

Artículo de Revisión

Láser en odontología. Efecto térmico del láser de CO₂

Rodríguez Sosa S, Berbert F, Ramalho L. Láser en odontología. Efecto térmico del láser de CO₂. Rev Estomatol Herediana 2003;13(1-2) : 58 - 61.

RESUMEN

Los sistemas láseres han sido utilizados en el campo de la cirugía maxilo-facial con muchas ventajas, especialmente por el efecto coagulador anti-hemorrágico, que facilita el trabajo del cirujano y los beneficios post-quirúrgicos para el paciente. En la actualidad, los láseres han revolucionado las terapias de tratamiento.

Palabras clave : Láser - Dióxido de carbono - CO₂

Lasers in Dentistry. Thermal Effects of CO₂ Laser

ABSTRACT

Laser Systems have been used in the oral maxillofacial surgery field with many advantages, specially its coagulating and hemostatic effects which facilitates the surgeon work and its many benefits for the patient postoperative welfare. At present lasers have had revolutionary influence over the treatment approaches and therapies.

Keywords: Laser - Carbon Dioxide - CO₂

Sonia Rodríguez Sosa¹
Fabio Berbert²
Lizeti Ramalho³

¹Alumna del curso de Maestría en Endodoncia.
²Profesor Asistente Doctor, Disciplina de Endodoncia, Departamento de Odontología Restauradora.
³Profesora del Departamento de Morfología, Facultad de Odontología de la Universidad Estadual Paulista UNESP-Araraquara

Introducción

Desde que el láser fue desarrollado en el año 1960 (1-3) e integrado a la actividad médica y odontológica ha sido propuesto y utilizado como sustituto de terapias convencionales. En la actualidad el sistema láser es ampliamente utilizado en el campo de la medicina y de la odontología. Su aplicación clínica está, en muchos aspectos, revolucionando las terapias convencionales de prevención y tratamiento. En el campo de la odontología, los láseres se utilizan en diferentes procedimientos clínicos como son el diagnóstico y tratamiento de la caries dental, cirugías de tejido blando, reducción bacteriana dentro del conducto radicular, fotopolimerización de resinas, raspado y alisamiento radicular entre otras.

Principios físicos del láser : El uso terapéutico de la luz ha sido descrito desde las primeras civilizaciones. Pinheiro 1998 (1), Pécora y Brugnera 1999 (4), citan a los indios (1400 AC) como los primeros en utilizar la foto-quimioterapia para el tratamiento del vitiligo. Los chinos usaban la luz solar para tratar enfermedades de la piel, cáncer y cuadros de psicosis.

Eduardo et al. (2001) (5), definen la luz láser como una forma de energía electromagnética que camina en ondas con velocidad constante. Todos los sistemas láseres desarrollados hasta la actualidad están basados en el principio de la emisión estimulada, inicialmente propuesta de forma teórica por Albert Einstein en 1917. Según esta teoría, la emisión estimulada de radiación es causada por la presencia de un fotón inductor de energía interactuando con un átomo en su estado excitado, resultando en la liberación de dos fotones inducidos de luz cuando el átomo retorna a su estado más estable (Fig. 1). Basados en este principio, Schawlow y Tomes en 1958, describieron los principios físicos del maser (microwave amplification

by stimulated emission of radiation), pero fue Gordon Gold quien hizo la primera aplicación con éxito de la emisión estimulada de micro ondas. En 1960, Mairman observó por primera vez la emisión estimulada de radiación en la región visible del espectro electromagnético utilizando una barra de rubí excitado, generando así el primer rayo láser.

La palabra láser es un acrónimo de light amplification by stimulated emission of radiation o luz amplificada por emisión estimulada de irradiación (1,2,6), luz con características especiales, siendo las más importantes para las aplicaciones biológicas su gran intensidad, monocromaticidad, coherencia temporal y espacial y colimación (7,8).

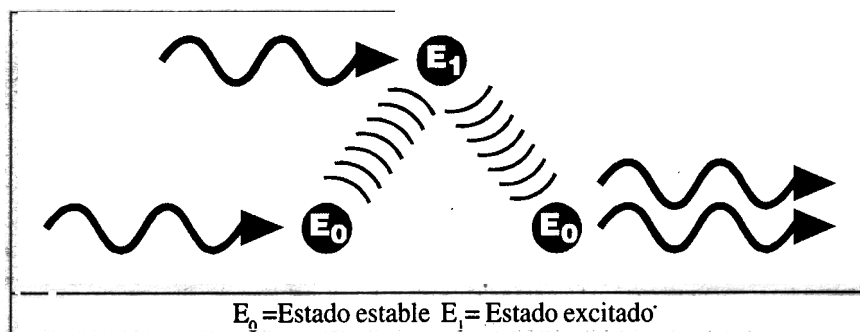


Fig. 1. Emisión estimulada de radiación

La monocromaticidad se refiere a ondas con la misma longitud (un solo color), la coherencia temporal y espacial, se refiere a ondas que se trasladan en sincronía en el espacio y tiempo y la colimación a ondas que se trasladan en la misma dirección y sentido.

En medicina y en odontología se utilizan dos categorías de láseres. Los láseres de baja intensidad, también llamados suaves (soft lasers), proporcionan una energía atérmica y entre sus efectos biológicos terapéuticos sobre los tejidos se citan la liberación de sustancias mediadoras de la respuesta inflamatoria, mejoramiento de la microvascularización local, con la consecuente acción anti-edematosa y antiinflamatoria, efecto estimulante del metabolismo celular, y efecto analgésico (9,10). Los láseres de alta intensidad, también llamados quirúrgicos o duros (hard lasers) han sido utilizados extensamente en procedimientos quirúrgicos y pueden producir una variedad de efectos dependiendo del tipo de tejido y de las características específicas del láser.

Interacción del láser de dióxido de carbono (CO₂) con los tejidos blandos: El creciente interés y uso de este sistema en cirugías de tejidos blandos de la cavidad bucal está relacionado a las posibilidades de vaporizar, coagular y cortar tejido proporcionando las siguientes ventajas: ausencia de sangrado, esterilización de la herida, reducción del dolor y la inflamación durante y después del tratamiento, escaso trauma mecánico y tiempo operatorio reducido (11-13).

Cuando el rayo láser alcanza los tejidos biológicos pueden suceder cuatro fenómenos: reflexión, transmisión, dispersión y absorción. La proporción en que ocurren estas interacciones está determinada por la longitud de onda específica del láser y por las características del tejido a ser irradiado (10, 14, 15). La absorción es el fenómeno más importante en la interacción terapéutica del láser y puede resultar en cuatro procesos: fotoquímico, fototérmico, fotomecánico y fotoeléctrico. La fotoablación es una manifestación clínica del efecto

fototérmico. Este proceso se caracteriza por la remoción de tejido debido a un gran calentamiento de los fluidos tisulares provocando vaporización, coagulación y hemostasia.

El efecto térmico es el más conocido y más utilizado en cirugías de tejidos blandos por sus aplicaciones de corte y coagulación. Estos efectos están íntimamente relacionados con el aumento de temperatura del lugar irradiado como resultado de la distribución de la energía depositada. Según Romanos 1994 (16), los efectos térmicos incluyen calentamiento, coagulación, desnaturalización proteica, vaporización y carbonización (Tabla 1). Todos esos efectos pueden ser importantes en odontología para tratar tejidos blandos de una manera diferente al tratamiento convencional.

El láser de CO₂ es el más utilizado y aceptado como método alternativo de las técnicas quirúrgicas convencionales de tejidos blandos. En la odontología se ha utilizado con éxito en gingivectomías, frenectomías, remoción de lesiones benignas y malignas, y en biopsias.

El láser de dióxido de carbono emite un rayo continuo de una longitud de onda de 10600nm en la región infrarroja invisible del espectro electromagnético. Su energía es absorbida por el componente acuoso del tejido cuando se pone en contacto directo con este. El efecto térmico del láser de CO₂ es resultado del gran calentamiento del tejido irradiado, ocurriendo de manera superficial, vaporización, necrosis de la superficie, coagulación, y desnaturalización proteica (2, 17, 18) (Fig 2 y 3). De esta forma, el láser destruye tejido de mane-

ra precisa por calentar y vaporizar rápidamente el agua presente en el tejido (fluido intracelular y extracelular), propagando poca energía. Este hecho asegura la ausencia de conducción de calor a las capas más profundas del tejido (17).

Cuando el rayo es direccionado sobre tejido vivo con un porcentaje de agua de 75-90%, ocurre una vaporización altamente localizada. El área irradiada es generalmente cubierta por tejido carbonizado, rodeado por una ligera capa de tejido coagulado, y luego de 24 horas por un coágulo fibrinoso. Los vasos sanguíneos y linfáticos de 1mm de diámetro, presentes en el área irradiada son sellados, evitando de este modo el sangrado durante el acto quirúrgico, ofreciéndole al cirujano una excelente visibilidad y precisión (3,18). El número de células inflamatorias aumenta rápidamente debido a la reacción inflamatoria post-traumática y durante la cicatrización algunos miofibroblastos y fibras colágenas están presentes. Los capilares y las arteriolas se multiplican en una fase proliferativa de la reacción y son más numerosos a las 36-72 horas después del procedimiento. Los vasos linfáticos proliferan junto con los capilares. Según estudios a largo plazo, la cicatrización de las heridas realizadas con láser puede ser ligeramente retardada cuando es comparada con los métodos quirúrgicos convencionales (18).

Desde que el láser fue introducido en la odontología, se han realizado estudios para determinar parámetros de irradiación y tiempo de exposición que sean menos nocivos y de mayor utilidad en la cavidad bucal. Según

Tabla 1. Efecto de la temperatura en el tejido

Temperatura	Efecto
37-60°C	Calentamiento, sin cambios visuales
60-100°C	Desnaturalización proteica, coagulación y hemostasia
100°C	Vaporización, desintegración del tejido, corte y ablación
>100°C	Carbonización y quemadura

Lanzafame y Naim 1997 (19), la posibilidad de depositar exclusivamente la energía necesaria y controlar la agresión tisular es una de las claves del éxito de los sistemas láseres.

Diferentes parámetros de irradiación pueden ser determinados en relación con el efecto deseado (corte o vaporización). Según Strauss (2000) (20), la potencia, el tiempo de irradiación, el diámetro del rayo (focalizado o desfocalizado) y el modo de emisión (pulsada o continua) son parámetros controlables por el cirujano dentista que pueden regular la intensidad de la agresión térmica. A pesar de los diferentes parámetros de irradiación utilizados en los diferentes trabajos de investigación, las características histológicas básicas exhibidas por las lesiones provocadas por el láser de CO₂ permanecen más con diferencias en la intensidad de la reacción inflamatoria y en la cronología de la reparación. Según Duarte et al. 1984, (21) el grado de la lesión es directamente proporcional al incremento de la potencia y del tiempo de irradiación. Mausberg et al. 1992, (22) citan que la profundidad del efecto del láser de CO₂ está relacionada con la potencia utilizada.

En incisiones realizadas en la mucosa palatina y lingual de ratones utilizando el láser de CO₂, con 10W de potencia en emisión continua, Watanabe et al.

1987, 1989, 1990, (23-25), Luomanen (1987) (18) observaron la formación de un cráter en el lugar de impacto, epitelio de revestimiento con áreas de necrosis y células desorganizadas, tejido conjuntivo subyacente coagulado, tejido conjuntivo profundo con células de aspecto normal y vasos sanguíneos dilatados y congestionados. La presencia de neutrófilos polimorfonucleados fue evidente a las 24 horas, tejido de granulación a los cinco días y cicatrización a los siete días. Luomanen, 1987, (18) también describió la presencia de vasos sanguíneos en el lugar de irradiación con las paredes rotas provocando una suave hemorragia y vasos sanguíneos a distancia de la lesión sin alteraciones. Utilizando un amplio abanico de potencias (2W-20W), la emisión continua del láser de CO₂ provocó lesiones similares a las ya descritas (26-30).

Conclusión

El láser de CO₂ se presenta como el nuevo bisturí. Su efecto de corte e inmediata coagulación de los pequeños vasos sanguíneos presentes en el área de la incisión permite cirugías sin sangrado, no obstante, esos efectos deben ser controlados empleando parámetros de irradiación que produzcan el efecto deseado sin agredir excesivamente a los tejidos, permitiendo así la reparación.

Referencias

1. Pinheiro AL. Evolução histórica. En: Brugnera AJ & Pinheiro AL. Lasers na odontologia moderna. 1era. Ed. São Paulo: Pancast Editora, 1998:19.
2. Pick RM, Colvard MD. Current status of lasers in soft tissue dental surgery. J Periodontol 1993; 64(7):589-602.
3. Frame JW. Carbon Dioxide laser surgery for benign oral lesions. Br Dent J 1985;158:125-28.
4. Pécora JD, Brugnera Jr A. Breve histórico do laser, 1999. Disponible en : < <http://www.forp.usp.br/restauradora/endo/html>> Acceso en : 31 junio 2002.
5. Eduardo CP, Gouw-Soares S, Haypek P. Utilização clínica dos lasers. En: Cardoso RJ & Gonçalves EA. Dentística laser. 1era. Ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001: 441-61.
6. Pinheiro AL, Frame JW. Laser na odontologia. RGO. 1992; 40(5): 327-32.
7. Bagnato V S. Os fundamentos da luz laser. Física na escola. 2001; 2(2): 4-9.
8. Furze HA, Gutiérrez R, Maravankin F. El láser y la odontología. Rev Asoc Odontol Argent 2000; 88(2) : 137-140.
9. Nicoli Filho W. Efeito dos raios laser tipo hélio-neônio (He-Ne) no processo de reparo em feridas de

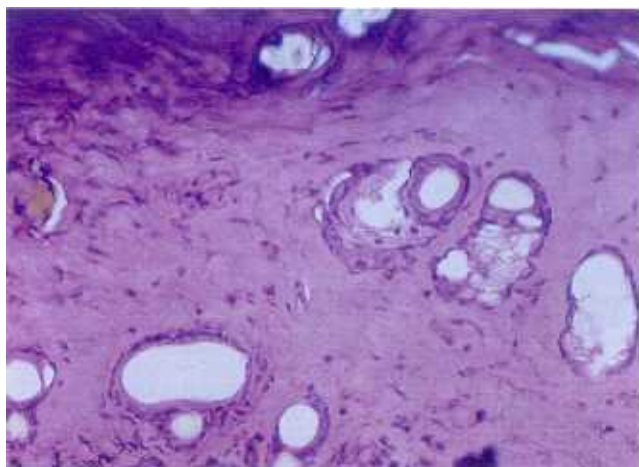


Fig. 2. Tejido epitelial irradiado con o láser de CO₂: Espesa costra con restos celulares y material amorfo (H-E) 400X

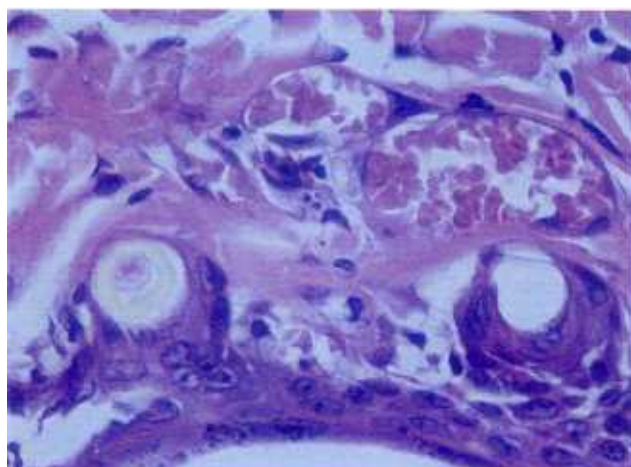


Fig. 3. Tejido conjuntivo subyacente al epitelio irradiado: tejido conjuntivo cubierto por epitelio resecaado, hiperemia vascular y fibras colágenas (H-E) 400X

- extração dental: estudo histológico em ratos [Dissertação] Araçatuba, São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1999. 62págs.
10. Miller M, Truhe T. Lasers in dentistry: an overview. *J Am Dent Assoc* 1993;124(2):32-5.
 11. Pick RM, Powell GL. Lasers in dentistry. *Dent Clin North Am* 1993;37(2): 281-296.
 12. Pick RM, Pecaro BC. Use of the CO₂ laser in soft tissue dental surgery. *Lasers Surg Med* 1987; 7(2): 207-213.
 13. Goharkhay K, Moritz A, Wilder-Smith P, Schoop U, Kluger W, Jakolitsch S, Sperr W. Effects on oral soft tissue produced by a diode laser in vitro. *Lasers Surg Med* 1999; 25(5): 401-6.
 14. Natera AE. Usos del rayo láser en odontología restauradora: primer aparte: aspectos generales, clasificación, interrelación, con los tejidos vivos y precauciones en el uso. *Acta Odontol Venez* 2000; 38(1): 61-8.
 15. Pécora JD & Brugnera Jr A. Noções da interação do laser com os tecidos vivos, 1999. Disponível em : <<http://www.forp.usp.br/restauradora/endo/html>> Acesso em : 31 junio 2002.
 16. Romanos GE. Clinical applications of the Nd:YAG laser in oral soft tissue surgery and periodontology. *J Clin Laser Med Surg* 1994; 12(2): 103-8.
 17. Centy IG, Blank LW, Levy BA, Romberg E, Barnes D. Carbon dioxide laser for de-epithelization of periodontal flaps. *J Periodontol* 1997; 68(8): 763-69.
 18. Luomanen M. A comparative study of healing of laser and scalpel incision wounds in rat oral mucosa. *Scand. J Dent Res* 1987; 95(1): 65-73.
 19. Lanzafame RJ, Naim J. Preliminary assessment of the tissue effects of a 1.44micron direct fiber contact on soft tissue. *J Clin Laser Med Surg* 1997;15(1): 23-7.
 20. Strauss RA. Lasers in oral and maxillofacial surgery. *Dent Clin North Am* 2000; 44(4): 851-72.
 21. Duarte CA, Nakae K, Goldenberg S, Araujo NS, Lascala NT. Estudo dos efeitos biológicos do raio laser CO₂ sobre tecidos gengivais de ratos. *Rev Paul Odontol* 1984; 5:50-5.
 22. Mausberg R, Visser H, Aschoff T, Donath K, Krüger W. Histological comparison of laser and electro-surgery in the palate of pigs. *Proceedings of the ISLD* 1992: 205-6.
 23. Watanabe I, Lopes RA, Liberti EA, Azeredo RA, Takakura CF, Goldenberg S. Estudo ao microscópio óptico e eletrônico de transmissão na cicatrização de feridas produzidas pelo laser de CO₂ no palato do rato. *Acta Cirurg Bras* 1987;2(4):108-12.
 24. Watanabe I, Morais JO, Goldenberg S. Estudo das alterações ultra-estruturais da mucosa lingual de ratos incisada com raio laser de CO₂. *Acta Cir Bras* 1989;4(2):74-80.
 25. Watanabe I, Lopes R.A, Morais JO. Reparação tecidual da mucosa lingual de ratos submetidos à ação do raio laser CO₂. Estudo experimental empregando a microscopia eletrônica de varredura. *Acta Cir Bras* 1990;5(2):76-80.
 26. Luomanen M, Meurman JH. Laser-induced alterations in rat oral mucosa. *Scand J Dent Res* 1986; 94(4):452-60.
 27. Evrard L, Nammour S, Dourov N. Scanning electron microscopic and immunocytochemical studies of contraction during secondary CO₂ laser wound healing in rat tongue mucosa. *J Oral Pathol Med* 1996;25(2):72-7.
 28. Gomes PO, Watanabe I, Matera A, Lopes RA, Goldenberg A. Efeitos do raio laser CO₂ no pâncreas de cães: estudo à microscopia eletrônica de varredura. *Acta Cir Bras* 1990;5(2):59-65.
 29. Pogrel MA, Yen CK, Hansen LS. Comparison of carbon dioxide laser, liquid nitrogen cryosurgery, and scalpel wounds in healing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69(3):269-73.
 30. Pogrel MA, Mccracken KJ, Daniels TE. Histologic evaluation of the width of soft tissue necrosis adjacent to carbon dioxide laser incisions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1990;70(5):564-68.