

# Broncoscopia terapéutica

---

CARLOS DISDIERVICENTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CibeRes (Ciber de enfermedades respiratorias).  
Servicio de Neumología. Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

[cdisdier@separ.es](mailto:cdisdier@separ.es)

## RESUMEN

La broncoscopia terapéutica constituye una potente herramienta para el alivio sintomático de los pacientes con obstrucción de la vía aérea central. En el momento actual es posible el empleo de distintas técnicas cuya elección dependerá de su disponibilidad en los distintos centros y de la experiencia o preferencia de los especialistas en esta disciplina. El láser endobronquial, el electrocauterio y coagulación por plasma de argón, la terapia fotodinámica, la braquiterapia, crioterapia, dilatación por balones y la inserción de stents son las más técnicas empleadas con la posibilidad de utilizarse a través de broncoscopia flexible o rígida muchas de ellas.

En los últimos años se han introducido técnicas para el tratamiento de la patología obstructiva de la vías aéreas más periféricas en pacientes muy seleccionados con asga grave o en enfermos con enfisema con marcada hiperinsuflación que se describe en la presente revisión.

Palabras clave: broncoscopia terapéutica, láser bronquial, crioterapia, braquiterapia, endoprótesis, termoplastia.

## Introducción

La broncoscopia terapéutica ha experimentado un importante desarrollo en los últimos años gracias a la aparición de técnicas aplicables tanto por broncoscopia rígida como flexible<sup>1</sup>. El tratamiento repermeabilizador de la vía aérea central obstruida por neoplasia o estenosis benigna es la indicación de mayor relevancia por la gravedad que supone la obstrucción de tráquea y bronquios principales así como

por el alivio inmediato que proporciona la intervención endoscópica<sup>2,3</sup>. La elección entre las distintas técnicas de permeabilización de la luz (láser, electrocauterio, crioterapia, stents, etc.) dependerá de la disponibilidad en cada centro y de la experiencia del operador, así como de la naturaleza de la lesión, estabilidad clínica, calidad de vida y pronóstico del paciente. Además de otras indicaciones terapéuticas clásicas como la extracción de cuerpos extraños, limpieza de secreciones, cierre de fístulas y control de la hemoptisis,

otra indicación de gran importancia para evitar la cirugía de resección es el tratamiento del carcinoma precoz radiológicamente oculto. Más recientemente se han desarrollado procedimientos para el tratamiento de enfermedades de las vías aéreas periféricas, como con la termoplastia endobronquial en el asma grave y las técnicas de reducción de volumen pulmonar en el enfisema avanzado. En el presente capítulo se realizará un breve resumen de las técnicas broncoscópicas más frecuentemente utilizadas en el tratamiento de la patología de las vías aéreas.

## Técnicas endobronquiales terapéuticas en patología de la vía aérea central

### Broncoscopia rígida

En 1989, el otorrinolaringólogo alemán Gustav William utilizó por primera vez la broncoscopia rígida (BR) para extraer un cuerpo extraño. Más tarde, Chevalier Jackson desarrolló la técnica que se utilizó durante la primera mitad del siglo XX. Con la introducción del broncoscopio flexible (BF), la BR fue desplazada y no fue hasta finales de los años 80 que reapareció de nuevo gracias a los tratamientos con láser e inserción de stents de silicona.

En la repermeabilización rápida de la vía aérea, el broncoscopio rígido es el instrumento de elección, pues facilita la maniobrabilidad con el material rígido de mayores dimensiones, permite la extracción de grandes piezas tumorales y proporciona una mayor seguridad al favorecer un mayor control de la ventilación y una succión más potente de sangre o secreciones.

La BR debe realizarse con anestesia general ya que requiere la inmovilización completa del paciente y la ausencia de reflejos. La retirada de cuerpos extraños suele ser la indicación más frecuente en la edad pediátrica al igual que la más segura en los adultos cuando los cuerpos extraños son punzantes o muy voluminosos y enclavados. Otra indicación clásica de la BR es el manejo de la hemoptisis amenazante por la posibilidad de introducir sondas con gran capacidad de succión y utilización de técnicas de coagulación. La rigidez o inestabilidad cervical, apertura bucal insuficiente, inestabilidad cardiovascular o falta de

experiencia del equipo médico son las contraindicaciones de esta técnica.

Las complicaciones más comunes de la BR son las derivadas de la inserción (dolor cervical o faríngeo, rotura dental, laceraciones en encías, lengua, labios o de la pared traqueobronquial).

El aprendizaje de la técnica requiere un programa individualizado<sup>4,5</sup> y la realización supervisada de al menos 20 BR. Algunas sociedades aconsejan realizar de 10-15 BR anuales para mantener la competencia<sup>6,7</sup>.

### Resección mecánica y dilatación

El propio broncoscopio dilata la mayoría de las estenosis cuando se introduce a través de la luz traqueobronquial. También pueden utilizarse bujías semirrígidas o balones hidráulicos que ocasionan menos trauma en la mucosa que la dilatación con broncoscopio rígido en las estenosis benignas. Los balones dilatadores pueden utilizarse también con el broncoscopio flexible. En neoplasias, el efecto de la dilatación suele ser transitorio pero puede servir para ganar tiempo hasta tomar la decisión de un tratamiento más resolutivo.

En tumores exofíticos, la resección con el bisel del broncoscopio es el método más eficaz y rápido para desobstruir la luz traqueobronquial. La técnica se realiza mediante movimientos giratorios que "rebanan" el tumor para desprenderlo de la pared traqueobronquial y lo introducen en la luz del broncoscopio. El tratamiento previo con láser tiene por objeto lograr la hemostasia de los vasos tumorales para disminuir el sangrado durante la resección mecánica.

### Láser bronquial

La palabra láser es el acrónimo de "*Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation*", que significa la amplificación de la luz por emisión estimulada de radiaciones. Los efectos fotoquímico y fototérmico del láser son los empleados con fines terapéuticos en la broncoscopia intervencionista. Con el efecto fotoquímico se destruyen, mediante un proceso fotodinámico, células previamente fotosensibilizadas con hematoporfirina (ver terapia foto-

dinámica más adelante). El efecto térmico es el más empleado ya que transforma la energía absorbida por el tejido en calor que se utiliza para cortar y coagular. El efecto de la aplicación del láser sobre un tejido dependerá tanto de las características del láser (tipo de láser, potencia, distancia y duración de la emisión), como del tejido (naturaleza, temperatura, capacidad para disipar el calor, consistencia y vascularización). El aumento de calor originado por el láser ocasiona en los tejidos su destrucción por coagulación, carbonización, vaporización y/o combustión. El corte se produce por un láser con alta absorción y escasa dispersión. La coagulación se produce con baja penetración y alta dispersión. En las neoplasias, el efecto deseado con el láser es la fotocoagulación, ya que el objetivo es la devascularización del tumor y facilitar la resección sin sangrado.

La indicación principal del láser es la repermeabilización de la vía aérea central obstruida por tejido neoplásico. La obstrucción deber ser sintomática, de crecimiento endoluminal y con lecho distal viable. Otras indicaciones son las estenosis benignas de la vía aérea central o segmentaria, idiopáticas o secundarias a tuberculosis, resecciones pulmonares, traumatismos, radioterapia, traqueotomía, inhalación de humos, intubación, cuerpos extraños o resección previa por láser. Las contraindicaciones son: fístulas traqueoesofágicas, oclusión completa de la vía aérea con lecho bronquial no funcional, lesiones extraluminales, coagulopatías no corregidas, hipertensión endocraneal, marcada hipoxemia o broncospasmo e invasión o compresión de la arteria pulmonar, ya que sólo aumentará la ventilación del espacio muerto y podría ocasionar hipoxemia y mayor disnea.

La mayoría de los expertos recomiendan el uso del broncoscopio rígido, sólo o ayudado por el broncoscopio flexible (BF). Como precauciones, durante la aplicación del láser debe reducirse la  $\text{FiO}_2$  por debajo del 40% para evitar la ignición de la vía aérea. Se necesita la protección ocular de todo el personal con gafas específicas para la longitud de onda utilizada. Se aconseja utilizar tubos metálicos o especiales para láser si se aplica el láser sobre pacientes intubados.

Los láser más utilizados en broncoscopia son el láser Nd-YAG (neodymium:yttrium-aluminum-garnet) con una longi-

tud de onda de 1064 nm; el láser diodo, muy manejable por su pequeño tamaño y gran potencia, con distintos modelos según la indicación, uno para la resección de tumores con longitud de onda de 810 nm y otro de 620 nm para terapia fotodinámica, y el láser Nd-YAP (neodymium:yttrium aluminum pevkoskite), con una absorción en agua 20 veces superior al Nd-YAG y con mayor poder coagulante.

La tasa de éxito del bronco-láser se sitúa entre el 84 y 92%. La supervivencia en grupos históricos con tumores malignos sin tratamiento ha sido del 24% a los 4 meses y del 0% a los 7 meses, mientras que con esta técnica, la supervivencia a los 7 meses es del 60% y al año del 28%. El láser es bastante seguro en manos expertas, aunque se describe un riesgo de mortalidad del 2%.

### Electrocauterio endobronquial y coagulación con plasma de argón

El electrocauterio endobronquial utiliza la acción terapéutica del calor generado por una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia suministrada a través de sondas, electrobisturí o asas de diatermia, que se introducen en la vía respiratoria mediante el broncoscopio rígido o flexible. El equipo utilizado consiste en un generador de corriente eléctrica alterna de alta frecuencia y un circuito eléctrico con dos electrodos alejados y de distinta superficie. El método más utilizado es el monopolar, en el que un electrodo de pequeña superficie y por tanto de alta densidad eléctrica, actúa como electrodo terapéutico; y otro, de amplia superficie, actúa como electrodo neutro de retorno para cerrar el circuito (figura 1). A medida que la corriente penetra desde el electrodo activo en el tejido, disminuye su densidad al diseminarse sobre el electrodo neutro de mayor área. Por tanto es un sistema de tratamiento de contacto, utilizando como electrodo activo un bisturí, asa de diatermia o sondas de punta roma, según se desee un efecto de corte o coagulación. El grado de destrucción tisular dependerá de la potencia, duración de la aplicación, del área de contacto del electrodo sobre la zona a tratar, así como de la humedad y resistencia del tejido. Los efectos obtenidos con el electrocauterio son de coagulación y corte. Para coagular debe utilizarse un bajo voltaje, mientras que para seccionar se requiere mayor voltaje<sup>8</sup>. Para cortar

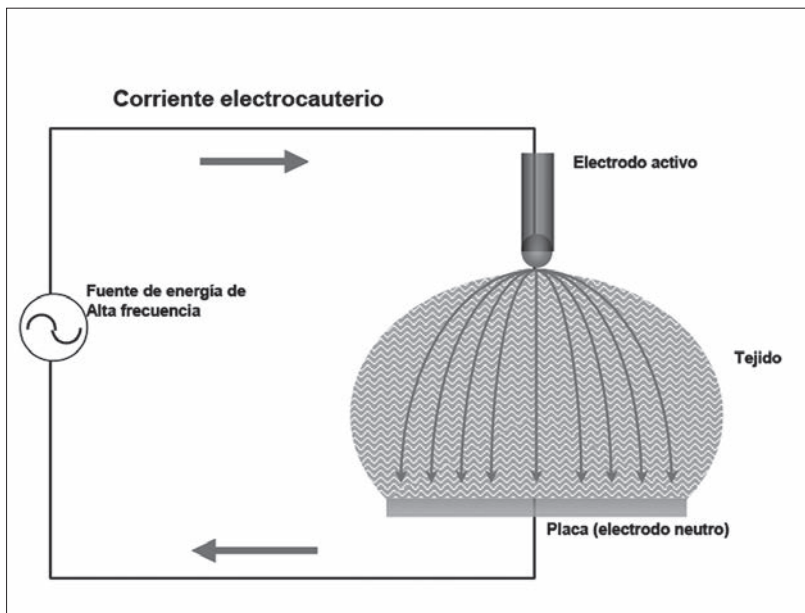


Figura 1.  
Electrocauterio.  
Circuito de corriente monopolar

coagulando es preciso mezclar ambos efectos. El tejido se coagula a 70 °C y se carboniza a más de 200 °C. La profundidad alcanzada es de unos 3-5 mm. El efecto tisular es similar al logrado con el láser, aunque ligeramente menos profundo<sup>9</sup>.

El electrocauterio tiene las mismas indicaciones y un efecto parecido al del láser, aunque con un coste menor. La desobstrucción de lesiones tumorales malignas es la indicación más importante. También se ha utilizado con éxito en el tratamiento del carcinoma *in situ*, estenosis benignas y control de hemoptisis. La única contraindicación formal del electrocauterio es la presencia de marcapasos o desfibriladores que se pueden afectar por la corriente transmitida, aunque existen en la actualidad dispositivos protegidos frente a la acción de corrientes eléctricas, y también se previene eficazmente su desajuste, sometiéndolos a un campo magnético mediante imanes.

Los resultados del electrocauterio suelen ser comparables a los obtenidos con otras técnicas intervencionistas. En la repermeabilización de la vía aérea ocluida por tumores, se obtiene éxito, entendiendo éste como la desobstrucción de más del 50% de la estenosis en el 70 al 90% de casos<sup>10</sup>. Con esta técnica se logra el control de sangrado en el 75%.

Las complicaciones más frecuentes son: fuego intrabronquial, hemorragia, perforación y estenosis. Para evitar la

ignición la FiO<sub>2</sub> debe ser inferior a 0,4. En lesiones vascularizadas debe utilizarse el modo coagulación y para evitar estenosis no se debe realizar tratamientos circunferenciales completos.

La coagulación con plasma de argón es otro modo de electrocauterio que utiliza el gas argón ionizado (plasma), que actúa como un medio conductor de la corriente entre el electrodo y el tejido; por tanto se evita el contacto directo con la lesión (no contacto), disminuyendo el riesgo de sangrado durante la aplicación. La ionización se consigue sometiendo el flujo del gas a un campo eléctrico de alto voltaje, puesto que en el mismo catéter por el que fluye el gas argón se encuentra el electrodo que suministra corriente eléctrica de alta frecuencia a 5.000 o 6.000 V. Esta técnica tiene excelente capacidad de coagulación en superficie y se utiliza para controlar sangrado tumoral. Otras indicaciones suelen ser la resección de pequeños granulomas postcirugía o asociados a endoprótesis, el carcinoma *in situ* y la papilomatosis endobronquial. Puesto que la capacidad de penetración en el tejido es escasa (2-3 mm), el riesgo de perforación de la pared traqueobronquial es muy bajo; aunque esta circunstancia juega en contra a la hora de coagular grandes masas tumorales con vistas al posterior desbridamiento mecánico; en estos casos es preferible la coagulación mediante contacto con sonda de superficie roma.

## Crioterapia

La crioterapia endobronquial se basa en la aplicación de temperaturas muy bajas sobre los tejidos para provocar su destrucción por congelación. Los agentes criogénicos más utilizados son gases en fase líquida sometidos a gran presión, que disminuyen su temperatura cuando se descomprimen bruscamente al pasar a su estado gaseoso (Principio de Joule-Thompson). El equipamiento está compuesto por un cilindro de gas, una varilla o sonda de crioterapia, que se conecta al cilindro, y una consola. El gas más utilizado como fuente de frío es el óxido nitroso ( $N_2O$ ), que alcanza temperaturas de  $-40^\circ C$  en la punta del catéter y de  $-30^\circ C$  a  $-40^\circ C$  en el tejido. Existen sondas diseñadas para broncoscopia rígida o flexible. El coste de este equipo es inferior al de otros tratamientos.

Los efectos ablativos de la crioterapia se producen a nivel molecular, celular, estructural y tisular. El mecanismo de destrucción celular se produce por congelación de una parte del agua extracelular, que hace que los solutos se concentren en el agua extracelular no congelada y la célula se deshidrate y desnaturalice. Los tejidos son destruidos por fenómenos de vasospasmo en la microcirculación, aumento de la permeabilidad y trombosis. También tiene importancia la rapidez de los fenómenos de congelación y descongelación, siendo la congelación rápida y descongelación lenta lo más perjudicial para la célula. Otros factores que influyen en el efecto de la crioterapia son: el umbral de congelación y descongelación, la temperatura alcanzada y la repetición de ciclos de congelación-deshielo. La criolesión se produce cuando se alcanza una temperatura entre  $-20$  y  $-40^\circ C$ , que provoca en el tejido una destrucción homogénea de 3 mm alrededor de la criosonda, por lo que será necesario aplicar repetidamente el tratamiento en varios puntos próximos.

Los tejidos presentan distinta criosensibilidad, según el contenido de agua en las células, siendo los más favorables para este tratamiento el tejido de granulación, lesiones mucosas y neoplasias malignas. El cartílago, tejido fibroso y la grasa son crioresistentes. El efecto de permeabilización de la vía aérea es retardado y requiere unos 15 días para que se desprenda el tejido desvitalizado, por lo que no es un buen método de ablación en situaciones de emergencia. No

obstante, la adhesión del tejido a la sonda congelada puede servir para arrancar por tracción tumores friables y permeabilizar la luz de forma inmediata (criorre canalización)<sup>11</sup>.

Se recomienda realizar de uno a tres ciclos de congelación-descongelación en cada punto de tratamiento de 25 segundos a 2 minutos y continuar con áreas próximas a unos 5-6 milímetros<sup>12</sup>. No se debe retirar la sonda sin descongelar (salvo si se desea utilizar esta técnica para criorre canalizar) ya que al estar adherido el tejido durante la congelación, podría ser desgarrado y ocasionar sangrado o dañar el broncoscopio. Se recomienda realizar una broncoscopia de control en los 15 primeros días de la intervención, ya que es en este periodo cuando suele desprenderse la escara.

Las indicaciones para la crioterapia son las mismas que para el tratamiento con láser, sin embargo, por su efecto retardado no es un tratamiento aconsejable en obstrucciones muy intensas de la vía aérea. Los tumores malignos y también los de baja malignidad, como el carcinoide y carcinoma adenoide quístico, pueden tratarse de forma paliativa. El tratamiento del carcinoma *in situ* consigue unas tasas de éxito del 89% al año y del 70% a los 3 años. Esta técnica es especialmente útil para tratar granulomas, algunas estenosis benignas no fibrosas y puede ayudar en la extracción de coágulos, cuerpos extraños y en la toma de biopsias por su efecto adhesivo durante la congelación. En ocasiones puede emplearse para controlar tumores sangrantes con una eficacia del 80%. Con este tratamiento no es necesario reducir la  $FiO_2$  por lo que se puede utilizar en pacientes con insuficiencia respiratoria. La combinación de crioterapia con radioterapia y poliquimioterapia puede tener efectos sinérgicos.

La crioterapia es un método muy seguro y la perforación es casi imposible. Se ha descrito casos de hemorragia masiva por desprendimiento de la escara, así como insuficiencia respiratoria y fiebre por la infección secundaria a obstrucción bronquial por tejido esfacelado.

## Braquiterapia endobronquial

La braquiterapia consiste en la irradiación muy próxima entre la fuente radioactiva y la lesión que se quiere tratar, que permite aplicar dosis más altas en el tumor respetando

el tejido circundante sano. Dependiendo de la dosis de radiación, existen 3 modalidades de braquiterapia: baja tasa (1 Gy por hora), tasa intermedia (2 a 10 Gy por hora) y alta tasa (mayor de 10 Gy por hora). Esta última es la más empleada ya que tan sólo requiere sesiones de 10-15 minutos, no precisa ingreso, la dosificación de la radiación es más controlable y el riesgo de irradiación del personal sanitario es despreciable.

El equipo para la braquiterapia de alta tasa es costoso y consta de una fuente de radioactividad situada en una habitación fuertemente aislada y construida con paredes de cobertura de plomo. La zona de operación está alejada de la fuente pero comunicada por un sistema audiovisual en circuito cerrado para que un operador controle el proceso. Se requiere además un sistema de seguridad, detección de radiación y alarmas. El material radioactivo más utilizado es el iridio 192 y las semillas de este material se colocan en una cápsula de metal que mide milímetros y está fijada a un cable de acero que se introducirá a través de un catéter hueco que previamente se ha insertado con el broncoscopio en la lesión a tratar.

La braquiterapia endobronquial se realiza transbronquialmente de forma intersticial colocando la fuente radioactiva dentro del tumor. A través del canal de trabajo del broncoscopio se introduce un catéter hueco, de 5 ó 6 french de diámetro externo, con el extremo distal sellado y una vez dentro de la lesión se retira el broncoscopio manteniendo el catéter en el interior de la vía aérea, con confirmación por radioscopia y la reintroducción en paralelo del broncoscopio que no se ha desplazado antes de fijarlo en la nariz. Después de una simulación, se introduce en el catéter hueco la fuente de iridio 192 que estará conectada a un dispositivo denominado *afterloading* y el paciente se irradiará en una habitación aislada en sesiones 10 a 15 minutos que pueden repetirse hasta 4 veces en intervalos semanales.

La braquiterapia está indicada en el tratamiento paliativo del carcinoma no microcítico o metástasis sintomáticas cuando no sea posible la cirugía o radioterapia y siempre que pueda implantarse el catéter por broncoscopia. La indicación más frecuente es la persistencia de tumor y la recidiva tumoral en la vía aérea tras la administración de dosis plenas de radioterapia. También es posible utilizar la

braquiterapia en el carcinoma precoz con intención curativa y en patología benigna para la prevención de estenosis por recurrencia de tejido de granulación en pacientes trasplantados. Esta técnica está contraindicada si se requiere una desobstrucción urgente, existe fistulización, invasión vascular o se ha realizado una braquiterapia previa en los últimos meses.

La tasa de recanalización varía del 60 al 90% en distintas series, con mejoría en la disnea, hemoptisis y alivio de la tos en la mayoría de los casos. La hemoptisis masiva y formación de fístulas son las complicaciones más importantes. La bronquitis posradiación aparece en el 10% y la broncoestenosis puede aparecer como complicación tardía.

## Terapia fotodinámica

La terapia fotodinámica (TFD) tiene como objetivo la destrucción selectiva de las células tumorales, una vez activadas por un sensibilizante, mediante la aplicación de una luz láser de una determinada longitud de onda.

La TFD precisa la sensibilización del tejido tumoral mediante la inyección intravenosa lenta de 2 mg/kg de porfirina sódica 48 horas antes. Una vez transcurrido ese tiempo se realiza una broncoscopia flexible y se introduce por el canal de trabajo del broncoscopio una fibra de cuarzo que transmite la luz del láser que iluminará la lesión. Mediante la acción del láser se crea una forma activa de oxígeno denominada oxígeno singlete, capaz de producir reacciones peroxidativas en la membrana celular, citoplasma y organelas intracelulares que causan el daño y muerte celular. Dos días después del tratamiento debe realizarse una broncoscopia de limpieza para extraer moco y detritus.

La TFD fue aprobada en 1997 por la FDA para el tratamiento paliativo de tumores obstructivos de la vía aérea y en 1998 como tratamiento alternativo a la cirugía o radioterapia en el carcinoma in situ y en el cáncer de pulmón microinvasivo<sup>13</sup>.

La fotosensibilidad cutánea y ocular es el mayor inconveniente de este tratamiento ya que las células epidérmicas y de la retina permanecen sensibilizadas durante un periodo de 4 a 6 semanas, lo que obliga a tomar precauciones para

evitar la exposición solar, fuentes de luz o calor intenso. La TFD está contraindicada de forma general en pacientes con porfiria o alergia a porfirinas. Esta técnica no debe emplearse cuando se requiera una desobstrucción urgente, o en tumores voluminosos localizados en tráquea o carina traqueal por el riesgo de obstrucción de la luz con el material esfacelado y edema postratamiento. Se ha descrito fiebre en un 20% de los casos. También está contraindicada cuando exista infiltración de un gran vaso, por riesgo de hemorragia o en presencia de fístulas traqueoesofágicas o broncopleurales.

### Endoprótesis traqueobronquiales (stents)

Los stents o prótesis son tubos de diferentes formas, tamaños y materiales, que se utilizan para mantener la luz de diversas estructuras. La palabra stent procede del apellido de un dentista británico del siglo XIX Charles R. Stent. La prótesis más utilizada desde 1965 fue la prótesis de silicona en T desarrollada por Montgomery para su utilización en las estenosis traqueales, con objeto de estabilizar o reconstruir la luz de la vía aérea, evitando el colapso de la misma. Este stent requiere traqueotomía por la que se fija la rama perpendicular de la T. En 1990 Dumon diseñó una prótesis de silicona que todavía es la referencia y que sólo se puede colocar a través del broncoscopio rígido.

Las prótesis traqueobronquiales las podemos clasificar ampliamente en 2 categorías: metálicas y de silicona (figura 2). Las de silicona fueron las primeras que se desarrollaron y la mayoría de los estudios confirman buena tolerancia a largo plazo, su principal ventaja es que son fácilmente removibles. Las prótesis metálicas son más distensibles, se adaptan mejor a la morfología de la vía aérea

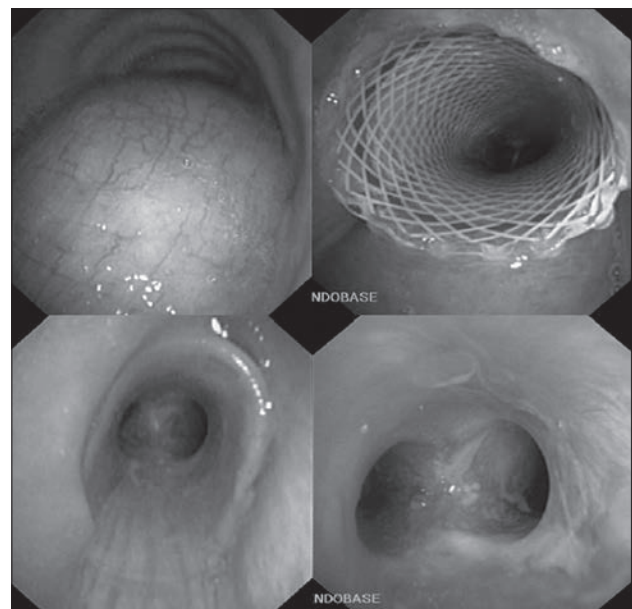
y ciertos tipos se pueden colocar con el broncoscopio flexible pero presentan mayores dificultades para su retirada que las prótesis de silicona.

El objeto de las stents traqueobronquiales es estabilizar la vía aérea principal. La colocación de prótesis en estenosis con un calibre de la luz de la vía aérea central menor del 50 % alivia los síntomas, prolonga la supervivencia y mejora la calidad de vida.

Aunque la indicación fundamental se realiza en estenosis secundarias a compresión extrínseca tumoral, puede colocarse tras la repermeabilización de una lesión neoplásica intraluminal como tratamiento preventivo de una reobstrucción. Entre las causas benignas, la indicación más frecuente es la estenosis secundaria a intubación orotraqueal prolongada o secundaria a traqueotomía. Las estenosis posquirúrgicas, traqueomalacia y las fístulas traqueobronquiales son otras indicaciones benignas. En el grupo de patología benigna las prótesis pueden resolver la estenosis en más de un 80 % de los casos y en un gran porcentaje es posible una posterior retirada. A pesar de que existe gran experiencia en la colocación de prótesis, es fundamental la evaluación rigurosa individual de cada caso, Las contraindicaciones absolutas son la inestabilidad médica que no permite soportar una anestesia general o la alergia al material de la prótesis. Deben realizarse revisiones endoscópicas periódicas para evitar complicaciones y resolverlas

**Figura 2.** Imagen superior izquierda: Compresión extrínseca de la pared posterior traqueal con estenosis crítica de la luz; imagen superior derecha: mismo paciente con stent polyflex.

Imágenes inferiores: paciente con estenosis traqueal inferior repermeabilizada con stent de silicona en Y que recubre la carina.



Técnica	Lesión	Broncoscopio	Rapidez	Repetibilidad	Complicaciones
Dilatación balón	E/SM/CE	BR/BF	++++	++++	Mínimas
Resección Bronoscópica	E	BR	++++	+++	Sangrado
Láser	E	BR/BF	++++	++++	Sangrado, Fístula Incendio
Electrocauterio	E	BF/BR	+++	++++	Sangrado
Endoprótesis (stent)	E/SM/CE	BR/BF	++++	+++	Migración Moco, Infección Granulación
Crioterapia	E	BR/BF	++	+++	Mínimas
TFD	E	BF	++	+++	Cutáneas Pseudomembranas
Braquiterapia	E/SM	BF	+	+	Fístula

Tabla I: Características de las distintas técnicas bronoscópicas

antes de que se produzca una estenosis importante. Se suelen hacer en los primeros días y trimestralmente. Asimismo, es necesaria la fluidificación de la vía aérea utilizando aerosoles con suero fisiológico y mucolíticos con objeto de evitar la retención de secreciones y formación de tapones de moco.

Las complicaciones no son infrecuentes y su frecuencia y gravedad varían según las prótesis utilizadas. Pueden ser: formación de tejido de granulación, retención de secreciones, crecimiento del tumor a través de la malla de prótesis metálicas no recubiertas, con la consiguiente obstrucción, migración, hemoptisis, infección o colonización bacteriana o micótica y fractura de la prótesis.

Las diferencias entre las distintas técnicas endobronquiales se resumen en la tabla I.

## Técnicas endobronquiales terapéuticas en patología de las vías aéreas periféricas

El conocimiento de la fisiopatología del asma y la EPOC ha permitido el desarrollo de técnicas bronoscópicas que,

en el caso del enfisema con marcada hiperinsuflación, pretende conseguir la reducción de volumen pulmonar mejorando la contractilidad diafragmática y, en el asma grave, mal controlada, pretende evitar las exacerbaciones actuando sobre el músculo bronquial hipertrófico.

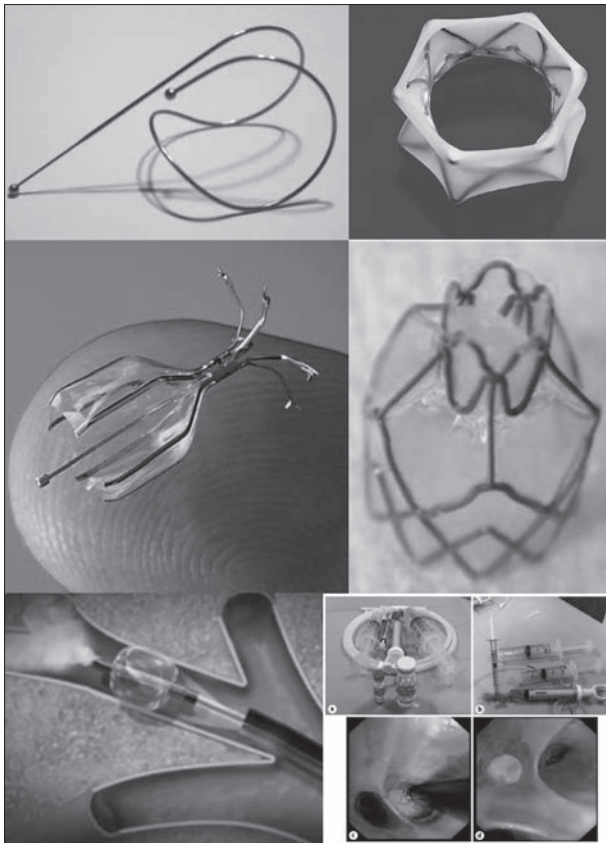
### Reducción de volumen pulmonar por broncoscopia

En la década de los noventa se popularizó en EEUU la cirugía de reducción de volumen pulmonar en el enfisema avanzado (CRV), que consistía en la resección del 20 al 30% de cada pulmón hiperinsuflado reconfigurando la cavidad torácica y mejorando la contractilidad diafragmática. A pesar de la eficacia demostrada en enfisematosos seleccionados<sup>14</sup>, una mortalidad del 5% asociada a la técnica quirúrgica<sup>15</sup>, la morbilidad, el alto coste y los pobres beneficios a largo plazo han motivado la escasa aceptación de la cirugía de reducción de volumen.

La broncoscopia reductora de volumen (BRV) es una técnica emergente, que plantea la reducción de volumen mediante distintos principios: 1) creación de vías aéreas accesorias para facilitar la disminución del aire atrapado



(by-pass de vías aérea), 2) inducción de colapso mediante vapor o por instilación de pegamentos biológicos en una técnica semejante al lavado broncoalveolar 3) la introducción en bronquios segmentarios de válvulas unidireccionales del aire y 4) la retracción del parénquima ocasionado por coils(espirales) (figura 3).



**Figura 3.** Técnicas de reducción de volumen pulmonar por broncoscopia: superior izquierda: coil; superior derecha: fenestraciones; central izquierda y derecha: válvulas endobronquiales unidireccionales; inferior derecha: pegamento; inferior izquierda: ablación por vapor.

El by-pass o fenestraciones de la vía aérea mediante la creación de comunicaciones que permiten la salida del aire atrapado en los pulmones enfisematosos hiperinsuflados no consiguió demostrar mejoría en los ensayos clínicos, por lo que no se ha continuado su investigación<sup>16</sup>. La utilización de pegamentos biológicos pretende la oclusión de la luz de los bronquios más alterados en pacientes con enfisema

heterogéneo, produciendo atelectasias y cicatrices con la consiguiente reducción de volumen y mejoría de la dinámica respiratoria.

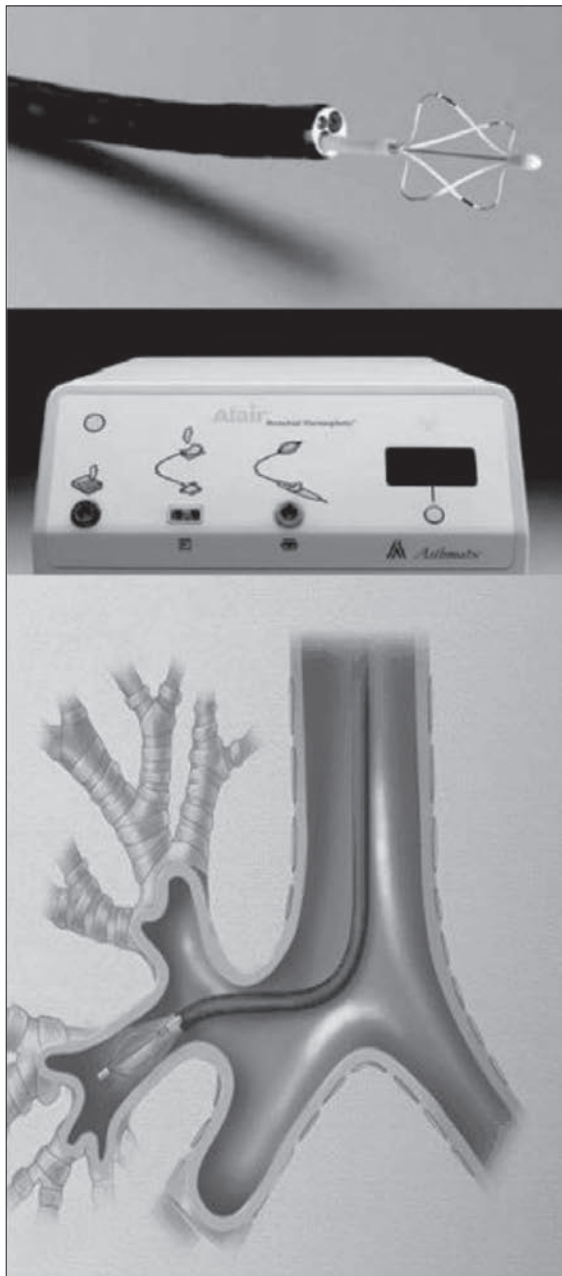
Los dispositivos más ensayados en la BRV son las válvulas unidireccionales que ocluyen la vía aérea<sup>17</sup>. Se colocan en las zonas más lesionadas con enfisema heterogéneo para disminuir el atrapamiento al conseguir que salga el aire y las secreciones bronquiales fisiológicas pero evitando la entrada de aire mediante oclusión segmentaria completa. Debe seleccionarse cuidadosamente a pacientes candidatos a este tratamiento que presenten marcada hiperinflación y atrapamiento aéreo, enfisema heterogéneo, vías aéreas sin circulación colateral y con fisuras interlobares completas en la TC.

Los dos dispositivos más utilizados se han comercializado con el nombre de Zephyr™, en forma de pico de pato (Emphasys Medical, Inc, Redwood City, CA, USA) y Spiration™, con forma de paraguas (Spiration, Inc, Redmond, WA, USA), con una estructura nitinol y seis "varillas" cubiertas por una membrana de poliuretano. Dispone de una barra central que permite su extracción o recolocación correcta. Ambas tienen indicaciones y eficacia similares. Las válvulas endobronquiales en pacientes con enfisema avanzado, heterogéneo, con atrapamiento importante, presentan una eficacia similar a la de la cirugía, con menor morbi-mortalidad. La mortalidad se sitúa en torno al 1% y su colocación precisa ingreso hospitalario de entre 2 y 4 días. Las complicaciones mas frecuentes son la exacerbación de la EPOC (6% - 26%), neumotórax (7% - 11%) y tejido de granulación.

Los espirales (coils) son dispositivos retráctiles de nitinol que se implantan con la ayuda de radioscopia y anestesia general en bronquios segmentarios y que provocan un efecto mecánico de recuperación de la elasticidad pulmonar tanto en el enfisema heterogéneo como el homogéneo con importante atrapamiento aéreo, con unos resultados esperanzadores ya que actúan independientemente de la existencia o no de circulación colateral<sup>18</sup>. Igualmente se esperan los resultados de estudios aleatorizados de la ablación por vapor termal que ocasiona una reacción inflamatoria irreversible en segmentos con mayor enfisema, independientemente de la circulación colateral<sup>19</sup>.

## Tratamiento bronoscópico del asma bronquial: Termoplastia bronquial

El asma es una enfermedad inflamatoria crónica de las vías aéreas en la cual están implicadas numerosas células y mediadores inflamatorios con una prevalencia del 3-5% de la población. La participación del músculo liso bronquial da lugar a los fenómenos de broncoconstricción que se producen durante las exacerbaciones. En las últimas décadas



**Figura 4.**

Termoplastia: Sonda Alair con electrodos expandibles.

se han producido importantes avances en el conocimiento de la patogenia del asma y manejo de la enfermedad con el uso de los corticoides inhalados. Sin embargo, un porcentaje importante de pacientes continúa presentando síntomas frecuentes y un 3-6% de los pacientes con asma presentan una pobre respuesta a los tratamientos disponibles y precisan múltiples consultas en los servicios de urgencias, ingresos, y un mayor impacto socio-sanitario.

La termoplastia bronquial consiste en la aplicación de calor generada por radiofrecuencia para reducir la cantidad y contractilidad del músculo liso. Está indicada en el asma grave, mal controlada y/o refractaria a otras alternativas terapéuticas. El procedimiento se realiza en tres sesiones, separadas por dos-tres semanas entre sí. En la primera se trata el lóbulo inferior derecho, en la segunda el lóbulo inferior izquierdo y, en la tercera ambos lóbulos superiores. El lóbulo medio no es tratado, por su morfología que podría favorecer atelectasia. El generador de energía térmica por radiofrecuencia empleado en la termoplastia bronquial (Alair System®), consiste en un dispositivo conectado a una sonda o catéter a la que transmite calor. La sonda se introduce en el árbol bronquial a través del canal de trabajo de un broncoscopio flexible y tiene 4 electrodos expandibles que transmiten la temperatura a la mucosa respiratoria (figura 4). Una vez que el extremo distal del catéter se expande con los electrodos en contacto con la pared bronquial distal, se activa el generador de radiofrecuencia mediante un pedal y durante unos 10 segundos los electrodos transmiten alta temperatura (65°C). A continuación, los electrodos se pliegan y se retira el catéter medio centímetro para continuar aplicando sucesivamente el tratamiento en zonas bronquiales proximales contiguas, de menor a mayor diámetro bronquial. El tratamiento se aplica en todos los bronquios de 3 a 10 mm de diámetro visibles bronoscópicamente, intentándose tratar de forma sistemática y protocolizada todos los segmentos pulmonares. Cada sesión de termoplastia dura unos 45-50 minutos aproximadamente, e incluye un promedio de unas 40 activaciones eficaces por sesión.

Los primeros estudios realizados en modelos caninos demostraron una reducción del 50% de la cantidad de músculo liso bronquial. En el primer ensayo clínico en asmáticos realizado para valorar la eficacia, el estudio

AIR (*Asthma Intervention Research trial*), se incluyeron asmáticos moderados o graves (FEV1 60-85% del valor de referencia y PC<sub>20</sub> metacolina < 8 mg/mL), en tratamiento con corticoides inhalados (CI) y que presentaban un empeoramiento clínico tras la retirada de los agonistas β<sub>2</sub> de acción prolongada (LABA)<sup>20</sup>. Se incluyeron 112 pacientes que se aleatorizaron para realizar tratamiento habitual o termoplastia añadida al tratamiento habitual. El grupo intervención presentó una mayor incidencia de complicaciones respiratorias inmediatas secundarias al tratamiento, generalmente leves, pero sin diferencias significativas en el número de complicaciones ni deterioro de la función pulmonar en el resto del seguimiento. El grupo tratado mediante termoplastia presentó una disminución en el número de agudizaciones leves (0,18 vs 0,31 paciente/semana, p=0.03) al año de seguimiento y una tendencia no significativa a disminuir en el de agudizaciones graves. También los pacientes del grupo tratado mediante termoplastia tuvieron más días sin síntomas y mejoraron las escalas de síntomas, cuestionarios de control y de calidad de vida. El FEM del grupo de termoplastia mejoró 39 L/min frente al de tratamiento convencional, pero no significativamente el FEV1 ni la PC<sub>20</sub> metacolina.

El segundo ensayo, denominado RISA (*Research In Severe Asthma trial*)<sup>21</sup> se diseñó para evaluar la seguridad y eficacia de la termoplastia en pacientes con asma grave y sintomática, también de forma multicéntrica, aleatorizada y con grupo control. En este estudio se evaluaron 15 sujetos incluidos en el grupo termoplastia y 17 en el grupo control. Tras un mayor número de complicaciones secundarias a la broncoscopia, el grupo termoplastia presentó mejoras significativas respecto al grupo control en el porcentaje de FEV1 pre-broncodilatador, en el uso de medicación de rescate, y en los cuestionarios de calidad de vida y control del asma, permaneciendo diferentes a las 52 semanas sólo el uso de medicación de rescate y los cuestionarios de calidad de vida y control.

Por último, el trabajo que permitió la aprobación de esta técnica por la FDA, fue un estudio multicéntrico, aleatorizado y doble ciego, realizado en 288 pacientes con asma persistente moderada-grave sin buen control a pesar de tratamiento con dosis de altas de GCI y agonista

β<sub>2</sub>-adrenérgico, que fueron aleatorizados con una proporción 2:1 a tratamiento con termoplastia bronquial o a broncoscopias placebo (*AIR-2 trial*)<sup>22</sup>. El grupo tratado con termoplastia presentó una mejora superior en el cuestionario de calidad de vida asociada al asma respecto al grupo placebo (1,35±1,1 vs 1,16±1,23, una mejoría de la calidad de vida global y una reducción superior en la tasa de exacerbaciones graves (32%), visitas a urgencias y días perdidos de trabajo o escuela.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Du Rand A, Barver PV, Goldring J, et al. British Thoracic Society guideline for advanced diagnostic and therapeutic flexible bronchoscopy in adults. *Thorax* 2011; 66:iii1-iii21.
2. Seijo LM, Sterman DH. Interventional pulmonology. *N Engl J Med*. 2001 Mar 8;344:740-749.
3. Erst A, Fellenkopman DF, Becker HD, Mehta AC. Central airway obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169: 1278-1297.
4. Wahidi MM, Herth FJF, Ernst A. State of the Art: Interventional Pulmonology; *Chest* 2007; 131:261-274.
5. Lamb CR, Feller-Kopman, Ernst DA et al. An approach to interventional pulmonary fellowship training. *Chest* 2010; 137:195-199.
6. Bolliger CT, Mathuer PN, Beamis et al. ERS/ATS statement on interventional pulmonology. *Eur Respir J* 2002; 19: 356-373.
7. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D, et al. Interventional pulmonary procedures. Guidelines from the American College of Chest Physicians *Chest* 2003; 123: 1693-1717.
8. Homasson JP. High-frequency thermocoagulation. Use in bronchial endoscopy. *Rev Mal Respir* 1999; 16: 625-32.
9. Coulter TD, Mehta AC. The heat is on: impact of endobronchial electrocautery on the need for Nd:YAG laser photoresection. *Chest* 2000;118:516-521.
10. Sutedja C, Schramel PMNH, Smit HJF, et al. Bronchoscopic electrocautery as an alternative for Nd:YAG laser in patients with intraluminal tumor. *Eur Respir* 1996; 9:258s-259s.
11. Hetzel M, Hetzel J, Schumann C, et al. Cryorecanalization: A new approach for the immediate management of acute airway obstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127:1427-1431.
12. Homasson JP, Mathur PN Cryotherapy in endobronchial disorders En Beamis JF, Mathur PN eds. *Interventional pulmonology*. McGraw-Hill 1999. pp 68-81.

13. Reynolds T. Using lasers and light-activated drugs, researchers home in on early lung cancers. *J Natl Cancer Inst.* 1998; 18; 90:417-418.
14. The National Emphysema Treatment Trial Research Group. Randomized trial comparing lung volume reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003;348:2059-2073.
15. Fishman A, Martinez F, Naunheim K, et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003; 348:2059-73.
16. Shah PL, Slebos DJ, Cardoso PF, et al; EASE trial study group. Bronchoscopic lung-volume reduction with Exhale airway stents for emphysema (EASE trial): randomised, sham-controlled, multicentre trial. *Lancet.* 2011;378:997-1005.
17. Iftikhar IH, McGuire FR, Musani AI. Efficacy of bronchoscopy lung volume reduction: a meta-analysis. *International Journal of COPD* 2014;9 481-491
18. Deslee G, Kloostner K, Hetzel M, et al Lung volume reduction coil treatment for patients with severe emphysema: a European multicentre trial. *Thorax* 2014;69:980-986.
19. Gompelmann D; Eberhardt R, Herth FJ. Technology update: bronchoscopic thermal vapor ablation for managing severe emphysema. *Medical Devices: Evidence and Research* 2014;7; 335-341
20. Cox G, Thomson NC, Rubin AS, Niven RM, Corris PA, Siersted HC, Olivenstein R, Pavord ID, McCormack D, Chaudhuri R, Miller JD, Laviolette M; AIR Trial Study Group. Asthma control during the year after bronchial thermoplasty. *N Engl J Med.* 2007; 356:1327-37.
21. Pavord ID, Cox G, Thomson NC, Rubin AS, Corris PA, Niven RM, Chung KF, Laviolette M; RISA Trial Study Group. Safety and efficacy of bronchial thermoplasty in symptomatic, severe asthma. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 176:1185-91.
22. Castro M, Rubin AS, Laviolette M, Fiterman J, De Andrade Lima M, Shah PL, et al. Effectiveness and safety of bronchial thermoplasty in the treatment of severe asthma. A multicenter, randomized, double-blind, sham-controlled clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 181: 116-124.