



LÁSER Y FOTOBÍOMODULACIÓN EN ODONTOLOGÍA

EDUARDO FERNÁNDEZ GODOY & IVÁN SUAZO GALDAMES
EDITORES



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHILE

MÁS UNIVERSIDAD

Láser y fotobiomodulación en Odontología

Eduardo Fernández Godoy

Iván Suazo Galdames

Primera edición: diciembre, 2020

Santiago, Chile

Ediciones Universidad Autónoma de Chile

<https://repositorio.uaautonoma.cl>

© Universidad Autónoma de Chile

Avenida Pedro de Valdivia 425, Providencia

Santiago, Chile

Corrección de textos

Andrea Rubilar Urrea

Diseño y diagramación

Pedro Díaz Muñoz

ISBN: 978-956-6109-17-4

DOI: 10.32457/ISBN97895661091741012020-ED1



Este material puede ser copiado y redistribuido por cualquier medio o formato, además se puede remezclar, transformar y crear a partir del material siempre y cuando se reconozca adecuadamente la autoría y las contribuciones se difundan bajo la misma licencia del material original.



Centro de Comunicación
de las **Ciencias**
Universidad Autónoma de Chile



UNIVERSIDAD
AUTONOMA
DE CHILE

MÁS UNIVERSIDAD

SOBRE LOS EDITORES



Prof. Dr. Eduardo Fernández Godoy

Profesor Titular, Universidad de Chile

Cirujano Dentista de la Universidad de Chile, especialista en Periodoncia, diplomado en procedimientos preventivos y estéticos restauradores y diplomado en educación basada en competencias, ambos por la Universidad de Chile. Es doctor en Ciencias Odontológicas por la Universidad Estadual de Sao Paulo Mesquita Filho, Brasil. Ha sido investigador principal en diversos proyectos de investigación en Chile y el extranjero, ha dictado conferencias en diversos países, ha dirigido tesis de licenciatura y doctorado y es autor de más de 200 publicaciones científicas en revistas internacionales.

Prof. Dr. Iván Suazo Galdames

Doctor en Morfología por la Universidad Federal de Sao Paulo (Brasil), máster en Neurociencias y Biología del Comportamiento por la Universidad Pablo de Olavide (España) y Cirujano Dentista por la Universidad de Chile (Chile). Ha sido profesor de Morfología en universidades chilenas y extranjeras, es miembro del grupo de investigación SINPOS (Sistema nervioso periférico y órganos de los sentidos) de la Universidad de Oviedo. Tiene más de un centenar de publicaciones en revistas científicas internacionales y ha sido profesor de programas de máster y doctorado en su especialidad. Actualmente es vicerrector de Investigación y Doctorados de la Universidad Autónoma de Chile y editor en jefe de la *International Journal of Medical and Surgical Sciences* y de la *European Journal of Health Research*.



CONTENIDO

Aplicaciones de la fotobiomodulación en medicina y odontología revisadas EDUARDO FERNÁNDEZ GODOY Y IVÁN SUAZO GALDAMES	7
mILIB – Un nuevo concepto en Laserterapia HERMES PRETEL, DDS, MSc., PhD.	9
Uso de láser de baja potencia como coadyuvante en tratamiento con terapias combinadas en paciente con parálisis facial periférica MILDREN BAEZA CASTILLO, RODRIGO QUIVIRA PÉREZ Y CRISTIAN BERSEZIO MIRANDA	11
Terapia láser de baja potencia como apoyo complementario en la implantología: ¿una opción confiable? SARA BERNARDI	23
Utilización de láser diodo en el tratamiento de la Peri-implantitis. Reporte de 3 casos JAVIER E. BASUALDO ALLENDE, M. ISABEL VON MARTTENS SEPÚLVEDA, ALFREDO H. VON MARTTENS CASTRO, CRISTIAN BERSEZIO MIRANDA, JANJA KUZMICIC CERVELLINO Y EDUARDO FERNÁNDEZ GODOY	33
Utilización de láser diodo en Tejidos Blandos. Reporte de 3 casos JAVIER E. BASUALDO ALLENDE, HEH YUAN YANG, NICOLE MOLINA PLACENCIA, MARÍA ISABEL VON MARTTENS SEPÚLVEDA, DIEGO MUÑOZ MILLAS Y ALFREDO H. VON MARTTENS CASTRO	43
Láser de baja potencia como coadyuvante en tratamiento endodóntico de pieza con reabsorción interna y lesión apical. Reporte de un caso FRANCISCO RUBIO PALMA Y CAROLINA PAVEZ BARRIGA	53
Patologías del área oral en los recién nacidos e infantes: frenillos y las aportaciones de los sistemas láser MARÍA DEL PILAR MARTÍN SANTIAGO Y NORBERT GUTKNECHT.....	59
Usos del láser en la terapia endodóntica. Revisión de la literatura PAULINA LEDEZMA R. DDS, MARÍA JOSÉ BORDAGARAY DDS, JAVIER BASUALDO A. DDS, PhDc Y CRISTIAN BERSEZIO M. DDS, PhD	75
Láser de baja potencia y aceleración de movimientos dentarios en ortodoncia. Revisión sistemática ALAIN MANUEL CHAPLE GIL, EDUARDO M. FERNÁNDEZ GODOY Y LISANDRA QUINTANA MUÑOZ	83

APLICACIONES DE LA FOTOBIOMODULACIÓN EN MEDICINA Y ODONTOLOGÍA REVISADAS

Eduardo Fernández Godoy 

Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología,
Universidad de Chile, Chile.

Iván Suazo Galdames 

Universidad Autónoma de Chile, Chile

Los avances en medicina y odontología van de la mano de la aparición de nuevas tecnologías, el desarrollo del láser y fotobiomodulación ha sido inminente. Además de las mejoras en las funciones quirúrgicas de los láseres ya conocidas en medicina, en los últimos años ha aparecido evidencia sustancial en manejo efectivo de infecciones y bioestimulación.

Es una realidad encontrarse con cirugías de alta precisión, con un excelente postoperatorio y consideradas mínimamente invasivas. Así como una regeneración de menor tiempo que las técnicas convencionales (Landaeta et al., 2008; Solmaz et al., 2017).

El manejo de infecciones por fotobiomodulación ha sido un avance en muchas infecciones que históricamente

han sido difíciles de tratar, la aplicación de un haz de luz consigue penetrar en zonas difíciles de abordar mecánicamente y esta cualidad amplía el rango del tratamiento de infecciones locales (Thomé Lima et al., 2020; Liebert et al., 2019).

La bioestimulación por láseres de baja potencia ha conseguido regeneración nerviosa, cicatrización en menor tiempo y de mayor calidad y control efectivo del dolor. Todos estos resultados son avances importantes que han revolucionado la medicina y odontología.

Distintas sociedades científicas y profesionales del mundo se han enfocado en la fotobiomodulación, entre ellas la World Association of Laser Therapy, North American Association for Photobiomodulation Therapy,

American Society of Lasers in Medicine and Surgery entre otras. En Chile la Sociedad Odontológica de Láser y Fotodinámica de Chile concentra los esfuerzos de actividades académicas y de formación sobre el uso de luz como terapia en el medio profesional médico y odontológico.

En este número especial/issue hay un compendio de trabajos que muestran nueva evidencia y actualizan el estado del arte en relación con tópicos específicos en el láser y fotobiomodulación que esperamos sean de utilidad para el trabajo clínico.

Referencias

- Landaeta, B. M.J.; Suazo, G.I.C.; Cantin, L.M.; Roa, H.I.J; Zavando, M.D.A.(2008) Efecto de la terapia láser de baja potencia sobre el hueso alveolar dañado. *Int. J. Morphol.*, 26(3):639-642. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022008000300021>
- Liebert A., Bicknell B., Johnstone DM., Gordon LC., Kiat H., Hamblin MR., (2019) "Photobiomics": Can Light, Including Photobiomodulation, Alter the Microbiome? *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. Nov;37(11):681-693. <https://doi.org/10.1089/photob.2019.4628>
- Solmaz H., Ulgen Y., Gulsoy M.,(2017) Photobiomodulation of wound healing via visible and infrared laser irradiation. *Lasers Med Sci*. May;32(4):903-910 <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2191-0>
- Thomé Lima, A., da Silva Sergio, L. P., da Silva Neto Trajano, L. A., de Souza, B. P., da Motta Mendes, J. P., Cardoso, A., Figueira, C. P., Dos Anjos Tavares, B., Figueira, D. S., Mencialha, A. L., Trajano, E., & de Souza da Fonseca, A. (2020). Photobiomodulation by dual-wavelength low-power laser effects on infected pressure ulcers. *Lasers in medical science*, 35(3), 651–660. <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02862-w>

mILIB – UN NUEVO CONCEPTO EN LASERTERAPIA

Hermes Pretel, DDS, Msc., PhD. 

Department of Restorative Dentistry, Araraquara School of Dentistry, São Paulo State University–UNESP, Araraquara, São Paulo, Brazil

RESUMEN

mILIB (Irradiación láser intravascular en el torrente sanguíneo modificado) se presenta como una técnica de fotobiomodulación más, entre las muchas posibilidades terapéuticas que conocemos. La ventaja en este caso es la posibilidad de realizar una aplicación de forma sistémica en la que se beneficia al organismo en su conjunto. El uso del láser terapéutico rojo de forma transcutánea, ha sido una gran opción como valor terapéutico añadido al tratamiento de varias patologías, proporcionando estímulos sistémicos, similar a la hemoterapia. Así, mILIB se presenta como una técnica eficaz y cada vez más extendida para los profesionales que trabajan con fotobiomodulación.

Palabras clave: Fotobiomodulación; Terapia Láser; Láser Terapéutico Rojo; Irradiación láser intravascular.

La irradiación intravascular de láser en el torrente Sanguíneo Modificado (mILIB) se presenta como una técnica de fotobiomodulación más, entre las muchas posibilidades terapéuticas que conocemos. La ventaja en este caso es la posibilidad de hacer aplicación de manera sistémica en la que se beneficie el organismo en su conjunto.

El uso del láser terapéutico rojo de forma transcutánea, ha sido una opción de valor terapéutico añadido para el tratamiento de varias patologías, proporcionando estímulos sistémicos, similares a la hemoterapia, que han promovido una acción antioxidante

(terapia anti-envejecimiento), el aumento de la saturación de oxígeno (atenuación de trastornos pulmonares como neumonías, bronquitis, enfisemas, asma, etc), la mejora de la capacidad hemorrágica, la activación del sistema inmunitario (aumento de la expresión de inmunoglobulinas e interleucinas), la alteración del umbral del dolor (aumento de la liberación de endorfinas y encefalinas, con acción analgésica en el dolor crónico) y aceleración de los procesos de reparación en el postoperatorio (Lee et al., 1982; Benedicenti, A. et al., 1984; Karu, 1989).

Es importante destacar que los protocolos sugeridos para los tratamientos se realizan con láser terapéutico rojo (660 nm, 100 mW de potencia). Los protocolos deben realizarse cada 24 horas, durante 5 días consecutivos. El tiempo de aplicación varía de 5 a 30 minutos dependiendo de las necesidades del paciente, y las respuestas monitoreadas de cada paciente. Luego se realiza una reevaluación para examinar al paciente e iniciar un nuevo ciclo. Las aplicaciones se realizan opcionalmente con la ayuda de un brazalete láser dirigido a la arteria radial (fig1).

Así, mILIB se presenta como una técnica eficaz y cada vez más extendida para los profesionales que trabajan con la fotobiomodulación.

Figura 1.

Dispositivo láser situado en la arteria radial para la técnica mILIB.



Referencias

- Benedicenti, A. *et al.* (1984). Effect of a 904 nm laser on microcirculation and arteriovenous circulation as evaluated using telethermographic imaging. *Parodontol. Stomatol. (Nuova)*, Savonna, v.23, n.2, May-Aug, p.167-78.
- Karu T. I. (1989). Laser biostimulation: a photobiological phenomenon. *J Photochem* 135 *Photobiol.* 3: 638-9. [https://doi.org/10.1016/1011-1344\(89\)80088-0](https://doi.org/10.1016/1011-1344(89)80088-0)
- Lee G, Ikeda RM, Dwyer RM, Hussein H, Dietrich P, Mason DT. (1982). Feasibility of intravascular laser irradiation for in vivo visualization and therapy of cardiocirculatory diseases. *Am Heart J.* Jun 2;103(6):1076-7. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(82\)90576-2](https://doi.org/10.1016/0002-8703(82)90576-2)

USO DE LÁSER DE BAJA POTENCIA COMO COADYUVANTE EN TRATAMIENTO CON TERAPIAS COMBINADAS EN PACIENTE CON PARÁLISIS FACIAL PERIFÉRICA

Mildren Baeza Castillo 

Postítulo en Procedimientos Estéticos Orofaciales, Universidad de Chile, Chile.

Rodrigo Quivira Pérez 

Postítulo en Procedimientos Estéticos Orofaciales, Universidad de Chile, Chile.

Cristian Bersezio Miranda 

Postítulo en Procedimientos Estéticos Orofaciales, Universidad de Chile, Chile.
Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología,
Universidad de Chile, Chile.

RESUMEN

La parálisis facial periférica es un trastorno neurológico que tiene consecuencias motoras y sensoriales y que afecta al nervio facial. Ocasiona alteraciones en la acción de los músculos del rostro, en la secreción de saliva, lágrimas y en el sentido del gusto.

El objetivo de esta publicación es dar cuenta de un caso en el que se realizó un tratamiento con terapias combinadas mínimamente invasivas junto con el uso de láserterapia de baja potencia, en un paciente femenino, 52 años de edad, con antecedentes médicos relevantes, derivada para evaluación estética. La paciente presenta una parálisis facial moderada sin resolver. Fue sometida a láserterapia con longitud de onda (808 nm) y una energía de 3 Joules por sesión en el lado afectado, complementada con toxina botulínica Tipo A, en el lado sano.

El tratamiento de parálisis facial periférica con terapias combinadas mínimamente invasivas ha mostrado ser una herramienta útil terapéutica de las secuelas faciales. A su vez, la terapia de fotobiomodulación con láser de baja potencia es prometedora como coadyuvante en el proceso de reparación nerviosa lo que permitiría la recuperación funcional del nervio facial a mediano y largo plazo.

Palabras clave: láserterapia; fotobiomodulación; Láser de baja potencia; toxina botulínica; armonización orofacial; parálisis facial o parálisis de Bell; regeneración nerviosa; terapias combinadas mínimamente invasivas.

1. Introducción

La parálisis facial periférica, es la más común de las parálisis. Es un trastorno neurológico causado por la afección aguda del nervio facial a nivel periférico. Origina la pérdida del movimiento voluntario en todos los músculos faciales del lado afectado. Puede ser unilateral o bilateral. La forma de parálisis más común es unilateral, afectando la hemicara ipsilateral del nervio lesionado. (Mester *et al.*, 1985; Karu,1988)

Su incidencia es de 20 a 30 casos por 100 mil personas al año, en México ocupa uno de los diez primeros lugares de atención. La incidencia aumenta cuando se presenta hipertensión, diabetes, así como altos niveles de colesterol (Karu,1988)

Su etiología es identificada en solo un 20% de los casos. El 75-84% de las personas presenta una recuperación completa dentro de los 6 primeros meses, el porcentaje restante presenta secuelas, que pueden ser desde leves a graves. El tratamiento de este tipo de lesiones es multidisciplinario se basa en el uso terapia farmacológica, electroestimulación, masoterapia, técnica del espejo y biofeedback electromiográfico, buscando normalizar la musculatura del lado sano evitando la elongación muscular del lado afectado. La facilitación neuro muscular con tóxina botulínica (terapia mínimamente invasiva) permite la inhibición muscular de los músculos del lado sano que presentan hipercontracción muscular compensatoria debido a la parálisis de la musculatura contralateral, lo que permite modular la fuerza de contracción y proporciona una simetría

correcta o mayor armonización facial (Karu,1988; James & Russel, 1951).

La terapia con láser de baja potencia, también conocida como fotobiomodulación, es un tratamiento que utiliza láseres de bajo nivel o diodos emisores de luz (LED) para cambiar la función celular estimulando la re-inervación neurológica. Es una herramienta clínicamente bien aceptada en medicina regenerativa y odontología (Karu,1988; Beurskens & Heymans, 2006).

La principal utilidad práctica de la radiación láser reside en que se concentra un gran número de fotones por unidad de superficie. El láser a potencias inferiores a las quirúrgicas, no elevan la temperatura tisular, sino que su acción se basa, principalmente, en efectos fotoquímicos (Beurskens & Heymans, 2006)

La laserterapia de baja potencia es un área de la ciencia relativamente reciente, en la que predominan ciertos efectos terapéuticos observados clínicamente (de forma empírica), como cicatrización, analgesia en la zona irradiada, una acción antiedematosa y antiinflamatoria de heridas de difícil evolución o traumatismos en tejidos diversos. Parte de estos fenómenos terapéuticos no tiene un fundamento biológico claramente establecido. No obstante, existen autores que han desarrollado y buscado explicación a las aplicaciones clínicas y otros han estudiado en profundidad los efectos en las células. Olson (1981) cree que es por medio de una absorción primaria de la luz por las enzimas mitocondriales resultando en un efecto calórico local

seguido de un cambio inmediato en la conductividad de la membrana (Mester *et al.*, 1985). Karu (1988) postula que la luz es absorbida por los componentes de la cadena respiratoria como flavinas y citomas causando una aceleración de la transferencia electrónica en varias partes de la cadena respiratoria (Olson, 1981). Mediante la estimulación de la fosforilación oxidativa en la mitocondria y la modulación de las respuestas inflamatorias. Al influir en la función biológica de gran variedad de tipos celulares, es capaz de ejercer una gama de efectos beneficiosos sobre la inflamación y la cicatrización (De Diego-Sastre *et al.*, 2005; Finsterer, 2008)

La absorción de la radiación láser se produce en los primeros milímetros de tejido, por lo que determinados efectos observables a mayor profundidad, incluso a nivel sistémico, no estarían justificados por una acción directa de energía absorbida. Por lo que se define efectos directos (foto-térmicos, foto-eléctrico) y efectos indirectos (estímulo de la microcirculación y aumento del trofismo celular). La sumatoria de ambos fenómenos generan un efecto regional o sistémico (Hosseinpour *et al.*, 2019; Finsterer, 2008).

Se postula que la terapia con láser de baja potencia acelera la microcirculación sanguínea, produciendo cambios en la presión hidrostática del capilar, reabsorción del edema y eliminación de catabolitos de desecho (ácido láctico y pirúvico), conllevando al aumento de los niveles de adenosín trifosfato (ATP) por el incremento de la fosforilación oxidativa de las mitocondrias. Haciendo posible la reinervación y restitución

funcional nerviosa de la hemicara afectada.

A continuación, se presenta un caso donde se realizó tratamiento con terapias combinadas mínimamente invasivas (toxina botulinica tipo A) en el lado sano junto a láserterapia en el lado afectado con el fin de acelerar la reparación del tejido nervioso dañado del nervio facial.

El objetivo de este caso clínico es realizar un tratamiento con terapia combinadas mínimamente invasivas y láserterapia de baja potencia en un paciente que no ha tenido solución con terapias tradicionales.

2. Presentación del caso

Paciente femenino, 52 años. Presenta hipertensión arterial (HTA) e hipotiroidismo controlados farmacológicamente (Losartán, Eutirox en dosis variables con el tiempo). Fumadora pesada (10 c/día promedio).

En la anamnesis paciente relata que hace 10 años, tras pasar por un momento de estrés familiar tuvo un fuerte dolor de cabeza y al despertar al día siguiente tenía el lado izquierdo de su rostro paralizado. Acudió al servicio del Hospital Regional de Iquique, Chile, y fue diagnosticada con parálisis hemifacial de lado izquierdo, de origen viral. Por lo que fue tratada con antivirales, Neurobionta inyectable y electromioestimulación.

Logró recuperar parte de la movilidad del rostro y pudo volver a cerrar el ojo izquierdo, aunque no se revirtió al 100% su parálisis.

En el examen clínico se aprecia que de acuerdo a clasificación Glogau y Fitzpatrick tipo III. Clasificación muscular hiperkinética en lado sano (derecho) e hipercontracción muscular compensatoria. En escala de House-Brackmann clasifica en grado IV ya que, presenta disfunción moderadamente severa con debilidad notable, desfiguración y asimetría.

Al análisis estético tercios faciales proporcionales, mesoprosopo, inclinación plano oclusal (comisura labial de lado derecho elevada). Línea media facial desviada hacia lado derecho, línea bipupilar asimétrica (inclinación a izquierda). En cuanto a su proporción facial 1/3 faciales proporcionales, distancia Sn-labial mantiene relación 1:2 con distancia Sn-Me. (Imagen. 1)

Imagen 1

A: Análisis estético facial frontal. B: Análisis estético lateral o de perfil.

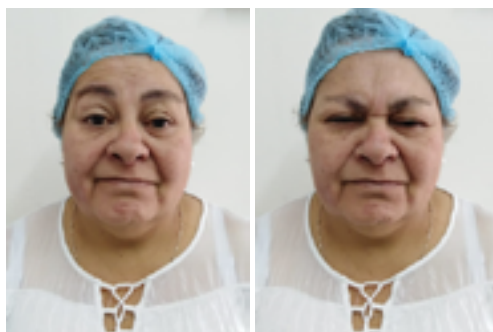


Al análisis en función del tercio superior, se denotó elevación evidente de ceja derecha, mientras que ceja izquierda permanece inmóvil durante la contracción muscular. Presentó arrugas

dinámicas horizontales por acción del músculo frontal derecho. Ausencia de arrugas dinámicas en lado izquierdo (indicador de afección en la rama frontal del nervio facial). Arruga horizontal por acción de músculo prócer presencia de arruga vertical marcada en el lado derecho, pero leve en el lado izquierdo con parálisis. Presencia de acción del músculo corrugador derecho y no en lado izquierdo. (Imagen 2)

Imagen 2

A: Expresión de asombro: Elevación de cejas B:



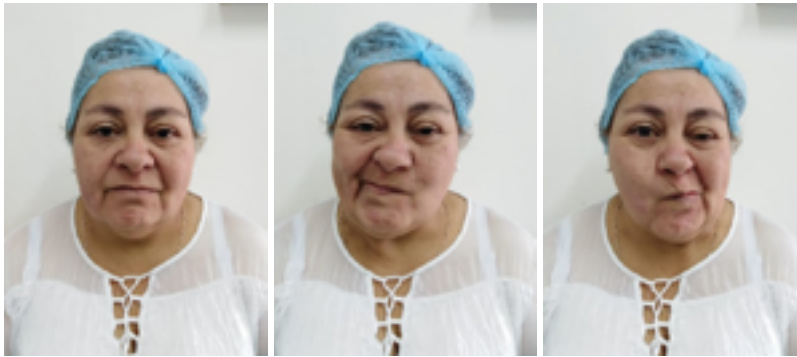
Al análisis en función del tercio medio en reposo, presentó arrugas subparpebrales derechas, surco nasolagrimal marcado en lado izquierdo. Surco nasogeniano (SNG) marcado en lado izquierdo más que en el lado derecho (Imagen 3A). En Contracción hacia lado derecho (sano) hay elevación del ángulo oral derecho, marcación profunda del SNG y marioneta del lado derecho, desviación de la punta nasal hacia el lado contraído (Imagen 3B). En contracción hacia lado izquierdo (parálisis) no hay elevación del ángulo oral izquierdo, no hay aumento en la profundidad del SNG y marioneta al momento de realizar el gesto que se

pide debido a que no hay musculatura activada en ese lado. No hay desviación de la punta nasal hacia el lado izquierdo. Se observó que el gesto es logrado por acción muscular del lado contrario, es decir, con musculatura del lado

derecho, esto queda en evidencia por la contracción del orbicular de los labios del lado derecho. Mentón contracción muscular antagonista (se va hacia derecha) al movimiento solicitado hacia la izquierda sincinesia (Imagen 3C).

Imagen 3

A: Reposo – B: Comisura hacia lado derecho – C: Comisura hacia lado Izquierdo.



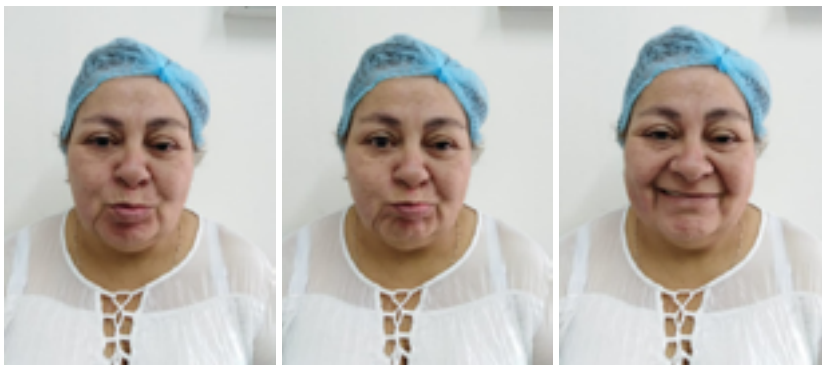
En el análisis del tercio inferior, se le pidió a la paciente ejecutar la expresión facial de un beso, durante la acción del orbicular oral, tiene una fuerte contracción en el lado derecho, no así el izquierdo. A su vez se observa como el músculo mentoniano del lado sano también se activa para lograr llevar a cabo el gesto (Imagen 4A). Al pedir que realice expresión de “enojo” con el objetivo de ver en acción músculo mentoniano, depresor del ángulo oral, depresor del labio inferior. Músculo mentoniano y depresores del labio inferior y ángulo oral hipertónicos y muy activados en el lado derecho para poder lograr el gesto. No así la

musculatura del lado izquierdo (Imagen 4B). Durante la expresión de sonrisa, la elevación de la comisura derecha mayor que en el lado izquierdo. Activación del depresor del labio inferior (derecho) para poder generar una sonrisa más amplia y que pueda mostrar los dientes, al momento de sonreír y activación del músculo mentoniano para poder fijar la musculatura para poder lograr el gesto. Lado izquierdo casi nula activación de la musculatura para poder realizar el gesto.(Imagen 4C)

El diagnóstico fue corroborado y la paciente mantenía signos de parálisis facial periférica con todos sus signos y síntomas.

Imagen 4

A: Expresión de beso – B: Expresión de enojo – C: Expresión de sonrisa



De acuerdo al diagnóstico se planificó la aplicación de láserterapia por medio de láser de

baja potencia en lado afectado junto a la aplicación de Txb-A en el lado sano.

3. Laserterapia

Protocolo de aplicación

Se utilizó láser infrarrojo con L.O: 808 nm $\pm$ 10 nm, P: 100 mW $\pm$ 20%, Modo: Continuo.

En esta presentación el Láser infrarrojo es incorporado para dar la ventaja de disminuir la sensibilidad dental tras el blanqueamiento, sin embargo para el caso clínico presentado será utilizado por las ventajas en lo referente a la bioestimulación.

Se realizó explicación del mecanismo láser infrarrojo y firma de consentimiento informado del paciente. Se ejecutaron sesiones de láser de 15 a 20 minutos efectivos (Tabla 1), en la zona con parálisis, de modo continuo, siguiendo el recorrido del nervio facial y sus ramas nerviosas temporal, cigomática, bucal, maxilar y cervical. Se le recomendó a la paciente consumir 2 gramos de Vitamina C, Neurobionta en cápsulas y tomar mucho líquido, diariamente hasta terminar el ciclo de tratamiento.

Al aplicar el láser en cada sesión se limpió la zona a tratar para que estuviera libre de grasa, cremas y pomadas, con el fin de evitar las pérdidas por reflexión de las irradiaciones luminosas. Y se colocó lentes de protección a la paciente para evitar el daño de la córnea.

Tabla 1

Protocolo de aplicación

EQUIPO LÁSER INFRARROJO		
L.O	808	nm
P	0,12	Watts
T Aplicación 15min	900	seg
T Aplicación 20min	1200	seg
Área tratada	10	cm2

Tabla 2

Registro de láserterapia y evolución clínica.

SESIÓN	Tiempo (min)	DENSIDAD DE POTENCIA O IRRADIACIÓN		DENSIDAD DE ENERGÍA O FLUENCIA		ENERGÍA DEPOSITADA	
1	15	0,01	Watts/cm2	10,8	Joule/cm2	108	Joule
2	15	0,01	Watts/cm2	10,8	Joule/cm2	108	Joule
3	20	0,01	Watts/cm2	14,4	Joule/cm2	144	Joule
4	20	0,01	Watts/cm2	14,4	Joule/cm2	144	Joule
5	20	0,01	Watts/cm2	14,4	Joule/cm2	144	Joule
6	20	0,01	Watts/cm2	14,4	Joule/cm2	144	Joule
7	20	0,01	Watts/cm2	14,4	Joule/cm2	144	Joule

Tabla 3

Protocolo de aplicación.

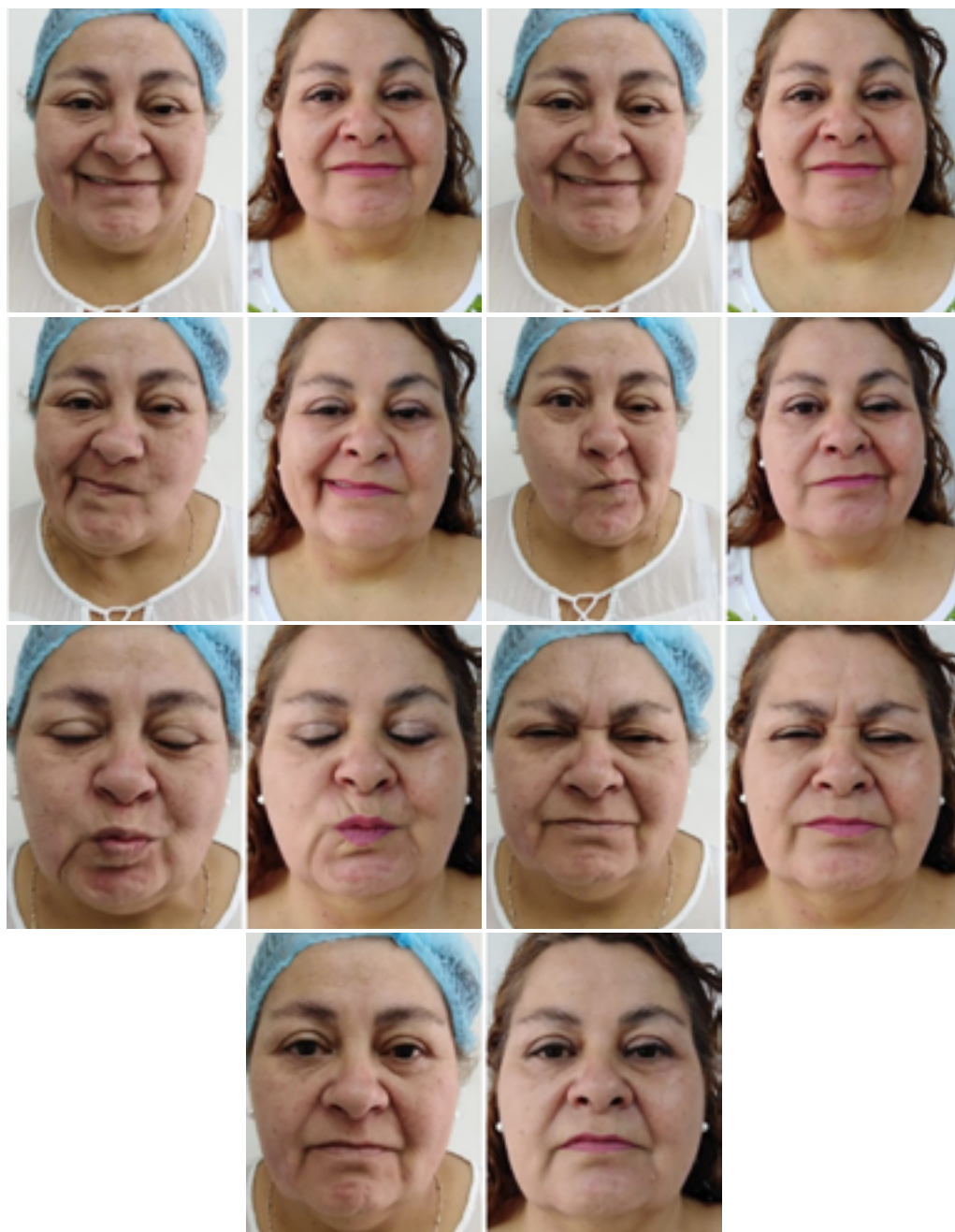
SESIÓN	EVOLUCIÓN
1	Aplicación e indicación de Vit. C 2gr. + Neurobionta + agua
2	Se aplica el mismo día de la primera en la jornada de la tarde
3	Paciente no relata cambios
4	Paciente indica cambio en la zona del mentón, antes tenía una depresión constante marcada en el centro
5	Paciente indica haber podido silbar, acción muscular que no realizaba hace años
6	Se le pide a la paciente practicar gestos frente al espejo
7	Paciente relata percibir que se desfigura menos su rostro

Los resultados de la terapia están presentados en la Imagen 5. Se aprecia una mejoría evidente del tono y la

función de los músculos faciales, con una mejoría de la simetría facial casi total.

Imagen 5

Set fotográfico de antes y después de tratamiento con LLLT en lado afectado y TXB-A en
lado sano.



4. Implicancias éticas

De acuerdo a procedimiento de investigaciones con personas definidas por MINSAL, la paciente otorgó autorización escrita al equipo de investigadores para publicar y difundir el reporte de su caso y expresó su conformidad del uso de las fotografías a rostro descubierto incluidas en esta publicación, para contribuir al desarrollo de este tipo de terapias en otras personas. En agradecimiento a la colaboración de la paciente todo el tratamiento y controles entregados han sido y serán libres de costo asumido por el equipo de profesores universitarios del programa de Diplomado Orofacial de la Universidad de Chile.

5. Discusión

La parálisis facial periférica, se caracteriza por la inflamación del nervio con consiguiente aparición de edema, compresión e isquemia y desmielinización nerviosa. Generando pérdida o disminución de la función motora y sensorial del nervio facial (Jabor & Gianoli, 1996).

Para tener éxito en este tipo de tratamientos complejos se requiere una correcta planificación, a su vez las secuelas en el estado psíquico del paciente debiesen ser consideradas al momento de la decisión terapéutica, ya que, pese a que los estudios del LLLT son recientes, la evidencia científica muestra resultados bastante alentadores como herramienta terapéutica de primera elección (Amid *et al.*, 2014; Jackson & von Doersten, 1999).

Los pacientes con contraindicación de corticoesteroides, a su vez sus efectos secundarios y las secuelas propias de la parálisis manejada con la terapia tradicional, hace pensar que la terapéutica con LLLT debiese ser considerado parte primordial en el tratamiento de PFP (Martin Cordero, 2008).

Se requieren más estudios que consideren las repercusiones psicosociales que conlleva la PFP con mediciones objetivas, que permitan comparar el antes y después de este estado, al término de la terapia con láser de baja potencia en PFP. Considerando que parte de la definición de “salud” definida por la OMS se refiere al bienestar psicosocial.

Se observó que al aumentar el tiempo de aplicación de 15 a 20min hubo un mayor efecto (recuperación de funcionalidad “acción de silbar”), se podría considerar que el abundante tejido adiposo en la región a tratar puede ser un factor de interferencia para lograr el efecto bioquímico, celular y por ende, el efecto clínico deseado.

Considerando que las condiciones sistémicas (HTA) y hábitos de la paciente (fumadora) deben ser considerados al momento del pronóstico en el tratamiento. También es válido tomar en consideración las cualidades del LLLT, como la bioestimulación y revascularización, que lo hacen una herramienta de primera elección en este tipo de paciente.

El láser es útil en estos casos al presentar un efecto terapéutico como estimulante, biorregulador, analgésico y antiinflamatorio. Estos efectos dependen de muchos parámetros, siendo la

densidad de energía aplicada al tejido el más importante. (Mohammed IF *et al.*, 2007; Weintraub *et al.*, 2009)

El láser tiene un efecto regenerador y antiinflamatorio, actúa en el metabolismo celular favoreciendo y acelerando la transformación del ADP en ATP, lo que suministra la energía necesaria para formar enlaces de fosfato de alta energía que restituye al trofismo celular y a la potencia de la membrana de la célula nerviosa. El láser de baja potencia ha demostrado ser una excelente herramienta terapéutica para la recuperación de parálisis faciales terapéuticas, nos ayuda a acelerar el proceso de reparación del tejido nervioso obteniendo mejores resultados a corto y largo plazo, lo que se ve reflejado tanto en el tiempo de recuperación como el número de secuelas. La errónea dirección seguida por algunos axones regenerados y la ramificación de otros, dificultan la recuperación funcional al haber creado nuevos modos de inervación periférica desadaptados de los engramas quinésicos previamente establecidos por la experiencia, por ello la reeducación muscular es insustituible en el tratamiento de PFP, en ese ámbito la aplicación de TXB-A juega un rol importante.

Se describe en la literatura que el mínimo de sesiones que se necesitaron para comenzar a ver resultados visibles en PFP crónicas de larga data fueron de 15 sesiones. Si la paciente en su 4ta sesión logró recuperar una función muscular (silbar) que no realizaba hace años, es de esperar mejores resultados si se continuara con láserterapia por lo menos hasta completar el mínimo de sesiones descritos en la literatura. Compartimos la opinión de James & Russell (1951) los cuales plantean

la necesidad de formas más activas de tratamiento que puedan aplicarse desde el primer día de la parálisis con el fin de evitar la degeneración walleriana y sus perturbadoras consecuencias. Quizás esa forma activa de tratamiento que plantean sea la aplicación de láser de baja potencia.

A pesar de no haberse valorado la calidad de vida o efectos satisfactorios objetivamente de la paciente, las expectativas fueron ampliamente cumplidas y especialmente por el hecho de que la paciente estuvo bajo muchas terapias sin mayor éxito. Hoy se encuentra bajo seguimiento y control periódico por el equipo. Esperamos que la recuperación de la paciente sea total en el futuro con el restablecimiento de la función gradual.

6. Conclusión

La aplicación de láser de baja potencia en este paciente consiguió rehabilitar parcialmente su función muscular coadyuvado de terapias mínimamente invasivas y se este esquema terapéutico se presenta como una excelente alternativa, efectiva y mínimamente invasiva.

7. Agradecimientos:

Los autores agradecen la contribución del Prof. Dr. Eduardo Fernández en el desarrollo de este caso.

8. Financiamiento

Esta publicación no contó con el apoyo financiero de ninguna institución.

9. Aspectos éticos

Los autores declaran que este artículo contó con el consentimiento informado de la paciente.

10. Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

- Allen D, Dunn L. (2008) Aciclovir o valaciclovir para la parálisis de Bell (parálisis facial idiopática) (Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus. Número 2. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de The Cochrane Library, 2008 Issue 2. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).pdf
- Amid, R., Kadkhodazadeh, M., Ahsaie, M. G., & Hakazadeh, A. (2014). Effect of low level laser therapy on proliferation and differentiation of the cells contributing in bone regeneration. *Journal of lasers in medical sciences*, 5(4), 163–170.
- Beurskens CH, Heymans PG.(2006) Mime therapy improves facial symmetry in people with long-term facial nerve paresis: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother*. [serie en internet] [citada 24 Nov 2010]; 52(3):177-83.
- Beurskens CH, Heymans PG.(2003) Positive effects of mime therapy on sequelae of facial paralysis: stiffness, lip mobility, and social and physical aspects of facial disability. *Otol Neurotol*. [serie en internet] [citada 24 Nov 2010]; 24(4):677-81.
- De Diego-Sastre JI, Prim-Espada MP, Fernández-García F.(2005). Epidemiología de la parálisis facial de Bell. *Rev Neurol*; 41 (5): 287-290.
- Finsterer J.(2008).Management of peripheral facial nerve palsy. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. [serie en internet] [citada 24 Nov 2010]; 265(7):743-52.
- Hosseinpour, S., Fekrazad, R., Arany, P. R., & Ye, Q. (2019). Molecular impacts of photobiomodulation on bone regeneration: a systematic review. *Progress in biophysics and molecular biology*, 149, 147-159.
- James, J.A.; Russel, W.R – Bell's palsy: aetiology clinical cause and treatment. *Lancet* 2: 519. 1951.
- Jabor MA, Gianoli G. Management of Bell's palsy. *J La State Med Soc*. [serie en internet] 1996 Jul [citada 24 Nov 2010]; 148(7):279-83.
- Jackson CG, Von Doersten PG. The facial nerve. Current trends in diagnosis, treatment, and rehabilitation. *Med Clin North Am*. 1999 Jan [citada 24 Nov 2010]; 83(1):179-95, x.
- Karu, T. I. (1988) Molecular Mechanism of the therapeutic effect of low intensivity laser radiation. *Laser in Life Science* 2(1), 53 74.
- Martin Cordero J M (2008) Agentes Físicos Terapéuticos. La Habana. Ed: Ciencias Médicas.
- Mohammed IF, Al-Mustawfi N, Kaka LN. Promotion of regenerative processes in injured peripheral nerve induced by low-level laser therapy. *Photomed Laser Surg*. 2007 Apr; 25(2): 107-11.pdf
- Mester, E., Mester, A. F. and Mester, A (1985). The biomedical effects of laser application. *Lasers in Surgery and Medicine* 5, 31 39.
- Olson, J. (1981). Laser action spectrum of reduced excitability in nerve cells. *Brain Research* 204, 436 440.
- Rochkind S, Leider-Trejo L, Nissan M, Shamir MH, Kharenko O, Alon M. (2007) Efficacy of 780-nm laser phototherapy on peripheral nerve regeneration after neurotube reconstruction procedure (double-blind randomized study). *Photomed Laser Surg*. [serie en internet] [citada 24 Nov 2010];25(3):137-43.
- Weintraub MI, Herrmann DN, Smith AG, Backonja MM, Cole SP.(2009) Pulsed electromagnetic fields to reduce diabetic neuropathic pain and stimulate neuronal repair: a randomized controlled trial.90(7):1102-9.PMID: 19577022.pfd

TERAPIA LÁSER DE BAJA POTENCIA COMO APOYO COMPLEMENTARIO EN LA IMPLANTOLOGÍA: ¿UNA OPCIÓN CONFIABLE?

Sara Bernardi 

Department of Life, Health and Environmental Sciences, University of L'Aquila Italy.

RESUMEN

El uso de la terapia con láser de baja potencia (LLLT) en la reparación ósea se ha estudiado durante años y su aplicación en la implantología sigue siendo un tema controvertido, debido a la difícil evaluación de su eficacia clínica. Reportamos la aplicación de LLLT como ayuda en la osteointegración en dos pacientes sometidos a cirugía de implantes en el maxilar superior. En un hemi-arco se aplicó la LLLT y en el otro se utilizó como control. La evaluación del área ósea que rodea a las fijaciones se realizó mediante tomografía computarizada Cone Beam y el área de contacto hueso-implantes se midió mediante el software InVesalius®. Los hallazgos radiológicos apoyan la idea de considerar la bioestimulación con láser como un coadyuvante en la cirugía de implantes.

Palabras clave: fotobioestimulación; odontología de implantes; terapia con láser.

1. Introducción

La tecnología láser es hoy en día un instrumento de terapia diaria utilizado en todas las áreas de la odontología (Tunér y Beck-Kristensen, 2011; Bernardi et al., 2016). Entre los efectos bien conocidos de la interacción del rayo láser con los tejidos biológicos, la fotobiomodulación o bioestimulación se refiere a la capacidad de los láseres para acelerar la curación, aumentar la circulación, reducir el edema y minimizar el dolor (Jacques, 1992).

El nombre inapropiado Terapia láser de baja potencia (LLLT) se define como el uso de láser a baja potencia (1 vatio por lo general) a una longitud de onda que van desde 623 nm a 1064 nm (Vescovi et al., 2007) para inducir la estimulación de los procesos de curación natural. Sin embargo, las últimas publicaciones de Anders et al., proponen un nombre nuevo y más claro de este tipo de terapia: Terapia de fotobiomodulación (Anders et al., 2019). De hecho, el efecto biológico no es inducido por la potencia

emitida por la máquina, sino por el poder que llega a los tejidos objetivo (Anders et al., 2019). Los resultados atribuidos a la terapia de fotobiomodulación incluyen cambios bioquímicos, bioeléctricos y bioenergéticos en el entorno tisular. Estos cambios aumentan el metabolismo e inducen la proliferación celular (Jacques, 1992).

Cuando está en marcha el proceso inflamatorio, la actividad de las moléculas inflamatorias puede mejorar el proceso de curación (Avci et al., 2013). De hecho, el proceso inflamatorio incluye la promoción de la regeneración de tejidos traumatizados por medio de mediadores proinflamatorios específicos, incluyendo prostaglandinas, y lipoxinas que son los productos del metabolismo del ácido araquidónico (Plaetzer et al., 2009).

Existen reportes que indican que a nivel molecular, la absorción de luz láser aumenta el metabolismo celular, estimulando los cromóforos en el ciclo respiratorio mitocondrial, con cambios en los niveles celulares de adenosín trifosfato (ATP), liberando factores de crecimiento, y mejorando la síntesis de colágeno (Nicola et al., 2003).

Los efectos antiinflamatorios y antiedema se logran mediante la aceleración de la microcirculación. En consecuencia, la presión hidrostática capilar cambia con la reducción de edema (Avci et al., 2013).

Por lo tanto, a nivel de tejido hay una inducción de la actividad mitótica de células epiteliales y fibroblastos, estimulación de la producción de colágeno por esas células, inhibición

de la secreción de algunos mediadores químicos, cambios en la densidad capilar y estimulación de la microcirculación local (Basso et al., 2012).

Clínicamente, la terapia láser mencionada se ha utilizado para el tratamiento de lesiones de patología oral tales como úlceras aftosas, parestesia de lesiones por herpes labial, mucositis, osteonecrosis mandibular relacionada con el uso de bifosfonatos (Rood, 1992; Walsh, 1997; Vescovi et al., 2007; Albrektson, Hedstrom y Bergh, 2014; Oton-Leite et al., 2015).

En este contexto, la posible aplicación de la terapia de fotobiomodulación en la regeneración ósea y en la osteointegración del implante parece muy atractiva.

De hecho, las técnicas de regeneración ósea se han desarrollado en odontología también con el objetivo de proporcionar suficiente volumen de hueso alveolar capaz de apoyar e implantar e integración de accesorios de implantes.

Por lo tanto, el uso de un protocolo complementario para acelerar y mejorar el proceso de curación ósea parece ser muy prometedor en implantología.

Estudios anteriores in vitro e in vivo (Tang y Arany, 2013) muestran los beneficios del uso de esta terapia en tejidos periimplante, pero sólo unos pocos ensayos clínicos informaron de los beneficios de esta técnica.

El objetivo de este documento es informar la evaluación clínica de los beneficios efectivos de esta terapia en la cirugía de implantes.

2. Reporte de Casos

Protocolo de bioestimulación

El protocolo de bioestimulación, establecido según los datos disponibles en la literatura (Lancieri et al., 2011), incluía el uso de un láser Nd-Yag (SmartFile, Deka M.E.L.A., Italia), con una onda de longitud de 1064 nm, estableciendo la potencia en 1,00 vatios, la energía a 100 mJ, y el tiempo en 60". La fibra óptica aplicada era de 600 mm y fácilmente aplicable en el fondo del vestíbulo oral. El tratamiento se aplicó en T0 (establecido como el día de la intervención) y en los días 3, 5 y 7. Con el fin de minimizar el efecto sistémico eventual (Fronza et al., 2013), las dos intervenciones se realizaron en dos tiempos, tratando quirúrgicamente primero el cuadrante utilizado como control. La bioestimulación fue realizada por el mismo dentista para minimizar cualquier sesgo entre operadores.

Mediciones digitales

Debido a la relativa baja invasividad se utilizó la tomografía computarizada cone beam (Bernardi et al., 2016), el método radiológico se utilizó para evaluar cualquier diferencia en el seguimiento. Después de importar los archivos, se segmentó el área de contacto óseo alrededor de cada implante y se señalaron las mediciones relacionadas.

Caso 1

El paciente no fumador, con antecedentes dentales previos de periodontitis crónica, con necesidad de rehabilitación mediante implantes el maxilar posterior edéntulo. A partir de la tomografía computarizada cone beam (CBCT), debido al poco volumen

de hueso disponible en ambos lados, se planeó una elevación de piso del seno maxilar con materiales de relleno y con la colocación del implante (Figura 1 a). Específicamente, tres implantes en posición 1.4, 1.5 y 1.6 y en las posiciones 2.4, 2.5 y 2.6. Dado que el paciente necesitaba restaurar ambos lados del maxilar posterior, se utilizó como autocontrol, tratando el primer cuadrante con la terapia láser, mientras el segundo cuadrante no recibió terapia láser.

Después de la intervención quirúrgica, se indicó ketoprofeno y se aplicó el hielo en la zona tratada. Poco después el paciente fue sometido al protocolo de bioestimulación (Figura 1 b), repetido en el tercero, el quinto y el séptimo día de la intervención.

El área irradiada correspondió a la región de 1.4 a 1.6. La evaluación del beneficio efectivo del tratamiento se realizó en el seguimiento del 4º mes, utilizando CBCT. El volumen de contacto óseo se midió mediante el software InVesalius® que permite la medición del volumen en imágenes (Figura 2).

En el seguimiento del cuarto mes, la segmentación realizada en la reconstrucción volumétrica de CBCT mostró un área de contacto óseo con el implante superficial de 442 mm², 459 mm² y 446 mm² respectivamente en los implantes en las posiciones 1.4, 1.5 y 1.6. Los volúmenes del lado de control resultaron ser 428 mm², 445 mm² y 429 mm² respectivamente en los implantes en las posiciones 2.4, 2.5 y 2.6.

Figura 1.

(a) Reconstrucción Panorex derivada del CBCT. El hueso disponible no es adecuado para la colocación del implante en ambos arcos maxilares. En la mandíbula, el plan de tratamiento incluía la extracción de los elementos insalubres. (b) Aplicación láser en el fondo de vestibulo oral.

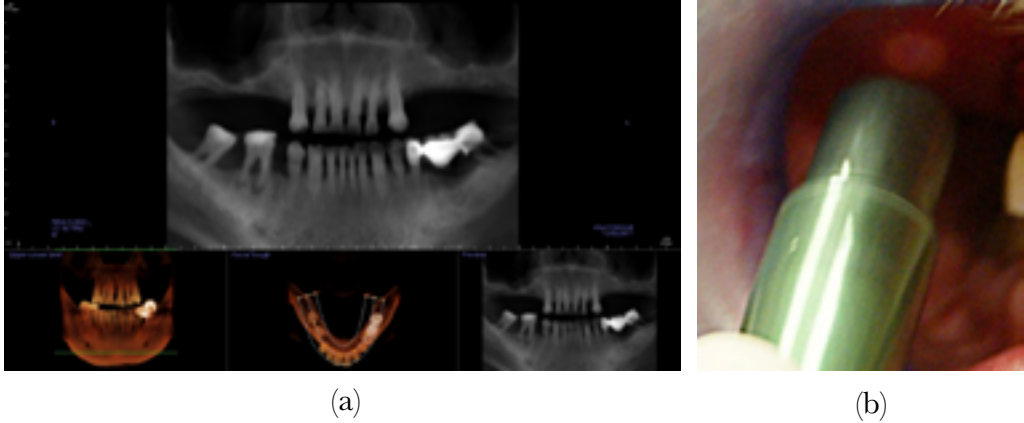
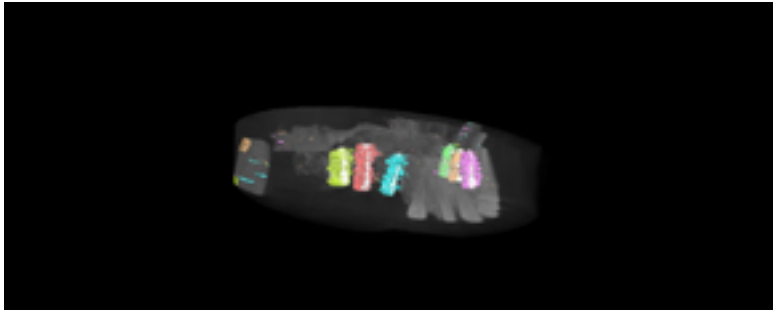


Figura 2.

Reconstrucción del volumen con la segmentación de la zona ósea en contacto con las superficies del implante. La dispersión de los implantes no permitió medir las áreas proximales del hueso. Representación de volumen obtenido con el software InVesalius®.



Caso 2

Como en el primer caso, paciente no fumador, con un historial dental previo de periodontitis crónica con necesidad de rehabilitación con implantes en el maxilar posterior edéntulo. A partir de la tomografía computarizada cone beam (CBCT), debido al poco volumen de hueso disponible en ambos lados, se planificó una elevación del piso del

seno maxilar con materiales de injerto y con la colocación de los implantes. Específicamente, el tratamiento del plan incluyó la necesidad de colocar un implante en la posición 2.6 y tres implantes en 1.4., 1.5 y 1.6 posición (Figura 3a). El sitio seleccionado para la irradiación fue el 2.6 y el 1.6 fue considerado como el control en la etapa de evaluación. Después de la

intervención quirúrgica, se añadió una terapia de ketoprofeno y se aplicó el hielo en la zona tratada. Poco después el paciente fue sometido al protocolo de bioestimulación (Figura 3b), repetido en el tercer, el quinto y el séptimo día de la intervención.

La evaluación del beneficio efectivo del tratamiento se realizó en el seguimiento del 4º mes, utilizando CBCT. El volumen de contacto óseo se midió mediante

el software InVesalius® que permite la medición del volumen en imágenes (Figura 4).

En el seguimiento del cuarto mes, la segmentación realizada en la reconstrucción volumétrica de CBCT mostró un contacto óseo en volumen con el implante de superficie de 509 mm² en el sitio bioestimulado y de 574 mm² en el sitio de control seleccionado (1,6).

Figura 3.

(a) Reconstrucción Panorex derivada de CBCT. Se aprecia que el hueso disponible en el segundo cuadrante no es adecuado para la colocación del implante. En ambos lados el edentulismo maxilar requiere rehabilitación fija. En general, el nivel óseo y las piezas dentarias restantes se ven sanas. (b) Aplicación láser en el fondo de vestíbulo oral.

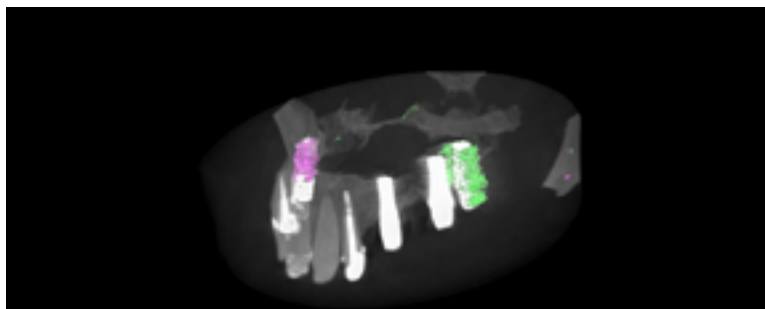


(a)

(b)

Figura 4.

Reconstrucción del volumen con segmentación de la zona ósea en contacto con las superficies del implante. La dispersión de los implantes no permitió medir las áreas proximales del hueso. Representación de volumen obtenido con el software InVesalius®.



3. Discusión

La pérdida de dientes por cualquier razón es un traumatismo para el hueso alveolar y tal vez represente un factor psicológico que afecta la calidad de vida de los pacientes (zhayat et al., 2016).

De hecho, el edentulismo no es una condición que amenaza la vida, pero puede influir en el estilo de vida diario de un paciente. Para los edentulismos extensos, la solución terapéutica, como la prótesis removable, es una opción de bajo riesgo y fiable, pero a veces la incomodidad debida a la movilidad del dispositivo es un problema para los pacientes (Falisi et al., 2017).

El efecto bioestimulante del láser en los osteoblastos para acelerar la osteointegración del implante dental sigue siendo un tema controvertido. De estudios anteriores, la bioestimulación láser parecía ser un complemento válido en la curación de las fracturas óseas y en el modelo in vitro y en animales los resultados fueron prometedores. De hecho, en 1987 Trelles e Mayayo, reportó la curación de las fracturas óseas en un modelo de ratón, con vasos de neoformación y formación trabecular ósea después de tres semanas de irradiación diaria (Trelles y Mayayo, 1987).

En 1990 Abe utilizó terapia láser de baja potencia (LLLT) como tratamiento de fracturas patológicas, lo que sugiere que esta terapia podría utilizarse como herramienta no invasiva y eficiente (Abe, 1990).

En primer lugar, en un estudio in vitro con osteoblastos y condrocitos, confirmaron el efecto positivo de LLLT en el crecimiento celular y la diferenciación

(D-rtbudak et al., 2000). El mismo grupo de trabajo continuó la investigación utilizando el modelo de babuinos, los recuentos celulares y la resorción ósea periimplante se observaron en la cresta ilíaca de los babuinos machos después de la inserción del implante en cada cresta ilíaca de los primates (D-rtbudak, Haas y Mailath-Pokorny, 2002). En este estudio mostraron que la irradiación láser mejora el número de osteocitos vitales en el hueso irradiado (D-rtbudak et al., 2002).

En 2003 Guzzardella et al. en su estudio in vivo sobre animales, se evaluó cómo la irradiación con láser de baja potencia puede mejorar la osteo-integración (Guzzardella et al., 2003). Probaron implantes cilíndricos de hidroxapatita colocados en los fémures de los conejos; el análisis histomorfométrico realizado mostró un índice de afinidad más alto en la interfaz del implante óseo en el grupo irradiado que en el grupo de control (Guzzardella et al., 2003).

En 2004 Khadra et al. evaluaron la aplicación de láser de diodo en la calidad de curación y osteointegración; el análisis histológico mostró una mejor interfaz hueso-implante en el grupo irradiado. Además, se realizó la prueba de tracción en la distribución de la resistencia (Khadra et al., 2004). Mostró una ganancia de la fijación ósea funcional en las superficies del implante en los sitios irradiados (Khadra et al., 2004).

En 2011, Lancieri et al. en su estudio de caso-control, aplicaron la bioestimulación láser para la integración de biomateriales en caso de zócalo de preservación de cresta, reportando resultados prometedores tanto clínica

como histológicamente (Lancieri et al., 2011). Se observó un nuevo hueso lamelar denso, médula ósea normal y una gran cantidad de formación ósea nueva activa (Lancieri et al., 2011).

Sin embargo, la reciente revisión sistemática de Noba et al, puso de relieve la debilidad de la evidencia de una influencia efectiva de la curación oral debido a la bioestimulación láser (Noba et al., 2018).

De hecho, hay una falta de protocolos estandarizados y de suficientes ensayos clínicos aleatorios para evaluar la eficacia de esta terapia complementaria en cirugía oral.

A pesar de que el modelo animal experimental mostró resultados positivos, los estudios con un diseño metodológico con bajo de sesgo fueron sólo unos pocos y por lo tanto la fuerza de la evidencia acerca del efecto de bioestimulación en los procedimientos de cirugía oral sigue siendo baja y necesita ser investigada más a fondo.

Los casos notificados fueron evaluados por un punto de vista imagenológico limitado y lejos de reivindicar la eficacia de la fotobioestimulación, cuestionaron su fiabilidad. Como las medidas mostraron, en el primer caso, hubo una pequeña ganancia en los sitios irradiados, en cambio en el segundo caso el sitio del implante bioestimulado no mostró ninguna diferencia con el sitio de control. Sin embargo, el biomaterial utilizado para el levantamiento del seno parecía estar bien integrado.

5. Conclusiones

La fotobioestimulación representa una opción terapéutica muy prometedora

para acelerar la cicatrización ósea después de los procedimientos de cirugía oral, incluida la colocación del implante. Sin embargo, la solidez de su confiabilidad requiere mayor investigación, junto con un protocolo establecido.

6. Financiación: Esta investigación no recibió financiación externa.

7. Aspectos éticos: El protocolo de fotobioestimulación se realizó con el consentimiento informado por escrito de los pacientes, y sin costo adicional para la terapia, incluyó el seguimiento del CBCT. Los pacientes dieron su permiso para publicar los datos.

8. Conflictos de interés: Los autores no declaran ningún conflicto de intereses.

9. Reconocimiento: La autora desea dedicar la obra actual a los miembros de su familia. Además, el caso se ha presentado como panel en 2013 en el “PREMIUM DAY, 12th International Congress on Implant Prosthodontics, del 6 al 8 de junio de 2013, Padua, Palazzo della Ragione, Italia” (Bernardi y Continenza, 2013).

Referencias

- Abe T. (1990) Diode Laser Lllt-Enhanced Bone Fusion Of Femoral Shaft Fracture Complicated By Chronic Osteomyelitis: A Case Report, *Laser Ther*, 2(4), pp. 175–178. <https://doi.org/10.5978/islm.90-SC-01>
- Albrektson M., Hedstrom L. and Bergh H. (2014) Recurrent aphthous stomatitis and pain management with low-level laser therapy: a randomized controlled trial, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 117(5), pp. 590–594. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2014.01.228>

- Anders J. J. et al. (2019) Light-Emitting Diode Therapy and Low-Level Light Therapy Are Photobiomodulation Therapy, Photobiomodul Photomed Laser Surg, pp. 63–65. <https://doi.org/10.1089/photob.2018.4600>
- Avci P. et al. (2013) Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring, Semin Cutan Med Surg, 32(1), pp. 41–52. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc4126803/>
- Basso F. G. et al. (2012) In vitro wound healing improvement by low-level laser therapy application in cultured gingival fibroblasts., Int J Den , p. 719452. <https://doi.org/10.1155/2012/719452>
- Bernardi S., Mummolo S., Ciavarelli L. M., et al. (2016) Cone beam computed tomography investigation about the antral artery anastomosis in a center of Italy population, Folia Morphol (Warsz), 75(2), pp. 149–153. <https://doi.org/10.5603/fm.a2015.0095>
- Bernardi S., Mummolo S., Zeka K., et al. (2016) ‘Use and Evaluation of a Cooling Aid in Laser-Assisted Dental Surgery: An Innovative Study.’, Photomedicine and laser surgery, 34(6), pp. 258–62. <https://doi.org/10.1089/pho.2015.4008>
- Bernardi S, Continenza MA. Bone Laser Biostimulation Applied to Implant Dentistry: a case report in Abstracts of the Pre-Congress Courses from the 12th International Congress on Implant Prosthodontics. June 6– 8, 2013. Padova, Palazzo della Ragione, Italy. Clinical oral implants research. 2013; 1–29
- Dörbudak O., Haas R. and Mailath-Pokorny G. (2002) ‘Effect of low-power laser irradiation on bony implant sites.’, Clin Oral Implants Res, 13(3), pp. 288–292. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2002.130308.x>
- Dörbudak O., Haas R. and Mallath-Pokorny G. (2000) Biostimulation of bone marrow cells with a diode soft laser., Clin Oral Implants Res, 11(6), pp. 540–545. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011006540.x>
- Falisi G. et al. (2017) “All on short” prosthetic-implant supported rehabilitations., Oral Implantol (Rome), 10 (4), pp. 477-487. En: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5892663/>
- Fronza B. et al. (2013) Assessment of the systemic effects of low-level laser therapy (LLLT) on thyroid hormone function in a rabbit model, Int J Oral Maxillofac Surg, 42(1), pp. 26–30. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.06.017>
- Guzzardella G. et al. (2003) ‘Osseointegration of endosseous ceramic implants after postoperative low-power laser stimulation: an in vivo comparative study.’, Clin Oral Implants Res, 14(2), pp. 226–232. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.00872.x>
- Jacques S. L. (1992) ‘Laser-tissue interactions: Photochemical, photothermal, and photomechanical’, Surg Clin North Am, 72(3), pp. 531–558. [https://doi.org/10.1016/S0039-6109\(16\)45731-2](https://doi.org/10.1016/S0039-6109(16)45731-2)
- Khadra, M. et al. (2004) ‘Low-level laser therapy stimulates bone-implant interaction: An experimental study in rabbits’, Clin Oral Implants Res, 15(3), pp. 325–332. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.00994.x>
- Lancieri L. et al. (2011) ‘A new bone surgical laser technique: technical aspects and applications in dentistry’, Front Biosci (Elite Ed), E3(January 1), pp. 463–468. <http://doi.org/10.2741/e261>
- Nicola R. A et al. (2003) Effect of low-power GaAlAs laser (660 nm) on bone structure and cell activity: an experimental animal study., Lasers Med Sci , 18(2), pp. 89–94. <https://doi.org/10.1007/s10103-003-0260-z>
- Noba C. et al. (2018) Laser for bone healing after oral surgery: systematic review., Lasers Med Sci, 33(3), pp. 667–674. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2400-x>
- Oton-Leite A. F. et al. (2015) ‘Effect of low-level laser therapy on chemoradiotherapy-induced oral mucositis and salivary inflammatory mediators in head and neck cancer patients.’, Lasers Surg Med, 47(4), pp. 296–305. <https://doi.org/10.1002/lsm.22349>
- Özhayat E. B. et al. (2016) Patients’ experience of partial tooth loss and expectations to treatment: a qualitative study in Danish and Swedish patients., J Oral Rehabil . 43(3), pp. 180–189. <https://doi.org/10.1111/joor.12355>
- Plaetzer K. et al. (2009) Photophysics and photochemistry of photodynamic therapy: fundamental aspects. Lasers Med Sci , 24(2),

- pp. 259–268. <https://doi.org/10.1007/s10103-008-0539-1>
- Roo J. P. (1992) ‘Permanent damage to inferior alveolar and lingual nerves during the removal of impacted mandibular third molars. Comparison of two methods of bone removal.’, *Br Dent J*, 172(3), pp. 108–110. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4807777>
- Tang E. and Arany P. (2013) Photobiomodulation and implants: implications for dentistry. *J Periodontal Implant Sci*, 43(6), pp. 262–268. <https://doi.org/10.5051/jpis.2013.43.6.262>
- Trelles M.A. and Mayayo E. (1987) Bone fracture consolidates faster with low-power laser., *Lasers Surg Med*, 7(1), pp. 36–45. <https://doi.org/10.1002/lsm.1900070107>
- Tunér J. and Beck-Kristensen, P. H. (2011) ‘Low-Level Lasers in Dentistry’, in *Principles and Practice of Laser Dentistry*. New York, USA: Mosby, Elsevier, pp. 263–286. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-06206-0.00015-1>
- Vescovi, P. *et al.* (2007) Nd:YAG laser biostimulation of bisphosphonate-associated necrosis of the jawbone with and without surgical treatment, *Br J Oral Maxillofac Surg*, 45(8), pp. 628–632. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2007.03.016>
- Walsh L. J. (1997) The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications., *Aust Dent J*, 42(4), pp. 247–254. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1997.tb00129.x>

UTILIZACIÓN DE LÁSER DIODO EN EL TRATAMIENTO DE LA PERI-IMPLANTITIS. REPORTE DE 3 CASOS

Javier E. Basualdo Allende 

Departamento de Graduados, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.

M. Isabel von Marttens Sepúlveda 

Práctica Privada, Santiago, Chile

Alfredo H. von Marttens Castro

Departamento de Graduados, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.

Cristian Bersezio Miranda 

Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Janja Kuzmicic Cervellino 

Práctica Privada, Santiago, Chile.

Eduardo Fernández Godoy 

Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

RESUMEN

Los implantes dentales son ampliamente usados para el reemplazo de piezas dentarias y se han convertido en el “gold standard” de las terapias protésicas en odontología. Dado el mayor uso de éstos, las investigaciones epidemiológicas recientes han demostrado elevadas tasas de prevalencia de enfermedad periimplantaria. En el presente estudio se presentan tres casos clínicos diagnosticados con periimplantitis. Todos los casos presentaron aumento de la profundidad al sondaje periimplantario en relación a controles anteriores, supuración, sangramiento al sondaje y pérdida ósea confirmada a través de tomografía computada cone beam. El tratamiento indicado para todos los casos fue una terapia conjunta entre un tratamiento mecánico mediante ultrasonido con la utilización de puntas plásticas (PI EMS®, Suiza) y la terapia con láser. Para la laserterapia se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia de 2 W en modo CW, utilizando una punta de 300 µm. El láser de diodo no daña la superficie de titanio y es capaz de descontaminar las superficies rugosas de los implantes. En este reporte, el uso de una terapia combinada mecánica y láser fue efectiva en todos los casos. En los controles clínicos, la mucosa periimplantaria no presentó signos de supuración ni sangramiento, y la profundidad al sondaje también se vio disminuida. El nivel óseo se controló a través de una tomografía computada cone beam y no se evidenciaron cambios significativos. En la actualidad, la evidencia clínica para el tratamiento periimplantario mediante la fototerapia todavía es limitada. Sin embargo, el láser ofrece un enfoque técnico novedoso que es completamente diferente de los instrumentos mecánicos y tiene varios efectos beneficiosos, por lo que puede desempeñar un papel importante, en la resolución de la peri-implantitis.

Palabras clave: Laserterapia, Láser de diodo; Periimplantitis.

1. Introducción

Los implantes dentales son actualmente ampliamente usados alrededor del mundo para el reemplazo de piezas dentarias y se ha convertido en el “*gold standard*” de las terapias protésicas en Odontología (Adell, 1990; Buser, 2002). No obstante, con la masificación de su uso, también se han reportado mayor número de complicaciones (Berglundh, 2002). De acuerdo con el reporte de consenso del sexto workshop europeo de periodoncia, la terapia de implantes está asociada con un 80% de mucositis y 28-56% de incidencia de peri-implantitis (Lindhe and Periodontology, 2008).

Se describen 2 tipos de problemas inflamatorios que ocurren alrededor de un implante; la mucositis y la peri-implantitis. La mucositis, corresponde a una inflamación de la mucosa que rodea al implante, sin signos de pérdida ósea después de la remodelación inicial del tejido óseo. Si la mucositis no es bien tratada puede progresar a peri-implantitis, descrita como un proceso inflamatorio tanto de la mucosa como de todos los tejidos que rodean a un implante oseointegrado, resultando en la pérdida del tejido óseo que lo soporta (Khoshkam, 2016). La peri-implantitis es diagnosticada cuando existe un sangramiento al sondaje con evidencia radiográfica de pérdida de soporte óseo, en mayor proporción al tejido óseo que se pierde inicialmente una vez que se inserta el implante y la corona protésica. Además, se observan signos clínicos de supuración, profundidad al sondaje mayor a 4 mm o recesión de la mucosa peri-implante (Khoshkam, 2016; Fransson, 2009).

Los objetivos principales del tratamiento de la peri-implantitis son: resolver la inflamación y/o infección, detener la progresión de la enfermedad, regenerar los tejidos circundantes peri-implante perdidos y lograr la re-oseointegración en la superficie del implante afectado, mediante la descontaminación de la superficie y eliminación del biofilm y endotoxinas (Subramani, 2012).

Se han descrito diferentes tipos de terapia para la descontaminación de la superficie de un implante, tales como: terapia antibiótica (diferentes antibióticos sistémicos), terapia mecánica (curetas plásticas, aire abrasivo, ultrasonido con puntas plásticas) y terapia química (gel de clorhexidina, tetraciclina, ácido cítrico, peróxido de Hidrógeno, fluoruro de

estaño y ácido fosfórico al 35%). Además se ha utilizado terapia fotodinámica y terapia láser (Er:YAg, ER,CR:YSGG, ND:YAG, CO₂ y diodo) (Subramani, 2012).

El presente reporte tiene como propósito mostrar la resolución de 3 casos clínicos de peri-implantitis mediante el uso en conjunto de la terapia mecánica y la terapia con láser diodo.

2. Informe de casos

Caso 1

Se presenta el caso de una paciente de 65 años con diagnóstico de peri-implantitis. Al examen clínico los implantes presentan supuración y sangramiento al sondaje en relación a los implantes 1.3, 1.1, 2.2, 2.4 y 2.6 de una prótesis fija plural (Figura 1 y 2). La tomografía computada cone beam (CBCT) inicial muestra una pérdida de soporte óseo, y la profundidad al sondaje de los implantes se encuentra aumentada en relación a los sondajes previos con valores de 7 a 9 mm (Figura 3).

El tratamiento indicado para este caso fue una terapia conjunta entre un tratamiento mecánico mediante ultrasonido con la utilización de puntas plásticas (PI EMS®, Suiza) y la terapia con láser.

La paciente no tuvo que ser premedicada y se realizó un enjuague con clorhexidina al 0,12% por 1 minuto previo al procedimiento. Se utilizó anestesia infiltrativa sin vasoconstrictor.

Para desarrollar la terapia se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia de 2 W en modo CW, utilizando la pieza quirúrgica con una punta de 300 µm (E 3-4), la cual fue activada antes de empezar, y además se utilizó irrigación, mediante una jeringa con suero fisiológico para evitar el calentamiento de los tejidos.

Los movimientos utilizados fueron circulares en espiral, recorriendo la superficie de cada implante afectado, pero evitando el contacto directo. El tiempo utilizado por cada implante fue de 120 segundos, dividido en 30 segundos por sitio (Mesial, Distal, Vestibular y Palatino).

Antes de iniciar la terapia mecánica y de láser, los pilares protésicos fueron retirados y esterilizados.

A los 15 días posteriores a la terapia mecánica y láser se observa una mejoría inmediata de la mucosa peri-implante, disminuyendo el sangrado, supuración y edema (Figura 4).

A los 3 meses se aprecia una mucosa peri-implante sin supuración, ni sangramiento, con disminución de la profundidad al sondaje con valores de 4 a 5 mm (Figura 5).

Figura 1.

Situación inicial (de frente), se observa sangramiento y supuración.



Figura 2.

Situación inicial (Oclusal), donde se aprecia la supuración.



Figura 3.

CBCT inicial, en donde se ve la pérdida ósea.



Figura 4.

Control 15 días después de la terapia mecánica y láser.



Figura 5.

Control 3 meses, mucosa peri-implante sana.



Caso 2

Se presenta el caso de un paciente de 50 años con diagnóstico de peri-implantitis. Al examen clínico los implantes presentan supuración y sangramiento al sondaje en relación al implante de la 4.6. El CBCT inicial muestra una pérdida de soporte óseo, y la profundidad al sondaje del implantes se encuentra aumentada con relación a los sondajes previos siendo entre 6 a 7 mm (Figura 6).

El tratamiento indicado para este caso fue una terapia conjunta entre un tratamiento mecánico mediante ultrasonido con la utilización de puntas plásticas (PI EMS®, Suiza) y la terapia con láser.

El paciente no fue premedicado y se realizó un enjuague con clorhexidina al 0,12% por 1 minuto previo al procedimiento. Se utilizó anestesia infiltrativa sin vasoconstrictor.

Para desarrollar la terapia láser se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia de 2 W en modo CW, utilizando la pieza quirúrgica con una punta de 300 µm (E 3-4), la que fue activada antes de empezar; conjuntamente se utilizó irrigación, mediante una jeringa con suero fisiológico para evitar el calentamiento de los tejidos.

Los movimientos utilizados fueron circulares en espiral, recorriendo la superficie de cada implante afectado, pero evitando el contacto directo. El tiempo utilizado por cada implante fue de 120 segundos, dividido en 30 segundos por sitio (Mesial, Distal, Vestibular y Lingual).

A los 6 meses se aprecia una mucosa peri-implante sin supuración, ni sangramiento, con disminución de la profundidad al sondaje con valores entre 3 y 4 mm, aunque sin cambios significativos al nivel óseo en el CBCT (Figura 7).

Figura 6.

Situación inicial de peri-implantitis en relación a un implante en posición 4.6 con aumento de profundidad al sondaje, sangrado y supuración, además de pérdida de soporte óseo.



Figura 7.

Control a los 6 meses posteriores a la terapia mecánica y láser, en donde se ve una mucosa sin inflamación ni supuración, disminución de la profundidad al sondaje, aunque sin cambios del nivel óseo al CBCT.



Caso 3

Se presenta el caso de un paciente de 57 años con diagnóstico de peri-implantitis. Al examen clínico los implantes presentan supuración y sangramiento al sondaje. La profundidad al sondaje de los implantes se encuentra aumentada en comparación a los sondajes previos en los implantes mandibulares, en especial a los del lado derecho de 4.1, 4.3, 4.6, 4.7 con valores entre 7 a 9 mm (Figura 8).

El CBCT inicial muestra una pérdida ósea alrededor de los implantes (Figura 9).

El tratamiento indicado para este caso fue una terapia conjunta entre un tratamiento mecánico mediante ultrasonido con la utilización de puntas plásticas (PI EMS®, Suiza) y la terapia con láser.

El paciente no fue premedicado y se realizó un enjuague con clorhexidina al 0,12% por 1 minuto previo al procedimiento. Se utilizó anestesia infiltrativa sin vasoconstrictor.

Para desarrollar la terapia láser se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia de 2 W en modo CW, utilizando la pieza quirúrgica con una punta de 300 µm (E 3-4), la cual fue activada antes de empezar, adicionalmente se utilizó irrigación mediante una jeringa con suero fisiológico para evitar el calentamiento de los tejidos.

Los movimientos utilizados fueron circulares en espiral, recorriendo la superficie de cada implante afectado. El tiempo utilizado por cada implante fue de 120 segundos, dividido en 30 segundos por sitio (Mesial, Distal, Vestibular y Lingual).

A los 15 días posteriores a la terapia mecánica y láser se observa una mejoría inmediata de la mucosa peri-implante, disminuyendo el sangrado, supuración y edema (Figura 10).

A los 3 meses se aprecia una mucosa peri-implante sin supuración, ni sangramiento, con disminución de la profundidad al sondaje con valores entre 4 y 6 mm, aunque sin cambios significativos al nivel óseo en el CBCT (Figura 11).

Figura 8.

Situación inicial.



Figura 9.

CBCT inicial muestra pérdida ósea en los implantes.



Figura 10.

Control 15 días.



Figura 11.
Control 3 meses



3. Discusión

Dado el mayor uso de implantes dentales, no es de extrañar que las investigaciones epidemiológicas recientes hayan demostrado elevadas tasas de prevalencia de enfermedad periimplantaria. Según el metaanálisis de Derks & Tomasi (2015), los estudios identificados informaron una prevalencia de mucositis periimplantaria que variaba del 19 al 65%, mientras que la prevalencia de la periimplantitis variaba del 1 al 47%. Sin ignorar la importancia de la definición de casos y el tiempo de seguimiento, pero sin incluirlos en los metaanálisis, las prevalencias medias ponderadas estimadas para la mucositis periimplantaria y la periimplantitis fueron del 43% (IC del 95%: 32-54%) y 22% (IC del 95%: 14-30%), respectivamente (Lin GH, 2018).

Las ventajas ofrecidas por las propiedades de la superficie del implante, principalmente la alta reactividad del óxido de titanio que permite la adhesión celular, se ven alteradas por la presencia de bacterias y los residuos resultantes de su actividad metabólica. La superficie contaminada actúa como un cuerpo extraño, hecho que propicia una mayor inflamación de los tejidos blandos y una mayor pérdida ósea alrededor del implante (Parahy, 2016).

Por esto, el tratamiento de la periimplantitis, similar al de la periodontitis, consiste en una descontaminación y limpieza de la superficie del implante con el fin de reestablecer la salud del tejido periimplantario. Sin embargo no hay disponibilidad de instrumentos completamente adecuados para descontaminar estas superficies. Particularmente, como resultado del desarrollo

de tratamiento de superficies en los implantes, su desbridamiento solo con herramientas mecánicas es por sí problemático. Por lo tanto, aún no se ha establecido un protocolo de tratamiento óptimo (Esposito, 2008).

Se han sugerido varias intervenciones (a menudo combinadas) que incluyen: (a) desbridamiento mecánico; (b) terapia farmacéutica (irrigación subgingival con clorhexidina, antibióticos locales o sistémicos); y (c) procedimientos quirúrgicos que incluye: desbridamiento de colgajo abierto, destinado a (1) eliminar las bacterias (también utilizando láseres blandos), (2) suavizar la superficie del implante (para disminuir la rugosidad de la superficie) y eliminar las roscas del implante sin soporte que protegen la placa bacteriana, (3) “descontaminación” o “desintoxicación” de la superficie del implante utilizando varios agentes químicos o rayos láser (Esposito, 2012).

Recientemente, varios investigadores se han centrado en la aplicación de láseres, y se espera que éstos jueguen un papel importante en la terapia periimplantaria. Los láseres tienen numerosas interacciones tisulares como ablación o vaporización, hemostasia, inhibición y destrucción microbiana; así como efectos biológicos como la bioestimulación (fotobiomodulación), que inducen diversos efectos terapéuticos y respuestas biológicas beneficiosas. Por lo tanto, el uso de láseres es considerado eficaz y adecuado para tratar una variedad de afecciones inflamatorias e infecciosas, como enfermedades periodontales y periimplantarias (Aoki, 2015).

Además, la terapia con láser puede aliviar el estrés físico y mental del paciente, así como el dolor intraoperatorio y post operatorio.

En el estudio in vitro de Tosun *et al.*, (2012) se reportó que se pueden eliminar las bacterias superficiales en las superficies de titanio de manera completa, o casi completa usando láser CO₂, diodo o Er:YAG en circunstancias apropiadas. Sin embargo la irradiación de titanio con un láser Nd: YAG en la configuración de energía estándar está básicamente contraindicada porque este láser fácilmente provoca reacciones térmicas, como fusión, grietas y formación de cráteres, en la superficie del titanio debido a la moderada tasa de reflexión (moderada absorción) del titanio así como el pulso de alta frecuencia y el peak de alta

potencia en los protocolos estándar de irradiación (Aoki, 2015).

Los casos clínicos que se presentan en esta publicación fueron realizados con láser diodo (Biolase®, USA). El láser de diodo no daña la superficie de titanio y es capaz de descontaminar las superficies rugosas de los implantes. Sin embargo tiene el riesgo de generar calor en el tejido óseo periimplantario cuando se usa con parámetros y técnicas de irradiación inadecuadas (Romanos, 2000).

Aunque hoy en día los láseres se han incorporado cada vez más en la terapia de tratamiento de enfermedades periodontales y periimplantarias, y se ha logrado una curación de heridas favorable después de la irradiación, la superioridad de este nuevo enfoque de tratamiento aún no se ha demostrado claramente.

Según Schwarz *et al.*, (2006) la terapia no quirúrgica no siempre parece ser suficiente para el restablecimiento completo de la salud periimplantaria, lo que indica que, —dependiendo del paciente— un abordaje quirúrgico puede ser necesario para el tratamiento de la periimplantitis con el fin de lograr una recuperación clínica favorable.

En la revisión sistemática de Albaker *et al.*, (2018) se mostraron resultados no concluyentes entre el efecto de la terapia con láser y el tratamiento de la periimplantitis debido a la falta de heterogeneidad metodológica en los grupos de control y parámetros del láser, además de cortos periodos de seguimiento. Los resultados de esta revisión deben considerarse preliminares y justifican estudios adicionales, más sólidos y bien diseñados con seguimientos a largo plazo y con parámetros estandarizados.

Kotsakis *et al.*, (2014) en su revisión sistemática y metaanálisis, coincide con Albaker *et al.*, y establece que la limitación en su investigación fue la falta de heterogeneidad de datos relevantes en relación con la longitud de onda, ajustes de energía y técnicas de aplicación del láser. Éstos antecedentes se repitieron en todos los estudios incluidos y no permitieron una síntesis cuantitativa de los datos (Kotsakis *et al.*, 2014).

Según la revisión sistemática de Natto *et al.*, aunque los láseres han mostrado resultados prometedores en la reducción de los signos clínicos de la periimplantitis, debido a los tamaños de

muestra limitados y los períodos de seguimiento cortos, no se puede sacar una conclusión firme en este momento. Por lo tanto, existe la necesidad de ensayos clínicos controlados aleatorizados, longitudinales y mejor diseñados (Natto, 2015).

En la actualidad, la evidencia clínica para el tratamiento periimplantario mediante la fototerapia todavía es limitada. Sin embargo el láser ofrece un enfoque técnico novedoso que es completamente diferente de los instrumentos mecánicos y tiene varios efectos beneficiosos, por lo que puede desempeñar un papel importante.

Con una mejor comprensión de las características del láser, así como el desarrollo de dispositivos láser, se espera que el tratamiento se expanda rápidamente en futuro. Se necesitan estudios de la fototerapia periodontal a nivel molecular para comprender las respuestas de los tejidos y la elucidación de sus efectos podría conducir a mejoras en el tratamiento de la periimplantitis.

4. Conclusión

En este reporte el uso de una terapia combinada mecánica y láser a una dosis de 2W modo continuo, utilizando una punta de 300 µm fue efectiva para el tratamiento de la periimplantitis en tres casos clínicos.

5. Financiamiento

Esta publicación no contó con el apoyo financiero de ninguna institución.

6. Aspectos éticos

Los autores declaran que este artículo contó con el consentimiento informado de los pacientes.

7. Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

- Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. (1990). Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 5, n° 4 347–359. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2094653/>
- Albaker AM, ArRejaie AS, Alrabiah M, Abduljabbar T. (2018). Effect of photodynamic and laser therapy in the treatment of peri-implant mucositis: A systematic review. *Photodiagnosis and photodynamic therapy* 21 147–152. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2017.11.011>
- Aoki A, Mizutani K, Schwarz F, Sculean A, Yukna RA, Takasaki AA, Romanos GE, Taniguchi Y, Sasaki KM, Zeredo JL, Koshy G, Coluzzi DJ, White JM, Abiko Y, Ishikawa I, Izumi Y. (2015). Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. *Periodontology* 2000 68, n° 1 217–269. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25867988/>
- Berglundh T, Persson L, Klinge B. (2002). A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *Journal of clinical periodontology* 29 Suppl 3 197–233. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.29.s3.12.x>
- Buser D, Ingimarsson S, Dula K, Lussi A, Hirt HP, Belser UC. (2002). Long-term stability of osseointegrated implants in augmented bone: a 5-year prospective study in partially edentulous patients. *The International journal of periodontics & restorative dentistry* 22, n° 2 109–117. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12019706/>
- Derks J, Tomasi C (2015). Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol.* Apr;42 Suppl 16:S158-71. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12334>
- Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Worthington HV. (2008). The efficacy of interventions to treat peri-implantitis: a Cochrane systematic review of randomised controlled clinical trials. *European journal of oral implantology* 9 Suppl 1, n° 2 111-125. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20467649/>
- Esposito M, Grusovin MG, Worthington HV. (2012). Interventions for replacing missing teeth: treatment of peri-implantitis. *The Cochrane database of systematic reviews*, n° 1 <https://doi.org/10.1002/14651858.cd004970.pub5>
- Fransson C, Wennström J, Tomasi C, Berglundh T (2009). Extent of peri-implantitis-associated bone loss. *Journal of clinical periodontology* 36, n° 4 357–363. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2010.01537.x>
- Khoshkam V, Suárez-López Del Amo F, Monje A, Lin GH, Chan HL, Wang HL. (2016). Long-term Radiographic and Clinical Outcomes of Regenerative Approach for Treating Peri-implantitis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 31, n° 6 1303-1310. <https://doi.org/10.11607/jomi.4691>
- Kotsakis GA, Konstantinidis I, Karoussis IK, Ma X, Chu H. (2014). Systematic review and meta-analysis of the effect of various laser wavelengths in the treatment of peri-implantitis. *Journal of periodontology* 85, n° 9 1203–1213. <https://doi.org/10.1902/jop.2014.130610>
- Lin GH, Suárez López Del Amo F, Wang HL. (2018). Laser therapy for treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: An American Academy of Periodontology best evidence review. (*Journal of periodontology*) 89, n° 7 766–782. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30133748/>
- Lindhe J, Meyle J, y Group D of European Workshop on Periodontology. (2008). Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *Journal of clinical periodontology* 35 Suppl 8 282–285. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2008.01283.x>
- Natto ZS, Aladmawy M, Levi PA Jr, Wang HL. (2015). Comparison of the efficacy of different types of lasers for the treatment of peri-implantitis: a systematic review. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 30, n° 2 338–345. <https://doi.org/10.11607/jomi.3846>
- Parahy F, Paul T, Díaz-Marcos J, Sánchez L.A, Espías A.F. (2016). Tratamientos para la periimplantitis: efectos sobre la rugosidad y la

- composición química de la superficie. *Dentum* 14, n° 1 10-19.
- Romanos GE, Everts H, Nentwig GH. (2000) Effects of diode and Nd:YAG laser irradiation on titanium discs: a scanning electron microscope examination. *Journal of periodontology* 71, n° 5 810–815. <https://doi.org/10.1902/jop.2000.71.5.810>
- Schwarz F, Bieling K, Nuesry E, Sculean A, Becker J. (2006). Clinical and histological healing pattern of peri-implantitis lesions following non-surgical treatment with an Er:YAG laser. 38, n° 7 663–671. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16634072/>
- Subramani K, Wismeijer D. (2012). Decontamination of titanium implant surface and re-osseointegration to treat peri-implantitis: a literature review. *The International journal of oral & maxillofacial implants* 27, n° 5 1043–1054. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23057016/>
- Tosun E, Tasar F, Strauss R, Kivanc DG, Ungor C. (2012). Comparative evaluation of antimicrobial effects of Er:YAG, diode, and CO₂ lasers on titanium discs: an experimental study.» *J Oral Maxillofac Surg* 70, n° 5 1064-1069. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.11.021>

UTILIZACIÓN DE LÁSER DIODO EN TEJIDOS BLANDOS. REPORTE DE 3 CASOS

Javier E. Basualdo Allende 

Departamento de Graduados, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.

Heh Yuan Yang 

Práctica Privada, Santiago, Chile

Nicole Molina Placencia 

Práctica Privada, Santiago, Chile

María Isabel von Marttens Sepúlveda 

Práctica Privada, Santiago, Chile

Diego Muñoz Millas 

Práctica Privada, Santiago, Chile

Alfredo H. von Marttens Castro

Departamento de Graduados, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.

RESUMEN

Existen diversas condiciones anatómicas o alteraciones mucogingivales que pueden afectar tanto el normal funcionamiento como la estética gingival de piezas dentarias e implantes dentales. Si bien los tratamientos de estas condiciones se han realizado tradicionalmente con bisturí, el desarrollo tecnológico ha permitido que actualmente se pueden realizar con láser. Existen diferentes tipos de láser, siendo el diodo uno de los más utilizados debido a su menor tamaño, portabilidad, fácil configuración y menor costo. El láser ha adquirido mayor popularidad en cirugías de tejido blando dado sus múltiples beneficios: menor tiempo operatorio, control del sangrado y de la hemostasia, reducción de la cantidad de anestesia, posibilidad de no requerir suturas y minimización del dolor e inflamación postquirúrgica. El propósito de este trabajo es presentar la resolución de tres casos clínicos a los cuales se les realizaron los procedimientos de frenectomía labial, remoción de melanosos gingival y resección de fibroma irritativo mediante el uso de láser diodo. Para desarrollar todos los procedimientos se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia que varió entre 2 y 2.5 W en modo continuo utilizando una pieza quirúrgica con una punta de 300 µm (E 3-4), la que fue activada antes de empezar. Posterior a la cirugía se bioestimuló para disminuir el dolor y edema postoperatorio utilizando la punta de dolor a 4 W por 30 segundos a una distancia de 1 cm directo en la zona intervenida a todos los casos. La conclusión arroja que en todos los casos, el láser de diodo permitió un resultado exitoso. El procedimiento fue seguro, la técnica fue sencilla y de tiempo clínico reducido. El postoperatorio ocurrió con ausencia de dolor o molestias, generando una mayor satisfacción del paciente. Cabe señalar que la técnica depende de la habilidad del profesional que la realiza.

Keywords: Láser de diodo; Frenillo labial; Melanosos gingival; Fibroma Irritativo.

1. Introducción

Existen diversas condiciones anatómicas o alteraciones mucogingivales que pueden afectar tanto el normal funcionamiento como la estética gingival de piezas dentarias e implantes dentales, entre las cuales están los frenillos labiales, el fibroma irritativo y la melanosis gingival.

Tradicionalmente la frenectomía convencional se lleva a cabo con bisturí frío mediante diversas técnicas, como son: frenectomía simple, frenectomía en V, frenectomía romboidal o zetaplastia, sin embargo actualmente se puede realizar mediante el tratamiento con láser, el que ha adquirido mayor popularidad en cirugías de tejido blando dado sus múltiples beneficios: menor tiempo operatorio, control del sangrado y de la hemostasia, reducción de la cantidad de anestesia, posibilidad de no requerir suturas y minimización del dolor e inflamación postquirúrgica (Ciamponi *et al.*, 2005).

El uso de láser también puede ser aplicado en la escisión de fibromas irritativos, (lesión exofítica reactiva tipo tumoral más común de la cavidad oral), el que esta compuesta por tejido fibroso o conectivo y es causado por diversos factores irritantes como tártaro, cuerpos extraños, mordidas crónicas (frecuentemente en zona de mejillas), restauraciones sobrecontorneadas, espículas óseas, entre otros (Bakhtiari *et al.*, 2015). Se presenta generalmente como una lesión indolora, de forma redondeada u ovoide, sésil o pediculado, de superficie lisa, color rosa similar a la mucosa circundante y de consistencia gomosa o firme. Su tamaño es generalmente menor a 1.5 cm de diámetro, pero en algunos casos puede llegar hasta 3 cm y se observa mayormente en pacientes de sexo femenino de entre la cuarta y sexta década de vida. Corresponde a una lesión benigna y puede presentarse en cualquier superficie de la cavidad oral, siendo la mucosa vestibular con relación al plano oclusal la zona más común de aparición.

El tratamiento cuando es requerido corresponde a la escisión de la lesión con bisturí frío, tiene buen pronóstico y de recurrencia baja, si es que la fuente de irritación es completamente corregida o eliminada (Bakhtiari *et al.*, 2015).

Otra aplicación del láser frecuentemente utilizada es la despigmentación por melanosis gingival. Esta condición es la más común de las pigmentaciones que afectan al periodonto de protección, abarcando un 0,4-0,5% de las lesiones orales y se asocia con la estimulación del tabaco en pacientes fumadores. Su principal problema es de carácter estético, especialmente en pacientes con sonrisa gingival. La causa corresponde a una deposición excesiva de melanina en la capa basal del epitelio (Castro-Rodríguez *et al.*, 2016). Para su tratamiento se han utilizado diversas terapias como: agentes químicos (fenol más alcohol), uso de instrumentos abrasivo-manuales o rotatorios, gingivectomía, electrocirugía y uso de láser. El pronóstico de estas lesiones generalmente es bueno, sin embargo, presenta una alta tasa de recidiva, la que oscila entre 1-2 años. Los motivos de esta repigmentación no está claramente establecida pero se asocia con una persistencia de melanocitos en la capa basal (Monteiro *et al.*, 2015).

Con respecto al tratamiento con láser, se puede decir que existen diferentes tipos de láser como son el de CO₂, Erblio Cromo (Er,Cr:YSGG), Erblio Yag (Er:YAG), argón y diodo. Este último tiene alta afinidad por la hemoglobina y melanina con una longitud de onda de 810-980 nm y muy poca absorción en tejido duro dental. Esto permite al láser diodo la habilidad de actuar selectivamente y de realizar cortes precisos, coagular y vaporizar alrededor de piezas dentarias con menor daño y mejor cicatrización (Derikvand *et al.*, 2016).

Las mayores ventajas del láser diodo son su menor tamaño en comparación a otros láser, portabilidad, fácil configuración y menor costo. Han adquirido mucha popularidad en procedimientos estéticos de tejido blando y alteraciones mucogingivales por su alta eficiencia de corte en zonas altamente vascularizadas. Por otro lado, se ha observado que el láser diodo no afecta la función inflamatoria de monocitos y células endoteliales, como tampoco la adhesión de éstas. Otra ventaja es que puede eliminar microorganismos como también hongos y en ciertas condiciones puede estimular la proliferación de fibroblastos (Gargari *et al.*, 2012).

El propósito de este trabajo es presentar 3 casos clínicos con la resolución de tres condiciones de los tejidos blandos tales como: frenectomía labial, melanosis gingival y resección de fibroma labial, mediante el uso de láser diodo.

2. Informes de casos

Caso 1. Frenectomía labial

Se presenta el caso una paciente sana, género femenino, de 28 años, sin antecedentes de alergias ni consumo de tabaco que consulta por molestias y alteraciones estéticas en relación al frenillo labial inferior. Al examen clínico se observa periodontalmente sana y un frenillo labial inferior con inserción en encía adherida a 1.5 mm del margen gingival de la pieza 3.1, en donde se aprecia una recesión gingival de 1mm (Figura 1). Se indicó la frenectomía labial.

La paciente no tuvo que ser premedicada y se realizó un enjuague con clorhexidina al 0,12% por 1 minuto previo al procedimiento. Se inicia la cirugía con técnica infiltrativa con anestesia al 3% sin vasoconstrictor utilizando sólo $\frac{1}{4}$ de tubo. Para desarrollar el procedimiento se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia de 2.5 W en modo CW. Se usó la pieza quirúrgica con una punta de 300 μ m (E 3-4), la cual fue activada antes de empezar.

El procedimiento quirúrgico consistió en realizar un corte del frenillo desde su base con el fin de realizar su desinserción utilizando un diseño de rombo. La punta del láser, así como el sitio quirúrgico fueron continuamente limpiados con una gasa húmeda con suero fisiológico, y la aplicación del láser fue evitando generar calor o zonas de carbonización (Figura 2).

Posterior a la cirugía se aplicó una bioestimulación para disminuir el dolor y edema postoperatorio utilizando la punta de dolor a 4 W por 30 segundos a una distancia de 1 cm directo en la zona intervenida.

Se realizaron controles a los 7 días, 14 días, 30 días y 6 meses (Fig. 3, 4 y 5), donde se vio una evolución con mínimo dolor y edema.

Figura 1.

Situación inicial donde se aprecia la inserción del frenillo labial inferior en encía adherida muy próximo al margen gingival de la pieza 3.1.



Figura 2.

Postoperatorio quirúrgico inmediato



Figura 3.

Control a los 7 días.



Figura 4.

Control a los 14 días.



Figura 5.

Control a los 6 meses.



Caso 2. Remoción de la melanosis gingival

Se presenta el caso una paciente sana, género femenino, de 48 años, fumadora y sin antecedentes de alergias que consulta por molestias y alteraciones estéticas con relación a múltiples manchas melanóticas. Al examen clínico se observa abundante placa y múltiples tinciones por uso de tabaco. Se decide remover solo las manchas más intensas: en relación a la pieza 1.3 y la otra en relación a las piezas 4.1 y 4.2 (Figura 6).

La paciente no tuvo que ser premedicada y se realizó un enjuague con clorhexidina al 0,12% por 1 minuto previo al procedimiento. Se inicia la cirugía con técnica infiltrativa con anestesia al 3% sin vasoconstrictor utilizando solo 1 de tubo que fue dividido para los dos sitios e inyectado en el fondo de vestibulo.

Para desarrollar el procedimiento se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia de 2 W en modo CW. Se usó la pieza quirúrgica con una punta de 300 μ m (E 3-4), la cual fue activada antes de empezar.

El procedimiento quirúrgico consistió en aplicar la punta del láser con un suave raspado en el centro de la mancha. Como el objetivo fue el retiro de la mancha melanótica sin llegar al tejido óseo, se tuvo la precaución de no aplicar el láser mucho tiempo en un mismo punto ni profundizar más de la cuenta. Se sobre extendió 0.5 mm más allá del límite de la mancha original (Figuras 7 y 8).

Posteriormente a la cirugía se aplicó una bioestimulación para disminuir el dolor y edema postoperatorio utilizando la punta de dolor a 4 W por 30 segundos a una distancia de 1 cm directo en la zona intervenida.

Se realizaron controles a los 7 días (Figuras 9 y 10) y a los 6 meses (Figura 11), donde se vio una evolución con mínimo dolor y edema.

Figura 6.

Situación inicial



Figura 7.

Aplicación del láser diodo en lesión maxilar



Figura 8.

Aplicación del láser diodo en lesión mandibular



Figura 11.

Control a los 6 meses.



Figura 9.

Control a los 7 días.



Figura 10

Control a los 7 días.



Caso 3. Resección de fibroma irritativo

Se presenta el caso una paciente sana, género femenino, de 65 años, sin antecedentes de alergias ni consumo de tabaco que consulta por molestias y alteraciones estéticas en relación a un fibroma irritativo en el labio inferior. Al examen clínico se observa una masa fibrosa en el labio inferior (Figuras 12 y 13).

Se indica la resección del fibroma irritativo mediante láser. La paciente no tuvo que ser premedicada y se realizó un enjuague con clorhexidina al 0,12% por 1 minuto previo al procedimiento. Se inicia la cirugía con técnica infiltrativa con anestesia al 3% sin vasoconstrictor y utilizando solo $\frac{1}{4}$ de tubo.

Para desarrollar el procedimiento se utilizó un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA) con una potencia de 2 W en modo CW, utilizando la pieza quirúrgica con una punta de 300 μ m (E 3-4), la cual fue activada antes de empezar.

El procedimiento quirúrgico consistió en realizar un corte en la base del fibroma, el cual fue inmovilizado con la ayuda de una pinza. El corte fue cuidadoso y siempre en continuo movimiento con el fin de no generar calor y evitar zonas carbonizadas. Tanto la punta del láser como el sitio quirúrgico fueron continuamente limpiados con una gasa húmeda con suero fisiológico (Figuras 14 y 15). El sangramiento fue mínimo.

Posterior a la cirugía se aplicó el láser para realizar una bioestimulación con el objetivo de disminuir el dolor y edema postoperatorio

utilizando la punta de dolor a 4 W por 30 segundos a una distancia de 1 cm directo en la zona intervenida.

A los 6 meses de control la mucosa no evidenciaba cicatriz alguna de la intervención (Figura 16).

Figura 12.

Situación inicial, vista lateral.



Figura 13.

Situación inicial, vista anterior.



Figura 14.

postoperatorio inmediato con ausencia de sangramiento.



Figura 15.

El fibroma es retirado y enviado a Biopsia, para confirmar el diagnóstico.

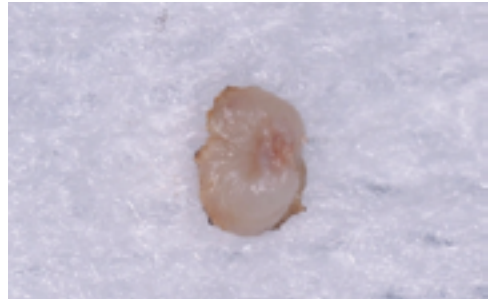


Figura 16.

Control a los 6 meses.



3. Discusión

La cirugía con láser se ha considerado una alternativa popular a las modalidades convencionales en odontología durante los últimos años.

El láser ha demostrado tener excelentes beneficios clínicos no solo desde el punto de vista del odontólogo, sino también desde el paciente. En comparación con las técnicas convencionales, los láseres de diodo ofrecen algunas ventajas como una mejor visión del área quirúrgica debido a un menor sangrado (De Araújo *et al.*, 2019); incisiones más precisas y visibles (De Falco *et al.*, 2020), no requieren de sutura debido a la reparación por segunda intención (De Araújo *et al.*, 2019); menor o nulo dolor postoperatorio debido al sellado de las terminaciones nerviosas sensoriales con el calor del rayo láser; poco o nulo edema post operatorio; utilización reducida de anestesia para el control del dolor; riesgo mínimo de infección debido a la capacidad de esterilización

del láser (Coleton, 2004) y reducción del tiempo quirúrgico (De Falco *et al.*, 2020).

Existen diferentes tipos de láseres, que según sus propiedades (longitud de onda, potencia, frecuencia, etc.) promueven distintas interacciones tisulares. Entre los diferentes tipos de láseres, los láseres de diodo han ganado especial atención en la cirugía de tejidos blandos orales.

El láser de diodo de alta potencia que se utiliza quirúrgicamente en las cirugías de tejidos blandos tiene una longitud de onda que va de 810 a 980 nm, la cual se absorbe pobremente en agua, pero extremadamente bien por la hemoglobina y melanina, por lo tanto, no hay interacción con los tejidos dentales duros (De Araújo *et al.*, 2019). El láser de diodo tiene la mejor absorción de melanina y hemoglobina, en comparación con otros sistemas de láser.

Este láser se puede utilizar en modo continuo o pulsado, utilizando la punta de fibra óptica con contacto (activada) o sin contacto (no activada) según el abordaje clínico y el método de tratamiento. Es un sistema portátil, compacto, de fácil instalación y de bajo costo en comparación con otros láseres de alta potencia (Das & Maiti, 2013).

Esta publicación presenta tres casos de cirugía de tejidos blandos realizadas satisfactoriamente con un equipo de láser diodo de 940 nm (Biolase®, USA). Si bien estos procedimientos podrían haberse realizado con cirugía convencional, se prefirió el láser de diodo gracias a sus ventajas.

Durante la cirugía, los campos quirúrgicos se mantuvieron limpios y libres de sangramiento. Las incisiones fueron precisas, no se utilizaron suturas y el tiempo clínico de cada caso clínico se vio disminuido significativamente al compararlo con una cirugía convencional.

Se ha reportado también en la literatura la estimulación del factor de coagulación VII por láser de diodo, lo que da como resultado una mejor hemostasia (Coleton, 2004).

Ninguno de los pacientes presentó signos de infección post operatoria. Esto se puede explicar porque todos los factores antes nombrados influyen directamente en la disminución del riesgo de infección y disminución o eliminación

del edema lo que conlleva a una reparación favorable y libre de complicaciones.

Moritz *et al.* han informado del efecto bactericida del láser de diodo que proporciona una reducción significativa de las bacterias en el lecho de la herida, lo que también reduce el riesgo de bacteremia (Umeda *et al.*, 2011; Moritz *et al.*, 1998).

En relación a la cantidad de anestesia utilizada, distintos autores describen que los pacientes tratados con láser de diodo requieren menor infiltración de anestesia (Derikvand *et al.*, 2016; De Araújo *et al.*, 2019; Sotoode *et al.*, 2015; De Falco *et al.*, 2020). Esto coincide con la anestesia aplicada en los tres casos expuestos en esta publicación, donde sólo 1/3 del tubo fue infiltrado como anestesia local. Se utilizó sin vasoconstrictor porque se requiere de la hemoglobina de la sangre para que el láser se absorba de mejor manera.

Todos los postoperatorios se caracterizaron por ser libres o con un mínimo de dolor y ninguno necesitó tomar analgésicos, tal como se encuentra reportado en otras publicaciones (Pié-Sánchez *et al.*, 2012; Desiate *et al.*, 2009). Esto se puede explicar por el escaso daño que ocasiona el láser a los tejidos adyacentes, el sellado de los vasos linfáticos y por la formación de un coágulo de fibrina sobre la herida quirúrgica, que la protege de la irritación externa (Pié-Sánchez *et al.*, 2012). Esto permite una mayor comodidad para el paciente durante todos los periodos que involucra la cirugía.

En general, los sistemas láser de alta potencia, incluidos los láseres de diodo, presentan pocas desventajas en comparación con los procedimientos realizados con una técnica convencional. La principal desventaja descrita es la carbonización (Azma & Safavi, 2013). Para evitar esta complicación se trabajó de manera que el láser nunca estuviese mucho tiempo en un mismo lugar, realizando siempre movimientos continuos para evitar la generación de calor en un mismo sitio. En algunos casos, elegir el modo de pulso controlado puede resultar beneficioso para reducir los efectos térmicos en el tejido.

Distintos autores recomiendan el uso de la láser terapia en los tratamientos de frenectomía al considerar los beneficios de ésta, frente a la terapia convencional (Gargari *et al.*, 2012; Viet

et al., 2019). Incluso un metaanálisis compara la técnica convencional con la técnica con láser en las frenectomías labiales y concluyó que los mejores resultados en relación al dolor, malestar al hablar y masticar fueron los de los pacientes tratados con láser. Sin embargo, establece que la evidencia es limitada debido al alto riesgo de sesgo (Protásio *et al.*, 2019).

Se puede inferir que por sus efectos beneficiosos, el uso de un láser diodo se confirma como un excelente coadyuvante en los procedimientos que realiza el odontólogo con muy buenos resultados ya sea en frenectomías, melanosís, fibromas irritativos o en general para la eliminación de lesiones en tejidos blandos.

4. Conclusión

En esta publicación se muestra parte de la versatilidad de la fototerapia mostrando con éxito los resultados de tres procedimientos de tejidos blandos orales. En todos los casos, el láser de diodo permitió un resultado exitoso. El procedimiento fue seguro, la técnica fue sencilla y de un tiempo clínico reducido, tal como se menciona en la literatura. La bioestimulación permitió que el postoperatorio inmediato ocurriera con ausencia de dolor y sangramiento, que el tiempo de reparación se viera reducido y que la recuperación ocurriera con mínimas molestias lo que se traduce en una mayor satisfacción y confort del paciente.

5. Financiamiento

Esta publicación no contó con el apoyo financiero de ninguna institución.

6. Aspectos éticos

Los autores declaran que este artículo contó con el consentimiento informado de los pacientes.

7. Conflicto de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Bibliografía

- Azma, E., & Safavi, N. (2013) Diode laser application in soft tissue oral surgery. *Journal of lasers in medical sciences* [Internet] 4(4), 206–211. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4282004/>
- Bakhtiari, S., Taheri, J. B., Sehhatpour, M., Asnaashari, M., & Attarbashi Moghadam, S. (2015). Removal of an Extra-large Irritation Fibroma with a Combination of Diode Laser and Scalpel. *Journal of lasers in medical sciences* [Internet] 6(4), 182–184. <https://doi.org/10.15171/jlms.2015.16>
- Castro-Rodríguez, Yuri, Bravo-Castagnola, Francis, & Grados-Pomarino, Sixto. (2016). Repigmentación melánica de la melanosís gingival: Revisión sistemática. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral* [Internet], 9(3), 238-243. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.piro.2016.06.003>
- Ciamponi AL, Gontijo I, Haddad AE, Haypek P, Navarro RS. (2005). The applications of diode and Er: YAG lasers in labial frenectomy in infant patients. *J Dent Child (Chic)* [Internet] 72 (1): 10-15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16119069/>
- Coleton S.(2004). Lasers in surgical periodontics and oral medicine. *Dental clinics of North America* [Internet], 48(4), 937–vii. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.05.008>
- Das, U.K., Maiti, N. (2013).Versatile Diode. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences* [Internet], 6(1), 01 – 06. Available from: <http://www.iosrjournals.org/iosr-jdms/papers/Vol6-issue1/A0610106.pdf>
- De Araújo, J., Araújo, E., Rodrigues, F., Paschoal, M., & Lago, A. (2019). High Power Laser and Photobiomodulation in Oral Surgery: Case Report. *Journal of lasers in medical sciences* [Internet], 10(1), 75–78. Available from: <https://doi.org/10.15171/jlms.2019.12>
- De Falco, D., Di Venere, D., & Maiorano, E.(2020). An Overview of Diode Laser-Assisted Oral Surgery. *Cureus* [Internet] 12(7), e9297. Available from: <https://doi.org/10.7759/cureus.9297>
- Derikvand, N., Chinipardaz, Z., Ghasemi, S., & Chiniforush, N.(2016). The Versatility of

- 980 nm Diode Laser in Dentistry: A Case Series. *Journal of lasers in medical sciences* [Internet], 7(3), 205–208. Available from: <https://journals.sbm.u.ac.ir/jlms/article/view/11637>
- Desiate, A., Cantore, S., Tullo, D., Profeta, G., Grassi, F. R., & Ballini, A.(2009). 980 nm diode lasers in oral and facial practice: current state of the science and art. *International journal of medical sciences* [Internet], 6(6), 358–364. Available from: <https://www.medsci.org/v06p0358.htm>
- Gargari, M., Autili, N., Petrone, A., & Prete, V. (2012). Using the diode laser in the lower labial frenum removal. *ORAL & implantology* [Internet], 5(2-3), 54–57. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3505101/>
- Ize-Iyamu, I. N., Saheeb, B. D., & Edetanlen, B. E.(2013). Comparing the 810nm diode laser with conventional surgery in orthodontic soft tissue procedures. *Ghana medical journal* [Internet]47(3), 107–111. Available From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3875278/>
- Monteiro, L. S., Costa, J. A., da Câmara, M. I., Albuquerque, R., Martins, M., Pacheco, J. J., Salazar, F., & Figueira, F. (2015). Aesthetic Depigmentation of Gingival Smoker's Melanosis Using Carbon Dioxide Lasers. *Case reports in dentistry* [Internet] 510589. Available from: <https://doi.org/10.1155/2015/510589>
- Moritz, A., Schoop, U., Goharkhay, K., Schauer, P., Doertbudak, O., Wernisch, J., & Sperr, W. (1998) Treatment of periodontal pockets with a diode laser. *Lasers in surgery and medicine* [Internet], 22(5), 302–311. Available from: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1096-9101\(1998\)22:5<302::aid-lsm7>3.0.co;2-t](https://doi.org/10.1002/(sici)1096-9101(1998)22:5<302::aid-lsm7>3.0.co;2-t)
- Pié-Sánchez, J., España-Tost, A. J., Arnabat-Domínguez, J., & Gay-Escoda, C.(2012). Comparative study of upper lip frenectomy with the CO2 laser versus the Er, Cr:YSGG laser. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal* [Internet], 17(2), e228–e232. Available from: <http://dx.doi.org/doi:10.4317/medoral.17373>
- Protásio, A., Galvão, E. L., & Falci, S. (2019). Laser Techniques or Scalpel Incision for Labial Frenectomy: A Meta-analysis. *Journal of maxillofacial and oral surgery* [Internet] 18(4), 490–499. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12663-019-01196-y>
- Sotoode, S. M., Azimi, S., Taheri, S. A., Asnaashari, M., Khalighi, H., Rahmani, S., Jafari, S., & Elmi Rankohi, Z.(2015). Diode Laser in Minor Oral Surgery: A Case Series of Laser Removal of Different Benign Exophytic Lesions. *Journal of lasers in medical sciences* [Internet] 6(3), 133–138. Available from: <https://doi.org/10.15171/jlms.2015.08>
- Umeda, M., Tsuno, A., Okagami, Y., Tsuchiya, F., Izumi, Y., & Ishikawa, I. (2011). Bactericidal effects of a high-power, red light-emitting diode on two periodontopathic bacteria in antimicrobial photodynamic therapy in vitro. *Journal of investigative and clinical dentistry* [Internet], 2(4), 268–274. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.2041-1626.2011.00071.x>
- Viet, D. H., Ngoc, V., Anh, L. Q., Son, L. H., Chu, D. T., Ha, P., & Chu-Dinh, T. (2019). Reduced Need of Infiltration Anesthesia Accompanied With Other Positive Outcomes in Diode Laser Application for Frenectomy in Children. *Journal of lasers in medical sciences* [Internet], 10(2), 92–96. Available from: <https://doi.org/10.15171/jlms.2019.15>

LÁSER DE BAJA POTENCIA COMO COADYUVANTE EN TRATAMIENTO ENDODÓNTICO DE PIEZA CON REABSORCIÓN INTERNA Y LESIÓN APICAL. REPORTE DE UN CASO

Francisco Rubio Palma 

Facultad Odontología, Universidad Andrés Bello, Sede Concepción, Chile

Carolina Pavez Barriga 

Postítulo Especialización Endodoncia, Facultad Odontología, Universidad San Sebastián, Chile.

RESUMEN

La reabsorción radicular interna es infrecuente en dentición permanente, la mayoría de los casos se observan en dientes anteriores, su etiología no está del todo clara, es por esto que el tratamiento para este tipo de lesiones es la endodoncia.

Se presenta el caso de una paciente sexo femenino, 38 años de edad, sin antecedentes médicos relevantes, derivada para evaluación de diente 2.2 con mal pronóstico. El diagnóstico es de absceso apical agudo, pieza con reabsorción interna y lesión apical. Se realiza endodoncia con cementos biocerámicos y aplicación de láser terapéutico de 808 nm de longitud de onda, con parámetros específicos para acelerar la reparación del tejido óseo.

La terapia de fotobiomodulación con láser de baja potencia parece ser útil como coadyuvante en el proceso de reparación ósea en piezas con lesión apical y reabsorción interna tratadas endodónticamente.

Palabras clave: laserterapia; fotobiomodulación; terapia láser de baja potencia; endodoncia; reabsorción interna; regeneración ósea; cementos biocerámicos.

1. Introducción

Las reabsorciones radiculares internas se caracterizan por la pérdida progresiva de dentina y se estiman entre el 0,01% y el 1% (Haapasalo, 2006). La mayoría de los casos de reabsorción interna se ven en dientes anteriores, suele ser asintomática y se detecta clínicamente como un hallazgo radiográfico por un agrandamiento

ovalado del espacio radicular del conducto radicular (Cohen, 2008). Su etiología no está del todo clara, sin embargo puede estar asociado a traumatismo dental, infección pulpa, fuerzas de ortodoncia o uso de calor extremo de la turbina (Pareesh *et al.*, 2020).

Para el tratamiento de este tipo de lesiones está indicado el tratamiento de endodoncia

inmediato, ya que este elimina el aporte sanguíneo a las células que provocan este proceso de reabsorción, y adicionalmente permite tratar el proceso infeccioso asociado.

Las lesiones apicales son afecciones osteolíticas inflamatorias infecciosas en las que se produce una respuesta inmunitaria inflamatoria y genera destrucción ósea (Cavalla *et al.*, 2020). La cicatrización favorable en dientes con lesiones apicales puede tardar de 6 meses hasta 2 años.

La terapia con láser de baja potencia (LLLT), también conocida como fotobiomodulación, es un tratamiento que utiliza láseres de bajo nivel o diodos emisores de luz (LED) que modifican la función celular y es una herramienta clínicamente bien aceptada en medicina regenerativa y odontología (Amid *et al.*, 2014).

Su uso en odontología ha tenido una constante evolución y desarrollo, principalmente en endodoncia, demostrando acelerar el proceso de reparación apical.

El láser de baja potencia (LLLT) en odontología se utiliza para acelerar la cicatrización de las heridas y reducir el dolor, posiblemente mediante la estimulación de la fosforilación oxidativa en la mitocondria y la modulación de las respuestas inflamatorias. Al influir en la función biológica de gran variedad de tipos celulares, es capaz de ejercer una gama de efectos beneficiosos sobre la inflamación y la cicatrización.

A continuación, se presenta un caso donde se realizó tratamiento de endodoncia el cual presento una reabsorción interna y lesión apical de gran tamaño, donde se aplicó laser de diodo de 808 nm de longitud de onda, para acelerar la reparación de tejidos periapicales junto con utilización de biocerámicos para su obturación final.

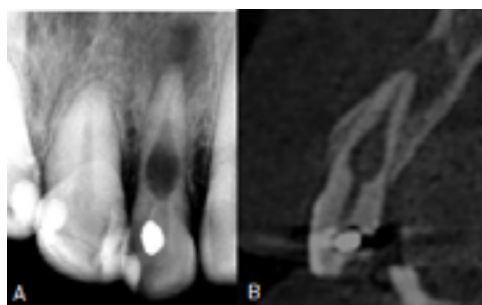
2. Presentación del caso

Paciente sexo femenino, 38 años de edad. Sin antecedentes médicos relevantes, derivada por su dentista para realizar evaluación de pieza 2.2 con mal pronóstico. Al examen radiográfico se observa reabsorción interna, área radiolúcida circunscrita con pérdida de tabla ósea vestibular (Fig.1). Al examen clínico se aprecia aumento de

volumen en fondo de vestibulo, dolor intenso, test de percusión positivo, test de vitalidad negativo. Diagnóstico endodóntico necrosis pulpar/absceso apical agudo. Se indica terapia antibiótica durante 7 días y se solicita examen *Cone Bean* (CBCT) para evaluar extensión de lesión.

Fig. 1

A: Radiografía periapical diente 2.2.
B: CBCT, se observa ausencia de tabla vestibular.



Se realiza endodoncia en 2 sesiones:

En la primera sesión se realiza acceso endodóntico, conductometría y preparación biomecánica con limas Reciproc calibre 50 y lima apical maestra 70 e irrigación con NaOCl 5%. Se dejo con medicación intraconducto por 2 semanas con hidróxido de calcio Ultracal (Ultradent) (Fig. 2, A y B).

Fig. 2

A: conductometría B: medicación intraconducto hidróxido de calcio (Ultracal).



Posterior a esto se realizó terapia de fotobiomodulación con láser de diodo de 808 nm de longitud de onda, marca DMC, modelo Therapy XT, potencia 100 mW, con un spot de 0,028 cm²,

energía 4j por 40 segundos por punto, modo continuo, densidad de energía 142j/cm², distribuidas en 4 puntos a 0,5 cms de distancia (Fig. 3).

Fig. 3

Aplicación de láser diodo de baja potencia.



En la segunda sesión se realiza recapitulación, retiro de hidróxido de calcio con Lima XP-Endo Finisher, protocolo de irrigación final NaOCL 5%, EDTA 18% (Ultradent) por 1 minuto, NaOCL 5%. Obturación con técnica de condensación lateral y uso de biocerámicos, en este caso cemento Bioroot en tercio apical y Biodentine tercio medio (Septodont) (Fig. 4).

Se aplica terapia de fotobiomodulación posterior a obturación final del conducto. La primera y segunda semana se realizan 2 sesiones de aplicación, luego la tercera y cuarta semana con 1 sesión de aplicación. Y a partir del segundo mes se realizó una aplicación mensual durante 6 meses, con un total de 12 sesiones de aplicación láser.

Fig. 4

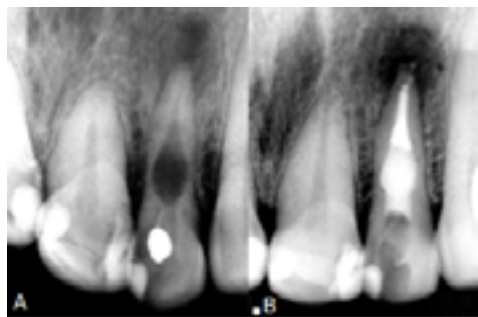
Radiografía control de obturación diente 2.2.



Se muestra radiografía periapical antes de comenzar tratamiento de endodoncia en conjunto con terapia de fotobiomodulación, y radiografía de control inmediato donde se observa obturación con biocerámicos en su tercio medio y apical. (Fig. 5).

Fig. 5

A: Radiografía inicial B: Radiografía control inmediato.



Se realizó control radiográfico a los 105 días posterior a obturación y aplicación de láser en la cual se observa el aumento de la densidad ósea en la zona periapical del diente 2.2. (Fig. 6)

Fig. 6

Radiografía control 105 días.

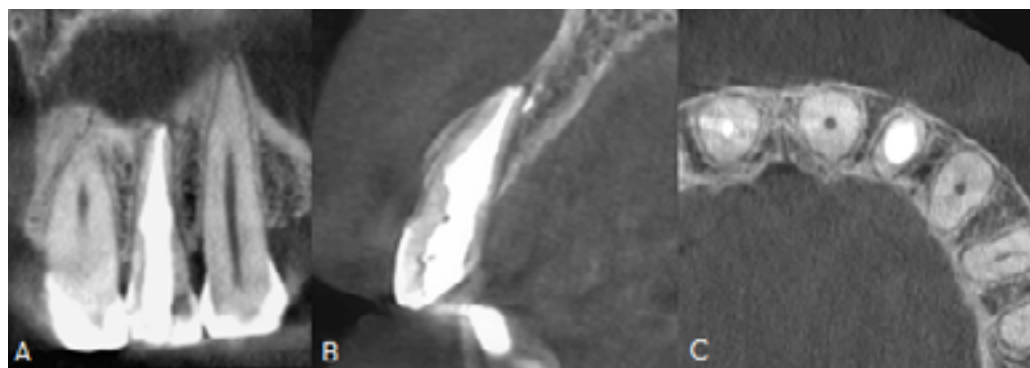


Se realizó control a los 6 meses, donde se observa en CBCT al corte coronal, sagital y axial una notable reparación del tejido periapical. (Fig. 7)

Fig. 7

CBCT control a los 6 meses

A: corte coronal B: corte sagital C: corte axial



3. Discusión

Para tener éxito en este tipo de tratamientos complejos se requiere una correcta planificación. En este caso realizar la endodoncia en dientes que presentan gran lesión apical va a permitir una regeneración de tejido óseo.

La terapia de fotobiomodulación (PBMT) que utiliza láser de bajo nivel influye en la liberación de varios factores de crecimiento implicados en la formación de células epiteliales, fibroblastos, colágeno y proliferación vascular, además de acelerar la síntesis de matriz ósea debido al aumento de la vascularización y la menor respuesta inflamatoria, con aumento significativo de osteocitos en el hueso irradiado (Escudero *et al.*, 2019).

Es por esto que el uso de láser de baja potencia como efecto regenerativo del tejido óseo periapical es beneficiosos en estos casos. La terapia de fotobiomodulación tiene como acción la reparación tisular, mediante el incremento de la multiplicación celular, la activación del endotelio, aumento de fibras colágenas y regeneración del tejido óseo, permitiendo acelerar la reparación.

En el caso clínico presentado se realizó una endodoncia del diente 2.2 donde se observó radiográficamente una reabsorción interna además de un área radiolúcida circunscrita de gran tamaño a nivel periapical. Se realiza

tratamiento endodóntico y se obtura con biocerámicos, gracias a su composición pueden promover la neoformación ósea. Se aplicaron 12 sesiones de láser de diodo de 808 nm, obteniendo una reparación periapical completa a los 6 meses.

Según Capote *et al.*, (2017), un grupo de pacientes estudiados con láser de baja potencia evolucionó más rápidamente que el grupo control. La acción del láser de baja densidad de energía en la reparación tisular, se basa en el incremento de la multiplicación celular, la activación en la producción de colágeno y fosfatasa alcalina, la activación del endotelio vascular, aumento de fibras colágenas y elásticas, regeneración de fibras nerviosas y de tejido óseo, incremento en la velocidad de crecimiento de los vasos sanguíneos a partir de los ya existentes y la inducción a partir de las células epiteliales adyacentes a la lesión, obteniendo como resultado la reparación acelerada y completa de los tejidos dañados.

La terapia de fotobiomodulación con láser parece ser útil como coadyuvante en el proceso de reparación ósea, especialmente cuando se asocia con el uso de biocerámicos ya que ambos aceleran la formación de tejido óseo, promueven la proliferación y maduración de las células osteoblásticas y aceleran la regeneración ósea (Macedo *et al.*, 2020).

El láser tiene efectos fotobioestimuladores positivos sobre la regeneración ósea, acelerando sus procesos, independiente de sus parámetros, que deben ser estandarizados para permitir un patrón de resultados (Escudera *et al.*, 2019).

El láser es útil en estos casos al presentar un efecto terapéutico como estimulante, bioregulador, analgésico y antiinflamatorio (Martínez, 2007). Estos efectos dependen de muchos parámetros, siendo la densidad de energía aplicada al tejido el más importante (Hosseinpour *et al.*, 2019).

4. Conclusión

La terapia de fotobiomodulación con láser de baja potencia parece ser útil como coadyuvante en el proceso de reparación ósea en piezas con lesión apical y reabsorción interna tratadas endodónticamente.

Los resultados obtenidos en este caso son prometedores, pero es necesario realizar ensayos clínicos controlados y estandarizar parámetros y protocolos.

5. Aspectos éticos

Los autores declaran que este artículo contó con el consentimiento informado del paciente.

6. Financiamiento

Este trabajo no recibió financiamiento externo.

7. Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de interés.

Referencias

- Haapasalo M, Endal U. (2006). Internal inflammatory root resorption: The unknown resorption of the tooth. *Endod Topics*. 14:60-79.
- Cohen, Stephen & Hargreaves, Kenneth M. (2008). *Vías de la pulpa*. 9ª. Edición. Editorial Elsevier Mosby. Madrid.
- Paresh R, & Hegde, V. (2020). Endodontic management of internal inflammatory resorption. *International Journal of Preventive and Clinical Dental Research*, 7(3), 84.
- Cavalla, F., Letra, A., Silva, R. M., & Garlet, G. P. (2020). Determinants of Periodontal/ Periapical Lesion Stability and Progression. *Journal of Dental Research*. <https://doi.org/10.1177/0022034520952341>
- Capote Femenías, J., Betancourt García, A., Muñoz Sánchez, P., & Peña Rosell, A. (2017). Retratamiento endodóntico de premolar inferior con lesión periapical y laserterapia integrada. Presentación de un caso. *MediSur*, 15(4), 532-537.
- Martínez, A. H. (2007). *Odontología láser*. México: Trillas.
- Macedo, A. A. P., Santos, T. D., Cunha, J. L. S., de Souza Matos, F., de Albuquerque Júnior, R. L. C., & Ribeiro, M. A. G. (2020). Effect of laser photobiomodulation associated with a bioceramic cement on the repair of bone tissue in the femur of rats. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 205, 111813.
- Escudero, J. S. B., Perez, M. G. B., de Oliveira Rosso, M. P., Buchaim, D. V., Pomini, K. T., Campos, L. M. G., & Buchaim, R. L. (2019). Photobiomodulation therapy (PBMT) in bone repair: A systematic review. *Injury*, 50(11), 1853-1867.
- Hosseinpour, S., Fekrazad, R., Arany, P. R., & Ye, Q. (2019). Molecular impacts of photobiomodulation on bone regeneration: a systematic review. *Progress in biophysics and molecular biology*, 149, 147-159.
- Protocolos y guías de práctica clínica de láser en Odontología. Sociedad Española de Láser y Fototerapia en Odontología SELO.
- Amid, R., Kadhodazadeh, M., Ahsaie, M. G., & Hakazadeh, A. (2014). Effect of low level laser therapy on proliferation and differentiation of the cells contributing in bone regeneration. *Journal of lasers in medical sciences*, 5(4), 163-170.

PATOLOGÍAS DEL ÁREA ORAL EN LOS RECIÉN NACIDOS E INFANTES: FRENILLOS Y LAS APORTACIONES DE LOS SISTEMAS LÁSER

María del Pilar Martín Santiago

Proboca Canarias Dental Center, Islas Canarias, España
Colaborador académico del Aachen Dental Laser Center (AALZ), Aquisgrán, Alemania

Norbert Gutknecht

Director de Aachen Dental Laser Center, RWTH Aachen University, Aquisgrán, Alemania

RESUMEN

El propósito de este artículo es mejorar nuestro conocimiento sobre las estructuras y función de los diferentes elementos presentes en la boca del recién nacido, ya que en ocasiones los odontólogos no recuerdan la importancia de la boca en el desarrollo general del lactante y la necesidad de una intervención temprana con láseres para ayudarles a obtener un buen estado de su sistema oral. Realizamos una exploración clínica integral del paciente con el fin de realizar un diagnóstico más preciso. Cuando la cirugía sea necesaria, recomendamos utilizar láseres de Erbio siempre que sea posible (láser de 2780nm Er, Cr: YSGG o un Er: YAG de 2940nm), ya que es una opción rápida y eficaz para tratar estas lesiones orales, especialmente los frenillos labiales o linguales que pueden poner en riesgo el acto de amamantar; Asimismo podemos utilizar láseres de diodo (810nm, 940nm, 980 nm o un láser Nd: YAG de 1064nm o de CO² 10.600- 9600 nm) con sus gafas de seguridad específicas. Estos sistemas láser utilizados por un profesional certificado, en colaboración con un personal debidamente entrenado, son un factor muy importante durante la cirugía. Al tener un conocimiento adecuado de las estructuras orales y sus patologías, podemos diagnosticar si esos trastornos deben tratarse quirúrgicamente y, de ser así, cómo proceder con los sistemas láser, ya que son procedimientos mínimamente invasivos; o si debiésemos recomendar a los padres que visiten a un terapeuta miofuncional para ayudar a recuperar la función normal. La comprensión de las estructuras orales de los recién nacidos es muy importante para promover el desarrollo del crecimiento craneofacial y para brindar un servicio importante a las madres, dándoles a sus bebés un buen comienzo en la vida desde una etapa muy temprana. Necesitamos mejorar la colaboración entre profesionales de diferentes disciplinas con el fin de mejorar nuestro conocimiento.

Palabras clave: oral pathology, lingual frenum, labial frenum, ankyloglossia, newborn, laser therapy, breast feeding, growth and development.

1. Introducción

El propósito de este artículo es mejorar nuestro conocimiento sobre la estructura y función de los diferentes elementos que se encuentran presentes en la boca de los recién nacidos, pues los odontólogos en ocasiones no recuerdan la importancia de la boca en el desarrollo general de los infantes y la necesidad de una intervención temprana que les ayude a obtener un buen estado de su sistema oral. La mayor parte de la información relativa a las lesiones bucales en el recién nacido se encuentra en la literatura sobre

odontología, cirugía o patologías, y se encuentran algunas aportaciones con menor frecuencia en la literatura pediátrica. Necesitamos mejorar la colaboración entre diferentes profesionales para mejorar nuestro conocimiento y el asesoramiento a los padres.

La boca es uno de los elementos vitales del cuerpo humano, funciona incluso antes del nacimiento, dentro del útero, ya que debe estar lista desde que el bebé sale para permitir la supervivencia (Figura 1).

Figura 1.

Ecografía 3D que muestra la región facial y diferentes grados de actividad bucal.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Nuestra boca es muy importante para la vida, por eso está lista para funcionar desde la vida intrauterina. ¿Estamos también los dentistas preparados para afrontar su cuidado desde el nacimiento?

Después del nacimiento, nos encontramos con un recién nacido que presenta una serie de características en su sistema estomatognático que define sus posibilidades para el adecuado desarrollo de importantes estructuras y funciones vitales: el desarrollo craneofacial, el

establecimiento de la postura craneocervical y la calidad de sus movimientos, así como la respiración y la alimentación.

La boca es también una puerta de comunicación y una puerta de salud y equilibrio para todo nuestro cuerpo. El complejo estomatognático relaciona estructuras dentales, óseas, musculares, fasciales, poliarticulares, tendinosas, vasculares y neurológicas; todo envuelto por las experiencias emocionales, sociales, culturales y ambientales que nos modulan

en todos los aspectos de nuestro desarrollo integral. Después del nacimiento, observamos una desproporción entre el cráneo y la cara del niño (Figura 2). El niño nace con la mandíbula en posición retraída y con un esbozo mínimo inicial de la ATM que solo permite movimientos anteroposteriores (Figuras 3 y 4). Con el tiempo se producirá el desarrollo del tercio medio, el aumento de la dimensión vertical, la aparición de la ATM y de los dientes (Martín Santiago, 2005; 2016; 2019)

Figura 2.

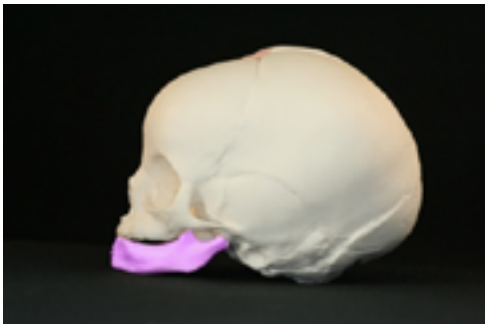
Retrusión mandibular típica en el recién nacido



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Figura 3.

Relación cráneo y maxilares en el recién nacido. Ausencia de ATM.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Sabemos que el desarrollo oral y respiratorio están estrechamente relacionados y que existen interrelaciones entre la mandíbula y la

conformación de los oídos (embriológicamente y desde el punto de vista evolutivo existen importantes conexiones entre la mandíbula y el sistema de audición). Por supuesto, la tuba auditiva (trompa de Eustaquio) y su interacción de presiones, está interrelacionada de una manera especial entre la boca, los oídos, la orofaringe y la nariz. Estos son elementos que nosotros, como expertos en disfunciones bucales del lactante, debemos tener en cuenta (Figura 4).

La succión, la deglución, la respiración, la fonación, la masticación y la posición del cráneo con respecto al resto del cuerpo han estado en estrecha relación desde los albores de nuestra existencia.

Figura 4.

Interrelaciones en el circuito respiratorio nasal y oral.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Como resultado, los dentistas deben evaluar la boca desde el comienzo de la vida y no cuando salen los primeros dientes. Nuestro trabajo tiene que empezar mucho antes, cuando los gérmenes y las estructuras están en barbecho, esperando

para ver la luz, porque las influencias de la boca van más allá de los “límites” conocidos hasta ahora (Palmer, 1998; Martín Santiago, 2005; Kotlow, 2015; Martín Santiago, 2016; 2019)

Figura 5.

Reborde alveolar en un bebé. Cordón fibroso de Robin y Magitot.

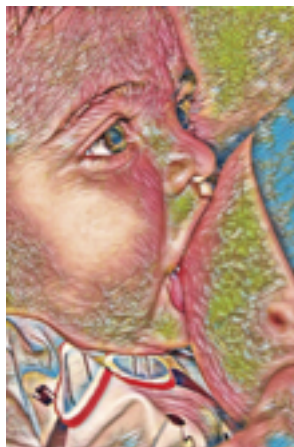


(Fuente. Dra.Martin Santiago)

La lactancia materna tiene un papel importante en el desarrollo de las estructuras orofaciales en los bebés. Por ello, es necesario revisar nuestro conocimiento y la importancia de la boca en el éxito de la lactancia materna y en el crecimiento de los bebés y, por otro lado, el papel de los sistemas láser en un manejo mínimamente invasivo de las lesiones, patologías o disturbios orales. En los países del primer mundo del siglo xx, observamos una disminución significativa de la lactancia materna, lo que contribuyó a un aumento de los desequilibrios orofaciales (Figura 6). Afortunadamente, desde finales del siglo xx, estamos viviendo el resurgimiento de la lactancia materna.(Martín Santiago, 2005; 2016; 2019)

Figura 6.

Sellado completo de los labios en forma de C, durante el amamantamiento.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

En muchos casos, los problemas de lactancia materna para las madres y los bebés se atribuyen a inserciones anormales de los frenillos de la lengua o del labio superior. Los frenillos se definen como remanente embriológico de tejido en la línea media entre la superficie inferior de la lengua y el suelo de la boca o del reborde alveolar y mucosa vestibular de ambos labios y que pueden restringir la normalidad de movimientos de la lengua, de los labios, crear tensiones con el periodonto o mucosa labial o interferir con la dinámica muscular (Martín Santiago, 2019).

Podemos encontrarnos con características, patologías o anomalías en el área oral de los infantes como épulis, ránula congénita, perlas de Epstein, malformaciones venosas, tumores, angiomas, quistes de erupción, nódulos de Bohn, dientes natales o prenatales, lesiones herpéticas, nevus sebáceo, linfangiomas, tumor de células granulares, neurofibroma, hiperplasia sebácea del labio, macroglosia, lengua fisurada, granulomas piogénicos, nevus esponjoso blanquecino, etc., que los dentistas debemos reconocer y comprender su importancia para poderlas diagnosticar y tratar con la intervención de equipos multidisciplinarios.

Algunas de estas lesiones pueden ser factores primordiales que dificulten la lactancia materna

y que alteren el correcto funcionamiento de la boca del bebé o que lastimen el pezón, dificultando la puesta en marcha de esta alimentación. Esto significa que los pediatras y expertos en lactancia, junto con los odontólogos expertos en neonatología, deben crear equipos multidisciplinarios para estudiar los casos en los que la boca se convierte en un impedimento para el correcto desarrollo de la lactancia materna. Debemos estudiar detenidamente cada caso y buscar los patrones restrictivos que sean la causa de la dificultad en la lactancia materna, ya que es vital para el desarrollo integral del recién nacido. Evidentemente habrá que evaluar al niño y a la madre y averiguar el origen del disturbio y cómo podemos ayudar a ambos, pues la lactancia materna es un fenómeno de una estrecha relación de este binomio bebé-madre (Palmer, 1998; Martín Santiago, 2005; Kotlow, 2015; Martín Santiago, 2016; Convissar et al., 2017; Kotlow, 2008; Martín Santiago, 2019)

Existe una fuerte creencia o axioma de que debemos esperar a que el crecimiento del niño termine para realizar una frenectomía, pero en ocasiones, esta espera puede ser la causa de que afecte al futuro crecimiento craneofacial del bebé ya que entorpece o limita el propio crecimiento de los maxilares y de las interrelaciones de estos con el cráneo en su totalidad. Un estudio con una muestra de más de 500 frenillos valorados se encontró que con la edad disminuye, pero no desaparece la presencia de frenillo anómalo, manteniéndose un porcentaje superior al 25%. Por ello, es conveniente valorar el grado de importancia del anclaje y su restricción, así como los disturbios que provoca en la lactancia, desarrollo craneofacial, adquisición correcta del lenguaje...etc., y por tanto, serán estos criterios y no la edad o la erupción de la caninos (criterios que han quedado obsoletos) lo que deba llevarnos a tomar la determinación de tratar un frenillo o cualquier lesión que entorpezca el desarrollo craneofacial y la lactancia por su importancia capital en la calidad de vida, función y estética del niño en el futuro inmediato (Martín Santiago, 2005; 2010; 2019)

Alteraciones causadas por no amamantar

Debemos tener en cuenta que la salud bucal es una parte importante de la experiencia de la lactancia materna (Palmer, 1998; 2003; Martín

Santiago, 2005; Kotlow, 2010; 2015; Martín Santiago, 2016; Convissar et al., 2017; Martín Santiago, 2019) y la lactancia materna no es solo una opción de estilo de vida, sino una necesidad básica de salud. Cuando no tenemos el tipo de nutrición adecuada, podemos observar algunos problemas en el desarrollo de los bebés. Asociamos los siguientes problemas con los bebés que no fueron amamantados: maloclusiones dentales; paladar ojival; arcos dentales estrechos; mordidas cruzadas dentarias anteriores y posteriores; respiración nasal inadecuada; alteraciones en la deglución, emisión de sonidos, fonemas y en el manejo de la lengua; desarrollo facial inadecuado; patrón de masticación incorrecto; parafunciones, chuparse el dedo o problemas en el esfera emocional (Kotlow, 2010; 2015; Rondón et al., 2012; Martín Santiago, 2019). Los recién nacidos suelen presentar anquiloglosia o frenillo labial muy anclado que pueden provocar problemas en la lactancia materna. La anquiloglosia se asocia con el 25-60% de la incidencia de dificultades durante la lactancia materna para madres y bebés (Walsh & Tunkel, 2017; Walsh et al., 2017)

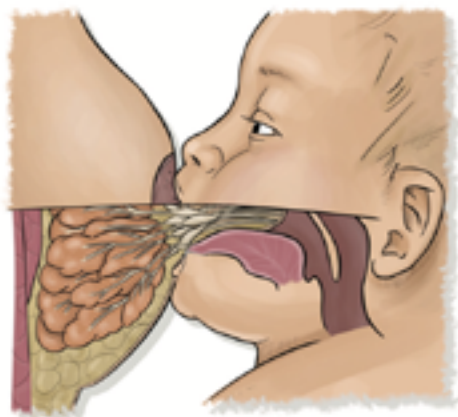
Importancia de la lactancia materna

Las alteraciones en las estructuras orales nos permiten comprender la importancia de la experiencia de la lactancia materna, porque “los pezones son considerados como los expansores del paladar de la Madre Naturaleza” (Kotlow, 2008). A medida que los bebés empujan el pezón detrás del reborde alveolar y empujan el paladar, desarrollan un paladar ancho y adelantado y suficiente espacio para los dientes temporales y permanentes. Por otro lado, los movimientos peristálticos (en alimentación con biberón, se producen movimientos de pistón), producen el primer avance fisiológico de la mandíbula, conectando la mandíbula, el hueso hioides y la columna cervical en una posición tridimensional armónica (Figura 7) (Martín Santiago, 2005; 2016; Kotlow, 2013; Martín Santiago, 2019).

Los beneficios de la lactancia materna en el desarrollo de las estructuras orofaciales permiten que los bebés respiren y traguen al mismo tiempo sin necesidad de un mecanismo protector complicado.

Figura 7.

Alimentación materna y avance mandibular.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Beneficios de la lactancia materna para los bebés

- ✓ Mejora el sistema inmunológico del bebé en la prevención de alergias y enfermedades
- ✓ Está lista sin conservantes ya que siempre está fresca
- ✓ Apego emocional a la madre
- ✓ Protege contra gastroenteritis, estreñimiento y otras enfermedades del estómago
- ✓ Reduce el riesgo de SMSL (síndrome de muerte súbita del lactante)
- ✓ Promueve el desarrollo facial adecuado
- ✓ Reduce el riesgo de enfermedad cardíaca u obesidad en la adolescencia y en la vida adulta.
- ✓ Los bebés que son amamantados tienen menos indicadores de problemas de maloclusión, respiración bucal o mal desarrollo orofacial (Rondón et al., 2012)
- ✓ En el futuro, los adultos con anquiloglosia tendrán más problemas de ronquidos y apneas nocturnas, porque la lengua retrocede durante el sueño, cerrando aún más el espacio disponible de las vías respiratorias (Palmer, 1998; Kotlow, 2015; Kotlow, 2013; Martín Santiago, 2019)

Síntomas en bebés:

Podemos observar:

- ✓ Movimiento restringido de la lengua donde el bebé puede ser incapaz de sacar la lengua o lamersse los labios, y durante el llanto, la lengua puede permanecer en el piso de la boca o solo los bordes pueden curvarse formando un “plato” o una cola de ballena.
- ✓ Movimiento de onda del movimiento lingual deficiente, no peristaltismo lingual
- ✓ Es posible que el bebé no pueda abrir la boca ampliamente cuando se pega al seno, lo que resulta en un comportamiento de frotar, morder o rechinar y un frenillo labial anclado en exceso puede no permitir el cierre correcto de los labios
- ✓ Comportamiento inquieto / quisquilloso al agarrarse al pecho y durante las tomas
- ✓ Tos con el flujo de leche
- ✓ Dificultad para mantenerse unido al pecho (el pezón se desliza)
- ✓ Imposibilidad de una lactancia mantenida un tiempo suficiente
- ✓ Quedarse dormido con el pecho antes de terminar la lactancia
- ✓ Alimentaciones frecuentes o muy prolongadas
- ✓ Pérdida de peso temprana excesiva / aumento de peso deficiente, a pesar de la alimentación constante.
- ✓ Crecimiento inadecuado
- ✓ Presencia de ruidos, chapoteos con la boca, clic
- ✓ Presencia de goteo de leche, fuera de la boca durante las tomas
- ✓ Cólicos, gases, hipo o presencia de reflujo
- ✓ Frecuente aerofagia que implica que el infante traga mucho aire durante la lactancia
- ✓ Usar el pezón como una goma o masticar el pezón
- ✓ No puede sostener bien la chupa o chupete

Hay muchos otros síntomas y signos en el período neonatal y durante la niñez, pero estos son los más frecuentes durante la lactancia

(Palmer, 1998; Kotlow, 2013; 2015; Martín Santiago, 2019).

Diagnóstico de trastornos del frenillo

Para el diagnóstico de frenillos y trastornos bucales en bebés, es necesario valorar la historia clínica del bebé y de la madre, tipo de parto, madurez, entre otros y una exploración clínica de todas las estructuras del niño y de la madre que están involucradas en la lactancia (Figura 8). Por ejemplo, comprobar el estado de la boca del bebé evaluando: lengua, encías, maxilares, labios, epiglotis y paladar blando / duro. También es importante echar un vistazo al circuito y patrón respiratorio oral-nasal. El estado de crecimiento y en qué percentil de este está el niño, en talla y peso, son fundamentales. La valoración neuromuscular del bebé y el estado de sus reflejos en primordial y necesitamos realizar una exploración básica de los reflejos o solicitar dicha información al pediatra. Además, necesitamos examinar detenidamente los frenillos orales, la respiración y los reflejos neurológicos relacionados con la lactancia materna como succión y tendencia a masticación y verificar deglución (Figura 9). Un niño con inmadurez neurológica no puede realizar una succión adecuada, incluso si optimizamos su frenillo mediante cirugía (Martín Santiago, 2005; 2019).

Figura 8

Exploración de un bebé.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Figura 9.

Reflejo de Babinski en un recién nacido.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

En la evaluación clínica comprobaremos si el frenillo se ve visualmente sin ningún tipo de intervención nuestra o si es preciso hacer una comprobación digital del mismo. Comprobaremos además, si se trata de un frenillo fino o grueso y en dónde se inserta en la lengua y suelo de boca o reborde alveolar. Es fundamental localizar la carúncula lingual y si el frenillo es lineal o queda dividido en dos porciones por la propia carúncula. Si es superficial o submucoso.

Así también se evalúa la forma de la lengua en reposo y cuando se eleva (redonda, cuadrada, forma de corazón, en V, cola de ballena) o si aparece ahuecamiento o depresión de la misma, si puede extender fuera de la boca o si la puede elevar con facilidad durante el llanto, si puede lateralizar, extender, la longitud del frenillo al elevar la lengua (mayor, menor o igual a 1 cm), la unión del frenillo a la lengua (en la propia punta, milímetros debajo de ella, tercio medio lingual o base de la misma), tipo de inserción en suelo o reborde, qué tipo de elasticidad y de restricción tiene (Figura 10).

Figura 10.
Diferentes imágenes del movimiento lingual.



(Fuente, Dra.Martin Santiago)

Realizaremos la maniobra de Murphy, que consiste en presionar el frenillo y observar si se deprime o no la lengua. El signo de Gravers, cuando traccionamos de la lengua, observaremos si hay isquemia en la inserción del frenillo.

El estudio de la forma del paladar y los rebordes alveolares es fundamental, podremos observar si hay tendencia a paladar estrecho o ancho normal y para ello realizaremos la medición desde la base del canino izquierdo al derecho y podremos evaluar la evolución de este (Palmer, 1998; Kotlow, 2013; 2015; Martín Santiago, 2019).

Observaremos cómo coge el pezón, si se agarra bien y cierra herméticamente los labios, si la lengua se sitúa debajo, si no se duerme con frecuencia, el tipo de deglución, si es audible, ni no se oyen clics o chasquidos de desajuste de la lengua, si hay movimientos peristálticos de la lengua, si observamos que hay capacidad de hacer el vacío cuando se agarra al pezón y si la succión es rítmica y mantenida en el tiempo.

Cómo determinar si el bebé recién nacido tiene anquiloglosia

Los frenillos linguales y labiales (frenulum labii) se definen como pliegues sagitales de la mucosa alveolar, en forma de aleta de pez, insertados por un lado en el interior de la porción media del labio (en la mucosa interna) o en la lengua, y, por otro lado, en la encía, en la línea media de los maxilares, entre los incisivos centrales o suelo de boca o rebordes alveolares. Normalmente, el frenillo labial inferior tiene forma reducida en comparación con el superior.

El frenillo, frenulum, frenulums, frenula frenum, frenums, frena, frenulum, maxillary frenum, frenulum labii superioris, son palabras que recogen los distintos diccionarios médicos u odontológicos, para definir la palabra frenillo que deriva de la raíz latina fren, que significa 'freno', 'brida'. El sustantivo frenu(m) del latín se define como 'freno' ó 'brida' y se asocia a -illu(m) del latín 'pequeño'. También se considera un diminutivo de la palabra 'freno', usado en el castellano para mencionar la membrana que sujeta la lengua. La terminología proviene del latín medieval (Figura 11) (Martín Santiago, 2005: 2019).

Figura 11.

Izquierda, imagen del frenillo labial superior; Derecha, imagen del frenillo lingual.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

La anquiloglosia o frenillo labial anclado (Figura 12) en exceso se pueden definir de diferentes formas:

- ✓ Apariencia anatómica y clínica
- ✓ Movimientos restrictivos y capacidad funcional
- ✓ Síntomas del lactante y la madre: pérdida de peso, incapacidad para amamantar adecuadamente, dolor en el pezón, mastitis, entre otros.

Figura 12.

Frenillo lingual anclado.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

No existe una forma universalmente acordada de clasificar los frenillos de la lengua o los labios, incluso algunos nombran grado I para extrema gravedad y otros ponen grado IV; por lo tanto, existen diferentes clasificaciones de frenillos tanto linguales como labiales tales como la de Dewey, Jacobs, Monti, Sewerin, Mirko Placek y Cols, Gay Escoda, Lawrence A. Kotlow, Hazelbacker. En la tabla I se resumen los lugares de inserción del frenillo labial superior según Sewerin (1969) modificada por Martín (figura 13) (Palmer, 1998; Kotlow, 2015; Walsh & Tunkel, 2017; Walsh et al., 2017; Martín Santiago, 2019)

Tabla I.

Modificaciones a la clasificación según Sewerin (1969) con las incorporaciones descritas por Martín, 2020.

Frenillo Labial Superior (FLS) según el tipo de Clasificación	Nº pacientes	% pacientes
Atendiendo a la forma: Sewerin (1969)		
FLS NORMAL		
Simple	26	33,76
Con Divertículo/Apéndice	5	6,5
Con nódulo	6	7,8
Con estrangulamiento	0	0
FLS ANÓMALO		
Con nicho	0	0
Doble	9	11,7
Tecto-labial	27	35,1
Bífido	4	5,2
No presenta FLS	0	0
Atendiendo al tipo de inserción: Placek (1974)		
Mucosa	1	1,31
Limite Mucogingival (Limite MG)*	35	45,5
Papilar	17	22,1
Papilo-penetrante	21	27,3
Reborde Alveolar*	3	3,9
FLS atendiendo a disposición coronas dentarias incisivos superiores separados por FLS : Dewey (1918)		
Paralelo-Diastema	29	37,7
Divergente	35	45,5
Convergente	9	11,7
Paralelo- Divergente	1	1,3
Paralelo- Convergente	1	1,3
Edéntulo	2	2,6

Figura 13.

Fotografías representativas de algunos de los tipos y formas de frenillo labial superior (FLS) según Sewerin (1969).



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Lawrence A. Kotlow (Palmer, 1998) realizó la siguiente clasificación:

- o Clase 1, el frenillo es pequeño y no está anclado excesivamente ni a los tejidos gingivales ni al labio.
- o Clase 2, el frenillo se inserta por encima o en la frontera entre el tejido gingival libre y el adherido.
- o Clase 3, cuando la adherencia del frenillo empieza a invadir la zona entre los incisivos centrales superiores.
- o Clase 4, cuando el frenillo invade la zona entre los incisivos centrales superiores y profundiza anclándose por el lado palatino de los mismos.

Los frenillos de clase 3 y 4 tendrían la condición potencial de generar caries, porque se formaría una especie de bolsillo donde quedaría atrapada la leche, generándose un biofilm de placa bacteriana.

Kotlow (falta agregar año) realizó una clasificación de los frenillos labiales superiores en bebés y los relacionó con la mayor frecuencia de caries. El autor ha desarrollado un conjunto de criterios clínicos basados en el examen de más de

350 niños con edades que van desde los recién nacidos hasta los 3 años y que se basan en la posición del frenillo maxilar.

La ingente cantidad de clasificaciones puede llegar a generar confusiones al clínico, por ello creemos importante llegar a algunas consideraciones concretas. En nuestra experiencia, creemos que es más adecuado simplificar todo y definir primero frenillos anteriores: aquellos insertados hacia la punta de la lengua o del reborde alveolar superior y posteriores: aquellos que tienden a insertarse en suelo de boca o por encima del límite mucogingival en la arcada superior. Cuanto más anterior y con mayor restricción o problemas asociados, el frenillo es más patológico (Martín Santiago, 2005; 2019)

Por otro lado, podemos clasificar la presencia de anquilosis en:

1. Normal:

- ✓ Apariencia normal
- ✓ Inserción del frenillo muy por debajo de la punta de la lengua y más cerca de la base que de la punta (aproximadamente 1 cm) y se inserta en el piso de la boca cerca de la inserción del músculo geniogloso.

- ✓ Correcta movilidad tanto hacia delante como en movimientos laterales
- ✓ Sin síntomas de restricción

2. Restricción leve:

- ✓ Apariencia normal
- ✓ Inserción del frenillo debajo de la punta de la lengua y hacia el suelo de la boca, pudiendo tener un “tridente” que lo ancle en la parte lingual del reborde alveolar
- ✓ Sin síntomas importantes de restricción.
- ✓ La longitud de la lengua móvil es de 12-16 mm.
- ✓ La restricción está entre 0,22 y 0,39 con una buena movilidad de la lengua

3. Restricción moderada:

- ✓ La apariencia de la lengua presenta ligera retracción de la punta o tendencia a tener la forma de la cola de una ballena, y a posicionarse hacia abajo en reposo.
- ✓ La inserción del frenillo está muy cerca de la punta de la lengua y hacia el piso de la boca con un tridente fuerte hacia la cresta alveolar o en la cresta alveolar
- ✓ Movilidad limitada tanto hacia delante como en movimientos laterales
- ✓ Cuando provocamos la succión introduciendo el dedo en la boca del bebé, apreciamos que la lengua tiene dificultades para rodear y succionar el dedo, a veces con una pérdida completa en el dorso del dedo, donde hay movimiento inverso (peristalsis), como una ola que navega hacia atrás.
- ✓ La reversión del sonido o chasquido se produce cuando la lengua pierde contacto con el dedo y, por tanto, pierde la presión negativa
- ✓ No es muy elástico, con síntomas de restricción
- ✓ Longitud de la lengua móvil 8-11 mm.
- ✓ La restricción está entre 0,14 y 0,22 con limitación de la movilidad de la lengua

4. Restricción severa:

- ✓ La apariencia de la lengua presenta una fuerte retracción de la punta con sujeción completa de la lengua al piso de la boca o al reborde alveolar
- ✓ En forma de corazón, con la parte central de la lengua muy deprimida, con tendencia a colocarse hacia abajo en la posición normal
- ✓ La inserción del frenillo está en la punta de la lengua
- ✓ Movilidad muy limitada tanto hacia delante como en movimientos laterales
- ✓ La punta de la lengua no puede ascender sin cerrar la boca y con una forma ancha (como de corazón), con una importante depresión en el centro de la lengua
- ✓ El frenillo tiene menos de 1 cm. cuando la lengua está extendida
- ✓ Hay signos de isquemia en la inserción de la lengua cuando tiramos de ella
- ✓ No se puede colocar en el labio inferior
- ✓ Cuando provocamos la succión del dedo en la boca del bebé, apreciamos que la lengua tiene dificultades para rodearlo y succionar el dedo
- ✓ Es muy frecuente ver la reversión del sonido o chasquido que se produce cuando la lengua pierde contacto con el dedo y, por tanto, pierde la presión negativa
- ✓ Es relativamente inelástica
- ✓ Con síntomas severos de restricción
- ✓ La longitud de la lengua móvil es inferior a 3 mm.
- ✓ La restricción está cerca y por debajo de 0,14 con movilidad limitada de la lengua.

5. Preparación del bebé:

- ✓ Se envuelve al niño con una manta de algodón para controlar movimientos
- ✓ Buen control de las vías respiratorias del paciente
- ✓ Gafas de seguridad con correa elástica según tipo de Láser

- ✓ Normas de seguridad: ANSI 136.1 (EE. UU.) Y EN207 / EN208 / EC60825 (Europa)
- ✓ El asistente sostiene y estabiliza la cabeza
- ✓ Estabilizar y elevar la lengua
- ✓ Sin anestésicos. Clip del centro del frenillo (~ 1 cm). El frenillo está mal vascularizado y poco innervado.
- ✓ Podemos utilizar los dedos o el posicionador o levantador de lengua de Lorenz para ayudar a posicionar la lengua.
- ✓ La duración completa en sillón dental con cierta experiencia es de 2-5 minutos.
- ✓ Es muy importante para la seguridad del bebé y para una buena visualización del área quirúrgica tener un personal bien capacitado para sostener al bebé de manera adecuada y ayudar a mantener una buena vía respiratoria. Es imperativo ubicar los mamelones donde se ubican los orificios de salida de los conductos de Wharton, ya que son excretores de las glándulas salivales submaxilares.
- ✓ El bebé puede amamantar de inmediato.

Opciones de tratamiento para los frenillos anómalos de labios y lengua

- ✓ Tratamiento miofuncional
- ✓ Apoyo a la técnica de lactancia, mejora de agarre, uso de pezoneras...
- ✓ Apoyo emocional a la madre y a la familia
- ✓ Frenotomía, frenectomía o plastia en Z:
 - Con la cirugía convencional, estos procedimientos suelen ser más agresivos y más incómodos en el postoperatorio. Hay más sangrado y se necesitan suturas. Existe una alta incidencia de recurrencia / recaída.
 - Con los sistemas láser, el tratamiento es mínimamente invasivo, poco o ningún sangrado, sin suturas, rápida recuperación, poca o ninguna recurrencia del problema.

Histología del frenillo lingual:

Martinelli et al, 2014 analizó histológicamente frenillos linguales de niños con anquiloglosia o con frenillo corto confirmando que éstos presentarían

haces de fibras musculares esqueléticas estriadas, alta frecuencia de colágeno tipo I en las capas profundas y haces compactos de fibras elásticas ubicadas cerca del revestimiento epitelial. No se observaron haces de fibras musculares en el frenillo anterior y en el frenillo corto con fijación anterior. Se observaron colágeno tipo I y haces de fibras elásticas dispersos y lejos del revestimiento epitelial en esos tipos de frenillo.

Gartner L. & Schein D. (1991) mostraron en un estudio histológico realizado en cadáveres que el frenillo está cubierto de epitelio estratificado escamoso no queratinizado, ortoqueratinizado o paraqueratósico, dependiendo de la extensión del mismo. Además, señalaron que la composición incluía tejido conectivo denso e irregular, con colágeno, fibras nerviosas mielinizadas y pequeños canales vasculares. Así también, el 35% de ellos presentaba fibras musculares esqueléticas.

Por lo tanto, el cromóforo fundamental será agua al ser un tejido blando y, siendo superficial, cualquier elemento que provoque corte térmico va a poder volatilizar las fibras que lo componen. Los frenillos además son fibras avasculares y sin terminaciones nerviosas. Sin embargo cuando usamos láseres sin agua, se nota el calor y el olor de carbonización. Por ello en diodos, neodimios... etc., aconsejo una pequeña cantidad de anestesia y en los láseres de erbio podemos no utilizarla, si tenemos formación tanto teórica como en la ejecución del tratamiento, pues es muy rápida. Por tanto y dadas las características del tejido a vaporizar podremos utilizar una variedad importante de láseres quirúrgico y, por tanto, por encima de 1 Watio. Es mejor usar una potencia media adecuada y no estar mucho tiempo, que potencias bajas y estar demasiado rato cortando el tejido, eso generara más acúmulo de calor en los tejidos circundantes, incluidas, glándulas, suelo de boca...etc.

Técnicas de frenotomía y frenectomía con sistemas láser

Se pueden utilizar diferentes sistemas láser, como los diodos (810-940-980 nm) o los erbios: Er,Cr:YSGG 2780 nm, Er:YAG 2940nm, CO2 10,600nm, CO2 9600 nm, Nd: YAG 1064 nm, que pueden realizar esto de manera segura y efectiva para realizar este procedimiento quirúrgico, como han reportado varios autores en publicaciones recientes sobre este tema (Kotlow,

2008; Martín Santiago, 2010; Aras et al., 2010; Olivi et al., 2012; Hazelbaker, 1993; Lamba et al., 2015; Martín Santiago, 2019).

2. Parámetros

- Láser de diodo de 940 nm: la punta preiniciada se utiliza en contacto directo con el tejido a una potencia de 2.0-4 W CW, utilizando una fibra de 400 μ m.
- Er, Cr: YSGG, 2780 nm: 2-4 vatios, 50 Hz, H / S. Si hay sangrado modo S y subimos la frecuencia o Hercios. (Figura 14)
- Modo, 20% aire, 20% agua, punta MZ5 o MC3.
- Alrededor de 50-70 mJ / cm² de fluencia.

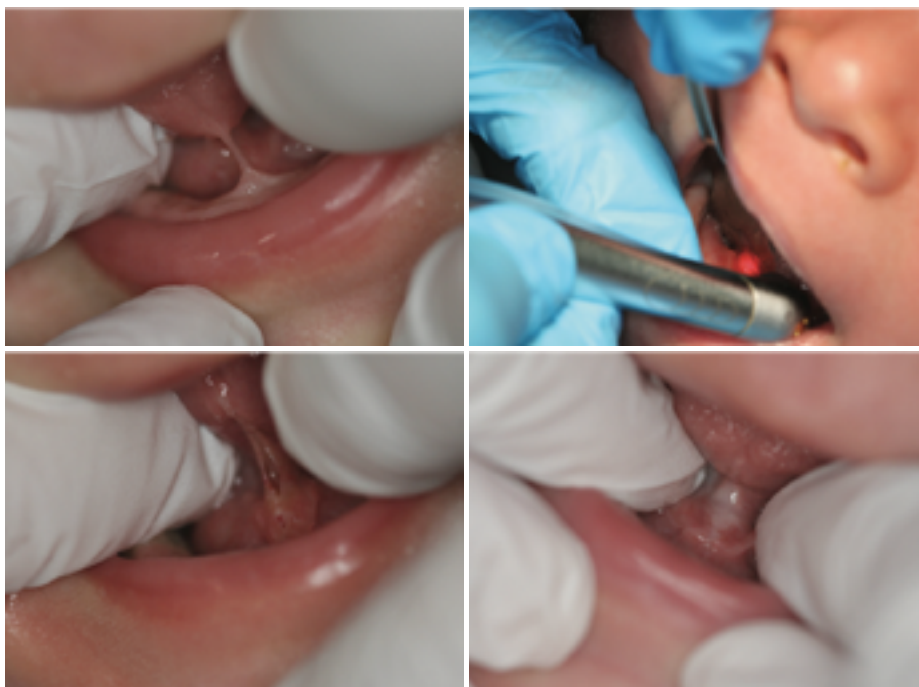
En la mayoría de los casos, liberar de 2-8 mm es suficiente para permitir una mejor y más cómoda lactancia. (Figura 15)

Instrucciones de cuidado posoperatorio

- ✓ 1 semana después de la cirugía, control por un terapeuta miofuncional experto en neonatología, logopedas o fisioterapeutas formados en este campo.
- ✓ Ejercicios con labio y lengua, estimulándolo y movilizándolo por la mañana y por la noche. 2-3 veces al día durante 2 semanas.
- ✓ Pasar gasa por la herida con agua tibia con sal y aplicar gel de hialurónico. Aceites como el de aloe vera o Auxina A + E, que es aceite de vitamina A y E en perlas que se pueden perforar y usar el contenido para masajear la zona.
- ✓ Terapia Cráneo-sacra
- ✓ Paracetamol pediátrico o Ibuprofeno pediátrico, Arnica montana o Traummel si el bebé tiene alguna molestia.

Figura 14 .

Cirugía de frenillo lingual con Láser de erbio de 2780 nm.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

Figura 15 .

Frenillo labial superior doble en un bebé.



(Fuente. Dra.Martin Santiago)

3. Conclusión

La comprensión de las estructuras orales de los recién nacidos es muy significativo para mejorar el desarrollo del crecimiento craneofacial y para brindar un servicio importante a las madres, dándoles a sus bebés un buen comienzo en la vida desde una etapa muy temprana. Necesitamos mejorar la colaboración entre profesionales de diferentes disciplinas con el fin de mejorar nuestro conocimiento.

4. Conflicto de intereses:

Ninguno

5. Imágenes y fotografías:

Los autores declaran que cuentan con las autorizaciones para el uso de las imágenes incluidas en este artículo.

6. Fondos asociados:

Ninguno

7. Contribución de los autores:

Ambos autores trabajaron en metodología, análisis y redacción.

Referencias

- Aras MH, Göregen M, Güngörmüş M, Akgül HM. (2010) Comparison of diode laser and Er:YAG lasers in the treatment of ankyloglossia. *Photomed Laser Surg.* Apr; 28(2):173-7. PubMed PMID: 19743963. <https://doi.org/10.1089/pho.2009.2498>
- Convissar R, Hazelbaker AK, Kaplan M, et al. (2017) *Color Atlas of Infant Tongue-Tie and Lip-Tie Laser Frenectomy*. Columbus, OH: PanSophia Press; ISBN: 978-0-9845445-3-0. Disponible en: <https://www.laserfrenectomybook.com/>
- Gartner, L. P, & Schein, D. (1991). The superior labial frenum: a histologic observation. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985), 22(6), 443–445. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1882036/>
- Hazelbaker A. (1993) *The Assessment Tool for Lingual Frenulum Function (ATLFF): use in a Lactation consultant Private Practice*. Pasadena, CA: Pacific Oaks College.
- Kotlow L. A. (2010). The influence of the maxillary frenum on the development and pattern of dental caries on anterior teeth in breastfeeding infants: prevention, diagnosis, and treatment. *Journal of human lactation : official journal of International Lactation Consultant Association*, 26(3), 304–308. <https://doi.org/10.1177/0890334410362520>
- Kotlow LA. Diagnosing and understanding the maxillary lip-tie (superior labial, the maxillary

- labial frenum) as it relates to breastfeeding. *J Hum Lact.* 2013 Nov;29(4):458-64. Epub 2013 Jul 2. PubMed PMID: 23821655. <https://doi.org/10.1177/0890334413491325>
- Kotlow LA.(2010) The influence of the maxillary frenum on the development and pattern of dental caries on anterior teeth in breastfeeding infants: prevention, diagnosis, and treatment. *J Hum Lact.* Aug; 26(3):304-8. Epub 2010 Mar 22. PubMed PMID: 20308621. <https://doi.org/10.1177/0890334410362520>
- Kotlow L. Lasers and pediatric dental care. *Gen Dent.* 2008 Nov-Dec;56(7):618-27. PMID: 19014020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19014020/>
- Kumar, G., Rehman, F y Chaturvedy, V. (2017). Aplicaciones en tejidos blandos del láser Er, Cr: YSGG en odontología pediátrica. *Revista internacional de odontología pediátrica clínica*, 10 (2), 188-192. <https://dx.doi.org/10.5005%2Fjournals-10005-1432>
- Lamba AK, Aggarwal K, Faraz F, Tandon S, Chawla K. Er, Cr:YSGG laser for the treatment of ankyloglossia. *Indian J Dent.* 2015 Jul-Sep;6(3):149-52. PubMed PMID: 26392733; PubMed Central PMCID: PMC4558751. <http://doi.org/10.4103/0975-962X.163049>
- Martín Santiago, MP. (2019) Libro la boca bajo sospecha. Autoedición, ISBN 978-84-09-13988-0. España.
- Martín Santiago MP.(2016) Lactancia Materna y el papel de los láseres en la intervención de frenillos bucales en recién nacidos y niños. En: Charla dirigida a pediatras, matronas y especialistas en Lactancia materna. Santa Cruz de Tenerife. Departamento de Pediatría, Hospital Universitario de Canarias.
- Martín Santiago, MP. (2010) Estudio del Frenillo Labial Superior (FLS) y la cirugía láser con YSGG en la población metropolitana del norte de Tenerife. Master Europeo “Aplicaciones del Láser en Odontología” (European Master “Laser Applications in Dentistry”). Barcelona. EMDOLA. Facultad de Odontología. Universidad de Barcelona.
- Martín Santiago MP. (2005) Lactancia materna y desarrollo oclusopostural bajo una visión kinesiológica - Allattamento materno e sviluppo oclusoposturale da un punto di vista kinesiológico. En: ponencia presentada en Reunión Nacional de la SIKMO (Sociedad Italiana de Kinesiológica Médica Odontológica). Nápoles. Italia.
- Martinelli, R., Marchesan, I., Gusmão, R., Rodrigues, A. & Berretin-Felix, G. (2014). Histological Characteristics of Altered Human Lingual Frenulum. *International Journal of Pediatrics and Child Health*, 2, 5-9. <https://franklinsusanibar.com/wp-content/uploads/2019/09/Histological-Characteristics-of-Altered-Human-Lingual-Frenulum.pdf>
- Olivi, G., Signore, A., Olivi, M., & Genovese, M. D. (2012). Lingual frenectomy: functional evaluation and new therapeutical approach. *European journal of paediatric dentistry*, 13(2), 101–106. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22762170/>
- Palmer B. (1998). The influence of breastfeeding on the development of the oral cavity: a commentary. *Journal of human lactation : official journal of International Lactation Consultant Association*, 14(2), 93–98. <https://doi.org/10.1177/089033449801400203>
- Palmer B. (2003) For Better Health! Breastfeeding and frenulum presentation. En ponencia presentada en DDS Kansas City, Missouri. USA. http://www.lactationsupportbyelly.ca/bfing_frenum03.pdf
- Rondón, R; Zambrano, G; Guerra, ME.(2012) Relación de la lactancia materna y el desarrollo Dento-Buco-Máximo-Facial: Revisión de la literatura latinoamericana. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2012/art-19/> Consultado el: 23/10/2020
- Walsh, J., & Tunkel, D. (2017). Diagnosis and Treatment of Ankyloglossia in Newborns and Infants: A Review. *JAMA otolaryngology-- head & neck surgery*, 143(10), 1032–1039. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2017.0948>
- Walsh J, Links A, Boss E, Tunkel D. Ankyloglossia and Lingual Frenotomy: National Trends in Inpatient Diagnosis and Management in the United States, 1997-2012. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 Apr;156(4): 735-740. Epub 2017 Feb 7. PubMed PMID: 28168891. <https://doi.org/10.1177/0194599817690135>

USOS DEL LÁSER EN LA TERAPIA ENDODÓNTICA. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Paulina Ledezma R. DDS 

Departamento de Odontología Conservadora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile,
Santiago, Chile.

María José Bordagaray DDS 

Departamento de Odontología Conservadora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile,
Santiago, Chile.

Javier Basualdo A. DDS, PhD 

Programa de Especialización en Implantología Buco Máxilo Facial. Facultad de Odontología,
Universidad de Chile, Chile.

Cristian Bersezio M. DDS, PhD 

Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile,
Santiago, Chile.

RESUMEN

Últimamente, el uso del láser en endodoncia ha ganado aceptación llegando a considerarse como un complemento a la terapia endodóntica, la cual tiene como objetivo realizar una efectiva conformación, limpieza y desinfección del sistema de canales radiculares (SCR), permitiendo una eliminación eficaz de microorganismos presentes, y así prevenir la reinfección del canal. Se han adoptado diferentes métodos de aplicación del láser para mejorar la desinfección del SCR, los cuales podrían ser eficaces para reducir la población microbiana presentes al interior de los canales, por medio de la activación del irrigante utilizado. El empleo de láser también podría ser útil en procedimientos endodónticos quirúrgicos los cuales tienen por objetivo mantener el diente y sus raíces cuando el tratamiento convencional ha fallado, los efectos positivos del láser se centrarían en el descenso de la inflamación y del aumento de volumen, además de la disminución de la filtración de los materiales de sellado ortógrado en dientes apicectomizados. Otro de los usos de láser en esta materia está relacionado con el manejo del dolor post-terapia endodóntica, el que se ha visto ser prometedor. Se definen dos tipos de láseres: de baja potencia, que produce una acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria de los tejidos biológicos, utilizada además en procesos de descontaminación del SCR, y de alta potencia o láser quirúrgico, con el que se pueden realizar incisiones, exéresis, realizando funciones de corte y coagulación.

Palabras clave: Terapia Endodóntica, Terapia Láser, Apicectomía, Preparación del canal radicular.

1. Introducción

Los microorganismos y sus productos son la principal causa de enfermedades pulpares y periapicales (Wang et al., 2018). El objetivo principal del tratamiento de endodoncia es conformar, limpiar y eliminar eficazmente la capa de barro dentinario para que el canal pueda ser obturado eficazmente, minimizando así, la posibilidad de reinfección. La capa de barro dentinario contiene bacterias, sus subproductos y tejido necrótico; las bacterias pueden sobrevivir, multiplicarse y proliferar en los túbulos dentinarios, los cuales pueden servir como reservorio de los irritantes microbianos (Dagher et al., 2019). El éxito de la terapia endodóntica depende de la eliminación de microorganismos presentes en el interior de los sistemas de canales radiculares (Wang et al., 2018).

La terapia Láser se puede considerar como un complemento a la terapia endodóntica convencional, generando protocolos más efectivos y seguros.

La palabra LASER, es el acrónimo de *light amplification by stimulated emission of radiation*, es decir amplificación de la luz por la emisión estimulada de radiación. Cada tipo de láser emite energía luminosa con una única longitud de onda (luz monocromática). La luz láser, al igual que la luz visible, cumple todos los principios básicos de la óptica: transmisión, reflexión, refracción y absorción. La energía lumínica que producirá el o los efectos sobre los tejidos irradiados será aquella que sea absorbida. La energía depositada se mide en Jules (J), y se calcula en relación con la cantidad de potencia suministrada de forma continua o pulsada sobre la superficie del tejido. De esta manera se definen dos tipos de láseres:

- Láser de baja potencia, que produce una acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria de los tejidos biológicos.
- Láser de alta potencia o láser quirúrgico, con el que se pueden realizar incisiones, exéresis, descontaminación, etc. realizando funciones de corte y coagulación.

La terapia con láser de baja potencia (LLLT), también es utilizada en procesos de descontaminación. Este tipo de láser, por si solo no es letal para las bacterias a diferencia de la terapia láser de alta potencia (HLLT), pero si se utiliza para la activación fotoquímica de

sustancias liberadoras de oxígeno, las cuales causan un daño a la membrana y al ADN de los microorganismos.

El objetivo de esta revisión fue abordar los distintos tipos de láser y sus beneficios en el área de endodoncia reportados en la literatura.

2. Usos del Láser en Endodoncia

Láser en la desinfección del sistema de canales radiculares (SCR)

El objetivo principal del tratamiento de endodoncia es realizar una efectiva conformación, limpieza y desinfección del sistema de canales radiculares (SCR), permitiendo una eliminación eficaz de microorganismos presentes, y así prevenir la reinfección del canal (Dagher *et al.*, 2019; Henninger *et al.*, 2019). Las bacterias presentes en el SCR pueden sobrevivir, multiplicarse y proliferar en los túbulos dentinarios, que pueden servir como reservorio para los irritantes microbianos (Dagher *et al.*, 2019).

Los fracasos endodónticos ocurren por la persistencia de bacterias y restos de tejidos en las irregularidades del SCR. Varias especies bacterianas como *Enterococcus faecalis* tienen la capacidad de adherirse a la dentina e invadir los túbulos dentinarios y sobrevivir a largo plazo en los canales radiculares obturados sin nutrientes adicionales (Korkut *et al.*, 2018). Las técnicas endodónticas tradicionales utilizan la instrumentación mecánica e irrigación química para lograr el objetivo principal del tratamiento (Dagher *et al.*, 2019). El hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante endodóntico más utilizado debido a sus propiedades antimicrobianas, proteolíticas y su excelente capacidad para disolver el tejido orgánico (Henninger *et al.*, 2019). Sin embargo la efectividad del desbridamiento y eliminación de microorganismos de todo el espacio intrarradicular puede ser limitada, principalmente debido a la complejidad anatómica del SCR y la limitada penetración de los irrigantes al interior de las ramificaciones lateral y apical del canal (Dagher *et al.*, 2019).

Estudios previos han demostrado que la instrumentación e irrigación con NaOCl eliminarían entre 50-75% de las bacterias presentes al interior de los canales infectados al

finalizar la primera sesión de tratamiento (Korkut *et al.*, 2018). Las soluciones de irrigación utilizadas en endodoncia no permiten eliminar de forma eficaz los microorganismos, debido a que éstos son capaces de colonizar los túbulos dentinarios hasta una profundidad de 1000 μm , mientras que las soluciones de irrigación convencionales debido a su tensión superficial penetran solo unos 100 μm en la dentina. Se ha demostrado que la activación de los irrigantes endodónticos mejora la eficacia del irrigante con respecto a la limpieza y desinfección del SCR (Henninger *et al.*, 2019).

Se ha propuesto recientemente el uso de láser de energía fototónica como complemento a la terapia endodóntica tradicional. Diferentes métodos de aplicación se han adoptado para mejorar la desinfección del SCR. Entre ellos el uso de longitudes de onda cercan a infrarrojo, como láser basados en diodos y láser Nd: YAG, y también para aumentar la capacidad de limpieza y eliminación del barro dentinario del SCR utilizando la familia de láser Er (Dagher *et al.*, 2019). Se ha utilizado láser de diodo (810 nm) en varias áreas de la odontología con resultados prometedores en desinfección, sus propiedades bactericidas se relacionan principalmente con el efecto fototérmico. Este láser es eficaz en la desinfección endodóntica debido a la afinidad de sus longitudes de onda por las células bacterianas. Además, puede penetrar profundamente en los túbulos dentinarios (hasta 500 μm), porque el láser es absorbido por los tejidos duros (Romeo *et al.*, 2015). Por tanto, este láser puede ser eficiente en la reducción de bacterias intracanal. En estudios en los que se utilizó láser de diodo en combinación con otras soluciones de irrigación como NaOCl se obtuvieron mejores resultados (Asnaashari & Safavi, 2013). La utilización de láser Nd: YAG se ha propuesto como alternativa a la desinfección química del SCR. Este láser emite una radiación infrarroja con una longitud de onda de 1064 nm, la energía emitida es fácilmente absorbida por melanina y hemoglobina, pero solo ligeramente por agua e hidroxiapatita. Ahí radica la falta de consenso sobre cómo el láser Nd: YAG ejerce su efecto antibacteriano. Los mecanismos propuestos incluyen un efecto fotoquímico, fototérmico con un aumento de la temperatura de los tejidos circundantes y calentamiento interno local de las bacterias (Granevik Lindström *et al.*, 2017).

Diferentes estudios han confirmado que el láser Nd: YAG penetra en la profundidad de la dentina, resultando en una disminución de la penetración de microorganismos. Pero en estudios que compararon el efecto antibacteriano del láser Nd: YAG con NaOCl, los resultados indicaron la efectividad de ambos con superioridad para el NaOCl (Asnaashari & Safavi, 2013). Se ha informado que el láser Er: YAG (2940 o 2780 nm) es el más apropiado para uso endodóntico debido a la proximidad de su longitud de onda con la máxima absorción de hidroxiapatita y su mayor absorción por el agua (aproximadamente 1 a 3 μm profundidad de penetración), que conduce a una ebullición explosiva que induce la cavitación por burbujas. La transmisión fotoacústica provoca mínimos efectos secundarios de aumento de temperatura. Un incremento de temperatura intracanal se observó $<2,5^{\circ}\text{C}$ cuando se utilizó éste. Por tanto, el modo de acción principal probablemente se debe a efectos de cavitación que se han observado mediante la aplicación de láser Er: YAG durante la irrigación endodóntica, aumentando así la eliminación de restos de dentina y células microbianas. Además, una actividad antibacteriana en las biopelículas de *Enterococcus faecalis* se describieron mediante la aplicación de este láser. En contraste, otros autores han afirmado que los efectos del láser no son superiores a las propiedades antimicrobianas de NaOCl solo, pero que el uso de láser Er: YAG puede mejorar la eficacia de esta solución de irrigación cuando se utilizan en combinación, considerando que el uso de éste da como resultado una irrigación más profunda que el método tradicional, pudiendo alcanzar canales laterales y otras estructuras periféricas también en la parte apical del canal radicular, sin embargo todavía existe cierta incertidumbre sobre la capacidad desinfectante de la luz láser en sí (Henninger *et al.*, 2019; Lukac & Jezeršek, 2018).

Se han desarrollado diferentes técnicas de irrigación para tal aplicación, se sugieren dos técnicas diferentes:

1. Irrigación activada por láser (LAI), utiliza una punta de zafiro delgada y larga con forma cónica para la aplicación láser y ésta se ubica al interior del canal radicular realizando movimientos verticales (Henninger *et al.*, 2019). Esta técnica se basa en la formación, expansión y posterior colapso de las burbujas de vapor causadas por el láser como resultado de la

inducción de cavitación específica, se genera ondas de presión y choque que actúan como fuerzas de corte. Se ha reportado que LAI tiene un efecto bactericida eficiente que mejora la eliminación de barro dentinario, incluso en el tercio apical de la raíz (Betancourt *et al.*, 2020).

2. Flujo fotoacústico inducido por fotones (PIPS), utiliza una punta grande, corta, de disparo radial, despojada del revestimiento de amida exterior en su extremo distal para permitir una emisión de energía lateral de láser al líquido de irrigación intracanal ubicada al interior de la cámara pulpar. La emisión de energía láser de 20 mJ por pulso, por debajo del umbral de ablación del agua, se administra en muy poco tiempo (duración del pulso de 50 ls) y produce una potencia con peak elevado de 400 W, provocando una explosión y un fenómeno de implosión dentro de la solución irrigante, esto da como resultado una fuerte onda de choque fotoacústica que permite que el irrigante fluya tridimensionalmente a lo largo de todo el SCR. Los estudios informaron una mejor limpieza y una eliminación más eficiente del barro dentinario mediante la técnica PIPS. (Dagher *et al.*, 2019; Henninger *et al.*, 2019)

Un estudio reciente informó que LAI usando el protocolo PIPS resultó en una mayor eliminación de bacterias en comparación con endoactivador o irrigación activada ultrasónicamente. Además, un estudio de Korkut *et al.* demostró que al utilizar láser Er: YAG con técnica de activación PIPS resultó en paredes más limpias del canal radicular en comparación con los grupos de láser Nd: YAG y diodo. Además, se ha propuesto el uso de NaOCl al 5% para el protocolo PIPS debido a la mayor erradicación del biofilm y barro dentinario. (Korkut *et al.*, 2018; Henninger *et al.*, 2019) Se ha demostrado la eliminación de residuos intracanal y del barro dentinario mediante el uso de láser, en particular la familia Erbium. Además, varias longitudes de onda, podrían ser eficaces para reducir la población microbiana presentes al interior de los canales. El efecto máximo se obtiene cuando se utiliza luz láser en combinación con una solución de irrigación de NaOCl en concentración adecuada. Por lo tanto, el uso de energía láser podría aumentar la tasa de éxito de los tratamientos de endodoncia (Asnaashari & Safavi, 2013).

Láser en cirugía endodóntica

La periodontitis apical es una patología que compromete los tejidos peri radiculares como consecuencia de la necrosis del tejido pulpar y la contaminación del sistema de canales radiculares (Croitoru *et al.*, 2016). Se estima que la incidencia de la periodontitis apical es del 2,9% de la población mundial, siendo un 80-90% de estos casos resueltos exitosamente mediante el tratamiento endodóntico ortógrado (Rahbaram *et al.*, 2001). El objetivo de los procedimientos endodónticos quirúrgicos es mantener el diente y sus raíces cuando el tratamiento convencional ha fallado (Budacu *et al.*, 2017).

Desde su invención, se ha propuesto el empleo del láser en apicectomías. Su uso se basa principalmente en los efectos positivos del láser clínicamente evidenciables en una disminución la inflamación y del aumento de volumen, con la ventajosa ausencia de efectos secundarios (Oliveira Sierra *et al.*, 2013). En estudios animales, el láser ha demostrado efectos positivos a nivel celular e histológico (Korany *et al.*, 2012; Park *et al.*, 2015). Mientas que en humanos se ha reportado que el láser disminuye el tiempo de recuperación y el uso de analgésicos post cirugías orales (Payer *et al.*, 2005).

Efectos en la filtración

La cirugía apical tiene por objetivo principal evitar la filtración bacteriana desde el sistema de canales radiculares hacia los tejidos periapicales, a través de la resección de la porción apical de la raíz y de su sellado retrógrado (von Arx, 2011). Inicialmente, se describió la potencial contribución al éxito en el empleo del láser Nd:YAG en apicectomías, debido al efecto cristalizante del láser sobre la superficie dentinaria (Dededch *et al.*, 1984). Este efecto produce un estrechamiento de los túbulos dentinarios y una disminución de su permeabilidad (Stabholz *et al.*, 1992). Los láser de CO₂ y Er:YAG son capaces de disminuir la permeabilidad de la dentina testeados con azul de metileno (Gouw-Soares *et al.*, 2004). Sin embargo estudios posteriores determinaron que no existían diferencias significativas en la filtración bacteriana de dientes extraídos sellados con amalgama de forma retrógrada en comparación con la aplicación de láser sin preparación ni relleno apical (Wong *et al.*, 1994), siendo ineficientes como método

único para el sellado del ápice. En situaciones comparables con los procedimientos clínicos actuales, la evidencia demuestra que el uso de láser Er:YAG [erbium:yttrium-aluminum-garnet] en dientes apicectomizados, disminuye la filtración de los materiales de sellado retrógrado (Karlovic *et al.*, 2005; Marques *et al.*, 2011).

Efectos en la reparación de tejidos blandos y duros

El proceso reparativo de los tejidos periapicales post cirugía depende de la regeneración de los tejidos blandos y duros. Un estudio *in vitro*, demostró que segmentos apicales realizados con láser Nd:YAG, sufrieron un retraso en la reparación del tejido conectivo circundante al comparar con segmentos apicales obtenidos con fresas (Maillet *et al.*, 1996). Sin embargo un estudio clínico randomizado reciente determinó que el uso de terapia láser de baja potencia (LLLT) demostró mejores resultados en relación con el aumento de volumen y la cicatrización de tejidos blandos después de cirugías apicales en comparación con el grupo control donde no se aplicó la terapia láser (Metin *et al.*, 2018).

El proceso reparativo de tejido duro en cirugías apicales también ha sido determinado. En un estudio de Zaky & cols, tras cirugías de quistes de dientes anterosuperiores y posterior LLLT la reparación del tejido óseo fue determinada con radiografías periapicales digitales (Zaky *et al.*, 2016). A los tres meses la densidad ósea resultó ser significativamente mayor en el grupo del láser en comparación con el grupo control (Zaky *et al.*, 2016). Del mismo modo, Metin & cols, determinaron una mayor densidad ósea y la disminución del volumen del defecto después de 3 meses post cirugía apical en el grupo donde se aplicó la LLLT en comparación con el grupo control (Metin *et al.*, 2018). Adicionalmente, este último grupo de investigadores determinó la reparación ósea volumétrica mediante tomografía computada. En pacientes sometidos a LLLT durante y posterior a la cirugía apical, el área, volumen y densidad ósea fue significativamente mayor en comparación con el grupo control a los tres meses de realizada la cirugía (Metin *et al.*, 2018). Mediante estudios imagenológicos volumétricos, la LLLT ha demostrado también estimular significativamente proceso de cicatrización ósea

en la expansión maxilar rápida y recuperación de la sutura mediopalatina (García *et al.*, 2016).

Manejo del dolor

La acción analgésica de la LLLT esta relacionada con varios factores, entre ellos la acción directa sobre la bomba de sodio-potasio, el láser tendría la capacidad de inducir una hiperpolarización de la membrana, impidiendo la despolarización de esta y en consecuencia la transmisión del estímulo. Estudios clínicos han demostrado que LLLT puede ser una alternativa eficaz al uso de AINES en el control del dolor postendodóntico, eliminando así los efectos adversos de los fármacos en los pacientes, aunque los mejores efectos se han visto al realizar una terapia combinada entre el LLLT y los AINES (Arslan *et al.*, 2017; Nabi *et al.*, 2018). En una revisión sistemática de Chen *et al.* concluyó que el uso de LLLT en el manejo del dolor post-terapia endodóntica es prometedor, a pesar de que faltan estudios clínicos randomizados de mejor nivel (Chen *et al.*, 2019).

El efecto del láser con relación con el dolor post quirúrgico también ha sido estudiado, demostrándose que la LLLT es una terapia beneficiosa en la reducción del dolor post cirugía endodóntica (Kreisler *et al.*, 2004; Payer *et al.*, 2005; Metin *et al.*, 2018). En estos estudios, la LLLT fue aplicada según diversos protocolos. Kreisler & cols, aplicaron solo una sesión de terapia láser, Prayer & cols., aplicaron la LLLT intra operatoriamente y en los días 1, 3 y 7 post cirugía (Prayer *et al.*, 2005), y en el estudio de Metin & cols. la terapia fue aplicada intraoperatoriamente y diariamente durante los primeros 7 días post operatorios (Metin *et al.*, 2018). Estas diferencias pueden alterar los resultados, sin embargo los resultados de todos estudios apuntan a una mejora en la sintomatología post cirugía apical.

3. Conclusión

Actualmente existen una gran variedad de equipos o tipos Láser en el mercado, cada uno con un uso en particular. A pesar de esto, la terapia Láser no reemplaza a la terapia endodóntica convencional, pero resulta en un buen complemento terapéutico, teniendo beneficios en diversos ámbitos como en la desinfección de canales radiculares, en la reparación de tejidos

posterior a las cirugías endodóntica, incluso en el mismo acto quirúrgico, además de que se ha reportado que la terapia Láser de baja potencia ha resultado de gran utilidad en el manejo del dolor.

Referencias

- Arslan, H., Doğanay, E., Karataş, E., Ünlü, M.A., Ahmed, H. (2017). Effect of Low-level Laser Therapy on Postoperative Pain after Root Canal Retreatment: A Preliminary Placebo-controlled, Triple-blind, Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 43(11):1765-1769, DOI: 10.1016/j.joen.2017.06.028
- Asnaashari, M., Safavi, N. (2013). Disinfection of Contaminated Canals by Different Laser Wavelengths, while Performing Root Canal Therapy. *J Lasers Med Sci.* 4(1): 8–16.
- Betancourt, P., Merlos, A., Sierra, J.M., Arnabat-Dominguez J., Viñas, M. (2020). Er,Cr:YSGG Laser-Activated Irrigation and Passive Ultrasonic Irrigation: Comparison of Two Strategies for Root Canal Disinfection. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 38(2):91-97, DOI: 10.1089/photob.2019.4645
- Budacu, C., Cioranu, S., Salceanu, M., Melian, A. (2017). Apicoectomy-endodontical surgical procedure. *Rev. Chim.* 68(11).
- Chen, Y., Chen, X.L., Zou, X.L., Chen, S.Z., Zou, J., Wang, Y. (2019). Efficacy of low-level laser therapy in pain management after root canal treatment or retreatment: a systematic review. *Lasers Med Sci.* 34(7):1305-1316. DOI: 10.1007/s10103-019-02793-6
- Croitoru, I. C., Crăițoiu, Ș., Petcu, C. M., Mihăilescu, O. A., Pascu, R. M., Bobic, A. G., Crăițoiu, M. (2016). M. Clinical, imagistic and histopathological study of chronic apical periodontitis. *Romanian journal of morphology and embryology = Revue roumaine de morphologie et embryologie.* 57(2):719-728.
- Dagher, J., El Feghali, R., Parker, S., Benedicenti, S., Zogheib, C. (2019). Postoperative Quality of Life Following Conventional Endodontic Intracanal Irrigation Compared with Laser-Activated Irrigation: A Randomized Clinical Study. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 37(4):248-253. DOI: 10.1089/photob.2018.4558
- Dededch, D., Zakariasen, K., & Tulip, J. (1984). Scanning electron microscopic analysis of root canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *J Endodon.* 10:428-431, DOI: 10.1016/S0099-2399(84)80264-2
- Garcia, V.J., Arnabat, J., Comesaña, R., Kasem, K., Ustrell, J. M., Pasetto, S., Carvalho-Lobato, P. (2016). Effect of low-level laser therapy after rapid maxillary expansion: a clinical investigation. *Lasers in medical science.* 31(6):1185-1194, DOI: 10.1007/s10103-016-1970-3
- Gouw-Soares, S., Stabholz, A., Lage-Marques, J., Zezell, D., Groth, E., Eduardo, C. (2004). Comparative study of dentine permeability after apicectomy and surface treatment with 9.6 µm TEA CO2 and Er: YAG laser irradiation. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery.* 22(2):129-139. DOI: 10.1089/104454704774076190
- Granevik Lindström, M., Wolf, E., Fransson, H. (2017). Laser Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: A Randomized Controlled Trial. *J Endod.* 43(6):857-863. DOI: 10.1016/j.joen.2017.01.013
- Henninger, E., Aranha Berto, L., Eick, S., Lussi, A., Neuhaus KW. (2019). In Vitro Effect of Er:YAG Laser on Different Single and Mixed Microorganisms Being Associated with Endodontic Infections. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 37(6):369-375. DOI: 10.1089/photob.2018.4557
- Karlovic, Z., Pezelj-Ribaric, S., Miletic, I., Jukic, S., Grgurevic, J., Anic, I. (2005). Erbium: YAG laser versus ultrasonic in preparation of root-end cavities. *Journal of Endodontics.* 31(11):821-823. DOI: 10.1097/01.don.0000158234.33581.e9
- Korany, NS., Mehanni, SS., Hakam, HM., El-Maghraby, E. (2012). Evaluation of socket healing in irradiated rats after diode laser exposure (histological and morphometric studies). *Archives of Oral Biology.* 57(7): 884-891. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2012.01.009
- Korkut, E., Torlak, E., Gezgin, O., Özer, H., Şener, Y. (2018). Antibacterial and Smear Layer Removal Efficacy of Er:YAG

- Laser Irradiation by Photon-Induced Photoacoustic Streaming in Primary Molar Root Canals: A Preliminary Study. *Photomed Laser Surg.* 36(9):480-486. DOI: 10.1089/pho.2017.4369
- Kreisler, M., Al Haj, H., Noroozi, N., Willershausen, B., d'Hoedt, B. (2004). Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery-a randomized double blind clinical study. *International journal of oral and maxillofacial surgery.* 33(1):38-41. DOI: 10.1054/ijom.2002.0449
- Lukac, N., Jezeršek, M. (2018). Amplification of pressure waves in laser-assisted endodontics with synchronized delivery of Er: YAG laser pulses. *Lasers Med Sci.* 33(4):823-833. DOI: 10.1007/s10103-017-2435-z
- Maillet, W. A., Torneck, C. D., Friedman, S.(1996). Connective tissue response to root surfaces resected with Nd:YAG laser or burs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 82(6):681-690. DOI: 10.1016/s1079-2104(96)80444-6
- Marques, AMC., Gerbi, MEM., dos Santos, JN., Noia, MP., Oliveira, PC., Junior, A. B., Pinheiro, ALB.(2011). Influence of the parameters of the Er: YAG laser on the apical sealing of apicectomized teeth. *Lasers in medical science.* 26(4):433-438. DOI: 10.1007/s10103-010-0792-y
- Metin, R., Tatli, U., Evlice, B. (2018). Effects of low-level laser therapy on soft and hard tissue healing after endodontic surgery. *Lasers in medical science.* 33(8):1699-1706. DOI: 10.1007/s10103-018-2523-8
- Nabi, S., Amin, K., Masoodi, A., Farooq, R., Purra, AR., Ahangar, FA.(2018). Effect of preoperative ibuprofen in controlling postendodontic pain with and without low-level laser therapy in single visit endodontics: A randomized clinical study. *Indian J Dent Res.* 29:46-50. DOI: 10.4103/ijdr.IJDR_327_15
- Oliveira Sierra, S., Melo Deana, A., Agnelli Mesquita Ferrari, R., Maia Albarello, P., Kalil Bussadori, S., Porta Santos Fernandes, K.(2013). Effect of low-level laser therapy on the post-surgical inflammatory process after third molar removal: study protocol for a double-blind randomized controlled trial. *Trials*, 14(1):373. DOI: 10.1186/1745-6215-14-373
- Park, JB., Ahn, SJ., Kang, YG., Kim, EC., Heo, JS., Kang, KL.(2015). Effects of increased low-level diode laser irradiation time on extraction socket healing in rats. *Lasers in medical science.* 30(2):719-726. DOI: 10.1007/s10103-013-1402-6
- Payer, M., Jakse, N., Pertl, C., Truschnegg, A., Lechner, E., Eskici, A.(2005). The clinical effect of LLLT in endodontic surgery: a prospective study on 72 cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 100(3):375-379. DOI: 10.1016/j.tripleo.2004.10.006
- Rahbaran, S., Gilthorpe, MS., Harrison, SD., Gulabivala, K. (2001). Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontic and oral surgery units of a teaching dental hospital: a retrospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 91(6):700-709. DOI: 10.1067/moe.2001.114828
- Romeo U, Palaia G, Nardo A, Tenore G, Telesca V, Kornblit R, Del Vecchio A, Frioni A, Valenti P, Berlutti F. (2015). Effectiveness of KTP laser versus 980 nm diode laser to kill *Enterococcus faecalis* in biofilms developed in experimentally infected root canals. *Aust Endod J.* 41:17–23. DOI: 10.1111/aej.12057
- Stabholz, A., Khayat, A., Weeks, D., Neev, J., Torabinejad, M. (1992). Scanning electron microscopic study of the apical dentine surfaces lased with Nd: YAG laser following apicectomy and retrofill. *International endodontic journal.* 25(6):288-291. DOI: 10.1111/j.1365-2591.1992.tb00758.x
- von Arx, T.(2011). Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *The Saudi Dental Journal*, 23(1), 9-15. DOI: 10.1016/j.sdentj.2010.10.004
- Wang, X., Cheng, X., Liu, X., Wang, Z., Wang, J., Guo, C., Zhang, Y., He, W. (2018). Various Laser Irradiation Systems on *Enterococcus faecalis* Biofilms in Dentine Tubules: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. *Photomed Laser Surg.* 36(9):472-479. DOI: 10.1089/pho.2017.4430
- Wong, WS., Rosenberg, PA., Boylan, RJ., Schulman, A.(1994). A comparison of

the apical seals achieved using retrograde amalgam fillings and the Nd: YAG laser. *Journal of Endodontics*. 20(12):595-597, DOI: 10.1016/S0099-2399(06)80084-1

Zaky, A., El Shenawy, H., Harhsh, T., Shalash, M., Awad, N. (2016). Can low level laser therapy benefit bone regeneration in localized maxillary cystic defects?-a prospective randomized control trial. Open access Macedonian journal of medical sciences. 4(4):720, DOI: 10.3889/oamjms.2016.140

LÁSER DE BAJA POTENCIA Y ACELERACIÓN DE MOVIMIENTOS DENTARIOS EN ORTODONCIA. REVISIÓN SISTEMÁTICA

Alain Manuel Chaple Gil 

Departamento Carrera de Estomatología, Facultad de Ciencias Médicas “Victoria de Girón”,
Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, La Habana, Cuba.

Eduardo M. Fernández Godoy 

Departamento de Odontología Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Chile.
Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Autónoma de Chile, Chile.

Lisandra Quintana Muñoz 

Policlínico Docente de Playa. La Habana, Cuba.

RESUMEN

Según la literatura científica, ¿El láser de baja potencia propicia la aceleración de los movimientos dentarios durante el tratamiento ortodóntico? El objetivo de este trabajo busca sistematizar sobre la capacidad del láser de baja potencia en la aceleración de los movimientos dentarios durante el tratamiento ortodóntico. Para ello, se realizó una revisión sistemática, una búsqueda empleando buscadores booleanos en la plataforma de PubMed. Las palabras clave empleadas para fueron: *orthodontic movement*, *orthodontic tooth movement*, *orthodontic*, *orthodontic treatment*, *low level laser therapy*, *low level laser*, *laser therapy* **y la combinación entre ellos**. Las investigaciones incluidas trataron el tema de la aceleración del movimiento dentario durante el tratamiento de ortodoncia empleando láser de baja potencia. Se incluyeron en este estudio publicaciones de revistas indexadas en PubMed, ensayos clínicos, en idioma inglés y que correspondieran a artículos publicados desde el año 2000 a la fecha. A si también, se realizó evaluación del riesgo de sesgo. Las variables analizadas fueron: autor principal, título, año, tipo de artículo, revista, país de investigación y si los artículos demuestran que el láser de baja potencia aumenta el movimiento dentario durante el tratamiento ortodóntico. Los resultados arrojaron que el 60% de los estudios incluidos concluyen que el láser de baja potencia acelera el movimiento dentario durante el tratamiento de ortodoncia; el 30% de estos no encontraron cambios significativos con relación a los grupos estudiados con los de control y un 10% resultó en conclusiones dudosas. Por lo tanto, a pesar de que los resultados son alentadores por la tendencia en que el láser de baja potencia si acelera los movimientos ortodónticos, sería necesaria la presencia de un número superior de estudios clínicos aleatorizados para un esclarecimiento específico de las bondades que aporta esta terapia al sector.

Palabras clave: movimientos de ortodoncia; movimiento dentario con ortodoncia; ortodoncia; tratamiento ortodóntico; terapia con láser de baja potencia; láser de baja potencia; terapia láser.

1. Introducción

Las nuevas tendencias de la Ortodoncia demandan accesibilidad, junto con una mayor necesidad por parte de los pacientes de que los tratamientos sean más cortos. La duración del tratamiento ortodóntico depende del diagnóstico, la complejidad del caso, el plan de tratamiento, la aparatología necesaria, la experiencia clínica y cooperación del paciente, entre otros, y generalmente oscila entre, 24 y 36 meses (Cavagnola Zúñiga et al., 2018)

Cavagnola Zúñiga et al.(2018) alegan que se han estudiado una variedad de métodos para acelerar el movimiento dental durante el tratamiento ortodóntico, métodos invasivos o quirúrgicos y no invasivos que incluyen variados protocolos como corticotomías, medicamentos, microvibración, estimulación eléctrica externa y láser de baja potencia (LBP), entre otros; sin embargo ninguno de estos protocolos ha sido demasiado efectivo y concluyente.

El LBP ha sido apropiadamente probada su eficacia en el tratamiento de la regeneración rápida de la sutura maxilar en tratamientos de distracción maxilar (de Rezende et al., 2020) y alivios del dolor durante el tratamiento de ortodoncia, (AlSayed et al., 2018; Caccianiga et al., 2019) pero la aceleración del movimiento de los dientes durante el tratamiento de ortodoncia es un tema poco tratado y estudiado.

Para la puntualización de la búsqueda se planteó como problema de investigación que, según la literatura científica, ¿El láser de baja potencia propicia la aceleración de los movimientos dentarios durante el tratamiento ortodóntico?

Esta investigación pretende dar a conocer a la comunidad científica una visión integral sobre el aporte de la literatura odontológica a cerca del beneficio del láser de baja potencia en la aceleración del movimiento de los dientes durante los tratamientos de ortodoncia.

La presente pesquisa tuvo el objetivo de sistematizar sobre la capacidad del láser de baja potencia en la aceleración de los movimientos dentarios durante el tratamiento de ortodoncia.

2. Metodología

Se realizó una revisión sistemática desde junio a agosto de 2020. Se realizó una búsqueda empleando los buscadores booleanos en la plataforma de búsqueda bibliográfica PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>)

Las palabras clave empleadas para la búsqueda fueron MesH y estuvieron representadas por: *orthodontic movement, orthodontic tooth movement, orthodontic, orthodontic treatment, low level laser therapy, low level laser, laser therapy* y la combinación entre ellos.

Formulaciones de la búsqueda en PubMed

La estrategia de búsqueda para obtener la mayor cantidad de artículos referentes al tema fue llevada a cabo a través de las siguientes fórmulas:

Search: (orthodontic movement) AND (low level laser)
Filters: Clinical Trial [25 artículos]

Search: (low level laser AND (clinicaltrial [Filter])) AND (orthodontic tooth movement AND (clinicaltrial [Filter])) *Filters: Clinical Trial* [25 artículos]

Search: (low level laser AND (clinicaltrial [Filter])) AND (orthodontic treatment AND (clinicaltrial[Filter]))
Filters: Clinical Trial [56 artículos]

Search: (low level laser AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic AND (clinicaltrial[Filter])) *Filters: Clinical Trial* [56 artículos]

Search: (low level laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic tooth movement AND (clinicaltrial[Filter])) *Filters: Clinical Trial* [29 artículos]

Search: (low level laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic movement AND (clinicaltrial[Filter])) *Filters: Clinical Trial* [29 artículos]

Search: (low level laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic treatment AND (clinicaltrial[Filter])) *Filters: Clinical Trial* [70 artículos]

Search: (low level laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic AND (clinicaltrial[Filter]))
Filters: Clinical Trial [70 artículos]

Search: (laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic tooth movement AND (clinicaltrial[Filter])) *Filters: Clinical Trial* [36 artículos]

Search: (laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic movement AND (clinicaltrial[Filter]))
Filters: Clinical Trial [40 artículos]

Search: (laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic treatment AND (clinicaltrial[Filter]))
Filters: Clinical Trial [114 artículos]

Search: (laser therapy AND (clinicaltrial[Filter])) AND (orthodontic AND (clinicaltrial[Filter])) Filters: Clinical Trial [114 artículos]

Al concluir cada búsqueda se crearon alertas para estar retroalimentados y sistematizar en el futuro sobre la aparición de nuevos artículos relacionados con el tema.

Criterios de inclusión

Las investigaciones incluidas en el estudio debieron tratar el tema de la aceleración del movimiento dentario durante el tratamiento de ortodoncia empleando láser de baja potencia.

Los artículos seleccionados fueron de revistas indexadas en PubMed, del tipo ensayo clínico, en idioma inglés o español y que correspondieran a artículos publicados desde el año 2000 a junio de 2020.

Criterios de exclusión

Se consideraron investigaciones cuyos temas no trataran el tema específicamente, artículos de otra modalidad que no sea el de ensayo clínico.

Evaluación del riesgo de sesgo en los artículos incluidos

Para evaluar las características de los estudios y el riesgo de sesgo de los mismos se utilizó la herramienta *Cochrane* para los ensayos clínicos aleatorizados, y la herramienta MINORS (*Methodological Index For Non-Randomized Studies*) para los ensayos clínicos controlados (no aleatorizados).

Variables estudiadas

Autor principal, título, año de publicación, tipo de ensayo clínico y revista donde se publicaron los artículos. Del mismo modo se consideró para el análisis de las investigaciones seleccionadas el país donde se desarrolló la investigación, y si los artículos demuestran que el láser de baja potencia aumenta el movimiento

dentario durante el movimiento ortodóncico de manera positiva, negativa o dudosa.

Procesamiento de los artículos

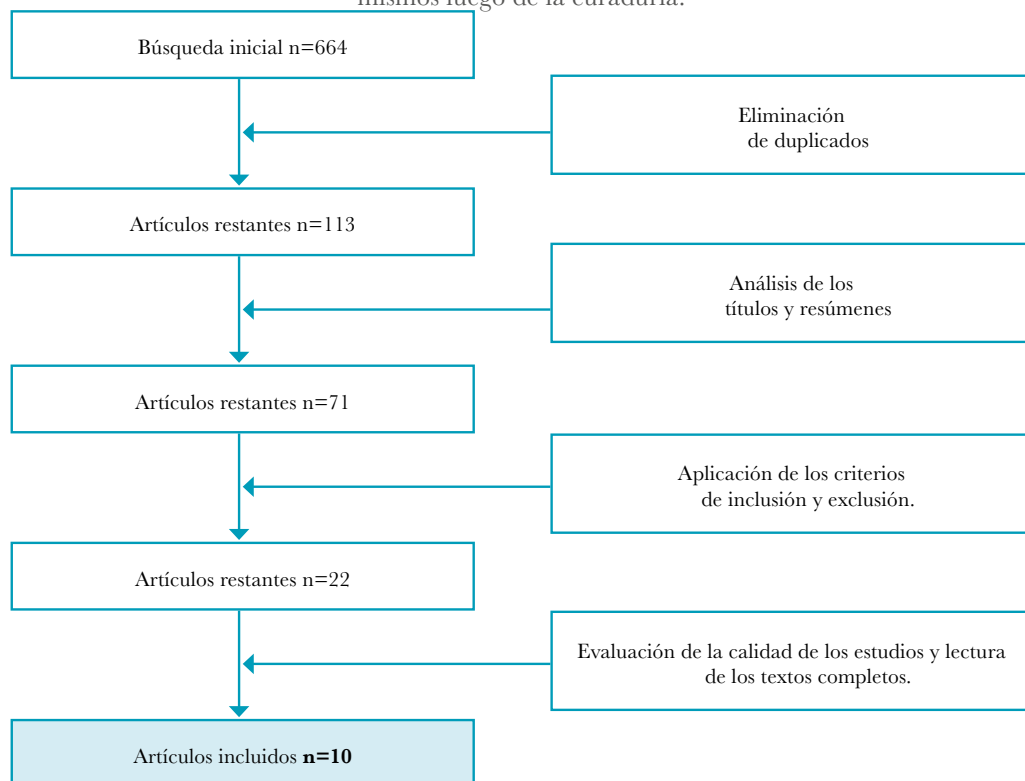
Todos los artículos fueron tamizados en una base de datos de Excel que posteriormente se exportó a *IBM- SPSS® Statistics 24* para obtener los resultados de frecuencia. No se realizó ninguna inferencia estadística.

3. Resultados

De un resultado preliminar de 664 artículos, luego de la curaduría de los estudios encontrados, solamente fueron incluidos 10 artículos del tipo ensayos clínicos aleatorizados. (figura 1)

Figura 1.

Diagrama de flujo desde la búsqueda inicial de los artículos hasta la inclusión final de los mismos luego de la curaduría.



Al final del proceso de selección de los artículos que serían incluidos en el estudio se realizó la evaluación del riesgo de sesgos que tuvieron las investigaciones resultantes. Todas las que pasaron ese proceso fueron investigaciones del tipo ensayo clínico aleatorizado (tabla 1) por lo que la única herramienta empleada para este proceso fue la de Cochrane. (Higgins & Green, 2011) (figura 2)

Existió una diversidad de los artículos incluidos en el estudio teniendo en cuenta los años con un predominio de los artículos del 2016 y 2017, con un 40% de los artículos en ambos casos. Los países más representados de las

investigaciones incluidas estuvieron mayormente representados por naciones asiáticas, del Golfo Árabe Pérsico y Turquía. No existieron representaciones del resto de los continentes como Europa y las Américas. (tabla 1)

Las revistas más representadas fueron el *Am J Orthod Dentofacial Orthop* y el *Lasers Med Sci*, con un 20% de representación cada una. Pero por lo general existió una heterogeneidad de las publicaciones donde se publicaron las investigaciones seleccionadas, siendo estas en revistas temáticas de ortodoncia y láser. (tabla 1)

Figura 2.

Evaluación de la calidad de los artículos antes de ser incluidos en el estudio de acuerdo al riesgo de sesgos según la herramienta *Cochrane* (Higgins & Green, 2011).

	Limpanichkul (2006)	Doshi-Mehta (2012)	Caccianiga (2016)	Ekizer (2016)	Yassaei (2016)	AlSayed Hasan (2017)	Caccianiga (2017)	Qamruddin (2017)	Üretürk (2018)	Miresmaeli (2019)
Generación de la secuencia aleatoria										
Enmascaramiento de la asignación										
Cegamiento de los participantes y personal ejecutor										
Cegamiento de los evaluadores del desenlace										
Datos del desenlace completos										
Reporte selectivo de los casos										

Leyenda de colores

Bajo riesgo	
Riesgo moderado	
Alto riesgo	

Tabla 1.

Distribución de los estudios incluidos en la investigación según las variables principales estudiadas.

Autor	Título	Año	Revista	País de la Investigación	Tipo de ensayo clínico
Limpanichkul et al	Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement (Limpanichkul et al., 2006)	2006	Orthod Craniofac Res	Tailandia	Aleatorio

Autor	Título	Año	Revista	País de la Investigación	Tipo de ensayo clínico
Doshi-Mehta y Bhad-Patil	Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation (Doshi-Mehta &Brad-Patil, 2012)	2012	Am J Orthod Dentofacial Orthop	India	Aleatorio
Caccianiga et al	Low-level laser therapy and invisible removal aligners (Caccianiga et al, 2016)	2016	J Biol Regul Homeost Agents	Italia	Aleatorio
Ekizer et al	Light emitting diode mediated photobio-modulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial (Eziker et al, 2016) ⁽¹⁾	2016	Lasers Surg Med	Turquía	Aleatorio
Yassaei et al	Effects of diode laser (980 nm) on orthodontic tooth movement and interleukin 6 levels in gingival crevicular fluid in female subjects (Yassaei et al, 2016) ⁽¹⁾	2016	Lasers Med Sci	Irán	Aleatorio
AlSayed Hasan et al	Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial (Al Sayed Hasan et al,2017) ⁽¹⁾	2017	Angle Orthod	Siria	Aleatorio
Caccianiga et al	Does Low-Level Laser Therapy Enhance the Efficiency of Orthodontic Dental Alignment? Results from a Randomized Pilot Study (Caccianiga et al, 2017)	2017	Photomed Laser Surg	Italia	Aleatorio

Autor	Título	Año	Revista	País de la Investigación	Tipo de ensayo clínico
Qamruddin et al	Effects of low-level laser irradiation on the rate of orthodontic tooth movement and associated pain with self-ligating brackets (Qamruddin et al, 2017).	2017	Am J Orthod Dentofacial Orthop	Pakistán	Aleatorio
Üretürk et al	The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization (Üretürk et al, 2017)	2017	Lasers Med Sci	Turquía	Aleatorio
Miresmæili et al	Comparison of conventional and laser-aided fiberotomy in relapse tendency of rotated tooth: A randomized controlled clinical trial (Miresmæili et al, 2019) 1	2019	Int Orthod	Irán	Aleatorio

Del total de investigaciones incluidas en el presente estudio el 60% de estos concluyen que el LBP acelera el movimiento dentario durante el tratamiento de ortodoncia, pero al mismo tiempo el 30% de estos no encontraron cambios significativos con relación a los grupos estudiados con los de control y el 10% (1 artículo) resultó en conclusiones dudosas por la diferencia poco significativa del grupo de estudio con respecto al de control.

4. Discusión

Escoger PubMed como fuente de extracción de información fue por el rigor de selección que tiene esta prestigiosa entidad en el proceso de selección de las revistas incluidas en su base de datos. De esta forma se garantizaría la calidad de las investigaciones de las que se tamizaría la información empleada para la realización de esta investigación.

Las propiedades foto fisicoquímicas de LBP se basan en su efecto sobre las moléculas y sus organelos receptores que, a su vez, ayudan en el curso de los procesos biofísicos y la consecuente respuesta bioquímica. La radiación láser cercana a la longitud de onda roja e infrarroja cercana es absorbida por la cadena respiratoria, lo que da como resultado una cascada de reacciones bioquímicas e intracelulares que involucran una serie de componentes celulares, especialmente de los citocromos (Cavagnola Zúñiga, et al, 2018; Bayat, 2018).

El mecanismo de aceleración de los movimientos de ortodoncia a través del LBP se lleva a cabo debido a las fuerzas controladas que inician un evento inflamatorio en el sitio de compresión. Estas causan constricción en la microvasculatura del ligamento periodontal y como resultado una hialinización local, hiperemia compensatoria en el ligamento periodontal adyacente y en los vasos sanguíneos pulpares. Los tejidos que rodean el área comprimida comienzan a liberar numerosas moléculas quimioatrayentes

como interleuquinas, prostaglandinas y también el sistema RANK-RANKL-OPG, que activan células de osteoclastos localmente. Estos osteoclastos producen reabsorción del ligamento periodontal, el hueso alveolar cercano y, en algunos casos, la capa del cemento de la raíz. Las áreas generalmente de baja tensión se han caracterizado por ser osteogénicas, sin un componente inflamatorio significativo. Sin embargo, las tensiones fuertes actúan como estímulo proinflamatorio aumentando la expresión de citoquinas inflamatorias. (Cavagnola Zúñiga et al, 2018; Suzuki, 2016). El sistema RANKL/RANK regula la formación de osteoclastos, la activación en la remodelación ósea fisiológica y una variedad de condiciones patológicas (Cavagnola Zúñiga et al, 2018)

Existen variadas técnicas para aumentar la velocidad de los movimientos de ortodoncia como corticotomías, microperforación, usos de fuerzas vibracionales, campos magnéticos, entre otros; la mayoría de ellas a pesar de ser efectivas y predecibles son invasivas, generan dolor, molestias posquirúrgicas y mayor riesgo de complicaciones locales y sistémicas. El LBP es una terapia no invasiva específica con aplicaciones locales, precisas y sin efectos sistémicos ni efectos dañinos en el ligamento periodontal (Cavagnola Zúñiga et al, 2018).

Según Cavagnola Zúñiga, et al (2018) la evidencia sugiere que el LBP acelera el movimiento ortodóntico, pero no se ha determinado una terapéutica específica para la dosimetría y el mecanismo de acción a nivel de tipos de células individuales. A pesar de que los mecanismos del LBP y su efecto celular están bien documentados, sobre los mecanismos celulares implicados en el movimiento ortodóntico cuando son irradiados con láser, aún la evidencia clínica es insuficiente. La presente investigación concuerda con que afirmativamente el LBP acelera el movimiento durante los tratamientos de ortodoncia, ya que más de la mitad de los ensayos clínicos seleccionados para el estudio demuestran este hecho. Sin embargo, hay un volumen cercano que alegan un resultado negativo o dudoso al respecto.

Almeida (2016), Sonesson (2016) y sus colaboradores en revisiones sistemáticas anteriores (2016) revisando varias bases de datos incluyeron solamente 5 y 13 ensayos clínicos respectivamente en su investigación y

concluyeron que no existe evidencia suficiente que demuestre que el láser de baja potencia pueda acelerar el movimiento dental inducido, agregando que se necesitan más estudios clínicos controlados y aleatorizados con una muestra numerosa para aumentar la fuerza de evidencia sobre los efectos del uso de la terapia con láser de baja intensidad para acelerar estos movimientos dentarios durante el movimiento dentario en tratamientos de ortodoncia.

Posteriormente en 2017, Miles, (2017) y Yi (2017) y colaboradores agregan una limitación de la evidencia con respecto a este tema aunque si notan que existe una tendencia, en los pocos estudios incluidos, a que el láser de baja intensidad pueda acelerar el movimiento dentario durante los tratamientos inducidos de ortodoncia. En ambos los estudios incluidos tuvieron una similitud al nuestro.

Una de las limitaciones del presente estudio comprende la poca producción científica con respecto al tema estudiado.

5. Conclusiones

La presente investigación no difiere de otras similares de los últimos 3 años. La evidencia científica es limitada y de la existente, poco más de la mitad admiten que el LBP empleado en tratamientos de ortodoncia pueda acelerar los movimientos requeridos en el mismo. A pesar de que los resultados son alentadores en número por la tendencia en que el LBP si acelera los movimientos ortodónticos, sería necesaria la presencia de un número superior de estudios clínicos aleatorizados para un esclarecimiento específico de las bondades que aporta esta terapia al sector.

6. Financiamiento

Esta investigación no contó con el apoyo financiero de ninguna institución.

7. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

- AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Evaluating low-level laser therapy effect on reducing orthodontic pain using two laser energy values: a split-mouth randomized placebo-controlled trial. *Eur J Orthod*[Internet]2018[cited:17-08-2020];40(1):[6 pp.].Available from: <https://watermark.silverchair.com/cjx013.pdf>
- AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. *Angle Orthod*[Internet]2017[cited:16-08-2020];87(4):[6 pp.].Available from: https://watermark.silverchair.com/062716-503_1.pdf
- Bayat M, Virdi A, Jalalifrouzkouhi R, Rezaei F. Comparison of effects of LLLT and LIPUS on fracture healing in animal models and patients: A systematic review. *Prog Biophys Mol Biol*. 2018;132:3-22.
- Caccianiga G, Lo Giudice A, Longoni S, Ceraulo S, Baldoni M, Leonida A. Low-level laser therapy protocols in dental movement acceleration and in pain management during orthodontic treatment. *J Biol Regul Homeost Agents*[Internet]2019[cited:17-08-2020];33(6 Suppl. 1):[10 pp.].Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31828995/>
- Caccianiga G, Crestale C, Cozzani M, Piras A, Mutinelli S, Lo Giudice A, et al. Low-level laser therapy and invisible removal aligners. *J Biol Regul Homeost Agents*[Internet]2016[cited:16-08-2020];30(2 Suppl 1):[7 pp.].Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27469556/>
- Caccianiga G, Paiusco A, Perillo L, Nucera R, Pinsino A, Maddalone M, et al. Does Low-Level Laser Therapy Enhance the Efficiency of Orthodontic Dental Alignment? Results from a Randomized Pilot Study. *Photomed Laser Surg*[Internet]2017[cited:16-08-2020];35(8):[6 pp.].Available from: https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/pho.2016.4215?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%3dpubmed
- Cavagnola Zúñiga S, Chaple Gil AM, Fernández Godoy E. Laser de baja potencia en Ortodoncia. *Rev Cubana Estomatol*[Internet]2018[cited:4-08-2020];55(3):[7 pp.].Available from: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/1845>
- Celebi F, Turk T, Bicakci AA. Effects of low-level laser therapy and mechanical vibration on orthodontic pain caused by initial archwire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*[Internet]2019[cited:17-08-2020];156(1):[7 pp.].Available from: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(19\)30191-X/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(19)30191-X/fulltext)
- de Almeida VL, de Andrade Gois VL, Andrade RN, Cesar CP, de Albuquerque-Junior RL, de Mello Rode S, et al. Efficiency of low-level laser therapy within induced dental movement: A systematic review and meta-analysis. *J Photochem Photobiol B*[Internet]2016[cited:14-9-2020];158[258-66 pp.].Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1011134415301159>
- de Rezende RA, Silva DN, Frigo L. Effect of Ga-AlAs low-level laser therapy on mouth opening after orthognathic surgery. *Lasers Med Sci*[Internet]2018[cited:17-08-2020];33(6):[7 pp.].Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10103-018-2477-x>
- Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*[Internet]2012[cited:16-08-2020];141(3):[9 pp.].Available from: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(11\)01077-8/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(11)01077-8/fulltext)
- Ekizer A, Türker G, Uysal T, Güray E, Taşdemir Z. Light emitting diode mediated photobiomodulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial. *Lasers Surg Med*[Internet]2016[cited:16-08-2020];48(10):[8 pp.].Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/lsm.22516>
- Higgins J, Green Se. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones: The Cochrane Collaboration; 2011. Available from: www.cochrane-handbook.org.
- Miles P. Accelerated orthodontic treatment - what's the evidence? *Aust Dent J*[Internet]2017[cited:14-09-2020];62 Suppl 1[63-70

- pp.].Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/adj.12477>
- Miresmæili AF, Mollabashi V, Gholami L, Farhadian M, Rezaei-Soufi L, Javanshir B, et al. Comparison of conventional and laser-aided fiberotomy in relapse tendency of rotated tooth: A randomized controlled clinical trial.Int Orthod[Internet]2019[cited:16-08-2020];17(1):[11 pp.].Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S176172271930018X?via%3Dihub>
- Murakami-Malaquias-Silva F, Rosa EP, Almeida PA, Schalch TO, Tenis CA, Negreiros RM, et al. Evaluation of the effects of photobiomodulation on orthodontic movement of molar verticalization with mini-implant: A randomized double-blind protocol study. Medicine (Baltimore)[Internet]2020[cited:17-08-2020];99(13):[e19430 pp.].Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7220149/pdf/m-di-99-e19430.pdf>
- Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattana-yatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. Orthod Craniofac Res[Internet]2006[cited:16-08-2020];9(1):[6 pp.].Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1601-6343.2006.00338.x>
- Lo Giudice A, Nucera R, Perillo L, Paiusco A, Caccianiga G. Is Low-Level Laser Therapy an Effective Method to Alleviate Pain Induced by Active Orthodontic Alignment Archwire? A Randomized Clinical Trial.J Evid Based Dent Pract[Internet]2019[cited:17-08-2020];19(1):[8 pp.].Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1532338218301957?via%3Dihub>
- Qamruddin I, Alam MK, Mahroof V, Fida M, Khamis MF, Husein A. Effects of low-level laser irradiation on the rate of orthodontic tooth movement and associated pain with self-ligating brackets.Am J Orthod Dentofacial Orthop[Internet]2017[cited:16-08-2020];152(5):[9 pp.].Available from: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(17\)30591-7/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(17)30591-7/fulltext)
- Sonesson M, De Geer E, Subraian J, Petrén S. Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: a systematic review.BMC Oral Health[Internet]2016[cited:14-09-2020];17(1):[11 pp.].Available from: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12903-016-0242-8>
- Suzuki SS, Garcez AS, Suzuki H, Ervolino E, Moon W, Ribeiro MS. Low-level laser therapy stimulates bone metabolism and inhibits root resorption during tooth movement in a rodent model. J Biophotonics. 2016;9(11-12):1222-35.
- Üretürk SE, Saraç M, Fıratlı S, Can Ş B, Güven Y, Fıratlı E. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization.Lasers Med Sci[Internet]2017[cited:16-08-2020];32(4):[8 pp.].Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10103-017-2159-0>
- Yassaei S, Aghili H, Afshari JT, Bagherpour A, Eslami F. Effects of diode laser (980 nm) on orthodontic tooth movement and interleukin 6 levels in gingival crevicular fluid in female subjects.Lasers Med Sci[Internet]2016[cited:16-08-2020];31(9):[9 pp.].Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10103-016-2045-1>
- Yi J, Xiao J, Li H, Li Y, Li X, Zhao Z. Effectiveness of adjunctive interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review of systematic reviews.J Oral Rehabil[Internet]2017[cited:14-09-2020];44(8):[636-54 pp.].Available from: <https://doi.org/10.1111/joor.12509>

Contribución de autoría

Conceptualización: Alain Manuel Chaple Gil y Eduardo Fernández

Curación de datos: Alain Manuel Chaple Gil y Lisandra Quintana Muñoz

Análisis formal: Alain Manuel Chaple Gil y Eduardo Fernández

Investigación: Lisandra Quintana Muñoz y Alain Manuel Chaple Gil

Metodología: Alain Manuel Chaple Gil

Validación: Lisandra Quintana Muñoz

Visualización: Alain Manuel Chaple Gil, Lisandra Quintana Muñoz y Eduardo Fernández

Redacción – borrador original: Alain Manuel Chaple Gil y Eduardo Fernández

Redacción – revisión y edición: Alain Manuel Chaple Gil, Lisandra Quintana Muñoz y Eduardo Fernández.

