
	ENDOBROQUIAL LASER		CODIGO 05-1-OD-003	
	TIPO DE DOCUMENTO	AREA RESPONSABLE MISIONAL	VERSION 1	
			VIGENTE	

INTRODUCCIÓN

La cirugía endobronquial láser es una herramienta terapéutica importantísima dentro del armamento del neumólogo que nos permite la resección de lesiones benignas o malignas dentro del árbol bronquial, ya sea con fines paliativos o curativos, utilizando tecnología láser para este propósito; dicho procedimiento puede ser realizado por broncoscopia rígida o flexible, cada una con sus respectivas ventajas y desventajas.

La emisión láser (cuyas siglas significan Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) trabaja bajo el principio de emisión estimulada originada de una luz coherente; es decir, a diferencia de la luz originada de una fuente convencional, ésta viaja a través de diferentes longitudes de onda y en forma paralela originadas a través de instrumentos eléctricos u ópticos, dando por resultado emisión de luz en la misma dirección y la misma longitud de onda.

La primera aplicación clínica del láser en el manejo de lesiones endobronquiales fue llevada a cabo en 1974 por Strong y colaboradores, utilizando un aparato láser de CO ; Godard y colaboradores, fueron los primeros en utilizar el Nd:YAG láser clínicamente en 1979, expandiendo su uso alrededor del mundo. Desgraciadamente, por ser un procedimiento laborioso y relativamente caro, solamente un número reducido de médicos están entrenados para llevarlo a cabo con éxito y mínimas complicaciones.

FÍSICA DEL LÁSER

La luz láser difiere de la luz ordinaria en tres características principales:

- 1) **Coherencia:** Esta es la diferencia fundamental que la distingue de la luz ordinaria. La luz emitida por una fuente láser viaja en la misma fase con las demás ondas con relación a tiempo y espacio, siendo constantemente paralelas una de otra.
- 2) **Colimación:** Implica que la luz láser viaja en una sola dirección con escasa divergencia, por lo que al proyectarse a larga distancia no perderá su energía original.
- 3) **Monocromatismo:** La luz láser representa una única longitud de onda (a diferencia de la luz convencional), lo cual permite que la porción visible del espectro de luz emita su forma de color más pura.

FUENTES DE EMISION LASER

El medio que una máquina láser utiliza para la generación de radiación es la base de sus características específicas; casi cualquier medio puede ser excitado para formar radiación láser que incluyen:

- Gases: Helio, Neón, CO , Argón, Kriptón, etcétera
- Sólidos: Nd:YAG, Holmium:YAG, Potasio Titanyl Fos- fato (KTP)

Los medios láser con dos o más componentes usual mente tienen un elemento más activo que otro; por ejemplo, el nitrógeno es el componente activo del láser CO y el Neodymium en Nd:YAG láser. El estímulo que excita a un medio láser puede ser otro láser (como en el Nd:YAG o Argón láser) o una corriente eléctrica como en el caso del láser He-Ne; este estímulo excita los electrones del átomo a formar una mayor pero menor energía estable, originando emisiones espontáneas de luz fotónica con una frecuencia determinada y longitud de onda, la cual al ser dirigida con espejos en una sola dirección da por resultado lo que conocemos como emisión láser.

EFFECTOS DE LA EMISIÓN LASER SOBRE LOS TEJIDOS

El láser actúa sobre los tejidos vivos básicamente por tres mecanismos:

- 1) Efectos térmicos,
- 2) Efectos electrodinámicos y
- 3) Efectos fotoquímicos.

EFFECTOS TERMICOS

Hasta ahora, la mayoría de las aplicaciones del láser están basadas en sus efectos térmicos, provocando una elevación de la temperatura de los tejidos debido a la transformación de la energía en calor. Esto es más comprensible si recordamos que el incremento de la temperatura es directamente proporcional a la energía absorbida de la fuente láser e inversamente proporcional al volumen de tejido irradiado. El volumen tisular puede ser calculado multiplicando la superficie de la zona expuesta por la profundidad de penetración. Por último, la profundidad de penetración

dependerá de las características específicas del tejido, así como de la longitud de onda del aparato láser utilizado.

La penetración del láser de CO₂, debido a su longitud de onda (10,600 nm) es muy superficial para los tejidos, lo cual le permite ser una excelente herramienta de corte a nivel tisular. El Nd:YAG láser es menos absorbido, lo que permite penetrar más profundamente (2 a 4 mm a los tejidos por su longitud de onda de 1,064 nm) por esta razón, el YAG láser es mejor conocido por sus efectos de fotocoagulación. El láser de Argón es selectivamente absorbido por vasos sanguíneos y tejidos más vascularizados, aunque debido a su pequeña longitud de onda (448- 514 nm) se reserva sólo para vasos pequeños, no siendo muy efectivo para provocar desintegración tisular.

EFFECTOS ELECTRODINAMICOS

Para este efecto se utiliza el Nd:YAG láser específicamente diseñado para producir pequeñas, pero extremadamente poderosas descargas que destruyen tejido en forma localizada.

EFFECTOS FOTOQUIMICOS

Este es el principio fundamental de la terapia fotodinámica que implica la instilación de sustancias fotosensibilizadoras (como los derivados de la hematoporfirina), que son posteriormente estimuladas por medio de inmunofluorescencia o luz ultravioleta e irradiados con un láser apropiado (usualmente láser de Kriptón) induciendo reacción fotoquímica de las células marcadas, como en los casos de carcinoma in situ, papilomatosis laringotraqueal juvenil, etcétera.

Por lo antes mencionado, el Nd:YAG láser resulta ser la mejor opción al momento de seleccionar la fuente idónea de radiación, debido a sus propiedades térmicas, poder de penetración y su pobre absorción por los líquidos y tejidos con contenido de hemoglobina; así, en adelante, sólo haremos referencia al uso de YAG láser en el tratamiento de lesiones del árbol traqueobronquial.

CARACTERÍSTICAS DEL ND:YAG LÁSER

El Nd:YAG láser para uso endoscópico es un láser de estado sólido cuyo componente activo es el Yttrium Aluminium Garnet con Neodymium, en el cual la luz es transmitida a través de una fibra óptica de 2.1 mm de diámetro externo por 4 m de longitud; el extremo distal está hecho de metal, el cuerpo central de la fibra consiste en silicio de 600 micras de diámetro cubierta de silicón y tefrel y sellado con teflón; además, consta de un sistema de enfriamiento de aire a través de la man- guera coaxial que permite también mantener el área de trabajo limpia de detritos celulares o sangrado que pu- diesen interferir con la acción del láser. La divergencia angular de la luz láser a su salida es de 8 a 10 grados con una pérdida de energía tan sólo de 5%; la zona de impacto es de 1 mm de diámetro; la fibra puede ser utilizada en cualquier broncoscopio con un canal de trabajo de 2.6 mm de diámetro así como por broncos- copio rígido.

La longitud de onda lograda con el YAG láser es de alrededor de 1,060 nm; como la luz de este láser es invisible, usualmente es utilizada en conjunción a un láser He-Ne que emite una luz roja de 6328 Å que permite la definición del área seleccionada. En adición al sistema láser, la máquina tiene un sistema de control electrónico con regulador de poder, intensidad y duración, un sistema de lentes y dos sistemas de enfriamiento: uno líquido (agua deionizada) para el generador, y otra de gas (aire esterilizado) para el sistema de transmisión.

El láser es activado por un pedal switch y puede ser utilizado en el modo continuo o intermitente; en el de modo continuo, con un poder de 0 a 50 watts y en el intermitente de 5 a 100 watts con pulsos de 0.2 a 1.5 segundos, siendo la dosis utilizada normalmente de 40 a 50 watts en pulsos de

0.4 a 0.5 seg para el modo de no contacto y de 4 a 10 watts en el modo de contacto. El aparato cuenta, además, con un sistema de apagado de emergencia que corta el poder, excepto para el sistema de enfriamiento, todo esto para casos de emergencia.

RIESGOS DEL LÁSER

Como ya comentamos, el sistema emite dos rayos láser: el He-Ne y el YAG láser; el primero es muy débil como para producir daños, mas no es así con el segundo, el cual puede producir daños en la piel, ojos o prendas. Para piel y prendas el peligro existe al máximo poder a un rango de 60 cm de distancia de la fibra; para el ojo, el rango es de hasta 8 m por lo que se aconseja una protección con lentes especiales para el personal, y uso de protección con aluminio en los ojos del paciente previniendo así daño en retina.

INDICACIONES PARA EL USO DE FOTORESECCIÓN LÁSER

El candidato ideal para cirugía de fotorresección láser es aquel paciente con tumoración irreseccable, sintomático (disnea, asfixia, hemoptisis, tos intratable o neumonía posobstructiva), exofítico, polipoide, menor de 4 cm de longitud, localizado, con vía aérea distal visible y libre de enfermedad, con una duración de la obstrucción menor a seis semanas, poco vascularizada y hemodinámicamente estable. Estas características abarcan patologías benignas y malignas, como por ejemplo:

Tumoraciones malignas primarias

- Carcinoma broncogénico (espinocelular, adenocarcinoma, células grandes y células pequeñas).
- Carcinoide
- Adenoideo quístico
- Adenoescamoso

TUMORACIONES MALIGNAS METASTASICAS

- Tiroides
- Renal
- Colon
- Mama
- Laringe
- Cuello•

ESTENOSIS TRAQUEOBRONQUIALES

- Posinfecciosas (tuberculosis, coccidioidomicosis, histoplasmosis, aspergilosis, nocardia)
- Amiloidosis
- Granulomas posquirúrgicos
- Posintubación o postraqueostomía
- Idiopáticas
- Enfermedad de Wegener
- Posradiación

TUMORACIONES BENIGNAS TRAQUEOBRONQUIALES

- Hemangiomas
- Lipomas
- Fibromas
- Leiomiomas
- Hamartomas
- Papilomas

CONTRAINDICACIONES

- ☒ Tumoración extrínseca
- ☒ Lesión submucosa
- ☒ Lesiones extensas (mayores de 4 cm)
- ☒ Inestabilidad hemodinámica
- ☒ Vasculatura pulmonar comprometida
- ☒ Contraindicaciones médicas (IAM, angina, anestésicas, etcétera)
- ☒ Tumoración en pared posterior de tráquea (relativa)
- ☒ Sospecha de fístula traqueo o broncoesofágica
- ☒ Vía aérea distal no visible
- ☒ Trastornos de la coagulación

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

La fotorresección láser puede ser llevada a cabo ya sea con broncoscopia rígida, flexible o una combinación de ambas, dependiendo del entrenamiento y habilidades del endoscopista. Particularmente, consideramos más ventajoso el uso de broncoscopia rígida, ya que nos permite una mejor ventilación, así como un mayor campo de acción al momento de trabajar el láser y los instrumentos accesorios, además de reducir el tiempo operatorio enormemente; por lo antes mencionado, discutiremos de manera un poco más amplia el procedimiento llevado a cabo bajo broncoscopia rígida.

Una vez realizado un completo abordaje diagnóstico, mismo que incluirá: historia clínica completa, exploración física, estudios paraclínicos pertinentes (biometría hemática, tiempos de coagulación, perfil bioquímico, electrocardiograma, pruebas de función pulmonar, etcétera), radiografías anteroposterior y lateral de tórax, TAC de tórax con contraste (en casos necesarios), videobroncoscopia (para valoración anatómica de las lesiones y toma de biopsias si es preciso) valoración preoperatoria, etcétera; el procedimiento puede ser realizado en el escenario de un paciente ambulatorio, o bien en pacientes que requieren internamiento para el seguimiento y corrección de problemas médicos asociados con su patología de base.

Previo al procedimiento, el paciente es premedicado con prednisona 40 a 60 mg VO la noche previa y, posteriormente, metilprednisolona 125 mg IV inmediatamente antes de iniciado el estudio. La elección de la anestesia generalmente incluye el uso de propofol, remifentanyl, succinilcolina, dexmetomedina, etcétera, entre otros, ya que como sabemos, es necesaria la sedación y relajación

en el paciente sometido a broncoscopia rígida. El paciente es canalizado y protegido de la luz láser con una película de aluminio en los ojos, previniendo daño retiniano asociado al láser; a este respecto, el personal presente durante el procedimiento deberá utilizar lentes protectores especiales con el mismo fin. En el abordaje de lesiones traqueales y carinales recomendamos utilizar el broncoscopio rígido tipo nonventilating, y en lesiones de bronquios principales o lobares el tipo ventilating de 10 mm de diámetro, preferentemente; se introduce la fibra láser a través del canal de trabajo del broncoscopio y se alinea paralelamente a la lesión a una distancia al menos de

4 mm del extremo distal del broncoscopio y 4 mm de la lesión; nunca hay que olvidar alinear la fibra en forma paralela a la zona a reseca, pues de otro modo corremos el riesgo de producir perforación de la pared de las vías aéreas debido al poder de penetración de la luz láser; la misma precaución se tomará en lesiones localizadas en la pared posterior membranosa de la tráquea o grandes bronquios, donde el riesgo de perforación es muy alto debido a que dosis de 45 a 50 watts de Nd:YAG láser en pulsos de 0.5 seg tienen un poder de penetración a los tejidos de hasta 4 mm; esta consideración es también aplicable a lesiones vecinas a vasos pulmonares, con el fin de evitar perforación vascular y atrogénica.

El láser es utilizado en el modo intermitente (pulsos) de forma ilimitada tratando de reseca la mayor cantidad de lesión posible, lo cual es facilitado por el uso de pinzas tipo cocodrilo para desprender y retirar los tejidos fotorrescados de manera eficiente y rápida, además del uso del sistema de aspiración incluido en el canal de trabajo del broncoscopio rígido que nos permite eliminar secreciones y sangrados durante el procedimiento. Durante la fotorresección procuraremos mantener la punta de la fibra del láser libre de detritos celulares, sangrado o tejido necrótico, lográndolo a través de su retiro para darle limpieza con solución de agua oxigenada, colocando la máquina láser en modo stand by, proceso que también es facilitado por el sistema de aire incluido en el aparato láser, que funciona retirando restos de tejidos o secreciones del área de trabajo durante el procedimiento de fotorresección.

Un hecho importante a destacar es que durante todo el procedimiento de fotorresección láser, se deberá mantener un FIO de 40 a 50% para prevenir ignición de la vía aérea con su subsecuente perforación y necrosis. En lesiones localizadas en bronquios principales o lobares, donde el diámetro es pequeño, podremos utilizar broncoscopios rígidos de 10 mm de diámetro para lograr acceder a dichas zonas, o bien utilizar simultáneamente el broncoscopio flexible introducido dentro del rígido y colocando la fibra láser en el canal de trabajo del primero, teniendo cuidado de que la fibra se encuentre más de 4 mm de distancia de la punta del broncoscopio flexible, ya que la emisión láser puede producir quemaduras del aparato y dañar el sistema óptico del equipo al igual que los tubos endotraqueales; nuevamente, el láser deberá ser dirigido paralelamente a la lesión, sobre todo en los bronquios principales y lobares, donde las paredes son más delgadas y pequeñas y el riesgo de perforación es mucho mayor.

El método antes mencionado de fotorresección es el llamado método de "no contacto" debido a que la fibra láser permanece alejada y libre de contacto con el área de trabajo; el otro método, el tipo "contacto" es utilizado con intensidades de voltaje mucho menores (4 a 12 watts) y actúa como instrumento cortante más que fotorrescador; en éste se aplica contacto íntimo con el tejido en cuestión con la ayuda de un cristal tipo zafiro en la punta de la fibra, mismo que transmite la luz canalizándola en forma precisa para conseguir su efecto cortante. Este método lo utilizamos en bronquios lobares o segmentarios y zonas estenóticas muy friables donde sus paredes son delgadas y el riesgo de perforación se incrementa.

En algunas ocasiones, debido a las características anatómicas o topográficas de las lesiones (sobre todo en tumoraciones) es imposible reseca la totalidad de las mismas, por lo que en caso de ser necesario podremos colocar stents traqueobronquiales para garantizar la permeabilidad de la vía aérea y evitar subsecuente obstrucción o colapso pulmonar y así, en un futuro mediato, ser

retirados una vez que implementemos un tratamiento alternativo como braquiterapia o radioterapia externa; en otras ocasiones, el tumor residual es lo suficientemente pequeño que desaparecerá una vez terminada la radiación del mismo.

Una vez finalizado el procedimiento se procederá a retirar el broncoscopio rígido, extubando al paciente si las circunstancias lo permiten, vigilándolo las horas posteriores en busca de alguna complicación inmediata, como estridor laríngeo (debido a edema por manipulación de las cuerdas vocales), hipoxemia, hemoptisis, inestabilidad hemodinámica, complicaciones anestésicas, etcétera, en la sala de recuperación por lo menos 4 a 6 h para, posteriormente, ser externado si las circunstancias lo permiten, o bien el paciente podrá permanecer intubado y ser trasladado a la unidad de terapia intensiva o intermedia para su manejo ventilatorio y de problemas médicos asociados con su padecimiento.

En algunas ocasiones, en especial pacientes con introducción difícil del broncoscopio rígido o pacientes con EPOC, el uso de solumedrol a dosis de 125 mg IV cada 6 a 8 h puede ser útil para evitar el estridor laríngeo o broncoespasmo asociado con el procedimiento y cambiando después a prednisona oral 40 a 60 mg por espacio de 5 a 7 días; una vez más, todo dependerá del contexto y evolución clínica del paciente en cuestión. Se realizarán nuevas radiografías de tórax, exámenes paraclínicos, gasometría arterial, etcétera, antes de decidir el externamiento del paciente y se prescribirán medicamentos pertinentes e indicaciones precisas en caso de presentarse algún problema relacionado al procedimiento.

Las complicaciones atribuibles a la fotorresección láser, en manos expertas, son extremadamente bajas y si se compara con los beneficios obtenidos, está plenamente justificado el uso de esta medida terapéutica en el tratamiento definitivo o paliativo de un gran número de patologías traqueobronquiales; mejorando así, sustancialmente, la calidad de vida en pacientes que, de otro modo, estaban destinados a un pronóstico muy sombrío a corto plazo.

COMPLICACIONES

- Perforación vascular
- Quemaduras por ignición de la vía aérea
- Perforación traqueobronquial
- Hemorragia
- Neumotórax
- Neumomediastino
- Embolismo aéreo
- Lesiones en piel o retina
- Hipoxemia

CONCLUSIONES

La cirugía endobronquial láser constituye junto con la terapia fotodinámica, la criocirugía y la electrocirugía, un campo muy promisorio en el abordaje terapéutico de una variedad de patologías pulmonares que involucran el árbol traqueobronquial. El uso de esta tecnología ha demostrado mejorar enormemente la sobrevida en procedimientos de tipo paliativo y mantener libre de enfermedad a pacientes sometidos a algún tratamiento de tipo curativo. Cada uno, tiene ciertas indicaciones y contraindicaciones, así como ventajas y desventajas; pero la cirugía láser es sin duda uno de los métodos más utilizados ya sea con broncoscopia flexible o rígida, resultando en

tasas de éxito muy satisfactorias en pacientes adecuadamente seleccionados, y llevándose a cabo por personal debidamente entrenado en este campo.

REFERENCIAS

1. Becker HD. Stenting of the central airways. *J Bronchol* 1995; 2: 98-106.
2. Cavaliere S, Venuta F, Foccoli P, Toninelli C, La Face B. Endoscopic treatment of malignant airway obstruction in 2,008 patients. *Chest* 1996; 110: 1536-1542.
3. Dweik RA, Mehta AC. Bronchoscopic management of malignant airway disease. *Clin Pulmon Med* 1996; 3: 43-51.
4. Dumon JF, Cavaliere S, Diaz-Jimenez JP, et al. Seven year experience with the prosthesis. *J Bronchol* 1996; 3: 6-10.
5. Prakash UB. Advances in bronchoscopic procedures. *Chest* 1999; 116: 1403-1408.
6. Seijo ML, Sterman HD. Interventional pulmonology. *N Engl J Med* 2001; 344: 740-749.
7. British Thoracic Society guidelines on diagnostic flexible bronchoscopy. *Thorax* 2001; 56(Suppl 1): i1- i21.
8. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D. Interventional pulmonary procedures: Guidelines from the American College of Chest Physicians. *Chest* 2003; 123: 1693- 1717.
9. Miller JI Jr. Rigid bronchoscopy. *Chest Surg Clin N Am* 1996; 6: 161-167.
10. Brutinel WM, Cotese DA, Mc Dougall JC, Gillio RG, Bergstrahl EJ. A two-year experience with the neodymium- YAG laser in endobronchial obstruction. *Chest* 1987; 91: 159-165.
11. Bolliger CT. Airways stents. *Semin Respir Crit Care Med* 1997; 18: 563-570.
12. Dumon JF, Meric B. Handbook of endobronchial YAG: Laser surgery; Hospital Salvator. Marseilles, France; 1983.
13. Wang KP, Mehta AC. Flexible bronchoscopy. 1995; 34: 292-294, 247-269.
14. Beamis JF. Rigid bronchoscopy. In: Beamis JF, Mathur N, editors. *Interventional pulmonology*. New York, NY: McGraw Hill; 1999: 17-28.
15. Dumon JF, Reboud E, Garbe L, Aucomte F, Meric B. Treatment of tracheobronchial lesions by laser photoresection. *Chest* 1982; 3: 278-284.
16. Toloza EM, Harpole L, McCrory DC. Noninvasive staging of nonsmall cell lung cancer: a review of the current evidence. *Chest*. 2003;123:137S-46S.
17. Toloza EM, Harpole L, Detterbeck F, McCrory DC. Invasive staging of non-small cell lung cancer: a review of the current evidence. *Chest*. 2003;123:157S-66S.
18. Herth F, Becker HD, Ernst A. Conventional vs endobronchial ultrasound- guided transbronchial needle aspiration: a randomized trial. *Chest*. 2004;125:322-5.
19. Wallace M, Pascual J, Raimondo M, Woodward T, McComb B, Crook J, et al. Minimally invasive endoscopic staging of suspected lung cancer. *JAMA*. 2008;299: 540-6.
20. Annema J, Rabe K. State of the art lecture: EUS and EBUS in pulmonary medicine. *Endoscopy*. 2006;38 Suppl 1:118-22.
21. Herth FJF, Lunn W, Eberhardt R, Becker HD, Ernst A. Transbronchial vs transesophageal ultrasound-guided aspiration of enlarged mediastinal lymph nodes. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171:1164-7.
22. Herth F, Ernst A, Eberhardt R, Wilmann P, Dienemann H, Krasnik M. Endobronchial ultrasound- guided transbronchial needle aspiration of lymph nodes in the radiologically normal mediastinum. *Eur Respir J*. 2006;28:910-4.
23. Yasufuku K, Nakajima T, Motoori K, Sekine Y, Shibuya K, Hiroshima K, et al. *Chest*. 2006;130:710-8.
24. Ernst A, Anantham D, Eberhardt R, Krasnik M, Herth F. Diagnosis of mediastinal adenopathy-real- time endobronchial ultrasound guided needle aspiration vs mediastinoscopy. *J Thorac Oncol*. 2008;3:577-82.
25. Feller-Kopman D, Becker HD, Mehta AC. Central airway obstruction. *Amer Jour Resp Crit Car Med*. 2004;169:1278.
26. Duhamel DR, Harrell JH 2nd. Laser bronchoscopy. *Chest Surg Clin N Am*. 2001;11:769-89.
27. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D, et al. Interventional pulmonary procedures. Guidelines from the American College of Chest Physicians. *Chest*. 2003;123:1693- 711
28. Edell ES, Henri G, Colt HG, Dumon JF. Tracheobronchial prostheses. En: Prakash UBS, editor.

29. Disdier C, Cosano J, Muñoz L, Cosano A. Broncoscopia intervecionista terapéutica. En: Manual de diagnóstico y terapéutica en Neumología. 2.a ed. Madrid: Ergon; 2010. p. 129-46.
30. De Miguel E, Alfaro J. Endoprótesis traqueobronquiales. En: Díaz-Agero P, Flandes J, editores. Broncoscopia diagnóstica y terapéutica. Madrid: Neumomadrid; 2007. p. 137-49.
31. Flandes J, Ibañez R, Lopez R, Tavera E,. Arch Bronconeumol. 2010;46(Supl 6):3-7