

Uso de láser KTP para el tratamiento fonomicroquirúrgico del cáncer glótico y otras lesiones benignas de la laringe: análisis comparativo con el láser de CO₂¹

Fermín M Zubiaur Gomar,* Rafael García Palmer,** Héctor de la Garza Hesles***

Resumen

ANTECEDENTES

El láser de CO₂ ha sido el de elección en la laringología durante décadas y ha dado pie al uso de nuevos tipos de láser.

OBJETIVOS

Analizar las características físicas del láser de CO₂ y de otros tipos de láser disponibles, en específico del KTP, así como demostrar la utilidad de los láseres fotoangiolíticos en la microfonocirugía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se revisaron artículos sobre los tipos de energía de láser aplicados a la otorrinolaringología, en particular en la laringología. Posteriormente se realizó un análisis comparativo entre el láser de CO₂ y los láseres fotoangiolíticos, y entre dos de éstos (PDL vs KTP). Se ejemplificó su uso práctico con casos clínicos.

RESULTADOS

El láser de CO₂ tiene una alta afinidad de absorción por el agua, por lo cual es muy útil para realizar cortes finos y resecciones amplias de tejidos. Los láseres fotoangiolíticos, específicamente el KTP, tienen una alta afinidad de absorción por la oxihemoglobina, por lo que se consideran un instrumento óptimo para el tratamiento de lesiones vasculares, tumorales, o ambas, cercanas al epitelio cordal.

CONCLUSIONES

Los láseres fotoangiolíticos, en especial el KTP, son una herramienta útil en lesiones vascularizadas de la laringe. Dicho láser ofrece grandes ventajas por encima del láser de CO₂, ya que disminuye la posibilidad de cicatrización inadecuada y preserva la integridad del epitelio cordal y de la delicada capa superficial de la lámina propia (cSLP).

Abstract

BACKGROUND

CO₂ laser has been the laser of choice in laryngology for decades and has served as a reference for the development of new types of laser.

OBJECTIVES

To analyze the characteristics of CO₂ and other types of available lasers, as well as to demonstrate the usefulness of photoangiolytic lasers, specifically KTP, for microphonosurgery.

MATERIAL AND METHODS

We reviewed medical literature searching for the otolaryngologic applications of the different types of available lasers, primarily in the field of laryngology. A comparative analysis was then conducted: between CO₂ and photoangiolytic lasers and between the two most commonly used photoangiolytic lasers: PDL vs KTP. The practical use of these lasers was demonstrated with clinical cases.

RESULTS

CO₂ laser has a high absorption affinity for water, for that it is highly effective for fine tissue cutting and bloc resections. Photoangiolytic lasers, specifically KTP laser, have a high absorption affinity for oxyhemoglobin, so they are a useful alternative for vascular and tumoral lesions that are in intimate contact with the delicate vocal fold epithelium.

CONCLUSIONS

Photoangiolytic lasers, specifically KTP, must be considered a useful alternative in vascularized laryngeal lesions. This particular type of laser offers great advantages over CO₂ laser, as lowering the risk of inadequate scarring as well as maintaining the integrity of vocal fold epithelium and superficial lamina propria (SLP).

Palabras clave:

láser, laringe, cuerdas vocales, cáncer glótico, papilomatosis, KTP, CO₂

Key words:

laser, larynx, vocal cords, glottic cancer, papillomatosis, KTP, CO₂

Introducción

El láser, acrónimo de *light amplification by stimulated emission of radiation*, ha formado parte fundamental de la cirugía otorrinolaringológica, y con el paso del tiempo ha tenido cambios importantes que lo han convertido en una de las herramientas quirúrgicas más útiles, particularmente en el campo de la laringología. La otorrinolaringología fue la primera de las especialidades quirúrgicas en donde se reconocieron las ventajas del láser de dióxido de carbono (CO₂), que posteriormente se aplicaron a situaciones clínicas de manera rutinaria;¹⁻³ lo anterior gracias a la imaginación, creatividad y determinación de precursores en la medicina y la ingeniería.

En este trabajo se revisa la evolución histórica del láser y el desarrollo de nuevas modalidades a través del tiempo. En particular, se destacan las ventajas y aplicaciones del láser fotoangiolítico KTP y su utilidad en la fonomicrocirugía moderna, y se compara física y clínicamente con el láser de CO₂.

Historia Los inicios del láser

Maiman, en 1960, descubrió el principio del láser utilizando el láser de rubí, el cual emitía luz a una longitud de onda de 0.69 μm, con un pulso corto de menos de un milisegundo. A este láser le siguió el Nd-vidrio, el cual fue descubierto en 1961 por Snitzer y tenía una potencia superior al láser rubí.¹ El gran problema con estos tipos de láser fue la baja absorción de luz por tejidos biológicos no pigmentados. Esto hizo que se administraran grandes cantidades de energía para lograr algún efecto, lo cual provocó calentamiento y lesión innecesaria a los tejidos sanos circundantes. A mediados de la década de 1960, se descubrió el láser de argón, el cual esencialmente ha reemplazado al láser rubí (sobre todo en oftalmología) debido a su mayor absorción por la hemoglobina y por su capacidad de ser distribuido en modalidad continua. Después de los resultados subóptimos con muchos de estos láseres, en 1964, Kumar Patel desarrolló el láser de dióxido de carbono (CO₂). Yahr y Strully iniciaron experimentos con este láser,

el cual funciona en el espectro infrarrojo y a una longitud de onda de 10,600 nm (10.6 μm).^{1,2} Estos experimentos dieron pie a que la American Optical Corporation diseñara el primer sistema de láser para cirugía con una potencia máxima en CO₂ de 50 watts (Figura 1).^{1,3}

De 1967 a 1970 se realizaron numerosos estudios con dicho sistema, pero es gracias al interés del Dr. Geza J Jako por la ingeniería biomédica y la microcirugía laríngea, que puede atribuírsele la aplicación del láser al campo de la otorrinolaringología. En 1965 realizó las primeras pruebas con láser de Nd-vidrio en laringes cadavéricas y posteriormente, en 1967, con el láser de CO₂. Con este último utilizó una pieza de mano diseñada por Bredemeier que permitía enfocar y desenfocar la luz emitida hacia los tejidos, logrando controlar la cantidad de energía que se aplicaba a los mismos. En 1969, Jako hizo el primer experimento *in vivo*; produjo lesiones discretas de 2 mm en una laringe canina y utilizó potencias de 5 a 30 watts con tiempos de exposición de un décimo a medio segundo; obtuvo como resultado un campo quirúrgico con poco sangrado y aceptable cicatrización de los tejidos.^{4,5} Estos estudios dieron lugar al desarrollo de una pieza de mano que pudiera incorporarse al microscopio quirúrgico con el objetivo de poder realizar microcirugía de laringe con láser a través de un laringoscopio. El Dr. Jako presentó su tesis a la Sociedad Americana de Laringología, Rinología y Otolología, argumentando que la microcirugía de laringe con láser de CO₂ estaba lista para ensayos clínicos. Fue así que en 1971 Strong y Jako iniciaron la microcirugía laríngea con láser en humanos con resultados prometedores; poco después, el Dr. Strong reportó el primer uso del láser de CO₂ para el tratamiento de carcinoma laríngeo en algunos casos seleccionados.^{1,4,5}

A partir de dichos estudios en la laringe, el uso del CO₂ se extendió a otras áreas dentro de la otorrinolaringología, y en 1972 se iniciaron las cirugías de amígdalas, lesiones de cavidad oral y posteriormente de la nariz y los senos paranasales.

¹ Presentado como curso monográfico en el XLI Congreso Nacional de la SMORLCCC, Mérida, 2011.

* Laringólogo adjunto.

** Otorrinolaringólogo adscrito.

*** Jefe del Servicio.

División de Laringología y Foniatría, Departamento de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, Hospital Ángeles Lomas.

Correspondencia: Dr. Fermín M Zubiaur Gomar. Clínica de la Voz y Deglución Lomas. Hospital Ángeles Lomas, consultorio 530, Vialidad de la Barranca s/n, colonia Valle de las Palmas, Huixquilucan, Estado de México, CP 52763.

Recibido: junio, 2012. Aceptado: agosto, 2012.

Este artículo debe citarse como: Zubiaur-Gomar FM, García-Palmer R, De la Garza-Hesles H. Uso de láser KTP para el tratamiento fonomicroquirúrgico del cáncer glótico y otras lesiones benignas de la laringe: análisis comparativo con el láser de CO₂. *An Orl Mex* 2012;57(4):189-195.

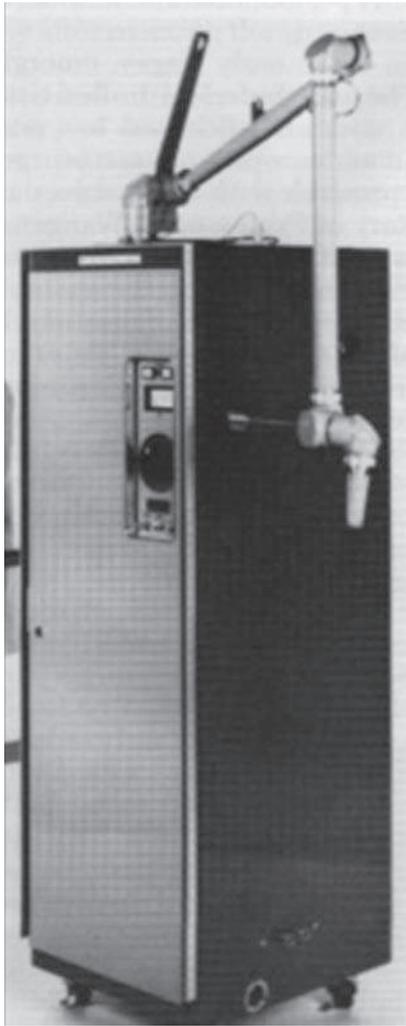


Figura 1. Primer láser de CO₂ (de Simpson GT, Shapshay SM. The use of lasers in otolaryngologic surgery. Otolaryngol Clin North Am 1983;16:737-827).

A principio de la década de 1980 aumentó la publicación de estudios sobre el tratamiento del cáncer en el árbol traqueobronquial con el láser Nd:YAG, el cual empezó a tener popularidad entre cirujanos de la vía aerodigestiva superior.⁶

La evolución de energías de láser

En la cirugía otorrinolaringológica se han utilizado diferentes tipos de láser que han ido evolucionando con el paso del tiempo; sin embargo, ninguno de ellos ha alcanzando la popularidad que durante años tuvo el láser de CO₂ (Figura 2).¹⁻³

El láser de argón, a una longitud de onda de 514 y 488 nm, se opera en modalidad continua y se aplica a través de fibras ópticas; es de color azul-verdoso. Se ha utilizado en cirugía otológica y endoscópica nasal, aunque de manera limitada debido a la elevada cantidad de calor que emite a los tejidos circundantes por su incapacidad para distribuir energía intermitente o pulsada.

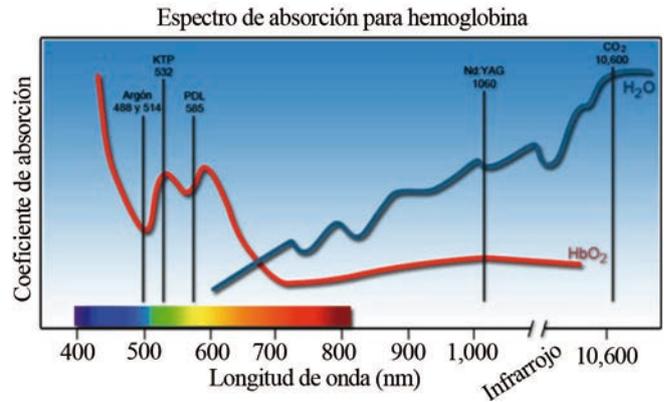


Figura 2. Espectros de absorción para oxihemoglobina de diferentes tipos de láser.

El láser Nd:YAG (granate de itrio y aluminio con dopaje de neodimio), a una longitud de onda de 1,060 nm (1.06 μ m), tiene la profundidad de penetración más grande que cualquiera de los láseres quirúrgicos, produciendo una zona homogénea de necrosis y coagulación térmica de 4 mm desde el sitio de impacto de la luz. Se aplica a través de fibras ópticas, y por sus características hemostáticas se ha usado principalmente en lesiones obstructivas traqueobronquiales y lesiones vasculares de cabeza y cuello. Tiene la desventaja de que la profundidad de penetración de energía es algo impredecible.

El láser Ho:YAG (granate de itrio y aluminio con dopaje de holmio), a una longitud de onda más larga de 2,100 nm (2.1 μ m), es un láser infrarrojo pulsado. Se transmite a través de fibras ópticas, tiene una corta profundidad de penetración y una buena capacidad para la ablación de hueso, por lo que se ha usado en cirugía otológica y cirugía endoscópica nasal. Tiene la desventaja de que genera demasiado calor en tejidos vecinos como para considerarse una herramienta habitual de trabajo.

El láser de tulio (granate de itrio y aluminio con dopaje de tulio) tiene una longitud de onda de 2,013 nm (2.01 μ m) y es altamente absorbido por el agua. Se ha presentado como una alternativa al láser de CO₂ por su capacidad para cortar tejidos, con la ventaja de que se transmite a través de fibras de vidrio, lo que permite cortes tangenciales dentro de la laringe.

El láser de colorante por bombeo (flash lamp pumped dye laser, FLDL) y el **láser diodo** han surgido como alternativas en la cirugía otorrinolaringológica; sin embargo, no se ha comprobado que sean superiores a los mencionados.

El presente y futuro de los láseres

A través del tiempo surgieron los láseres fotoangiolíticos, como el láser de colorante pulsado de 585 nm (*pulsed dye laser*, PDL), que emite una luz amarilla, y el láser pulsado

de potasio-titanil-fosfato de 532 nm (*potassium-titanyl-phosphate*, KTP), el cual emite una luz verde. Las ondas de longitud de estos láseres son bien absorbidas por la hemoglobina (existe una alta absorción de hemoglobina a 541 y 571 nm), haciendo que tengan una alta penetración hacia la sangre intraluminal en la microcirculación, lo que permite una distribución uniforme de calor en el vaso sanguíneo.^{7,8} La capacidad que tienen para ser utilizados con un ancho de pulso corto hace que se mantenga el calor en los vasos sanguíneos sin causar daño colateral por la conducción de éste a los tejidos blandos extravasculares. Este concepto se volvió fundamental en la laringología, ya que con los láseres fotoangioplásticos pueden resecarse lesiones vasculares como ectasias, pólipos hemorrágicos, displasias, cáncer y papilomas, entre otras, ofreciendo a la vez una apropiada hemostasia. Dichas características minimizan el traumatismo térmico ocasionado a la delicada microestructura de las cuerdas vocales, específicamente a la capa superficial de la lámina propia, manteniendo así su aplicabilidad. Lo anterior garantiza una adecuada oscilación de las cuerdas vocales y, en consecuencia, una correcta producción de sonido glótico.

Inicialmente se utilizaron los láseres fotoangioplásticos en conjunto con técnicas frías para lograr una resección más limpia, en especial para el tratamiento de displasias y papilomatosis laríngeas; sin embargo, con base en estudios realizados por Zeitels y colaboradores, se llegó a la conclusión de que con un láser fotoangioplástico dichas lesiones podían involucionar sin necesidad de resección.⁹⁻¹¹ Al tratar la microcirculación, pueden abordarse lesiones del epitelio sin necesariamente evaporizar los mismos (poco factible con los láseres no fotoangioplásticos) [Figura 3].

Material y métodos

A través de una revisión de la bibliografía médica indexada (MEDLINE), se compararon las características físicas de los láseres fotoangioplásticos con las del láser de CO₂, y se analizaron las aplicaciones clínicas de cada uno enfocadas a la microfonocirugía.

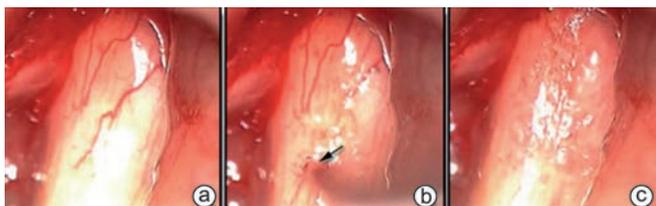


Figura 3. Ectasias tortuosas en la cuerda vocal izquierda durante una microlaringoscopia directa. **A.** Ectasias bajo visualización microscópica. **B.** Eliminación de ectasias con láser de KTP a través de fibra (flecha). **C.** Cuerda vocal izquierda vista inmediatamente después de la resección.

Ventajas y desventajas del láser de CO₂ y los láseres fotoangioplásticos

Láser de CO₂

El láser de CO₂ genera una reacción en los tejidos que resulta en lesión térmica, necrosis y cicatrización anómala de la capa superficial de la lámina propia, que en caso de manipular la comisura anterior conlleva un mayor riesgo de formación de sinequias.^{12,13} Tiene, además, una elevada absorción por agua, por lo que tejidos biológicos con un alto contenido de la misma absorben grandes cantidades de su energía y calor. Debido a las características mencionadas, la ventaja que ofrece el láser de CO₂ por encima de los demás es que se convierte en un instrumento sumamente efectivo para realizar cortes a través de tejidos en resecciones más amplias o profundas. Así también, al controlar o ajustar la cantidad de energía distribuida por el CO₂ hacia las cuerdas vocales, muchos cirujanos han sabido aprovechar las características físicas que ofrece este láser para suplir la función de “corte” que dan los instrumentos fríos (microtijeras, microbisturí). El láser de CO₂ puede aplicarse a través de fibras, lo que da la posibilidad de hacer cortes tangenciales en la laringe y usarlo fuera del quirófano a través de endoscopios flexibles con canales de trabajo. Los equipos más recientes proporcionan, además, la característica de modalidad pulsada, con la finalidad de disminuir el daño térmico a los tejidos adyacentes.^{14,15}

Láseres fotoangioplásticos

Los láseres fotoangioplásticos permiten que, en ciertos padecimientos, el cirujano manipule con mayor seguridad el borde vibratorio cordal de manera bilateral, al no retirar o evaporar por completo el epitelio, situación que ofrece una gran ventaja en caso de tener que abordar la comisura anterior.

Al usar este tipo de láseres en modalidad pulsada (a diferencia de la continua) se disminuye el daño térmico colateral extravascular de los tejidos, ya que el tiempo de entrega de energía es menor en relación con el tiempo de relajación térmica de los mismos.^{3,7,9}

Al usar los láseres fotoangioplásticos de manera adecuada, la regresión de algunos de los padecimientos antes mencionados se produce a través de la destrucción selectiva de la microvasculatura subepitelial y separación del epitelio de la capa superficial de la lámina propia subyacente, mediante la desnaturalización de las proteínas de enlace en la membrana basal (Figura 4); lo anterior resulta en una isquemia reversible de la mucosa patológica.^{9,11} Este mecanismo de angiólisis microvascular limita la supervivencia y el crecimiento de epitelio neoplásico o tumoral, al mismo tiempo que minimiza la citotoxicidad a las delicadas capas de la lámina propia. La limitación de estos láseres tiene que ver con su capacidad de corte hacia planos profundos, ya que a pesar de que logran

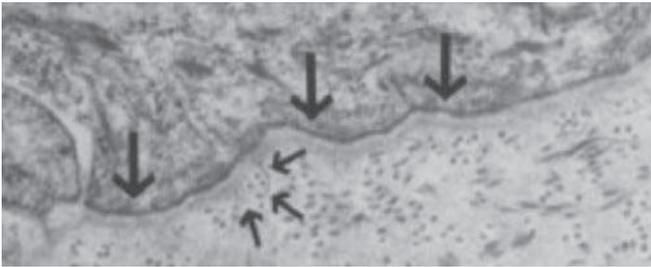


Figura 4. Relación de la membrana basal (flechas grandes) con las proteínas de enlace (flechas pequeñas) en la unión del epitelio con la lámina propia de una cuerda vocal (de Gray S, Pignatari SSN, Harding P. Morphologic ultrastructure of anchoring fibers in normal vocal fold basement membrane zone. J Voice 1994;8:48-52).

hacerlo cuando se utilizan en modalidad continua y a mayor número de watts, no alcanzan la misma energía que el láser de CO₂.

Análisis comparativo entre el láser PDL y el KTP

Se ha analizado la razón por la cual los láseres fotoangioplásticos ofrecen grandes ventajas para la fonomicrocirugía al compararlos con los demás; ahora hay que analizar las diferencias entre estos dos tipos de láseres y por qué el KTP ha ido reemplazando al PDL.

Se ha demostrado que la hemorragia en los tejidos manipulados por la energía del láser es inversamente proporcional a la duración del pulso que emite.^{7,8} El láser PDL tiene un ancho de pulso muy corto (0.5 ms), esto significa que el calor que genera se dosifica en muy poco tiempo. Cuando la sangre de un vaso sanguíneo se calienta demasiado rápido y de manera uniforme, pueden romperse las paredes vasculares antes de la coagulación intravascular.⁸ Esto resulta en una extravasación de sangre que se manifiesta como sangrado en el tejido que se está tratando.

Al láser KTP se le puede ajustar el ancho de pulso, por lo que usándolo a 15 ms (30 veces mayor que el del PDL) se logra una ablación vascular precisa, sin calentamiento ni cicatrización de la lámina propia. Así también, el KTP distribuye luz en 532 nm, una longitud de onda que es mejor absorbida por la hemoglobina, comparada con la longitud de onda de 585 nm del PDL. En cuanto a las fibras de vidrio para transmitir el láser a los tejidos, las utilizadas con el KTP tienen un diámetro promedio de 0.3 a 0.4 mm, mientras que las del PDL son ligeramente más grandes (0.6 mm), característica que ofrece precisión de entrega de energía a los tejidos, así como facilidad de uso cuando sea necesario pasar la fibra a través de canales de trabajo por endoscopios flexibles (Figura 5).^{8,12} Por último, debido a que el PDL es un láser en estado líquido, conlleva una serie de cuidados especiales que implica más costos de mantenimiento que el KTP (láser en estado



Figura 5. Uso de láser KTP con fibra de vidrio de 0.4 mm a través del canal de trabajo del videoendoscopio flexible.

sólido). En el balance final, el láser KTP ofrece más ventajas que el PDL, motivo por el cual ha ido desplazándolo y se ha usado cada vez más en la laringología actual (Cuadro 1).

De acuerdo con las características del láser KTP y los estudios realizados por Zeitels y colaboradores, en conjunto con las ideas transmitidas por el Dr. Steiner para el manejo endoscópico del cáncer laríngeo, se adoptó la modalidad de tratamiento descrita primero contra displasias y recientemente contra carcinoma epidermoide (Figura 6) en etapas tempranas.¹⁶⁻¹⁸ También se usó el láser KTP para el tratamiento de la papilomatosis respiratoria recurrente junto con la inyección de bevacizumab, neutralizador del factor de crecimiento endotelial vascular humano (VEGF). Dicha sustancia ha producido resultados prometedores como tratamiento complementario a la terapia quirúrgica con láser.¹⁶ Este procedimiento puede llevarse a cabo en el quirófano a través de una microlaringoscopia directa o, bien, en el consultorio, con anestesia local, según la extensión de la enfermedad, la evolución clínica de los pacientes y las comorbilidades que puedan existir (Figura 7).

Cuadro 1. Comparación entre el láser de PDL y el KTP

	PDL	KTP
Ancho de pulso	0.5 ms	15 ms
Longitud de onda	585 nm	532 nm
Fibras de vidrio	0.6 mm	0.3-0.4 mm
Mantenimiento	Complejo	Sencillo



Figura 6. Paciente masculino de 68 años de edad con carcinoma epidermoide invasor (T1) de cuerda vocal derecha, tratado con protocolo de láser de KTP contra cáncer glótico temprano. **A.** Preoperatorio. **B.** Seis semanas después de la primera microlaringoscopia directa diagnóstica. **C.** Un año y seis meses después de la segunda microlaringoscopia directa usando láser.



Figura 7. Uso de láser KTP con anestesia local. **A.** Tratamiento de leucoplaquia y ectasias en cuerda vocal derecha. **B.** Tratamiento de la comisura anterior.

Discusión

El láser de KTP para el tratamiento de lesiones vasculares de la laringe —específicamente ectasias y hemorragias cordales, papilomatosis laríngea, displasia y carcinoma epidermoide en etapas tempranas— ha demostrado ser una alternativa útil y representa el futuro del uso de energía con láser en la fonomicrocirugía. En la actualidad se utiliza en algunos centros laringológicos de Estados Unidos, y el Departamento de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello se convirtió en el primer centro en aplicar dicha tecnología fuera de Estados Unidos en 2009, de manera intrahospitalaria y ambulatoria con anestesia general y local.

El tratamiento con láser fotoangiolítico pulsado de manera seriada contra el cáncer glótico temprano combina elementos de fonomicrocirugía y radioterapia al usar esencialmente radiación no ionizante. En caso de no obtener resultados favorables o de que persista la enfermedad, pueden elegirse abordajes endoscópicos más amplios, cirugía mayor o radioterapia.¹²

Es la intención de los autores difundir la siguiente línea de decisión terapéutica: después de una biopsia cordal que resulta en una displasia o un carcinoma epidermoide en etapas tempranas, puede ofrecerse a los pacientes la alternativa de tratamiento con láser fotoangiolítico, lo que evitará la morbilidad producida por la radioterapia o por las cirugías mutilantes (cordectomía total o parcial). Lo anterior se con-

sidera porque la metástasis causada por el cáncer glótico temprano es sumamente rara, lo que justifica el tratamiento seriado con láser. Como se mencionó, las demás modalidades de tratamiento no se eliminan como alternativa a futuro, en caso de que la primera opción no dé resultados favorables. El protocolo de dicho manejo oncológico propuesto por Zeitels y colaboradores incluye, como mínimo, dos procedimientos a través de una microlaringoscopia directa.¹² Por tal motivo, es aceptable encontrar cáncer residual después de la primera cirugía diagnóstica (o microlaringoscopia directa con toma de biopsia), ya que será abordado de manera cuidadosa en el segundo tiempo quirúrgico. El objetivo final es erradicar en su totalidad las células malignas de las cuerdas vocales, y en el seguimiento detallado videoestroboscópico el cirujano puede identificar el resurgimiento o la persistencia de lesiones patológicas sin necesidad de realizar a los pacientes estudios de imagen o biopsias subsecuentes. En caso de observar zonas sospechosas durante dichos seguimientos, se puede “retocar” el epitelio cordal con una nueva sesión de pulsaciones de láser KTP, pero esta vez con anestesia local a través de videoendoscopios con canal de trabajo.

Tradicionalmente, en la otorrinolaringología, el uso principal que se le ha dado a los láseres es el de ablación de tejidos, al vaporizar líquidos intra y extracelulares para generar necrosis coagulativa. El futuro traerá grandes avances tecnológicos, y con toda seguridad mejorarán los recursos y material de los láseres, los cuales facilitarán el control preciso de la energía que se quiera distribuir y al mismo tiempo inducirán una mínima o nula irradiación de calor a los tejidos sanos.

Este artículo no tiene como objetivo destacar un tipo de láser sobre otro, pero sí difundir las características físicas de cada uno de ellos con la finalidad de que el cirujano determine cuál es el láser óptimo en función de las necesidades del paciente y de acuerdo con cada procedimiento, para que decida de manera fundamentada, ejerciendo la medicina basada en evidencias.

Conclusión

Los láseres fotoangiolíticos, en particular el KTP, han surgido como una herramienta más en el campo de la laringología. Debido a sus características físicas, el KTP ofrece grandes ventajas por encima de otros tipos de láser, como el de CO₂, que ha sido el preferido durante décadas. Los grandes avances en la otorrinolaringología, en especial en la microcirugía laríngea, sin duda ofrecerán las mejores alternativas. La utilización de dichos avances se traducirá en el futuro en óptimos resultados clínicos y quirúrgicos, en beneficio continuo hacia los pacientes y en una modernización constante dentro de la especialidad.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses entre los autores y las empresas distribuidoras de láser.

Referencias

1. Simpson GT, Shapshay SM. The use of lasers in otolaryngologic surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 1983;16:737-827.
2. Ossoff RH, Coleman JA, Courey MS, Duncavage JA, et al. Clinical applications of lasers in otolaryngology-head and neck surgery. *Lasers Surg Med* 1994;15:217-248.
3. Yan Y, Olszewski AE, Hoffman MR. Use of lasers in laryngeal surgery. *J Voice* 2010;24:102-109.
4. Strong MS. Laser management of premalignant lesions of the larynx. *Can J Otolaryngol* 1974;3560-3563.
5. Vaughan CW, Strong MS, Jako GJ. Laryngeal carcinoma: transoral treatment utilizing de CO₂ laser. *Am J Surg* 1978;136:490-493.
6. Jako GJ, Vaughan CW, Strong MS, Polanyi TG. Surgical management of malignant tumors of the aerodigestive tract with carbon dioxide laser microsurgery. *Int Adv Surg Oncol* 1978;88:1399-1420.
7. Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 1983;220:524-527.
8. Anderson RR, Jaenicke KF, Parrish JA. Mechanisms of selective vascular changes caused by dye lasers. *Lasers Surg Med* 1983;3:211-215.
9. Zeitels SM, Akst LM, Burns JA, Hillman RE, et al. Office-based 532 nm pulsed KTP laser treatment of glottal papillomatosis and dysplasia. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2006;115:679-685.
10. Burns JA, Zeitels SM, Akst LM, et al. 532 nm pulsed potassium-titanil-phosphate treatment of laryngeal papillomatosis under general anesthesia. *Laryngoscope* 2007;117:1500-1504.
11. Gray S, Pignatari SSN, Harding P. Morphologic ultrastructure of anchoring fibers in normal vocal fold basement membrane zone. *J Voice* 1994;8:48-52.
12. Zeitels SM, Burns JA, Lopez-Guerra G, Anderson RR, Hillman RE. Photoangiolytic laser treatment of early glottic cancer: A new treatment strategy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008;117(Suppl 119):1-24.
13. Jako GJ, Kleinsasser O. Endolaryngeal micro-diagnosis and microsurgery. Reprint from the Annual Meeting of the American Medical Association, 1996.
14. Hirano M, Hirade Y, Kawasaki H. Vocal function following carbon dioxide laser surgery for glottic carcinoma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1985;94:232-235.
15. Zeitels SM, Burns JA. Laser applications in laryngology: past, present and future. *Otolaryngol Clin North Am* 2006;39(1):159-172.
16. Zeitels SM, Lopez-Guerra G, Burns JA, Lutch M, et al. Microlaryngoscopic and office-based injection of bevacizumab (Avastin) to enhance 532-nm pulsed KTP laser treatment of glottal papillomatosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2009;118(Suppl 201):1-24.
17. Steiner W. Experience in endoscopic laser surgery of malignant tumors of the upper aero-digestive tract. *Adv Otorhinolaryngol* 1988;39:135-144.
18. Zeitels SM, Burns JA, Akst LM, Hillman RE, et al. Office-based and microlaryngeal applications of a fiber-based thulium laser. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2006;115:891-896.