

Aplicaciones del láser de CO₂ en Odontología



García-Ortiz de Zárate,
Fernando

Uses of CO₂ laser in dentistry

García-Ortiz de Zárate,
Fernando*
España-Tost,
Antonio Jesús**
Berini-Aytés, Leonardo***
Gay-Escoda, Cosme****

* Odontólogo. Residente del Máster de Cirugía e Implantología Bucal. Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona.

** Médico Estomatólogo. Profesor Asociado de Cirugía Bucal y Profesor del Máster de Cirugía Bucal e Implantología Bucofacial. Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona.

*** Médico Estomatólogo. Cirujano Maxilofacial. Profesor Titular de Patología Quirúrgica Bucal y Maxilofacial. Profesor del Máster de Cirugía Bucal e Implantología Bucofacial. Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona.

**** Médico Estomatólogo. Cirujano Maxilofacial. Catedrático de Patología Quirúrgica Bucal y Maxilofacial. Director del Máster de Cirugía Bucal e Implantología Bucofacial. Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona. Cirujano Maxilofacial del Centro Médico Teknon. Barcelona.

Resumen: La incorporación de las nuevas tecnologías en las ciencias de la salud es, hoy en día, una realidad, ante la cual los profesionales sanitarios deben estar preparados. La tecnología láser ofrece numerosas ventajas en casi la totalidad de las especialidades odontológicas. De la amplia gama de láseres disponibles, el láser de CO₂ destaca por sus aplicaciones en el ámbito de la cirugía bucal, especialmente en la cirugía de los tejidos blandos, aunque su uso también ha sido estudiado en otras disciplinas como la odontología conservadora y la endodoncia. Su uso no está exento de riesgos, y el odontólogo especializado en cirugía bucal debe poseer los conocimientos y las habilidades pertinentes para su utilización. Las características del láser de CO₂ permiten una cirugía rápida y cómoda para el profesional y unas molestias postoperatorias mínimas para el paciente.

Palabras clave: Láser de CO₂, Láser en Odontología, Cirugía bucal.

Abstract: At present, the incorporation of new technologies in the health sciences field is a reality for which healthcare professionals must be prepared. The laser technology offers numerous advantages in almost all the dental specialties. Although its use has been studied in restorative dentistry and endodontics, of the wide range of lasers available, the CO₂ laser stands out in the area of oral surgery, specially in soft tissue surgery. Its use is not free of risks, and the specialist in oral surgery has to possess the knowledge and pertinent skills for its utilization. The features of the CO₂ laser allow for a quick and comfortable surgery for the professional and minimal post-op inconveniences for the patient.

Key words: CO₂ laser, Laser in dentistry, Oral surgery.

Correspondencia

Cosme Gay Escoda
Centro Médico Teknon
C/ Vilana 12
08022 Barcelona
E-mail: cgay@ub.edu
http:// www.gayescoda.com

Fecha recepción	Fecha última revisión	Fecha aceptación
25-4-2000	26-2-2001	19-3-2001

BIBLID [1138-123X (2004)9:5; septiembre-octubre 477-612]

García-Ortiz de Zárate F, España-Tost AJ, Berini-Aytés L, Gay-Escoda C. Aplicaciones del láser CO₂ en Odontología. RCOE 2004;9(5):567-576.

Introducción

Hace aproximadamente 30 años se comenzó a utilizar el láser de CO₂ como opción terapéutica para el tratamiento de diversas patologías en el ámbito de la cirugía bucal, como queda reflejado en trabajos como el de Kaplan y Sharon que en 1973 realizaron con éxito la exéresis de un hemangioma cavernoso del labio superior, o el de Guerry, que describió en 1976, la utilización del láser de CO₂ en lesiones superficiales de la cavidad bucal y para la exéresis de las leucoplasias, ambos citados por España y cols¹. Desde entonces han sido más de 12.000 las publicaciones recopiladas en referencia a las características, ventajas y aplicaciones del láser de CO₂ en Odontología^{1,2}.

Hoy en día se ha convertido, para aquellos profesionales adecuadamente entrenados en su uso, en una herramienta indispensable en la actividad quirúrgica diaria. De hecho, en consecuencia con las numerosas ventajas que ofrece, se puede afirmar que para algunas patologías concretas, es la técnica de elección.

El efecto tisular del láser de CO₂ se produce principalmente por la generación de calor. Este calor puede dar como resultado un ligero aumento de la temperatura o bien la carbonización, fusión o vaporización del material irradiado. La acción sobre los tejidos se producirá en dos tiempos. En el primero, la energía óptica se convierte en energía de vibración de las moléculas que absorben la radiación. En el segundo, esta energía se transforma en energía de translación, la cual, se acompaña de un aumento de la temperatura muy focalizado y de la consiguiente descomposición química. El

rayo láser de CO₂ es totalmente absorbido por el agua, incluso en tejidos de poco espesor. Así, cuando sometemos un tejido hidratado a un haz de luz láser de CO₂, se produce una evaporación del agua, seguida de una desnaturalización celular y por tanto, de un efecto de corte. Es por esta absorción por parte del agua que el láser de CO₂ será poco penetrante en los tejidos blandos bucales¹.

Láser de CO₂

Concepto

Es un láser de gas que utiliza para su emisión una descarga eléctrica que excita una mezcla de helio, nitrógeno y CO₂ contenida en un tubo de cuarzo^{1,3}. Las moléculas excitadas de nitrógeno emiten fotones que, por colisión, transmiten su energía a las moléculas de CO₂^{2,4,5}; éstas darán lugar a la emisión estimulada de fotones que, tras una serie de transiciones entre varios estados moleculares, formarán el haz final de luz láser. Esta luz, al tener su longitud de onda dentro del espectro infrarrojo y ser por tanto una luz no visible (10600nm normalmente aunque están descritas unidades experimentales que emiten a 9600 nm)⁶, suele ir acompañada (dependiendo del fabricante) de un segundo láser, éste de He-Ne de 2 mW, que emite una luz de color rojo visible y constituye el rayo guía, que nos ayudará a visualizar el punto de impacto.

Siguiendo las clasificaciones en cuanto a medidas de seguridad se refiere, tanto europeas (ISO) como norteamericanas (ANSI), se trata de un láser de clase IV (pertenecen a esta clase todos aquellos láseres cuyo rendimiento continuo de potencia esté sobre los

0,5 W y requieran máximas medidas de seguridad)¹.

Características

Estos láseres pueden mantener unos niveles continuos y muy altos de potencia. El dióxido de carbono produce la luz láser mientras el nitrógeno ayuda a aumentar la eficacia excitando al CO₂, haciéndolo emitir con más intensidad en el proceso. El helio tiene un papel doble, ayudando al CO₂ a volver al estado de reposo y favoreciendo la transferencia de calor¹.

Hay tres tipos principales de láseres de dióxido de carbono, el de flujo axial, el de flujo transversal, y el de tubo sellado. Los dispositivos de tubo sellado son los utilizados en diferentes disciplinas médicas y odontológicas y son similares a los láseres de iones de He/Ne en los cuales el gas es mantenido dentro del cilindro del tubo durante su uso. Las únicas diferencias clave son el tamaño del tubo y su calibre, ya que el dispositivo está diseñado para funcionar usando la longitud de onda del CO₂, que es ampliamente superior. La potencia de los láseres sellados de CO₂ varía desde unos pocos vatios a alrededor de 100 W¹.

La energía que liberan puede ser expulsada de dos modos: en formato de onda continua, o en pulsos discontinuos^{1,3}.

Algunos láseres de CO₂ comercializados

Son muchos los modelos de láser de CO₂ empleados en Odontología (Luxor LX 20 SP, Ultrapulse 5000, Sharplan 733, Sharplan 1100, UltraPulse Encore, NovaPulse™ Series, Lasersat 5 y 20 W, Opus Duo EC, etc). El profesional que adquiera un láser de este tipo, deberá

Tabla 1: Características y datos de interés de algunos láseres de CO₂ disponibles en el mercado español

SMARTOFFICE PLUS® (DEKA)	Medio: CO ₂ Longitud de onda: 10.6 micras Potencia máxima: 25 W (incrementos de 1 W). Control de pulsos: 10 niveles de duración de pulso. Control de emisión: Modo continuo. Modo Tren de disparos: 0,1 a 9,9 seg. Luz guía: He-Ne
OPUS DUO EC® (OPUS DENT)	Medio: CO ₂ Longitud de onda: 10.6 micras Potencia máxima: 10 W. Control de emisión: Modo continuo. Modo Tren de disparos. Luz guía: Láser de diodos (rojo 655 nm, 3mW).
SMARTCLINIC® (DEKA)	Medio: CO ₂ Longitud de onda: 10.6 micras Potencia máxima: 50 W (incrementos de 1 W). Control de pulsos: 10 niveles de duración de pulso. Autorrepetición: 0,4 segundos Control de emisión: Modo continuo. Modo Tren de disparos: 0,1 a 9,9 seg. Luz guía: He-Ne
SMARTPULSE® (DEKA)	Medio: CO ₂ Longitud de onda: 10.6 micras Potencia máxima: 35 W (incrementos de 1 W). Control de pulsos: 10 niveles de duración de pulso. Autorrepetición: 0,4 segundos Control de emisión: Modo continuo. Modo tren de disparos: 0,1 a 9,9 seg. Luz guía: He-Ne Posibilidad de programar secuencias de 999 pulsos consecutivos y memorizar 25 secuencias distintas
NOVAPULSE® (ESC SHARPLAN)	Medio: CO ₂ Longitud de onda: 10.6 micras Potencia máxima: 2-20 W (incrementos de 1 W). Control de emisión: Modo continuo. Modo tren de disparos. Luz guía: He-Ne Posibilidad de memorizar 20 secuencias de pulsos distintas

estudiar a fondo las características de éste y usarlo de acuerdo con las indicaciones del fabricante (tabla1).

Aplicaciones

De las diferentes aplicaciones del láser de CO₂ en Odontología, la cirugía

de tejidos blandos es la indicación principal de este instrumento terapéutico. No obstante ésta utilidad no es la única. A continuación se comentarán las distintas áreas de la Odontología donde se puede encontrar alguna aplicación para decidir el uso de este láser frente a los tratamientos convencionales.

Odontología conservadora

A diferencia de otros láseres, como el de Er:YAG o el de Er,Cr:YSGG, cuando se utiliza el láser de CO₂, en general, será siempre recomendable el uso de soluciones anestésicas¹¹.

En las disciplinas que conforman la odontología conservadora, las aplicaciones descritas con mayor frecuencia en la bibliografía son: la descontaminación de fosas y fisuras, y en especial, la descontaminación de la superficie de la pulpa dentaria previa a la realización de un recubrimiento pulpar directo (fig. 1). No obstante, el calor generado durante la irradiación (aun usando potencias bajas y un tiempo amplio entre pulsos) aumenta de manera considerable el riesgo de producir una pulpitis iatrogénica, por lo que el uso del láser de CO₂ no es el tratamiento de elección en estos casos, existiendo además, otros láseres que evitan tal riesgo^{11,2,5,7}.

Endodoncia

Las nuevas técnicas de endodoncia, que incorporan alta tecnología como localizadores de ápice, instrumentación rotatoria, endodoncia ultrasónica, guta-percha termocondensable, etc., han elevado mucho los porcentajes de éxito de los tratamientos de conductos en los últimos años. No obstante, resulta evidente que el resultado de estos tratamientos depende de la reducción de las bacterias presentes en el conducto radicular y por esto, algunos autores recomiendan el uso del láser de CO₂ a fin de conseguir la descontaminación del conducto radicular previa a su obturación definitiva. En la actualidad, no existen trabajos que soporten esta opción terapéutica de manera determinante^{11,9}.

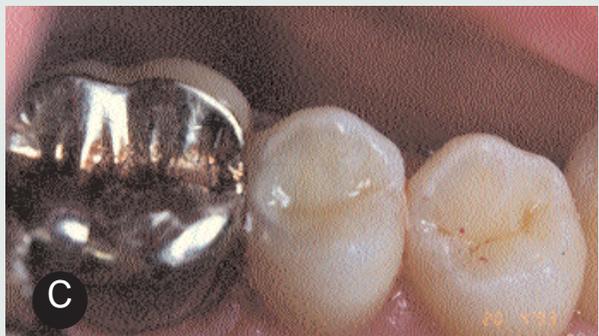


Figura 1. Caries en un 3.5. (A) Preparación de una cavidad clase I con material rotatorio. (B) Aplicación del láser de CO₂ en el fondo de la cavidad. (C) Reconstrucción dentaria con composite.

Cirugía Bucal

En esta especialidad odontológica es donde el profesional apreciará y aprovechará en mayor medida las ventajas del láser de CO₂. Éstas son:

- Cirugía limpia.
- Ausencia de diseminación celular por vía hemática/linfática.



Figura 2. Hiperplasia gingival de etiología farmacológica. (A) Aspecto preoperatorio. (B) Postoperatorio inmediato. (C) Postoperatorio a la semana. (D) Postoperatorio a las dos semanas.



Figura 3. Frenillo labial superior. (A) Aspecto preoperatorio. (B) Postoperatorio inmediato. (C) Postoperatorio a las 2 semanas.

- Ausencia o reducción del edema y del dolor postoperatorios.
- No es preciso suturar.
- Cirugía exangüe (el láser sella los vasos sanguíneos de calibre inferior a 0,5mm, que son los responsables de la mayoría de hemorragias per y postoperatorias).
- Reduce la duración de la intervención quirúrgica.

Las intervenciones quirúrgicas son relativamente sencillas de realizar, pero requieren un aprendizaje y un entrenamiento previos por dos motivos fundamentales: el primero es que no existe contacto físico entre la pieza de mano y los tejidos, por lo que no se tiene sensación táctil y se pierde la referencia de profundidad. El segundo es que si el aparato utilizado conduce el haz de luz desde la fuente emisora hasta la pieza de mano mediante un brazo articulado, el profesional deberá practicar en el manejo del mismo, puesto que muchas veces puede resultar de manipulación engorrosa y desviar el haz de luz del punto donde se pretende incidir.

Las intervenciones quirúrgicas deberán efectuarse en un local cerrado, bien ventilado y será obligatorio el uso de gafas de protección, ya que la luz láser se absorbe por el humor acuoso y

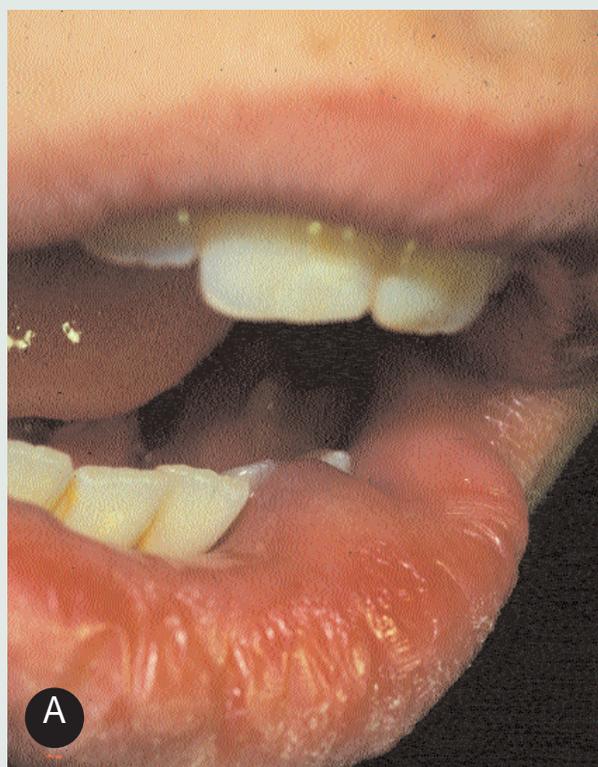
existe un alto riesgo de producir daños oculares. Estas gafas deberán ser utilizadas por todo el personal sanitario y por el paciente.

En cuanto al acto quirúrgico propiamente dicho, también se deberán tener ciertas precauciones. El láser de CO₂ se aplicará sobre los tejidos blandos y no sobre los tejidos duros. Esto obliga a proteger los dientes y las corticales óseas cuando se esté trabajando cerca de ellos. Todo el material que se utilice durante la intervención quirúrgica deberá ser mate, por lo cual si se pretende usar utensilios metálicos tales como espejos de exploración, sondas, etc., éstos deberán ser previamente chorreados con arena o cubiertos con fundas, a fin de no reflejar el haz de luz.

Se utilizará anestesia en todos los casos, siendo generalmente suficiente con la infiltración de una solución anestésica a nivel local. La cobertura

antibiótica no suele ser necesaria. El calor que se genera en el punto de contacto de la luz láser con los tejidos hace que los bordes de la herida tengan un nivel de contaminación bacteriana ínfima, hecho que puede justificar en ocasiones esta técnica, recordando, además, que en estas intervenciones quirúrgicas sólo la luz láser toca el lecho quirúrgico.

Durante el manejo de este tipo de láser, debemos recordar que la profundidad de corte dependerá del tamaño del spot, la potencia utilizada y el tiempo de aplicación. Mediante la utilización de altas potencias o impactando repetidas veces en el mismo punto se irá profundizando paulatinamente formándose una cuña de vaporización celular. Mediante el control de la potencia y el tiempo, el profesional podrá variar la profundidad de trabajo, aspecto espe-



cialmente importante cuando se trabaja en la cavidad bucal, territorio en el que un error de cálculo en este sentido podría provocar la lesión de estructuras anatómicas importantes.

El láser de CO₂ nos permite dos tipos fundamentales de acciones sobre los tejidos blandos: el corte y la vaporización. Se trata de efectos que dependerán fundamentalmente de la focaliza-

ción del haz de luz. Cuando el haz está focalizado, el área sobre la que actúa se reducirá a un punto, permitiendo de este modo efectuar una incisión fina. Si por el contrario el haz se desfocaliza, el área irradiada será mayor y se producirá la vaporización del tejido. El odontólogo debe prestar especial atención a este aspecto cuando se trata de hacer la exéresis-biopsia de una lesión

bucal cuyo diagnóstico definitivo no está claro. El haz deberá de ser lo más focalizado posible para evitar el efecto térmico y facilitar el estudio anatomopatológico de la muestra, especialmente de los bordes de resección^{17,16}.

Las principales indicaciones de este tipo de láser en Cirugía Bucal son las siguientes:

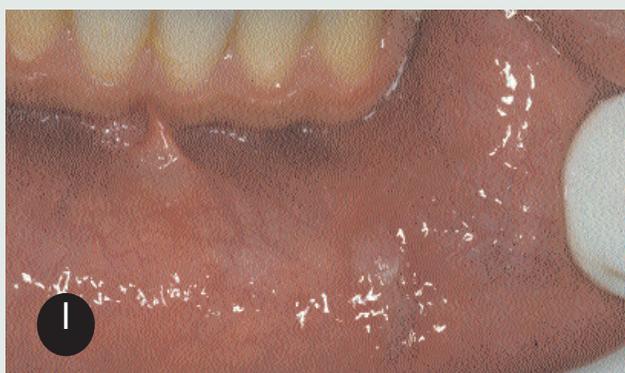


Figura 4. Mucocele en el labio inferior.

(A) Aspecto preoperatorio. (B) Incisión. (C) Disección de la tumoración. (D) Enucleación. (E) Especimen para estudio anatomopatológico. (F) Aspecto postoperatorio inmediato. (G) Aspecto postoperatorio a los 7 días. (H) Aspecto postoperatorio a las 2 semanas. (I) Aspecto postoperatorio a las 3 semanas.

se debe proteger los dientes de manera eficaz para evitar su posible lesión. Para ello basta con colocar una gasa embebida con una solución salina isotónica o con agua destilada estéril encima de los dientes^{11,12-14}.

Cirugía periapical

Aunque el láser de CO₂ no es el más adecuado para ello, se puede utilizar en alguna de las fases de la cirugía periapical, recordando que la eliminación del tejido óseo (ostectomía) hasta llegar a la lesión periapical no se debe hacer nunca con este láser. Su uso se limitará a la incisión y a la preparación del colgajo, a la vaporización de la lesión a 5 W en modo continuo (siempre que no sea necesario conservar el tejido para su estudio anatomopatológico) y para obtener la descontaminación de la caja de obturación retrógrada mediante uno o dos disparos a 1,5 W de potencia. Una de las principales ventajas de este tipo de láser en esta técnica es la de conseguir una buena hemostasia, lo que además nos facilitará obtener un buen sellado retrógrado, eliminando así la filtración marginal^{11,16}.

Cirugía periodontal

Mediante la radiación con láser se puede conseguir la volatilización del tejido de granulación de las bolsas periodontales, posterior a la preparación de un colgajo gingival clásico, y posteriormente la descontaminación de las bolsas con el haz de luz desfocalizado. No obstante esta aplicación no suprime la necesidad del raspaje y

alisado radicular clásico.

Otra indicación del láser de CO₂ es la reducción y/o eliminación de las hiperplasias gingivales, donde se consiguen excelentes resultados (fig. 2), eliminando el tejido sobrante mediante vaporización con el haz de luz desfocalizado a una potencia aproximada de 10 W y focalizando después para contornear la encía. En estos casos siempre

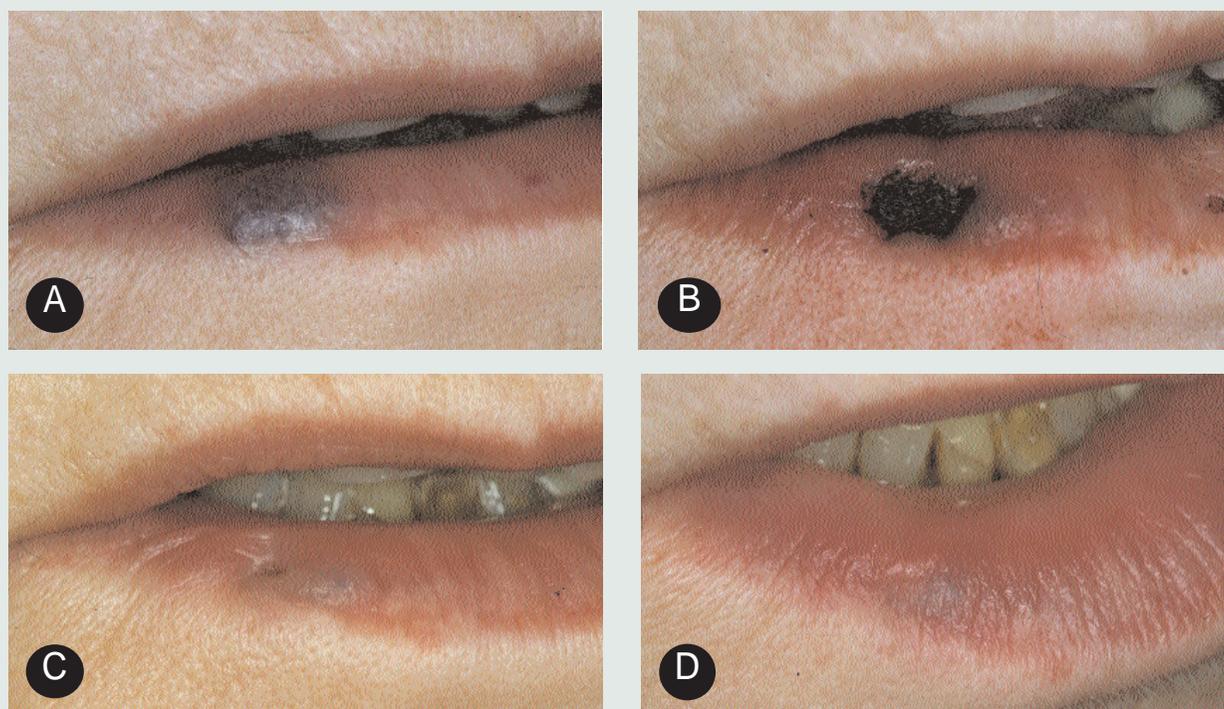


Figura 5. Angioma en el labio inferior. (A) Aspecto preoperatorio. (B) Postoperatorio inmediato. (C) Postoperatorio a las dos semanas. (D) Postoperatorio a los 2 meses.

Cirugía preprotésica

Las bridas fibrosas, los frenillos bucales (fig. 3), las hipertrofias gingivales y otras alteraciones de la fibromucosa que imposibilitan el buen asentamiento de las prótesis, son fácilmente solucionables mediante la aplicación del láser de CO₂ a potencias entre 5 y 10 W. Las intervenciones quirúrgicas son sencillas y extremadamente rápidas y los postoperatorios agradables para los pacientes. Para la exéresis de este tipo de lesiones (frenillos, bridas fibrosas, hipertrofias, épulis fisurado, etc.) se utilizará el haz de luz focalizado¹⁶.

Tratamiento quirúrgico de las lesiones benignas de los tejidos blandos bucales

Ante la presencia de una lesión en la mucosa bucal, siempre se preferirá la exéresis a la vaporización por la necesidad de poder disponer de un adecuado material hístico para hacer un correcto estudio anatomopatológico (fig. 4). Por este motivo se procurará utilizar el láser con el haz de luz focalizado a una potencia variable según el tejido a tratar.

Si la lesión es superficial y extensa, se recomienda hacer una biopsia incisional de uno o varios fragmentos, y una vez confirmado que se trata de una lesión benigna, se procederá a la vaporización de toda la lesión restante. De esta forma, la técnica quirúrgica es sencilla y disminuimos considerablemente las molestias y secuelas postoperatorias, hechos que no podemos esperar

de ningún otro método quirúrgico. Por tanto, podrá utilizarse el láser de CO₂ para la exéresis de prácticamente la totalidad de las lesiones benignas que pueden aparecer en los tejidos blandos de la cavidad bucal incluyendo fibromas, adenomas, lipomas, granulomas, angiofibromas irritativos (épulis), angiomias y lesiones de origen vírico, especialmente, las producidas por el virus del papiloma humano (VPH).

El VPH es un microorganismo que presenta tropismo por los epitelios y su capacidad autoinoculante está bien demostrada. El hecho de no producir sangrado en la exéresis de este tipo de lesiones, limita en gran medida la posibilidad de recidiva.

En las lesiones muy vascularizadas (fig. 5), como los hemangiomas o los

angiofibromas, será la técnica de elección al permitir que el campo operatorio quede prácticamente exangüe durante toda la intervención quirúrgica^{17,2,16}.

Tratamiento quirúrgico de las lesiones premalignas de la mucosa bucal

En el caso de las leucoplasias con un aspecto clínico premaligno, como son las leucoplasias verrugosas o ante otras entidades de pronóstico dudoso como el liquen plano erosivo, el tratamiento con el láser de CO₂ ofrece como ventaja principal un buen postoperatorio y la reducción del riesgo de diseminación hemática o linfática de posibles células malignas. Por otro lado, la técnica no está exenta de riesgos importantes. Los márgenes del espécimen quedan modificados por el efecto térmico, lo cual dificulta enormemente el estudio histológico, lo que motiva que el control postoperatorio ha de ser muy escrupuloso. Además, las recidivas de estas lesiones no son

raras ya que el control de los márgenes en profundidad es complicado. El uso del láser de CO₂ para hacer la exéresis de lesiones malignas obtiene resultados muy controvertidos dependiendo del estudio revisado. No obstante, el postoperatorio es ciertamente mejor cuando los pacientes son intervenidos con este tipo de láser y además se reduce el riesgo de diseminación de las células tumorales, pero nuevamente el control intraoperatorio de los márgenes es muy complicado lo que puede favorecer la recidiva de este tipo de lesiones^{17,17-20}.

Implantología

Puede efectuarse la exéresis de la encía queratinizada con el fin de liberar el tapón de cicatrización en las segundas fases quirúrgicas, aunque debemos recordar que es más aconsejable mantener, en lo posible, la encía adherida a fin de no comprometer la estética de la rehabilitación. Por este motivo, es más aconsejable el uso del bisturí convencio-

nal. No obstante, en aquellos casos en los que se disponga de abundante encía queratinizada, o cuando los requerimientos estéticos no sean excesivos, puede ser eliminada con este tipo de láser. Con esta técnica obtenemos una gran reducción del tiempo quirúrgico y el campo es exangüe, pero no es el método de elección ya que el efecto térmico colateral generado por el láser podría influir de manera negativa en la osteointegración del implante²¹⁻²³.

Bibliografía recomendada

Para profundizar en la lectura de este tema, el/los autor/es considera/an interesantes los artículos que aparecen señalados del siguiente modo: *de interés **de especial interés.

- 1.** España Tost AJ, Velasco Vivancos V, Gay Escoda C, Berini Aytés L, Arnabat Dominguez J. **Aplicaciones del láser de CO₂ en Odontología**. Madrid: Ergon, 1995.
En este libro se especifican tanto las características técnicas como las aplicaciones clínicas del láser de CO₂ de manera amplia, ordenada y detallada. En él se hace especial mención a los usos quirúrgicos de este tipo de láser.
2. Stabholz A, Zeltser R, Sela M, Peretz B, Moshonof J. **The use of lasers in dentistry: Principles of operation and clinical applications**. Compend Contin Educ Dent 2003;24:935-48.
3. Pick RM. **Lasers in dentistry: Where we are today**. Dent Today 2000;19:50-3.
- 4.* Coluzzi DJ. **An overview of laser wavelengths used in dentistry**. Dent Clin North Am 2000;44:753-65.
La lectura de este artículo ayuda a entender el diferente comportamiento de los tejidos frente a la energía láser, según la diferente absorción de la energía por parte de los mismos.
5. Convisser RA, Goldstein EE. **A combined carbon dioxide/erbium laser for soft and hard tissue procedures**. Dent Today 2001;20:66-71.
6. Mullejans R, Eyrich G, Raab WH, Frentzen M. **Cavity preparation using a superpulsed 9.6-microm CO₂ laser**. A histological investigation. Lasers Surg Med 2002;30:331-6.
7. Fuhrmann R, Gutknecht N, Magunski A, Lampert F, Diedrich P. **Conditioning of enamel with Nd:YAG and CO₂ dental laser systems and with phosphoric acid. An in-vitro comparison of the tensile bond strength and the morphology of the enamel surface**. J Orofac Orthop 2001;62:375-86.
8. Koepp WG, Butow KW, Swart TJ. **Thermal coagulation caused by different power settings of CO₂ laser surgery**. SADJ 2002;57:318-22.

9. Turkmen C, Gunday M, Karacorlu M, Basaran B. **Effect of CO₂, Nd:YAG, and ArF excimer lasers on dentin morphology and pulp chamber temperature: An *in vitro* study.** J Endod 2000;26:644-8.
10. Amyra T, Walsh LT, Walsh LJ. **An assessment of techniques for dehydrating root canals using infrared laser radiation.** Aust Endod J 2000;26:78-80.
11. Kesler G, Koren R, Kesler A, Hay N, Gal R. **Three years of clinical evaluation of endodontically treated teeth by 15 F CO₂ laser microprobe: *in vivo* study.** J Clin Laser Med Surg 1999;17:111-4.
12. Miyazaki A, Yamaguchi T, Nishikata J, y cols. **Effects of Nd:YAG and CO₂ laser treatment and ultrasonic scaling on periodontal pockets of chronic periodontitis patients.** J Periodontol 2003;74:175-80.
13. Research, Science and Therapy Committee of the American Academy of Periodontology. **Lasers in periodontics.** J Periodontol 2002; 73:1231-9.
14. Choi KH, Im SU, Kim CS, Choi SH, Kim CK. **Effect of the carbon dioxide laser on the clinical parameters and crevicular IL-1beta when used as an adjunct to gingival flap surgery.** J Int Acad Periodontol 2004;6:29-36.
15. Guelmann M, Britto LR, Katz J. **Cyclosporin-induced gingival overgrowth in a child treated with CO₂ laser surgery: A case report.** J Clin Pediatr Dent 2003;27:123-6.
16. Strauss RA. **Lasers in oral and maxillofacial surgery.** Dent Clin North Am 2000;44:851-7.
17. Thomson PJ, Wylie J. **Interventional laser surgery: An effective surgical and diagnostic tool in oral precancer management.** Int J Oral Maxillofac Surg 2002;31:145-53.
18. Satorres Nieto M, Gargallo Albiol J, Gay Escoda C. **Manejo quirúrgico de la queilitis actínica.** Med Oral 2001;6:205-17.
19. Dunsche A, Harle F. **Precancer stages of the oral mucosa: A review.** Laryngorhino-otologie 2000;79:423-7.
20. Gooris PJ, Roodenburg JL, Vermey A, Nauta JM. **Carbon dioxide laser evaporation of leukoplakia of the lower lip: A retrospective evaluation.** Oral Oncol 1999;35:490-5.
21. Bornstein E. **Combining multiple technologies to perform minimally invasive laser-assisted dental implant surgery.** Dent Today 2003; 22:52-5.
22. Deppe H, Greim H, Brill T, Wagenpfeil S. **Titanium deposition after peri-implant care with the carbon dioxide laser.** Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:707-14.
23. Kreisler M, Gotz H, Duschner H. **Effect of Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, CO₂, and GaAIAs laser irradiation on surface properties of endosseous dental implants.** Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:202-11.