

El láser en la cirugía odontológica

Herbert Deppe, Prof. Dr. med. dent.^a, Sebastian Stopp, Dr. ing.^b, Tim Lüth, Prof. Dr. ing.^b, Bettina Hohlweg-Majert, Dr. med. Dr. med. dent.^a, y Klaus-Dietrich Wolff, Prof. Dr. med. Dr. med. dent.^a

Las longitudes de onda láser que interesan en la cirugía odontológica son aquellas que permiten la incisión y la remoción de hueso y de tejidos blandos. En la cirugía de tejidos blandos se utiliza el láser de CO₂ con buenos resultados desde hace más de 25 años para el tratamiento de leucoplasias premalignas multicéntricas y se considera el método de elección en leucoplasias extensas. Los láseres de CO₂ de nueva generación parecen especialmente adecuados para la osteotomía. En los últimos años se han ido imponiendo también otros usos del láser en la cirugía odontológica. En este artículo se abordan los diferentes usos del láser con objeto de proporcionar información más detallada al lector interesado. Ahora bien, en muchas indicaciones el uso del láser sigue siendo experimental, por lo que es necesario seguir investigando a través de estudios adecuados.

(*Quintessenz*. 2008;59(5):507-12)

Introducción

Desde los primeros estudios fundamentales sobre la aplicación del láser en la cirugía odontológica se han publicado numerosos estudios clínicos y experimentales.

^aClínica y Policlínica de Cirugía Oral y Maxilofacial (Director: Prof. Dr. Dr. K.-D. Wolff). Klinikum rechts der Isar Technische Universität München. Múnich, Alemania.

^bCátedra de Microtecnología e Ingeniería de Aparatos Médicos (Director: Prof. Dr. T. Lüth). Technische Universität München. Múnich, Alemania.

Correspondencia: Herbert Deppe.
Ismaninger Strasse 22, 81675 Múnich, Alemania.
Correo electrónico: herbert.deppe@mkg.med.tum.de

Sebastian Stopp y Tim Lüth.
Boltzmannstrasse 15, 85747 Múnich, Alemania.

Si bien no se han cumplido todas las expectativas que se habían puesto en su uso, el láser ha revelado ser un complemento útil a los procedimientos convencionales e incluso se ha convertido en el método de elección en algunas indicaciones. A continuación, se comentan las indicaciones reconocidas actualmente del uso del láser.

Principios físicos

El término 'láser' es un acrónimo formado por las iniciales de la descripción funcional en inglés («Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation»), que se puede traducir por amplificación de la luz por la emisión estimulada de radiación. Los láseres son generadores de luz y se materializaron técnicamente por primera vez en 1960¹. La luz láser es monocromática, coherente en el tiempo y en el espacio, y colimada, es decir, que el haz de luz láser puede recorrer distancias muy grandes con una mínima divergencia.

Para comprender los efectos biológicos de la radiación láser es imprescindible el estudio de bibliografía especializada¹. En medicina se utilizan actualmente láseres de estado sólido, como el láser neodimio-YAG (Nd:YAG) y el láser erbio-YAG (Er:YAG), láseres de gas (láser de argón, de CO₂, Excimer, helio-neón [He-Ne]), láseres líquidos (láser de colorante), así como láseres de diodos (figs. 1 a 3). Los efectos de la radiación láser en el material biológico se pueden clasificar en tres grupos: efectos fotoquímicos, efectos térmicos y efectos ionizantes o no lineales. Desde el punto de vista quirúrgico y macroscópico esto se traduce en la coagulación, la disección y la vaporización (ablación) del tejido irradiado.

Cirugía láser de tejidos blandos orales

El láser proporciona buenos resultados en indicaciones como incisiones, escisiones y vaporizaciones de tejidos



Figura 1. Láser de CO₂ para usos médicos Sharplan 20 ($\lambda = 10.600$ nm) (Opus-Dent, Freising).



Figura 2. Láser Nd:YAG para usos médicos MediLas 4060 ($\lambda = 1.064$ nm) (MBB/Dornier, Wessling).



Figura 3. Láser Er:YAG para usos médicos Fidelis Plus ($\lambda = 2.940$ nm) (Fotona, Ljubljana, Eslovenia).

blandos (vestibuloplastia, biopsia escisional, etc.). La energía térmica de los láseres infrarrojos (como láser de CO₂, Er:YAG, Ho:YAG, Nd:YAG y láser de diodos) logra una buena hemostasia, lo que proporciona un campo de trabajo prácticamente exangüe con una muy buena visibilidad. Ésta es la principal ventaja del láser frente al procedimiento convencional con bisturí²³. Ahora bien, la necrosis por coagulación en los bordes de las incisiones provoca un retraso de la cicatrización cuyo alcance depende mucho del tipo de láser utilizado y de la técnica de aplicación. Esto carece de trascendencia clínica si la técnica de aplicación es correcta. Sin embargo, la luz láser que emite en el espectro infrarrojo o en el espectro visible puede penetrar profundamente en el tejido. El uso incorrecto de este tipo de láseres puede provocar alteraciones de la cicatrización.

El láser en las patologías premalignas de la mucosa oral

La detección y el tratamiento de las lesiones premalignas o de los estadios precoces parecen ser la única opción para modificar el pronóstico de los carcinomas orales. En este aspecto, las patologías premalignas de la mucosa oral desempeñan un papel muy importante, dado que en la bibliografía se indican cifras de probabilidad de malignización que varían entre el 0,1% y el 28%, pudiendo

llegar a un 50% en el caso de las eritroplasias⁹. El láser de CO₂ permite incisiones sin sangrado (focalizado) o ablaciones superficiales del epitelio (desfocalizado) en la mucosa oral¹³. Hace ya más de 25 años que se considera que el tratamiento con láser de CO₂ es el tratamiento de elección en leucoplasias extensas en la zona anterior del suelo de la boca o en la lengua^{4,11,13} (ambas son localizaciones de riesgo). No obstante, la presencia de vasos grandes en la parte inferior de la lengua y en el suelo de la boca exige proceder con precaución, debido al riesgo de hemorragias graves en esta zona.

Después de un período de 2 a 3 semanas se produce la epitelización completa de la herida quirúrgica sin contracción cicatricial (figs. 4a a 4d). Esto permite eliminar con láser quirúrgico incluso áreas extensas de leucoplasia en la parte interna de las comisuras bucales, en la mucosa yugal, la lengua y los labios sin pérdidas funcionales. Las tasas de recidiva se sitúan entre el 5,9% y el 18,2%^{4,11,13}. Las recidivas se pueden volver a tratar en cualquier momento con el láser de CO₂.

El láser de Nd:YAG también es adecuado para estas lesiones, ya que la lesión térmica de células displásicas profundas es deseable en esta indicación¹⁹. Este láser penetra más profundamente en los tejidos en comparación con el láser de CO₂, por lo que también coagula tejido displásico subepitelial. Se han obtenido así mismo primeros resultados positivos con un láser de diodos³



Figura 4a. Diagnóstico clínico de una leucoplasia en la parte inferior de la lengua. Diagnóstico histológico asegurado de una lesión benigna.



Figura 4b. Estado después de la vaporización por láser a 10 W (onda continua).



Figura 4c. Resultado clínico 2 semanas después de la intervención. Persistencia de recubrimientos de fibrina evidentes.

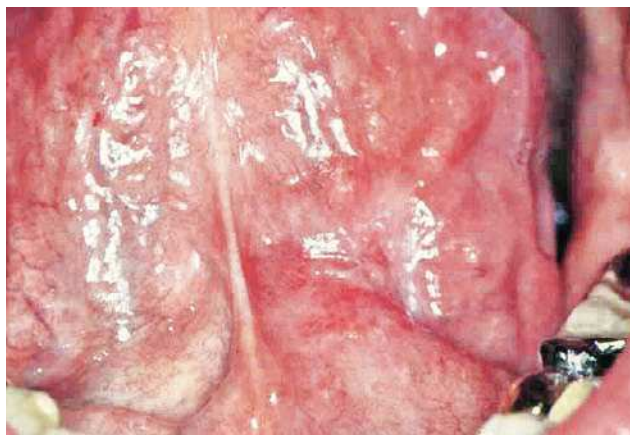


Figura 4d. Resultado clínico 6 meses después de la intervención. Mucosa sin cambios significativos ni signos de recidiva.

($\lambda = 810 \text{ nm}$), cuyo espectro de absorción en agua se aproxima mucho al del láser Nd:YAG ($\lambda = 1.064 \text{ nm}$).

El láser en los trastornos de la coagulación

Los pacientes con trastornos de la coagulación plantean una serie de problemas en el tratamiento quirúrgico odontológico. En estos casos, el láser de Nd:YAG ($\lambda = 1.064 \text{ nm}$) constituye un método de hemostasia seguro en combinación con un conductor de luz flexible y una óptica focalizada. En la práctica clínica, esta longitud de onda aplicada en modo continuo (onda continua) está demostrando su eficacia en la hemostasia local desde hace más de dos décadas¹. Dado que los espectros de extinción de la hemoglobina y de la oxihemoglobina muestran una escasa absorción en el intervalo de longi-

tud de onda del láser Nd:YAG¹⁰, se cree que el efecto coagulante descrito se debe a la desnaturalización térmica de las proteínas.

Se utilizó un láser de Nd:YAG pulsado para lograr una coagulación directa en el alvéolo o en fisuras óseas sangrantes sin provocar daños térmicos en las estructuras adyacentes. La aplicación intraalveolar de este láser mediante la técnica de fibra desnuda⁵ en el tratamiento odontológico quirúrgico de pacientes con trastornos de la coagulación ha demostrado ser especialmente recomendable. Se consigue evitar de forma fiable el daño óseo secundario a la aplicación intraalveolar de la radiación láser como consecuencia del comportamiento de dispersión de los hematíes a través de capas sanguíneas de unos pocos milímetros de grosor.

Osteotomía por láser

Las exigencias planteadas a un sistema láser destinado a tratar el hueso son considerablemente mayores en comparación con las necesarias para el uso en tejidos blandos. La vaporización se logra sólo a temperaturas de proceso muy altas debido a la elevada mineralización del hueso, por lo que el riesgo de daños óseos graves es considerable. Los primeros estudios exhaustivos sobre intervenciones modificadoras de ángulos se llevaron a cabo con un láser de CO₂ quirúrgico¹³. El uso clínico de este tipo de láser en la cirugía ósea no logró imponerse plenamente debido a que provocaba retrasos de consolidación ósea de origen térmico. Posteriormente se observó que la osteotomía por láser de Nd:YAG conseguía incisiones en gran medida atraumáticas y consolidaciones óseas claramente más rápidas en comparación con el láser de CO₂¹⁵.

En los últimos años se han conseguido resultados muy favorables con el láser de CO₂ con una longitud de onda de 9.600 nm. Las osteotomías practicadas con este tipo de láser con parámetros constantes (duración del pulso 60 µs, energía del pulso 40 mJ, frecuencia 200 Hz) en preparaciones humanas no mostraron signos de fusión del material óseo mineral, sino sólo una tinción grisácea de algunos milímetros de grosor en la superficie incisional⁶. El láser de CO₂ Q-conmutado se caracteriza también por provocar escasos daños térmicos¹⁴. Por ello, los láseres de CO₂ de última generación también pueden ser adecuados como instrumentos poco traumáticos para las osteotomías en la práctica clínica diaria. Sin embargo harán falta otros estudios para poder emitir una evaluación definitiva.

Aplicación del láser en las apicectomías

Las apicectomías sólo proporcionan resultados favorables a largo plazo en caso de lograr un neoápice a prueba de bacterias. La aplicación del láser es prometedora en esta indicación debido al efecto bactericida de distintas longitudes de onda y de la posibilidad de obturación térmica de ramificaciones apicales. Sin embargo, en la literatura no existe unanimidad acerca de la garantía de éxito del láser en la apicectomía.

Komori et al¹⁶ presentaron ocho casos clínicos con un total de 13 piezas dentarias en las que se utilizó exclusivamente un láser Er:YAG ($\lambda = 2.940$ nm) para la resección. Los autores insistieron sobre todo en la ausencia de vibraciones y en el bajo riesgo de contaminación de la herida quirúrgica, aunque para lograrlo se tuvo que alargar la duración de la intervención. Moritz et al²⁰, en

cambio, recomiendan para la apicectomía el uso complementario de un láser de CO₂ ($\lambda = 10.600$ nm) en modo de onda continua (cw) con una potencia de 0,5 W para el sellado de la superficie de resección. Los autores consideran que con el láser de CO₂ se logra una preparación óptima del diente para la obturación radicular intraoperatoria. En otro estudio se examinó el desenlace de apicectomías con y sin aplicación de láser de CO₂ para la esterilización intraoperatoria del área de resección²². No se produjeron diferencias estadísticamente significativas entre las tasas de éxito de los dos grupos.

Se ha descrito también el uso de una combinación de varios sistemas láser para las distintas fases de trabajo de la apicectomía, como la disección de la raíz y el sellado de los conductos laterales¹². La osteotomía y la remoción del apéndice radicular se realizaron mediante un láser de Er:YAG pulsado ($\lambda = 2.940$ nm) y los conductos se sellaron con un láser Nd:YAG ($\lambda = 1.064$ nm). Para la bioestimulación, los autores utilizaron el láser de Ga-Al-As ($\lambda = 790$ nm). El resultado a los 3 años consistió en una disminución radiológicamente significativa de la translucidez apical con ausencia de síntomas clínicos. Por lo tanto, los autores concluyeron que el láser puede considerarse una alternativa útil a la apicectomía convencional. No obstante, el análisis crítico de la bibliografía no proporciona evidencias en este momento de que el láser proporcione mejores resultados que la técnica convencional en la indicación de la apicectomía.

El láser en la implantología oral

Recientemente se ha ampliado el espectro de aplicaciones de sistemas láser adecuados al campo de la implantología oral. Además de la osteotomía de la pared lateral del seno maxilar durante la elevación sinusal y del tratamiento de infecciones periimplantarias, la mayoría de los procedimientos con láser van encaminados a mejorar los tejidos blandos. Para estos últimos se pueden recomendar sistemas láser con un buen efecto incisional en el tejido blando, como el láser de CO₂ ($\lambda = 10.600$ nm) y el láser Er:YAG ($\lambda = 2.940$ nm).

Los proyectos actuales se proponen aunar las tecnologías del tratamiento láser de los tejidos y la navegación intraoperatoria (fig. 5). En estos momentos, al cirujano le es imposible detectar la posición del punto de impacto del láser y con ello conocer la distribución de la energía aplicada en el momento de la preparación del hueso. Se está trabajando para que, en el futuro, se pueda controlar la remoción por láser en función de la ubicación mediante un láser guiado por navegador y un modelo matemático. El láser se maneja de la forma habitual. La

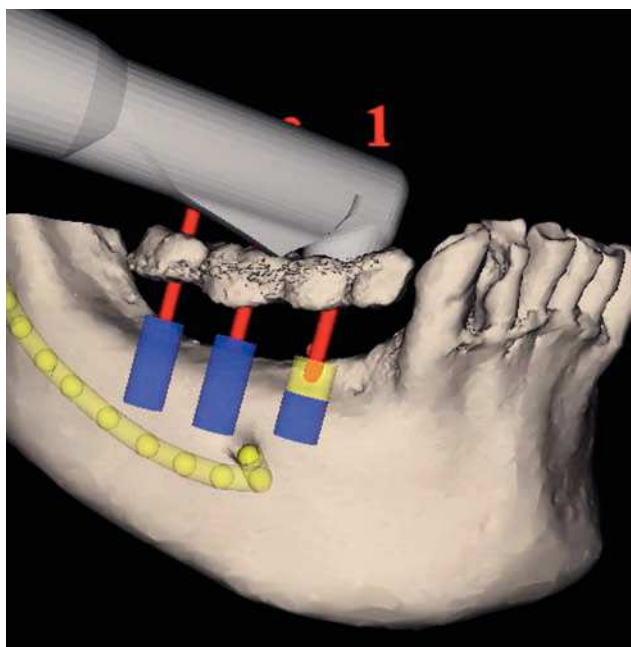


Figura 5. Representación gráfica del acoplamiento del sistema de navegación y de la preparación con láser de la cavidad del implante. Se confecciona un modelo matemático de la remoción ósea antes de la intervención.

potencia se libera únicamente si se cumple la planificación (fig. 6). Los componentes principales del sistema son un sistema láser médico, un sistema de navegación, una electrónica de control, un modelo matemático de la remoción por láser y un modelo volumétrico del tejido a tratar basado en datos de TC. Para calcular y visualizar la remoción de material se combina el modelo matemático con la información de ubicación y posición del sistema de navegación y se determina en un modelo volumétrico la energía que impacta en cada elemento que compone el volumen (fig. 7). Si bien se han publicado los primeros resultados positivos de esta aplicación del láser hacen falta más estudios exhaustivos antes de implantar su uso en el medio clínico²¹.

Laserterapia de bajo nivel

Se han llevado a cabo numerosos estudios in vitro e in vivo sobre los posibles efectos bioestimulantes de la luz láser de baja energía sobre diferentes sistemas y procesos biológicos^{2,7,17,18}. El análisis de la extensa bibliografía sobre el tema no ha permitido demostrar una eficacia suficiente de estos tipos de láser⁸. La irradiación con láser blando no ha mejorado significativamente ni la consolidación ósea de los alvéolos de extracción¹⁸ ni la intensidad de las molestias después de la extracción quirúrgica de los terceros molares inferiores⁷ en compa-

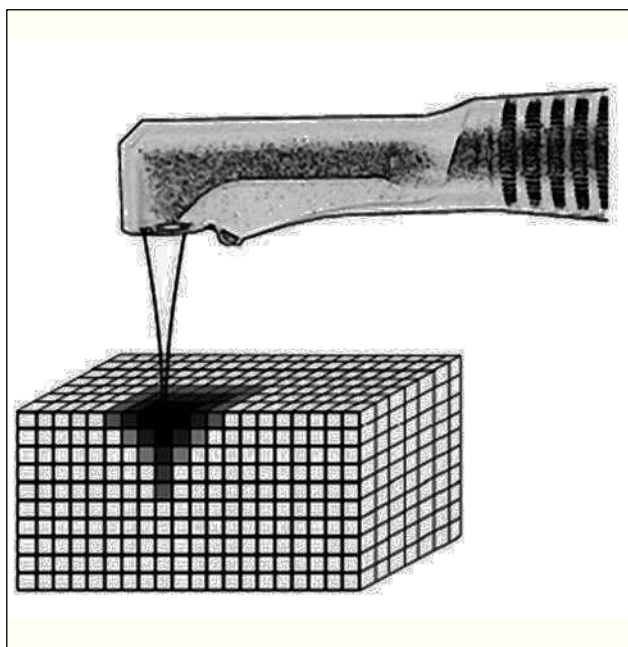


Figura 6. Principio del modelado matemático de la preparación ósea (modelado FE).



Figura 7. Navegación en el paciente.

ración con heridas no irradiadas con láser. En intervenciones de cirugía endodóntica se consiguió una mejoría estadísticamente significativa de las molestias subjetivas al día siguiente de la intervención mediante la irradiación con láser de Ga-Al-As de 809 nm (50 mM, 150 s),

pero no en los días posteriores¹⁷. No se observaron tampoco diferencias significativas entre los niveles plasmáticos de la proteína inflamatoria PCR (proteína C reactiva) después de la extracción quirúrgica de terceros molares con o sin irradiación con láser de bajo nivel, respectivamente⁷. Por lo tanto, la utilidad de este procedimiento es controvertida y según los conocimientos actuales las ventajas parecen ser exclusivamente de tipo psicológico. El tratamiento con láser de bajo nivel no deja de ser decepcionante también para el paciente si finalmente no se produce el efecto esperado.

La seguridad del láser

La irradiación directa con luz láser puede provocar lesiones oculares como resultado de reflexiones o de luz dispersa. La luz de los láseres de CO₂ y Er:YAG puede dañar sobre todo la córnea por su escasa profundidad de penetración, mientras que los láseres en el espectro infrarrojo proximal o en el espectro visible representan un peligro adicional para la retina. El uso del láser odontológico sin una protección adecuada mediante gafas específicas para el paciente, el personal sanitario y posibles espectadores es injustificable. Se imparten cursos específicos sobre el uso seguro de láseres por parte de centros acreditados. Antes de aplicar el láser en clínica, el usuario debe seguir un curso de especialización y obtener una certificación formal que le acredita como responsable de seguridad láser⁸.

Bibliografía

- Berlien HP, Müller G. *Angewandte Lasermedizin. Lehr- und Handbuch für Praxis und Klinik*. Landsberg: Ecomed, 2004.
- Braams JW, Stegenga B, Raghoobar GM, Roodenburg JL, van der Weele LT. Treatment with soft laser. The effect on complaints after the removal of wisdom teeth in the mandible. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1994;101:100-103.
- Crippa R. Report on 103 cases of precancerous and other oral lesions treated with a diode laser. *J Oral Laser Appl* 2001;1(Suppl):26.
- Deppe H, Hillemanns M, Hauck W. Recurrence rates of premalignant lesions after CO₂ laser resection. *Med Laser Appl* 2004;19:55-61.
- Deppe H, Horch HH, Wondrazek F, Zeilhofer H, Sader R, Roggan A. Die zahnärztlich-chirurgische Behandlung gerinnungsgestörter Patienten mit dem gepulsten Nd:YAG-Laser. *Dtsch Zahnärztl Z* 1997;52:39-41.
- Eyrich G. Hard-tissue drilling and cutting with a 9.6 µm-CO₂-laser. Zürich: Med. Habil.-Schrift, 2004.
- Freitas AC, Pinheiro AL, Miranda P, Thiers FA, Vieira AL. Assessment of anti-inflammatory effect of 830nm laser light using C-reactive protein levels. *Braz Dent J* 2001;12:187-190.
- Frentzen M, Sculean A, Visser H. Laser in der Parodontologie. Wissenschaftliche Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn, Mund- und Kieferheilkunde. *Dtsch Zahnärztl Z* 2005;60:303-304.
- Friedrich R, Burkhardt A. Erkrankungen der Mundschleimhaut und der Lippen. In: Horch HH (Hrsg). *Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie*. München: Elsevier, 2007:797-820.
- Gordy E, Drabkin DL. Determination of the oxygen saturation of blood by a simplified technique, applicable to standard equipment. *J Biol Chem* 1957;227:285-299.
- Gerlach KL, Roodenburg JL, Herzog M et al. Die Therapie oraler Leukoplakien mit dem CO₂-Laser. Langzeitergebnisse aus drei Kliniken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993;48:48-53.
- Gouw-Soares S, Tanji E, Haypek P, Cardoso W, Eduardo CP. The use of Er:YAG, Nd:YAG and Ga-Al-As lasers in periapical surgery: a 3-year clinical study. *J Clin Laser Med Surg* 2001;19:193-198.
- Horch HH. Laser-Osteotomie und Anwendungsmöglichkeiten des Lasers in der oralen Weichteilchirurgie. Eine tierexperimentelle und klinische Studie. Berlin: Quintessenz, 1983.
- Ivanenko MM, Fahimi-Weber S, Mitra T, Wierich W, Hering P. Bone tissue ablation with sub-microS pulses of a Q-switch CO₂ laser: histological examination of thermal side effects. *Lasers Med Sci* 2002;17:258-264.
- Keller U. Die ablative Wirkung des Erbium YAG-Lasers an oralen Hart- und Weichgeweben. Ulm: Med. Habil.-Schrift, 1989.
- Komori T, Yokoyama K, Takato T, Matsumoto K. Clinical application of the erbium:YAG laser for apicoectomy. *J Endod* 1997;23:748-750.
- Kreisler MB, Haj HA, Noroozi N, Willershausen B. Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery – a randomized double blind clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33:38-41.
- Kucerova H, Dostalova T, Himmlova L, Bartova J, Mazanek J. Low-level laser therapy after molar extraction. *J Clin Laser Med Surg* 2000;18:309-315.
- Maiorana C, Salina S. Oral soft tissue pathologies: long term evaluation after laser treatment. *J Oral Laser Appl* 2001;1(Suppl):20.
- Moritz A, Gutknecht N, Goharkhay K et al. The carbon dioxide laser as an aid in apicoectomy: an in vitro study. *Laser Med Surg* 1997;15:185-188.
- Stopp S, Deppe H, Lueth T. A new concept for navigated laser surgery. *Lasers Med Sci* 2007; 28:(Epub ahead of print).
- Van Doorne L, Vanderstraeten C, Rhem M, de Meulemeester J, Wackens G. CO₂ laser sterilization in periradicular surgery: a clinical follow-up study. *Rev Belge Med Dent* 1996; 51:73-82.
- Wilder-Smith R, Arrastia AM, Liaw LH, Berns M. Incision properties and thermal effects of three CO₂-lasers in soft tissue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:685-691.