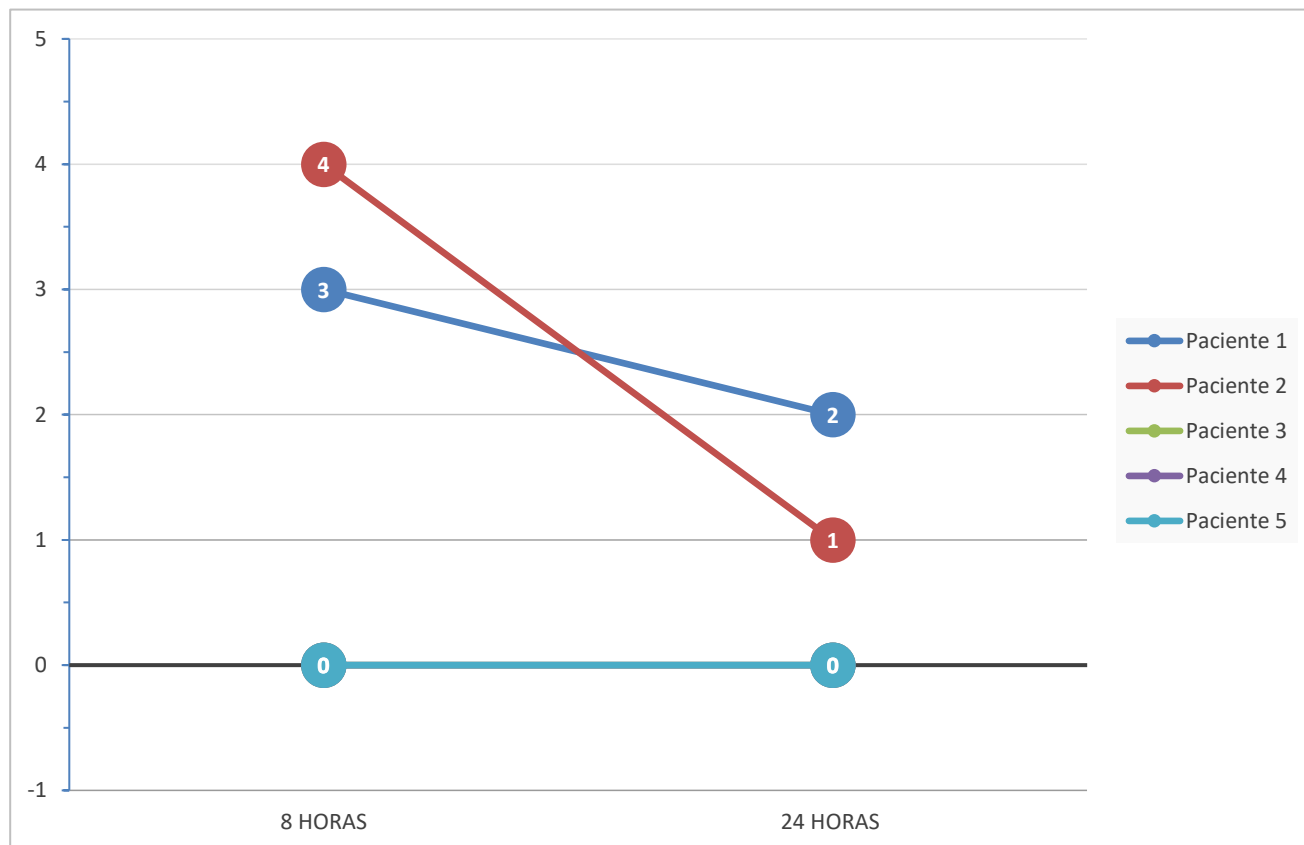


Gráfico 1. Nivel de dolor en escala visual análoga de los pacientes incluidos en el estudio

7. DISCUSIÓN

El presente estudio piloto se diseñó con el objetivo principal de determinar la viabilidad del desarrollo del proyecto “Eficacia del láser de baja frecuencia sobre el dolor posoperatorio después de la endodoncia en dientes unirradiculares con periodontitis apical: un ensayo clínico aleatorizado controlado” en la clínica odontológica de la escuela de odontología de la Universidad del Valle sede San Fernando, Cali, Valle del Cauca que ya cuenta con aval de ética 096-024,

El estudio piloto permitió responder de manera integral a los objetivos planteados, confirmando la viabilidad del protocolo al demostrar que los procedimientos endodónticos y la aplicación del láser se ejecutaron de manera adecuada, sin complicaciones ni eventos adversos, hallazgos que concuerdan con lo reportado en otros ensayos clínicos sobre terapia láser en endodoncia, donde se evidenció su seguridad y aplicabilidad (18,13). Se verificó la integridad del protocolo, incluso con adaptaciones instrumentales que no comprometieron su desarrollo, similar a lo señalado por Arslan y Col. en 2017 (19), quienes resaltan la necesidad de flexibilidad en la instrumentación sin alterar la validez del procedimiento. Asimismo, se observó una alta aceptabilidad de la intervención, ya que todos los pacientes firmaron el consentimiento informado y comprendieron las indicaciones, lo que coincide con lo descrito en diferentes estudios como el de Goya y Col. en el 2004 sobre la buena disposición de los sujetos hacia terapias complementarias como el láser (20). En cuanto a los métodos de recolección de datos, la escala visual análoga (VAS) fue comprendida y aplicada correctamente, generando resultados consistentes con lo esperado en ambos grupos, lo cual refuerza su utilidad como herramienta confiable para medir dolor en este tipo de estudios (21). No obstante, se identificó una limitación importante en la tasa de reclutamiento, ya que los pacientes con periodontitis apical suelen consultar en espacios de menor complejidad clínica y costo más accesible, lo que redujo su captación en la clínica universitaria. Esta dificultad, descrita previamente en el estudio de Arslan y Col. En 2017 o el de Guerreiro y Col. Del 2021 como un reto habitual en los ensayos clínicos de endodoncia (19, 21), resalta la importancia de los estudios piloto, cuya finalidad es anticipar problemas metodológicos y ajustar el diseño antes de la implementación del ensayo principal (22). En este sentido, los hallazgos del presente piloto sugieren como medidas correctivas ampliar el número de centros participantes, flexibilizar los criterios de inclusión a dientes birradiculares que puedan obturarse en una cita y fortalecer las estrategias

de captación en la clínica universitaria mediante una comunicación más activa con los centros de atención al usuario, garantizando además la estandarización de los operadores para preservar la validez científica del ensayo.

El reclutamiento de los participantes del estudio se obtuvo mediante remisiones de la clínica de CIDU de la universidad del valle, remisión de clínicas de posgrado de la universidad del valle como rehabilitación oral, endodoncia y de clínica de odontología asistencial, en la que se realizó la valoración clínica que incluía pruebas diagnósticas y radiografía para confirmar el diagnóstico. Entre las barreras más comunes se identifican el desconocimiento sobre el objetivo del estudio, la incomprensión de los posibles beneficios, la incertidumbre frente a intervenciones tecnológicas novedosas (como el uso del láser en este caso), y la falta de percepción de necesidad de un tratamiento especializado por lo que se requiere pedagogía acerca del uso de láser en odontología.

En cuanto a la evaluación de la aceptación de participar en el tratamiento, se observó que los pacientes inicialmente eran renuentes a participar y, en muchos casos, consultaban con familiares o profesionales de confianza antes de tomar una decisión. No obstante, la disposición a participar aumentaba notablemente cuando se les explicaba que el tratamiento no tendría ningún costo. La implementación del estudio piloto evidenció barreras específicas que dificultaron la participación, pero también facilitó la implementación de estrategias que mejoran la comprensión y aceptación del tratamiento explicando las características del procedimiento y los beneficios que se podrían lograr con la aplicación de la terapia láser, los pacientes lograban interpretar de forma adecuada los conceptos presentados y se mostraban más dispuestos a participar en el estudio. La comprensión del consentimiento informado fue satisfactoria, al igual que la participación en la encuesta para reportar el nivel de dolor mediante la escala EVA. Así mismo, resultó viable y aceptable el contacto para el seguimiento y control en las horas posteriores a la aplicación del tratamiento.

Respecto a la medición del dolor, se optó por la utilización de la Escala Visual Analógica (EVA), lo cual se considera apropiado según las recomendaciones del Grupo de Trabajo de Analgesia y Sedación de la SEMICYUC (24). Este grupo destaca que la escala EVA es una herramienta sencilla, validada, sensible y ampliamente aceptada para la valoración del dolor en pacientes conscientes, permitiendo una cuantificación subjetiva clara y directa por parte del paciente. Además, su aplicabilidad clínica facilita una rápida interpretación de la intensidad del dolor y la

comparación entre momentos distintos, lo que resulta especialmente útil en contextos de evaluación postoperatoria como el abordado en este estudio. Su uso estandarizado también mejora la uniformidad de los datos recogidos y permite valorar de forma precisa la eficacia de intervenciones analgésicas, como en este caso el uso del láser terapéutico. La escala EVA es bien comprendida ya que los participantes son consistentes con sus resultados por lo que es óptimo el control de los procesos telefónicos y el escrito.

Los resultados preliminares sobre los cambios en dolor postoperatorio después de la endodoncia en dientes unirradiculares con periodontitis apical no proporcionaron una estimación inicial de la posible magnitud del efecto del tratamiento, por tener un tamaño de muestra tan pequeño; pero nos permiten entender un poco la dinámica esperada en la percepción de dolor después de un tratamiento de endodoncia, ya que en los tres pacientes tratados con terapia de biomodulación láser post-endodoncia reportaron una disminución en el nivel de dolor.

Los resultados obtenidos en este estudio piloto podrían estar sugiriendo ciertos patrones en la percepción del dolor posoperatorio tras el tratamiento endodóntico, tanto en el grupo experimental como en el grupo control. En este contexto, el grupo control, al no recibir la intervención con láser, experimentó un nivel de dolor que parecería corresponder al malestar habitual asociado al tratamiento convencional. Esta observación encuentra cierta coherencia con lo reportado en estudios previos, como el de Alonaizan & AlFawaz, del 2019 donde los grupos que recibieron placebo o tratamiento estándar también presentaron dolor postoperatorio (27).

Por otro lado, el grupo experimental, a pesar de haber recibido la aplicación de láser como terapia complementaria, no estuvo exento de dolor. Esto podría indicar que el láser, si bien se plantea como una alternativa para el manejo del dolor, no necesariamente elimina por completo las molestias postoperatorias. En investigaciones como la de Genc Sen y Kaya del 2019 (28), se ha planteado una situación similar, lo que lleva a pensar que el efecto del láser podría estar influido por múltiples factores clínicos y técnicos. Asimismo, sería posible considerar que el dolor en el grupo experimental esté relacionado no solo con los procedimientos endodónticos habituales como la instrumentación y la irrigación, sino también con variables inherentes a la

aplicación del láser. Factores como la técnica utilizada, la dosificación, el momento de la aplicación, o incluso la respuesta individual del paciente, podrían estar desempeñando un papel relevante.

En este sentido, el estudio piloto estaría cumpliendo con su propósito al señalar elementos del protocolo que podrían requerir ajustes antes de llevar a cabo un ensayo clínico de mayor escala. La identificación de estas posibles fuentes de variabilidad podría resultar clave para optimizar el diseño metodológico y afinar los criterios de evaluación en fases posteriores.

Por último aunque el tamaño muestral alcanzado en este estudio piloto no permitió obtener resultados estadísticamente significativos, las tendencias observadas sugieren un efecto clínicamente relevante que justifica la continuidad del proyecto mediante la ejecución del ensayo clínico principal. El manejo del dolor es un aspecto esencial en el éxito de la endodoncia, dado que constituye el principal motivo de consulta de los pacientes y afecta directamente su percepción de calidad de vida y satisfacción con el tratamiento. El láser, un dispositivo basado en los principios de la mecánica cuántica, genera un haz de luz coherente, monocromático y altamente enfocado que permite su aplicación terapéutica en tejidos dentales y periapicales.

Incluso en estudios más recientes, como el de Rao 2022 y el de Ismail 2023, apoyan esta línea: la aplicación del láser después de la instrumentación genera una disminución considerable en el dolor.(34-35) La elección de la longitud de onda de 808 nm en este estudio piloto responde a la evidencia que sugiere que esta frecuencia presenta una adecuada penetración en los tejidos y una interacción relevante con cromóforos intracelulares, especialmente con la citocromo c oxidasa, lo que se ha relacionado con la modulación de procesos inflamatorios y el potencial alivio del dolor (1). Diversos estudios han explorado la aplicación de este rango en el contexto endodóntico y han reportado resultados favorables en la reducción del dolor postoperatorio, aunque con variaciones atribuibles a diferencias en parámetros técnicos como densidad de energía, tiempo de exposición o localización de la irradiación (13, 36). En este sentido, el empleo del rango 808–810 nm podría representar una alternativa prometedora para alcanzar los tejidos periapicales involucrados en la respuesta dolorosa, lo que justifica su inclusión en protocolos experimentales enfocados en la evaluación de terapias complementarias en endodoncia (37,38,39). Así, la selección de este parámetro en nuestro

estudio piloto busca aportar evidencia preliminar que permita, en investigaciones posteriores con muestras más amplias y diseños controlados, determinar con mayor precisión la eficacia de esta longitud de onda en el control del dolor postendodóntico.

Por tanto, estos hallazgos preliminares, respaldados por la literatura existente, refuerzan la pertinencia de continuar con la investigación a mayor escala para confirmar la eficacia del láser en este contexto clínico específico.

8. CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto completo es viable dentro del contexto clínico y académico de la Universidad del Valle. El protocolo es aplicable y seguro, los instrumentos de recolección de datos son funcionales, y los pacientes muestran una buena disposición hacia la intervención propuesta si se les explica claramente los beneficios y además que no tiene costo adicional.

A pesar de las limitaciones encontradas, este estudio piloto ha permitido identificar elementos clave para el rediseño metodológico del estudio principal. La incorporación temprana de la perspectiva del paciente, junto con la aplicación de estrategias activas de captación y retención, puede favorecer una mayor adhesión, una participación más informada y, en última instancia, una mejor viabilidad y calidad del ensayo clínico.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en cuenta la información de este estudio piloto para evaluar el protocolo del ensayo clínico principal para que así se pueda determinar de manera definitiva la eficacia de esta intervención.

Estandarizar la técnica de intervención para minimizar la variabilidad en la aplicación del láser, se sugiere establecer un protocolo más detallado y replicable en cuanto a parámetros como potencia, duración, distancia y momento de la aplicación, idealmente supervisado por operadores entrenados de manera uniforme.

Considerar variables individuales del paciente. En futuros estudios, podría ser relevante tener en cuenta factores individuales como umbral del dolor, nivel de ansiedad, uso previo de analgésicos o antecedentes médicos, ya que estos aspectos podrían influir en la percepción del dolor.

Incorporar métodos complementarios de evaluación del dolor, se podrían considerar biomarcadores inflamatorios o registros fisiológicos como herramientas objetivas complementarias para evaluar la respuesta al tratamiento.

Explorar controles adicionales o grupos comparativos, podría considerarse incluir otros grupos comparativos (como diferentes tipos de láser o tratamientos analgésicos tradicionales) para valorar la eficacia relativa del láser frente a otras estrategias. Fortalecer la aleatorización y el cegamiento, en un ensayo clínico futuro, sería deseable reforzar los métodos de aleatorización y, si es viable, aplicar un cegamiento más riguroso para reducir sesgos tanto del operador como del paciente.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Chen Y, Chen XL, Zou XL, Chen SZ, Zou J, Wang Y. Efficacy of low-level laser therapy in pain management after root canal treatment or retreatment: a systematic review. Vol. 34, Lasers in Medical Science. Springer London; 2019. p. 1305–16. Doğanay Yıldız E, Arslan H. Effect of Low-level Laser Therapy on Postoperative Pain in Molars with Symptomatic Apical Periodontitis: A Randomized Placebo-controlled Clinical Trial. J Endod. 2018 Nov 1;44(11):1610–5.
2. Shrestha R, Author Reetu Shrestha C. Associated Factors in Patients Undergoing Single Visit Root Canal Treatment on Teeth with Vital Pulp [Internet]. Vol. 62, Kathmandu Univ Med J. 2018. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/330934478>
3. Pérez Mora EV, Vanegas Galindo RB, Espinosa Vásquez XE. Eficacia de la terapia láser de baja intensidad en el manejo del dolor postoperatorio asociado al tratamiento endodóntico y ortodóntico: una revisión de la literatura. Research, Society and Development. 2021 Aug 7;10(10):e132101018710.
4. Huang Q, Li Z, Lyu P, Zhou X, Fan Y. Current Applications and Future Directions of Lasers in Endodontics: A Narrative Review. Vol. 10, Bioengineering. MDPI; 2023.
5. (Alonso Carbonell et al., 2017)
6. Gotler M, Bar-Gil B, Ashkenazi M. Postoperative pain after root canal treatment: A prospective cohort study. Int J Dent. 2012;
7. Peñaloza TYM, Guerrero CCG. Primer semestre. Vol. 26. 2015.
8. Bansode P V, Pathak SD, Khedgikar DB, Rana HB. Lasers in Endodontics: A Literature Review. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS) e-ISSN [Internet]. 2016;15:87–91. Available from: www.iosrjournals.org
9. SAAD ESSAY PRIZE RUNNER UP. 2010.
10. Rosenberg PA. Endodontic pain. 2014.
11. Evanovich J, King L. Hardcore twenty-four : a Stephanie Plum novel.
12. Yoshinari FMS, Pereira KFS, Beraldo DZ, da Silva JCL, Zafalon EJ, da Silva PG. Influence of photodynamic therapy in the control of postoperative pain in endodontic treatment: A cross-sectional randomized clinical trial. Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr. 2019;19(1).

13. Fazlyab M, Esmaeili Shahmirzadi S, Esnaashari E, Azizi A, Moshari AA. Effect of low-level laser therapy on postoperative pain after single-visit root canal retreatment of mandibular molars: A randomized controlled clinical trial. *Int Endod J*. 2021 Nov 1;54(11):2006–15.
14. Aw V. Discuss the role of microorganisms in the aetiology and pathogenesis of periapical disease. Vol. 42, *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*. 2016. p. 53–9.
15. Alemán Jesús Eduardo F, Piorno Romina C, Ana Clara C, Pablo Alejandro R. USO DE LÁSER DE DIODO 940 NM COMO COMPLEMENTO DEL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO Use of 940 nm diode laser as a complement to endodontic treatment. *Revista OACTIVA UC Cuenca*. 2022;7(2):81–8.
16. (Shrestha & Author Reetu Shrestha, 2018)
17. (de Dios et al., n.d.)
18. Arslan, H., Topçuoğlu, H. S., Aladag, H., & Aslan, M. H. (2017). Evaluation of the effect of low-level laser therapy on postoperative pain after root canal retreatment: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Endodontics*, 43(10), 1603–1607. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.05.008>
19. Doğanay Yıldız, E., & Arslan, H. (2018). Effect of low-level laser therapy on postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: A randomized placebo-controlled clinical trial. *Journal of Endodontics*, 44(11), 1610–1615. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.07.018>
20. Goya, C., Yamazaki, R., Tomita, Y., & Matsumoto, K. (2004). Effects of diode laser irradiation on blood flow in human pulp. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98(5), 545–549. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.05.006>.
21. Guerreiro, M. Y. R., Rossi-Fedele, G., Guimarães, L. S. M., & Ordinola-Zapata, R. (2021). Use of visual analogue scale in endodontic research: A scoping review. *International Endodontic Journal*, 54(11), 1978–1992. <https://doi.org/10.1111/iej.13598>.

22. Thabane, L., Ma, J., Chu, R., Cheng, J., Ismaila, A., Rios, L. P., ... & Goldsmith, C. H. (2010). A tutorial on pilot studies: The what, why and how. *BMC Medical Research Methodology*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-10-1>
- 23 .Carbonell, L. A., García Milián, A. J., & López Puig, P. (2017). La perspectiva del paciente del ensayo clínico. *[Nombre de la revista]*, Volumen (Núm.), páginas.
- 24 Pardo, C., Muñoz, T., & Chamorro, C., en representación del Grupo de Trabajo de Analgesia y Sedación de la SEMICYUC. (2006). Monitorización del dolor: Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Analgesia y Sedación de la SEMICYUC. *Medicina Intensiva*, 30(8), 379-385. [https://doi.org/10.1016/S0210-5691\(06\)74552-1](https://doi.org/10.1016/S0210-5691(06)74552-1)
- 25 Kurnaz, S., Aksel, H., Küçükkaya Eren, S., Serper, A., & Ocak, M. (2020). Postoperative pain after foraminal enlargement in molars with necrotic pulps: A randomized controlled trial. *Journal of Endodontics*, 46(9), 1247–1253. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.06.010>
- 26 Gündoğar, M., Sezgin, G. P., Sönmez Kaplan, S., Özyürek, H., Uslu, G., & Özyürek, T. (2021). Postoperative pain after different irrigation activation techniques: A randomized, clinical trial. *Odontology*, 109(2), 385–392. <https://doi.org/10.1007/s10266-020-00553-5>
- 27 Alonaizan, F. A., & AlFawaz, Y. F. (2019). Is phototherapy effective in the management of postoperative endodontic pain? A systematic review of randomized controlled clinical trials. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 26, 53–58. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.03.003>
28. Genç Sen, O., & Kaya, M. (2019). Effect of low-level laser therapy on postoperative pain in teeth with symptomatic apical periodontitis: A randomized placebo-controlled clinical trial. *Journal of Endodontics*, 45(11), 1387–1394. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.08.003>
29. Asnaashari M, Ashraf H, Daghayeghi AH, Mojahedi SM, Azari-Marhabi S. Management of post endodontic retreatment pain with low level laser therapy. *J Lasers Med Sci*. 2017;8(3):128–31.
- 30Doğanay Yıldız E, Arslan H. Effect of Low-level Laser Therapy on Postoperative Pain in Molars with Symptomatic Apical Periodontitis: A Randomized Placebo-controlled Clinical Trial. *J Endod*. 2018 Nov 1;44(11):1610–5.

31.Lopes LPB, Herkrath FJ, Vianna ECB, Gualberto Júnior EC, Marques AAF, Sponchiado Júnior EC. Effect of photobiomodulation therapy on postoperative pain after endodontic treatment: a randomized, controlled, clinical study. Clin Oral Investig. 2019 Jan 29;23(1):285–92.

32.Tunc F, Yildirim C, Alacam T. Evaluation of postoperative pain/discomfort after intracanal use of Nd:YAG and diode lasers in patients with symptomatic irreversible pulpitis and asymptomatic necrotic pulps: a randomized control trial. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03588-8>

33.kaplan T, Sezgin GP, Sönmez Kaplan S. Effect of a 980-nm diode laser on post-operative pain after endodontic treatment in teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. BMC Oral Health. 2021 Dec 1;21(1).

34.Rao R, Shivangi S, Jain A, Verma M, Guha A, Langade D. Comparative evaluation of postoperative pain following chemomechanical preparation of single-rooted nonvital teeth with symptomatic apical periodontitis with and without laser irradiation: A double-blind randomized placebo controlled clinical trial. Journal of Conservative Dentistry. 2022;25(6):610.

35. Ismail, M. (2023). Comparison of low-level laser therapy and laser-activated irrigation on postoperative pain in symptomatic apical periodontitis: A randomized controlled clinical study. Clinical Oral Investigations, 27(4), 1463–1471. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04644-9>

36. Genovese, W. J., de Freitas, P. M., Sousa, A. S., & Maia, L. C. (2017). Laser therapy in the control of postoperative pain after endodontic surgery: A randomized clinical trial. Photomedicine and Laser Surgery, 35(5), 259–265. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4211>

37. Kreisler, M., Haj, H. A., Noroozi, N., Willershausen, B., & d’Hoedt, B. (2004). Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery—A randomized double blind clinical study. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 33(1), 38–41

38. Kadam, A., Padhye, S., Sharma, H., & Taneja, S. (2024). Effect of laser photobiomodulation on postoperative pain in endodontics: A systematic review. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 42(1), 28–37.
39. Khalid, A., Fatima, S., & Ali, M. (2024). Effect of photobiomodulation on postoperative endodontic pain: A systematic review of clinical trials. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 18(1).
40. De Souza, S. C., Araújo, C. F., Silva, C. A., de Carvalho, C. M., & Paranhos, L. R. (2018). Efficacy of low-level laser therapy in reducing pain after endodontic treatment: A randomized clinical trial. *Lasers in Medical Science*, 33(2), 315–321
41. Elmsmari, F., Elbahrawy, E., El Meligy, O. A., Aly, A. H., & El Ashiry, E. A. (2024). Efficacy of low-level laser therapy in the management of postoperative pain following root canal treatment: A randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*, 24(1), 274

ANEXOS

ANEXO 1



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE ODONTOLÓGIA

CONSENTIMIENTO INFORMADO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFICACIA DEL LÁSER DE BAJA FRECUENCIA SOBRE EL DOLOR POSOPERATORIO DESPUÉS DE LA ENDODONCIA EN DIENTES UNIRRADICULARES CON PERIODONTITIS APICAL: UN ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO”

Estimado (a) Paciente:

Le invitamos a participar en el proyecto de investigación, **EFICACIA DEL LÁSER DE BAJA FRECUENCIA SOBRE EL DOLOR POSOPERATORIO DESPUÉS DE LA ENDODONCIA EN DIENTES UNIRRADICULARES CON PERIODONTITIS APICAL: UN ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO**, por lo cual es importante que conozca los objetivos del proyecto y el desarrollo de este, para que luego de leerlo, si decide participar en el proyecto, con su firma autorizará su participación de manera voluntaria. Se espera la participación de 50 pacientes en la investigación. El propósito del estudio es determinar la eficacia del láser de baja frecuencia sobre el dolor posoperatorio después de la endodoncia convencional en dientes unirradiculares con periodontitis apical.

El láser de baja frecuencia emite radiación de ondas electromagnéticas que interactúan con las células de los tejidos al absorber la luz, se ha argumentado que dicha absorción es mayor en los tejidos inflamados y edematosos en donde existe mayor concentración de fluidos, la analgesia generada por el láser de baja frecuencia resulta de diferentes mecanismos biológicos, como vasodilatación, aumento de los niveles de trifosfato de adenosina y cortisol e inhibición de la producción de factores inflamatorios conllevando a la reducción del dolor.

Después de determinar que su caso tiene una indicación de tratamiento de conducto, y cumple los criterios de inclusión para participar en este proyecto, se realizará un examen clínico inicial, donde sus datos personales y de identificación serán obtenidos. Los investigadores declaran que no existe conflicto de interés para la selección de participantes.

Durante el procedimiento de aplicación del láser, el odontólogo tendrá todos los elementos de bioseguridad tanto para él como para usted como paciente incluyendo gafas de seguridad y fotocurado; se realizará una exposición sobre los tejidos mucosos adyacentes al diente a tratar en zona vestibular y palatina/lingual por 30 segundos y se darán indicaciones pertinentes posoperatorias, este procedimiento no genera ningún efecto sobre su estado de salud. Antes de realizarle el tratamiento de conducto se le solicitará leer un formato donde se encuentran consignadas todas las indicaciones y complicaciones relacionadas con una endodoncia convencional.

Con el fin de no sesgar o confundir el resultado, se tomarán las medidas pertinentes hasta que se realice su procesamiento. Su participación en el proyecto es únicamente después del tratamiento de conducto. Cabe aclarar que no se realizará ningún procedimiento invasivo adicional al proceso

propiamente dicho de la endodoncia indicada, por lo cual la participación en este estudio no generará costos adicionales ni compensación alguna.

En caso de participar en este estudio se diligenciará un formato de recolección de datos sociodemográficos. Esta información en adición con la información de los resultados de la aplicación de laser en la zona serán manejadas de forma confidencial mediante código alfanumérico por los investigadores, que será guardado y protegido en un solo computador para disminuir el riesgo de confidencialidad. Los resultados de todo este proceso investigativo serán publicados y estarán disponibles para investigaciones futuras pero su nombre o identificación no serán revelados. Puede realizar todas las preguntas que desee y tiene derecho a conocer la información nueva respecto al estudio. Si decide no participar en el proyecto, esto no afectará el desarrollo de sus procedimientos terapéuticos.

Declaración del paciente

He leído la información, o se me ha leído; he tenido la oportunidad de hacer preguntas y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento de manera voluntaria que se me aplique el láser en la zona tratada, para los propósitos indicados previamente en este documento.

Nombre del Paciente _____

Firma del Paciente _____

Fecha _____ (Día/mes/año)

Declaración del Profesional:

He leído de manera precisa la hoja informativa al paciente y he estado atento a que el paciente comprenda lo siguiente:

1. Que la aplicación del láser se realizará de manera según las normas y términos de uso, que el paciente no recibirá ningún incentivo por la participación en el proyecto.
2. Confirmó que el paciente tuvo la posibilidad de realizar preguntas acerca del proyecto. Todas las preguntas fueron respondidas de manera correcta.
3. Confirmó que el participante otorgó su consentimiento de manera libre y voluntaria. Y recibió una copia del consentimiento que avala su participación.

Nombre del profesional que toma el Consentimiento _____

Firma: _____ Fecha: _____

Testigo 1: _____. Testigo 2: _____

Datos de Contacto:

Dra. _____ (Investigador principal) Celular

Escuela de Odontología Universidad del Valle: Teléfono 5581941

Comité de Ética Humana Universidad del Valle: e-mail: eticasalud@correounivalle.edu.co

Puede contactarnos al 5185677 para atender cualquier duda o pregunta.

Autorización segundos usos:

Conocido el objetivo de la investigación y el beneficio que generará, autorizo que la información obtenida al finalizar este proyecto sea consultada en esta y en investigaciones posteriores, bajo las condiciones de confidencialidad mencionadas anteriormente previo estudio y aval del Comité de Ética – CIREH – de la Facultad de Salud.

Firma: _____ Fecha: _____

ANEXO 2



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

PROTOCOLO PARA TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFICACIA DEL LÁSER DE BAJA FRECUENCIA SOBRE EL DOLOR POSOPERATORIO DESPUÉS DE LA ENDODONCIA EN DIENTES UNIRRADICULARES CON PERIODONTITIS APICAL: UN ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO”

Para la realización del tratamiento endodóntico contemplado en el presente estudio piloto, se empleará anestesia local con articaína al 4% con epinefrina 1:100,000, administrada mediante técnica infiltrativa según el sector o diente a tratar, pudiendo complementarse con técnicas suplementarias si fuese necesario. A continuación, se llevará a cabo la apertura cameral con fresa diamantada redonda montada en pieza de alta velocidad, adoptando una forma ovalada o modificada en función de la pérdida estructural dental. Se procederá a la localización del conducto radicular mediante el uso de explorador endodóntico. Posteriormente, se realizará el aislamiento absoluto con dique de goma, utilizando arco de Young, perforadora, porta grapas y la grapa que mejor se adapte a la anatomía del diente a tratar. Una vez aislado el campo operatorio, se irrigará con hipoclorito de sodio al 5.25%. Se llevará a cabo la permeabilización del conducto con una lima manual preserie #10 para asegurar la patencia apical y descartar la presencia de obstrucciones tisulares en la región del foramen. La longitud de trabajo será determinada de forma tentativa mediante localizador apical electrónico, para luego corroborarse radiográficamente con una lima #10 o #15. Confirmada la longitud de trabajo, se irrigará nuevamente con hipoclorito al 5.25% y se procederá al preensanchamiento con la lima rotatoria SV del sistema MG3 Blue (D Perfect 20/.10), a 500 rpm y torque de 3.0 Ncm, realizando tres movimientos de avance y retroceso, enfocados en la preparación de los dos tercios coroneales o primeros 4 mm del conducto, con el objetivo de eliminar el hombro dentinal que pudiera dificultar el acceso directo. Posteriormente, se irrigará de manera profusa con hipoclorito al 5.25%, utilizando jeringa de 5 ml con aguja Monoject de salida lateral, ejecutando movimientos de entrada y salida. Esta irrigación se realizará sistemáticamente después de cada instrumento. Tras esta fase, se introducirá la lima PX 15/.03 a 300 rpm y torque de 1.5 Ncm, repitiendo tres movimientos de avance y retroceso hasta alcanzar la longitud de trabajo, sin ejercer presión. A continuación, se irrigará nuevamente y se utilizará la lima G1 20/.04 (300 rpm, torque 2.0 Ncm), siguiendo la misma técnica. Se continuará con las limas G2 25/.04 y 25/.06, hasta alcanzar longitud de trabajo, repitiendo irrigación tras cada uso. Una vez finalizada la instrumentación, se realizará la conometría con el cono apical principal (CAP), el cual deberá alcanzar longitud de trabajo y presentar tug-back. Posteriormente, se llevará a cabo la irrigación final: irrigación profusa con hipoclorito al 5.25% activado durante 30 segundos, seguida de inactivación con solución salina; luego irrigación con EDTA al 17% durante 1 minuto, también activado durante 30 segundos, finalizando con nueva inactivación con solución salina. Secado del conducto con puntas de papel del mismo calibre del CAP. La obturación se realizará con cemento AH-Plus, transportado al conducto por medio del cono

principal. Se aplicará técnica de condensación lateral con espaciador A30 o A-#20, desplazando los conos de distal a mesial, acortando 1 mm respecto a la longitud de trabajo. En cada espacio generado, se insertará un cono accesorio hasta 1 mm antes de la longitud. Completada la condensación, se tomará una radiografía de control ("ramillete") para verificar la obturación total. Se cortarán los conos por debajo o a ras de la unión amelo-cementaria, y se efectuará condensación vertical con condensadores #2 o #3. Finalmente, se tomará una radiografía final, se colocará teflón y sellado provisional con cemento temporal.

ANEXO 3



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE ODONTOLÓGIA**

PROTOCOLO PARA LA APLICACIÓN DE LÁSER

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFICACIA DEL LÁSER DE BAJA FRECUENCIA SOBRE EL DOLOR POSOPERATORIO DESPUÉS DE LA ENDODONCIA EN DIENTES UNIRRADICULARES CON PERIODONTITIS APICAL: UN ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO CONTROLADO”

Una vez finalizado el tratamiento endodóntico y realizada la obturación del conducto radicular, se procederá a la aplicación del láser terapéutico como parte del protocolo de fotobiomodulación. Previamente a la exposición, se realizará el cambio obligatorio de gafas de protección ocular tanto para el operador como para el paciente, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del dispositivo (WISER 3 Diode Laser).

El láser utilizado será de diodo, modelo WISER 3, con una longitud de onda de 808 nm, ajustado a una potencia de 0.1 W en modo CW (continuous wave). La aplicación se efectuará en tejidos blandos adyacentes al diente tratado, manteniendo una distancia de 1 a 3 cm entre la punta activa del láser y el sitio objetivo, utilizando puntas metálicas de contacto tipo Biotip. El procedimiento constará de ciclos de 60 segundos de exposición (30 en la región vestibular y 30 en la región palatina/lingual), durante los cuales se activará el láser, el cual emite un sonido característico al iniciar su funcionamiento.

Durante la aplicación, el haz será dirigido cuidadosamente hacia la zona periapical vestibular externa, sin contacto directo con la encía, para favorecer los efectos analgésicos, antiinflamatorios y bioestimulantes que caracterizan la terapia de fotobiomodulación. Esta intervención está diseñada para potenciar el proceso de reparación tisular y reducir la sintomatología postoperatoria.

En el grupo control, se replicarán todos los pasos de la aplicación con el fin de mantener la condición de cegamiento clínico; sin embargo, la punta del láser será dirigida hacia una dirección distinta del área de tratamiento, y se cubrirá con una goma protectora opaca, impidiendo la emisión efectiva del haz láser sobre el paciente, con el fin de simular la intervención sin inducir ningún efecto terapéutico. En ambos grupos, el dispositivo se activará igualmente para mantener la apariencia sonora del procedimiento.

Este protocolo garantiza la estandarización de la intervención láser como terapia de fotobiomodulación, cumpliendo con las condiciones de bioseguridad, reproducibilidad y control necesarias para su inclusión en un diseño experimental con fines clínicos.

ANEXO 4.



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

INSTRUMENTO DE VALORACIÓN

SEGUIMIENTO DEL DOLOR POSOPERATORIO

Nombre del Paciente _____

Edad: _____

Fecha: _____

Por favor, marque sus niveles de dolor y el estado de ingesta de analgésicos después de la primera cita de endodoncia teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

8 horas después del tratamiento:

¿Tomó algún analgésico?

Si ☐ No ☐ Dosis y hora exacta: _____

24 horas después del tratamiento:

¿Tomó algún analgésico?

Si ☐ No ☐ Dosis y hora exacta: _____

48 horas después del tratamiento:

¿Tomó algún analgésico?

Si ☐ No ☐ Dosis y hora exacta: _____

72 horas después del tratamiento:

¿Tomó algún analgésico?

Si ☐ No ☐ Dosis y hora exacta: _____

EVA

Sin dolor = 0 puntos Máximo dolor o dolor insoportable

7 días después del tratamiento:

¿Tomó algún analgésico?

Si ☐ No ☐ Dosis y hora exacta: _____

EVA

Sin dolor = 0 puntos Máximo dolor o dolor insoportable