

# Broncoscopia intervencionista terapéutica

C. Disdier Vicente, J. Cosano Povedano, L. Muñoz Cabrera, A. Cosano Povedano

## INTRODUCCIÓN

La neumología intervencionista es la subespecialidad que utiliza técnicas invasivas para el diagnóstico y tratamiento de la patología respiratoria y que requiere una formación más específica que la proporcionada en un programa de especialización básico en neumología<sup>(1)</sup>. Estas técnicas tienen su ámbito de actuación sobre la vía aérea, mediastino o espacio pleural y, por su carácter invasivo, están dirigidas a tratar problemas respiratorios especialmente graves, como la obstrucción de la vía aérea central o complicaciones locales de una neoplasia avanzada.

El broncoscopio flexible suele ser el instrumento de elección para las técnicas diagnósticas avanzadas, como la punción transbronquial, ecobroncoscopia, navegación electromagnética o autofluorescencia, y también para algunas terapéuticas, como la braquiterapia, crioterapia y terapia fotodinámica. Otras técnicas terapéuticas, como el láser y el electrocauterio, también pueden realizarse utilizando el broncoscopio flexible<sup>(2)</sup>, pero el broncoscopio rígido ofrece mayor seguridad. Para las técnicas de permeabilización rápida de la vía aérea, el broncoscopio rígido es el instrumento de elección, ya que facilita la maniobrabilidad y proporciona una mayor seguridad por posibilitar la ventilación y control de la vía aérea (Tabla 1). En el presente capítulo se describirán las técnicas broncos-

cópicas intervencionistas terapéuticas, su procedimiento, indicaciones y requisitos necesarios.

## INDICACIONES

Con la excepción de la punción transbronquial en el diagnóstico y estadificación del cáncer broncopulmonar, el tratamiento de la obstrucción de la vía aérea central es la indicación más importante en la broncoscopia intervencionista. Se dispone de distintas técnicas de ablación y resección de tumores cuya elección dependerá de la experiencia del operador y disponibilidad en cada centro. Otra indicación primordial es el tratamiento de la estenosis sintomática traqueobronquial benigna que puede ser alternativa a la cirugía o la mejor opción terapéutica en pacientes de alto riesgo. El carcinoma precoz no operable también puede ser tratado mediante distintas técnicas intervencionistas. En el momento actual se están realizando estudios aleatorizados de reducción del volumen pulmonar mediante válvulas y prótesis bronquiales en enfisema avanzado y termoplastia en asma bronquial.

### **Diagnóstico y tratamiento broncoscópico del carcinoma precoz**

Mediante el estudio broncoscópico en pacientes de alto riesgo y especialmente cuando se utiliza autofluorescencia, es posible detectar lesiones premalignas y preinvasivas que se clasifican en lesio-

Tabla I. Ventajas e inconvenientes de broncoscopia flexible y rígida en broncoscopia intervencionista

	Ventajas	Inconvenientes
Broncoscopia flexible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica básica en neumología</li> <li>• Realizable con anestesia local</li> <li>• Régimen ambulatorio</li> <li>• Coste más reducido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más incómodo para el paciente</li> <li>• Requiere intervenciones más largas</li> <li>• Desobstrucción menos eficaz</li> <li>• Trabajo secuencial del instrumental a través del canal de trabajo</li> <li>• Accesorios y bronoscopios más caros</li> <li>• Difícil para colocar stents</li> <li>• Difícil control del sangrado masivo</li> </ul>
Broncoscopia rígida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la ventilación, mejor visión, aspiración y maniobrabilidad</li> <li>• Mayor confortabilidad del paciente con anestesia general</li> <li>• Uso simultáneo de distintos instrumentos</li> <li>• Desobstrucción más rápida y fácil</li> <li>• Mayor facilidad para la colocación de stents</li> <li>• Mayor seguridad en complicaciones</li> <li>• Equipamiento duradero y más económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica no utilizada por todos los neumólogos</li> <li>• Curva de aprendizaje más prolongada</li> <li>• Necesaria anestesia general y quirófano</li> <li>• Habitualmente en régimen de ingreso</li> <li>• Necesidad de más personal</li> <li>• Mayor coste</li> </ul>

nes de "alto grado" (carcinoma *in situ* y displasia severa o moderada), y las de "bajo grado" (displasia leve y metaplasia escamosa) en función a su mayor o menor tendencia a la invasividad. Aunque algunas lesiones preneoplásicas pueden regresar de forma espontánea, la mayoría de los expertos recomiendan tratamiento al menos endoscópico, tras un seguimiento de 3 meses sin regresión de la displasia severa e inmediata en el carcinoma *in situ*<sup>(3)</sup>.

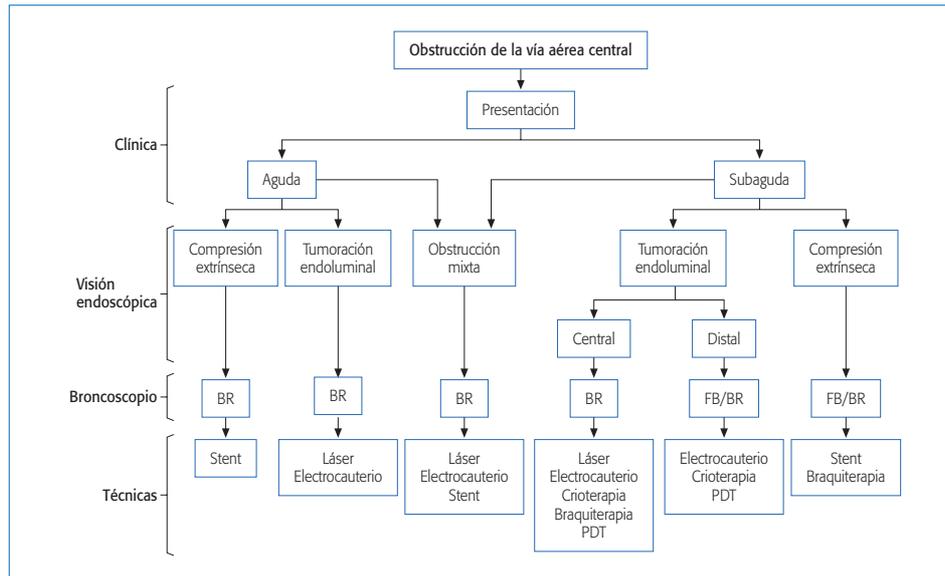
La cirugía es el tratamiento más adecuado del carcinoma *in situ* o microinvasivo, pero en los pacientes inoperables puede intentarse un tratamiento endoscópico con intención radical<sup>(4)</sup>. Los mejores resultados se consiguen en la neoplasia de estirpe escamosa, radiológicamente oculta y apariencia endoscópica superficial, con un área menor de 2 cm, márgenes claramente delimitados y sin invasión cartilaginosa, estudiada por análisis patológico o por prueba de imagen que incluya la TAC de alta resolución<sup>(5)</sup>.

La terapia fotodinámica (TFD) ha sido el tratamiento mejor estudiado como alternativa a la cirugía, obteniéndose respuestas del 75%, y recurren-

cias a largo plazo del 30%. El mejor resultado se obtiene con lesiones menores de 1 cm de diámetro<sup>(5)</sup>. Otras opciones con buenos resultados pero con menor experiencia han sido: el electrocauterio, con respuestas completas (RC) en el 80% y sin recurrencias en 22 meses; la crioterapia, con RC del 91% y recurrencia del 28% a los cuatro años, y la braquiterapia, con respuestas completas del 85% y del 75% a largo plazo. La terapia con láser Nd:YAG no es recomendable por el riesgo de perforación<sup>(4)</sup>.

### Obstrucción tumoral de la vía aérea central

El cáncer broncogénico avanzado es la etiología más frecuente de obstrucción de la vía aérea central (OVAC)<sup>(6)</sup>. Aproximadamente, el 30% de los cánceres pulmonares presentan obstrucción endobronquial y el 40% de los pacientes con cáncer fallecerán por complicaciones locales como hemoptisis, infecciones respiratorias o asfixia<sup>(7)</sup>. La elección del procedimiento broncoscópico ablativo (láser, electrocauterio, crioterapia, etc.) dependerá de la disponibilidad y experiencia del centro, del



**Figura 1.** Tratamiento de la obstrucción de la vía aérea central (BR: broncoscopia rígida; FB: broncoscopia flexible).

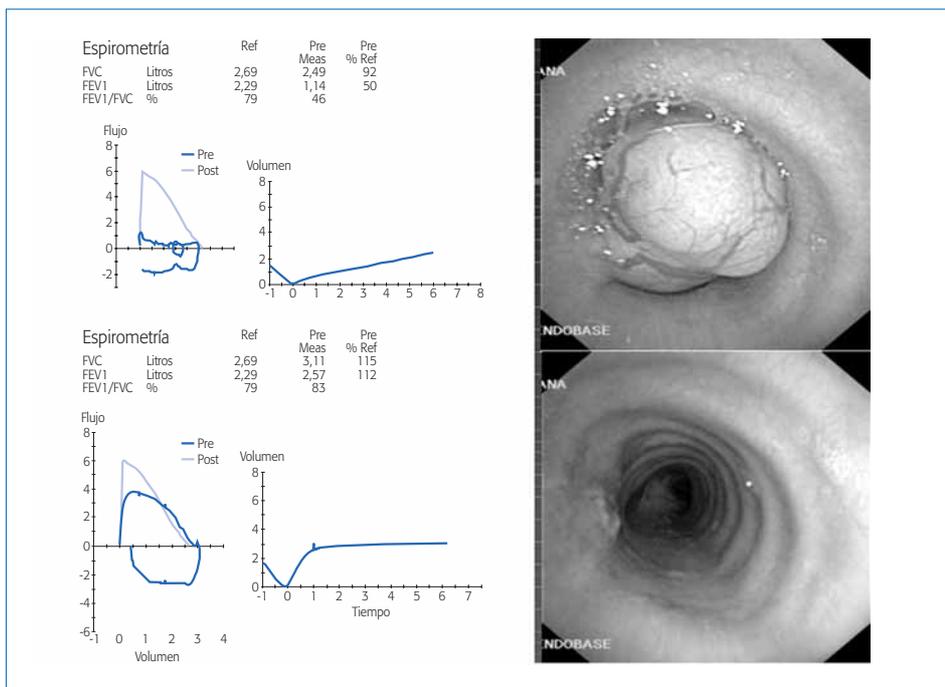
mayor o menor componente de compresión extrínseca, del grado de obstrucción y de la urgencia de actuación (Figura 1). Algunas técnicas, como la crioterapia, braquiterapia o terapia fotodinámica pueden tardar hasta 2 semanas en ser eficaces y no estarán indicadas en las estenosis críticas. La braquiterapia y las endoprótesis pueden utilizarse con la intención de prolongar el efecto permeabilizador conseguido con láser, electrocauterio, dilatación con balón o el propio broncoscopio rígido. Cuando en la OVAC predomina la compresión extrínseca, la permeabilización tras dilatación por balón<sup>(8)</sup> o broncoscopia rígida, debe ser estabilizada con la inserción de una endoprótesis.

Las indicaciones de desobstrucción y permeabilización tumoral por broncoscopia intervencionista antes de administrar poliquimiorradioterapia serán: 1) obstrucción central grave que pone en peligro la vida de forma inminente y 2) obstrucción de vías centrales que ocasiona síntomas como disnea, hemoptisis, neumonitis obstructiva, atelectasia o reducción de la luz traqueobronquial en más del 50% (Figura 2). Una vez resecado el tumor endoscópicamente, se continuará con poliquimiorradioterapia en las 2 semanas posteriores.

### **Estenosis traqueobronquiales benignas**

El tratamiento de la estenosis traqueal benigna requiere un enfoque multidisciplinar con la participación de anestesistas, neumólogos, otorrinolaringólogos y cirujanos torácicos con experiencia en esta patología. La intervención inicial de uno u otro especialista y el tipo de tratamiento –endoscópico en sus distintas variedades, y no endoscópico– depende de la localización, integridad de la pared (malacia), longitud y gravedad de la estenosis<sup>(9)</sup>, así como de la comorbilidad y estado de salud global del enfermo.

La estenosis benigna de la vía aérea central en el adulto suele aparecer como complicación de una intubación traqueal o traqueotomía previa, con una incidencia que varía entre el 12 y 19% de los intubaciones y en un 12% de las traqueotomías quirúrgicas (y aún mayor en las traqueotomías percutáneas). En otras ocasiones existe el antecedente de infecciones tuberculosas o enfermedades sistémicas (p. ej., granulomatosis de Wegener), pero también pueden ser idiopáticas. Para producir disnea de esfuerzo, la luz traqueal debe ser inferior a 8 mm de diámetro. La disnea en reposo aparece cuando la luz es inferior a 5 mm.



**Figura 2.** Carcinoma adenoide quístico resecado con láser.

Ante la sospecha clínica, en un paciente con disnea progresiva y estridor, el aplanamiento de las curvas de flujo/volumen en las estenosis fijas o la amputación de los picos de flujo en la curva inspiratoria o espiratoria según la localización extra o intratorácica de la estenosis, puede servir de forma poco invasiva para alertar de esta patología. La TAC helicoidal con reconstrucción multiplanar puede dar información de la localización, longitud y extensión de la lesión y es una técnica muy conveniente antes de una broncoscopia intervencionista<sup>(10)</sup>. La broncoscopia flexible, que es la técnica diagnóstica principal, informará de la posibilidad de colapso durante las maniobras respiratorias (traqueomalacia) permitiendo analizar el grado de complejidad de la estenosis y sus dimensiones.

Para conseguir la mayor eficacia es necesaria la selección adecuada de los pacientes. Las estenosis traqueales benignas pueden clasificarse en 3 tipos<sup>(11)</sup>: a) diafragmáticas o membranosas, sin afectación del componente cartilaginoso de la pared traqueal; b) en cuello de botella con deformidad

cartilaginosa de la pared traqueal; y c) mixtas o complejas, donde puede existir deformidad del cartilago, malacia, membranas únicas o múltiples, larga extensión, estenosis completa supraastial (traqueostomías), o incluso fístulas. Las primeras son las más adecuadas para ser tratadas endoscópicamente, sobre todo cuando la membrana es inferior a 1 cm de longitud y de distribución concéntrica. No obstante, hasta en el 40-60% hay que repetir los tratamientos por reestenosis y, si hay recidivas, la mejor opción es colocar un stent durante un tiempo variable (6 a 18 meses)<sup>(12,13)</sup>.

Las estenosis cicatriciales membranosas deben tratarse con 3 cortes radiales<sup>(14)</sup> en las posiciones horarias 3, 9 y 12, realizados con láser Nd:YAG o diodo, utilizando fibras láser de no contacto, con potencias adecuadas a este tipo de fibras. También es una buena opción realizar los cortes mediante electrocauterio, con sonda de corte (electrobisturí). Se recomienda conservar la mayor parte de la mucosa y, posteriormente, dilatar la estenosis con suavidad con broncoscopios rígidos de calibres pro-

gresivamente mayores. La existencia de malacia y cicatrices mayores de 1 cm son las variables más asociadas al fracaso de la técnica. En caso de recidiva puede repetirse la misma técnica, colocar una endoprótesis temporal o, si es posible, intervenir quirúrgicamente. No existe evidencia de mejores resultados con terapia adyuvante esteroidea ni antibiótica, aunque sí se ha referido disminución en la tasa de recidiva en ausencia de efectos secundarios significativos aplicando mitomicina C tópica en el lecho, una vez efectuada la sección y dilatación<sup>(15,16)</sup>. En el caso de estenosis de bronquios principales o lobares, pueden permeabilizarse de forma similar con el broncoscopio flexible con láser, crioterapia o electrocauterio y dilatar después con un balón de alta presión. Este método suele necesitar repetidas maniobras para lograr su efecto y también se han reportado buenos resultados tras la aplicación tópica de mitomicina C<sup>(17)</sup>. Este tipo de estenosis suelen asociarse a isquemia en las anastomosis postrasplante, postresección tumoral, braquiterapia o tras infecciones.

## TÉCNICAS TERAPÉUTICAS

### Láser bronquial

#### Concepto

La palabra láser procede de las iniciales de los términos *Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation* que, traducido significa amplificación de la luz por emisión estimulada de radiaciones. El láser se diferencia de otras formas de radiación luminosa por sus características de **coherencia** (sus ondas se transmiten en fase en espacio y tiempo, concentrando su energía en un punto), **colimación** o **direccionalidad** (la luz viaja en una dirección única en paralelo, sin dispersión, y con capacidad de transmisión a largas distancias sin perder su energía) y **monocromaticidad** (sus ondas se encuentran en una única longitud de onda y por lo tanto cada láser es de un color puro). Las propiedades físicas del láser dependen principalmente de su longitud de onda, que puede encontrarse en el rango de las longitudes de onda de la luz visible (390 a 800 nm) o invisible (infrarrojos o ultravioleta).

#### Efectos

Los efectos fotoquímico y fototérmico del láser son los que se emplean con fines terapéuticos en la broncoscopia intervencionista. Con el efecto fotoquímico se destruyen, mediante un proceso fotoquímico, células previamente fotosensibilizadas con hematoporfirina (terapia fotodinámica). El efecto térmico transforma la energía absorbida por el tejido en calor, se utiliza para cortar y coagular, y es el más empleado.

Los efectos térmicos del láser sobre un tejido dependerán 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). La densidad de energía de un láser es inversamente proporcional a la distancia de la punta de la fibra a la zona de tratamiento y directamente proporcional a la duración y potencia aplicada. En la superficie tisular, la luz puede reflejarse, dispersarse, transmitirse o absorberse. 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. Las lesiones más pálidas tienen menor coeficiente de absorción que las más oscuras o vascularizadas. Así, los tejidos pálidos y poco vascularizados dejan pasar el rayo en superficie y ocasionan su efecto en profundidad. Altos niveles de energía producen necrosis térmica que puede destruir grandes vasos tumorales y aumentar el riesgo de sangrado. En las neoplasias, el efecto deseado con el láser es la fotocoagulación, ya que el objetivo es la desvascularización del tumor y facilitar la resección sin sangrado. Este efecto se consigue con niveles bajos de energía.

#### Indicaciones y contraindicaciones

La indicación principal del láser es la repermabilización de la vía aérea central obstruida por tejido neoplásico. La obstrucción debe ser sintomática, de crecimiento endoluminal y con lecho distal viable. Otras indicaciones son las estenosis benignas de la vía aérea central o segmentaria, ocasio-

nada por 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. La invasión o compresión de la arteria pulmonar es una contraindicación para la resección, ya que sólo aumentará la ventilación del espacio muerto y podría ocasionar hipoxemia y mayor disnea. En estos casos la TAC puede ser de gran utilidad. De la misma manera, la manipulación de una lesión bronquial que invade también el esófago está contraindicada por el riesgo de fístula traqueoesofágica.

### Equipamiento

La mayoría de los expertos recomiendan el uso del broncoscopio rígido, solo o ayudado por el broncoscopio flexible (BF). El tubo rígido ofrece mayor seguridad para la ventilación, mejor campo de visión, mayor capacidad de aspiración, maniobrabilidad y rapidez de actuación en caso de complicaciones. Las lesiones distales, en particular cuando afectan al bronquio del LSI, o las de pequeño tamaño, podrían ser tratadas con láser utilizando el broncoscopio flexible. En este caso, deben realizarse interrupciones con frecuencia para aspirar humos y suele precisarse varias sesiones y de mayor duración que con el rígido. En caso de sangrado, el taponamiento y control puede ser más difícil que con el rígido. En caso de utilización exclusiva del BF, algunos autores recomiendan también la anestesia general con intubación orotraqueal en la que el balón esté muy próximo a cuerdas vocales.

Las características de cada láser depende de la sustancia utilizada como medio. Los láseres más utilizados en broncoscopia son:

- **Nd:YAG** (*neodymium:yttrium-aluminum-garnet*), con una longitud de onda de 1.064 nm. Suelen utilizarse potencias de 10-40 W, hasta 100 W con una penetración que variará de milímetros a centímetros (habitualmente por encima de 4 a 5 mm).

- **Láser diodo**, tiene un tamaño pequeño y gran potencia lo que lo hace muy manejable; existen modelos con longitudes de onda de 810 nm para la resección de tumores y de 620 nm para terapia fotodinámica.
- **Nd:YAP** (*neodymium:yttrium aluminium pevroskite*), de 1.340 nm con una absorción en agua 20 veces superior al Nd:YAG y con un mayor poder coagulante. Se utiliza con una potencia media de 20 W.
- **Láser CO<sub>2</sub>**, con una longitud de onda de 10.600 nm. Este láser no transmite por fibra óptica, por lo que no se puede utilizar con broncoscopia flexible. Tiene un buen corte pero mala coagulación. Se utiliza fundamentalmente en otorrinolaringología.

Las fibras de láser pueden ser de contacto o no contacto, de 2,6 mm cuando van forradas y 1 mm si van desnudas. Existen fibras más finas de 600 micras e incluso de 200 micras. Son recomendables las fibras de 6 metros y de punta metálica. Las fibras de contacto se deben calentar sobre un depresor de madera antes de ser utilizadas.

### Procedimiento

El tratamiento con broncoláser debe realizarse por personal entrenado en el manejo y funcionamiento del láser con un aprendizaje mínimo inicial de 15 intervenciones supervisadas. El endoscopista debe conocer las relaciones vasculares peritraqueobronquiales para evitar la lesión de estructuras vecinas. La anestesia general y ventilación se pueden realizar a través del tubo rígido o mediante un sistema jet según la preferencia del equipo de anestesia.

Para minimizar el riesgo de hemorragia en tumores, se coagulará la superficie de la neoplasia y el pedículo con potencias bajas (30-40 vatios -W-), pulsos de 0,7 a 1 seg y a una distancia de la fibra de 1 cm. Si se aproxima la fibra a unos 3 mm el tejido se necrosa y vaporiza. A continuación, la tumoración se reseca introduciéndola en la luz del broncoscopio mediante un movimiento de avance giratorio, y se extrae aspirando o retirándolo con una pinza. Finalmente se cauterizará la base de

implantación con disparos tangenciales de potencia entre 20-30 W durante 4-5 seg con láser Nd:YAG o Nd:YAP<sup>(18)</sup>.

En las estenosis benignas se recomienda utilizar fibras desnudas con una potencia menor de 25-30 W y realizar cortes en tres o cuatro cuadrantes sin disparar sobre la pared posterior de la tráquea. Las fibras de contacto se utilizan con potencias iniciales de 4 W que pueden aumentarse hasta 12-20 W. Los disparos del láser siempre deben realizarse paralelamente a la pared bronquial para evitar la perforación.

El tiempo médico para la realización de estos procesos dependerá de la patología a tratar, del grado evolutivo en que se encuentra la misma, y de la posibilidad de tratamiento con broncoscopio rígido o flexible. En el caso del tratamiento de procesos endobronquiales, endotraqueales o laríngeos, el tiempo mínimo requerido para cada procedimiento es de 60 min, pero puede alargarse cuando es necesaria la colocación de endoprótesis o surgen complicaciones durante el tratamiento.

### Precauciones

Para evitar lesiones oculares, es necesaria la protección, de todo el personal y paciente, con gafas específicas para la longitud de onda utilizada.

El riesgo de hemorragia puede reducirse coagulando la lesión con potencias bajas. Para evitar incendios no se debe disparar sobre prótesis de silicona. Se aconseja utilizar tubos metálicos o especiales para láser si se aplica el láser sobre pacientes intubados.

Debe mantenerse una aspiración continua mientras se aplica el láser y se reducirá la FiO<sub>2</sub> por debajo del 40% para evitar la ignición de la vía aérea.

### Resultados

La tasa de éxito del broncoláser 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%.

### Complicaciones

El láser es bastante seguro en manos expertas, aunque se describe un riesgo de mortalidad del 2% ocasionado por hemorragia, fuego en el árbol bronquial, neumotórax, fístula traqueoesofágica, perforación bronquial e hipoxemia. Estas complicaciones deben ser menores del 5%. Otras complicaciones posibles son los problemas cardiacos, sobre todo relacionados con la hipoxia y poco frecuentes en la actualidad con una adecuada monitorización. También se ha descrito embolismo cerebral y sistémico, edema pulmonar no cardiogénico y hemorragia postoperatoria. Algunas series como la de Cavaliere presenta una incidencia de fallo respiratorio del 0,5%, paro cardíaco en el 0,4% e infarto en un 0,2%. Para algunos autores con gran experiencia, la mortalidad en más de 7.000 casos ha sido del 0% y en pacientes en situaciones extremas del 2,5%<sup>(19)</sup>. Se considera que la mortalidad intraoperatoria no debe superar el 1/1.000.

### Electrocauterio endobronquial y coagulación con plasma de argón

#### Concepto

El electrocauterio endobronquial es la técnica de broncoscopia intervencionista que 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.

#### Fundamento

Cuando una corriente eléctrica atraviesa un tejido vivo se pueden producir tres efectos: 1) electrolítico, por desplazamiento iónico; 2) farádico, por estimulación muscular y nerviosa; y 3) térmico, por la resistencia relativa ofrecida por el tejido al paso de la misma, ya que se comporta como un material semiconductor. Éste es el efecto dominante, y el deseado, al aplicar una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia, evitándose por completo los otros efectos, cuando es de al menos 300 Khz.

Se distinguen dos aplicaciones fundamentales: la coagulación y la sección del tejido. La diferen-

cia entre ambas radica en la velocidad de calentamiento tisular. En la coagulación es relativamente lento y moderado (70°); a mayores temperaturas el tejido se carboniza adquiriendo una cualidad aislante que dificulta la progresión del efecto pretendido; es el método elegido en el tratamiento desobstructivo de lesiones tumorales, previo al desbridamiento mecánico; se utilizan a tal fin tensiones inferiores a 200 V y sondas romas de superficie de contacto relativamente grande. En la sección el efecto se consigue por la rápida e intensa elevación térmica, lo que conduce a la vaporización del agua intracelular, el estallido celular y desgarro tisular; a tal fin las tensiones son superiores a 200 V y el contacto se produce mediante un fino electrodo que concentra la corriente en un pequeño punto de aplicación con alta densidad de corriente; es el método elegido para la sección de pedículos tumorales mediante el asa de diatermia o la sección de membranas en las estenosis traqueales o bronquiales cicatriciales, utilizando el electrodo de corte o electrobisturí<sup>(20)</sup>.

### Equipamiento

Se requiere un generador de corriente eléctrica alterna de alta frecuencia y un circuito eléctrico con dos electrodos alejados y de distinta superficie. El método utilizado habitualmente es el monopolar, donde 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. A medida que la corriente penetra en el tejido desde el electrodo activo, disminuye su densidad al diseminarse sobre el electrodo neutro de mayor área. Es muy importante que la placa neutra esté bien adherida y contactando toda su superficie con la piel del paciente, para evitar quemaduras. Por tanto es un sistema de tratamiento de contacto, utilizando como electrodo activo un bisturí o electrodo de corte, asa de diatermia o sondas de punta roma, según se desee un efecto de corte o coagulación.

El electrocauterio puede utilizarse mediante broncoscopia rígida o flexible. Existen dispositivos diseñados para ambos instrumentos. Cuando se

utiliza el broncofibroscopio, debe estar fabricado con material aislante, para evitar que el broncoscopista o la zona del broncoscopio en contacto con el tracto respiratorio del paciente transmitan corriente (corriente de fuga).

Los modernos generadores disponen de sistemas de control electrónico que modifican automáticamente los parámetros eléctricos en función de la opción terapéutica elegida y de la resistencia del tejido al paso de la corriente, por lo que el operador seleccionará el tipo de efecto deseado y la potencia a aplicar (W) sin tener que preocuparse de otras variables eléctricas; asimismo, detectan cualquier error en la corriente de retorno o cualquier corriente de fuga, avisando visual y acústicamente e interrumpiendo la aplicación, previniendo de esta forma posibles quemaduras o descargas eléctricas no deseadas.

### Efecto tisular

El grado de destrucción tisular dependerá de la potencia, duración de la aplicación, 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 coagulación y corte. Para coagular debe utilizarse un bajo voltaje, mientras que para seccionar se requiere mayor voltaje. Para cortar 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>(21)</sup>.

### Técnica

Una vez aislado eléctricamente el paciente, con el electrodo neutro en el brazo, pared torácica o muslo más próximos al área a tratar, y retirado cualquier elemento metálico en contacto con su cuerpo, se preparará como en cualquier broncoscopia. La energía que se aplicará será de aproximadamente 40 W y se elegirá el método a utilizar: coagulación, corte o diferentes combinaciones de ambos efectos; asimismo se utilizará el dispositivo de aplicación adecuado. En la coagulación de masas tumorales, se recomienda probar inicialmente en

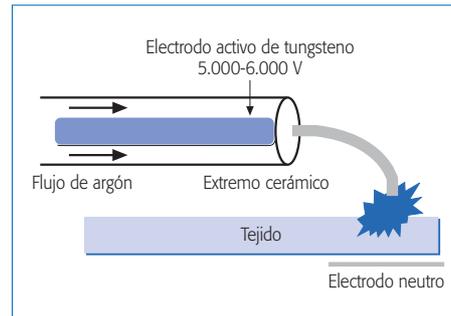
una zona de mucosa sana adyacente, para comprobar el efecto; después se coagulará toda la superficie del tumor accesible, con especial atención a la base de implantación, para disminuir el sangrado con el posterior desbridamiento mecánico. El procedimiento se interrumpirá frecuentemente, para aspirar los humos generados y lavar con suero las zonas tratadas. En la sección de estenosis membranosas cicatriciales, se realizarán cortes radiales desde la luz de la estenosis hasta la pared, cuidando de no lesionar el cartilago y no seccionar hacia la membranosa bronquial o traqueal. Para la resección de masas pediculadas puede utilizarse un asa de diatermia, que corta transversalmente el pedículo coagulando al mismo tiempo y evitando hemorragias. En el tratamiento del carcinoma *in situ*, se aconseja aplicar el tratamiento sobre la lesión y un margen de mucosa sana de al menos 0,5 cm<sup>(22)</sup>.

### Indicaciones y contraindicaciones

El electrocauterio tiene las mismas indicaciones y un efecto parecido al 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.

### Resultados y complicaciones

Los resultados suelen ser comparables a los obtenidos con otras técnicas intervencionistas. En la repermeabilización de la vía aérea ocluida por tumores, se obtiene éxito, entendiéndose éste como la desobstrucción de más del 50%, del 70 al 90% de casos<sup>(23)</sup>. Con esta técnica se logra el control de sangrado en el 75%. La experiencia en el carcinoma *in situ* es muy limitada, pero algunos autores la consideran tan eficaz como la terapia fotodinámica.

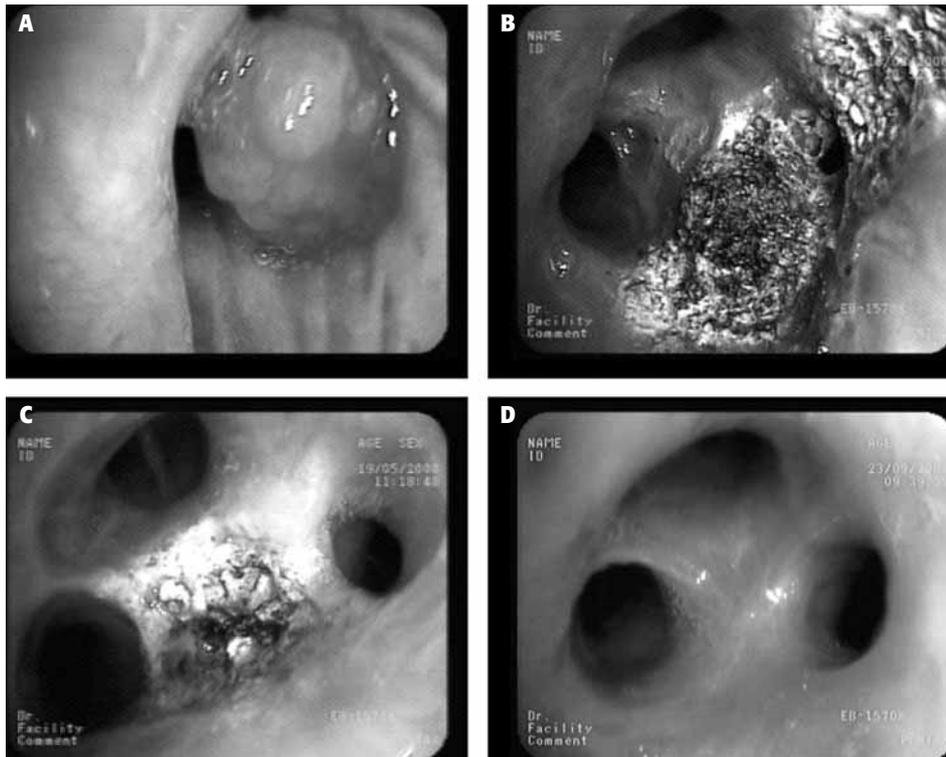


**Figura 3.** Esquema del catéter de aplicación del plasma de argón.

Las complicaciones que se han descrito con esta técnica son fuego intrabronquial, hemorragia, perforación y estenosis. Para evitarlas habrá que vigilar que la FiO<sub>2</sub> sea menor a 0,4 en el momento de aplicación, ser cautos y utilizar predominantemente el modo de coagulación en lesiones vascularizadas, aplicar el tratamiento en lesiones endoluminales hasta el nivel de la pared de la vía aérea –que debe haber sido adecuadamente localizada–, y evitar tratamientos circunferenciales completos.

### Coagulación con plasma de argón

La coagulación con plasma de argón es un 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, disminuyendo el riesgo de sangrado durante la aplicación. La ionización se consigue sometiéndolo al 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 (Figura 3). Esta técnica tiene excelente capacidad de coagulación en superficie y no necesariamente sigue una dirección frontal, sino que puede adoptar un arco lateral, buscando tejido no coagulado más próximo a la punta del catéter. Estas características hacen que este modo sea muy utilizado en hemostasia superficial y en el tratamiento del carcinoma *in situ*.



**Figura 4.** Papiloma bronquial afectando a la división de los bronquios segmentarios del bronquio lobar superior derecho. Tratamiento curativo con plasma de argón tras dos aplicaciones. A) Lesión inicial. B, C y D) Evolución favorable de las quemaduras hasta la resolución completa.

La coagulación con plasma de argón se ha utilizado predominantemente con finalidad hemostática en el caso de tumores que sangran espontáneamente, tras biopsias y en desbridamientos mecánicos para tratar el lecho tumoral. Otras indicaciones suelen ser la resección de pequeños granulomas postcirugía o asociados a endoprótesis y en la papilomatosis endobronquial (Figura 4). Está especialmente indicado en el tratamiento de lesiones periféricas, ya que el calibre del catéter permite su introducción por el canal de trabajo de un broncofibroscopio estándar.

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**

#### **Concepto**

La crioterapia endobronquial es un modo de tratamiento que se basa en la aplicación de temperaturas muy bajas sobre los tejidos, para provocar su destrucción por congelación.

#### **Material**

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 consiste en 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 ( $N_2O$ ), alcanzando temperaturas de  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  en la punta del catéter y de  $-30\text{ }^\circ\text{C}$  a  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  en el tejido. Existen sondas diseñadas para la broncoscopia rígida y flexible, pero estas últimas requieren broncoscopios con un canal de trabajo de 2,6 a 3,2 mm. Una de las ventajas es el coste inferior de estos equipos comparados con el láser.

### Mecanismo de acción

Los efectos ablativos de la crioterapia son debidos a sus efectos a nivel molecular, celular, estructural y tisular. El mecanismo de destrucción celular se produce inicialmente 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, y por la formación de cristales. Los tejidos también son destruidos por fenómenos en la microcirculación de vasospasmo, aumento de la permeabilidad y trombosis. La rapidez de los fenómenos de congelación y descongelación también influyen en los efectos, siendo la congelación rápida y descongelación lenta los más perjudiciales para la célula. La sensibilidad de la célula dependerá de factores como: umbral de congelación y descongelación, temperatura alcanzada y repetición de ciclos de congelación-deshielo. La criolesión se produce cuando se alcanza una temperatura entre  $-20$  y  $-40\text{ }^\circ\text{C}$ , 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 crio-resistentes. Es por ello que, una de las ventajas de este tratamiento, es la escasa posibilidad de perforación de la pared.

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.

### Técnica

Las criosondas diseñadas para la broncoscopia rígida son más eficaces al ser de un tamaño mayor, pero las sondas flexibles para fibrobroncoscopia permiten el tratamiento de lesiones periféricas. Se recomienda realizar de uno a tres ciclos de congelación-descongelación en cada punto de tratamiento y continuar con áreas próximas a unos 5-6 milímetros<sup>(24)</sup>. La duración de los ciclos de congelación-deshielo suelen durar de 25 segundos con las sondas rígidas a 2 minutos con las flexibles. Algunos autores recomiendan la instilación de adrenalina para aumentar la acción vasoconstrictora del frío. No se debe retirar la sonda sin descongelar ya que al estar adherido el tejido durante la congelación, podría ser desgarrado y ocasionar sangrado. En caso de utilizar el broncoscopio flexible también podría ser dañado si se retira sin descongelar.

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.

### Indicaciones

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 severas de la vía aérea. Los tumores malignos y también los de baja malignidad como carcinoides y carcinoma adenoides quístico pueden ser tratados 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 fibrosadas, y puede ayudar en la extracción de 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%, pero también se ha descrito hemoptisis masiva retardada en el momento de desprenderse la escara.

Con este tratamiento no es necesario reducir la  $FiO_2$  por lo que puede intentarse en pacientes con insuficiencia respiratoria. La combinación de

crioterapia con radioterapia y poliquimioterapia pueden tener efectos sinérgicos.

### Complicaciones

La crioterapia es un método muy seguro y la perforación es casi imposible. Como se ha comentado, se han descrito casos de hemorragia masiva por desprendimiento de la escara, así como insuficiencia respiratoria y fiebre.

### Braquiterapia endobronquial

#### Concepto

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: braquiterapia de 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.

#### Material

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 que 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.

#### Técnica

La braquiterapia puede aplicarse intraoperatoria, percutánea o transbronquialmente de forma

intersticial colocando la fuente radioactiva dentro del tumor. La técnica endobronquial es la más utilizada, y en ella los aplicadores de la carga radioactiva se introducen a través del canal de trabajo del broncoscopio para dejarla en el bronquio afecto. Si existe estenosis, la luz debe repermeabilizarse mediante dilatación con balón o resección con láser e introducir posteriormente un catéter hueco, de 5 ó 6 french de diámetro externo, con el extremo distal sellado para evitar la migración. A continuación se retira el broncoscopio manteniendo el catéter en el interior de la vía aérea y se confirma por radioscopia y con la reintroducción en paralelo del broncoscopio que no se ha desplazado antes de fijarlo en la nariz. Otros autores prefieren la inserción de una guía metálica por broncoscopia y la posterior inserción de una sonda gástrica con control radioscópico mediante la técnica de Seldinger<sup>(25)</sup>. 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 de 10 a 15 minutos que pueden repetirse hasta 4 veces en intervalos semanales. El régimen de dosis y fraccionamiento no está estandarizado pero, cuando la braquiterapia se utiliza como complemento a la radioterapia, se propone un régimen en el que se administran 60 Gy de radioterapia externa administrada en 6 semanas con un refuerzo de braquiterapia en el que se administran 3 fracciones de 7,5 Gy cada una. Cuando se indica la braquiterapia en pacientes que no pueden recibir radioterapia externa se recomiendan 2-3 fracciones de 7-10 Gy. No deben administrarse dosis mayores de 15 Gy por fracción.

#### Indicaciones y contraindicaciones

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 en 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, existen fistulización, invasión vascular o se ha realizado una braquiterapia previa en los últimos 6 meses<sup>(1)</sup>.

### Resultados

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<sup>(6)</sup>. Se han descrito respuestas completas para el carcinoma mínimamente invasivo y carcinoma *in situ* superiores al 85 y del 75% al año, respectivamente. La combinación de radioterapia externa y braquiterapia en el carcinoma "radiológicamente oculto" en enfermos inoperables consigue supervivencias del 72% a los 5 años.

### Complicaciones

La hemoptisis masiva y formación de fístulas son las complicaciones más importantes. La incidencia de hemoptisis fatal varía del 0 al 42% según las series. La localización en bronquios de lóbulos superiores y bronquio principal derecho se asocian con mayor incidencia de hemoptisis. Las complicaciones asociadas a la inserción del catéter son raras (0,5%) pero se ha descrito neumotórax, sangrado, infección, tos, movilización del catéter, arritmias y broncospasmo. La bronquitis postradiación aparece en el 10% y la broncoestenosis puede aparecer como complicación tardía.

### Terapia fotodinámica

#### Concepto

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.

#### Mecanismo de acción

Después de la administración intravenosa de una molécula fotosensible que es retenida selecti-

vamente por las células tumorales, la iluminación con un láser de determinada longitud de onda ocasiona una absorción de energía y activación en la molécula que creará 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.

### Equipamiento y técnica

La TFD precisa la sensibilización del tejido tumoral mediante la inyección intravenosa lenta (3-5 minutos) 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 que se quiere tratar manteniendo la fibra en la lesión entre 500 y 510 segundos. El láser empleado para la TFD debe ser de una longitud de onda de 630 nanómetros y los más utilizados son los de argón-colorante o de diodos. El poder de penetración del láser en el tejido es de 3 a 5 mm. Dos días después del tratamiento debe realizarse una broncoscopia de limpieza para extraer moco y detritus. Existen dos tipos de fibras para aplicar la luz láser: micro-lentes, que emiten la luz frontalmente, y cilíndricas difusoras, que emiten la luz lateralmente en 360°. La fibra microlente es la utilizada para el carcinoma *in situ*. La fibra cilíndrica o intersticial difusora es la que se utiliza para tumores paralelos a la luz bronquial o que comprometen pequeñas ramas del árbol bronquial. Este tipo de fibra es también la que se utiliza para el tratamiento paliativo de grandes tumores, insertándola en su interior. Se requiere una potencia de 200 a 400 mW/cm<sup>2</sup> para aplicar una dosis total de 100 a 200 J/cm<sup>2</sup> en 500 segundos. Ciertos fármacos, como la adriamicina y los corticoides, mejoran los efectos de este tratamiento. Los corticoides administrados 24 h después de la fotorradiación aumentan el área de necrosis tumoral. Dada la posibilidad de recidiva o aparición de segundos tumores, lo pacientes tratados con TFD deben ser seguidos con bronoscopias regulares.

### Indicaciones en neumología intervencionista

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>(26)</sup>.

Como técnica paliativa en los enfermos con obstrucción de la vía aérea por tumores irresecables, la coagulación y vaporización con láser Nd:YAG o diodo es la técnica considerada el "patrón de oro". La TFD en tumores avanzados que obstruyen la vía aérea puede ofrecer más ventajas en lesiones periféricas ya que se aplica con broncoscopia flexible. Comparada con la fotorresección con láser Nd:YAG, la desobstrucción paliativa con la TFD es más completa y duradera y consigue una mayor supervivencia<sup>(27)</sup>.

### Contraindicaciones

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. También está contraindicado cuando exista infiltración de un gran vaso, por riesgo de hemorragia o en presencia de fístulas traqueoesofágicas o broncopleurales. Esta técnica no es útil en infiltraciones submucosas o compresiones extrínsecas.

### Resultados

En el tratamiento del cáncer en estadio precoz, la PDT consigue respuestas completas en el 75% de los casos, con recurrencias del 30%<sup>(5)</sup>. La eficacia es mayor en tumores superficiales menores de 1 cm o nodulares menores de 0,5 cm, alcanzando respuestas completas en más del 90%. La visualización broncoscópica del margen de la lesión y el área menor de 1 cm son las variables que mejor se asocian con una alta tasa de respuesta completa. En neoplasias radiológicamente ocultas, la PDT como alternativa a la cirugía podría evitar la cirugía entre un 22 y un 66 % de los casos.

En la paliación de tumores, la TFD comparada con la fotorresección con láser ha demostrado una eficacia similar a la semana y mayor tasa de respuesta al mes (respuestas parciales y completas del 42 al 62% para la TFD frente al 19-36% para el láser Nd:YAG). También el tiempo de respuesta es mayor con la TFD<sup>(27)</sup>.

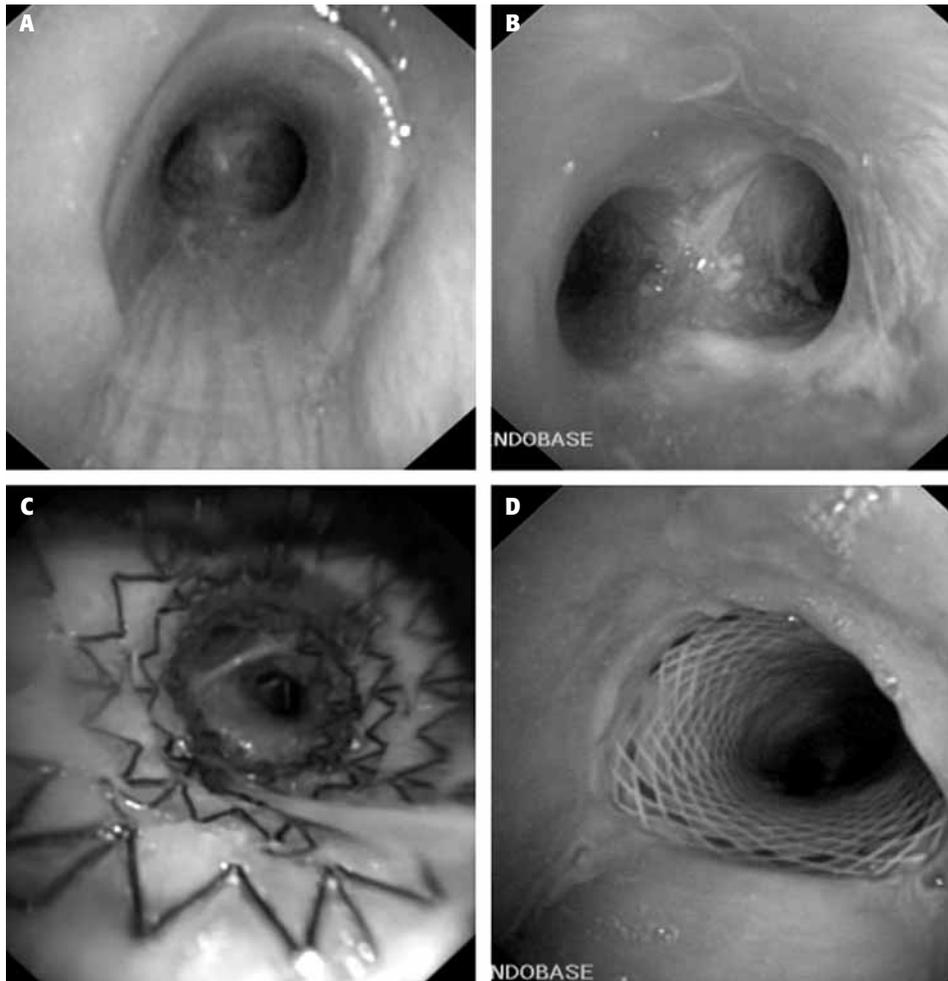
### Complicaciones

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, a fuentes de luz (oftalmoscopios, pulsioxímetros, lámparas quirúrgicas, etc.), o calor intenso (braseros, secadores de pelo, etc.). Con este tratamiento puede producirse obstrucción de la vía aérea con estenosis crítica por la inflamación o por descamación del tejido esfacelado. También se han descrito perforaciones o hemorragia fatal en tumores que invaden grandes arterias. Se ha descrito fiebre en un 20% de los casos y disnea por obstrucción de la vía aérea por edema o esfácelos.

### Endoprótesis traqueobronquiales (stents)

#### Concepto y evolución histórica

Los stents o prótesis son tubos de diferentes formas, tamaños y materiales, que se utilizan para mantener la luz de diversas estructuras<sup>(2,28,29)</sup>. La palabra stent procede del apellido de un dentista británico que ejerció a finales del siglo XIX Charles R. Stent. En 1915, Brunings y Albrecht, siguiendo las enseñanzas de Killian, colocaron las primeras prótesis en tráqueas estenosadas de varios pacientes. En 1933, Cangfield y Norton son los primeros en documentar la colocación de una prótesis metálica de plata en un niño de 2 años con estenosis laríngea. En 1965, Montgomery desarrolló el uso de prótesis de silicona en T 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. En 1990, Dumon diseñó una prótesis de silicona que se puede colocar a través del broncoscopio rígido, y



**Figura 5.** Prótesis endobronquiales. A y B) Dumon bifurcada. C) Alveolus. D) Polyflex.

desde entonces se han desarrollado diferentes prótesis con la aplicación de distintos materiales, tratando por una parte de minimizar las posibles complicaciones y por otra la posibilidad de su colocación a través del broncoscopio flexible.

### Modelos

Las prótesis traqueobronquiales las podemos clasificar ampliamente en 2 categorías: metálicas y de silicona (Figura 5). Las de silicona fueron las primeras que se desarrollaron a mitad de 1960. La mayoría de los estudios confirman que la mucosa

traqueobronquial tolera bien su utilización a largo plazo, su principal ventaja es que son fácilmente removibles y sus desventajas son: la migración, la retención de secreciones y necesidad de utilización con broncoscopia rígida para su colocación. Las metálicas son más distensibles, ciertos tipos se pueden colocar con el broncoscopio flexible, y se adaptan mejor a la morfología de la vía aérea, pero suelen producir mayor tejido de granulación o crecimiento tumoral a través de la malla, lo que se intenta obviar recubriéndolas de diferentes materiales con mejor biocompatibilidad. Asimismo, presentan

mayores dificultades para su removilización. Ambos tipos son estructuralmente fuertes y su fuerza resiste la compresión que produce la estenosis; quizás las metálicas son más utilizadas por los radiólogos al ser radioopacas y las de silicona, más utilizadas por los broncólogos.

### Indicaciones

El objeto de los stents traqueobronquiales es el de paliar los efectos de una obstrucción y estabilizar la vía aérea principal. En la actualidad existe evidencia de que la colocación de prótesis en estenosis mayores del 50% de la luz de la vía aérea central alivia los síntomas, prolonga la supervivencia y mejora la calidad de vida. Aunque la indicación fundamental se realiza en estenosis secundarias a compresión extrínseca, otras indicaciones se realizan para la estabilización de forma preventiva tras la reepitelización de una lesión neoplásica intraluminal. Dentro de la etiología benigna, la indicación más frecuente es la estenosis secundaria a intubación orotraqueal prolongada o secundaria a traqueotomía, que clásicamente se trataban con dilataciones repetidas. Otras indicaciones de patología benigna potencialmente tratables con endoprótesis son las estenosis postquirúrgicas, traqueomalacia y las fístulas traqueobronquiales. Las contraindicaciones absolutas son la inestabilidad médica, que no permite soportar una anestesia general, o alérgica al material de la prótesis.

### Técnica

En el caso de utilizar prótesis de silicona, la más utilizada es la de Dumon, su colocación se realiza a través del broncoscopio rígido, introduciéndola en el portaprótesis y empujándola con el vástago pulsador, intentando soltarla en la porción distal de la lesión y removiéndola si es necesaria la recolocación. En el caso de prótesis metálicas, algún tipo se puede colocar mediante broncoscopio flexible, y cada una de ellas se acompaña de diferentes dispositivos para su colocación.

### Cuidados

La realización de fibrobronoscopias periódicas aseguran evitar las complicaciones y, si éstas se pro-

ducen, objetivarlas y resolverlas antes de que se produzca una estenosis importante, por lo que se recomienda un control en los primeros días y, posteriormente, trimestrales. Asimismo, es importante la fluidificación de la vía aérea utilizando aerosoles con suero fisiológico y mesna cada 8 horas con objeto de evitar la retención de secreciones y formación de tapones de moco.

### Complicaciones

Las complicaciones no son infrecuentes y varían en frecuencia y gravedad según las prótesis utilizadas: a) formación de tejido de granulación que puede provocar diferente grado de disnea, sobre todo con el esfuerzo; b) retención de secreciones, que es más frecuente si la prótesis obstruye parcialmente un orificio bronquial o no se realiza el cuidado apropiado de la prótesis; c) crecimiento del tumor a través de la malla, en caso de utilizar prótesis metálica, con la consiguiente obstrucción; d) migración de la prótesis; si la migración es hacia cuerdas suelen presentar disfonía, sibilancias y tos, y si la migración es distal, tos y disnea; e) hemoptisis por erosión y perforación vascular, más frecuente con prótesis metálicas; f) infección en la pared de la prótesis o en la mucosa adyacente a la misma de tipo bacteriano o micótico; g) dehiscencias de la pared traqueobronquial; h) rotura de los alambres metálicos.

### Resultados

En el caso de patología maligna, aunque el efecto será paliativo, las prótesis mejoran la calidad de vida al disminuir la tos, disnea, retención de secreciones y neumonías postobstructivas, e incluso algunos autores reportan mejoría en la supervivencia. En el grupo de patología benigna en más de un 80% las prótesis pueden resolver la estenosis 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, valorando en qué pacientes la cirugía sería una buena alternativa y, en caso de decidir la colocación de una prótesis, qué beneficios vamos a obtener y qué tipo

de prótesis utilizar en cada caso, comparando las posibles complicaciones y la experiencia en su manejo.

### **Potenciales técnicas broncoscópicas terapéuticas en un futuro próximo**

Las válvulas endobronquiales son dispositivos unidireccionales diseñados para la reducción de volumen pulmonar en enfisema heterogéneo impidiendo la entrada de aire en los bronquios lobares y segmentarios superiores y permitiendo el paso del aire espirado y secreciones desde bronquios más distales. El colapso selectivo de una zona enfisematosa pretende la descompresión del parénquima sano, mejorar la mecánica ventilatoria y aumentar el gasto cardiaco. Existen dos modelos de válvulas, una en forma "de paraguas" (Spiration®, Redmon, Washington, EE.UU.) y otra en forma de "pico de pato" (Zephyr®, Emphasys Medical, Redwood City, California, EE.UU.), en fase de ensayos clínicos. La colocación se realiza con las válvulas plegadas en dispositivos de liberación que se introducen por el canal de trabajo del broncoscopio flexible. Al igual que la cirugía de reducción de volumen, produce una mayor tolerancia al ejercicio y una mejoría moderada de la función pulmonar<sup>(30)</sup>, más clara en pacientes con cisuras íntegras sin circulación colateral entre lóbulos<sup>(31)</sup>.

La termoplastia endobronquial es un procedimiento basado en la aplicación de calor por radiofrecuencia que reduce la cantidad y capacidad contráctil del músculo liso bronquial. Esta modalidad terapéutica, aún en fase de ensayo clínico, constituiría el primer tratamiento no farmacológico del asma. Se realiza en tres broncoscopias flexibles separadas por tres semanas cada una en las que se tratan los distintos lóbulos por segmentos de 5 mm, todos los bronquios de 3 a 10 mm de diámetro salvo los del lóbulo medio<sup>(32)</sup>. Han sido publicados estudios en 16 asmáticos leves con un seguimiento de dos años sin grupo control, otro en 70 asmáticos moderados y severos con un grupo control con tratamiento convencional y con un seguimiento de un año<sup>(33)</sup>, y está pendiente de publicación un ensayo en asma grave con un grupo control con broncoscopia fingida. Los resultados preli-

minares indican que es un tratamiento que reduce el número de agudizaciones y de síntomas diarios a largo plazo, con una discreta mejoría funcional en el FEV1 y test de metacolina.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Bolliger CT, Mathuer PN, Beamis JF, Becker HD, Cavaliere S, Colt H et al. ERS/ATS statement on interventional pulmonology. *Eur Respir J* 2002; 19: 356-73.
2. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D et al. Interventional pulmonary procedures. Guidelines from the American College of Chest Physicians. *Chest* 2003; 123: 1693-717.
3. Bota S, Auliac JB, Paris C, Metayer J, Sesboüe R, Nouvet G et al. Follow-up of bronchial precancerous lesions and carcinoma in situ using fluorescence endoscopy. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 1688-93.
4. Kennedy TC, McWilliams A, Edell E, Sutedja T, Downie G, Young R et al. Bronchial intraepithelial neoplasia/early central airways lung cancer. *Chest* 2007; 132: 221S-33S.
5. Mathur RN, Edell E, Sutedja T, Vergnon JM. Treatment of early stage non-small cell lung cancer. *Chest* 2003; 123: 176S-80S.
6. Seijo LM, Sterman DH. Interventional pulmonology. *N Engl J Med* 2001; 344 (10): 740-9.
7. Ernst A, Fellen-Kopman DF, Becker HD, Mehta AC. Central airway obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169: 1278-97.
8. Hautmann H, Gamarra F, Pfeifer KJ, Huber RM. Fiberoptic bronchoscopic balloon dilatation in malignant tracheobronchial disease: indications and results. *Chest* 2001; 120 (1): 43-9.
9. Freitag L, Ernst A, Unger M, Kovitz K, Marquette CH. A proposed classification system of central airway stenosis. *Eur Respir J* 2007; 30: 7-12.
10. Jain P, Mehta AC. Endoscopic Management of benign airway stenosis. En: Beamis JF, Mathur PN, eds. *Interventional Pulmonology*. New York: McGraw-Hill; 1999. p. 29-42.
11. Personne C, Colchen A, Leroy M, Vourc'h G, Toty L. Indications and technique for endoscopic laser resections in bronchology. A critical analysis based upon 2,284 resections. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1986; 91 (5): 710-5.
12. Bricet A, Verkindre C, Dupont J, Carlier ML, Darras J, Wurtz A et al. Multidisciplinary approach to management of postintubation tracheal stenoses. *Eur Respir J* 1999; 13: 888-93.
13. Díaz-Jiménez P, Ferrero E, Martínez-Ballarín JJ. Silicone stents in the management of obstructive tracheobronchial lesions: 2 years experience. *J Bronchology* 1994; 1: 15-8.

14. Mehta AC, Lee FY, Cordasco EM, Kirby T, Eliachar I, De Boer G. Concentric tracheal and subglottic stenosis: management using the Nd-YAG laser for mucosal sparing followed by gentle dilatation. *Chest* 1993; 104: 673-7.
15. Rahbar R, Shapshay SM, Healy GB. Mitomycin: effects on laryngeal and tracheal stenosis, benefits, and complications. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001; 110: 1-6.
16. Simpson CB, James JC. The efficacy of mitomycin-C in the treatment of laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope*. 2006; 116 (10): 1923-5.
17. Cosano J, Muñoz L, Jurado B et al. Topical mitomycin-c for recurrent bronchial stenosis after lung transplantation. *J Bronchol* 2008; 15: 281-3.
18. Cavaliere S, Dumon JF. Laser Bronchoscopy. En: Bolliger CT, Mathur PN, eds. *Interventional Bronchoscopy*. Vol 30. Basel: Karger; 2000. p. 108-19.
19. Díaz-Jiménez JP, Rodríguez AN, eds. *Broncoscopia Láser*. En: *Neumología Intervencionista*. Barcelona: Tecnograf; 2000. p. 31-57.
20. Homasson JP. High-frequency thermocoagulation. Use in bronchial endoscopy. *Rev Mal Respir* 1999; 16: 625-32.
21. Coulter TD, Mehta AC. The heat is on: impact of endobronchial electrosurgery on the need for Nd-YAG laser photoresection. *Chest* 2000; 118: 516-21.
22. Van Boxem TJ, Venmans BJ, Schramel FM, van Mourik JC, Golding RP, Postmus PE et al. Radiographically occult lung cancer treated with fiberoptic bronchoscopic electrocautery: a pilot study of a simple and inexpensive technique. *Eur Respir J* 1998; 11: 169-72.
23. Sutedja C, Schramel PMNH, Smit HJF et al. Bronchoscopic electrocautery as an alternative for Nd:YAG laser in patients with intraluminal tumor. *Eur Respir J* 1996; 9: 258s-9s.
24. Homasson JP, Mathur PN. Cryotherapy in endobronchial disorders. En: Beamis JF, Mathur PN, eds. *Interventional pulmonology*. New York: McGraw-Hill; 1999. p. 68-81.
25. Fischer R, Huber RM. Endoluminal brachytherapy in central lung cancer. En: Bolliger CT, Mathur PN, eds. *Interventional Bronchoscopy*. *Prog Respir Res*. Vol 30. Basel: Karger; 2000. p. 146-58.
26. Reynolds T. Using lasers and light-activated drugs, researchers home in on early lung cancers. *J Natl Cancer Inst* 1998; 90: 417-8.
27. Díaz-Jiménez JP, Martínez-Ballarín JE, Lluell A, Farrero E, Rodríguez A, Castro MJ. Efficacy and safety of photodynamic therapy versus Nd-YAG laser resection in NSCLC with airway obstruction. *Eur Respir J* 1999; 14: 800-5.
28. Edell ES, Henri G, Colt HG, Dumon JF. Tracheobronchial prostheses. En: *Bronchoscopy*. Prakash UBS: Ed. Raven Press Ltd; 1994. p. 301-11.
29. Colt HG. Silicon Airway stents and expandible endobronchial stents. En: *Interventional pulmonology*. Beamis JF Jr, Mathur PN, eds. New York: McGraw-Hill; 1999. p. 97-127.
30. Wan IY, Toma TP, Geddes DM et al. Bronchoscopic lung volume reduction for end-stage emphysema: report on the first 98 patients. *Chest* 2006; 129: 518-26.
31. Fessler HE. Collateral ventilation, the bane of bronchoscopic volume reduction. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 171: 423-4.
32. Mayse ML, Laviolette M, Rubin AS, Lampron N, Simoff M, Duhamel M et al. Clinical Pearls for Bronchial Thermoplasty. *J Bronchol* 2007; 14: 115-23.
33. Cox G, Thomson NC, Rubin AS, Niven RM, Corris PA, Siersted HC et al; AIR Trial Study Group. Asthma control during the year after bronchial thermoplasty. *N Engl J Med* 2007; 356: 1327-37.