

Efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos orales posterior a un
procedimiento quirúrgico. Revisión sistemática de la literatura 2015-2023

Eneida Pierina Zambrano

Israel Burgos Galván

Jhon Sebastian Orejuela Moreno

Universidad antonio nariño

Facultad de odontología

San José de Cúcuta, norte de Santander

2023

Efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos orales posterior a un
procedimiento quirúrgico. Revisión sistemática de la literatura 2015-2023

Eneida Pierina Zambrano

Israel Burgos Galván

Jhon Sebastian Orejuela Moreno

Asesor científico

Martha Liliana Araque

Odontólogo- periodoncista

Asesor metodológico

Blanca Lynne Suárez Gélvez

Odontólogo Msc. Ciencias Básicas Medicas

Universidad antonio nariño

Facultad de odontología

San José de Cúcuta, norte de Santander

2023

Dedicatoria

En primer lugar a Dios, por ser mi guía en este largo camino, ayudarme y demostrarme que de su mano todo es posible; a mi abuelo, que desde el cielo es esa luz que me da fuerzas para continuar; a mi mamá, que sin ella nada hubiese sido posible, por su apoyo, su esfuerzo diario y por enseñarme cada día a dar lo mejor de mí; y a cada una de las personas que ha hecho especial este camino y que ha estado para apoyarme y hacer realidad esta meta.

Eneida Pierina Borjas Zambrano

Inicialmente a Dios por permitirme ser parte de esta experiencia nueva e interesante en mi vida, gracias a mi familia por la confianza, el apoyarme en cada decisión y permitirme cumplir con el desarrollo de esta tesis

Jhon Sebastian Orejuela Moreno

Primero que todo a Dios, quien me lleno de mucha sabiduría y fuerza para culminar este trabajo de grado, a mis padres que siempre me dieron su apoyo y amor incondicional y sin dejar de lado a mi esposa e hija que brindaron su amor y apoyo emocional.

Israel Burgos Galván

Agradecimientos

Agradecemos en primer lugar, a Dios, quien nos llenó de mucha sabiduría, fuerza y perseverancia para culminar con este trabajo de grado, a nuestra familia por el amor y apoyo incondicional que siempre nos brindaron a lo largo de este camino.

A nuestra asesora metodológica, la Doctora Blanca Lynne Suárez por aportar tanto apoyo y su conocimiento para la realización de este trabajo y a nuestra asesora científica, la Doctora Martha Liliana Araque Sánchez por la paciencia, el apoyo, la dedicación, por brindarnos sus conocimientos y orientarnos siempre de la mejor manera para poder lograr culminar con este trabajo de grado.

Eneida Pierina Borjas Zambrano

Jhon Sebastian Orejuela Moreno

Israel Burgos Galván

Resumen

El láser es un acrónimo que significa amplificación de un haz de luz estimulada mediante la radiación de emisión, la cual es generada por un declive de energía de una especie excitada y emitida.

Objetivo: Determinar la efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico por medio de una revisión sistemática de la literatura.

Materiales y Métodos: Se seleccionaron artículos indexados de diferentes bases de datos, Pubmed, Google Académico, Scielo. En los idiomas español, inglés y portugués en rangos de tiempo del 2015 a 2023. La muestra fue seleccionada utilizando la metodología prisma dando como resultado 41 artículos.

Resultados: El láser es capaz de controlar el dolor, gracias a su efecto analgésico que reduce la necesidad de prescribir analgésicos en el postoperatorio, ayuda a la cicatrización de las heridas, el proceso de reparación celular y evita el sangrado postoperatorio. En odontología es muy amplia su aplicación; en endodoncia para la reducción de la hipersensibilidad; en cirugía oral, para el tratamiento de la mucositis oral, xerostomía, parestesia nerviosa, trauma mandibular y distracción mandibular; en ortodoncia, en el alivio de dolor; en odontopediatría, para la preparación operatoria; y en periodoncia, en el tratamiento de la gingivitis y periodontitis.

Conclusión: El láser es eficaz como tratamiento coadyuvante en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico, tiene efecto analgésico y reduce el tiempo de cicatrización de una herida.

Palabras claves: "láser", "cicatrización", "tejidos orales", "procedimiento quirúrgico".

Abstract

Laser is an acronym that stands for amplification of a beam of light stimulated by emission radiation, which is generated by a decline in energy from an excited and emitted species.

Objective: To determine the effectiveness of laser in the tissue healing process after a surgical procedure through a systematic review of the literature.

Materials and Methods: Indexed articles were selected from different databases, Pubmed, Google Scholar, Scielo. In Spanish, English and Portuguese in time ranges from 2015 to 2023. The sample was selected using the prism methodology resulting in 41 articles.

Results: The laser is able to control pain, thanks to its analgesic effect that reduces the need to prescribe analgesics in the postoperative period, helps wound healing, the cell repair process and prevents postoperative bleeding. In dentistry its application is very wide; in endodontics for the reduction of hypersensitivity; in oral surgery, for the treatment of oral mucositis, xerostomia, nervous paresthesia, mandibular trauma and mandibular distraction; in orthodontics, in pain relief; in pediatric dentistry, for operative preparation; and in periodontics, in the treatment of gingivitis and periodontitis.

Conclusion: The laser is effective as an adjuvant treatment in the healing process of tissues after a surgical procedure, has analgesic effect and reduces the healing time of a wound.

Key words: 'laser'; 'scarring'; 'oral tissues'; 'surgical procedure'.

Tabla de Contenido

Introducción	11
Planteamiento del problema	12
Formulación del problema	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos específicos	16
Marco Teórico y Referencial	17
La cicatrización	17
El dolor	19
La inflamación	20
El láser	21
Fundamentos físicos	22
Fundamentos biológicos	24
El láser en Colombia	26
Clasificación del láser	27
Mecanismos de acción del láser	31
Usos del láser en odontología	37
Usos del láser en ortodoncia	37
Usos del láser en cirugía maxilofacial	38
Usos del láser en endodoncia	39
Usos del láser en cirugía oral	41
Usos del láser en patología oral	43

Usos del láser en odontopediatría	44
Usos del láser en periodoncia	45
Usos del láser en prostodoncia	46
Efectividad del láser en el proceso de cicatrización	46
Efectividad del láser en el alivio del dolor	48
Efectividad del láser sobre tejidos orales	50
Ventajas del láser sobre tejidos orales	51
Desventajas del láser sobre tejidos orales	52
Diseño metodológico	54
Población y muestra	54
Criterios de inclusión	54
Criterios de exclusión	55
Materiales y métodos	55
Análisis estadístico	57
Resultados	58
Discusión	73
Conclusiones	80
Recomendaciones	82
Lista de referencias bibliográficas	83

Lista de tablas

Tabla 1. Principales tipos de láser usados en odontología	31
Tabla 2. Aplicaciones y efectos del láser	36
Tabla 3. Efectividad del láser sobre el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico.	59
Tabla 4. Aplicaciones del láser en odontología.	62
Tabla 5. Ventajas y desventajas del láser sobre los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico.	67
Tabla 6. Tipos de láseres, propiedades, mecanismos de acción y sus interacciones con los tejidos orales.	68

Lista de figuras

Figura 1. Procesos de absorción-emisión	23
Figura 2. Propiedades de la onda electromagnética	24
Figura 3. Láser de Erblio, de alta potencia	27
Figura 4. Diagrama de flujo	57

Introducción

La odontología siempre ha buscado nuevas alternativas de tratamiento, que puedan ayudar al paciente a mejorar su experiencia en cada visita al odontólogo ya que, de esto dependerá tanto el éxito del tratamiento como la continuidad de los mismos. Nuevas tecnologías como el láser, le ofrecen al paciente una opción de tratamiento para muchas de las patologías orales que se puedan presentar. El termino láser proviene del acrónimo de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” que significa amplificación de un haz de luz estimulada mediante la emisión de radiación. (Angeles y otros, 2021).

Así mismo, el láser es usado como alternativa terapéutica menos invasiva, poco dolorosa, efectiva, rápida, precisa y muy segura, lo que lo convierte en una opción mucho más favorable y atractiva para el paciente, debido a esto, en el mercado hay variedades de tipos laser, los cuales funcionan diferente en determinados casos y tejidos, es crucial conocer entonces, que tipo de laser debemos escoger en cada tratamiento que se vaya a realizar y de igual forma cuales son los efectos que pueden causar sobre cada tejido irradiado. Los tratamientos quirúrgicos suponen para el paciente una experiencia dolorosa, de larga y difícil recuperación; sin embargo, el láser presenta efectos que son beneficiosos y favorables en este tipo de casos, ayudando en el alivio del dolor y acortando los tiempos de recuperación del paciente.

En esta revisión sistemática de la literatura se plantea mostrar y determinar la efectividad que tiene el láser en el proceso de cicatrización de los tejidos orales posterior a una cirugía oral.

El Problema

Planteamiento del problema

En el año 1917, Albert Einstein divulga uno de sus hallazgos más relevantes sobre el proceso de emisión de radiación estimulada, lo que inicia el efecto fotoeléctrico, el cual se entiende como amplificación de luz por emisión de radiación estimulada, por sus siglas LASER. (Casadoumeeq, 2019). en el campo de la cirugía oral fue incorporado el láser de dióxido de carbono en los años 80, posteriormente, el primer laser para uso dental específicamente fue el de Nd:YAG (neodimio-itrio-aluminio-granate), se profundizó su uso en 1987 y fue aceptado por la FDA en 1990, al pasar de los años son más las especialidades en odontología que basan su diagnóstico y tratamiento terapéutico y quirúrgico en láseres. (Angeles, y otros, 2021).

Entre los tipos de laser que se encuentran es posible distinguir dos grandes grupos; el primero de alta potencia o quirúrgicos, los cuales tienen un efecto térmico debido a que pueden concentrar gran cantidad de energía en un área limitada y causa de ello su gran capacidad de corte, coagulación y vaporización; por otra parte, se encuentran los de baja potencia o terapéuticos, que por el contrario no poseen este efecto térmico y su alcance es mayor; de esta manera, se disgrega mayormente el calor produciendo efectos de bioestimulación celular, regeneración tisular, analgesia y reducen el proceso de cicatrización. (Rosales, y otros, 2018).

El uso del láser posee diversas ventajas entre las cuales se pueden enumerar el efecto positivo en la cicatrización, drenaje linfático de las zonas donde existe inflamación y dolor, ayuda en la desinfección, la capacidad de producir la hemostasia, la visualización en operatoria, reducción en los tiempos operatorios, molestias postoperatorias, mayor tasa de éxito debido a la

alta desinfección que produce, disminuye la necesidad de aplicar anestesia siendo necesaria solo uso de anestesia tópica. (Trujillo, Blanco, Llamas, Barrios, & Orozco, 2020).

Así mismo, entre las desventajas se pueden encontrar que se requiere un entrenamiento específico, alta precisión en su uso, el costo de los aparatos laser es muy elevado lo que imposibilita su adquisición, y aunado a esto es necesario distintos equipos de láser con diferentes tipos de onda dependiendo el tratamiento a realizar. Se pueden generar daños en los tejidos, necrosis del hueso alveolar y dolor. (Angeles, y otros, 2021).

El proceso de cicatrización es un proceso continuo, en el que cada fase es importante para determinar el éxito del cierre de las heridas y las alteraciones dependerán de diversos factores como la isquemia, infecciones, diabetes, deficiencia nutricional, por fármacos o radiaciones. (Altamirano, y otros, 2019)

El láser actúa sobre los tejidos de manera que acelera la microcirculación sanguínea y produce cambios en la presión hidrostática capilar con reabsorción del edema y eliminación de ácido láctico y pirúvico lo cual aumenta el ATP (adenosin trifosfato), gracias al incremento de la fosforilación oxidativa de las mitocondrias, esto traduce a que haya una posible angiogénesis, disminuyendo el proceso de inflamación, dolor y aumento de la reparación de los osteoclastos; los beneficios a nivel tisular de la aplicación del láser son cicatrizantes, analgésicos y antiinflamatorios. (Arango, Betancur, & Gomez, 2018).

En el campo de la odontología el láser ha cubierto diversas áreas, en el caso de los láseres de baja intensidad se utilizan en los cuidados postquirúrgicos, reparación rápida y menos dolorosa en aftas, xerostomías, úlceras traumáticas, alivio de dolores oro faciales, queilitis angular, lesiones herpéticas, mejora la reparación y remodelación ósea en ortodoncia y periodoncia, modula el sistema inmunológico y en las lesiones nerviosas. (Santos, y otros, 2021).

En el caso de los láseres de alta intensidad son menos usados debido a su costo elevado a diferencia de los de baja intensidad, estos suelen usarse en gingivoplastia, frenillectomía, gingivectomía, como coadyuvante en tratamientos de periodontitis y periimplantitis por ser antibacteriano, en la remoción de lesiones de mucosa oral, en preparaciones cavitarias, remoción de tejido cariado y descontaminación de superficies dentarias. (Santos, y otros, 2021)

Por lo anteriormente mencionado nace la incógnita de conocer que tan efectiva es la terapia de laser sobre los tejidos orales luego de realizar un procedimiento quirúrgico a los pacientes, sería necesario realizar esta terapia en todos los casos para así controlar el dolor, inflamación y mejorar el proceso de cicatrización en el paciente. De igual forma, es importante conocer qué tipo de laser es más efectivo para cada caso, si son todos iguales o tienen alguna diferencia que los caracterice para cada procedimiento.

Formulación del problema

El láser es una tecnología usada en medicina y odontología desde hace muchos años, ha revolucionado la forma de realizar tratamientos, su efectividad está relacionada con los tiempos operatorios, dolor y mayor comodidad para los pacientes. Así mismo, entre sus indicaciones se encuentran en procedimientos de cirugía oral y con fines restaurativos y estéticos.

En la actualidad el láser ha adquirido mayor importancia por sus ventajas como son el menor tiempo operatorio, control del sangrado, reducción de la cantidad de anestesia, en algunos casos no se requiere el uso de suturas y un factor muy importante la minimización del dolor e inflamación post-quirúrgico.

Lo anteriormente expuesto nos lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué efectividad tiene el láser en el proceso de cicatrización de los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico de acuerdo a la revisión sistemática de la literatura?

Objetivos

Objetivo General

- Determinar la efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico por medio de una revisión sistemática de la literatura.

Objetivos Específicos

- Establecer las diferentes aplicaciones del láser en odontología.
- Identificar las ventajas y desventajas del láser sobre los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico.
- Describir los diferentes tipos de láseres, propiedades, mecanismos de acción y sus interacciones con los tejidos orales.

Marco Teórico y Referencial

La cicatrización se trata de una cascada de procesos fisiológicos que tiene lugar para lograr la restitución de la integridad cutánea. En este complejo proceso están implicados varios tipos celulares que actúan de forma secuencial y superpuesta atraídos por citoquinas y se ve condicionado por el tipo de traumatismo, el tratamiento que se le dé, así como por factores intrínsecos de cada persona como la circulación sanguínea, la nutrición, la etnia, edad, modo de vida o las patologías previas, y por otra parte por factores locales como la contaminación de la zona afectada, la temperatura o la deshidratación. (Chaput y otros, 2019).

Este proceso se puede dividir en tres etapas: inflamación, proliferación y maduración. Durante la etapa de inflamación origina en primer lugar vasoconstricción de los vasos para detener el sangrado, proceso de hemostasia. Paralelamente se produce la agregación plaquetaria y la activación de la cascada de la coagulación cuyo fin es generar un trombo de fibrina, que se une a la pared de los vasos formando una malla entrecruzada que impide la salida de sangre y actúa de matriz provisional para la migración posterior de los fibroblastos. A continuación, comienza la inflamación en sí, con vasodilatación y aumento de la permeabilidad para favorecer la llegada de fibroblastos y células inmunitarias. Las primeras células que llegan al lugar de la lesión son los neutrófilos, aproximadamente a los tres días llegan los macrófagos, que pasan a ser las células principales del proceso, su función es debridar la herida y segregar las citoquinas necesarias para la cicatrización, estimulando a los fibroblastos y células epidérmicas, entre ellas el factor estimulante de colonias de granulocitos (G-CSF), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento de transformación alfa y beta (TGF- α y TGF- β), la interleucina 1 (IL-1) y el factor de crecimiento insulínico (IGF). Adicionalmente estas sustancias son quimiotácticas y angiogénicas. (Laseca y otros, 2021).

Por consiguiente, en la etapa de proliferación, el PDGF y las citoquinas segregadas por los macrófagos estimulan la migración de fibroblastos al lugar de la lesión para formar la matriz extracelular y epitelizar la herida desde los bordes. Estas células son necesarias para sintetizar el colágeno y la sustancia fundamental. Los fibroblastos cuentan con receptores de fibronectina que les permiten migrar por el coágulo e ir generando el tejido de granulación, compuesto por fibras de colágeno tipo I, II, III y la sustancia fundamental, simultáneamente el coágulo está siendo reabsorbido por los macrófagos. El TGF- β , da lugar a una matriz secundaria más estable, los fibroblastos sufren un cambio estructural y reducen la síntesis de ácido hialurónico, aumentando la de colágeno tipo I, III, V, elastina y proteoglicanos. El siguiente paso es la formación de nueva epidermis. El factor de crecimiento epidérmico (EGF), el factor de crecimiento transformante alfa (TGF- α), el factor de crecimiento fibroblástico (FGF) y el factor de crecimiento queratocítico (KGF) liberados por las células epiteliales del borde de la herida promueven la proliferación de queratinocitos desde los bordes hacia el centro. Los queratinocitos migran por el tejido de granulación maduro, camino facilitado gracias a que los macrófagos van degradando la fibrina. En este momento el aspecto de la herida cambia, los bordes adquieren una coloración rosada y la herida se queda al mismo nivel que el resto de la piel. (Laseca y otros, 2021).

Esta última fase de maduración es la más larga, pudiendo prolongarse hasta los dos años. Alrededor de la tercera semana se produce una reorganización de las fibras de colágeno, los capilares creados en la angiogénesis se necrosan y son reabsorbidos por los macrófagos, sustituyéndose por más colágeno. Las metaloproteinasas, especialmente la colagenasa tipo I, destruyen el colágeno desnaturalizado, tipo III, y los proteoglicanos. Este proceso se acompaña de un cambio de aspecto en el tejido cicatricial, disminuye su grosor y adquiere progresivamente una

apariencia homogénea con la piel sana circundante, está poco vascularizado, e inicialmente la zona presenta poco vello y sin glándulas sebáceas ni sudoríparas. (Laseca y otros, 2021).

La cicatrización de las heridas pueden darse a través de varios mecanismos en los cuales se pueden encontrar: La cicatrización de las heridas por cierre primario, por segunda intención, cierre terciario y cierre cuaternario. En el cierre primario, el cual una herida se cierra unas pocas horas tras su producción, aún siendo la manera idónea, existen contraindicaciones para este tipo de cierre, como es la posibilidad importante de que la herida se infecte; en el cierre por segunda intención, la herida cierra espontáneamente por contracción y revitalización, estas heridas tardan más en cicatrizar, lo hacen con mayor tamaño y menor calidad estética. Generalmente, es el método utilizado para heridas ya infectadas o con muchas probabilidades de infectarse, así como para que se cierren las lesiones crónicas; el cierre terciario o también llamado cierre primario diferido, es aquel en el que se inicia el tratamiento de la herida con el debridamiento de los tejidos necróticos presentes en la lesión, y continúa en control durante un periodo extenso tras el cual se procede al cierre total mediante sutura u otro mecanismo y el cierre cuaternario, el cierre se da mediante la colocación de un fragmento de piel procedente de otra zona. Cuando esa piel queda desconectada completamente de su lugar de origen, se denomina injerto. Los injertos cutáneos precisan nutrirse desde el lecho de la herida, lo hacen por difusión, mientras se desarrolla una nueva red de vasos. (Perdomo y otros, 2018).

El dolor es una experiencia sensorial o emocional desagradable, asociada a daño tisular real o potencial. Se trata en todo caso de un concepto subjetivo y existe siempre que un paciente diga que algo le duele. Es una patología prevalente en población general y que adquiere especial relevancia entre la población laboral por sus implicaciones socioeconómicas. (Herrero y otros, 2018). En el mismo sentido, según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP

por sus siglas en inglés) el dolor puede definirse como una experiencia sensorial o emocional desagradable asociada a un daño real o potencial en un tejido, o descrito en términos de dicho daño; la percepción del dolor impacta en la vida de una persona alrededor de su vida diaria, no solo en las actividades que realiza sino también en sus sentimientos, emociones, relaciones interpersonales así como en su calidad de vida. (Marta y otros, 2019).

También, el dolor ha sido definido como una experiencia angustiosa, relacionada con un daño tisular real o potencial, asociado a aspectos sensoriales, emocionales, cognitivos y sociales. (López y otros, 2018).

Por otra parte, el inicio del dolor es principalmente un mecanismo de defensa, el cual detecta y localiza los procesos que afectan las estructuras corporales, pero también es un acontecimiento subjetivo, que puede suceder debido a una lesión o patología orgánica; el dolor ha sido descrito desde dos perspectivas distintas: una que penetra o destruye los tejidos, y otra emocional que puede producir ansiedad, excitación o miedo: en la que pueden influir aspectos físicos, psicológicos y sociales. (Arco, 2015).

La inflamación es una respuesta de los organismos a diferentes agresiones endógenas o exógenas. Tanto la respuesta inmune innata como la adquirida intervienen en este proceso que tiene numerosos efectos locales y sistémicos. Según el tiempo de evolución puede ser aguda o crónica, aunque a veces los patrones convencionales no pueden detectar un suceso previo. Se caracteriza por cinco signos clínicos: rubor, calor, dolor, tumor e impotencia funcional. Estas manifestaciones cardinales son causadas por la acumulación de leucocitos, proteínas plasmáticas y derivados de la sangre hacia sitios de los tejidos extravasculares donde existe una infección o lesión, provocada o no por agentes patógenos. (González y Padrón, 2018).

La inflamación puede clasificarse según el daño, tiempo o los efectores involucrados. Las principales moléculas son las citocinas como TNF- α , IFN- γ , IL-1 β , IL-10, IL-6, TGF- β . Participan células como los neutrófilos, mastocitos, macrófagos, linfocitos T y las del endotelio vascular. Durante el proceso inflamatorio se modifican las funciones de casi todos los sistemas de órganos. En ciertos tipos de inflamación, es la respuesta adaptativa quien origina y perpetúa el proceso inflamatorio. (González y Padrón, 2018).

En el caso de los procedimientos quirúrgicos, implican siempre un traumatismo directo al organismo, porque expone moléculas que normalmente no se encuentran en el medio extracelular, a las cuales el sistema inmune puede reconocer, e iniciará una respuesta inflamatoria aguda, con la consecuente producción de proteínas mensajeras llamadas citocinas proinflamatorias. Éstas se encargan de generar cambios en el tejido conectivo y el sistema vascular, lo que origina una vasodilatación que ocasiona la salida de líquido al espacio extracelular, lo que permitirá llegar al sitio de la lesión a los leucocitos y proteínas efectoras solubles, con el fin de responder al estímulo agresor mediante mecanismos innatos y adaptativos. Una vez que el estímulo agresor ha sido controlado, la respuesta fisiológica normal llevará a la producción de mediadores antiinflamatorios que permitan realizar una adecuada reparación tisular para llevar a los tejidos lesionados por el proceso quirúrgico a su estado normal. (López y otros, 2018).

El láser

En 1960, Theodore Maiman, científico de la corporación Hughes Aircraft fue el encargado de desarrollar el primer dispositivo láser, el cual utilizaba un cristal de rubí para emitir el haz de luz de color rojo profundo, a partir de allí el láser ha sufrido numerosas modificaciones. (Briceño y otros, 2016).

El origen del término láser proviene del acrónimo de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” que significa amplificación de un haz de luz estimulada mediante la emisión de radiación. Los primeros trabajos de investigación sobre el rayo láser se llevaron a cabo por Einstein, Townes y Basov; pero fue en 1960, que Maimann desarrolló el primer sistema de emisión láser en el mundo. Posteriormente, entre 1969 y 1973, se realizaron las primeras aplicaciones terapéuticas con el láser de baja potencia con la finalidad de acelerar la cicatrización de las heridas. Cada vez su aplicación es más relevante con fines terapéuticos, la Terapia Láser de bajo nivel (LLLT por sus siglas en inglés de Low- Level Laser Therapy.) es el llamado efecto bioestimulante o biomodulador, que se encontró en numerosos estudios en los años 70 del siglo pasado. Existen diferentes especialidades odontológicas que utilizan en sus procedimientos diferentes variedades de láser, para procesos de diagnóstico o terapéutico. (Angeles y otros, 2021).

El láser posee numerosos fundamentos físicos y biológicos, lo que da a entender mejor su funcionamiento e interacción con los tejidos. Todos los procesos de absorción, emisión espontánea y emisión estimulada son necesarios para producir haces de láser, la radiación laser es generada por un declive de energía de una especie excitada y emitida por un proceso llamado amplificación de luz por emisión estimulada de radiación; gracias a este proceso de emisión estimulada los fotones son duplicados son producidos y de esa forma el láser puede presentar características de alta intensidad, dirección, monocromaticidad y coherencia. Estos sistemas principalmente se basan en poseer: un medio activo, que es un dispositivo para el bombeo de la energía, el cual puede ser un medio sólido, líquido o gaseoso; y un sistema de bombeo de energía el cual produce la energía para llevarla al medio activo y dar inicio al proceso.(Costa y otros, 2019).

Figura 1

Procesos de absorción-emisión

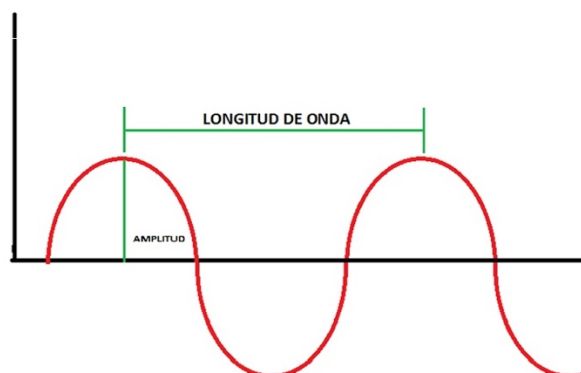


Nota la figura muestra el proceso de absorción y emisión que fueron descritos por Einstein en 1916

La luz, se puede definir a partir de dos propiedades: la amplitud que se puede entender como el tamaño de la onda desde el pico hasta la parte inferior en sentido vertical, indicando la intensidad de la onda y la longitud de la onda la cual indica como la luz láser es liberada sobre el tejido y cómo reacciona este; la amplificación, es el proceso que sucede en el interior del láser y determina como se produce esta luz, el centro del láser es llamado cavidad laser y sus componentes son el medio activo, el mecanismo de bombeo y el resonador óptico; la emisión estimulada, el proceso por el cual los haces de luz láser son producidos dentro de la cavidad láser. El espectro electromagnético en odontología maneja ondas no ionizantes, con longitudes de onda entre $0,5 \mu$ (500 nm) hasta $10,6 \mu$ (10600 nm). Estas están ubicadas en la luz infrarroja, en una porción denominada radiación térmica ($0,7-10,6 \mu$). Por otra parte, las longitudes de onda ubicadas en el rango ultravioleta (menor de 500 nm) presentan efecto ionizante, produciendo secuelas mutagénicas en el DNA celular, razón por la cual poco se utilizan en odontología directamente sobre tejidos con fines terapéuticos. (Briceño y otros, 2016).

Figura 2

Propiedades de la onda electromagnética



Nota la figura muestra las propiedades de una onda electromagnética, entre las cuales se pueden observar la longitud de onda y la amplitud Fuente: (Briceño y otros, 2016).

En el mismo orden de ideas, los fundamentos biológicos del láser son aquellos que describen como reacciona el tejido a esta luz, Los láseres que se utilizan en odontología se pueden dividir según la longitud de onda a la cual pertenece el láser Rojo e Infrarrojo. Al grupo de láseres Rojos o visibles (350-750 nm), pertenecen los de argón (488-514 nm) y KTP (potasio titanil fosfato de 532 nm), estos láseres son vistos en el campo odontológico en diversas aplicaciones como 635 nm para detección de caries. Existen otros láseres dentales que pertenecen a la porción cercana, media o lejana del espectro infrarrojo. Estos no son visibles al ojo humano, por lo que usan haces de luces visibles como apuntadores. (Briceño y otros, 2016).

Es oportuno entender en primer lugar cuales son los efectos en el momento que el láser interactúa, esto va a depender de la temperatura que vaya alcanzar el tejido. Se deben distinguir dos grandes grupos de láser: los duros y los blandos. Los láseres blandos no producen aumento de temperatura y producen efectos directos sobre cicatrización y regeneración celular, denominados efectos bioestimuladores. La energía es absorbida donde la concentración de fluidos es mayor; por

lo tanto, habrá una mayor absorción en los tejidos inflamados y edematosos, estimulando las numerosas reacciones biológicas relacionadas con el proceso de reparación de las heridas. Por el contrario, Los láseres duros, producen un efecto térmico sobre los tejidos, lo cual se traduce en cortes muy precisos, vaporización y coagulación de vasos de pequeño calibre. Estos actúan convirtiendo la energía lumínica en energía térmica en su seno calentándolo y produciendo lesiones que dependerán de la temperatura alcanzada. (Briceño y otros, 2016).

El efecto terapéutico del láser se alcanza cuando este es absorbido por los tejidos. La primera ley de la fotoquímica dice que la luz debe absorberse para que genere un cambio en el tejido y la segunda ley describe que no todas las longitudes de onda producen los mismos efectos sobre los tejidos; siendo los principales: efectos fototérmicos, fotoquímicos y fotoacústicos. El efecto fototérmico, habla del aumento de la temperatura inducida por el láser, va a depender de la temperatura alcanzada para el efecto que se va a producir en el tejido siendo las principales interacciones: la incisión/escisión de tejidos, ablación/vaporización y hemostasia/coagulación; el efecto fotoquímico, el cual estimula reacciones químicas que se dan por la presencia de una partícula fotosensible al láser y el efecto fotoacústico, el cual produce una onda de choque vibratorio que puede ser utilizada en el caso de retiro de caries dental. (Briceño y otros, 2016).

Es preciso tener en cuenta las propiedades ópticas de los tejidos orales, entre las que podemos encontrar la absorción y la penetración. En el caso de la absorción, el nivel de absorción va a depender de la longitud de onda que se utilice, así, para los láseres cerca al espectro infrarrojo, la afinidad se encontrará en elementos pigmentados (cromóforos) como la hemoglobina y la melanina y para el grupo de los infrarrojos su afinidad está relacionada con el agua en los tejidos. Por otra parte, el término de penetración se encuentra relacionado con la capacidad que tiene cada longitud de onda de penetrar sobre cada tejido de forma diferente, el cual debe tenerse en cuenta

para evitar efectos colaterales y por último se propone un concepto de longitud de extinción a la propiedad producto de la combinación de la absorción y la penetración, fundamentada en que el grosor de una sustancia absorbe el 98% de la energía laser, entonces a mayor longitud de extinción, menor absorción y mayor penetración, y viceversa. (Briceño y otros, 2016).

El láser en Colombia

En Colombia se viene comercializando el láser de Er, Cr: YSGG (2780 nm). Este es un láser de alta potencia, no ionizante, que emite en modo pulsado y su longitud de onda es 2780 nm, además, se sitúa en la zona de radiación infrarroja del espectro electromagnético. Su medio activo está conformado por el granatio (Garnet, G), Itrio (Yttrium, Y), Escandio (Scandium, S) y Galio (Gallium, G) contaminado con Erblio (Erbium, Er) y Cromo (Chromium, Cr). Este equipo viene provisto de un aerosol de agua y aire, que, al combinarse con el haz de luz láser, refrigera la zona de incidencia del haz, lo que minimiza los efectos térmicos colaterales y potencia su mecanismo de acción. Por su alta absorción en agua e hidroxiapatita ha demostrado excelentes resultados cuando es utilizado en procedimientos quirúrgicos sobre tejido óseo y tejidos blandos de la cavidad oral, remoción de caries en esmalte y dentina, remoción de restauraciones antiguas entre otras aplicaciones que corresponden a sus indicaciones más comunes. (Trujillo y otros, 2020).

Figura 3

Laser de Erblio, de alta potencia.



Nota La figura muestra el equipo laser de Erblio comercializado actualmente en Colombia. Fuente: (ADSS, 2021).

Clasificación del Láser

Actualmente, se pueden clasificar los láseres de uso médico y odontológico en dos grandes grupos según su potencia y capacidad de interacción con los tejidos, encontrando así los de baja potencia ($<0,25$ W), mediana potencia (0,25 - 0,5 W) y alta potencia ($> 0,5$ W). Mayormente usados y más conocidos los de baja potencia y alta potencia. (Gordillo y López, 2018). (Visbal y otros, 2021).

Los láseres de alta potencia entre los que se encuentran los de CO₂, Argón, Nd-YAG, Ho-YAG, Er: YAG y Diodo, son aquellos que están indicados en el campo quirúrgico, los cuales van a producir efectos físicos y térmicos visibles sobre el tejido que es irradiado y generalmente son usados para sustituir el bisturí frío y el instrumental rotatorio convencional. (Gordillo y López, 2018).

Son llamados también láseres duros o quirúrgicos, debido a que generan calor durante su uso en la superficie sobre la que es irradiado, por esa razón también es llamado laser térmico, presentando efectos térmicos y fotoquímicos, produciendo deshidratación, coagulación, carbonización y vaporización, clínicamente traducido a un corte preciso y hemostasia. (Moradas, 2016)

Además, los láseres de alta potencia son usados para remoción, corte y coagulación de tejidos, ya que tiene ventajas como la hemostasia, ausencia de contacto mecánico, su capacidad regenerativa, disminuye el contagio de células bacterianas en el lugar de su aplicación, mínimo sangrado de los tejidos, cicatrización rápida y baja tasa de infección post operatoria. Estos no sólo trabajan con 500mW, sino también aquellos llamados láseres quirúrgicos trabajan a partir de los 810nm siendo absorbidos por tejidos pigmentados que contienen melanina, hemoglobina y colágeno. (Santos, y otros, 2021).

En el campo de la odontología actual, con el uso del láser de alta intensidad y su aplicación en los diferentes procedimientos quirúrgicos, se ha logrado controlar factores como el tiempo de intervención y el curso postoperatorio, por medio de esta terapia láser la cual se caracteriza por ser menos invasiva, poco dolorosa, es efectiva, rápida, precisa y segura desde el punto de vista biológico, lo que lo convierte en una alternativa de tratamiento que genera efectos más favorables y mayor interés por parte de los pacientes. (Pulido y otros, 2015).

Por otra parte, se han reportado casos en las que se usa el láser de alta intensidad en terapia fotodinámica antimicrobiana la cual consiste en la aplicación de agentes fotosensibles que cuando interactúan con la radiación del láser liberan especies reactivas de oxígeno y radicales libres los cuales dañan la membrana celular bacteriana y destruye el microorganismo, siendo objetivo

primordial en los tratamientos de infecciones dentales la reducción de los microorganismos. (Rodríguez y otros, 2016).

El láser de Er: YAG fue aceptado en 1997 para su uso clínico, el cual permite remover tejidos cariados, preparar cavidades y grabar esmalte, lo que dió paso a un tratamiento más ergonómico, conservador y preventivo; así como la ausencia del ruido del instrumental rotatorio durante los tratamientos. Otro laser de alta intensidad como lo es el de CO₂, descubierto en 1964 presenta una longitud de onda bastante larga y un alto poder de corte en los tejidos blandos ya que su energía es completamente absorbida por ellos, es el láser de referencia en cirugías de cabeza y cuello, ya que permite esterilizar, coagular y reducir el daño a los tejidos adyacentes. (Moradas, 2016)

La base de la terapia con láser de baja intensidad es que su actividad no se basa en efectos térmicos, sino en la interacción entre las ondas electromagnéticas de la radiación de este tipo de láser con las células que irradia, esta terapia ha sido descrita como un procedimiento físico que lo que busca es estimular la regeneración de los tejidos y aliviar el dolor. (Nápoles y otros, 2021).

Por otro lado, entre los láseres de baja potencia entre ellos el láser de diodo semiconductor ArGa, He-Ne y AsAl, son aquellos que se utilizan sobre los tejidos blandos y no van a producir aumento de temperatura, presentan efectos de Bioestimulación mejorando así la cicatrización, el efecto analgésico y antiinflamatorio y su uso se reporta como coadyuvante en tratamientos convencionales. El láser de diodo es un láser en estado sólido que combina el aluminio, galio y arsénico para así transformar la energía eléctrica en energía lumínica, dentro del campo odontológico se usa una longitud de onda que va de 800nm y 980nm, caracterizándolo como un láser de uso terapéutico. (Gordillo y López, 2018).

Es también conocido como laser frío, ya que no genera calor durante su uso, incluye todos los tipos de láseres cuya misión es inferior a los 50 mW, numerosos estudios demuestran que actúa sobre los citocromos de las mitocondrias y como catalizados de las reacciones químicas, produciendo adenosín trifosfato (ATP), así mismo este tipo de láser cambia los potenciales de oxido reducción ocasionando la estabilidad de las membranas lipídicas, y por consiguiente la estabilidad de las membranas de las células nerviosas, evitando la transmisión de los estímulos inflamatorios. (Moradas, 2016).

La aplicación de los láseres de baja intensidad se ha reportado en procesos de reparación tisular, en traumatismos articulares, musculares, nerviosos, óseos y cutáneos, ya que presentan activación en la microcirculación, producción de nuevos capilares, actuando como un modulador de la actividad celular. Los efectos del láser pueden ser divididos en largo plazo y corto plazo, siendo las respuestas a corto plazo aquellas donde el efecto puede ser observado pocos segundos o minutos después de la radiación los cuales envuelven aquellos efectos analgésicos, en cambio los efectos a largo plazo son aquellos que ocurren a los días o semanas luego de la exposición a la radiación y envuelven la biosíntesis celular sobre todo en la fase proliferativa de la inflamación. (Santos, y otros, 2021).

Adicionalmente, el uso del láser ha demostrado reducir la cantidad de aerosoles y salpicaduras que se pueden producir durante los procedimientos odontológicos, producto del uso de micromotores, el ultrasonido, las piezas de baja y alta potencia y otros instrumentos odontológicos. (Visbal y otros, 2021).

Gracias a la producción de ATP, tiene lugar la aceleración de ciertos procesos como: la cicatrización de las heridas, estimulación de la angiogénesis, aumento de la producción de colágeno por medio de los fibroblastos, dilatación de las arteriolas favoreciendo el flujo sanguíneo,

a nivel linfático permite drenar los restos del edema aceleración de la producción de hueso por parte de los osteoblastos, la aceleración y aumento de la mitosis celular. (Moradas, 2016).

Tabla 1

Principales tipos de láser usados en odontología

Tipo de laser	Longitud de onda (nm)	Forma de onda
Dióxido de carbono	10600	Continuo superpulsado
Neodimio: itrio- aluminio-granate	1064	Pulsado
Erbio, itrio-aluminio- granate	2940	Pulsado
Erbio, cromo: itrio- selenio-galio-granate	2780	Pulsado
Argón	457-502	Pulsado continuo

Nota la tabla 1 muestra los principales tipos de laser usados en odontología y sus propiedades físicas. (Briceño y otros, 2016).

Mecanismos de acción del láser

El mecanismo de acción del láser se describe a partir de su acción sobre las mitocondrias, las cuales son un componente celular encargado de la generación de energía en forma de ATP y la síntesis de óxido nítrico en los tejidos isquémicos. La terapia de láser actúa a través de las mitocondrias las cuales desplazan el óxido nítrico de la cadena respiratoria y aumentan los niveles

de ATP (adenosina trifosfato) y de especies reactivas de oxígeno (ROS). Estos cambios se dan por intermediarios del monofosfato cíclico de adenosina y de la proteína quinasa D para activar factores de transcripción AP-1 y NF-B, lo que genera cambios en la expresión génica y en la producción de mensajeros químicos que están implicados en los cambios que produce la terapia con láser. (Arango, Betancur, & Gomez, 2018).

La terapia láser acelera la microcirculación sanguínea y produce cambios en la presión hidrostática capilar, con reabsorción del edema y eliminación de los catabolitos de desecho (ácido láctico y pirúvico), lo cual lleva al aumento de los niveles de ATP por el incremento de la fosforilación oxidativa de las mitocondrias de forma que hace posible la reinervación nerviosa, la disminución del proceso inflamatorio, la reducción del dolor y el aumento de la reparación osteoclástica. (Arango, Betancur, & Gomez, 2018).

Las propiedades foto fisicoquímicas del láser se refieren a su efecto sobre las moléculas y sus orgánulos receptores, lo cual ayuda en el curso de los procesos biofísicos y por ende en la respuesta bioquímica. La radiación láser cercana a la longitud de onda roja e infrarroja cercana es absorbida por la cadena respiratoria, lo que produce una cascada de reacciones bioquímicas e intracelulares que involucran una serie de componentes celulares, especialmente de los citocromos. Los citocromos son los principales fotorreceptores pues tienen la capacidad de absorber longitudes de onda cercanas a la roja e infrarroja. Esta absorción, activa la cadena respiratoria en la mitocondria generando un estado redox y potenciando la síntesis de ATP, además las proteínas de membrana portadoras de iones como el Na^+ , K^+ , Ca^{+2} los cuales se activan, controlando el metabolismo y la proliferación celular. (Cavagnola, Chaple y Fernández, 2018)

La terapia con láser permite tratar patologías agudas y crónicas, ya que sus efectos radican en su acción vascular debido a que aumenta la circulación por vasodilatación y se produce la

activación sobre las terminaciones nerviosas, lo que consecuentemente elevara el umbral del dolor del paciente. (Nápoles y otros, 2021).

Se ha descrito que el uso del láser ha sido muy diverso en campos de la ciencia como ingeniería, ciencias básicas, comunicaciones, informática, electrónica, medicina, entre otros. Con respecto al área de la salud se usa de manera conjunta con otras terapéuticas para el tratamiento en rehabilitación, dermatología, reumatología y acupuntura; aunado a estos el campo de la odontología. El avance en el uso del láser ha permitido el tratamiento eficaz de lesiones que anteriormente no tenían tratamiento alguno. En el campo de la odontología el uso del láser trae consigo diferentes ventajas como la alta precisión, la comodidad de los pacientes producto de una menor vibración y ruido, reducción bacteriana, así como menor riesgo de traumatizar el tejido circundante, el tratamiento en odontología con láser de baja potencia ha sido considerado como analgésico, antiinflamatorio, sedante, relajante muscular y bioestimulante, así mismo, mejora y produce un incremento del trofismo celular y de la microcirculación local, además de acelerar la velocidad de cicatrización de las heridas y la reducción del edema e inflamación post-operatoria. (Maldonado y otros, 2018).

Los diferentes tipos de láser que existen tienen distintas funciones para los diferentes tejidos bucales, esto quiere decir que cada tipo de láser va a producir un efecto diferente sobre un mismo tejido oral al que sea expuesto, en algunas ocasiones un mismo procedimiento puede efectuarse con diferentes tipos de láser con la salvedad que algunos pueden presentar mejores características frente a otros en ciertos procedimientos, siendo el láser de alta potencia el más utilizado en el campo de la odontología. La terapia láser en odontología, ha sido un ayudante al operador ya que su uso ha reducido considerablemente las complicaciones durante y posterior a ciertos procedimientos odontológicos, de igual forma, el uso del láser permite un tratamiento

dental mucho más conservador, rápido y eficaz y con menos dolor postoperatorio. (Nápoles y otros, 2021).

Entre los casos del uso del láser en odontología, específicamente en el área de endodoncia se han reportado, la reducción bacteriana significativa en el tratamiento de conductos en relación a la utilización del hipoclorito de sodio, así como la eliminación del smear layer y la disminución de las fugas apicales. (Rodríguez y otros, 2019).

Por otra parte, en procedimientos como la gingivoplastia realizadas con láser de diodo, en la reevaluación postoperatoria se ha evidenciado que el paciente no ha presentado dolor, ni incomodidad a la función masticatoria, presentando ya tejido de cicatrización al poco tiempo de haber realizado el procedimiento. Al utilizar laser de alta potencia para dichos procedimientos quirúrgicos el paciente presenta menos dolor postoperatorio y en otros casos casi nulo, también el sangrado es poco y el tiempo de cicatrización es corto en comparación con las técnicas convencionales. (Lara y otros, 2020).

El láser quirúrgico en tejidos orales blandos muestran grandes ventajas comparados con el uso de bisturí frío o electro bisturí, como la mínima necesidad de anestesia, la cicatrización por segunda intención, la analgesia, el efecto bactericida, la coagulación inmediata y el confort postoperatorio. En el reporte de un caso de frenectomía lingual, se usó laser ILASE, utilizándose anestesia infiltrativa se realiza el corte en las fibras del frenillo, una vez terminado el procedimiento se le indica a la paciente iniciar con sus ejercicios de fonología inmediatamente, debido a que el corte con láser genera una cicatrización mucho más rápida y así evitar la recidiva del frenillo, en el control postquirúrgico a los 10 días se verifica una cicatrización completa del tejido y liberación total de la lengua. (Mateu y otros, 2019).

Cuando se llevan a cabo los procedimientos quirúrgicos con láser, los tejidos cicatrizan como una herida abierta evitando así la necesidad de suturas o apósitos quirúrgicos, también ha sido demostrado entre sus ventajas frente al uso del bisturí una mejor incisión, hemostasia y coagulación, sin sangrado, inflamación y con tiempos de cicatrización mínimos por lo cual ha sido indicado también su uso en la segunda fase quirúrgica con implantes oseointegrados, en la cual se usa el láser como método para exponer o destapar el implante luego de que se recubre totalmente por tejido blando, en la cual el paciente reporta dolor casi nulo, poca inflamación tanto en la zona de la cirugía como en los tejidos periorales y el tiempo postquirúrgico, evolución y estado de los tejidos ha sido mucho más favorable en relación a las técnicas convencionales con bisturí. (Castro y otros, 2020).

En odontología, los tipos de laser más utilizados en cuanto a tejidos duros son el láser de Erbium-Yag y Dióxido de carbono, los cuales son usados en la remoción de caries dental, grabado de dentina, frenectomía, remoción de tejido óseo, apicectomias y otros. En el caso de tejidos blandos los más usados son el láser de diodo y Neodymium-Yag y se indican en los casos de frenectomías, gingivectomias, cauterización de tejidos, bioestimulación ósea y desinfección de conductos radiculares. (Nápoles y otros, 2021).

Tabla 2.

Aplicaciones y efectos del láser en odontología

Especialidades odontológicas	Aplicación	Efectos del laser
Endodoncia	Hipersensibilidad de dentina y pulpa	- Reduce la sensibilidad térmica - Mejora la formación de dentina y pulpa dental - Promociona la mineralización de las células de hdp
Maxilofacial	- Bifosfonatos relacionados con la osteonecrosis mandibular - Distracción mandibular - Avance mandibular - Desórdenes temporomandibulares - Trauma mandibular	- Reduce el dolor, edema, pus y las fistulas, mejora la curación - Mejora la osificación del hueso trabeculado - Mejora la formación del hueso en la región condilar - Mejora la ontogénesis - Reduce el dolor - Mejora el rango del movimiento mandibular - Mejora la curación del hueso
Patología oral	- Síndrome de la boca ardiente - Liquen plano - Mucositis oral - Xerostomía	- Reduce los síntomas, disminuye el dolor - Reduce el tamaño de la lesión, disminuye el dolor - Tan eficaz como los corticoesteroides - Reduce la incidencia, duración y severidad - Regeneración de las células epiteliales de los conductos salivales - Mejora el flujo salival y las características antimicrobianas
Cirugía oral	- Curación - Parestesia/nervio alveolar - Extracción del tercer molar	- Mejora la curación después de la gingivectomía, reduciendo la inflamación gingival - Mejora la percepción sensorial mecánica

		- Reduce el dolor, la hinchazón y mejora el trismus
Ortodoncia	- Dolor ortodóntico - Implantes de titanio - Movimiento dental	- Reduce el dolor rápido remodelado - Mejora la curación - Mejora la osteointegración - Acelera el movimiento dental - Mejora la actividad de los osteoblastos y osteoclastos - Mejora el depósito de colágeno
Pediatria	- Preparación de la cavidad - Distracción mandibular - Gingivitis	- Reduce el dolor - Rápida curación
Periodoncia	- Gingivitis crónica - Ligamento periodontal - Periodontitis	- Reduce la inflamación - Mejora la curación - Aumento de la hialinización temprana - Mejora la profundidad de la bolsa - Disminuye la inflamación
Prostodoncia	- Estomatitis protésica - Implantes	- Reducción de las colonias de levadura inflamación palatina reducida - Formación ósea más rápida - Mejora resistencia entre hueso-implante - Mejora la osteointegración

Nota. La tabla 2 muestra las distintas aplicaciones del láser en las diferentes áreas de la odontología y sus efectos (Arango, Betancur, & Gomez, 2018).

Usos del láser en odontología

Usos del láser en Ortodoncia

Se han reportado diferentes usos del láser en ortodoncia, específicamente del láser de baja intensidad, algunos de ellos como; el uso para estimular el crecimiento del condilar y el avance mandibular importante para el tratamiento de las maloclusiones clase II de Angle, en los casos de retrognatismo mandibular; así mismo, como coadyuvante en el proceso de adhesión de los

elementos metálicos a los dientes. (Moradas, 2016). Así mismo, otros autores describen su uso para el tratamiento de los trastornos temporomandibulares y como coadyuvante en los movimientos ortodónticos y tratamiento del dolor.

Mediante una revisión bibliográfica realizada por Cavagnola, S. y col. (2018). Se logro analizar y determinar que la terapia laser en ortodoncia es utilizado para diferentes beneficios como la reducción del dolor y como efecto antiinflamatorio, tratamiento de trastornos temporomandibulares, regeneración ósea después de la expansión palatina y aceleración del movimiento dental ortodóntico, la evidencia reporta que la terapia laser de baja potencia acelera este movimiento ortodóntico pero no se ha determinado una ventana terapéutica que especifique la dosis y efecto celular en células individuales.

En otro estudio realizado por Lozada, J. y col. (2022). Sobre la aplicación de laser de baja potencia para el alivio del dolor en pacientes con tratamiento ortodóntico, en el cual se intervinieron de forma terapéutica a 30 pacientes que se encontraban en el inicio del tratamiento para la distalización de caninos, los cuales fueron separados en dos grupos de forma aleatoria, para el grupo de control se le indica terapia laser de baja potencia y para el grupo de control se le indicó paracetamol como tratamiento analgésico de rutina. Se obtuvo diferencias significativas en cuanto a la disminución de la intensidad del dolor, el síntoma estuvo ausente o en grado leve en el grupo de estudio luego de tres sesiones terapéuticas.

Usos del Laser en Cirugía Maxilofacial

El láser en cirugía maxilofacial ha sido usado y así lo reportan diferentes autores, en la desinfección de implantes y otras estructuras metálicas que son usadas durante las cirugías ortognáticas.

Almoharib y col. (2021), realizaron una comparación sobre la eficacia de la eliminación de biopelículas de superficies de titanio similares a implantes mediante un láser de itrio-aluminio-granate (Er:YAG) dopado con erbio, un cepillo de titanio y una cureta de fibra de carbono, reclutaron ocho sujetos de estudio. Se fabricó un aparato bucal personalizado que contenía ocho discos de titanio pulidos con chorro de arena y grabados con ácido para cada sujeto. Se pidió a los sujetos que usaran este aparato durante 72 horas para permitir el desarrollo de biopelículas. Después de la recuperación, los discos se extrajeron y se asignaron al azar a uno de los cuatro grupos de tratamiento. Los discos se tiñeron con un kit de tinción de ácido nucleico de dos componentes y la biopelícula residual se visualizó bajo microscopía de fluorescencia. La cuantificación de la biopelícula residual se realizó mediante un software de análisis de imágenes y se expresó como porcentaje del área superficial. Cincuenta y nueve discos de titanio se asignaron al azar a los cuatro grupos de tratamiento.

El área cubierta por biopelícula disminuyó significativamente en cada uno de los tres grupos de tratamiento en comparación con el control ($P < 0,008$). Las comparaciones entre los grupos de tratamiento no revelaron significación estadística. El tratamiento con láser Er:YAG es un método eficaz para reducir el biofilm bacteriano en los discos de titanio. Sin embargo, en una superficie de titanio sin rosca, el láser Er:YAG no muestra una eficacia significativamente mayor en la eliminación de biopelículas que los cepillos de titanio o las curetas de fibra de carbono de uso común.

Usos del Laser en Endodoncia

El uso del láser ha sido significativo durante los tratamientos de endodoncia ya que ha sido clave para el éxito de estos tratamientos, principalmente en el efecto bactericida dentro de los

conductos radiculares, lo cual da un mejor resultado en cuanto a la desinfección y disminuye el uso de soluciones desinfectantes que pueden llegar a ser irritantes para el tejido dental y el tejido blando, en otros casos también ha sido usado para disminuir la sintomatología de dolor en urgencias endodónticas.

En un estudio realizado por Betancourt, P. y col.(2021). Se enfocó en los avances en la desinfección endodóntica, donde la irrigación activada por láser ha sido propuesta como un método coadyuvante en la preparación químico-mecánica convencional, para poder mejorar la limpieza y desinfección del canal radicular; determinando que los más indicados y con mejor efecto irrigante son el infrarrojo medio (Er, Cr: YSGG 2780nm - Er: YAG 2940nm) debido a su afinidad por el agua. Así mismo, se evalúa la interacción entre el hipoclorito de sodio y el láser Er,Cr:YSGG, en el cual por medio de un estudio experimental se determinó que dicha interacción entre la energía láser con bajas concentraciones de hipoclorito de sodio mejora su acción antibacteriana y la limpieza al interior del canal radicular.

Por otra parte, Hernández y col. (2020), desarrollaron una investigación con el objetivo de describir el uso de la terapia láser de baja potencia en el tratamiento de urgencias por periodontitis apical post tratamiento endodóntico durante el 2018, la población estuvo constituida por 86 pacientes trabajándose con la totalidad. En la investigación utilizaron un equipo de fabricación cubana LASERMED 670 DL destinado a la terapia láser de baja potencia que utiliza como medio emisor un diodo de arseniuro de galio y aluminio con una potencia máxima de 45 MW. Utilizaron para el diagnóstico de la enfermedad los síntomas referidos por el paciente, así como las características clínicas encontradas. Los datos recogidos fueron almacenados en una base de datos. Teniendo en cuenta la distribución de los pacientes según edad y sexo de la muestra

estudiada, predominó el sexo femenino con 53,5 % y el grupo de edades de 20 a 24 años; observaron predominio de alivio y remisión del dolor a partir de la tercera sesión de tratamiento.

El tratamiento con láser de baja potencia es de gran aceptación para muchos pacientes y odontólogos por considerarse un método sencillo, poco incómodo, no invasivo, indoloro, no cancerígeno ni ionizante. Dentro de los láseres más usados se encuentran: dióxido de carbono (CO₂), helio neón (He-Ne), neodimio-itrionaluminio-garnet (Nd-Yag) y rubí. Los resultados encontrados permiten inferir la efectividad de la terapia láser como analgésico y antiinflamatorio, coincidiendo con otros estudios que demuestran el carácter analgésico y antiinflamatorio de esta terapia y el rol importante en el tratamiento de las enfermedades bucales.

Usos del Laser en Cirugía Oral

En el campo de la cirugía, toma importancia científica el uso del láser de CO₂ el cual se ha utilizado por décadas en los casos de cirugías mayores, gracias a su precisión de corte y coagulación, entre otras ventajas se ha descrito que los tejidos circundantes a la zona donde se utiliza no sufren ningún daño por lo cual no genera complicaciones intra ni postoperatorias, aunado a esto que la cicatriz que se forma es mucho más pequeña en comparación a las técnicas convencionales, por el hecho de que se hace innecesario el uso de suturas, otros usos que al momento han sido poco estudiados son la regeneración de defectos óseos, integración de biomateriales. (Moradas, 2016).

De la Torre y Alfaro (2016), presentaron un caso clínico sobre una paciente de sexo femenino de 30 años de edad sin ningún antecedente médico de importancia, con motivo de consulta “perdí la sensación en la lengua luego de la extracción de una muela del juicio”, procedimiento realizado en un consultorio particular, tiempo de evolución 2 semanas. Se empleó

la terapia láser de baja potencia usando un equipo de láser de diodo marca DMC Therapy XT cuyos parámetros de irradiación comprendían en longitud de onda 660nm, potencia 100mW, densidad de energía 3Joules/cm², tiempo 30sg por punto, tipo de contacto perpendicular, emisión continua y número de 10 aplicaciones siguiendo el trayecto de la inervación del nervio lingual con una distancia entre punto de aplicación de 1cm.

El resultado de la primera evaluación determinó en una escala analógica visual (VAS) inicial de grado “0” seguido de esto se realizó la primera sesión de terapia láser de baja potencia (TLBP) usando luz infrarroja a 3 joules/ cm². A las primeras 72 horas correspondientes a la segunda sesión, la paciente refirió una sensación de hormigueo en la zona afectada, los cambios presentados de la segunda a quinta sesión fueron sustanciales con mejora progresiva de la sensibilidad que reflejaban un mayor grado de confort evidenciado en cada sesión.

El resultado de la segunda evaluación correspondiente a la quinta sesión determinó una escala analógica visual grado 7 a 8, según referencia de la paciente. Para la décima sesión, la recuperación era completa con una escala analógica visual grado 10 en los distintos sectores de la lengua.

En un estudio realizado por Correa, P. y Arias, S. (2016). Sobre la resección de fibroma en mucosa oral, describe la forma de realizar la resección de un fibroma por técnica de estrangulamiento y en el cual también da opciones de tratamiento y técnicas alternativas beneficiosas y muy utilizadas como la resección con bisturí frío, bisturí eléctrico, laser de erbio, laser de neodimio y laser de diodo, así como el uso del láser de dióxido de carbono en la terapia de lesiones gingivales por las características propias de la lesión y por la facilidad de uso del láser.

Usos del Laser en Patología Oral

El uso del láser en patología oral ha sido reportado por diferentes autores, desde la resolución del dolor en diferentes alteraciones que se desarrollan en el sistema estomatognático así como la reducción de la incidencia y eliminación de patologías que suelen instaurarse en boca como efecto secundario de una patología principal.

Díaz y col. (2018), realizaron un estudio sobre la efectividad del láser en alteraciones con dolor orofacial, se incluyeron treinta pacientes. Los criterios de inclusión fueron: dolor crónico, fracaso de tratamientos previos estándar o farmacológicos y sin uso de fármacos controlados. Los pacientes fueron clasificados en cuatro grupos de acuerdo al padecimiento: a) trauma facial, b) neuralgia trigeminal, c) parálisis facial y d) trastornos temporomandibulares.

Para la terapia láser se utilizó el dispositivo Lasertech, modelo KVT-106 UP con longitud de onda de 904 nm y cinco modos de frecuencias de emisión (500, 1000, 2000, 3000 y 4000Hz). Los cuatro grupos fueron atendidos con el mismo protocolo, que consistió en una aplicación cada quince días directamente en la piel en los puntos con dolor, con duración de diez minutos por cada cita. Se emplearon diferentes frecuencias y dosis acumuladas. No se aplicó ningún tratamiento adicional. Este protocolo se aplicó para todas las alteraciones, pero se interrumpió cuando el dolor desapareció.

En los resultados todos los pacientes refirieron efectividad analgésica de la terapia láser y reportaron disminución en la intensidad del dolor después del primer mes. Los trastornos temporomandibulares y el traumatismo facial se reportaron sin dolor desde el quinto mes mientras que la neuralgia trigeminal y la parálisis facial reportaron dolor al sexto mes, sin embargo, la intensidad del dolor era menor a la basal. El dolor se eliminó en el 80% de los casos, proponen realizar estudios del efecto terapéutico del láser diódico en muestras más grandes y con diversos

padecimientos como una terapia alternativa para los padecimientos dolorosos que no responden a tratamientos convencionales.

Legouté y col. (2019), realizaron un estudio en pacientes con cáncer de cabeza y cuello que reciben quimioterapia con el fin de evaluar si la terapia laser de baja intensidad podría ser una alternativa de tratamiento para reducir la incidencia y tratar la mucositis oral asociada al tratamiento de quimioterapia que reciben los pacientes con cáncer de cabeza y cuello, se trató cada paciente con terapia laser de baja intensidad durante todo el tratamiento de quimioterapia hasta la recuperación. El 95% de los pacientes mostraron una excelente tolerancia al tratamiento y así mismo se concluye que es una alternativa para el tratamiento y mejoría de la mucositis oral.

Usos del láser en Odontopediatría

El uso del láser en odontopediatría también ha reportado su indicación en diferentes casos, uno de los más importantes, la posible unión del láser con el gel de flúor con el objetivo de reforzar la superficie del esmalte, por medio de la formación de cristales interprismáticos. (Moradas, 2016). Además, el láser ha sido utilizado para el diagnóstico de caries dental en niños, la solución de signos y síntomas en patologías orales, y se han reportado casos en donde se ha utilizado para evitar y eliminar el uso de anestésicos y así hacer la experiencia odontológica del niño más cómoda y menos traumática.

En una revisión realizada por Angeles, R, y col. (2020) sobre las aplicaciones y usos del láser de baja potencia en odontopediatría se logró determinar que la terapia laser es utilizada para el diagnóstico de caries dental, en la resolución de signos y síntomas de patologías orales en niños, en terapias pulpares como coadyuvante, como tratamiento preventivo frente a los tratamientos de quimioterapia, así mismo como acción desensibilizante en los casos de hipomineralización incisiva

molar (HMI) y para la reducción de dolor en la articulación temporomandibular ATM. Concluyendo que el láser de baja potencia es una alternativa terapéutica eficaz demostrando un rápido control de inflamación, dolor y acelera procesos de reparación celular.

En un estudio realizado por Bazan, A. y col.(2019). En el cual se reporta el caso de una frenectomía con láser en un niño de 8 años, realizada con láser de diodo epic 10, en el cual sólo se utilizó anestesia tópica, luego de realizar la cirugía se observó un gran avance y se determinó que la realización con láser es una buena alternativa ya que reduce la inflamación, evita el dolor innecesaria, acelera el proceso de reparación celular, evita la necesidad de suturas y evita el sangrado, generando mayor comodidad y confianza al paciente.

Usos del láser en Periodoncia

El láser en periodoncia ha alcanzado un amplio campo de trabajo, en donde principalmente es una alternativa que subsana todos los defectos que trae consigo la técnica manual de raspaje y alisado radicular; el láser Er-Cr: YGSS elimina el cálculo dental por fotoabulación y el smear layer, lo que permite reducir la profundidad de las bolsas periodontales, el láser permite también llegar a zonas de difícil acceso, como furcas, zonas socavadas, o zonas cóncavas, así mismo, mejora la sintomatología de la inflamación en la periodontitis y acelera la regeneración de la zona. (Moradas, 2016).

En un estudio realizado por Feldman, B. (2017). Por medio de una revisión bibliográfica describe la efectividad del láser Er: YAG, en el cual la literatura señala que el uso del láser en el tratamiento de la periimplantitis produce una mejoría significativa en cuanto a la disminución del sangrado, disminución de la profundidad del sondaje, y ganancia en el nivel de inserción. Así mismo, en relación a la descontaminación de la superficie del implante, en la mayoría de artículos

reporta que se logra disminuir las bacterias adheridas a él y el tratamiento supone menor tiempo de trabajo en comparación a la terapia convencional.

El láser en periodoncia tiene la capacidad de generar la vaporización y sublimación resultando en corte y exeresis, así como ser el auxiliar en la cicatrización, promoviendo la coagulación de los tejidos, sin generar la propagación del calor. Así mismo ayuda que los tratamientos periodontales, se logren realizar en menor tiempo quirúrgico, sin sintomatología post operatoria y menor morbilidad. (Arthur, 2020).

Usos del láser en Prostodoncia

En prostodoncia su uso ha radicado principalmente en la utilización del láser para la confección de prótesis las cuales son una mejor alternativa tanto funcional como estética.

En un estudio realizado por Marcus, N. y col. (2016). El cual habla sobre la rehabilitación de rebordes severamente atróficos mediante prótesis híbridas confeccionadas con tecnología de sinterización láser cromo-cobalto; este tipo de prótesis híbridas han brindado una mejor solución tanto funcional y estética mayormente en aquellos casos con arcos totalmente atróficos, dicha tecnología de sinterizado con láser en la confección de subestructuras metálicas tienen como ventajas la disminución de errores y la facilidad de confeccionar de forma rápida diseños con geometrías complejas según la necesidad de cada caso.

Efectividad del láser en el proceso de cicatrización

Diversos autores, han presentado evidencias científicas basadas en casos de pacientes a los cuales se les trato con terapia laser con el fin de mejorar el proceso de cicatrización de las

heridas que presentaban, determinando así que el uso del láser permitió una mejoría en estos pacientes y que a su vez puede ser usado como alternativa en el proceso de cicatrización.

Morales y col. (2017), presentan el caso clínico de un paciente masculino, de 52 años de edad. Fue intervenido quirúrgicamente de un quiste sebáceo, de 3 cm aproximadamente, localizado en la espalda y que se encontraba con absceso, por lo que el cirujano le indicó tratamiento antibiótico oral. La herida se dejó abierta para permitir la cicatrización por segunda intención. Transcurridos siete días el paciente acudió voluntariamente al Servicio de Laserterapia de la Clínica Estomatológica Docente para solicitar tratamiento coadyuvante para la cicatrización de la herida y mejoramiento de sus condiciones estéticas.

En el examen físico se observó una herida quirúrgica abierta, de 3,5 cm de diámetro, con escasa formación de tejido de granulación, moderada presencia de exudado, y enrojecimiento de la zona que la rodea. Se le indica terapia laser, empleando un equipo FISSER-21 clase III-B, tipo arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs). Se observó luego de la duodécima sesión de láser una evolución favorable, con notable recuperación de tejido en la zona y la lesión prácticamente cicatrizada, con los bordes enfrentados en casi su totalidad y formación de tejido cicatrizal de color pálido. Concluyendo que por sus buenos resultados, el empleo de láser de baja potencia de arseniuro de galio y aluminio es una opción terapéutica para lograr la cicatrización por segunda intención de las heridas quirúrgicas.

En el mismo sentido, Pereira y col. (2018), exponen un caso clínico sobre una paciente de 76 años, de sexo femenino, con una úlcera isquémica iatrogénica causada por el uso prolongado de un retractor en una cirugía ortopédica de prótesis total de rodilla, dicha lesión fue considerada difícil de tratar mediante el uso de métodos tradicionales, ya que se inició tratamiento después de los 55 días de evolución sin mejora con uso de oxigenoterapia hiperbárica. La lesión presentaba

en este punto del seguimiento un riesgo potencial elevado, que incluía riesgo para la viabilidad funcional del miembro afectado.

Se la sometió a una sesión de láser por semana en un total de doce sesiones de forma transdérmica, con un dispositivo que emite radiación láser de diodo 980 nm de longitud de onda, con potencia de 10 W (ANVISA 80179630001), luego de terminar las sesiones de láser se observó una aceleración significativa del proceso de cicatrización luego del inicio de las aplicaciones. Se observaron cambios en las características físicas de las heridas, con cambios rápidos en la presencia de fibrina y productos de degradación de los tejidos, al igual que la rápida sustitución de este por tejido de granulación. A pesar de ocurrir este proceso con rapidez, se dio de forma organizada.

Efectividad del láser en el alivio del dolor

La terapia laser ha sido utilizada para el tratamiento de múltiples alteraciones, porque se ha demostrado que es un método terapéutico eficaz, menos invasivo y carente de efectos secundarios que produce analgesia, acción antiinflamatoria, relajación muscular y reducción del edema, además, de ser un método que es efectivo si se utiliza solo o acompañado de algún fármaco. (Diaz y otros, 2018).

Chellappa (2020), realiza un estudio sobre 60 pacientes diagnosticados con desórdenes temporomandibulares asociados a múltiples causas, recibieron terapia laser de baja intensidad durante seis semanas consecutivas, luego fueron sometidos a un test para verificar el efecto de la terapia laser en comparación a la estimulación nerviosa transcutánea, obteniendo una alta mejoría en el rango de movimiento y alivio del dolor en todos los pacientes a los cuales se le aplicó la terapia laser de baja intensidad.

Sikora y col. (2018), realizan un estudio con el objetivo de conseguir una alternativa de tratamiento para los pacientes que padecen del síndrome de boca ardiente, se escogieron 44 pacientes al azar para ser sometidos al tratamiento con láser de baja intensidad, este se realizó con láser GaAlAs (830nm) y fue aplicado por 10 días consecutivos, en los lugares de la cavidad oral sin contacto, donde los síntomas se hacían presentes, luego fueron sometidos a una escala de valoración en la cual se obtuvo como resultado que la terapia láser es una buena alternativa para el tratamiento del síndrome de la boca ardiente y los pacientes refirieron la disminución del dolor luego de ser tratados con la terapia laser.

Por otra parte, Arias y Hernández (2022), desarrollaron un estudio que se realizó para medir la efectividad de la terapia de laser de baja potencia como adyuvante en pacientes con herpes zoster, en el cual se trabajó con 21 pacientes que padecían de este virus, se conformaron dos grupos, al primero se le administró el tratamiento habitual y al segundo grupo se les administró adicionalmente laserterapia, observando que la intensidad del dolor disminuyó progresivamente a comparación del dolor inicial y en comparación al grupo de control.

Morsy y col. (2018), realizan un estudio para medir el efecto del láser de diodo (980 nm) sobre el dolor postoperatorio y el efecto antibacterial versus el tratamiento endodóntico convencional en dientes necróticos con lesiones periapicales crónicas, se trataron 56 pacientes a los cuales se les realizó el tratamiento de endodoncia convencional y en los cuales a la mitad del grupo fueron tratados con terapia láser, obteniendo como resultado que el láser de diodo puede ser una terapia conjunta al tratamiento endodóntico convencional ya que produce una significativa mejoría en el manejo del dolor y la desinfección del conducto.

Un estudio realizado por Ozlem y col. (2018), con el objetivo de determinar y comparar la eficiencia del láser Nd:YAG, Er,Cr:YSGG y del GCA en el tratamiento de la hipersensibilidad

dentinal, fueron tomados 17 pacientes adultos teniendo así 100 dientes con hipersensibilidad dentinal, fueron divididos en grupos según el protocolo de tratamiento al cual iban a ser sometidos, las medidas fueron realizadas a los 30 minutos, 7 días, 90 días y finalmente a los 180 días de haber finalizado la terapia, obteniendo así que el láser de Er,Cr:YSGG era una alternativa potencial de tratamiento para la hipersensibilidad dentinal.

Efectividad del láser sobre tejidos orales

Con la evolución del láser, se han desarrollado diferentes tipos de laser y su interacción con los diferentes tejidos, entre ellos los presentes en cavidad oral. Con el fin de lograr determinar qué tipo de laser y cuál es la radiación que debe usarse y es más efectiva en cada tipo de tejido, ya que si no hay claridad de estos efectos, es probable que la terapia laser sea poco efectivo si no se trata con el tipo de laser que según sus propiedades físicas y biológicas es apto para un tejido en específico. Esto le ha permitido a las diferentes ramas de la odontología, poder abordar diversas aplicaciones de la terapia laser en odontología. (Briceño y otros, 2016).

Diaz del Mazo y col. (2021), realizaron un estudio para evaluar la efectividad de la terapia laser combinada con la técnica convencional en pacientes con discromías dentales, en 24 pacientes los cuales fueron escogidos al azar y separados en dos grupos de tratamiento, al grupo de estudio se le administró láser combinado con la técnica convencional y al grupo de control, sólo el tratamiento convencional, al culminar lograron determinar que ambos tratamientos fueron efectivos pero los que recibieron laser evolucionaron más rápido.

Garrido y Saavedra (2019), en un estudio con el objetivo de medir la efectividad de la radiación laser en el tratamiento de las aftas bucales, realizaron una intervención terapéutica a 80 pacientes con diagnóstico de afta bucal, administrándole a todos sesiones diarias que variaron de

uno y cinco frecuencias de radiación laser, obteniendo como resultado que el 50% de los pacientes presentó disminución del dolor entre la primera y tercera visita y desaparecieron las lesiones totalmente del quinto al sexto día.

De la Torre y Alfaro (2016), realizaron una investigación sobre la terapia laser de baja potencia en mucositis oral, donde recogen diversos autores los cuales concluyeron que es una alternativa de primera elección tanto para la prevención y el tratamiento de la mucositis oral, comprobando que la radiación laser estimula la producción de colágeno, elastina, proteoglicanos, revascularización, así como, acorta el proceso de cicatrización y promueve el efecto antiinflamatorio sin presentar efectos colaterales significativos.

Ventajas del láser sobre los tejidos orales

El láser de baja potencia presenta diversas ventajas como: la regeneración de los tejidos, el alivio del dolor, ayuda a reducir la inflamación, el edema y reduce los tiempos del proceso de cicatrización. Por otra parte, el láser de alta potencia, posee efectos térmicos y fotoquímicos, cuyas acciones son deshidratación, coagulación, carbonización y vaporización; lo cual es traducido a hemostasia y corte preciso. (Moradas, 2016).

Cada tipo de laser existente, va a presentar diferentes usos, características y consigo también diferentes ventajas; el láser de Erbium, es efectivo en la preparación de cavidades debido a que este logra cortar en mayor medida el tejido duro gracias a que la hidroxiapatita absorbe en gran medida este tipo de laser; el láser de CO₂, aumenta la resistencia del esmalte a la caries dental así como al ataque ácido, también mejora la eficiencia de los fluoruros, lo que promueve la remineralización e inhibiendo los procesos de desmineralización; el láser Er: YAG causa menos o ningún dolor durante el proceso de eliminación de caries, convirtiéndose en el tratamiento más

aceptable en pediátricos, así como, la posibilidad de reducir e incluso eliminar en algunos procedimientos la necesidad de suministrar anestesia a los pacientes. (Ángeles y otros, 2020).

Se puede encontrar que el láser tiene ventajas quirúrgicas y postquirúrgicas como: el poder de esterilizar el tejido de la herida, no se requieren suturas cuando se realiza el tratamiento, poco trauma mecánico, reducción del tiempo quirúrgico, disminución del dolor post-quirúrgico, alta aceptación del paciente, no se requiere el uso de anestésicos en la mayoría de los casos, ayuda a disminuir la ansiedad del paciente, provoca un efecto analgésico en los tejidos, disminuye el sangrado, la inflamación y la sensibilidad dental, protege los tejidos sanos ya que solo elimina los tejidos enfermos, aumenta la capacidad de adhesión en los materiales de obturación y por ende todo esto le facilita el trabajo al operador. (Lardiés, 2021).

Desventajas del láser sobre los tejidos orales

Por su parte el uso del láser presenta diversas desventajas, entre ellas que su uso amerita entrenamiento intensivo y alta precisión, además el costo de los aparatos laser es elevado, lo cual lo hace no asequible para muchos operadores, así mismo, se necesitan diferentes tipo de laser para los diferentes procedimientos ya que dependiendo las longitudes de onda se puedes realizar diferentes tratamientos en cada tejido. (Ángeles, 2021).

Además, el uso del láser es mucho más lento que la pieza de mano convencional, no es muy apto para remover materiales previamente colocados en los dientes, no corta metales por lo que es imposible su utilización en el retiro de amalgamas, las carillas, coronas y otros que requieren preparaciones rectas no pueden ser logradas con láser; debido a su alto costo, encarecen los tratamientos y es un aparato grande con movilidad restringida. (Lardiés, 2021).

A lo largo de la historia de la odontología desde el antiguo Egipto se tienen reportes de personas que ejercían esta área, pero en el avanzar de los años se ha ido mejorando tanto la comodidad del paciente y la del odontólogo, siempre teniendo presente incógnitas frente al manejo y mejoría rápida de tejidos blandos, se hace importante revisar cada vez, áreas nuevas e innovadoras como el uso del láser a nivel odontológico, como facilitar la recuperación de los pacientes y mejorar cada día lo comfortable que pueda ser un procedimiento odontológico, ya que para un paciente entre menos dolor perciba después de cualquier procedimiento, es significativo para mejorar la experiencia odontológica y también la percepción de temor al asistir al odontólogo. Desde el punto de vista del clínico es importante poder innovar día a día y conocer nuevos métodos usados en la odontología que puedan ofrecer a sus pacientes como alternativa de tratamiento o como coadyuvante en cualquier procedimiento, ya sea para reducir tiempos operatorios, postoperatorios o mejorar la atención odontológica.

Diseño Metodológico

Tipo de investigación

La presente investigación es una revisión sistemática debido a que son resúmenes claros y estructurados de la información disponible orientada a responder una pregunta clínica específica. Dado que están constituidas por múltiples artículos y fuentes de información, representan el más alto nivel de investigación dentro de la jerarquía de la evidencia. Se caracterizan por tener y describir el proceso de elaboración transparente y comprensible para recolectar, seleccionar, evaluar críticamente y resumir toda la evidencia disponible con respecto a la efectividad de un tratamiento, diagnóstico, pronóstico. (Moreno y otros, 2018).

Población y muestra

Población

La población estará determinada por 56 artículos entre los años 2015 - 2023 publicados en revistas indexadas, referentes a el uso del láser en cavidad oral y su efecto en el proceso de cicatrización de los tejidos orales.

Muestra

La muestra estará determinada por 41 artículos entre los años 2015 – 2023 publicados en revistas indexadas, referentes a el uso del láser en cavidad oral y su efecto en el proceso de cicatrización de los tejidos orales.

Criterios de inclusión

- Artículos publicados en revistas indexadas
- Artículos en un intervalo de tiempo del 2015 al 2023
- Artículos textos completos
- Artículos cuyo tema principal es el uso láser en cavidad oral

- Artículos cuyo contenido contengan efecto del láser sobre tejidos orales
- Artículos escritos en idiomas español, inglés y portugués.
- Artículos de revisión bibliográfica, experimental y revisión de casos clínicos.

Criterios de exclusión

- Artículos en disponibilidad abstract
- Monografías
- Tesis de pregrado
- Artículos que su contenido no cumplan con los criterios necesarios para llevar la investigación

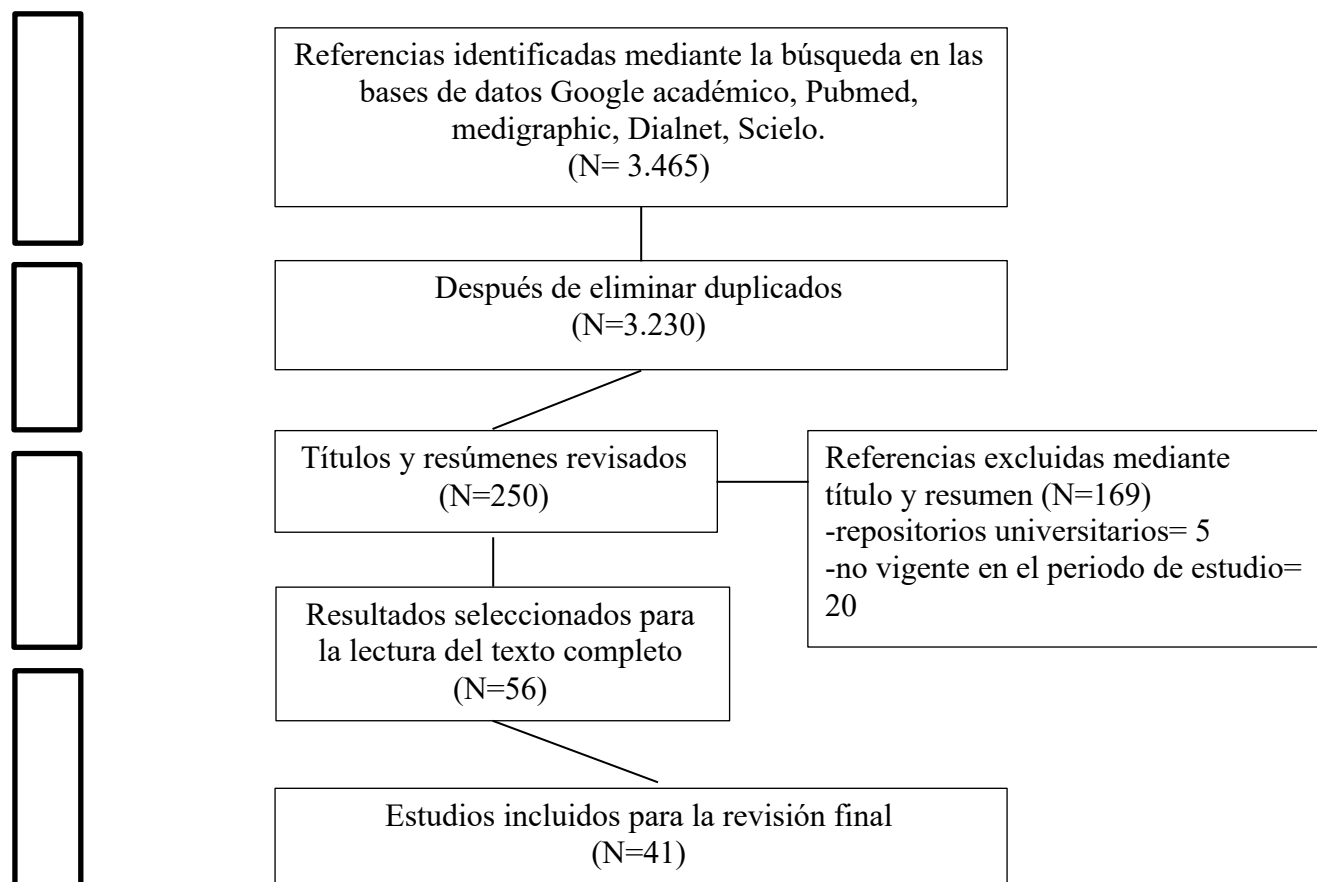
Materiales y métodos

Se realizó una revisión de la literatura con el objetivo de establecer la efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a procedimiento quirúrgico para el cual se realizó una recopilación de artículos utilizando los siguientes buscadores Google académico, Pubmed, medigraphic, Dialnet, Scielo, incluyendo artículos en español, inglés y portugués, tomando en cuenta las palabras claves "láser en odontología", "laserterapia", "cicatrización", "efectividad del láser", "terapia fotodinámica", "efectos del láser". Se tuvo en cuenta los artículos en el intervalo de tiempo desde el 2015 al 2023.

Se utilizaron en la búsqueda de artículos indexados descriptores como or, not, yes, and; se incluyeron artículos sobre el efecto del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico y todos los artículos cuya información resulto útil para esta investigación. Se excluyeron resúmenes, monografías, revistas no indexadas y tesis de grado, así como artículos fuera del intervalo de tiempo entre el 2015 y el 2023.

Para darle cumplimiento al objetivo de establecer por medio de una revisión sistemática de la literatura la efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico se utilizaron 41 artículos científicos de revistas indexadas. Del mismo modo, para lograr establecer las diferentes aplicaciones del láser sobre los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico se recurrió al uso de 21 artículos científicos de revistas indexadas, para identificar la ventajas y las desventajas del láser sobre los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico serán usados 9 artículos científicos y para poder describir los diferentes tipos de láseres, propiedades, mecanismos de acción y sus interacciones con los tejidos orales se usaron 41 artículos científicos.

Para la selección de los artículos se realizó por medio de la metodología prisma, la cual consiste en tres etapas, la primera donde los artículos son seleccionados por la relevancia del título; en la segunda etapa, donde si el título y los objetivos están en relación con la investigación se procede a leer el resumen y por último en la tercera etapa, los artículos que sean seleccionados en la etapa dos, serán leídos por completo independientemente para determinar cuáles cumplen con los criterios de inclusión. (Gómez y Suarez, 2020).

Figura 4*Diagrama de Flujo*

Nota la figura muestra el diagrama de flujo según protocolo PRISMA. Proceso en la identificación, el cribado, la selección y la inclusión de los trabajos científicos utilizados en la revisión bibliográfica.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se basará en el uso de tablas y cuadros organizadores, donde se realizó el análisis tomando como referencia los diferentes documentos y artículos estudiados de la revisión sistemática de la literatura.

Resultados

Se realizó la búsqueda de referencias bibliográficas por los buscadores de Google académico, Pubmed, medigraphic, Dialnet, Scielo, incluyendo artículos en español, inglés y portugués, tomando en cuenta las palabras claves "láser en odontología", "laserterapia", "cicatrización", "efectividad del láser", "terapia fotodinámica", "efectos del láser". Se tuvieron en cuenta los artículos en el intervalo de tiempo desde el 2015 al 2023 para la escritura de resultados, la cual fue organizada y presentada en tablas.

Efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico

Luego de realizar la revisión de la literatura en el intervalo de tiempo del año 2015 hasta el 2023, es posible determinar que el láser tiene efectividad sobre el proceso de cicatrización de los tejidos de tal manera que según la literatura de 8 autores, han reportado en diversos estudios su efecto analgésico reduciendo así la necesidad de prescribir analgésicos luego de una cirugía, así mismo, evita el dolor y posibles complicaciones que se pueden presentar, acelera el proceso de reparación celular en un menor tiempo y además evita el sangrado postoperatorio, la terapia láser es una técnica rápida, eficaz, predecible y con menor número de complicaciones. (Castro, E., y otros, 2019)(Arango, N., y otros, 2018)(De la torre, F. y Alfaro, C., 2016).

Se revisaron 8 artículos, los cuales describen la efectividad que tiene el láser en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico como se visualiza en la tabla 3.

Tabla 3.

Efectividad del láser sobre el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico.

Autor	Resultado
Arango, N. et al. (2018)	El efecto analgésico logrado en este reporte de caso, en el cual se aplicó el láser terapéutico para controlar el dolor y la inflamación, y para estimular una cicatrización, dió como resultado un control del dolor a las 48 horas. El efecto inflamatorio posquirúrgico disminuyó notablemente al tercer día, sin haber usado terapia térmica ni fármacos. Se evidenció una regeneración tisular evidente en el séptimo día, después de las cuatro aplicaciones del láser de baja intensidad, demostrando que puede ser una alternativa de tratamiento para los pacientes que requieren terapias quirúrgicas como exodoncias de terceros molares incluidos. Esta terapia evitaría suministrar medicamentos como antiinflamatorios y analgésicos con sus correspondientes efectos secundarios.
Bazan, A. et al. (2019)	El uso de láser es una buena alternativa para el tratamiento del frenillo corto en pacientes pediátricos, puesto que reduce la inflamación, evita el dolor y las complicaciones postoperatorias, además acelera el proceso de reparación celular en un menor tiempo, y evita el sangrado postoperatorio comparado con el método convencional.
Castro, E. et al. (2020)	El uso del laser en la segunda fase de cirugía de implantes permitió demostrar que mediante el uso del laser era posible que los tejidos blandos que rodean o cubren el implante produjeran una menor inflamación y dolor postquirúrgico, una mejora en la cicatrización de los tejidos, y una disminución del tiempo necesario antes de la toma de impresiones; los láseres de diodo

950 nm activan los receptores opioides periféricos y activan las vías de óxido L-arginina/nítrico, que producen un efecto analgésico dosis-dependiente.

La utilización de láser de Diodo en la fase de exposición quirúrgica de los implantes osteointegrados, se ha revelado como una técnica más rápida, eficaz, predecible, con menor número de complicaciones.

De la torres, F. & Alfaro, C. (2016) Los láseres de baja potencia se han desarrollado para uso terapéutico utilizando diodos de energía para provocar una respuesta biológica y celular en el organismo, se ha logrado demostrar que la terapia láser acelera y mejora la regeneración del tejido nervioso afectado producto de una cirugía bucal, ya que la irradiación con láser actúa activando y/o estimulando el brote de las células de Schwann sobre axones, acelera la mielinización regenerando las fibras nerviosas mediante el aumento de metabolismo celular. Se cree que la terapia láser de baja potencia estimula la proliferación nerviosa

La terapia láser de baja potencia empleada en estos dos casos de parestesia posquirúrgica permitió obtener resultados óptimos con un 100% para la parestesia del nervio lingual y 80% en el caso de parestesia de nervio mentoniano, lo que nos permite demostrar la eficacia de la terapia láser de baja potencia como alternativa tecnológica altamente prometedora.

Lara, A. et al. (2020) Al utilizar el láser de alta intensidad en procedimientos quirúrgicos, el paciente experimenta menos dolor postoperatorio; además la dosis de analgésicos que se prescribe para el control del dolor postoperatorio suele ser menor ya que la percepción de dolor es mínima y casi nula, y reduce la hemorragia por medio

	de un sellado de pequeños vasos sanguíneos y linfáticos que dan como resultado una hemostasia.
Mateu, M. et al. (2019)	Se reporta que un procedimiento quirurgico láser asistido, es mucho más rapido el proceso de cicatrización aunado a realizar ejercicios fonoaudiologicos posterior a la frenectomia para evitar la recidiva del tratamiento.
Morales, V. et al. (2017)	La aplicación del laser durante la cicatrización, previene las complicaciones de la misma y mejora el aspecto final del tejido, ademas es necesario tener en cuenta que el pronóstico de la cicatrización de la herida es importante tanto para el paciente como para el cirujano.
Pulido, M. et al. (2015)	Al realizar intervenciones con láser de alta intensidad en cirugía los pacientes experimentan menos dolor postoperatorio; con esto la dosis de analgesicos para el postoperatorio suele ser menor que en una cirugía conveccional. Otra ventaja puede ser baja intensidad de sangrado en el perioperatorio, con menor tiempo de cicatrización y mayor comodidad del paciente.

Nota: la tabla muestra los resultados obtenidos sobre la efectividad del láser sobre el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico.

Aplicaciones del láser en odontología

Fue posible recopilar por medio de 9 fuentes bibliográficas las diferentes aplicaciones que tiene la terapia laser en odontología, entre ellas en tejidos blandos y duros en los que se puede destacar su aplicación en cada una de las ramas de la odontología como en endodoncia en la hipersensibilidad dentinal y pulpar; cirugía oral y maxilofacial, en la mucositis oral, xerostomía, parestesia nerviosa, trauma mandibular y distracción mandibular; en ortodoncia, frente al dolor ortodóntico y movimiento dental; en odontopediatría, como en la preparación operatoria y

gingivitis; en periodoncia como en la gingivitis y periodontitis y en la prostodoncia en cuanto a estomatitis protésica e implantes. (Arango, Betancur, & Gomez, 2018).

Las aplicaciones del láser en odontología se muestran en la siguiente tabla (ver tabla 4).

Tabla 4

Aplicaciones del láser en odontología

Autor	Resultados								
<ul style="list-style-type: none"> Angeles, R. et al. (2021) 	Aplicación de Terapia láser de baja intensidad en tejidos blandos								
<ul style="list-style-type: none"> Rosales, M. et al. (2018) 	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="581 709 808 961"> Ulcera traumática posterior a la anestesia troncular </td> <td data-bbox="820 709 1421 961"> Incrementa la microcirculación de la zona anestesiada para acelerar la disminución del anestésico local haciendo que su efecto dure menos y por consiguiente evitar úlceras traumáticas </td> </tr> <tr> <td data-bbox="581 982 808 1071"> Relajación muscular </td> <td data-bbox="820 982 1421 1239"> Se estudio el efecto de biomodulación en el grosor del musculo masetero y por medio de la relajacion muscular por terapia láser poder generar mayor apertura bucal, lo que ayuda a realizar mejor higiene oral. </td> </tr> <tr> <td data-bbox="581 1260 808 1291"> Mucositis </td> <td data-bbox="820 1260 1421 1348"> Reduce la gravedad y el dolor en el manejo de la mucositis. </td> </tr> <tr> <td data-bbox="581 1369 808 1457"> Tratamiento pulpar </td> <td data-bbox="820 1369 1421 1570"> En el campo de la odontopediatria, el laser se usa en la realizacion y manejo de la pulpotomia ya que ayuda a evitar que se produzcan reabsorciones radiculares en el postoperatorio. </td> </tr> </table>	Ulcera traumática posterior a la anestesia troncular	Incrementa la microcirculación de la zona anestesiada para acelerar la disminución del anestésico local haciendo que su efecto dure menos y por consiguiente evitar úlceras traumáticas	Relajación muscular	Se estudio el efecto de biomodulación en el grosor del musculo masetero y por medio de la relajacion muscular por terapia láser poder generar mayor apertura bucal, lo que ayuda a realizar mejor higiene oral.	Mucositis	Reduce la gravedad y el dolor en el manejo de la mucositis.	Tratamiento pulpar	En el campo de la odontopediatria, el laser se usa en la realizacion y manejo de la pulpotomia ya que ayuda a evitar que se produzcan reabsorciones radiculares en el postoperatorio.
Ulcera traumática posterior a la anestesia troncular	Incrementa la microcirculación de la zona anestesiada para acelerar la disminución del anestésico local haciendo que su efecto dure menos y por consiguiente evitar úlceras traumáticas								
Relajación muscular	Se estudio el efecto de biomodulación en el grosor del musculo masetero y por medio de la relajacion muscular por terapia láser poder generar mayor apertura bucal, lo que ayuda a realizar mejor higiene oral.								
Mucositis	Reduce la gravedad y el dolor en el manejo de la mucositis.								
Tratamiento pulpar	En el campo de la odontopediatria, el laser se usa en la realizacion y manejo de la pulpotomia ya que ayuda a evitar que se produzcan reabsorciones radiculares en el postoperatorio.								
Aplicación de terapia láser de baja intensidad en tejidos duros	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="581 1644 808 1845"> Reducción del dolor en el tratamiento ortodontico </td> <td data-bbox="820 1644 1421 1791"> Genera reducción del dolor en dentición mixta temprana, resultando una alternativa analgesica en pacientes jóvenes. </td> </tr> </table>	Reducción del dolor en el tratamiento ortodontico	Genera reducción del dolor en dentición mixta temprana, resultando una alternativa analgesica en pacientes jóvenes.						
Reducción del dolor en el tratamiento ortodontico	Genera reducción del dolor en dentición mixta temprana, resultando una alternativa analgesica en pacientes jóvenes.								

Manejo del dolor postexodoncia	Ayuda en el dolor y edema postexodoncia acelerando el proceso de cicatrización y reduciendo la incomodidad del paciente
Sensibilidad dentinaria	Reduce la hipersensibilidad de la dentina a través de la formación de cristales interprismáticos, pero se requiere de varias sesiones por lo que este procedimiento no es tan práctico aún
Expansión maxilar	Proporciona una apertura eficiente de la sutura palatina media e influye en el proceso de esta, acelerando su cicatrización.
Aplicaciones del láser de alta potencia en tejidos duros	
Remoción de tejido cariado	Los láseres de la familia de Erbium son los láseres más eficientes para la remoción del tejido cariado en esmalte o dentina, debido a que tienen gran potencial para la ablación de tejidos duros por su alta capacidad de absorción en agua e hidroxiapatita
Prevención de caries	Existe un mayor control de la desmineralización del esmalte decíduo.

- Rosales, M. et al. Aplicación de láser de alta potencia en tejidos blandos (2018)
- Angeles, R. et al. (2021)

Frenectomía y tratamiento de anquiloglosia	Disminuye el uso de anestesia infiltrativa y minimiza el dolor; sin necesidad de realizar sutura y reduciendo la inflamación postoperatoria. También, se utiliza para el
--	--

	tratamiento quirúrgico de la lengua en casos de frenectomia y anquiloglosia.
Arthur, M. et al. (2020)	<p>Gingivectomia</p> <p>Resulta en una mínima molestia postoperatoria y una mayor aceptación por parte del paciente.</p> <p>Es una excelente opción para el tratamiento periodontal en tejidos blandos, pues acelera y facilita la ejecución de procedimientos quirúrgicos, debido a sus propiedades de reducción bacteriana e inflamación postoperatoria, menor índice de dolor y menor daño o efectos secundarios</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Arango, N. et al. (2018) • Santos, L. et al. (2021) 	<p>Endodencia</p> <p>En la Hipersensibilidad dentinal y pulpar, reduce la sensibilidad térmica, mejora la formación de dentina y pulpa dental y promociona la mineralización de las células de la pulpa dental.</p>
	<p>Cirugía Maxilofacial</p> <p>En el uso de bifosfonatos en relación con la osteonecrosis mandibular, reduce el dolor, edema, pus y las fistulas, mejora la curación; en la distracción mandibular mejora la osificación del hueso trabeculado; en el avance mandibular mejora la formación del hueso en la región condilar; en el trauma mandibular reduce el dolor, mejora el rango del movimiento mandibular y mejora la cicatrización ósea.</p>
	<p>Patología Oral</p> <p>En el síndrome de boca ardiente reduce los síntomas, y disminuye el dolor; en el liquen plano reduce el tamaño de la lesión y disminuye el dolor; en la mucositis oral es tan eficaz como los corticoesteroides, durante la xerostomía reduce la incidencia, duración y severidad, ayuda en la regeneración de las células</p>

epiteliales de los conductos salivales y mejora el flujo salival y las características antimicrobianas

Cirugía Oral

En cirugía mejora la cicatrización después de la gingivectomía, reduciendo la inflamación gingival; cuando se presenta parestesia mejora la percepción sensorial mecánica y en la extracción de terceros molares reduce el dolor, la inflamación y mejora el trismus.

Pediatría

Durante la Preparación de la cavidad en operatoria reduce el dolor y en la distracción mandibular y gingivitis reduce el dolor y reduce el tiempo de cicatrización

Periodoncia

En la Gingivitis, ayuda en la reducción de la inflamación y cicatrización, en cuanto al ligamento periodontal su efecto aumenta la hialinización temprana y en la periodontitis disminuye la profundidad de la bolsa y la inflamación.

Prostodoncia

En la estomatitis protésica reduce la formación de colonias de levadura y en cuanto a los implantes ayuda en la formación ósea más rápida, mejora la resistencia entre hueso e implante y la osteointegración.

Ortodoncia

Lozada, J. Et al. (2022)

Reduce el dolor durante el tratamiento ortodóntico más rápido, mejora la cicatrización y la osteointegración en la colocación de implantes de titanio, acelera el movimiento dental, mejora la actividad de los osteoblastos y osteoclastos y el depósito de colágeno

Briceño, J. Et al. (2016).	El láser de dióxido de carbono es utilizado para realizar incisión y vaporización de agua en tejidos blandos, desepitelización gingival durante procedimientos regenerativos periodontales.
	El láser de Neodimio: itrio-aluminio-granate es usado para la incisión y vaporización de agua de tejidos blandos, vaporización de caries incipiente, hemostasia, tratamiento para la hipersensibilidad dentinal, descontaminación periodontal y endodóntica.
	El láser de Erblio, itrio-aluminio-granate y el de Erblio, cromo: itrio-selenio-galio-granate se utiliza para la incisión y vaporización de agua en tejidos blandos, tratamiento para la hipersensibilidad dentinal, remoción de caries, ostectomía y la descontaminación periodontal y endodóntica.
	El láser de Argón, se usa en el fotocurado de resinas, activación del peróxido de carbamida, incisión y vaporización de agua en tejidos blandos y la producción de la hemostasia

Nota: la tabla muestra las aplicaciones del láser en odontología

Ventajas y desventajas del laser sobre los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico

Se revisaron 4 fuentes bibliográficas para dar respuesta a las ventajas y desventajas del láser sobre los tejidos orales, entre los que fue posible encontrar ventajas como el alivio del dolor, la reducción de los tiempos de cicatrización de los tejidos orales, de la inflamación y del edema, la producción de hemostasia, un corte preciso y su diseño ergonómico, por otro lado, entre las principales desventajas que fue posible identificar está el costo de los equipo y la curva de aprendizaje por parte del operador. (Moradas, M., 2016). Las ventajas y desventajas encontradas se contemplan en la siguiente tabla (ver tabla 5).

Tabla 5

Ventajas y desventajas del láser sobre los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico

Autor	Resultados	
	Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Moradas, M. (2016). • Santos, L. et al. (2021). • Castro, E. et al. (2019). 	Mejora la regeneración de los tejidos, el alivio del dolor, reduce la inflamación de los tejidos y el edema, acelera los tiempos de cicatrización, tiene un corte preciso y produce hemostasia, su diseño es más ergonómico, conservador y preventivo.	La curva de aprendizaje por parte del operador y el costo del equipo ya que es bastante elevado
Lara, A., Peñafiel, M., & Burneo, J. (2020).	Reducción de sangrado, tiempo de cicatrización de los tejidos y del dolor	

Nota: la tabla muestra las ventajas y desventajas del láser sobre los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico.

Tipos de láseres, propiedades, mecanismos de acción y sus interacciones con los tejidos orales

En la descripción de los diferentes tipos de láseres, propiedades, mecanismos de acción y sus interacciones con los tejidos orales; se recolectó información proveniente de 5 fuentes bibliográficas en las cuales fue posible determinar que los tipos de láseres que existen se pueden clasificar según la longitud de onda en rojos e infrarrojos y según su temperatura en blandos o terapéuticos y duros o quirúrgicos, para que sea posible entender cómo funciona la terapia laser, es necesario tener en cuenta el mecanismo de acción del mismo y como interactúa con los

diferentes tejidos orales según el grado de absorción y penetración, así como sus fundamentos físicos y biológicos, entre los que se pueden nombrar, la luz, la radiación, la emisión estimulada y la amplificación del láser, el cual es un proceso en el que la energía eléctrica es convertida en energía lumínica, que se origina por la excitación de átomos de un material láser y dispara una emisión espontánea de fotones. (Briceño y otros, 2016). En la siguiente tabla (ver tabla 6) se presentan toda la información recolectada de las distintas fuentes bibliográficas.

Tabla 6

Tipos de láseres, propiedades, mecanismos de acción y sus interacciones con los tejidos orales.

Autor	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Briceño, J. Et al. (2016). • Angeles, R. et al. (2021). • Angeles, R. et al. (2021). 	<p data-bbox="597 856 1414 898">Tipos de láser según la longitud de onda</p> <hr/> <p data-bbox="597 930 1414 1297">Láseres rojos o visibles, son aquellos que van desde los 350-750 nm, pertenecen los de argón (488-514 nm) y potasio titanil fosfato (KTP de 532 nm). Estos láseres se ven en el campo odontológico en diversas aplicaciones como 635 nm para detección de caries (Diagnodent®) y algunos láseres de diodo utilizados para terapia de baja intensidad (LLLT) como el 660 nm (Argilaser®).</p> <hr/> <p data-bbox="597 1318 1414 1843">Láseres infrarrojos y que no son visibles al ojo humano, por lo que se requieren haces de luces visibles como apuntadores. Estos tipos de láser del infrarrojo cercano incluyen diodos (800-980 nm) y neodimio: itrio aluminio y granate Nd:YAG (1064 nm), los cuales usan un medio activo semiconductor, son poco afines al agua y su mayor absorbancia en tejidos cromóforos, por otra parte, los láseres ubicados en la porción infrarroja media Er:YAG (2940 nm) o ErCr:YSGG (2780 nm) y láser del infrarrojo lejano CO2 (10.600 nm) son más afines al agua y poco a cromóforos.</p>

Tipos de láseres según la temperatura

Los blandos o soft laser (LLLT por *low-level laser therapy*) no producen aumento de temperatura y generan efectos directos sobre la cicatrización y la regeneración celular. Se les denomina efectos bioestimuladores.

Los láseres duros, llamados quirúrgicos o de alta potencia (HLLT, por *high level laser therapy*), producen un efecto térmico sobre los tejidos, lo cual se traduce en cortes muy precisos, vaporización y coagulación de vasos de pequeño calibre.

- Briceño, J. Et al. (2016).
- Costa, V. Et al. (2019).

Fundamentos físicos del laser

La luz es una forma de energía electromagnética que viaja a una velocidad constante y se comporta como onda o partícula, la longitud de onda indica como el láser se libera al sitio quirúrgico y cómo reacciona el tejido, la luz láser refiere un color específico, monocromático, visible o invisible, de espectro continuo y poca longitud de onda; este se caracteriza por la colimación haciendo referencia a que es un haz con límites espaciales específicos; coherencia, que tiene picos y valles equivalentes y eficiencia que a menor potencia, es mayor el aprovechamiento. La amplificación, determina el proceso que sucede en el interior del láser y como la luz se produce, en el cual es posible encontrar componentes como la cavidad laser, el medio activo, el mecanismo de bombeo y el resonador óptico; El medio activo se define como los elementos químicos que pueden ser cristales sólidos, gases, líquidos o semiconductores que, al aplicarles energía atómicamente, se estimulan en sus capas internas y se tornan inestables, y estos, al buscar su estabilización, liberan energía en forma de fotones en un proceso llamado emisión espontánea. Así mismo, la emisión estimulada, se define como el proceso en el cual los haces de luz se producen dentro de la

cavidad laser, se describe a partir de la teoría de cuerpo negro de Albert Einstein, de 1916, que describe la transcripción espontánea de fotones desde las teorías de Max Planck y Niels Bohr. Según esta, la energía se irradia como fotones en una onda coherente; así la emisión hace que el haz de luz se expanda/ amplifique geométricamente y da la posibilidad de cuantificar la energía; el principio físico del láser se basa en la emisión estimulada en la que se producen dos fotones similares a partir de un fotón incidente. La radiación en odontología, maneja ondas no ionizantes que van de 0,5 μm (500 nm) y 10,6 μm (10600 nm), las cuales se ubican en la luz infrarroja, por otra parte, las ondas ionizantes que están ubicadas debajo del rango de 500 nm, producen secuelas mutagénicas, por tal motivo no se utilizan en odontología directamente sobre los tejidos

Fundamentos biológicos del láser

La base de los láseres blandos es que su actividad sobre los tejidos no obedece a efectos térmicos, sino a la interacción de las ondas electromagnéticas de esta radiación con las células. La energía se absorbe donde la concentración de fluidos es mayor. Por lo tanto, habrá una mayor absorción en los tejidos inflamados y edematosos, estimulando las numerosas reacciones biológicas relacionadas con el proceso de reparación de las heridas. Por otra parte, los láseres duros o quirúrgicos, obedecen a un efecto térmico sobre el tejido, la conversión de la energía lumínica en energía térmica en su seno calentando y produciendo lesiones que dependerán de la temperatura alcanzada. Este hecho depende tanto de las características del haz láser administrado como de las características del tejido sobre el que actúe. para ello se deben tener en cuenta dos elementos: la longitud de onda y las propiedades ópticas de los tejidos. Sin importar el tipo de láser,

las interacciones del láser en los tejidos pueden darse mediante reflexión o redireccionamiento del láser sin efecto en los tejidos, transmisión o penetración de la luz sin efecto sobre el tejido, dispersión en el cual la energía se disemina, debilitando su potencial de acción y absorción donde la energía es direccionada en su totalidad sobre el tejido.

Interacción del láser con los tejidos orales

El efecto terapéutico se logra cuando el haz de láser es absorbido por los tejidos, por lo que las interacciones fotobiológicas con los tejidos son las que realmente definen el resultado final, los principales efectos fotobiológicos es el efecto fototérmico, el cual se caracteriza por un aumento de la temperatura local inducida por la acción del láser, característica distintiva de los láseres quirúrgicos. Así, las principales interacciones fototérmicas son incisión/escisión de tejidos, ablación/vaporización y hemostasia/coagulación. . Cuando la temperatura se encuentra entre 37 °C y 50 °C, se produce inactivación bacteriana, muy útil en procesos periodontales y endodónticos. Cuando la temperatura se encuentra entre 60 °C y 70 °C, se observa coagulación y desnaturalización de proteínas. Así, cuando la temperatura aumenta a 100 °C, se produce vaporización de agua en un fenómeno que se denomina ablación; el efecto fotoquímico, en el cual se estimulan reacciones químicas como el fotocurado, efectos de fluorescencia para detección de caries o la denominada terapia fotodinámica en la cual, se produce un radical de oxígeno con propiedades específicas, que ayuda a desinfectar bolsas periodontales y canales endodónticos y el efecto fotoacústico, que produce una onda de choque con acción vibratoria, permitiendo el retiro de caries y descontaminación endodóntica.

Es importante tener en cuenta las propiedades ópticas de los tejidos orales, entre ellas, la absorción, que va a depender de la longitud de onda del láser que se maneje, Para los láseres ubicados infrarrojos, la afinidad se encuentra en elementos pigmentados como la hemoglobina y la melanina, las cuales se denominan cromóforos y por el agua en los tejidos; y la penetración, en la cual se debe tener en cuenta que cada longitud de onda presenta una capacidad de penetración diferente, que se debe considerar para no presentar efectos colaterales indeseables sobre los tejidos.

Lardies, D., y Almenara, M. (2021) Pueden clasificarse en relación a su medio activo, según sea su longitud de onda, forma de emisión y otros criterios, pero quizás la forma más habitual de clasificación es según la potencia a la cual van a ser usados. Es frecuente referirse a dos grandes grupos de láseres: láser de baja potencia y láser de alta potencia. Los láseres de baja potencia son aquellos que van a ser utilizados por su acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria. Es posible encontrar laser de As, Ga (Arseniuro de Galio); As, Ga, Al (Arseniuro de Galio y Aluminio) y He, Ne (Helio-Neón). Los láseres de alta potencia serán aquellos que producen efectos físicos visibles, y que se emplean como sustitutos del bisturí frío o del instrumental rotatorio convencional. Entre los láseres de alta potencia son el de Argón; Diodo; Nd: YAG; Nd: YAP; Ho: YAG; Er, Cr: YSGG; Er: YAG y CO2.

Nota: la tabla muestra los diferentes tipos de láseres, propiedades, mecanismos de acción y sus interacciones con los tejidos orales

Discusión

La palabra láser proviene del acrónimo de “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” que significa amplificación de un haz de luz estimulada mediante la emisión de radiación, esta radiación es generada por un declive de energía de una especie excitada y emitida; gracias a este proceso de emisión estimulada los fotones son duplicados son producidos y de esa forma el láser puede presentar características de alta intensidad, dirección, monocromaticidad y coherencia. (Angeles y otros, 2021).

Entre los años 1969 y 1973, se realizaron las primeras aplicaciones terapéuticas con el láser de baja potencia con la finalidad de acelerar la cicatrización de las heridas, por tal motivo, esta revisión literaria enfatizó su estudio en la efectividad del láser en el proceso de cicatrización de los tejidos orales posterior a un procedimiento quirúrgico. (Angeles y otros, 2021).

Autores como Arango, N.; Betancur, N. & Gómez, S. (2018), en su estudio lograron determinar que el láser es capaz de controlar el dolor, la inflamación y estimular la cicatrización de las heridas en un término de 48 horas, demostrando que el láser es una alternativa eficaz en el tratamiento de los pacientes que requieren terapias quirúrgicas, ya que así se reduciría el uso de medicamentos como antiinflamatorios y analgésicos con sus correspondientes efectos secundarios.

Por otra parte, Bazan, A.; Balderas, C.; Olivares, A.; Molina, E.; Montejano, J. & Imbert, J.(2019), determinaron que el láser es una alternativa de tratamiento eficaz en el caso de frenectomías en pacientes pediátricos, ya que ayuda en la desinflamación, alivio del dolor, reducción del sangrado y acelera el proceso de reparación celular. Así mismo, Mateu, M.; Vazquez, D.; Ahmadi, M.; Cavalieri, J.; Spinelli, M.; Erlich, W. & Casadoumecq, A. (2019)

concuerdan con los autores mencionados, agregando que en las frenectomías la cicatrización es mucho más rápida con el uso del láser y en compañía de los ejercicios fonoaudiológicos.

Castro, E.; Bilbao, A. & Suarez, J. (2020), demostraron que el uso del láser en la cirugía de implantes impide que se produzca mayor inflamación y dolor postquirúrgico en los tejidos blandos periimplantares, y así mismo, una mejor cicatrización de los tejidos. Además, De la torres, F. & Alfaro, C. (2016), evidenciaron que el láser de baja potencia fue desarrollado para uso terapéutico para provocar una respuesta biológica y celular en el organismo, generando un efecto positivo, en cuanto a la regeneración del tejido nervioso afectado producto de una cirugía bucal, debido a que la radiación estimula el brote de las células de Schwann sobre axones, acelera la mielinización regenerando las fibras nerviosas mediante el aumento de metabolismo celular.

Lara, A.; Peñafiel, M. & Burneo, J. (2020), argumentaron que el láser de alta intensidad en procedimientos quirúrgicos, ayuda en la reducción del dolor postoperatorio, en la producción de la hemostasia a través del selle de pequeños vasos sanguíneos y linfáticos.

Morales, V.; Peñaranda, M. & Torres, J. (2017), manifiestan en su estudio que la aplicación del láser durante la cicatrización mejora el aspecto de los tejidos y previene las complicaciones ligadas a la cicatrización de los mismos. Pulido, M.; Tirado, L. & Madrid, C. (2015), evidenciaron que el láser de alta intensidad utilizado en cirugía, genera que los pacientes experimenten menor dolor postoperatorio, menor sangrado perioperatorio y menor tiempo de cicatrización.

Por otro lado, Angeles, R.; Camarena, A.; Martinez, P.; Alburquerque, S.; Galvez, M. & Cardenas, C. (2021) concuerdan con Rosales, M., Torre, G., Saavedra, L., Marquez, R., Ruiz, M., Pozos, A., & Garrocho, A. (2018), los cuales determinaron que el láser de baja intensidad puede ser usado en tejidos blandos; en los cuales actúa incrementando la microcirculación de la

zona anestesiada para disminuir el anestésico local haciendo que su efecto dure menos y por consiguiente evitar la formación de úlceras traumáticas, de igual forma, ayuda en la relajación muscular, reduce la gravedad y dolor en la mucositis oral y en los tratamientos pulpares, ayuda a evitar la reabsorción radicular; en tejidos duros, ayuda en la reducción del dolor ortodóntico y postexodoncia, en la sensibilidad dentinaria y en la expansión del maxilar; así mismo, el láser de alta potencia puede ser usado en tejidos duros, de tal forma que ayuda en la remoción de tejido cariado en esmalte y dentina gracias a su alta capacidad de absorción de agua e hidroxiapatita y en la prevención de la caries dental.

Rosales, M. y otros (2018) coinciden con Angeles, R.; Muñoz, R.; Puyen de Garcia, M.; Taboada, C.; Vargas, J. & Nadia, V. (2021), los cuales demostraron que el láser de alta potencia puede ser utilizado en tejidos blandos; en tratamientos de frenectomías y anquiloglosias, reduciendo el dolor e inflamación postquirúrgica, así como, la necesidad de anestésicos y suturas. Adicionalmente, Arthur, M.; Schutzer, M.; Sant'Ana, A. & Diamante, C. (2020), agregan que el láser resulta eficaz en la gingivectomía y alargamiento coronal, ya que genera una mínima molestia postoperatoria, de igual forma, determinan que el láser significa una excelente opción para el tratamiento periodontal en tejidos blandos, pues acelera y facilita la ejecución de procedimientos quirúrgicos, ayuda en la reducción bacteriana e inflamación postoperatoria, existe menor índice de dolor y efectos secundarios.

Arango, N.; Betancur, N. & Gómez, S. (2018) junto con Santos, L.; Santos, L. & Guedes, C. (2021), describen en sus estudios que el láser en endodoncia, mejora la formación de dentina y pulpa dental, la mineralización de las células de la pulpa dental y reduce la sensibilidad térmica; en cirugía maxilofacial, reduce el dolor, edema, pus, fistulas, mejora la osificación del hueso trabeculado y la ontogénesis en la osteonecrosis; en patología oral, en cuanto al síndrome de boca

ardiente reduce los síntomas, en el liquen plano reduce el tamaño de la lesión y el dolor y en la xerostomía reduce la incidencia, severidad y duración; en cirugía oral, mejora la cicatrización e inflamación gingival posterior a la gingivectomía; en odontopediatría, reduce el dolor y los tiempos de cicatrización; en periodoncia, reduce la inflamación y mejora la cicatrización en la gingivitis crónica y periodontitis y en prostodoncia, disminuye la formación de colonias y levaduras en la estomatitis protésica así como, acelera la formación ósea y osteointegración en la colocación de implantes dentales.

Lozada, J.; Cañete, T.; Naranjo, A. & Castro, R. (2022) concuerdan con los autores mencionados anteriormente, en el uso del láser en ortodoncia, el cual ayuda en la reducción del dolor ortodóntico, mejora la osteointegración de implantes y acelera el movimiento dental.

Briceño, J., Gaviria, B., y Carranza, Y. (2016), lograron clasificar el tipo de laser según su aplicación, entre los que se pueden encontrar el láser de dióxido de carbono, el cual es usado en la incisión y ablación de tejidos blandos en procesos regenerativos periodontales; el láser de neodimio, es utilizado en la ablación e incisión de tejidos blandos, producción de hemostasia, vaporización de caries incipiente y descontaminación periodontal y endodóntica; el láser de Erblio, itrio-aluminio-granate y el de Erblio, cromo: itrio-selenio-galio-granate, se usa para la incisión y ablación de tejidos blandos, hipersensibilidad dentinal y remoción de caries y el láser de Argón, se usa en el fotocurado de resinas, incisión y ablación de tejidos blandos y la producción de la hemostasia.

Así mismo Moradas, M. (2016); describió que el uso del láser posterior a los procedimientos quirúrgicos cuenta con ciertas ventajas y desventajas, una de las ventajas más relevantes es que presenta mejoría en la regeneración de tejidos, a su vez alivia el dolor, reduce la inflamación y el edema. De igual manera Santos, L & Guedes, C. (2021) consideraron que el uso

del láser posterior a procedimientos quirúrgicos es un coadyuvante en la aceleración de los tiempos de cicatrización, además el láser cuenta con un corte preciso aportando hemostasia al mismo tiempo, por consiguiente, su diseño es más ergonómico, conservador y preventivo.

Lara, A.; Peñafiel, M. & Burneo, J. (2020) reafirman que con el uso del láser existe una reducción del sangrado, participa en tiempos de cicatrización de tejidos y alivio del dolor. Por otra parte, en discrepancia con otros autores Santos, L. & Guedes, C. (2021), describen que una de las desventajas es que el uso del láser depende de la curva de aprendizaje por parte del operador y costos elevados del equipo que hacen más difícil su adquisición.

En otro orden de ideas Briceño, J., Gaviria, B., y Carranza, Y. (2016) describieron los tipos de láser según su longitud de onda y los tipos de láseres según su temperatura; los láseres según su longitud de onda pueden ser láseres rojos o visibles, los cuales son aquellos que van desde los 350-750 nm, pertenecen los de argón (488-514 nm) y potasio titanil fosfato (KTP de 532 nm) y los láseres infrarrojos no visibles incluyen diodos (800-980 nm) y neodimio: itrio aluminio y granate Nd:YAG (1064 nm), los cuales usan un medio activo semiconductor, son poco afines al agua. Del mismo modo, según su temperatura se clasifica en blandos denominados bioestimuladores y duros que aportan coagulación en los vasos debido a su corte preciso y vaporización.

Sin embargo, Costa, V., Augusto, A., Castro, J., Machado, R., Andrade, D., Babos, D., Sperança, M., Gamela, R. & Pereira-Filho, E. (2019). Explican que el principio físico del láser se basa en la emisión estimulada en la que se producen dos fotones similares a partir de un fotón incidente. La radiación en odontología, maneja ondas no ionizantes que van de 0,5 μm (500 nm) y 10,6 μm (10600 nm) del mismo modo la interacción de las ondas electromagnéticas de esta radiación con las células. La energía se absorbe donde la concentración de fluidos es mayor. Por

lo tanto, habrá una mayor absorción en los tejidos inflamados y edematosos, estimulando las numerosas reacciones biológicas relacionadas con el proceso de reparación de las heridas aportaron los autores Briceño, J., Gaviria, B., y Carranza, Y. (2016).

Igualmente Costa, V., Augusto, A., Castro, J., Machado, R., Andrade, D., Babos, D., Sperança, M., Gamela, R. & Pereira-Filho, E. (2019) demostraron que las interacciones fotobiológicas con los tejidos son las que realmente definen el resultado final, los principales efectos fotobiológicos es el efecto fototérmico, el cual se caracteriza por un aumento de la temperatura local inducida por la acción del láser, característica distintiva de los láseres quirúrgicos y por último, Lardies, D., y Almenara, M. (2021) agregan que la forma más habitual de clasificación de los láseres es según la potencia a la cual van a ser usados. Divididos en dos grandes grupos de láseres: láser de baja potencia y láser de alta potencia, los láseres de baja potencia son aquellos que van a ser utilizados por su acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria y Los láseres de alta potencia serán aquellos que producen efectos físicos visibles, y que se emplean como sustitutos del bisturí frío o del instrumental rotatorio convencional.

Según lo anteriormente expuesto por diversos autores, el láser puede ser muy beneficioso en cuanto a su uso y efectos positivos en el tratamiento y postoperatorio de un paciente; pero así mismo, como lo exponen Moradas, M. (2016); Santos, L., Santos, L. y Guedes, C. (2021); y Castro, E. Bilbao, A. y Suarez, J. (2019) en sus estudios, el uso correcto del láser va a depender de diversas variantes como lo es la curva de aprendizaje y preparación por parte del operador y el costo elevado de los equipos láser lo cual imposibilita su adquisición en muchos casos y de igual forma, la accesibilidad a los pacientes a estos tratamientos por su costo elevado. En el mismo orden de ideas, también es importante resaltar lo que exponen Rosales, M. y otros (2018); y Angeles, R.; Muñoz, R.; Puyen de Garcia, M.; Taboada, C.; Vargas, J. & Nadia, V. (2021), con respecto al uso

del láser en el tratamiento de la sensibilidad dentinaria, ya que ellos describen que este tratamiento aun no es tan practico y muy usado debido a que se requieren varias sesiones con terapia láser para que se dé la formación de cristales interprismáticos.

Conclusiones

- El láser es eficaz como tratamiento coadyuvante en el proceso de cicatrización de los tejidos posterior a un procedimiento quirúrgico, debido a que según la revisión sistemática de la literatura, ha sido demostrado que gracias a su efecto analgésico, reduce la necesidad de prescribir analgésico y del mismo modo, reduce el tiempo de cicatrización de una herida. Además, el láser evita el dolor y posibles complicaciones que se puedan presentar, acelera el proceso de regeneración celular y nervioso siendo más rápido y eficaz que cualquier otro método.
- La aplicación del láser en odontología, no sólo se ha reportado en el campo de la cirugía sino también se ha extendido a otros campos de la odontología. En endodoncia, es utilizado en la hipersensibilidad dentinal y pulpar; en cirugía oral y maxilofacial, se utiliza en el tratamiento de mucositis oral, parestesia nerviosa, distracción mandibular, trauma mandibular y xerostomía; en ortodoncia, frente al dolor endodóntico y movimiento dental; en odontopediatría, en la preparación de cavidades en operatoria; en periodoncia, para el tratamiento de gingivitis y periodontitis y en prostodoncia, en el tratamiento de estomatitis y en implantes dentales.
- Se concluye, que las principales ventajas del láser son que mejora la regeneración de los tejidos debido a esto reduce la inflamación, y el edema, acelera los tiempos de cicatrización y por ende va a haber un mejor alivio del dolor, del mismo modo, produce un corte preciso y hemostasia con un diseño ergonómico, conservador y preventivo, siendo más cómodo para el operador. Entre las desventajas, se encuentran que el uso del láser dependerá de la curva de aprendizaje del operador y el costo elevado del equipo.

- Los tipos de láseres se pueden clasificar según la longitud de onda en rojos e infrarrojos y según su temperatura en blandos o terapéuticos y duros o quirúrgicos; el mecanismo de acción del láser va a depender del grado de absorción y penetración en los tejidos; el láser tiene propiedades físicas y biológicas, en las que se puede encontrar la luz, la radiación, la emisión estimulada y la amplificación del láser.
- El costo de los equipos láser es muy elevado lo que imposibilita en algunos casos poder utilizarlo ampliamente para el tratamiento y terapia coadyuvante en muchos de los casos, esto debido a que, con un tipo de láser no es posible realizar variedad de tratamientos sino que el láser que vaya a ser utilizado dependerá del tipo de tratamiento que amerite el paciente.

Recomendaciones

Considerando la importancia que tiene esta investigación y en función de los resultados obtenidos se formulan algunas sugerencias, como la realización del ensayo clínico utilizando diferentes tipos de láseres y estudios controlados para mayor exactitud en los resultados, esto va a depender de una previa evaluación sobre el costo del equipo y desde la especialidad que se quiera estudiar.

Se recomienda utilizar el láser como terapia coadyuvante en el postoperatorio de cirugías y como tratamiento principal para la realización de procedimientos, ya que es posible obtener mejores resultados en el postoperatorio.

Lista de referencias bibliograficas

- Almoharib, H., Steffensen, B., Zoukhri, D., Finkelman, M., & Gyurko, R. (2021). Eficacia de un láser Er:YAG en la descontaminación de superficies de implantes dentales: Un estudio in vitro. *Journal of Periodontology*. 92 (11), 1613-1621.
- Altamirano, C., Martínez, R., Chávez, E., Altamirano, C., Espino, I., & Nahas, L. (2019). Cicatrización normal y patológica: una revisión actual de la fisiopatología y el manejo terapéutico. *Revista Argentina de Cirugía Plástica*. 25 (1), 11-15.
- Angeles, R., Camarena, A., Martínez, P., Albuquerque, S., Gálvez, M., y Cárdenas, C. (2021). Aplicaciones del Láser de baja potencia en Odontología Pediátrica: Artículo de revisión. *Odontología pediátrica*. 20 (1), 60-70.
- Angeles, R., Muñoz, R., Puyen de Garcia, M., Taboada, C., Vargas, J., & Nadia, V. (2021). Aplicaciones del laser de alta potencia en odontologia pediatria. *Revista odontologia pediatria*. 19 (2), 74-86.
- Arango, N., Betancur, N., & Gomez, S. (2018). Efecto del Laser de baja intensidad en la inflamación postexodoncia del tercer molar inferior. *Revista Nacional de Odontología*. 13 (26), 2357-4607. <http://dx.doi.org/10.16925/od.v13i26.1640>
- Arco, J. (2015). Curso básico sobre dolor. Tema 1. Fisiopatología, clasificación y tratamiento farmacológico. *Revista EL SEVIER*. 29 (1), 35-43.
- Arias, H. Y Hernandez, Y. (2022). Efectividad del láser de baja potencia como terapia adyuvante en pacientes con herpes zóster. *MEDISAN*. 26 (1), 36-46.
- Arthur, M., Schutzer, M., Sant'Ana, A. y Diamante, C. (2020). Aplicación clínica del laser de alta intensidad en periodoncia. *Fundación Dialnet*, 325, 44-50.

- Bazán, A., Balderas, C., Olivares, A., Molina, E., Montejano, J., y Imbert, J. (2019). Frenectomía con láser - Caso Clínico. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto De Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*. 8(15), 294-299.
- Bernal Rodríguez, C. G., Abe, G., Eduardo, C. de P., Corrêa Aranha, A. C., & Moreira de Freitas, P. (2018). Terapia fotodinámica antimicrobiana como complemento en el tratamiento restaurador directo. *Revista Odontología*, 18(2), 53–60.
- Betancourt, P., Arnabat, J. y Viñas, M. (2021). Avances en la Desinfección Endodóntica: Irrigación Activada por Láser. *Canal Abierto Revista Científica*. 43, 4-7.
- Briceño, J., Gaviria, B., y Carranza, Y. (2016). Láser en odontología: fundamentos físicos y biológicos. *Universitas Odontologicas*. 35(75), 1-23.
- Casadoumeeq, A. C. (2019). Uso del laser de diodo como coadyuvante en el tratamiento de periodontitis cronica. *Revista OACTIVA UC Cuenca*. 4 (2), 7-12.
- Castro, E., Bilbao, A., & Suarez, J. (2019). Evaluacion clinica de la tecnica convencional de punch y de laser de diodo en la segunda fase quirurgica con implantes osteointegrados. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*. 25 (1), 120-126.
- Cavagnola, S., Chaple, A., y Fernández, E. (2018). Láser de baja potencia en Ortodoncia. *Revista Cubana de Estomatología*, 55(3), 1-11.
- Chaput, B., Courtade-saidi, M., Bonnecaze, G., Eburdery, H., Crouzet, C., Chavoïn, P., Grolleau, L., & Garrido, I. (2019). Anomalías de la cicatrización. *EMC*. 45 (11).
- Chellappa, D., & Thirupathy, M. (2020). Comparative efficacy of low-Level laser and TENS in the symptomatic relief of temporomandibular joint disorders: A randomized clinical trial.

- Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research, 31(1), 42–47. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_735_18.
- Correa, P. y Arias, S. (2016). Resección de fibroma en mucosa oral. Técnica del estrangulamiento. *Revista CES*. 29 (1), 82-87.
- Costa, V., Augusto, A., Castro, J., Machado, R., Andrade, D., Babos, D., Sperança, M., Gamela, R. Y Pereira-Filho, E. (2019). Laser induced-breakdown spectroscopy (LIBS): histórico, fundamentos, aplicações e potencialidades. *Quimica Nova*. 42 (5), 527-545. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170325>
- De la Torre, F. y Alfaro, C. (2016). Parestesia postquirúrgica: terapia con láser de baja potencia. Reporte de dos 2 casos. *Revista Estomatológica Herediana*. 26 (2), 92-101.
- De la Torre, F. y Alfaro, C. (2016). Terapia de laser de baja potencia en mucositis oral. *Revista de estomatologia herediana*. 26 (1), 47-55.
- Díaz del Mazo, L., Toledo de la Rosa, C., Ferrer González, S., Vicente Botta, B., & Perdomo Estrada, C. (2021). Efectividad de la terapia láser combinada con la técnica convencional en pacientes con discromías dentales. *MEDISAN*, 25(2), 292-304.
- Diaz, R., Guzman, A., Gutierrez, D. (2018). efectividad del laser terapeutico en padecimientos con dolor orofacial. *Avances en odontoestomatologia*. 34 (2), 87-93.
- Feldman, B., y Contreras, A. (2017). Láser Er:YAG en el tratamiento de la periimplantitis: revisión de la literatura. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*. 10(1), 29-32. <https://dx.doi.org/10.1016/j.piro.2016.04.003>
- Femiano, F., Femiano, R., Femiano, L., Aresu, G., Festa, V. M., Rullo, R., & Perillo, L. (2018). Effectiveness of low-level diode laser therapy on pain during cavity preparation on permanent teeth. *American journal of dentistry*. 31(5), 267–271.

- Garrido, G. y Castañeda, S. (2021). Efectividad de la radiación laser en el tratamiento de las aftas bucales. *Revista cimeq*. 11 (3), 1-9.
- González, M. Y Padrón, A. (2018). La inflamación desde una perspectiva inmunológica: desafío a la Medicina en el siglo XXI. *Revista habana ciencias médicas*. 18(1), 30-44.
- Gordillo, D., & Montero, D. (2018). Efecto antimicrobiano de la terapia fotodinamica versus la terapia laser sobre la *porphyromona gingivalis*: Estudio in vitro. *Revista odontologia universidad central de Ecuador*. 20 (1). 20-32. Doi: 10.29166/odontología.vol20.n1.2018-20-32
- Hernandez, D., Redondo, C., Mirabel, Y., Rodriguez, M. (2020). uso del laser en urgencias por periodontitis apical post tratamiento endodontico. *Universidad De Ciencias Medicas De Pinar Del Rio*. 16 (2), 1-6.
- Herrero, V., Delgado, S., Bandrés, F., Ramírez, M. y Capdevila, L. (2018). Valoración del dolor. revisión comparativa de escalas y cuestionarios. *Revista de la Sociedad Española de Dolor*. 25(4), 228-236.
- Lara, A., Peñafiel, M., & Burneo, J. (2020). Gingivoplastia con laser de diodo de alta intensidad por agrandamiento gingiva. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres (USMP)*. 17 (2), 88-92.
- Lardies, D., y Almenara, M. (2021). Laser en odontología, tejidos blandos y duros. Revisión de la literatura científica. *Revista Sanitaria de investigacion*. 2 (8).

- Laseca, A., Sanchez B., Bermejo, M., Gonzalez, I., Gonzalez, A. (2021). Formulaciones para la cicatrización de heridas, presente y futuro . *Revista Española de Ciencias Farmacéuticas* . 2 (1), 1-12.
- Legouté, F., Bensadoun, R. J., Seegers, V., Pointreau, Y., Caron, D., Lang, P., Prévost, A., Martin, L., Schick, U., Morvant, B., Capitain, O., Calais, G., & Jadaud, E. (2019). Low-level laser therapy in treatment of chemoradiotherapy-induced mucositis in head and neck cancer: results of a randomised, triple blind, multicentre phase III trial. *Radiation oncology Journal*. 14(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s13014-019-1292-2>.
- López-Bago, A., González, R. E., Santana, J. E. R., Rivera Jiménez, J., & Rivera, J. (2018). Inmunidad e inflamación en el proceso quirúrgico. *Revista de la facultad de medicina de la UNAM*. 61 (4), 7-15.
- Lopez, J., rivera, S. (2018). Historia del concepto del dolor total y reflexiones sobre la humanización de la atención a pacientes terminales. *Revista ciencias de salud*. 16 (2), 340-356.
- Lozada, J., Cañete, T., Naranjo, A., y Castro, R. (2022). Aplicación del láser de baja potencia para el alivio del dolor en pacientes con tratamiento ortodóncico. *MEDISAN Revista de los profesionales de la salud*. 26(1), 70-82.
- Maldonado, E., Morales, E., & Herrera, A. (2018). Uso del laser de baja potencia como coadyuvante en el tratamiento de lesiones periapicales. Revisión sistemática. *Salud Uninorte*. 34 (3), 797-805.
- Marcus, N., Marchesani, F., Grandón, F., Galdames, B., Niklitschek, D. y Millanao, L. (2016). Rehabilitación de rebordes severamente atróficos mediante prótesis híbridas confeccionadas con tecnología de sinterización láser cromo-cobalto: reporte de caso.

- Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 9(1), 13-18.
<https://dx.doi.org/clínico10.1016/j.piro.2015.03.007>.
- Marta, D., León, X., Santa-Cruz, J. G., Susan Martínez-Rojas, D., & Linda Ibatá-Bernal, D. (2019). Recomendaciones basadas en evidencia para el manejo del dolor oncológico (revisión de la literatura). *Revista Mexicana de anestesiología*. 42 (1), 45-55.
- Mateu, M., Vazquez, D., Ahmadi, M., Cavalieri, J., Spinelli, M., Erlich, W., & Casadoumecq, A. (2019). Frenectomia lingual laser asistida como coadyuvante del tratamiento de ortopedia maxilar. *Revista Facultad de Odontologia UBA*. 34 (78), 1-3.
- Moradas Estrada, M.. (2016). Estado actual del láser en odontología conservadora: indicaciones, ventajas y posibles riesgos. Revisión bibliográfica. *Avances en Odontoestomatología*, 32(6), 309-315.
- Morales, V., Peñaranda, M., Torres, J. (2017). Láser de baja potencia en la cicatrización de heridas. *Clinica Estomatologica Docente*. 23 (4), 49-54.
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(3), 184-186.
- Morsy, D. A., Negm, M., Diab, A., & Ahmed, G. (2018). Postoperative pain and antibacterial effect of 980 nm diode laser versus conventional endodontic treatment in necrotic teeth with chronic periapical lesions: A randomized control trial. *Facultad de medicina dental y oral de la universidad del Cairo*. 7, 1795. <https://doi.org/10.12688/f1000research.16794>.
- Napoles, J., Rodriguez, W., Dager, E., Gonzalez, M., & Samalea, L. (2019). El conocimiento sobre laserterapia en los profesionales de estomatología. *Ciencias basicas biomedicas Cibamauz*. 1-14.

- Ozlem, K., Esad, G. M., Ayse, A., & Aslihan, U. (2018). Efficiency of Lasers and a Desensitizer Agent on Dentin Hypersensitivity Treatment: A Clinical Study. *Nigerian journal of clinical practice*, 21(2), 225–230. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_411_16.
- Perdomo, E., Perez, M., Benitez, M., & Ruiz, C. (2018). Los detritos en el proceso de cicatrización y su eliminación para una correcta preparación del lecho de la herida. *Revista de la Sociedad Española de Enfermería Geriátrica y Gerontológica*. 29 (3), 141-144.
- Pereira, F., Corassa, J., Da silva, P., Machado, F., Pereira, M., & Sales, V. (2018). Uso del láser de alta potencia (HPLT) en la cicatrización de heridas: relato de caso. *Revista flebologia*. 44 (2), 13-20.
- Pulido Rozo, Myriam A, Tirado Amador, Lesbia R, & Madrid Troconis, Cristhian C. (2015). Gingivoplastia y frenillectomía labial con láser de alta intensidad: presentación de caso. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 8(2), 157-162. <https://dx.doi.org/10.1016/j.piro.2015.03.002>
- Rodriguez, S., Mena, A., Rodriguez, A. (2019). Efecto antibacteriano del láser en el tratamiento de conductos. *Revista Mexicana de Estomatología*. 6 (2), 9-13.
- Rosales, M., Torre, G., Saavedra, L., Marquez, R., Ruiz, M., Pozos, A., & Garrocho, A. (2018). Usos del laser terapeutico en odontopediatria: Revision de la literatura. Reporte de casos. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*. 3 (20), 51-59. <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.v0i0.29224>
- Santos, L., Santos, L., Guedes, C. (2021). Laserterapia na odontologia: efeitos e aplicabilidades. *Scntia Generalis*. 2 (2), 29-46.

- Sikora, M., Včev, A., Siber, S., Vučićević Boras, V., Rotim, Ž., & Matijević, M. (2018). The Efficacy of Low-Level Laser Therapy in Burning Mouth Syndrome - A Pilot Study. *Acta clinica Croatica*. 57(2), 312–315. <https://doi.org/10.20471/acc.2018.57.02.12>.
- Trujillo, M., Blanco, P., Llamas, J., Barrios, L., & Orozco, J. (2020). Hallazgos histológicos asociados a gingivectomía con láser de Er, Cr:YSGG (2780 nm). *Revista Cubana de Estomatología*. 57 (3), 1-12.
- Viabal, J., Mercado, I., & Ribaldo, A. (2021). El láser dental en tiempos de transición pospandemia. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 50 (3), 2-3.
- Gomez, R. & Suarez, A. (2020). Gaming to succeed in college: protocol for a scoping review of quantitative studies on the design and use of serious games for enhancing teaching and learning in higher education. *Revista el sevier*. 10 (33), 1-7

