



Intervencionismo pulmonar: Broncoscopia rígida, cirugía endobronquial láser y prótesis traqueobronquiales

Abelardo Elizondo Ríos¹

RESUMEN. El intervencionismo pulmonar es un campo de la neumología que ha tenido un gran avance en los últimos años, esto va de la mano de las nuevas tecnologías e instrumentos diagnósticos y terapéuticos, los cuales han permitido ofrecer una serie de procedimientos novedosos en el manejo de patologías pleuropulmonares. De éstos, la broncoscopia rígida, la cirugía endobronquial láser y el empleo de prótesis traqueobronquiales son herramientas valiosas que el neumólogo entrenado, tiene a su disposición para tratar diversos padecimientos con fines curativos o paliativos. La siguiente revisión aborda cada uno de estos procedimientos con el fin de remarcar los aspectos más importantes en cuanto a indicaciones, técnicas, complicaciones, etcétera, que nos permitan entender su potencial utilidad en la práctica médica diaria.

Palabras clave: Intervencionismo pulmonar, broncoscopia rígida, cirugía endobronquial láser, prótesis traqueobronquial.

ABSTRACT. Interventional pulmonology is been growing up in past few years, new technology, diagnostic and therapeutic equipment are already available and new procedures have improved the treatment of pleural and pulmonary diseases. Some of those, rigid bronchoscopy, endobronchial laser surgery and airway stents placement are important tools for trained pulmonologist in malignant or nonmalignant airway diseases. These review remarks special aspects of these procedures regarding to indications, technical approaches, complications, etc. in order to understand how useful could those procedures are in our practice.

Key words: Interventional pulmonology, rigid bronchoscopy, endobronchial laser surgery, airway stents.

I. BRONCOSCOPIA RÍGIDA

INTRODUCCIÓN

El broncoscopio rígido, desarrollado por Killian en Europa y, posteriormente, perfeccionado por Jackson en los Estados Unidos, es una herramienta de gran importancia para la realización de procedimientos pulmonares invasivos diagnósticos o terapéuticos. Con el desarrollo ulterior del broncoscopio flexible, éste desplazó al broncoscopio rígido en gran cantidad de procedimientos; sin embargo, con la adición de herramientas terapéuticas como el láser y la utilización de telescopios que permiten la visualización directa de las vías aéreas en video, la broncoscopia rígida conserva un lugar irremplazable en el abordaje diagnóstico y terapéutico de patologías traqueobronquiales.

Este procedimiento, realizado en la sala de quirófano bajo anestesia, está basado en el concepto de utilizar broncoscopios de diferentes calibres (existen broncoscopios rígidos pediátricos desde 4 mm de diámetro hasta los de 14 ó 16 mm de diámetro para adultos), los cuales incluyen ciertos aditamentos que permiten mantener ventilado al paciente durante el procedimiento, realizar aspiración de secreciones o sangrados, utilizar pinzas para toma de biopsias, extracción de cuerpos extraños o *stents*, agujas de aspiración transbronquiales, cepillos de citología, etcétera, además del sistema de video que nos da una imagen nítida del árbol traqueobronquial.

En lo que se refiere a broncoscopia rígida para adultos, existen dos tipos de broncoscopios de acero inoxidable con diámetros que van de 8,10,12, ó 14 mm; uno de ellos, es el broncoscopio corto *non-ventilating* que es muy útil para realizar procedimientos que involucran tráquea y carina, principalmente; el otro, es el broncoscopio largo o *ventilating*, consta de ranuras laterales en la parte distal del mismo que permiten ventilar simultáneamente ambos bronquios, evitando desaturaciones durante el procedimiento. Este tipo de broncoscopios son muy útiles para trabajar en bronquios principales y lobares.

¹ Profesor del Servicio de Neumología y Terapia Intensiva. Jefe de la Unidad de Broncoscopia e Intervencionismo Pulmonar. Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González". Universidad Autónoma de Nuevo León.

Correspondencia y solicitud de sobretiros:

Abelardo Elizondo Ríos

Correo electrónico: educonmed@msn.com

INDICACIONES PARA EL USO DE BRONCOSCOPIA RÍGIDA

Diagnósticas

- Estenosis subglóticas, traqueales o bronquiales benignas o malignas
- Tumoraciones traqueobronquiales benignas o malignas
- Traqueobroncomalacia
- Fístulas traqueoesofágicas o broncoesofágicas
- Hemoptisis
- Aspiración transbronquial con aguja fina

Terapéuticas

- Dilatación mecánica de estenosis traqueobronquiales
- Dilatación con balón de estenosis traqueobronquiales
- Colocación de *stents* (Silastic o metálicos)
- Cirugía endobronquial láser
- Terapia fotodinámica
- Criocirugía
- Remoción de cuerpos extraños
- Remoción de suturas
- Taponamiento de sangrados del árbol traqueobronquial
- Adyuvante en la colocación de cánulas de traqueostomía percutáneas

CONTRAINDICACIONES

- Anormalidades faciales o en cuello que impiden hiperextensión del mismo
- Trastornos de coagulación
- Infarto agudo del miocardio (IAM), angina o enfermedades cardíacas recientes
- Relacionadas al evento anestésico (arritmias, hipotensión, *diabetes mellitus* descompensada, etcétera)

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Preparación del paciente

Una vez cumplida alguna de las indicaciones para el desarrollo de la broncoscopia rígida, se informará al paciente de todos los riesgos y beneficios y se llevará a cabo una valoración preoperatoria exhaustiva, además de estudios paraclinicos de rutina como biometría hemática completa con tiempos de coagulación, recuento plaquetario y tiempo de protrombina con INR, perfil bioquímico, electrocardiograma, gasometría arterial, espirometría simple o con pletismografía y difusión de monóxido de carbono, radiografía posteroanterior y lateral de tórax y TAC de tórax, según el contexto clínico del caso; se suspenderán medicamentos como antiinflamatorios no esteroi-

deos (AINES) o coumadínicos que pudiesen predisponer a sangrado importante; se administrará prednisona 60 mg VO la noche previa y metilprednisolona 125 mg IV minutos antes de la broncoscopia (esto para evitar edema de cuerdas vocales secundario a su manipulación con el consecuente estridor e insuficiencia respiratoria); se canalizará al paciente al menos con 1 línea IV de grueso calibre, se monitorizarán los signos vitales, electrocardiografía, oximetría, etcétera, y se administrará oxígeno suplementario previo al procedimiento en caso necesario.

Anestesia

La decisión del tipo de anestesia está en relación con el caso específico, pero en la mayoría de los casos se utiliza propofol a una dosis inicial de 1 a 2 mg/kg, y dosis de mantenimiento de 5 a 50 microgramos/kg/min; además, fentanyl 5-10 microgramos/kg y succinilcolina en dosis de 1-2 mg/kg, vigilando estrechamente la presencia de efectos secundarios relacionados con estas drogas. Durante todo el procedimiento el personal de anestesia monitorizará estrechamente los signos vitales, oximetría, capnografía, etcétera, con el fin de prevenir complicaciones ulteriores. Previo a la introducción del broncoscopio rígido se aplicará xilocaína tópicamente a las cuerdas vocales, y se aspirarán secreciones provenientes de la cavidad oral con el fin de visualizar adecuadamente las vías aéreas superiores al momento de su introducción.

Procedimiento

Una vez anestesiado el paciente procederemos a la introducción del broncoscopio rígido que puede realizarse a través de la cavidad oral (colocando un protector dental superior para evitar fracturas), haciendo una presión gentil de la lengua hacia abajo y adelante, llegando a la epiglottis para, posteriormente, visualizar la laringe con las cuerdas vocales e introducir el aparato hacia la tráquea. El broncoscopio puede introducirse también a través del estoma de traqueostomía si existe estenosis importante de las vías aéreas superiores. La elección del diámetro del broncoscopio dependerá de las características antropométricas del paciente y de la patología de base en las vías aéreas; normalmente se inicia con la introducción de broncoscopios de menor a mayor calibre que nos permita un paso fácil a través de las mismas. Colocado el aparato, se conectará al ventilador de la máquina de anestesia administrando un aporte de oxígeno del 100%, reduciéndolo al 45 ó 50% si durante el procedimiento se utiliza fotorresección láser. Gracias al sistema de video incluido en el broncoscopio rígido, es posible visualizar nítidamente las estructuras involucradas durante todo el

procedimiento y así realizar un abordaje diagnóstico o terapéutico de mejor calidad.

Dependiendo del procedimiento específico que vamos a realizar a través del broncoscopio rígido (dilatación mecánica o con balón, colocación de *stents*, fotorresección láser, aspiración con aguja fina, toma de biopsias, extracción de cuerpos extraños, manejo de hemoptisis, etcétera) la duración puede variar y en la mayoría de los casos, nos permitirá retirar el broncoscopio sin necesidad de intubación ulterior, aunque habrá casos en que la situación lo ameritará.

Cabe mencionar que durante la broncoscopia rígida podemos utilizar simultáneamente el broncoscopio flexible para visualizar aquellas áreas del árbol traqueobronquial (como bronquios segmentarios o sub-segmentarios) que no son accesibles al aparato rígido, realizando así lavados o aspiración de secreciones de dichos sitios.

Vigilancia posprocedimiento

Posterior al procedimiento, se monitorizará estrechamente al paciente por espacio mínimo de tres horas en el área de recuperación de quirófano con el fin de vigilar y detectar la presencia de alguna complicación, como estridor laríngeo, hemoptisis, disnea, dolor torácico, broncoespasmo, etcétera, así como anomalías de los signos vitales, alteración del estado de conciencia o hipoxemia. Algunos pacientes se benefician del uso de broncodilatadores como albuterol posterior al procedimiento como el fin para cohibir broncoespasmo secundario y el uso de esteroides por ciclos cortos, hasta por cinco días para evitar el edema laríngeo y de vías aéreas. Cabe mencionar que este procedimiento está diseñado para ser realizado en pacientes, tanto ambulatorios como intrahospitalarios; los pacientes ambulatorios pueden ser externados 4 a 6 h después de finalizar la broncoscopia si no existe contraindicación alguna, o bien permanecer en observación intrahospitalaria por espacio de 24 h en casos de procedimientos difíciles o complicaciones menores durante éste. Existe un subgrupo de pacientes con patologías agregadas o con insuficiencia respiratoria por daño pulmonar crónico en los cuales se requerirá de intubación y vigilancia en Unidades de Cuidados Intensivos o Intermedios por un tiempo determinado para el manejo de todos aquellos problemas médicos asociados.

Por último, el paciente y su familia son informados de los hallazgos broncoscópicos y el abordaje terapéutico realizado durante el procedimiento, instruyéndolos sobre indicaciones precisas relacionadas a complicaciones tardías de la broncoscopia y prescripción médica en caso necesario.

COMPLICACIONES

Relacionadas al procedimiento

- Estridor laríngeo
- Broncoespasmo
- Hemoptisis
- Dolor torácico
- Neumotórax o neumomediastino
- Colapso pulmonar
- Perforación traqueal

Relacionadas al evento anestésico

- Hipotensión
- Arritmias
- Cardiopatía isquémica
- Depresión respiratoria
- Hipoxemia
- Trastornos hidroelectrolíticos

CONCLUSIONES

La broncoscopia rígida, aun y cuando requiere ser llevada a cabo en quirófano bajo sedación y relajación, y de equipo sofisticado y personal entrenado en este campo, representa un procedimiento muy útil y con grandes ventajas sobre la broncoscopia flexible (como mayor campo de acción para el manejo de instrumentos, aspiración de secreciones y sangrados, ventilación simultánea con bajo riesgo de desaturación, etcétera) en casos seleccionados, por lo que deberá considerarse un procedimiento de primera elección cuando las circunstancias clínicas del paciente así lo señalen. Aunque existen complicaciones relacionadas con la broncoscopia rígida, en el personal debidamente entrenado éstas disminuyen significativamente, haciéndolo un estudio relativamente seguro y con una eficacia significativa.

II. CIRUGÍA ENDOBRONQUIAL LÁSER

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 traqueobronquial, 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 CO₂; 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 EMISIÓN LÁSER

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, CO₂, Argón, Kriptón, etcétera
- Sólidos: Nd:YAG, Holmium:YAG, Potasio Titanyl Fosfato (KTP)

Los medios láser con dos o más componentes usualmente tienen un elemento más activo que otro; por ejemplo, el nitrógeno es el componente activo del láser CO₂ y el Neodimio 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.

EFEKTOS DE LA EMISIÓN LÁSER SOBRE LOS TEJIDOS

El láser actúa sobre los tejidos vivos básicamente por tres mecanismos: 1) efectos térmicos, 2) efectos electrodinámicos y 3) efectos fotoquímicos.

Efectos térmicos

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.

Efectos electrodinámicos

Para este efecto se utiliza el Nd:YAG láser específicamente diseñado para producir pequeñas, pero extremadamente poderosas descargas que destruyen tejido en forma localizada; ésta es la aplicación fundamental del láser en oftalmología.

Efectos fotoquímicos

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 Ytrium 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 mangera coaxial que permite también mantener el área de trabajo limpia de detritos celulares o sangrado que pudiesen 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 broncoscopio 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 FOTORRESECCIÓN LÁSER

El candidato ideal para cirugía de fotorresección láser es aquel paciente con tumoración irremovible, 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 metastásicas

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

Estenosis traqueobronquiales

- Idiopáticas
- Posintubación o postraqueostomía
- Granulomas posquirúrgicos
- Posinfecciosas (tuberculosis, coccidioidomicosis, histoplasmosis, aspergilosis, nocardia)
- Amiloidosis
- 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 fistula 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, considero 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, discutiré 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, fentanyl, succinilcolina, etcétera, entre otros, ya que como sabemos, es necesaria la sedación y relajación en el paciente so-

metido 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 resecar, 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 yatrogénica. El láser es utilizado en el modo intermitente (pulsos) de forma ilimitada tratando de resecar la mayor cantidad de lesión posible, lo cual es facilitado por el uso de pinzas tipo *alligators* para desprender y retirar los tejidos fotorresecados 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 FIO₂ de 40 a 50% para prevenir ignición de la vía aérea con su subseciente 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 fotorresecador; 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 resecar 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.

III. COLOCACIÓN DE STENTS (PRÓTESIS) TRAQUEOBRONQUIALES

INTRODUCCIÓN

Dentro de la patología de las vías aéreas existe una diversidad de padecimientos ya sean benignos o malignos que producen alteraciones dentro de estas mismas; di-

chas patologías van desde la obstrucción, estenosis, colapso, fistulización, etcétera. Con el advenimiento de nuevas técnicas intervencionistas curativas y paliativas se ha mejorado considerablemente el pronóstico en este tipo de lesiones y son los *stents* o prótesis traqueobronquiales parte importante para el manejo de un subgrupo de pacientes bajo estas condiciones; la introducción de la prótesis y el tipo de él, estará dictado por el padecimiento en particular y la habilidad del broncoscopista.

La palabra *stent* es acuñada en honor al Dr. Charles R. Stent, odontólogo de finales del siglo XIX que diseñó un material de impresión dental que fue utilizado después como soporte para injertos de piel. En la actualidad, *stent* denota un aditamento artificial tubular que tiene como objetivo mantener la permeabilidad de una estructura tubular. En los últimos 20 años, este concepto ha revolucionado el manejo de ciertas patologías cardiovasculares, digestivas y por supuesto traqueobronquiales, incorporándose a la práctica clínica actual.

Para que una prótesis cumpla con su objetivo específico, debe reunir ciertas características inherentes:

- 1) Facilidad para su inserción y remoción
- 2) Disponibilidad en diferentes longitudes y diámetros que le permitan ajustarse al sitio de obstrucción
- 3) Una vez colocado, deberá mantenerse en su sitio sin migrar del mismo
- 4) Tendrá que ser suficientemente resistente para soportar fuerzas compresivas y suficientemente elástico para modelarse al contorno de la vía aérea
- 5) Será construido de un material inerte que no provoque inflamación, infección o formación de tejido de granulación
- 6) Permitir la libre movilización de las secreciones en la vía aérea

En realidad, la prótesis "ideal" no existe, ya que dependiendo de las características de cada tipo en particular, ninguna reúne todos los requisitos antes mencionados; sin embargo, existen ventajas de algunas prótesis sobre otras, mismas que comentaremos posteriormente.

TIPOS DE PRÓTESIS ENDOBRONQUIALES

Básicamente las podemos dividir en dos tipos: prótesis plásticas y metálicas.

Plásticas

- Tubo "T" de Montgomery: hecho de silicón, requiere de traqueostomía para su inserción. Es útil en el manejo de lesiones subglóticas o traqueales
- Prótesis de Neville: silicón, difícil de maniobrar

- Westaby: silicón, simples o en "Y" que son introducidos por broncoscopia rígida o laringoscopia
- Dumon: de silicón, con postes externos que se fijan a las paredes del árbol traqueobronquial. Pueden diseñarse simples o en "Y", requieren de broncoscopio rígido para su colocación. Es el más ampliamente utilizado.
- Hood: hechos de silicón con paredes lisas, existen modelos en "L" y en "Y"
- Orlowski: de PVC y esqueleto de metal con brazos bronquiales
- Nova: silicón y metal expandibles
- Freitag: silicón con metal en la pared anterolateral. Difícil de introducir.
- Poliflex: prototipo con base de silicón y malla de poliéster

Metálicos

- Palmaz: *stent* de acero inoxidable, expandible con balón
- Strecker: *stent* de tantalum o nitinol utilizado en Europa del tipo expandible con balón
- Gianturco: es el *stent* más utilizado en una gran variedad de patologías: fabricados con acero inoxidable, malla en zig-zag, autoexpandible, en presentaciones sencilla o doble
- Wallstent: de reciente introducción en el mercado, hecho de aleación de cobalto, autoexpandible, disponible también con cubierta de poliuretano de fácil aplicación
- Ultraflex: *stent* de nitinol (niquel-titanio), autoexpandible

Una vez más, la elección del *stent* estará supeditada a la patología específica, localización, disponibilidad de equipo, predilección del procedimiento y entrenamiento en el mismo; por ejemplo, un excelente *stent* es el Dumon de silastic que requiere de broncoscopia rígida para su introducción, pero son pocos los broncoscopistas que dominan esta técnica, por lo que algunas veces se inclinan por aquellos *stents* metálicos expandibles ya sea con balón o autoexpandibles que puedan ser introducidos por broncoscopia flexible. El riesgo de las prótesis metálicas, sobre todo las de malla, es el desarrollo de tejido de granulación importante, que los hace muy complicados de retirar en la mayoría de los casos.

INDICACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE PRÓTESIS TRAQUEOBRONQUIALES

Neoplasias malignas

- Compresión extrínseca o submucosa de la vía aérea
- Previo al uso de radioterapia o braquiterapia
- Posterior a fotorresección láser

- Fístulas tráqueo o broncoesofágicas
- Carcinoma infiltrante de esófago

Neoplasias benignas

- Papilomatosis
- Condromas
- Fibromas
- Lipomas

Estenosis traqueobronquiales benignas

- Posintubación
- Posinflamatorias (Granulomatosis de Wegener, CUCI, Crohn, etcétera)

Postinfecciosas

- Tuberculosis endobronquial
- Histoplasmosis
- Mediastinitis fibrosante
- Herpes
- Nocardia
- *Klebsiella rhinoescleromata*

Postrasplante pulmonar

- Estenosis del sitio de anastomosis
- Traqueobroncomalacia

Traqueobroncomalacia

- Focal (postintubación o traqueostomía)
- Difusa (EPOC, síndrome de Mounier-Kuhn, policondritis recidivante, etcétera)

Misceláneos

- Xifoescoliosis
- Compresión esofágica
- Aneurisma de aorta

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Como mencionamos anteriormente, la colocación del *stent* puede ser llevada a cabo por medio de broncoscopia rígida o flexible, dependiendo del tipo de *stent* seleccionado y la habilidad del bronoscopista para su inserción. Comentaremos brevemente a continuación la metodología de cada uno de ellos.

Broncoscopia rígida

Este es el procedimiento de elección para la colocación de prótesis de silastic y requiere de entrenamiento espe-

cial, además de ciertas condiciones específicas. Como se discutió anteriormente, el uso de broncoscopia rígida requiere ser llevada a cabo en quirófano bajo sedación y relajación, teniendo precauciones inherentes al proceso anestésico y realizando una valoración preoperatoria meticulosa previa al estudio, con la finalidad de evitar complicaciones.

La elección del diámetro y la longitud del broncoscopio rígido dependerá del área a abordar; para lesiones traqueales recomendamos el uso del broncoscopio *non-ventilating* de diámetros que van de 8 a 14 mm y para lesiones bronquiales el uso del broncoscopio *ventilating* de 10 ó 12 mm de diámetro es el adecuado; en algunas ocasiones empleamos la técnica de ir utilizando broncoscopios de calibres progresivos, para que esto también nos sirva a manera de dilatación mecánica en algunos casos, sobre todo en lesiones estenóticas benignas, permitiéndonos colocar un *stent* de adecuado calibre sobre las vías aéreas; de hecho, el diámetro máximo del broncoscopio utilizado en cierta medida nos dictará el diámetro de la prótesis a colocar, a nivel traqueal sugerimos utilizar de 14 a 18 mm de diámetro y en bronquios principales calibres de 10 a 14 mm; el uso de diámetros más pequeños no son recomendables debido a que la vía aérea quedaría muy reducida de calibre y podría no cumplir con sus funciones fisiológicas específicas. La longitud de la prótesis al igual que el diámetro, estará determinada por la extensión de la lesión, existen prótesis de 10 mm hasta 80 mm de longitud, lo cual nos da un buen margen para decidir el mejor. Las prótesis de silastic nos dan la ventaja de ser diseñados según las especificaciones que nosotros deseemos, ya que podemos solicitar la prótesis convencional *step-down*, *lip-stent*; en "Y" izquierdos o derechos; con malla *smooth*, *soft*, *customize*, etcétera, en la longitud y diámetro requerido para las condiciones del caso.

Una vez determinado el tipo, longitud y diámetro del *stent* a colocar, se procederá a su introducción. Para una broncoscopia rígida es necesario la utilización de introductores metálicos especiales, instrumentos hechos de acero inoxidable con diferentes diámetros y huecos, donde el *stent* es introducido en el hueco y posteriormente liberado en la zona deseada con la ayuda de un expulsor metálico especialmente diseñado. Este procedimiento de introducción del *stent* en broncoscopia rígida se realiza a ciegas; es decir, no estamos visualizando la vía aérea ni la zona donde la prótesis se implantará al momento de liberarlo, por lo que se deberá tener experiencia en la colocación de los mismos, evitando así obstrucción total del árbol traqueobronquial por malposición. Ya liberado el *stent* en el sitio específico, se instala el sistema de video incluido en el broncoscopio rígido para su visualización, verificando que se encuentre en el sitio correcto, sus pa-

redes se adosen perfectamente a las paredes de la vía aérea y esté completamente permeable. Algunas veces la prótesis queda insertada un poco más distal del sitio deseado, cuando esto sucede podemos emplear el uso de pinzas lagarto para removerlo ligeramente y colocarlo en su posición; en otras ocasiones, el *stent* no queda completamente adosado a las paredes de las vías aéreas, ante este caso recurrimos al uso de balones de dilatación o al simple uso de las pinzas para su adecuado adosamiento. Después de corroborada la adecuada colocación de la prótesis es importante revisar la vía aérea distal al mismo, ya que en algunas ocasiones, sobre todo en prótesis bronquiales, pudiese ocurrir obstrucción de un segmento o lóbulo pulmonar por las paredes de éste, manifestándose posteriormente como colapso pulmonar o desarrollar neumonía posobstructiva en fase tardía; también debemos apreciar que no existan secreciones retenidas o sangrados distales al *stent*; en los *stent* en "Y", debemos cerciorarnos que el bronquio principal contralateral esté permeable y sin obstrucción y en el brazo bronquial descartar obstrucciones secundarias. Una vez corroborados todos estos puntos finalizaremos el procedimiento.

El uso de broncoscopia rígida para la introducción de prótesis traqueobronquiales acarrea una serie de ventajas sobre la broncoscopia flexible, como lo son la completa visualización de las vías aéreas con un mayor campo de acción debido a las dimensiones del broncoscopio rígido, la ventilación simultánea por medio del instrumento, recolocación sencilla y rápida de prótesis en caso necesario, el uso de dilataciones mecánicas con ayuda del propio broncoscopio, mayor control de secreciones y sangrado; las desventajas de este abordaje serían el costo del equipo, necesidad de personal entrenado, dificultad para visualizar bronquios segmentarios, sala de quirófano y anestesia, etcétera. De cualquier modo, si la decisión del médico es colocar un *stent* de silastic, el uso de broncoscopia rígida será de primera elección.

Broncoscopia flexible

La gran mayoría de las prótesis metálicas están diseñadas para ser colocadas con ayuda de broncoscopio flexible con canal de trabajo de 2.1 ó 2.6 mm de diámetro, utilizando ya sea el *stent* tipo autoexpandible o expandible con balón con las ventajas y desventajas que éstos implican.

El procedimiento básicamente consiste en visualizar vía endoscópica la lesión (algunas veces conociendo las dimensiones de la misma por broncoscopia previa, reconstrucción tridimensional por TAC, etcétera), determinando la longitud y diámetro de la prótesis a implantar, el tipo específico y por último, la colocación vía fluoroscopia del *stent* seleccionado para finalmente realizar una

inspección endoscópica del sitio para verificar la correcta posición y adosamiento a las paredes de la vía aérea.

Las ventajas que este procedimiento presenta son que básicamente no requieren de anestesia o sala de quirófano; las desventajas son el riesgo elevado de reepitelización de prótesis metálicas que las hace muy complicadas de retirar después de cuatro semanas, riesgo de perforación por los aros metálicos en áreas muy inflamadas, migración, etcétera.

La colocación de *stents* de pequeño calibre en vías aéreas distales son consideradas la principal indicación para el uso de *stents* metálicos implantados por broncoscopia flexible; para vías aéreas mayores, el *stent* silastic sigue siendo de primera elección en la mayoría de los centros hospitalarios.

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Cuando se decide colocar una prótesis de silastic, se deberán tomar en cuenta una serie de consideraciones:

- 1) Se indicará el uso de nebulizador ultrasónico al menos tres veces al día por el tiempo que el *stent* permanezca en la vía aérea, con la intención de facilitar la movilización de secreciones.
- 2) Se deberá realizar vigilancia endoscópica periódica de éste al menos cada tres meses
- 3) Tener especial cuidado al momento de realizar alguna intubación en pacientes con prótesis traqueales; éste deberá portar un brazalete de alerta médica e informar a los encargados la presencia de la prótesis para que decidan colocar un tubo endotraqueal de diámetro pequeño bajo broncoscopia flexible y evitar su migración o desplazamiento.
- 4) Acudir con el médico en caso de tos intratable, disfonía, disnea, dolor torácico, datos de infección, etcétera, con el fin de descartar problemas asociados a la prótesis.

Con los cuidados necesarios un *stent* podrá durar implantado en la vía aérea hasta por cinco años o más, sin necesidad de ser reemplazado.

COMPLICACIONES

Stent de Silastic

- Migración
- Formación de tejido de granulación
- Obstrucción bronquial
- Infección
- Malposición
- Tos

Stent metálico

- Formación de granuloma
- Perforación
- Reepitelización
- Infección
- Migración
- Tos

CONCLUSIONES

El advenimiento de nuevos métodos terapéuticos para el abordaje de lesiones en las vías aéreas, ha permitido a las prótesis traqueobronquiales ser parte fundamental en el manejo de estas patologías. En los últimos años, enormes avances en el diseño y maniobrabilidad de los *stents* han traído nuevos y mejores modelos, cada uno indicado y seleccionado para situaciones específicas, con un perfil de seguridad cada vez mayor. La decisión del tipo de prótesis siempre será tema de debate, cada médico se familiariza más con un modelo y con un tipo de técnica de introducción dada, pero independientemente de esto, siempre y cuando su uso esté justificado, la prótesis será una herramienta valiosa en procedimientos que involucran la permeabilidad del árbol traqueobronquial.

REFERENCIAS

1. Mehta AC, Dasgupta A. Flexible bronchoscopy in the 21st century. Airways stents. Clin Chest Med 1999; 20: 139-151.
2. Becker HD. Stenting of the central airways. J Bronchol 1995; 2: 98-106.
3. 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.
4. Colt HG, Dumon JF. Airways stents. Present and future. Clin Chest Med 1995; 16: 465-478.
5. Dweik RA, Mehta AC. Bronchoscopic management of malignant airway disease. Clin Pulmon Med 1996; 3: 43-51.
6. Dumon JF. A dedicated tracheobronchial stent. Chest 1990; 97: 328-332.
7. Dumon JF, Cavaliere S, Diaz-Jimenez JP, et al. Seven year experience with the prosthesis. J Bronchol 1996; 3: 6-10.
8. Prakash UB. Advances in bronchoscopic procedures. Chest 1999; 116: 1403-1408.
9. Seijo ML, Sterman HD. Interventional pulmonology. N Engl J Med 2001; 344: 740-749.
10. British Thoracic Society guidelines on diagnostic flexible bronchoscopy. Thorax 2001; 56(Suppl 1): i1-i21.
11. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D. Interventional pulmonary procedures: Guidelines from the American College of Chest Physicians. Chest 2003; 123: 1693-1717.
12. Miller JI Jr. Rigid bronchoscopy. Chest Surg Clin N Am 1996; 6: 161-167.
13. Brutinel WM, Cotes 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.
14. Bolliger CT. Airways stents. Semin Respir Crit Care Med 1997; 18: 563-570.
15. Dumon JF, Meric B. Handbook of endobronchial YAG:Laser surgery; Hospital Salvator. Marseilles, France; 1983.
16. Wang KP, Mehta AC. Flexible bronchoscopy. 1995; 34: 292-294, 247-269.
17. Beamis JF. Rigid bronchoscopy. In: Beamis JF, Mathur N, editors. Interventional pulmonology. New York, NY: McGraw Hill; 1999: 17-28.
18. Dumon JF, Reboud E, Garbe L, Aucomte F, Meric B. Treatment of tracheobronchial lesions by laser photoresection. Chest 1982; 3: 278-284.

