

Usos del láser y LEDs en Ortodoncia

Santiesteban-Ponciano Fabián Alejandro*, Gutiérrez-Rojo Jaime Fabián**

Resumen

El uso terapéutico del láser en la práctica de la ortodoncia existe desde hace varios años, sin embargo, aún con investigaciones publicadas, se sigue cuestionando las ventajas que el mismo podría darnos a los odontólogos, ortodoncistas y a los pacientes que son sometidos a irradiaciones controladas de láser en diversas situaciones como el manejo de tejidos blandos en cirugías menores, cementado y descementado de brackets, aceleración de movimiento ortodóncico, control del dolor, entre otras. En esta revisión de la literatura se aborda desde los inicios del uso terapéutico de láser, así como sus características, usos y ventajas del láser en la práctica en el consultorio dental.

Palabras clave: láser, LEDs, Ortodoncia.

Abstract

It is considered premature loss of a primary tooth when this is out before the time of natural exfoliation and there are many factors which may be cause of lost prematurely: dental caries, which is the most common root atypical factor, dentoalveolar trauma, periodontal problems, resorptions, congenital disorders and iatrogenic or incompetence for some dental treatment. It has demonstrated the importance of primary tooth for the future development of the permanent dentition, so the premature loss of a primary tooth has a negative influence on the optimal development of the stomatognathic system to change from an early age the craniofacial morphology, thereby altering the development of functional matrix that will be reflected in malocclusions. Clinich y Healy, they affirm in their study that the malocclusion depends on the premature loss of temporal molar and that will depend of the tooth and the existing features when premature loss.

Keywords: laser, LEDs, Orthodontics.

*Práctica privada de Ortodoncia en Tijuana Egresado de la Especialidad en Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Nayarit.

**Docente de la Especialidad en Ortodoncia y de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Correspondencia: Fabián Alejandro Santiesteban Ponciano. e-mail: spfa_chivas88@hotmail.com

Recibido: Marzo 2016 Aceptado: Junio 2016

Introducción

La fotobioestimulación es el tratamiento con el que se mejora la cicatrización y la regeneración de los tejidos; este tipo de tratamiento se realiza mediante láser de baja intensidad y con LEDs.¹ El Láser es un acrónimo en inglés que define a este tipo de luz, el cual significa Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, que en definición y traducción al español puede ser luz amplificada por la emisión estimulada de radiación. La luz láser se va a diferenciar de cualquier tipo de luz, ya sea solar, de un foco o entre otras en los aspectos de: amplificación, monocromaticidad, unidireccionalidad y coherencia. De acuerdo a su definición es una luz amplificada por el proceso en cascada que ocurre dentro de la cavidad de resonancia de donde se emite la luz.²

La luz del láser es monocromática porque todos sus fotones tienen el mismo color, la coherencia se refiere a que su longitud de onda viajan de forma ordenada y que es unidireccional debido a que la luz se concentra en un punto focal.^{2,3}

En el área de la medicina y odontología se utilizan dos tipos de láser: los de baja intensidad o suaves los cuales proveen una energía atérmica y poseen efectos bioterapéuticos sobre los tejidos, también son usados en áreas industriales y militares.^{4,5} Los láser de alta

intensidad, llamados también quirúrgicos o duros, son aquellos que se utilizan ampliamente en procedimientos quirúrgicos y que tienen efectos variables sobre los tejidos que se utilizan.⁴ También se debe considerar las diferentes longitudes de onda ya que esto permite variar la penetración en los tejidos.⁶

En el área de la salud se menciona que Goldman fue el primero en utilizar el láser en 1962.⁷ En esa misma década también se empieza a utilizar el láser en la odontología, en sus inicios se utilizaba para el tratamiento de la caries dental y en base a la investigación y el trabajo clínico, se ha incrementando su uso en la odontología.⁸

El láser usado en odontología es un aparato que produce un rayo de energía que esteriliza el área e inmediatamente coagula los vasos sanguíneos y con lo cual se pueden realizar procedimientos en un periodo de tiempo reducido.⁹

Al utilizar el láser se puede reducir la inflamación y promover la diferenciación de las células periodontales ayudando a la regeneración del tejido periodontal.¹⁰ Así también se ha investigado el uso de sistemas láser en la preparación de cavidades, prevención de caries, cirugía con láser, efectos bioestimulantes, analgésicos y antiinflamatorios.¹¹

Los beneficios que se obtienen con el uso del láser de baja intensidad, se obtienen por que la célula reacciona actuando en la síntesis de ATP, estimula la cadena de transporte de electrones y en la reducción del pH celular. Al ocurrir estos cambios en la célula se incrementa la actividad de macrófagos, linfocitos, fibroblastos y demás células sanadoras.¹²

La terapia de láser junto con las activaciones del tratamiento de ortodoncia se incrementa la vascularización en las células, debido al efecto proliferativo del láser con los fibroblastos y osteoblastos, por lo que podría provocar una reabsorción y aposición de hueso en situaciones quirúrgicas, ortodóncicas y periodontales; la pulpa dental se repara rápidamente debido al aumento en la vascularización.^{13,14}

Existen varios tipos de láser utilizados en ortodoncia, entre ellos Nd:YAG, Argón, Diodo, Er:YAG, CO₂ y Er,Cr:YSGG.

Láser Nd:YAG

En la década de 1990 se empieza a utilizar el laser Nd:YAG (Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet) en la odontología.¹⁵ Para utilizar el laser Nd:YAG para grabar el esmalte para la colocación de la aparatología fija de ortodoncia, en 1993 Von Fraunhofer y cols. encontraron que los valores mínimos para el cementado se obtenían al utilizar al máximo el aparato de láser, por lo que el costo beneficio de esta tecnología no era adecuado.¹⁶

Con el laser Nd:YAG se puede degradar las propiedades mecánicas de la resina y facilitar la remoción de la aparatología fija de ortodoncia.¹⁵ Sin embargo, la utilización del láser Nd:YAG para grabar el esmalte debe realizarse con precaución porque puede poner en riesgo la pulpa dental.¹⁷

Láser Argón

Este tipo de laser se puede utilizar para fotocurar la resina en el momento de colocación de la aparatología fija, se ha encontrado que con solo 5 segundos de fotocurado se obtiene una buena resistencia al desalajo.¹⁸ En caso de incrementar el tiempo de fotocurado las propiedades que se obtienen son las mismas a los 5 segundos, en el momento de la remoción de los brackets no se fractura el esmalte.¹⁹

Láser de diodo

Los láser de baja intensidad como el semiconductor de diodo (Aluminium gallium arsenide) se puede utilizar en ortodoncia para estimular el movimiento dental sin afectar la vitalidad del periodonto del diente. Otro

efecto de este tipo de láser es la analgesia durante el tratamiento de ortodoncia.²⁰ Este tipo de láser también puede ser utilizado para realizar la genioplastia en caso de necesitarse durante el tratamiento de ortodoncia, ya que se produce una mejor recuperación de los tejidos gingivales.²¹

Láser CO₂

Este tipo de láser fue fabricado por los laboratorios Bell en Estados Unidos de América, es un laser de onda continua que emite una luz infrarroja de 10,600nm de fácil manipulación.²²

Este tipo de láser también se ha utilizado para disminuir el dolor producido por el tratamiento de ortodoncia.²³ Fujiyama y cols. realizaron una investigación para evaluar el efecto de este tipo de láser y si producía alguna interferencia en el movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia, sus resultados demostraron que no interfería en el movimiento de ortodoncia y si reducía el dolor del tratamiento.²⁴

Láser Er: YAG

El láser de Erblio: itrio, aluminio y granate (Er:YAG) presenta una buena absorción de parte de los tejidos duros y blandos, que incluye a la dentina y el esmalte, ya que su longitud de onda es igual al pico de máxima absorción por parte del agua que son 2940nm.^{24,25}

El efecto de su absorción fototérmico y de fotoablación, permiten realizar cortes y preparaciones rápidas sin problemas de efectos térmicos (no hay zonas de fusión ni grietas); también puede ser utilizado para eliminar biofilm y cálculos de forma segura sobre las superficies radiculares de los dientes.^{24,26,27} El láser Er:YAG quantum square pulse (QSP) el rayo de es dividido en varios pulsos pequeños que son seguidos rápidamente, esto permite llevar pulsos cortos de baja energía con la eficiencia de larga duración, reduciendo los efectos indeseables de la dispersión de haz de láser en la nube durante la ablación.^{28,29,30}

Lee y cols. reportan que los láser de diodo, Er: YAG y CO₂ no causan daños en la morfología y en la composición química del cemento de los dientes en los que se apliquen estos tipos de láser de forma apropiada.³¹

Láser Er,Cr:YSGG

El láser Erbium, cromo: yttrium, scandium, gallium y garnet (Er,Cr:YSGG) este permite la ablación del tejido duro y suave, sin tener efectos adversos. Por lo que permite la ablación del esmalte y de la dentina porque la luz es eficientemente absorbida por el agua y la hidoxiapatita.³²

Láser Ti:Sapphire

El láser Titanio zafiro de femtosegundo (fs), es un láser de pulso de 10 segundos y presenta diferentes energías de pulso. Usa tecnología de láser de pulso ultracortos (su siglas en inglés son USPLs), se enfoca en la superficie del material permitiendo la ablación de capas pequeñas de forma precisa y reproducible, por lo que provoca poco daño colateral.³³

LEDs

Se describe a la fototerapia como el proceso fotoquímico producido por la luz en el tejido, estos efectos causados por la bioestimulación mejoran la cicatrización y la regeneración de los tejidos, así como la reducción de la sensibilidad durante el tratamiento de ortodoncia.³⁴ El láser sirve para el control del dolor, aceleración del movimiento dental, grabado de la superficie dental, para retirar brackets cerámicos, para evitar desmineralización del esmalte y también en tratamientos de tejidos blandos.

Control del dolor

Debido a que el dolor que se asocia al uso de aparatos de ortodoncia, esto podría ser una causa de rechazo al tratamiento por parte de algunos pacientes. Tomando en cuenta que diversos autores cuestionan que el uso de analgésicos interfiere en el tratamiento ortodóncico, otros han aprovechado las propiedades del láser de baja potencia para la disminución del dolor tras las activaciones ortodóncicas.^{35,36}

El mecanismo por el cual los láser de baja potencia reducen el dolor no es muy claro, es posible que sean efecto de los cambios fisiológicos inducidos por la interacción de la luz con las diferentes células y la posible estabilización de las membranas de las células nerviosas.³⁷ Algunos estudios concluyen que la acción del láser de baja potencia reduce el dolor durante el movimiento dental y en la colocación de los elásticos separadores. Otras investigaciones sugieren que el uso terapéutico del láser reduce la incidencia del dolor en un 24% comparado con los grupos placebo. Sin embargo, es necesaria establecer una estandarización para su uso.³⁸

Kim y cols. colocaron separadores y dividieron la muestra en tres grupos, en uno utilizaron el láser, en otro usaron como placebo LEDs y un grupo control, encontraron menos dolor a las 24 horas en los pacientes con los que utilizaron láser, sin embargo en las primeras horas el grupo placebo y el de láser mantuvieron valores parecidos de percepción de dolor.³⁹

Hong-Meng y cols. encontraron que al utilizar el láser con diferente tiempo de aplicación, los valores de dolor por el uso de un separador fueron menores en los

pacientes en los que se aplicó el láser, sin embargo no existieron diferencias estadísticas significativas entre el grupo control y la aplicación del láser.⁴⁰ Turhani y cols. reportan que la aplicación del láser disminuye el dolor a partir de las 6 horas.⁴¹

Aceleración del movimiento dental

La corrección ortodóncica de una maloclusión puede llevar varios años de tratamiento, con los riesgos que conlleva como la formación de lesiones cariosas, reabsorción radicular, formación de cálculos, etc.⁴² Al disminuir el tiempo de tratamiento de ortodoncia, también disminuirían los efectos secundarios, por lo que aumentaría la satisfacción y el confort en el tratamiento.⁴³ Se debe tener en cuenta que de los métodos para acelerar el movimiento de ortodoncia, el uso de láser parece ser menos propenso a efectos adversos.⁴⁴

Existen varios factores que pueden influir en el éxito o no del uso del láser en la aceleración de movimiento, entre los que destacan: la atenuación y profundidad de penetración del láser, efecto de bioestimulación, ritmo y frecuencia de aplicación, densidad de energía o dosis utilizada.⁴⁵

De acuerdo con Bhad-Patil, para obtener una bioestimulación para acelerar el movimiento dental se deben realizar un total de diez irradiaciones (5 por bucal y 5 por palatino o lingual) para cubrir la totalidad de las fibras periodontales, utilizando una longitud de onda de 800nm, de un modo continuo, con una potencia de 0.25mw y finalmente con una exposición de 10 segundos por irradiación.⁴⁵

Duan y cols., realizaron una investigación comparando el uso de onda continua y del pulso de luz para acelerar el movimiento de los dientes sometidos a fuerzas ortodóncicas en ratones, encontraron que ambos tipos de onda son efectivos para acelerar los movimientos dentarios.⁴⁶

El efecto del láser de baja intensidad en el tratamiento de ortodoncia es debido a la estimulación en la proliferación de osteoblastos y osteoclastos con lo que se incrementa el proceso de remodelación.⁴⁷ Crisan y cols. encontraron un aumento en la proliferación de los osteoblastos a las 24 horas de la aplicación del láser con una longitud de onda de 830nm y después de cinco días de la aplicación aumento el potencial de proliferación de los osteoblastos.⁴⁸

Durante la etapa de alineación dental, el tratamiento con fotobioestimulación casi triplica el número de milímetros de movimiento dental a la semana que el grupo en el que no se le aplicó el tratamiento.⁴⁹ Cruz y cols. reportan mayor movimiento en la retracción de los

caninos en los pacientes que fueron sometidos al tratamiento de láser.⁵⁰ En una investigación realizada por Chung y cols. no encontraron diferencias entre el movimiento dental producido con ortodoncia sin el uso de la fotoestimulación y el movimiento en el que se utilizó fotoestimulación con LEDs.³⁴

Grabado de la superficie del esmalte

El laser Er:YAG se puede utilizar para grabar la superficie del esmalte. En una investigación realizada por Sagir y cols. en la que compararon el grabado del esmalte con el láser Er:YAG, un láser Er:YAG QSP y con ácido fosfórico, encontraron que el grabado con láser presenta mayor fuerza al desalojo que el ácido grabador y es mejor el láser Er:YAG QSP.⁵¹

Con el láser Er,Cr:YSGG también se puede utilizar para el grabado del esmalte y se pueden obtener valores de desprendimiento parecidos al ácido grabador.³² Aunque en años anteriores Usumez y cols. reportaron valores de desprendimiento ligeramente menores al grabado con ácido ortofosfórico al 37%.⁵² Otra ventaja de este tipo de láser es que el grabado es indoloro y no produce vibraciones o aumento del calor.⁵³ Otro tipo de láser también utilizado en el grabado de la superficie es el Ti:Zafiro, en el que se han encontrado valores adecuados de desprendimiento de brackets metálicos y cerámicos.³³

Retiro brackets cerámicos

Se puede utilizar el láser Nd:YAG sobre los brackets cerámicos con la intención de actuar sobre la interface resina bracket y remover el bracket de la superficie dental. Al remover los brackets cerámicos se puede causar daños en el esmalte, esto se puede evitar utilizando el láser para ablandar la resina y remover de forma fácil la aparatología fija.^{54,55}

Los efectos del láser en la resina son ablación térmica, ablandamiento térmico y fotoablación. La ablación térmica ocurre cuando el calor es lo suficientemente rápido y aumenta la temperatura de la resina. El ablandamiento térmico se produce cuando el láser calienta el agente de unión hasta que se ablanda. Y la fotoablación ocurre cuando los niveles de energía de los enlaces entre los átomos se elevan por encima de su disociación, resultando en la descomposición del material.⁵⁶ La temperatura intrapulpar al utilizar estos métodos puede tener un incremento de 5.1 °C.⁵⁷

Desmineralización del esmalte

Miresmaeili y cols. encontraron utilizando un láser de CO₂ puede aumentar la dureza de la superficie del esmalte reduciendo su desmineralización.⁵⁸

Tejidos blandos

El uso del láser en cirugías menores y en el manejo de tejidos blandos ofrece muchas ventajas sobre el uso de las técnicas convencionales, ya que las incisiones son más precisas, ayuda a la coagulación de vasos sanguíneos, sella los vasos linfáticos y esteriliza el campo durante su uso, manteniendo el campo limpio y seco.³ En este tipo de tratamientos se pueden utilizar láseres de distintas longitudes de onda: de CO₂, Nd:YAG, Er:YAG, entre otros.⁵⁹

Entre algunos de los tratamientos de tejidos blandos donde se pueden utilizar los diversos tipos de láser se encuentran: cirugías de estética gingival (contorneo gingival), gingivectomías y/o gingivoplastias, úlceras, frenectomía y frenotomías.^{59,60}

Referencias

- Amid R, Kadkhodazadeh M, Ghazizadeh A, Hakakzadeh A. Effect of low level laser therapy on proliferation and differentiation of the cells contributing in bone regeneration. *J Lasers Med Sci.* 2014; 5 (4): 163-70.
- España A. Física; Interacción láser-tejido. *RCOE.* 2014; 19(4): 265-9.
- Ruiz-Esculpi M, Ricse-Chaupis E, Villanueva-Vega J, Torres-Maita L. Láser en ortodoncia. *Rev Estomatol Herediana.* 2013; 23 (3): 154-61.
- Rodríguez S, Berbert F, Ramalho L. Láser en odontología. Efecto térmico del láser de CO₂. *Rev Estomatol Herediana.* 2003. 13(1-2): 58-61
- Chun-Liang K, Chia-Tze K, Hsin-Yuan F, Tsui-Hsien H, Yi-Wen C, Ming-You S. Antiosteoclastogenesis activity of a CO₂ laser antagonizing receptor activator for nuclear factor KappaB ligand-induced osteoclast differentiation of murine macrophages. *Laser Phys Lett.* 2015; 12:1-8.
- Coluzzi D. Láser para cirugía de tejidos blandos. *Odontología actual.* 2008; 5 (60): 18-24.
- Dogan G, Demir T, Orbak R. Periodontolojide düşük doz laxve uygulamalari. *MÜSBED.* 2014; 4 (1): 43-50.
- Burker B, Hamdan A, Tufekci E, Shroff B, Best A, Lindauer S. Perceptions of soft tissue laser use in orthodontics a survey of orthodontists, periodontists, and general dentists. *Angle Orthod.* 2012; 82 (1): 75-83.
- Correa P. Láser en odontología. *Revista CES Odontología.* 2002. 13(2): 51-62
- Wen-Hui H, Y-Jyun C, Chi-Jr H, Tsui-Hsien H, Chia-Tze K, Ming-You S. Osteogenesis differentiation of human periodontal ligament cells by CO₂ laser –treatment stimulating macrophages via BMP2 signalling pathway. *Laser Phys.* 2014; 24:1-8.
- López-Castro G. Láser en periodoncia. *RCOE.* 2014; 19(4): 271-5.
- Mostafavinia A, Farahani R, Bayat M. Effect of pulsed wave low-level laser therapy on tibial complete osteotomy model of fracture healing with an intramedullary fixation. *Iran Red Crescent Med J.* 2015; 17 (2): e32076.
- Camacho A, Zúñiga P, Cardona M. Cellular effects relatd to the clinical uses of laser in othodontics. *J Oral Laser Applications.* 2009; 9 (4): 199-203.
- Abi-Ramla L, Saddo A, Sasso A, Sasso M, Moraes A. Effects of low-level laser therapy and ortodontic tooth movement on dental pulps in rats. *Angle Orthod.* 2010; 80 (1): 116-22.

15. Thomas B, Hook C, Draughn R. Laser-aided degradation of composite resin. *Angle Orthod.* 1996; 66 (4): 281-6.
16. Von Fraunhofer J, Allen D, Orbell. Laser etching of enamel for direct bonding. *Angle Orthod.* 1993; 63 (1):73-6.
17. Von Fraunhofer J, Allen D. Thermal effects associated with the Nd:YAG dental laser. *Angle Orthod.* 1993; 63 (4): 299-304.
18. Lalani N, Foley T, Voth R, Banting D, Mamandras A. Polymerization with the Argon laser: curing time and shear bond strength. *Angle Orthod.* 2000; 70: 28-33.
19. Elvebak B, Rossouw E, Miller B, Buschang P, Ceen R. Orthodontic bonding with varying curing time and light power using an argon laser. *Angle Orthod.* 2006; 76 (5): 837-844.
20. Doshi-Mehta G, Bhard-Patil W. Efficacy of low- intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod and Orthop.* 2012; 141 (3):289- 97.
21. To T, Rabie B, Wong R, McGrath C. The adjunct effectiveness of diode laser gingivectomy in maintaining periodontal health during orthodontic treatment a randomized controlled clinical trial. *Angle Orthod.* 2013; 83 (1): 43-7.
22. Parker S. Introduction, history of lasers and laser light production. *British Dental Journal.* 2007; 202 (1): 21-31.
23. Fujiyama K, Deguchi T, Murakami T, Fujii A, Kushima K, Takano-Yamamoto T. Clinical effect of CO₂ laser in reducing pain in orthodontics. *Angle Orthod.* 2008; 78 (2): 299-303.
24. Sanz I. Uso del láser en el tratamiento periodontal no quirúrgico. *RCOE.* 2014; 19 (4): 277-84.
25. Malej N, Lukac M. Quantum Square pulse mode ablation measurements with digitally controlled Er:YAG dental laser handpiece. *J LA&HA.* 2013; 1: 1-5.
26. Mironov E, Mironova Z, Vassileva R, Genova K. New horizons for Er:YAG lasers: QSP mode advantages in the lightwalker AT. *Laser.* 2012; 3: 12-19.
27. Keller U, Hibst R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers in Surgery and Medicine.* 1989; 9: 345-51.
28. Lucak M, Malej N, Pirnat S. Quantum square pulse Er:YAG lasers for fast and precise hard dental tissue preparation. *J LAHA.* 2012; 1: 14-21.
29. Gutknecht N, Lukac M, Marincek M, Perhavec T, Kasic M. A novel quantum square pulse mode Erbium dental laser. *J LAHA.* 2011; 1: 15-21.
30. Mironov E, Mironova Z. Quantum Square Pulse Er:YAG lasers in clinical practice. *Laser.* 2012; 3: 34-7.
31. Lee Ji-Won, Park Ki-Ho, Chung Jong-Hyuk, Kim Su-Jung. Effects of laser aided circumferential supracrestal fiberotomy on root surfaces. *Angle Orthod.* 2011; 81 (6): 1021-7.
32. Basaran G, Özer T, Berk N, Hamamci O. Etching enamel for orthodontics with an erbium chromium:Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet laser system. *Angle Orthod.* 2007; 77 (1):117-23.
33. Edur E, Basciftci F. Effect of Ti:Sapphire laser on shear bond strength of orthodontic brackets to ceramic surfaces. *Lasers in Surgery and Medicine.* 2015;47: 512-9.
34. Chung S, Tompson B, Gong Siew-Ging. The effect of light emitting diode phototherapy on rate of orthodontic tooth movement: a split mouth, controlled clinical trial. *Journal of Orthodontics.* 2015; 42 (4): 274-83.
35. Holmberg F, Zaror C, Fabres R, Sandoval P. Uso del láser terapéutico en el control del dolor en ortodoncia. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* 2011; 4(3): 114-6.
36. Holmberg F, Muñoz J, Holmberg F y cols. Uso del láser terapéutico en el control del dolor en ortodoncia. *Int J Odontostomat.* 2010; 4(1): 43-6.
37. De Paula C, Moreira P, Esteves-Oliveira M, Correa A, Müller K, Simoes A, Bello-Silva S, Tunér J. Laser phototherapy in the treatment of periodontal disease. A review. *Lasers Med Sci.* 2010. Disponible en: www.researchgate.net/profile/Patricia_Freitas5/publication/45272729_Laser_phototherapy_in_the_treatment_of_periodontal_disease_A_review/links/004635208e4df499db000000.pdf
38. Duarte R, Quadrado L, Quevedo S. Evaluation of the use of low-level laser therapy in pain control in orthodontic patients: A randomized split-mouth clinical trial. *Angle Orthodontist.* 2016; 86 (2): 193-8.
39. Kim W, Bayome M, Park Jun-Beom, Park J, Baek Seung-Hak, Kook Yoon-Ah. Effect of frequent laser irradiation on orthodontic pain a single-blind randomized clinical trial. *Angle Orthod.* 2013; 83 (4): 611-6.
40. Hong-Meng L, Lew K, Tay D. A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in deducing orthodontic postadjustment pain. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995; 108 (6): 614-22.
41. Turhani D, Kapral D, Benesch T, Jonke E, Bantleon H. Pain relief by single low level laser irradiation in orthodontic patients undergoing fixed appliance therapy. *Am Jo Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130 (3): 371-7.
42. Long H, Pyakurel U, Wang Y y cols. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement A systematic review. *Angle Orthodontist.* 2013; 83 (1): 164-71.
43. Genc G, Kocadereli I, Tasar F, Kilinc K, El S, Sarkarati B. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci.* 2013; 28:41-7.
44. Gkantidis N, Mistakidis I, Kouskoura T, Pandis N. Effectiveness of non-conventional methods for accelerated orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry.* 2014; 42: 1300-19.
45. Bhard-Patil W. Laser Therapy for faster orthodontic tooth movement. *APOS Trends in Orthodontics.* 2014; 4(5): 111-5.
46. Duan J, Na Y, Liu Y, Zhang Y. Effects of the pulse frequency of low-level laser therapy on the tooth movement speed of rat molars. *Photomedicine and laser surgery.* 2012; 30 (11): 663-7.
47. Ayse B, Sokucu O, Ozkut M. Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci.* 2012; 12: 131-140.
48. Crisan L, Soritau O, Baciut M, Baciut G, Vasile B. The influence of laser radiation on human osteoblasts cultured on nanostructured composite substrates. *Clujul Medical.* 2015; 88 (2): 224-32.
49. Kau C, Kantarci A, Shaughnessy T, Vachiramon A, Santiwong P, Fuente A, Skrenes D, Ma D, Brawn P. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment. *Progress in Orthodontics.* 2013; 14: 30.
50. Cruz D, Kohara E, Ribeiro M, Wetter N. Effects of low intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers in Surgery and Medicine.* 2004; 35: 117-20.
51. Sagir S, Usumez A, Ademci E, Usumez S. Effect of enamel laser irradiation at different pulse settings on shear bond strength or orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2013; 83 (6): 973-80.
52. Üsümez S, Orhan M, Üsümez A. Laser etching of enamel for direct bonding with an Er,Cr: YSGG hydrokinetic laser system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122 (6):649-56.
53. Özer T, Basaran G, Berk N. Laser etching of enamel for orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134 (2):193-7.
54. Dhanare P, Verma V, Panda S, Singh K. Laser- A leading edge in orthodontics- an update. *Rama Univ J Dent Sci.* 2015; 2 (1):19-23.
55. Nalcaci R, Cokakoglu S. Lasers in Orthodontics. *Eur J Dentistry.* 2013; 7 (5):119-25.
56. Azzeh E, Feldon P. Laser debonding of ceramic brackets: A comprehensive review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123 (1):79-83.
57. Hayakawa K. Nd:YAG laser for debonding ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128 (5): 638-7.
58. Miresmaeili A, Farhadian N, Rezaei-Soufi L, Saharkhizan M, Veisi M. Effect of carbon dioxide laser irradiation on enamel surface microhardness around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 146 (2):161-5.
59. Pérez-Rodríguez M. Tener un láser en la consulta de ortodoncia: ¿Por qué?. *RCOE.* 2014; 9(4): 295-30.
60. Kravitz N, Kusnoto B. Soft tissue lasers in orthodontics: an overview. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133 (Supplement 1): s110-4.