

Broncoscopia: Perspectivas de presente y futuro

ALFONSTORREGO FERNÁNDEZ

Unidad de Broncología
Servicio de Neumología
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.
e-mail: atorrego@santpau.es

RESUMEN

De los diferentes avances técnicos aplicados a la neumología, la exploración endoscópica traqueobronquial es uno de los más obvios y paradigmáticos. Durante los últimos años, la utilización de videobroncoscopios flexibles con alta calidad de imagen y el desarrollo de numerosas herramientas auxiliares han permitido un incremento del rendimiento diagnóstico y terapéutico. El abanico de opciones tecnológicas es tan amplio que, en la práctica, es improbable que una unidad de broncología pueda ofrecer todas las alternativas disponibles, por lo que se debe escoger de acuerdo al coste-beneficio, y a las características y posibilidades de cada centro.

A lo largo del texto se resumen las aportaciones clínicas de algunas técnicas de actualidad como la autofluorescencia, el láser, el electrocauterio, la crioterapia, las prótesis, la terapia fotodinámica, la braquiterapia y más recientemente, la ecografía bronquial. Así mismo, se exponen procedimientos novedosos, todavía en desarrollo, que han abierto nuevas expectativas diagnósticas y terapéuticas como la luz de banda estrecha, el navegador electromagnético, las válvulas endobronquiales, la termoplastia bronquial y la broncoscopia con microscopio confocal.

PALABRAS CLAVE: broncoscopia, nuevas técnicas, neumología intervencionista.

ABREVIATURAS: TC: tomografía computerizada, PET: tomografía por emisión de positrones, VEMS: volumen espirado máximo en un segundo.

Introducción

Actualmente, los progresos técnicos son tan rápidos en cualquier ámbito (comunicación, informática, etc) que las personas tenemos dificultades para mantenernos al corriente, tanto en el conocimiento de las nuevas tecnologías, como en adquirir experiencia suficiente en su utilización. Este mismo progreso, puesto al servicio de la medicina, es imprescindible para el avance científico continuado.

Desde que Gustav Killian introdujese la broncoscopia rígida en 1897, la exploración endoscópica de las vías respiratorias ha llegado a ser una piedra angular de la neumología.

Así, un instrumento que inicialmente se planteó para la extracción de cuerpos extraños de las vías respiratorias, se ha ido desarrollando como una útil herramienta neumológica de uso extendido y numerosas indicaciones con finalidades diagnóstica, terapéutica e investigadora. No cabe duda de que en esta historia uno de los pasos revolucionarios fue la introducción del broncoscopio flexible por Shigeto Ikeda en 1966. En los últimos años los fibrobroncoscopios, que transmiten la imagen y la luz a través de un haz de fibra de vidrio, han ido siendo sustituidos por endoscopios flexibles que incorporan pequeñas cámaras de vídeo en el extremo (videobroncoscopios). Este cambio comporta una imagen digital de alta calidad y definición y por tanto, una mejor interpre-

tación de los hallazgos y posibilidades de almacenaje electrónico que facilita la difusión y comunicación médica. En esta línea, la utilización de nuevos espectros lumínicos también ha supuesto un notable progreso. El desarrollo de la autofluorescencia y la reciente introducción de la luz de banda estrecha han abierto nuevas posibilidades que permiten la mejor identificación de alteraciones difíciles de visualizar con luz blanca convencional, como sucede con algunas lesiones premalignas o con la delimitación de los márgenes de una lesión que infiltra. El beneficio que se obtiene es un mejora en la sensibilidad diagnóstica y por lo tanto, en las posibilidades terapéuticas. Otros progresos en el diagnóstico y estadificación del cáncer de pulmón han llegado con la utilización de la ultrasonografía (o ecografía) endoscópica y la navegación electromagnética. La primera ha supuesto una mejora en la eficacia diagnóstica y en la seguridad de la punción aspirativa de lesiones mediastínicas a través de la pared bronquial con respecto a la punción "a ciegas" según la información proporcionada por la TC. La segunda, todavía en fase experimental, permite un mejor acceso, tanto a adenopatías mediastínicas como a lesiones pulmonares periféricas a las que el broncoscopio no consigue acceso visual directo, gracias al procesamiento informático de imágenes obtenidas por tomografía computerizada que permite avanzar por el árbol bronquial de una forma guiada equiparable a la de los navegadores "GPS" usados en los medios de transporte.

En el apartado terapéutico, técnicas conocidas desde hace algunos años como el láser, la braquiterapia, el electrocauterio, la crioterapia o la terapia fotodinámica han ido incrementando las posibilidades de realizar tratamientos endobronquiales y suponen hoy en día herramientas de gran valor para determinadas situaciones, así como que el broncoscopio rígido no haya caído en desuso ya que sigue siendo de gran utilidad en algunos de estos procedimientos. El desarrollo e implantación de diversos tipos de prótesis endobronquiales para facilitar la recanalización bronquial ofrece éxitos terapéuticos en la mayoría de casos. Por otro lado, recientemente han aparecido las válvulas endobronquiales, que son una nueva modalidad de tratamiento, todavía en desarrollo, para algunas formas de enfisema bulloso. La termoplastia endobronquial es un nuevo procedimiento en fase experimental consistente en la aplicación de energía térmica generada por radiofrecuencia a través del broncoscopio flexible para reducir y bloquear el músculo liso bronquial. Los primeros ensayos clínicos muestran algunos beneficios en pacientes que sufren asma grave e inestable refractaria a otros tratamientos.

En este artículo de revisión se repasan las aportaciones de algunos procedimientos broncoscópicos actuales, así como se exponen técnicas en desarrollo, con grandes expectativas

en el futuro como la luz de banda estrecha, el navegador electromagnético, las válvulas endobronquiales, la termoplastia bronquial y la broncoscopia con microscopio confocal.

Necesidades de una Unidad de Broncología

La mayor parte de centros hospitalarios que disponen de una unidad o equipo médico que realice broncoscopias cuenta normalmente con diversas opciones técnicas e instrumentales para llevarlas a cabo. A esto se debe sumar un esfuerzo continuado de los hospitales en intentar asumir nuevos conocimientos, personal, técnicas y herramientas, que permitan incrementar su capacidad diagnóstica y terapéutica. En esta labor, la evaluación del balance coste-beneficio es crucial, especialmente si además se consideran el carácter novedoso de muchas de estas técnicas, que conlleva una experiencia de uso limitada, así como un alto precio y complejidad. En la práctica, es casi imposible que una unidad de broncología pueda ofrecer y disponer de todas las modalidades técnicas disponibles, y como consecuencia, se debe escoger entre las diferentes opciones.

En cualquier caso, para poder determinar las necesidades de un equipo de broncología se deben diferenciar tres niveles de actuación: en primer lugar estaría la "neumología general", es decir, cualquier centro asistencial que cuente con algún tipo de unidad o personal especializados en neumología, pero sin responsabilidad docente de especialistas en formación y con un número de procedimientos anuales limitado. En un centro de estas características se debería disponer como mínimo de un equipo de broncología flexible; a ser posible, videobroncoscopia con buena calidad de imagen. Todo neumólogo debería estar capacitado para poder llevar a cabo la mayoría de exploraciones diagnósticas básicas (examen visual del árbol bronquial, aspiración, lavado broncoalveolar, biopsia bronquial, cepillado bronquial, e idealmente, punción bronquial y biopsia pulmonar transbronquial); así como algunas exploraciones terapéuticas mínimas (aspiración de secreciones retenidas, extracción de cuerpo extraño, evaluación de una hemoptisis). Dos endoscopios con el material auxiliar necesario para poder llevar a cabo estos procedimientos no suponen una inversión económica desorbitada y debería ser el mínimo exigible. La existencia de broncoscopio rígido y de un lugar específicamente habilitado para la realización de broncoscopias sería aconsejable pero no indispensable en este nivel. En un segundo nivel estarían los centros asistenciales de nivel superior al anterior, que disponen de un Servicio de Neumología amplio, con formación de residentes, y una unidad de broncología propia que realice alrededor de 1000 exploraciones al año. Estos centros actúan como lugares de referencia pa-

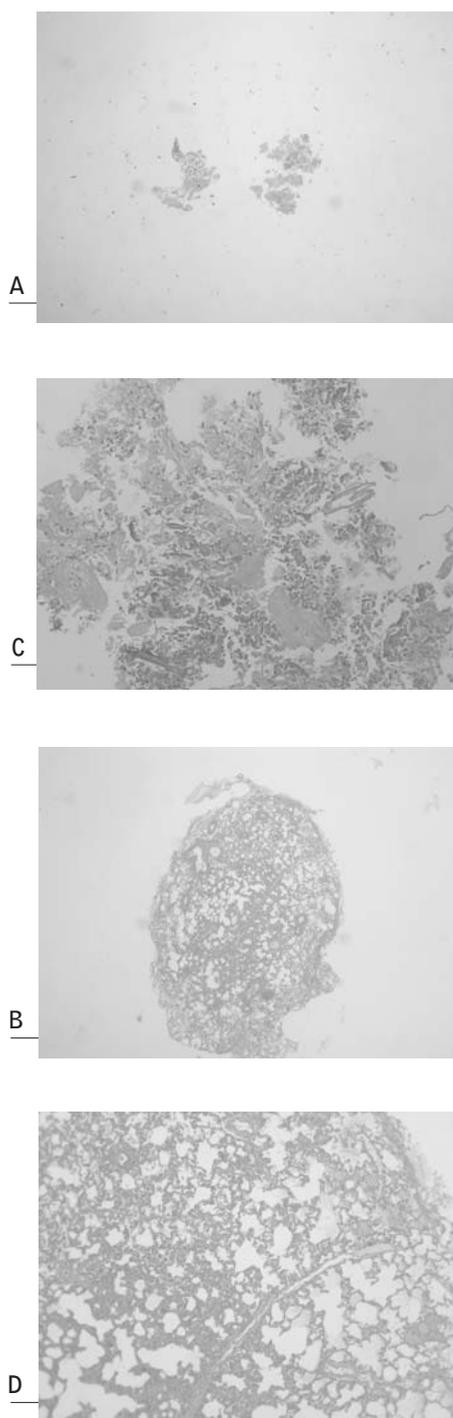


FIGURA 1

Imagen de microscopía óptica con biopsias pulmonares transbronquiales realizadas con pinzas convencionales (A y C) y con criosondas (B y D) a 50 y 200 aumentos respectivamente. Tinción de hematoxilina-eosina. Se observe el mayor tamaño y cantidad de estructuras tisulares bien preservadas en la muestra obtenida con criosondas

ra los anteriormente citados por disponer de una infraestructura sanitaria, profesional y académica de alto nivel. Además de los requisitos mínimos antes mencionados, estos centros deberían disponer de un espacio y personal, médico y de enfermería, específicos para la unidad de broncoscopias, así como una área de recuperación. Su equipamiento debería incluir videobroncoscopios de alta calidad (con variedad de calibres y canales de trabajo), acompañados del máximo número posible de técnicas diagnósticas auxiliares (radioscopia, autofluorescencia, ecografía), así como broncoscopio rígido y el mayor número posible de técnicas inter

vencionistas (electrocauterio, crioterapia, láser, braquiterapia, prótesis, etc). Estos lugares deberían tener un programa docente para residentes en formación en la realización de broncoscopia, así como ser capaces de ir incorporando nuevas técnicas endoscópicas y de llevar a cabo estudios de investigación biomédica. Finalmente, en un tercer nivel se ubicarían algunos pocos centros 'superespecializados' de referencia nacional o mundial, capaces de contribuir al desarrollo inicial de nuevas técnicas endoscópicas en colaboración con universidades, equipos de ingeniería y la industria.

Técnicas broncoscópicas

1. Terapéuticas:

Láser, electrocauterio, argón, crioterapia, terapia fotodinámica, braquiterapia, prótesis endobronquiales, válvulas endobronquiales y termoplastia bronquial.

El objetivo principal de la utilización de láser es la recanalización bronquial secundaria a obstrucciones por tumores, benignos o malignos, lesiones cicatriciales y procesos inflamatorios, en las vías respiratorias centrales, y así, permitir la ventilación, la movilización de secreciones y la paliación sintomática. Es un procedimiento compatible con tratamientos adyuvantes como quimioterapia, radioterapia, braquiterapia y colocación de prótesis. Aunque también se puede aplicar con broncoscopio flexible, especialmente para lesiones distales, es preferible aplicarlo con broncoscopio rígido. Son especialmente susceptibles del uso de láser las lesiones que reúnen las siguientes características: localización en tráquea o bronquio principal, forma polipoidea, corta longitud, gran componente endoluminal, pulmón distal a la lesión funcionante y luz distal a la lesión visible: Está contraindicado cuando la obstrucción es por compresión extrínseca¹. De los diferentes tipos de láser, el Nd-YAG es el más usado debido a su alta eficacia fotocoaguladora, su buena capacidad de penetración en el tejido y la capacidad

hemostática². En el lado negativo, se trata de una técnica no exenta de algunas complicaciones como la hemorragia, y que todavía está limitada a pocos centros por su coste, complejidad y grado de entrenamiento que requiere el endoscopista.

El **electrocauterio o diatermia** es un método consistente en la aplicación de calor mediante una corriente eléctrica de alta frecuencia para coagular, volatilizar o cortar un tejido. Puede aplicarse con broncoscopio rígido o flexible y sus indicaciones principales son: tratamiento paliativo y recanalización bronquial de lesiones malignas, resección de lesiones benignas (especialmente pólipos con gran componente endoluminal) y hemostasia^{3,4}. Esta última indicación es preferible efectuarla con la modalidad de **argón plasma**, que produce una coagulación y necrosis de superficie más extensas. Su aplicación en el tratamiento de lesiones pre-invasivas no está claramente establecida. Existe una gran gama de sondas disponibles que ofrecen múltiples opciones de aplicación: asas, pinzas, bisturís, etc. El número de centros que disponen de esta técnica es cada vez mayor.

El principio básico de la **crioterapia** consiste en la utilización de frío extremo generado por un gas (óxido nítrico) aplicado con fines terapéuticos al inducir destrucción de los tejidos por contacto. En el ámbito respiratorio se aplica con éxito desde hace años en el tratamiento de lesiones tumorales endobronquiales que obstruyen la vía aérea mediante sondas introducidas a través de un broncoscopio (rígido o flexible) consiguiéndose una tasa elevada de recanalización bronquial^{5,6}. Es una técnica bastante segura, de menor coste y complejidad que el láser, pero con riesgo de sangrado, que puede necesitar varias sesiones y tiene un efecto menos inmediato, a pesar de que las criosondas de aplicación han ido aumentando su eficacia y rapidez. Recientemente, se ha descrito la posibilidad de utilizar criosondas en la obtención de biopsias bronquiales de mayor tamaño y menos artefactos que las obtenidas con pinzas convencionales⁷. Esta opción podría resultar especialmente atractiva para incrementar el bajo rendimiento diagnóstico de la biopsia pulmonar transbronquial, en el estudio de neumopatías difusas, y poder ahorrar otros procedimientos diagnósticos más cruentos y costosos (figura 1). A pesar de algunas experiencias preliminares positivas (*Babiak A et al, X International Meeting in Respiratory Endoscopy, Spain, 2007*), todavía no se dispone de ningún ensayo clínico que evalúe el riesgo-beneficio de esta técnica diagnóstica.

Tanto la **terapia fotodinámica** como la **braquiterapia** sirven para destruir tejido tumoral abordable mediante broncoscopia a través de la utilización de una luz láser con una longitud de onda determinada o de una fuente

radioactiva, respectivamente. Sus principales indicaciones son carcinomas de pulmón no aptos para otros tratamientos, con finalidad paliativa en la mayoría de casos, aunque también se han empleado como tratamiento curativo (único o adyuvante a otras terapias) de tumores incipientes microinvasivos y carcinomas *in situ*. A pesar de ser técnicas conocidas desde hace años, su uso está limitado a pocos centros y su papel exacto en el tratamiento del carcinoma bronquial no está determinado^{8,10}.

Las **prótesis traqueo-bronquiales** (popularmente conocidas por el término anglosajón "stent") son dispositivos tubulares de diferentes materiales (silicona, metálicas, mixtas), tamaños y formas para ser colocados en el interior de la luz traqueal o de grandes bronquios, con la finalidad de mantener un adecuado diámetro que permita la ventilación cuando está comprometida por causa tumoral (maligna o benigna) o no tumoral (traqueomalacia, cicatrices, amiloidosis, compresión extrínseca). Las prótesis de silicona son las más usadas por su menor número de complicaciones y mayor facilidad para retirarlas en caso necesario. A menudo se combinan con otras técnicas de recanalización bronquial como las anteriormente citadas. Pueden colocarse con broncoscopio rígido (opción más frecuente) o flexible, dependiendo del tipo de patología y de prótesis. En general, si la indicación y la técnica son las correctas, las prótesis suelen tener éxito en la mayoría de los casos.

En pacientes con enfisema grave sintomático, refractario o no tributario a otros tratamientos, la cirugía de reducción de volumen pulmonar es una alternativa terapéutica que consiste en la resección de áreas de pulmón con enfisema que contribuyen muy poco a la función pulmonar. Su objetivo es mejorar la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida^{11,13}. No obstante, las complicaciones de esta técnica quirúrgica son importantes y frecuentes (90 % persistencia de fuga aérea, 45-60% infecciones, 8% mortalidad) por lo que se han ido buscando técnicas endoscópicas que consigan el mismo efecto de forma menos cruenta. De las tres evaluadas: fenestraciones bronquiales, balones de silicona y **válvulas endobronquiales**, ha sido el uso de estas últimas la técnica que ha generado mejores expectativas.

Las **válvulas endobronquiales** consisten en dispositivos unidireccionales que permiten el paso de aire espirado y secreciones hacia el exterior y que, una vez colocadas en bronquios lobares o segmentarios de zonas enfisematosas evitan que el aire siga entrando. De esta manera se induce colapso de la zona tratada, lo que comporta descompresión del parénquima más sano, la mejora de la mecánica respiratoria y del gasto cardíaco. No son difíciles de colocar, se introducen plegadas a través del canal de trabajo

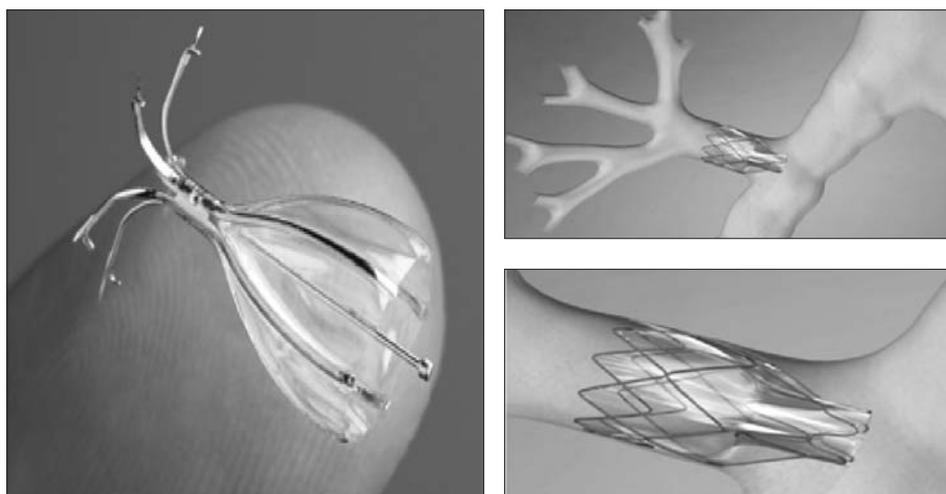


FIGURA 2

A la izquierda, válvula endobronquial en forma de paraguas (Spiration, Redmon, WA, EEUU) y a la derecha, válvula endobronquial de silicón (Emphasys, Redwood City, Ca, EEUU)

de un broncoscopio flexible, sólo se precisa anestesia local y tienen la ventaja de que se pueden volver a retirar en caso necesario si hay ineficacia, migración u otras complicaciones asociadas a la válvula (infecciones, hemoptisis, neumotórax)^{14,15}. Dos compañías norteamericanas (Spiration, Redmon, Washington, EEUU y Emphasys Medical, Redwood City, California, EEUU) han ido desarrollado diferentes válvulas conocidas como "de paraguas" o "de silicón" respectivamente (figura 2), siendo estas últimas de las que existe mayor información disponible. Los estudios publicados indican en su conjunto que se trata de un procedimiento bastante seguro (20% neumotórax, 3% neumonías) y que ofrece una mejoría moderada en las cifras de función pulmonar y en la tolerancia al ejercicio físico^{16,19}. Sin embargo, existe un número importante de pacientes que no responden al tratamiento y sólo aquellos en los que se consigue colapso del área tratada presentan una clara mejoría clínica y funcional. Se conjetura que la presencia de ventilación colateral, aumentada en los pacientes con enfisema, es el principal factor asociado al fracaso de la técnica. Si así fuese, los pacientes con enfisema bulloso heterogéneo, sin ventilación colateral y con cisuras pulmonares interlobares preservadas serían los más susceptibles de beneficiarse de esta técnica²⁰. Para contestar algunas de estas dudas y tratar de establecer mejor los criterios de selección de pacientes están en marcha ensayos clínicos controlados y aleatorizados, cuyos resultados se publicarán durante los próximos meses. Por otro lado, han comenzado a aparecer trabajos sobre el uso de estas válvulas con otras indicaciones como el tratamiento de fístulas broncopleurales²¹.

La termoplastia bronquial es un procedimiento basado en la aplicación de calor generado por radiofrecuencia sobre la mucosa bronquial con la finalidad de disminuir la cantidad y capacidad contráctil del músculo liso bronquial. Es una técnica comparable a la ablación de haces de conducción cardíacos en el tratamiento de arritmias, aunque de menor intensidad energética. Una empresa estadounidense ha desarrollado un catéter para su aplicación a través de broncoscopia flexible (catéter *Alair®*; *Asthmatx Inc*,

Mountain View, California, US) (figura 3). Este procedimiento es una aproximación terapéutica novedosa para reducir la broncoconstricción en el asma. Los primeros estudios se realizaron en perros y pusieron de manifiesto que su aplicación reducía la cantidad de músculo liso bronquial, lo que se acompañaba de un descenso de la hiperreactividad bronquial^{22, 23}. En humanos, es una técnica viable pero comporta frecuentes efectos adversos (tos, hipersecreción, disnea, broncoespasmo), aunque la mayoría son leves y transitorios en la fase inicial post-tratamiento (1-7 días)^{24,27}. Su aplicación requiere tres sesiones en días separados, dos para cada lóbulo inferior y una para ambos lóbulos superiores. En cada una de estas sesiones se tratan todos los bronquios visibles de 3 a 10 milímetros de diámetro, y se aplica energía térmica cada 0,5 centímetros, empezando por las zonas más distales a la visión endoscópica. La técnica requiere una hora aproximada para cada sesión, que el paciente esté sedado y un personal bien entrenado en la realización de bronoscopias²⁸. Hay disponibles tres estudios en pacientes con asma, que incluyen un total de 86 pacientes tratados: 16 leves con período de seguimiento de 2 años sin grupo control; y 70 con asma moderada ó grave, 1 año de seguimiento y grupo control con tratamiento convencional. Analizados en su conjunto, estos trabajos indican que la aplicación de esta técnica comporta un cierto beneficio clínico (en el número de agudizaciones y la presencia de síntomas) y de forma más discreta, una mejora funcional (en: flujo espiratorio máximo, VEMS e hiperreactividad a metacolina)^{25,27}. Ninguno de estos trabajos incluyó la realización de bronoscopias placebo, lo que puede suponer una limitación en la interpretación de resultados. El asma

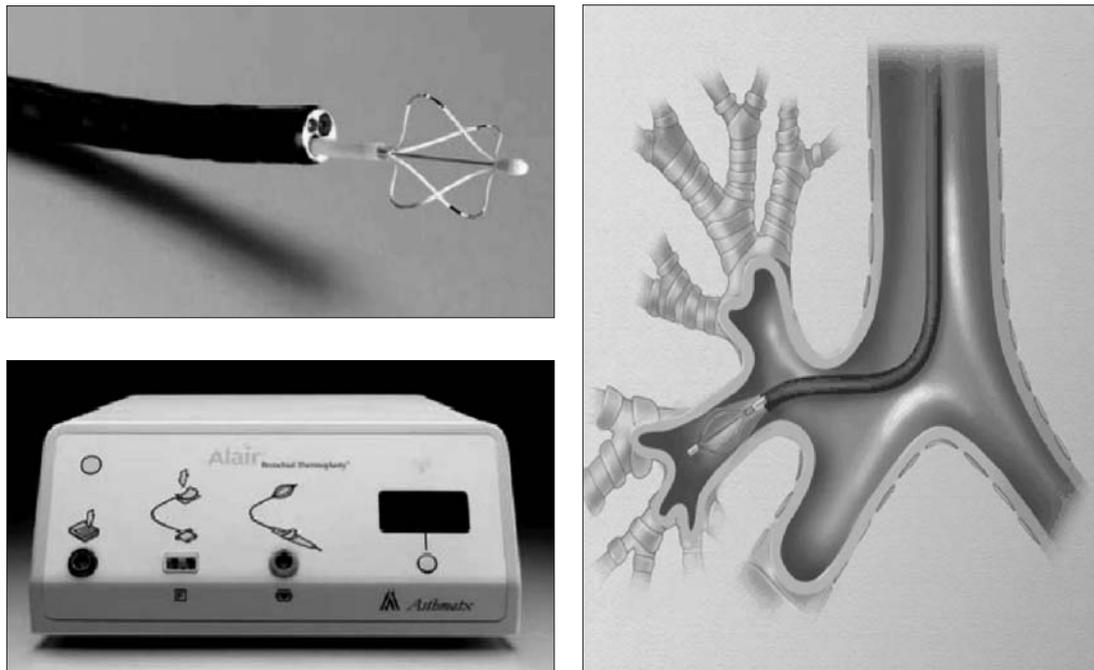


FIGURA 3

A la izquierda catéter y sistema Alair® (Asthmatx Inc, Mountain View, California, US). A la derecha dibujo de su aplicación bronquial. Imágenes obtenidas de www.asthmatx.com

es una patología con opciones terapéuticas eficaces en la mayoría de pacientes, por lo que este procedimiento parecería estar justificado especialmente para formas graves, inestables y refractarias a otros tratamientos. Sin embargo, las diversas limitaciones y escasez de estudios disponibles hacen que todavía sea prematuro sacar conclusiones sobre el posible papel de esta técnica en el tratamiento del asma. Diversas dudas se deben ir contestando a medida que aparezcan nuevos estudios y ensayos clínicos, como son la posible repercusión sobre el proceso inflamatorio al variar las características contráctiles de la vía aérea, las consecuencias a largo plazo del tratamiento o el papel fisiológico del músculo liso bronquial.

2. Técnicas diagnósticas:

Autofluorescencia, luz de banda estrecha, ultrasonografía y navegador electromagnético

La broncoscopia con **autofluorescencia** se desarrolló para incrementar la sensibilidad en la detección de lesiones de la mucosa bronquial, en especial lesiones premalignas que ofrecen pocos cambios respecto a la mucosa normal al ser observados con luz blanca, o bien para una mejor determinación de los márgenes de infiltración de una lesión invasiva. Es una técnica basada en la observación de que un tejido

anormal tiene menor capacidad autofluorescente al incidir sobre él una luz con una longitud de onda específica (380-460 nm). El superior valor en el diagnóstico de lesiones cancerosas pre-invasivas se ha demostrado en diversos ensayos clínicos que ponen de manifiesto su alta sensibilidad, siendo la baja especificidad su principal limitación^{29,31}. Otras ventajas son la compatibilidad con videobroncoscopia convencional, no supone una segunda exploración y comporta alargar el procedimiento sólo 3-4 minutos.

La **luz de banda estrecha** consiste en la combinación de diferentes espectros lumínicos y colores que permiten una mejor identificación de capilares y estructuras vasculares subepiteliales por la absorción lumínica que realiza la hemoglobina. La aplicación clínica se basa en la mejor detección de la angiogénesis asociada a los procesos displásicos y cancerosos. La experiencia publicada sobre esta técnica se refiere especialmente a la endoscopia digestiva. La comercialización de broncoscopios flexibles con luz de banda estrecha es reciente, no así en endoscopia digestiva, y los primeros trabajos publicados ponen de manifiesto un incremento en la detección de lesiones displásicas de la mucosa bronquial^{32,33}. En el futuro próximo, se espera la aparición de estudios que clasifiquen diferentes patrones vasculares de la mucosa traqueobronquial que sean específicos de algunas patologías. Es posible que ambas técnicas, autofluo-

rescencia y luz de banda estrecha, se beneficien de su uso combinado para aumentar su sensibilidad y sobre todo, su especificidad.

Actualmente, la realización de estas técnicas requiere entrenamiento en la interpretación de los hallazgos por parte del endoscopista pero no suponen ninguna incomodidad añadida al paciente y se puede escoger entre diversas opciones comerciales para llevarlas a cabo. La realización de una broncoscopia con autofluorescencia es aconsejable, aunque no obligada, en la evaluación de pacientes con sospecha clínica de cáncer de pulmón o un esputo con células atípicas. Las técnicas radiológicas actuales (TC, PET) pueden combinarse con estas opciones endoscópicas para el diagnóstico del cáncer de pulmón en fases pre-sintomáticas en sujetos de riesgo³⁴. Sin embargo, la implantación de programas de cribado para el cáncer de pulmón y el balance riesgo-beneficio de los mismos no están todavía bien establecidos debido a la existencia de factores de confusión en la identificación de sujetos de riesgo, la falta de estudios

que evalúen su impacto sobre la mortalidad real por cáncer de pulmón, y al gran gasto que supondrían.

La utilización de **ultrasonidos** para poder identificar las capas inferiores a la mucosa bronquial se ha desarrollado notablemente durante la última década. Existen dos modalidades de sondas ecográficas: radiales y lineales. La forma radial es menos usada y requiere la introducción de la sonda ecográfica con balón inflable a través del canal del broncoscopio. La modalidad lineal se ha convertido en una herramienta de uso cada vez más extendido gracias a la introducción del fibrobroncoscopio con ecógrafo lineal y punción-aspiración transbronquial incorporada (sistema EBUS®). El aprendizaje de la técnica no es sencillo porque requiere la familiarización tanto con el equipo como con la imagen ecográfica de la anatomía bronquial y mediastínica, con ángulos diferentes a los axiales que ofrece la TC de tórax. Otros inconvenientes son su coste, el calibre de broncoscopio empleado y que, en la práctica, suele tratarse de una segunda exploración. La ecografía bronquial ha demostrado eficacia en la estadificación mediastínica del cáncer de pulmón por su mayor sensibilidad para acceder a los ganglios linfáticos que la punción "a ciegas" según la información de la TC. Además, también puede ser usado para el diagnóstico de otras adenopatías (sarcoidosis) y tumores mediastínicos, y para tumores intrapulmonares^{35,37}.

Un procedimiento muy novedoso cuya finalidad es incrementar el rendimiento diagnóstico de la broncoscopia es el **navegador electromagnético**. Este sistema consiste en una combinación de tres técnicas que permite combinar imágenes radiológicas con la visión endoscópica en tiempo real. En primer lugar, con la información de una TC torácica se obtiene una reconstrucción virtual y tridimensional del árbol traqueobronquial. El segundo componente del sistema es una sonda con un sensor de posición, flexible y con capacidad de ir navegando a lo largo de las vías respiratorias. Finalmente, bajo el paciente se coloca una placa electromagnética que sincroniza la información virtual generada de la TC con la señal obtenida de la sonda localizadora a medida que progresa por el árbol bronquial. La sonda es introducida por el broncoscopio flexible y al sincronizar la señal que emite con la reconstrucción virtual, se puede ir guiando hasta zonas sin visión broncoscópica directa. La sonda dispone también de un canal para poder introducir algunas herramientas (aguja de punción, pinzas de biopsia o cepillo) con la finalidad de obtener muestras cito-histológicas. De esta forma, se pueden alcanzar tanto lesiones pulmonares periféricas como adenopatías mediastínicas^{38,42}. Los resultados en pacientes muestran que se trata de un procedimiento muy seguro (se han descrito pocos efectos adversos (<5% neumotórax)) para conseguir muestras de

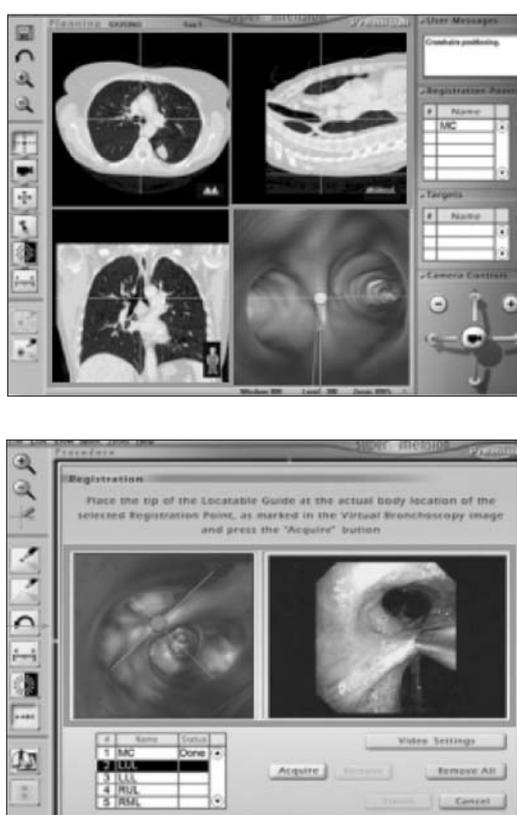


FIGURA 4

Sistema superDimension. Reconstrucción tridimensional del árbol bronquial a partir de imágenes topográficas (imagen superior) y procedimiento de sincronización con la imagen endoscópica en tiempo real (imagen inferior). Imágenes obtenidas de www.superdimension.com

tejido pulmonar periférico y del mediastino con un alto rendimiento diagnóstico (74% para nódulos periféricos y 100% para adenopatías mediastínicas)^{40,42}. El navegador electromagnético superDimension® (Bronchus system, super Dimension Ltd, Hertzliya, Israel) (figura 4) es del que existe mayor información disponible y ha sido recientemente comercializado. Existen también trabajos preliminares con otros prototipos de navegadores electromagnéticos^{43,44}. No obstante, este procedimiento no está exento de limitaciones y cuestiones por resolver. De un modo semejante a la ecografía, requiere una curva de aprendizaje incluso para endoscopistas expertos. El número de instrumentos auxiliares disponibles (pinzas, agujas, etc) es escaso y plantea limitaciones prácticas. No está bien establecidas las características, tamaño y localización de las lesiones con más posibilidades de éxito diagnóstico. Puede conllevar un procedimiento largo e incómodo para el paciente, especialmente si se pierde la sincronización electromagnética, lo cual es posible con la tos o las secreciones respiratorias. En el futuro próximo se deberá determinar cual es la capacidad y el papel diagnóstico del navegador en el estudio del cáncer de pulmón, teniendo en cuenta que existen técnicas disponibles que ofrecen buenas tasas de eficacia como son algunas técnicas de imagen (TC multicorte, PET-TC, etc), la ecografía bronquial y la punción torácica externa guiada por TC.

Algunas expectativas de futuro

Son múltiples las expectativas a medio plazo en los procedimientos endoscópicos respiratorios. En la actualidad se experimenta con técnicas de magnificación que permiten obtener imágenes de alta calidad a través del broncoscopio. Se ha descrito la utilización de sondas de 1mm. de **microscopía confocal** fluorescente introducidas a través del canal de un broncoscopio flexible y que permiten realizar estudios microscópicos *in vivo*, ya que pueden identificar microestructuras de la superficie bronquial y diferenciar patrones de mucosa bronquial distintos de la normalidad⁴⁵. Otras técnicas de imagen en desarrollo son: la visión tridimensional, el zoom digital, la tomografía endoscópica e incluso la resonancia magnética endoscópica. La información de la aplicación de estas herramientas en broncoscopia es muy limitada y todavía no existen ensayos respecto a su utilización clínica. La capacidad de diagnóstico y tratamiento también se modificará con el desarrollo de nuevos sistemas como la manipulación de los broncoscopios por control remoto, la implantación de células madre o la terapia génica, aunque los primeros trabajos respecto a estas opciones se encuentran todavía en fases muy iniciales. En cualquier caso, esta breve revisión ha pretendido mostrar que el futuro promete grandes y beneficiosos avances.

BIBLIOGRAFÍA

- Ramser ER, Beamis JF Jr. Laser bronchoscopy. Clinics in Chest Med 1995; 16: 277-291.
- Mohan A, Guleria R, Mohan C, Sharma R. Laser bronchoscopy: current status. J Assoc Physicians 2004; 52: 915-20.
- Bollinger CT, Sutedja TG, Strauzz J, Freitag L. Therapeutic bronchoscopy with immediate effect: laser, electrocautery, argon plasma coagulation and stents. Eur Respir J 2006; 27: 1258-71.
- Choi HS, Kim SY, Choi CW, You JH, Kang HM, Park MJ. Use of bronchoscopic electrocautery in removing endotracheal metastasis. Lung Cancer 2007; 58: 286-90.
- Hetzel M, Hetzel J, Schumann C, Marx N, Babiak A. Cryorecanalization: a new approach for the immediate management of acute airway obstruction. J Thorac Cardiovasc Surg 2004; 127: 1427-1431.
- Vergnon JM. Bronchoscopic cryotherapy. J Bronchol 1995; 2: 323-7.
- Schumann C, Mattefeld T, Hetzel M, Hetzel J and Lepper PM. Improving the diagnostic yield of endobronchial biopsies by flexible crioprobe in lung cancer. Eur Respir J. 2004; 24 suppl48:s491.
- Moghissi K, Dixon K, Thorpe JA, Stringer M, Oxtoby C. Photodynamic therapy (PDT) in early central lung cancer: a treatment option for patients ineligible for surgical resection. Thorax 2007; 62: 391-5.
- Díaz Jiménez JP, Martínez Ballarín JL, Llunell A, Farrero E, Rodríguez AN. Randomized, phase III comparative study PDT versus Nd-Yag Laser for obstructing or partially obstructing bronchogenic carcinoma. Eur Respir J 1999; 14: 800-5.
- Klopp AH, Eapen GA, Komakki RR. Endobronchial brachytherapy: an effective option for palliation of malignant bronchial obstruction. Clin Lung Cancer 2006; 203-7.
- Ferguson GT, Fernández E, Zamora MR et al. Improved exercise performance following lung volume reduction surgery for emphysema. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157: 1159-203.
- Travalime JM, Furukawa S, Kuzma AM et al. Bilateral apical vs nonapical stapling resection during lung volume reduction surgery. Chest 1998; 114: 981-7.
- National Emphysema Treatment Trial Research Group. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. N Engl J Med 2003; 348: 2059-73.
- Maxfield RA. New and emerging minimally invasive techniques for lung volume reduction. Chest 2004; 125: 777-83.
- Sauleda J. Tratamiento endoscópico del enfisema. Arch Bronconeumol 2006; 42 (supl 2): 32-7

16. Toma TP, Hopkinson NK, Hillier et al. Bronchoscopic volume reduction with valve implants in patients with severe emphysema. *Lancet* 2003; 361: 931-3.
17. Venuta F, Rendina EA, De Giacomo T, et al. Bronchoscopic lung volume reduction with one-way valves in patients with heterogeneous emphysema. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 411-6.
18. Yima AP, Hwong TM, Lee TW, et al. Early results of endoscopic lung volume reduction for emphysema. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 127: 1567-73.
19. 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.
20. Fessler HE. Collateral ventilation in the bane of bronchoscopic volume reduction. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 171: 423-4.
21. Toma TP, Kon OM, Oldfield W, et al. Reduction of persistent air leak with endoscopic valve implants. *Thorax*. 2007; 62: 830-3
22. Cox PG, Miller J, Mitzner W, Leff AR. Radiofrequency ablation of airway smooth muscle for sustained treatment of asthma: preliminary investigations. *Eur Respir J*. 2004; 24:659-63.
23. Brown RH, Wizeman W, Danek C, Mitzner W. In vivo evaluation of the effectiveness of bronchial thermoplasty with computed tomography. *J Appl Physiol*. 2005; 98:1603-6.
24. Miller JD, Cox G, Vincic L, Lombard CM, Loomas BE, Danek CJ. A prospective feasibility study of bronchial thermoplasty in the human airway. *Chest* 2005 127:1999-2006.
25. Cox G, Miller JD, McWilliams A, Fitzgerald JM, Lam S. Bronchial thermoplasty for asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006; 173:965-9.
26. Cox G, Thomson NC, Rubin AS, et al. AIR Trial Study Group. Asthma control during the year after bronchial thermoplasty. *N Engl J Med*. 2007; 356:1327-37.
27. Pavord ID, Cox G, Thomson NC, et al. RISA Trial Study Group. Safety and efficacy of bronchial thermoplasty in symptomatic, severe asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;176:1185-91.
28. Mayse M, Laviolette M, Rubin A, et al. Clinical pearls for bronchial thermoplasty. *J Bronchol* 2007; 14: 115-23.
29. Lam S, MacAulay C, LeRiche JC, Palcic B. Detection and localization of early lung cancer by fluorescence bronchoscopy. *Cancer* 2000; 89: 2468-73.
30. Häubinger K, Becker H, Stanzel F, et al. Autofluorescence bronchoscopy with white light bronchoscopy compared with white light bronchoscopy alone for the detection of precancerous lesions: a European randomized controlled multicentre trial. *Thorax* 2005; 60: 496-503.
31. Lam B, Wong MP, Fung SL, et al. The clinical value of autofluorescence bronchoscopy for the diagnosis of lung cancer. *Eur Respir J*. 2006; 28(5): 915-9.
32. Vincent BD, Fraig M, Sivestri GA. A pilot study of narrow-band imaging compared to white light bronchoscopy for evaluation of normal airways and premalignant and malignant airways disease. *Chest*. 2007; 131(6):1794-9
33. Yamada G, Shijubo N, Kitada J, et al. Narrow band imaging yields clear images of subepithelial microvessels in large airways in combination with high magnification bronchovideoscopy. *J Bronchol* 2007; 14: 75-79.
34. Loewen G, Natarajan N, Tan D, et al. Autofluorescence bronchoscopy for lung cancer surveillance based on risk assessment. *Thorax* 2007; 62: 335-340.
35. Hertz FJ, Eberhardt R, Vilmann P, Krasnik M, Ernst A. Real-time endobronchial ultrasound guided transbronchial needle aspiration for sampling mediastinal lymph nodes. *Thorax* 2006; 61: 795-8.
36. Kou CH, Lin SM, Chen HC, Chou CL, Yu CT, Kou HP. Diagnosis of peripheral lung cancer with three echoic features via endobronchial ultrasound. *Chest* 2007; 132: 922-9.
37. Yasufuku K, Nakajima T, Chiyo M, Sekine Y, Shibuya K, Fujisawa T. Endobronchial ultrasonography: current status and future directions. *J Thorac Oncol* 2007; 2: 907-9.
38. Hautmann H, Schneider A, Pinkau T, Peltz F, Feussner H. Electromagnetic catheter navigation during bronchoscopy: validation of a novel method by conventional fluoroscopy. *Chest* 2005; 128: 382-7.
39. Schwarz Y, Mehta AC, Ernst A, et al. Electromagnetic navigation during flexible bronchoscopy. *Respiration* 2002; 69: 63-8.
40. Schwarz Y, Greif Y, Becker H, Ernst A, Mehta AC. Real-time electromagnetic navigation bronchoscopy to peripheral lesions using overlaid CT images: the first human study. *Chest* 2006; 129: 988-94.
41. Seijo LM, Bastarrika G, Lozano MD, Zulueta JJ. Preliminary experience with the use of electromagnetic navigation for the diagnosis of peripheral pulmonary nodules and enlarged mediastinal lymph nodes. *Arch Bronconeumol* 2007; 43: 460-3.
42. Gildea TR, Mazzone PJ, Karnak D, Mezziane M, Mehta AC. Electromagnetic navigation diagnostic bronchoscopy: a prospective study. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 174: 982-9.
43. Shinagawa N, Yamazaki K, Onodera Y, et al. CT-guided transbronchial biopsy using an ultrathin bronchoscope with virtual bronchoscopic navigation. *Chest* 2004; 125: 1138-43.
44. Asano F, Matsuno Y, Shinagawa N, et al. A virtual bronchoscopic navigation system for pulmonary peripheral lesions. *Chest* 2006; 130: 559-66.
45. Thiberville L, Moreno-Swirc S, Vercauteren T, Peltier E, Cavé C, Heckly GB. In Vivo imaging of the bronchial wall microstructure using fibered confocal fluorescence microscopy. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 175: 22-3.