

Endoscopia respiratoria

Estela Pérez Ruiz, Javier Pérez Frías, Pilar Caro Aguilera

UGC Pediatría. Sección de Neumología Infantil. Hospital Regional Universitario Materno Infantil. Facultad de Medicina. Universidad de Málaga. Málaga

Pérez Ruiz E, Pérez Frías J, Caro Aguilera P. Endoscopia respiratoria. *Protoc diagn ter pediatr.* 2017;1:49-66.



1. INTRODUCCIÓN

A finales de los años 80 se produjo uno de los grandes hitos que contribuyó al desarrollo de la Neumología Infantil como especialidad: la miniaturización de los equipos de broncoscopia flexible. Este avance tecnológico contribuyó a desvelar muchos problemas médicos, abriendo un amplio campo de indicaciones pediátricas. La exploración dinámica de las vías aéreas, sin necesidad de intubación y anestesia general que permitía esta técnica, dio lugar a una marcha ascendente de la misma, incorporándose como procedimiento rutinario a las unidades de Pediatría de tercer nivel.

No obstante, la mayor complejidad de la asistencia en distintas áreas de trabajo –Neonatología, Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP), trasplante pulmonar etc.–, junto con el mayor conocimiento de los problemas de la vía aérea, trajo aparejada la necesidad de resolverlos, algo que había impedido, hasta ahora, lo que se consideraba la principal ventaja de la broncoscopia flexible como técnica de exploración, el pequeño tamaño del instrumento pediátrico. La broncoscopia rígida, por el contrario, aportaba las ventajas de la estabilidad de la vía aérea, junto con un mayor tamaño de

los broncoscopios y, por tanto, mayor riqueza en accesorios e instrumental para técnicas terapéuticas de reperfusión bronquial.

2. BRONCOSCOPIA FLEXIBLE FRENTE A BRONCOSCOPIA RÍGIDA

Hasta la fecha, no existe un único broncoscopio ideal que permita la realización de todos los procedimientos que son necesarios para el manejo de los problemas de la vía aérea; de ahí que los dos tipos de instrumentos, rígido y flexible, convivan en la actualidad como técnicas complementarias. Existen una serie de ventajas e inconvenientes para cada uno de ellos:

2.1. Broncoscopio rígido (BR) (Figura 1)

- Solo puede introducirse por vía oral, bajo anestesia general y ventilación asistida siendo, por tanto, un instrumento clásicamente utilizado por especialidades quirúrgicas como Otorrinolaringología (ORL) y Cirugía Pediátrica.
- Su alcance distal es limitado, lo que dificulta la exploración más allá de los bronquios principales.

Figura 1. Broncoscopios rígidos. A la izquierda: broncoscopio pediátrico de Efer-Dumon y a la derecha broncoscopios Karl Storz



- Dispone de un variado arsenal de materiales accesorios, siendo el broncoscopio más apropiado para la realización de los procedimientos terapéuticos, principalmente en niños, la extracción de cuerpos extraños, pero también otros como la inserción de endoprótesis y terapias de reperfusión bronquial (electrocauterio, crioterapia, plasma de argón, láser, etc.).

2.2. Broncoscopio flexible (BF) (Figura 2)

- No precisa anestesia general, por lo que puede realizarse fuera de las áreas quirúrgicas, siendo el más utilizado por las unidades de Neumología Infantil.
- En el niño en ventilación espontánea se introduce habitualmente por vía nasal, tras anestesia tópica con lidocaína y sedación profunda.
- En el niño que precisa ventilación asistida puede penetrar a través de máscaras de ven-

Figura 2. Fibrobroncoscopio pediátrico



tilación no invasiva, máscaras laríngeas, tubos endotraqueales, cánulas de traqueostomía e incluso a través del propio BR, optimizando la exploración distal que no permite este instrumento.

- Tiene mayor maniobrabilidad y logra mayor alcance periférico, incluyendo bronquios segmentarios y subsegmentarios.

- El pequeño tamaño de su canal de trabajo limita la disponibilidad de instrumentos accesorios (pinzas de biopsia, fórceps, etc.), lo que dificulta los procedimientos terapéuticos, siendo, por tanto, sus principales indicaciones las de exploración y la obtención de muestras de las vías aéreas.

3. INDICACIONES DE BRONCOSCOPIA FLEXIBLE

Es un procedimiento sencillo y de bajo riesgo que, realizado por personal entrenado, permite obtener en pocos minutos información no solo anatómica y dinámica de las vías aéreas, sino también estudios citológicos y microbiológicos. Considerada hoy día, principalmente, como una poderosa herramienta de diagnóstico, permite también, aunque en menor medida, la realización simultánea de algunos procedimientos terapéuticos. La **Tabla 1** recoge las principales indicaciones pediátricas.

Existen algunas contraindicaciones absolutas que impiden su realización: hipoxemia grave refractaria, inestabilidad hemodinámica, diátesis hemorrágica no corregida y la no autorización del procedimiento. Hay, además, algunas contraindicaciones de carácter relativo que vienen determinadas por la experiencia del equipo o el nivel de asistencia crítica que pueda proporcionarse a un determinado paciente, como en casos de cardiopatías congénitas cianosantes con aumento de la circulación colateral bronquial, hipertensión pulmonar grave o alteraciones de la coagulación, entre otras.

Tabla 1. Indicaciones de broncoscopia flexible en niños

Exploración de las vías aéreas
• Estridor persistente
• Sibilancias persistentes
• Hemoptisis
• Sospecha de cuerpo extraño
• Atelectasias persistentes o recurrentes
• Neumonías recurrentes o persistentes
• Hiperclaridad pulmonar localizada
• Problemas relacionados con las vías aéreas artificiales
• Estudio de la deglución
• Miscelánea: gran quemado, anomalías fonatorias
Obtención de muestras biológicas (LBA, biopsia)
• Neumonías en pacientes inmunodeprimidos
• Neumonía intersticial crónica: <ul style="list-style-type: none"> – Neumonitis por hipersensibilidad – Hemosiderosis pulmonar – Neumonía eosinofílica – Otras (sarcoidosis, proteinosis alveolar, histiocitosis)
• Patología obstructiva endoluminal
• Síndromes aspirativos pulmonares
• Manejo del trasplante pulmonar
Aplicaciones terapéuticas
• Aspiración de secreciones endobronquiales
• Instilación de fármacos
• Asistencia como guía en las intubaciones difíciles o selectivas
• Colaboración con BR en la extracción de cuerpos extraños distales
• Miscelánea (colocación de SNG en grandes prematuros, canalización intraoperatoria de fistulas traqueoesofágicas, etc.)

3.1. Exploración de las vías aéreas

Es la principal indicación en niños. Los hallazgos más frecuentes se resumen en la **Tabla 2**. Se debe considerar su realización en las siguientes situaciones:

3.1.1. Estridor persistente

La laringomalacia es la causa más frecuente de estridor inspiratorio en el recién nacido o lactante pequeño. No obstante, ciertas características atípicas del estridor como el carácter bifásico (inspiratorio y espiratorio), persistencia prolongada, intensidad moderada-grave, crisis de sofocación, dificultades para la alimentación o retraso ponderal, y su asociación a síndromes o malformaciones congénitas pueden justificar la indicación de una endoscopia. El antecedente de intubación previa obliga a su realización dada la posibilidad de una estenosis subglótica adquirida. Así mismo, las laringitis recurrentes en menores de 6 meses de edad

o de especial gravedad pueden esconder una anomalía anatómica congénita de las vías aéreas.

3.1.2. Sibilancias persistentes

La endoscopia flexible puede formar parte de la evaluación de un cuadro de sibilancias persistentes con fallo de respuesta al adecuado tratamiento con broncodilatadores y esteroides inhalados, o con auscultación asimétrica.

3.1.3. Hemoptisis

En ausencia de una explicación clínica que la justifique, el BF puede ser útil o bien para la localización del punto de sangrado y la visualización de la patología endobronquial responsable de la misma o bien para el diagnóstico de hemorragia alveolar a través de la identificación de macrófagos cargados de hemosiderina en la muestra recuperada.

Tabla 2. Hallazgos más frecuentes de exploración

Vías aéreas superiores	Vías aéreas inferiores
• Tejido adenoideo	• Traqueomalacia y/o broncomalacia
• Pólipos nasales	• Tapones mucosos
• Laringomalacia	• Inflamación y/o tejido de granulación
• Faringomalacia	• Cuerpo extraño
• Parálisis de cuerdas vocales	• Estenosis traqueal/bronquial por compresión extrínseca
• Estenosis subglótica	• Fístula traqueoesofágica
• Hemangioma subgótico	• Estenosis traqueal (anillos cartilaginosos completos) o bronquial congénita
• Papilomatosis laríngea	• Traquebroncomegalia
• Atresia laríngea.	• Tumores endobronquiales
• Quistes supraglóticos	• Miscelánea (coágulos, escaras etc.)

3.1.4. Anomalías fonatorias

Las anomalías persistentes de la voz, asociadas o no a estridor, pueden beneficiarse de la visualización de la glotis bajo la visión directa que proporciona el BF, fundamentalmente en niños pequeños no colaboradores en la laringoscopia directa.

3.1.5. Sospecha de cuerpo extraño

La patología clínica y/o radiológica respiratoria recidivante o persistente del niño puede estar asociada a la presencia en las vías aéreas de un cuerpo extraño inadvertido, el cual puede descartarse con facilidad mediante esta exploración dado el gran alcance distal del BF; al contrario que la detección, su extracción en los niños más pequeños resulta más complicada que con el BR, por lo que el adecuado manejo de esta situación es su realización en áreas de endoscopia, que permitan el uso secuencial —o simultáneo— de los dos instrumentos.

3.1.6. Atelectasias persistentes/recurrentes

Deben ser exploradas aquellas sin orientación etiológica tras un estudio minucioso, para descartar alteraciones estructurales u obstrucción intraluminal. Ocasionalmente, el BF puede intentar la resolución de una atelectasia persistente que no responda a las medidas conservadoras, bien, a través de la aspiración selectiva de secreciones endobronquiales, instilación de mucolíticos, o bien con la intubación selectiva de la zona atelectásica e hiperventilación con bolsa autoinflable para intentar su reexpansión.

3.1.7. Neumonías recurrentes o persistentes

El estudio de los pacientes con neumonía aguda suele mostrar vías aéreas normales, ocasio-

nalmente con inflamación inespecífica y secreciones mucopurulentas, siendo difícil establecer la responsabilidad del microorganismo recuperado con el BF, debido al problema de la contaminación nasofaríngea. Sin embargo, la recurrencia o persistencia de una condensación en la misma localización indica la conveniencia de una exploración endoscópica, dada la alta probabilidad de una lesión obstructiva.

3.1.8. Hiperclaridad pulmonar localizada persistente

Una zona de enfisema pulmonar localizado es un hallazgo radiológico que requiere explicación; suele traducir un obstáculo intrínseco (cuerpo extraño), una compresión extrínseca (adenopatías) o una alteración dinámica (broncomalacia), entre otras posibilidades.

3.1.9. Problemas relacionados con las vías aéreas artificiales

El BF es un instrumento útil para el diagnóstico de determinados problemas que surgen durante la intubación y extubación de los pacientes en áreas quirúrgicas o UCI pediátrica y neonatal. Así mismo, forma parte del seguimiento y evaluación del paciente portador de traqueostomía.

3.1.10. Sospecha de aspiración recurrente secundaria a anomalías de la deglución

Las anomalías de las distintas fases de la deglución pueden ser estudiadas con el BF en caso de sospecha de síndrome de aspiración crónica, descrito hasta en un 20-40% de los niños con neumonías recurrentes, y alrededor del 10% en caso de síntomas persistentes del

tipo de estridor, tos refractaria o sibilancias. La introducción nasal del BF, sin sedación, permite la visión anatómica y dinámica de orofaringe y laringe, el estudio de la sensibilidad laríngea y el tiempo y la forma de la deglución de alimentos de distintas texturas. Aunque puede realizarse en todas las edades, incluidos los pacientes pretérminos, no siempre se podrán visualizar las respuestas que precisen de cierta colaboración.

3.1.11. Miscelánea

Distintas situaciones clínicas pueden beneficiarse de esta técnica: una tos intratable persistente (sospecha de broncomalacia, bronquitis bacteriana, disfagia etc.), lesiones producidas por inhalación de humos, aspiración de sustancias tóxicas, traumatismos torácicos etc.

3.2. Obtención de muestras biológicas

El BF se utiliza ampliamente en la investigación de infiltrados pulmonares localizados o difusos, con patrón intersticial, alveolar, miliar o nodular fino, no aclarados, siempre que no sea posible su diagnóstico por otros métodos menos invasivos. Los procedimientos que suelen realizarse en niños son, principalmente, lavado broncoalveolar (LBA) y biopsia bronquial.

3.2.1. Lavado broncoalveolar

Consiste en la instilación, y posterior aspiración, a través del canal de trabajo del BF, de cantidades estandarizadas de suero salino, en uno o varios segmentos pulmonares (**Figura 3**). Se diferencia del aspirado bronquial en que en este último se aspiran pequeñas cantidades

Figura 3. Instilación de suero fisiológico y recuperación de muestra de LBA



de suero fisiológico instilado en las vías aéreas de mayor calibre. Se estima que con el LBA se muestrea aproximadamente un 1% de la superficie pulmonar –un millón de alveolos–, obteniéndose 1 ml de secreciones reales pulmonares en el total del líquido recuperado, que aportan información acerca de los constituyentes celulares y bioquímicos de la superficie epitelial del tracto respiratorio inferior.

Aunque no existen evidencias que permitan estandarizar la técnica, se dispone de algunas normativas como las de la European Respiratory Society (ERS), la Sociedad Española de Neumología Pediátrica (SENP) y la Sociedad Española de Patología Respiratoria (SEPAR), que recogen, a título orientativo, las distintas cantidades empleadas en niños, aunque no se concluye cuál es la más idónea. Una de las más difundidas es la instilación de 2-4 alícuotas de 1 ml/kg de suero salino con un máximo de 20 ml por alícuota; debe instilarse en el segmento más afectado o en el lóbulo medio o llingula, si bien, en recién nacidos y lactantes el lóbulo inferior derecho permite mayor recuperación

(se considera adecuada, alrededor de un 40%). En los adolescentes de más de 50 kg de peso se pueden utilizar 3-4 alícuotas de 50 ml.

Las indicaciones más frecuentes del LBA en niños, son las **infecciones pulmonares graves** de etiología desconocida, principalmente en el **paciente inmunodeprimido**, o en la **neumonía nosocomial**. La sensibilidad y especificidad de las muestras obtenidas varían en función del microorganismo causal, de la técnica empleada y del grado de inmunosupresión del niño. Así, mientras que la identificación de ciertos microorganismos (*M. tuberculosis*, virus respiratorio sincitial (VRS), *Influenza*, *Mycoplasma*, *Pneumocystis jiroveci*, *Legionella pneumophila*, *Nocardia*, *Histoplasma* o *Blastomyces*) los hace responsables etiológicos, el aislamiento de otros puede significar, únicamente, su presencia como comensal o contaminantes de las vías aéreas (bacterias, virus del herpes simple (VHS), citomegalovirus (CMV), *Aspergillus*, candidas). El punto de corte para los cultivos cuantitativos bacterianos suele ser de 10^4 UFC/ml. El rendimiento del LBA debe optimizarse realizando además de los métodos de cultivos tradicionales, tinciones específicas, inmunofluorescencia y técnicas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Otras indicaciones menos frecuentes de LBA son ciertas enfermedades pulmonares raras en las que puede aportar un diagnóstico específico tales como la **histiocitosis pulmonar** (la utilización de anticuerpos monoclonales permite su diagnóstico si se observan más de un 5% de células CD1a positivas) o la **proteínosis alveolar** (el líquido recuperado tiene un aspecto lechoso, observándose con la tinción de Giemsa un material basófilo extracelular, mezclado con macrófagos alveolares espumo-

sos, que se tiñe de color rosado con la tinción de PAS).

Finalmente, existen una serie de patologías en las que el LBA puede ofrecer un diagnóstico solo orientativo, de ahí que su indicación deba individualizarse en función del cociente riesgo beneficio. En la **hemorragia alveolar**, la tinción de Perls permite la demostración de macrófagos cargados de hemosiderina. En los síndromes **aspirativos pulmonares** la BF podría ser útil como técnica exploradora, ya que puede visualizar ciertas anomalías asociadas como hipertrofia de la amígdala lingual, el edema aritenoides, las fistulas o signos inflamatorios, e investigar distintos marcadores en el LBA, entre estos, el índice de macrófagos con contenido lipídico, la pepsina o los ácidos biliares, han sido los más estudiados. La **neumonía eosinofílica aguda**, con un porcentaje de eosinófilos superior al 20% en el LBA, o la **neumonitis por hipersensibilidad**, con un predominio de linfocitos CD8, son otros ejemplos.

3.2.2. Biopsia bronquial y transbronquial

La biopsia bronquial con BF permite la obtención de un fragmento, bien de la mucosa bronquial (estudio del epitelio, membrana basal y músculo liso) o bien de lesiones obstructivas endobronquiales. La biopsia transbronquial o biopsia pulmonar broncoscópica, permite obtener un fragmento de parénquima pulmonar sin la invasividad de una toracoscopia o toracotomía.

La biopsia bronquial ha tenido menor aplicación en niños que en adultos, debido a que la obtención de una muestra mínimamente representativa exige su realización con pinzas de, al menos, 1,8 mm, las cuales no pueden

introducirse por el pequeño canal de trabajo (1,2 mm) del BF estándar más utilizado en niños. Esta circunstancia limita la realización de una biopsia a pacientes mayores de 3-4 años, en los que podría introducirse un BF de mayor tamaño (4,9 mm de diámetro externo y 2,2 mm de canal interno) (Figura 4). Para garantizar la seguridad del niño y la estabilidad de la vía aérea, se recomienda que la biopsia bronquial se realice con anestesia general, a través de un tubo endotraqueal o máscara laríngea.

La biopsia transbronquial tiene como indicación principal en Pediatría el estudio del rechazo del trasplante pulmonar, debiendo realizarse de forma programada y repetida, como parte de la monitorización y seguimiento de estos pacientes, y siempre que haya sospecha de rechazo agudo. Sin embargo, en la patología intersticial, la obtención de biopsia por videotoroscopia asistida es de mayor rentabilidad en pacientes pediátricos, por lo que es este es el procedimiento recomendado.

El uso combinado del LBA y biopsia bronquial, permite incrementar la rentabilidad diagnóstica en variadas situaciones como en distintas

tumoraciones endobronquiales, neumopatías intersticiales (alveolitis alérgica extrínseca, histiocitosis X, neumonía intersticial linfoide, enfermedad injerto contra huésped pulmonar, microlitiasis alveolar, neumonía eosinofílica o vasculitis) y enfermedades granulomatosas como sarcoidosis, tuberculosis miliar o linfangitis carcinomatosa.

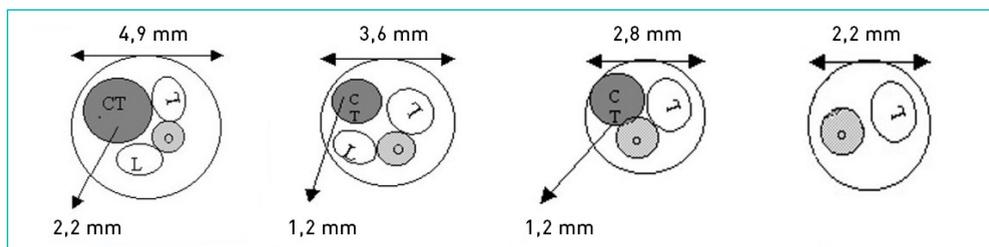
3.3. Aplicaciones terapéuticas

Comparado con el BR, el BF no es un buen instrumento terapéutico; no obstante, son posibles algunos procedimientos:

3.3.1. Aspiración de secreciones endobronquiales

En el caso de atelectasias persistentes que dificulten la extubación o comprometan la ventilación del niño (postoperatorias, asma grave, bronquitis plástica o fibrosis quística), la aspiración de mucosidad espesa con BF puede ser útil ya que permite, además, la instilación selectiva de diversos mucolíticos (MESNA, DNasa) que pueden facilitar la reexpansión. En el caso de proteinosis alveolar pulmonar, el LBA repetido de forma programada, como “toilette bronquial”, forma parte de su manejo.

Figura 4. Esquema del extremo distal de los distintos tamaños disponibles de broncoscopio flexible



CT: canal de trabajo; L: haces de luz.

3.3.2. Asistencia como guía en las intubaciones difíciles y selectivas

La inserción del tubo endotraqueal por el extremo distal del broncoscopio –a modo de guía– y su desplazamiento hasta el extremo proximal del mismo permite el abordaje habitual de la vía aérea con BF. Una vez que el instrumento se encuentra en la tráquea, basta con deslizar el tubo endotraqueal a todo lo largo del BF hasta alcanzar la posición deseada. La misma técnica sirve para la realización de una intubación selectiva bronquial.

3.3.3. Extracción de cuerpos extraños

En niños, el instrumento de elección es el BR. No obstante, el procedimiento óptimo es la combinación de ambas técnicas. El mayor alcance distal del BF permite una exploración meticulosa de la vía aérea y la localización del cuerpo extraño, tras lo cual el BR realiza la extracción del mismo con mayor facilidad. La revisión final para excluir un fragmento residual corre a cargo, nuevamente, del BF. Hoy día se han comercializado pinzas de extracción de pequeño tamaño, capaces de introducirse por el pequeño canal de 1,2 mm del BF, comunicándose un buen rendimiento con las mismas, en determinadas ocasiones.

3.3.4. Instilación de sustancias terapéuticas

Se han documentado la instilación selectiva bronquial de distintas sustancias (mucolíticos, antibióticos, surfactante, etc.), así como de lo que serán numerosas aplicaciones futuras, células madre mesenquimales o interleucina 10 (IL-10) en el pulmón trasplantado, entre algunos ejemplos.

4. INDICACIONES DE BRONCOSCOPÍA RÍGIDA

Aunque el BF ha ido paulatinamente ocupando un lugar predominante en la broncoscopia infantil y ha desplazado al BR como instrumento de exploración y diagnóstico, en la mayoría de los centros, en la actualidad, este ha resurgido como consecuencia de los avances en los procedimientos intervencionistas de las vías aéreas (Tabla 3). Su superioridad en el control de la vía aérea y de la ventilación, y la disponibilidad de un amplio arsenal instrumental por su amplio canal de trabajo, lo han convertido en el procedimiento más apropiado para las técnicas de reperfmeabilización bronquial.

Tabla 3. Indicaciones de broncoscopia rígida en niños

Aplicaciones terapéuticas
Extracción de cuerpo extraño
Desobstrucción de las vías aéreas centrales: <ul style="list-style-type: none"> • Estenosis laringotraqueal (congénita o adquirida) • Laringomalacias graves • Hemangiomas subglóticos • Papilomatosis laringotraqueal • Parálisis bilateral de cuerdas vocales • Tejido de granulación bronquial • Estenosis bronquial tras tuberculosis • Estenosis bronquial en el pulmón trasplantado • Bronquitis plástica
• Tumoraciones malignas
Hemoptisis masiva
Introducción de prótesis endobronquiales
Exploración de las vías aéreas
Estridor
Obtención de muestras biológicas
Biopsia bronquial

4.1. Aplicaciones terapéuticas

4.1.1. Extracción de cuerpos extraños

Ante la falta de sensibilidad y especificidad de los datos clínicos y radiológicos para confirmar la presencia de un cuerpo extraño en la vía aérea, la exploración endoscópica resulta fundamental ante su sospecha; el BF, menos traumático e invasivo que el BR, se considera el instrumento de elección para su confirmación diagnóstica; sin embargo, en la edad pediátrica, el instrumento más seguro y utilizado para su extracción es el BR. Una vez extraído, el procedimiento debe finalizarse mediante una revisión endoscópica completa con BF, para descartar la persistencia de un fragmento residual. En casos de obstrucción aguda de la vía aérea, el procedimiento de elección es el BR, ya que permite la adecuada ventilación del niño y su realización debería realizarse de forma urgente. En niños estables, sin compromiso respiratorio y que puedan mantenerse bajo vigilancia estrecha, ya existen publicaciones sobre la posibilidad de demorar la endoscopia hasta el día siguiente con el fin de reunir las mejores condiciones de seguridad para la realización de un procedimiento no exento de riesgos, contando con el equipo más experimentado, sin que esto suponga un incremento de la morbilidad asociada.

4.1.2. Obstrucción de las vías aéreas centrales

La obstrucción de las vías aéreas centrales es una patología infrecuente en los niños, por lo general de origen benigno, pero con elevada morbimortalidad. Para la resolución de la obstrucción, el BR *per se* puede servir como herramienta terapéutica, bien posibilitando una dilatación mecánica (con el uso progresivo de calibres progresivamente mayores del tubo) o

bien resecaando lesiones exofíticas debido a su extremo distal biselado. En la mayoría de las ocasiones, no obstante, precisa otras herramientas que se introducen a través de su canal de trabajo (distintos tipos de láser endoscópico, electrocauterio, crioterapia, braquiterapia, plasma de argón, balones de dilatación), o prótesis (*stents*) para mantener la permeabilidad de la vía aérea.

4.1.3. Hemoptisis masivas

La mayoría de los cuadros de hemoptisis pueden ser controlados con medidas conservadoras, BF y/o embolización por arteriografía. En cambio, cuando la hemoptisis es masiva y produce compromiso vital por ocupación completa de la vía aérea, es necesario utilizar el BR para aspirar la sangre y extraer los coágulos a través de su mayor canal de trabajo. El BR permite, al mismo tiempo, realizar dos maniobras esenciales dirigidas a garantizar la ventilación y lograr la hemostasia del punto sangrante. La primera consiste en proteger al pulmón contralateral del paso de la propia sangre mediante una aspiración eficaz de la misma y proceder a la intubación selectiva del mismo. La segunda permite el empleo de alguna técnica endoscópica hemostática (electrocoagulación, crioterapia o la aplicación de láser sobre el punto sangrante). También se puede controlar la hemorragia taponando el área de sangrado con el propio BR, o con un balón de oclusión endobronquial.

4.1.4. Inserción de prótesis endobronquiales

La obstrucción de las vías aéreas centrales origina en el niño una importante morbimortalidad, por lo que la inserción de prótesis es una opción no quirúrgica muy atractiva. Aunque su papel está bien establecido en adultos, la

experiencia pediátrica aún está muy limitada a series de casos. Cualquier lesión que origine síntomas respiratorios graves y asocie una reducción importante de la luz de la vía aérea (mayor del 50%) podría ser indicación de las mismas. No obstante, la mayoría de las series descritas recogen su uso como último recurso en pacientes clínicamente inestables –cuyas condiciones clínicas no permiten otro tipo de intervención y/o han fallado otros tratamientos– antes de considerar otras opciones quirúrgicas más invasivas como la traqueostomía o la traqueoplastia. La colocación de una prótesis se realiza, según la indicación, como una única intervención endoscópica o asociada a otras técnicas (láser, dilatación con balón, electrocauterio, plasma de argón etc.). Actualmente, el desarrollo de nuevas prótesis biodegradables de diseño individualizado –incluso externas para adaptarse al crecimiento de la vía aérea del niño– aumentará, sin duda, sus indicaciones en distintas situaciones: **compresión extrínseca por masas mediastínicas** (grandes vasos, tumores, ganglios linfáticos), **estabilización de las vías aéreas colapsables** (malacia primaria, o secundaria a atresia esofágica, fístula traqueoesofágica, intubación prolongada, traqueostomía, compresión extrínseca por anomalías cardiovasculares o trastornos esqueléticos) y **tratamiento de obstrucciones benignas**, congénitas o adquiridas.

4.2. Exploración de las vías aéreas

4.2.1. Estridor

Aunque la técnica de elección para su evaluación dinámica es el BF con ventilación espontánea, en determinadas circunstancias el BR puede jugar un papel sobre todo en la valoración prequirúrgica de anomalías estructurales,

como fusión parcial de las cuerdas vocales, membranas laríngeas, estenosis subglóticas, etc. Permite asimismo una medición óptima del calibre de la vía aérea y proporciona una posible resolución del problema mediante técnicas endoscópicas en el mismo acto.

4.3. Obtención de muestras biológicas

4.3.1. Biopsia bronquial

El BR puede tener un papel relevante en la toma de biopsias bronquiales dada la posibilidad de obtener una muestra de mayor tamaño que las obtenidas con BF (debido al mayor calibre del instrumental que se puede emplear a través de su canal de trabajo) y por el mayor control de la vía aérea en caso de lesiones muy vascularizadas, potencialmente sangrantes.

5. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS BRONCOSCOPIOS

5.1. Broncoscopio flexible

El BF consta de tres componentes principales:

- **Extremo proximal.** En él se sitúa el ocular, un anillo giratorio para el ajuste de dioptrías, la válvula de succión, un asa elevadora del extremo distal y la entrada del canal de trabajo.
- **Tubo flexible.** Es el que se introduce propiamente en el interior de las vías aéreas; está provisto de un canal de trabajo que permite la aspiración de secreciones, la obtención de muestras y el paso del instrumental accesorio.

- **Extremo distal.** Sus 2,5 cm últimos son de angulación dirigible controlada con el asa del extremo proximal.

Los haces de fibra óptica son los responsables de la transmisión de la luz y de proporcionar una imagen magnificada a través de un sistema de lentes en los llamados fibrobroncoscopios. Actualmente, existe una nueva generación de instrumentos (videobroncoscopios) en los que se ha reemplazado la fibra óptica por el sistema CCD, un chip colocado en el extremo distal que permite mayor calidad de la imagen. Aunque ambos tipos de BF precisan la conexión a una fuente accesoria de luz fría, existen también en el mercado los llamados “bedsidescopes”, los cuales tienen, además, una fuente de luz con batería incorporada en el propio instrumento. Actualmente, los distintos fabricantes (Pentax® y Olympus®) disponen de tamaños adaptables a todas las edades (Tabla 4).

5.2. Broncoscopio rígido

En el BR pueden distinguirse tres componentes:

- **Extremo proximal.** Aunque puede variar según el modelo, mantiene los componen-

tes básicos, un espacio central (canal de trabajo) y distintos puertos de entrada para la fuente de iluminación, la introducción de lentes rígidas, la ventilación (convencional o tipo *jet*), sistemas de aspiración y una amplia variedad de instrumentos para la intervención.

- **Tubo metálico,** recto, con diámetro constante en toda su longitud, realizado en acero inoxidable cuyo tercio distal cuenta con varios orificios laterales que permiten la ventilación colateral del paciente cuando el instrumento se inserta en uno de los bronquios principales.
- **Extremo distal biselado.**

Dadas sus características, los BR solo pueden abordar las vías aéreas por inserción oral. Una vez alcanzada la bifurcación traqueal, su alcance distal es bastante limitado lo que disminuye las posibilidades de exploración en comparación a las ilimitadas que ofrece la BF. Actualmente, existen disponibles en el mercado distintos fabricantes de BR (Efer-Dumon® y Storz®), con tamaños adaptables a todas las edades (Tablas 5 y 6).

Tabla 4. Broncoscopios flexibles pediátricos más utilizados

FB/VB	CT	Edad	TET	M. laríngea	TQT
4,9/4,9	2,2	> 4-5 años > 20-25 kg	≥ 6 mm	≥ N.º 2	≥ 6
3,6/3,8	1,2	RN-escolares	≥ 5 mm	≥ N.º 1	≥ 5
2,8/2,8	1,2	Prematuro-preescolar	≥ 4 mm	≥ N.º 1	≥ 3,5
2,2/ND	ND	Prematuro	≥ 3	≥ N.º 1	≥ 3

CT: canal de trabajo; FB: fibrobroncoscopio; M. laríngea: máscara laríngea; TET: tubo endotraqueal; TQT: cánula de traqueostomía; VB: videobroncoscopio.

Tabla 5. Broncoscopios rígidos Karl Storz

Broncoscopio	Diámetro externo (mm)	Diámetro interno (mm)	Longitud (cm)	Edad/diámetro traqueal (mm)
Tamaño 6	8,2	7,5	30-40	9-14 años/ (10-13)
Tamaño 5	7,8	7,1	30-40	6-9 años/ (9-10)
Tamaño 4,5	7,3	-	30	4-6 años/ (8-9)
Tamaño 4	6,7	6	26-30	2-4 años/ (7-8)
Tamaño 3,7	5,7	5,4	26-30	1,5-3 años/ (7-8)
Tamaño 3,5	5,7	5	18,5-26-30	6-18 meses/ (6-7)
Tamaño 3	5	4,3	18,5-26-30	1-6 meses/ (5-6)
Tamaño 2,5	4,2	3,5	18,5	< 1 mes/ (5)

Tabla 6. Broncoscopios rígidos Efer-Dumon

Broncoscopio (color)	Diámetro interno (mm)	Diámetro externo (mm)	Edad	Longitud (cm)
Negro	6 mm	6,5 mm	> 18 meses	20
Rojo	5 mm	5,5 mm	6-18 meses	20
Verde	4,5 mm	5 mm	1-6 meses	20

6. TÉCNICA BRONCOSCÓPICA

Una vez establecida la indicación de una broncoscopia en niños, corresponde al broncoscopista decidir el tipo de instrumento a utilizar, el mejor momento, el lugar de realización y la vía de abordaje. Ambos procedimientos, BF y BR, precisan previamente una explicación detallada a los padres y la obtención del consentimiento informado. En prácticamente la totalidad de las situaciones, debe empezarse por una exploración con BF, la cual permite reconocer el problema en pocos minutos y dirigir la secuencia y orden de las posibles técnicas posteriores.

6.1. Broncoscopia flexible

Puede realizarse tanto en pacientes en ventilación espontánea como asistida, en quirófanos, salas de procedimientos, salas de hemodinámica, o a la cabecera del paciente en UCI pediátrica o neonatal.

6.1.2. Pacientes en ventilación espontánea

La exploración de las vías aéreas con BF manteniendo la ventilación espontánea exige gran colaboración por parte del paciente; de ahí que, en Pediatría, se precise algún régimen de sedación profunda o anestesia que garantice

su realización. Existen diferentes fármacos y rutas, cuya elección depende de la situación clínica del niño, de su ubicación y de las posibilidades de cada centro; los regímenes más frecuentes incluyen la combinación de algunos fármacos intravenosos (midazolam, fentanilo, remifentanilo, propofol, ketamina) e inhalados (sevoflurano) (Tabla 7). El niño debe estar monitorizado (ECG continuo con control de frecuencia y ritmo cardiaco, tensión arterial y pulsioximetría) y debe administrarse oxígeno suplementario a través de gafas nasales.

El BF se inserta por vía nasal, previa anestesia tópica con gel de lidocaína al 2%. Una vez introducido se administrará la anestesia tópica a través del canal de trabajo, bajo visión directa, con bolos de 1 ml de lidocaína al 2%. Tras la inspección de las fosas nasales y orofaringe, debe procederse a la exploración de la anatomía y funcionalidad de las estructuras larín-

geas. El paso translaríngeo se realiza centrandolo el broncoscopio en el ángulo de la comisura anterior de las cuerdas vocales para introducirlo, posteriormente, aprovechando una inspiración del paciente. Una vez alcanzada la tráquea, la exploración de la misma y de ambos árboles bronquiales debe continuarse de forma ordenada y secuencial hasta completar la revisión de la totalidad de las estructuras que permita el alcance del instrumento empleado (por lo general hasta bronquios subsegmentarios en los niños de menor tamaño). La anestesia tópica en tráquea y bronquios, con bolos de 0,5-1 ml de lidocaína al 1%, minimiza la tos durante el procedimiento.

6.1.3. Pacientes en ventilación asistida

Si el paciente precisa soporte respiratorio con ventilación mecánica, deben optimizarse los parámetros del respirador: FiO₂ 1, incremen-

Tabla 7. Fármacos anestésicos, analgésicos y sedantes

Fármaco	Dosis	Vía	Observaciones
Midazolam	0,03-0,1 mg/kg	IV	
Ketamina	1-2 mg/kg	IV	
Propofol	1-5 mg/kg	IV	
Fentanilo	1-2 µg/kg	IV	
Remifentanilo	0,03-0,15 µg /kg	IV	Perfusión continua
Sevoflurano	1-6%	INH	Anestésico inhalatorio
Antídotos			
Flumazenilo	0,01-0,02 mg/kg		
Naloxona	0,1 µg /kg		
Anestesia tópica			
Lidocaína	1% < 10 Kg peso	VAI	1% VAI a cualquier edad, Máx.: 7 mg/kg
	2% > 10 Kg peso	VAS	

VAI: vía aérea inferior; VAS: vía aérea superior.

to del volumen corriente un 40-50% y PEEP de 0, o con un valor mínimo para disminuir la hipersuflación dinámica pero suficiente para mantener la oxigenación adecuada. A nivel de la vía de abordaje (máscara de ventilación no invasiva, tubo endotraqueal, máscara laríngea, traqueotomía, etc.) se colocará un codo o adaptador universal, provisto de una entrada con membrana de silicona y diafragma central, que permite el paso del BF minimizando las fugas; la lubricación del instrumento con gel de lidocaína atenúa la fricción y evita el daño en su vaina protectora. Es imprescindible la elección adecuada del tamaño del endoscopio, en función del tamaño de la vía aérea artificial, para disminuir el roce y la obstrucción de las vías aéreas que conlleva la presencia del propio instrumento (Tabla 4). En pretérminos y recién nacidos, la obstrucción inducida, incluso por los broncoscopios de menor tamaño (2,8 mm), puede llegar a ser mayor del 50%, precisando frecuentemente la desconexión del ventilador y ventilación manual con bolsa durante todo el procedimiento. La técnica puede realizarse, también, a través de máscaras faciales para ventilación no invasiva, o bien diseñadas específicamente para BF, o bien provistas con una entrada para un adaptador universal. Terminado el procedimiento y tras comprobar la situación clínica del paciente, deben realizarse gasometría y radiografía de tórax, volviéndose a los parámetros previos del ventilador.

6.2. Broncoscopia rígida

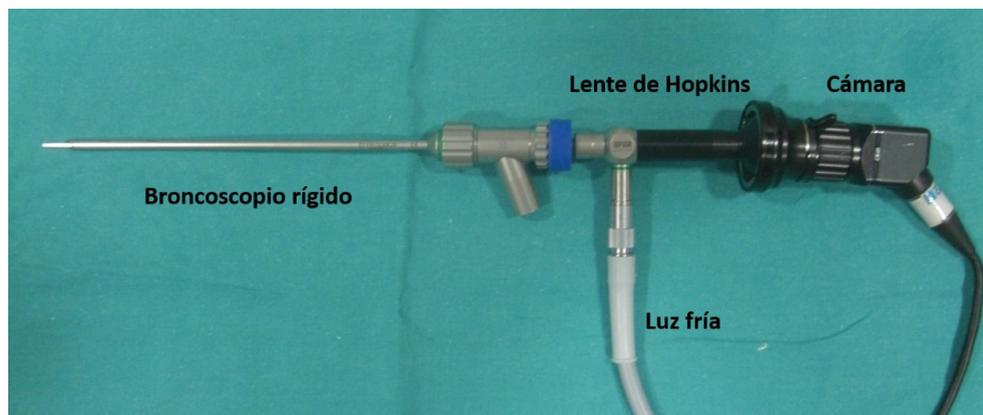
Debe realizarse en quirófano, bajo anestesia general y con monitorización estrecha, por lo que adquiere una especial importancia, el trabajo conjunto y la colaboración entre el anes-

tesista y el broncoscopista. La elección del BR más adecuado se realiza en función de la edad y el peso del niño (Tablas 5 y 6).

El BR, dada la naturaleza del instrumento, no permite angulación, lo que implica que el abordaje sea oral y que se deba alinear la vía aérea del niño para su correcta introducción. El paciente se situará en decúbito supino con el broncoscopista a la cabecera del mismo y con la cabeza en ligera extensión, lo que puede conseguirse mediante la elevación de los hombros sobre el plano de la cabeza, introduciendo algún tipo de almohadillado interesca-pular, dejando que esta caiga suavemente hacia atrás.

La introducción del BR puede realizarse mediante visualización directa de la laringe con la ayuda del laringoscopio, o mediante visualización endoscópica. Para ello debe usarse el BR conjuntamente con una óptica Hopkins de visión recta (0°) conectada a la fuente de luz fría y a una cámara que transmita la imagen a un monitor (Figura 5). El broncoscopista sujeta este conjunto con su mano derecha y lo introduce a través de la boca del paciente con un ángulo de 90°, a nivel de la línea media, y con el bisel en posición anterior. Progresivamente se avanza el BR al mismo tiempo que se extiende ligeramente la cabeza del enfermo hasta visualizar la vallécula, epiglotis, que se desplaza anteriormente, y, finalmente, las cuerdas vocales por debajo de esta. Para el paso a través de las cuerdas vocales, se realiza una maniobra de rotación del BR de 90°, de forma que el bisel quede paralelo a las cuerdas vocales, minimizando así el trauma cuando se desliza a través de ellas. Por último, ya en la tráquea, el BR se coloca en su posición inicial (con el bisel en posición ante-

Figura 5. Montaje de broncoscopio rígido con lente de Hopkins, fuente de luz fría y cámara para visualización de la imagen en un monitor



rior), realizando un giro en sentido contrario al realizado anteriormente, y se avanza hasta la tráquea distal. El BR debe apoyarse y guiarse por los dedos del propio broncoscopista o usando una pieza de silicona para protección dental. Una vez insertado y comprobada la localización del extremo distal del BR, se conecta la ventilación mediante el acceso proximal del aparato y se inicia la exploración e instrumentación, según el caso.

Para la visualización de los bronquios principales, la cabeza del enfermo debe girarse hacia el lado contralateral al del bronquio al que se quiere acceder; por tanto, se realizará un giro hacia el hombro derecho si se quiere visualizar el árbol bronquial izquierdo y hacia el hombro izquierdo si se trata de acceder al árbol bronquial derecho.

7. CONCLUSIONES

El avance en las nuevas terapias intervencionistas en la vía aérea del niño ha traído aparejada la necesidad de convivencia de dos tipos de broncoscopia, flexible y rígida. Pero no debe concebirse la existencia de dos tipos de broncoscopia o de dos tipos de broncoscopistas, sino de una única broncoscopia que posibilita la utilización de dos tipos instrumentos, utilizados por un mismo broncoscopista con dominio de las dos técnicas, y responsable de la decisión, en cada caso, de cuál de ellas utilizar, en qué momento, en qué orden y la ubicación más apropiada del paciente en función de las características y circunstancias de cada niño.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Anton-Pacheco JL, Cabezali D, Tejedor R, López M, Luna C, Comas J, *et al.* The role of airway stenting in pediatric tracheobronchial obstruction. *Eur J Cardiothoracic Surg.* 2008;33:1069-75.
- Balfour-Linn IM, Harcourt J. Bronchoscopy equipment. En: Priftis KN, Antharcopoulous MB, Eber E, Koumbourlis AC, Wood RE (eds.). *Paediatric Bronchoscopy.* Suiza: Basel, Karger; 2010. p. 12-21.
- Chang AB, Upham JW, Masters B, Redding GR, Gibson PG, Marchant JM, *et al.* Protracted bacterial bronchitis: the last decade. *Pediatr Pulmonol.* 2016;51:225-42.
- Cutrone C, Pedruzzi B, Tava G, Emanuelli E, Barion U, Fischetto D, *et al.* The complementary role of diagnostic and therapeutic endoscopy in foreign body aspiration in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011;75:1481-5.
- Dutau H, Vandemoortele T, Breen D. Rigid bronchoscopy. *Clin Chest Med.* 2013;34:427-35.
- Figuerola Mulet J, Gil Sánchez JA, Osona Rodríguez de Torres B. Broncoscopia flexible en el estudio de la deglución. En: Pérez Frías FJ, Pérez Ruiz E, Caro Aguilera P (eds.). *Broncoscopia pediátrica y técnicas asociadas.* Madrid: Ergon; 2014. p. 169-79.
- Ghezzi M, Silvestri M, Sacco O, Panigada S, Girosi D, Magnano GM, *et al.* Mild tracheal compression by aberrant innominate artery and chronic dry cough in Children. *Pediatr Pulmonol.* 2016;51:286-94.
- Giovannini-Chami L, Blanc S, Hadchouel A, Baruchel A, Boukari R, Dubus JC, *et al.* Eosinophilic pneumonias in children: a review of the epidemiology, diagnosis, and treatment. *Pediatr Pulmonol.* 2016;51:203-16.
- Kurland G, Deterding R, Hagood JS, Young LR, Brody AS, Castile RG, *et al.* ATS Committee on Childhood Interstitial Lung Disease (chILD) and the Child Research Network. An official American Thoracic Society clinical practice guideline: classification, evaluation, and management of childhood interstitial lung disease in infancy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;188:376-94.
- Nicolai T. The role of rigid and flexible bronchoscopy in children. *Pediatr Resp Rev.* 2011;12:190-5.
- Parolini F, Boroni G, Stefini S, Agapiti C, Bazzana T, Alberti D. Role of preoperative tracheobronchoscopy in newborns with esophageal atresia: a review. *World J Gastrointest Endosc.* 2014;6:482-7.
- Pérez Frías J, Pérez Ruiz E, Caro Aguilera P (eds.). *Broncoscopia pediátrica y técnicas asociadas.* Madrid: Ergon; 2014.
- Pérez-Frías J, Moreno Galdó A, Pérez Ruiz E, Barrio Gómez de Agüero MI, Escribano Montaner A, Caro Aguilera P. Normativa de broncoscopia pediátrica. *Arch Bronconeumol.* 2011;47:350-60.
- Singh V, Singhal KK. The tools of the trade. Uses of flexible bronchoscopy. *Indian J Pediatr.* 2015;82:932-7.
- Taytard J, Nathan N, de Blic J, Fayon M, Epaud R, Deschildre A, *et al.* New insights into pediatric idiopathic pulmonary hemosiderosis: the French RespiRare® cohort. *Orphanet J Rare Dis.* 2013;8:161-7.
- Van der Heijden M, Dijkers FG, Halmos GB. The Groningen laryngomalacia classification system—based on systematic review and dynamic airway changes. *Pediatr Pulmonol.* 2015;50:1368-73.
- Wong JY, Westall GP, Snell GI. Bronchoscopy procedures and lung biopsies in pediatric lung transplant recipients. *Pediatr Pulmonol.* 2015;50:1406-19.

- Wood RE. The emerging role of flexible bronchoscopy in pediatrics. Clin Chest Med. 2001;22:311-17.
- Zopf DA, Hollister SJ, Nelson ME, Ohye RG, Green GE. Bioresorbable airway splint created with a three-dimensional printer. N Engl J Med. 2013; 368:2043-5.