



Normativa SEPAR

## Normativa de broncoscopia pediátrica

## Pediatric Bronchoscopy Guidelines

Javier Pérez-Frías<sup>a,\*</sup>, Antonio Moreno Galdó<sup>b</sup>, Estela Pérez Ruiz<sup>a</sup>,  
María Isabel Barrio Gómez De Agüero<sup>c</sup>, Amparo Escribano Montaner<sup>d</sup> y Pilar Caro Aguilera<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Neumología Infantil, Hospital Universitario Materno Infantil Carlos Haya, Facultad de Medicina, Málaga, España

<sup>b</sup> Unidad de Neumología Pediátrica y Fibrosis Quística, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

<sup>c</sup> Sección de Neumología Pediátrica, Hospital Infantil La Paz, Madrid, España

<sup>d</sup> Unidad Neumología Infantil, Hospital Clínico Universitario, Valencia, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*

Recibido el 18 de marzo de 2011

Aceptado el 2 de abril de 2011

On-line el 19 de mayo de 2011

*Palabras clave:*

Broncoscopia flexible;

Niños;

Biopsia bronquial;

Biopsia transbronquial;

Lavado broncoalveolar;

Broncoscopia rígida

*Keywords:*

Flexible bronchoscopy

Children

Bronchial biopsy

Transbronchial biopsy

Bronchoalveolar lavage

Rigid bronchoscopy

**Introducción**

El desarrollo que ha experimentado la broncoscopia en los últimos años ha sido espectacular y muy especialmente en el campo de la pediatría. Tanto las aplicaciones diagnósticas de la broncoscopia como las terapéuticas han aumentado de forma muy considerable. Esta expansión ha tenido su base principal en el desarrollo tecnológico de diferentes áreas, como la instrumentación, las ópticas, las fibras ópticas, las fuentes de iluminación, la videoelectrónica y las técnicas anestésicas, por mencionar sólo algunas de las más importantes.

El objetivo de esta normativa es mejorar, facilitar y unificar la realización de la broncoscopia en pediatría. Las recomendaciones se han establecido con el sistema GRADE<sup>1</sup> (tabla 1). En los aspectos en que la evidencia científica es insuficiente se han incluido las recomendaciones acordadas por consenso de los autores.

**Broncoscopia flexible***Indicaciones*

La broncoscopia flexible (BF) permite obtener información anatómica y dinámica de las vías aéreas, y realizar estudios citológicos y microbiológicos<sup>2</sup>. Sus indicaciones vienen dadas por la necesidad de dar respuesta a síntomas o anomalías radiológicas que no pueden explicarse por métodos no invasivos<sup>3</sup>, o de obtener muestras de las vías aéreas inferiores<sup>4</sup> (tabla 2). En los niños, comparada con la broncoscopia rígida (BR), no es un buen instrumento terapéutico<sup>5</sup>, si bien permite la realización de procedimientos que pueden dar solución a algunos de los problemas de sus vías aéreas<sup>6</sup>.

*Exploración de las vías aéreas**Estridor persistente*

Su principal causa es la laringomalacia<sup>7</sup>, que tiende a desaparecer en el primer año, por lo que no suele precisar revisión endoscópica, salvo en casos de ansiedad parental. En caso de

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [fjperez@uma.es](mailto:fjperez@uma.es) (J. Pérez-Frías).

**Tabla 1**  
Clasificación de las recomendaciones y calidad de la evidencia según el sistema GRADE<sup>a</sup>

| Grado de recomendación  | Calidad de la evidencia   | Implicaciones   |
|---|---|---|
| Recomendación consistente <sup>b</sup><br>Calidad de evidencia alta     | ECA bien realizados o excepcionalmente EO bien realizados   | Puede aplicarse a la mayoría de pacientes y en la mayoría de circunstancias             |
| Recomendación consistente <sup>b</sup><br>Calidad de evidencia moderada | ECA con limitaciones o EO bien realizados con efectos importantes   | Puede aplicarse a la mayoría de pacientes y en la mayoría de circunstancias             |
| Recomendación consistente <sup>b</sup><br>Calidad de evidencia baja     | Evidencia para al menos un resultado importante de EO o ECA con defectos importantes o evidencia indirecta          | Puede cambiar cuando se disponga de evidencia mayor                                     |
| Recomendación consistente <sup>b</sup><br>Calidad de evidencia muy baja | Evidencia para al menos un resultado importante de observaciones clínicas no sistemáticas o evidencia muy indirecta | Puede cambiar cuando se disponga de evidencia mayor                                     |
| Recomendación débil <sup>c</sup><br>Calidad de evidencia alta           | ECA bien realizados o excepcionalmente EO bien realizados   | Puede diferir dependiendo de las circunstancias o de los pacientes                      |
| Recomendación débil <sup>c</sup><br>Calidad de evidencia moderada       | ECA con limitaciones o EO bien realizados con efectos importantes   | Otras opciones pueden ser mejores para algunos pacientes en determinadas circunstancias |
| Recomendación débil <sup>d</sup><br>Calidad de evidencia baja           | Evidencia para al menos un resultado importante de EO o ECA con defectos importantes o evidencia indirecta          | Otras opciones pueden ser igualmente razonables   |
| Recomendación débil <sup>e</sup><br>Calidad de evidencia muy baja       | Evidencia para al menos un resultado importante de observaciones clínicas no sistemáticas o evidencia muy indirecta | Otras opciones pueden ser igualmente razonables   |

ECA: estudios controlados y aleatorizados; EO: estudios observacionales.

<sup>a</sup> Adaptado de Schünemann et al<sup>1</sup>.

<sup>b</sup> Los beneficios claramente superan los inconvenientes o viceversa.

<sup>c</sup> Los beneficios están equilibrados con los inconvenientes.

<sup>d</sup> Incertidumbre en la estimación de los beneficios o inconvenientes, los beneficios pueden estar equilibrados con los inconvenientes.

<sup>e</sup> Mayor incertidumbre en la estimación de los beneficios o inconvenientes, los beneficios pueden estar equilibrados o no con los inconvenientes.

**Tabla 2**  
Indicaciones de la broncoscopia flexible en pediatría

|  |
|--|
| <b>1. Exploración de las vías aéreas</b>   |
| <i>Estridor persistente</i>  |
| <i>Sibilancias persistentes</i>  |
| <i>Hemoptisis</i>  |
| <i>Sospecha de cuerpo extraño</i>  |
| <i>Atelectasias persistentes o recurrentes</i>   |
| <i>Neumonías recurrentes o persistentes</i>  |
| <i>Hiperclaridad pulmonar localizada</i>   |
| <i>Problemas relacionados con las vías aéreas artificiales</i>   |
| <i>Miscelánea (gran quemado, anomalías fonatorias)</i>   |
| <b>2. Obtención de muestras biológicas (lavado broncoalveolar, biopsia bronquial, cepillado bronquial)</b> |
| <i>Neumonías en pacientes inmunodeprimidos</i>   |
| <i>Neumonía intersticial crónica</i>   |
| <i>Neumonitis por hipersensibilidad</i>  |
| <i>Hemosiderosis pulmonar</i>  |
| <i>Neumonía Eosinofílica</i>   |
| <i>Otras (sarcoidosis, proteinosis alveolar, histiocitosis)</i>  |
| <i>Patología obstructiva endoluminal</i>   |
| <i>Síndromes aspirativos pulmonares</i>  |
| <b>3. Aplicaciones terapéuticas</b>  |
| <i>Aspiración de secreciones endobronquiales</i>   |
| <i>Instilación de fármacos</i>   |
| <i>Intubaciones difíciles o selectivas</i>   |
| <i>Manejo del cuerpo extraño combinado con broncoscopio rígido</i>   |

presentación atípica, carácter bifásico, persistencia prolongada, crisis de sofocación, dificultad para la alimentación, asociación con síndromes o malformaciones, antecedentes de intubación o diagnóstico de laringitis graves en menores de 6 meses, se recomienda una exploración completa<sup>8</sup>, ya que puede existir una anomalía anatómica, congénita o adquirida<sup>9</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

#### Sospecha de cuerpo extraño

La existencia de síntomas respiratorios y/o de imágenes radiológicas recidivantes o persistentes puede estar asociada a la presencia de un cuerpo extraño inadvertido. En estas circunstancias, la BR tiene una tasa alta de falsos negativos. En cambio, la BF tiene una exactitud diagnóstica del 100%. Por lo tanto, si el diagnóstico es

equivoco se recomienda realizar primero una BF<sup>10</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). Una vez extraído, la BF puede resultar muy útil para comprobar la ausencia de residuos o de material fragmentado, como ocurre cuando se trata de frutos secos.

#### Sibilancias persistentes de difícil control

Se recomienda la BF en caso de bronquitis sibilantes de difícil control, especialmente en niños pequeños, asociadas a asimetrías en la auscultación y/o alteraciones radiológicas<sup>11</sup>, ya que podrían deberse a un cuerpo extraño o a anomalías malacías o estructurales de la pared tráqueo-bronquial<sup>12</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

#### Hemoptisis

Síntoma poco frecuente y alarmante. En ausencia de explicación conocida —infecciones otorrinolaringológicas o bronquiectasias—, requiere BF<sup>11</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). Las causas más frecuentes son problemas relacionados con vías aéreas artificiales, traqueostomías, hemorragia alveolar primaria, anomalías vasculares congénitas y patología endobronquial infecciosa o inflamatoria, siendo la tumoral excepcional<sup>13</sup>.

#### Atelectasia persistente/recurrente

La persistencia superior a 6 semanas, junto a síntomas no explicados, hace recomendable la BF<sup>14</sup> (recomendación débil; calidad de evidencia alta). Los hallazgos más frecuentes son el tapón mucoso, cuerpo extraño, compresión extrínseca en caso de cardiopatías congénitas<sup>15,16</sup>, tejido de granulación inflamatorio o tuberculosis endobronquial<sup>17,18</sup>.

#### Neumonías recurrentes o persistentes

El síndrome de lóbulo medio es una entidad relativamente frecuente en pediatría debido a las características anatómicas de este bronquio. La observación de crecimiento bacteriano, predominio neutrofílico en el lavado broncoalveolar y evolución a bronquiectasias en más del 50% de niños con sibilancias no atópicos<sup>19</sup> ha renovado el interés por este síndrome<sup>20</sup>, proponiéndose como

indicativo de estudio con BF, si no se resuelve con tratamiento médico<sup>21</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

#### *Hiperclaridad localizada*

Su presencia no asociada a causas congénitas o post-infecciosas, obliga a la realización de una BF ya que puede corresponder a atrapamiento aéreo por mecanismo valvular, habitualmente secundario a una obstrucción intrínseca —cuerpo extraño, broncomalacia<sup>22</sup>, tejido de granulación—, o a una compresión extrínseca por adenopatías, vasos aberrantes, anómalos y/o aumentados de tamaño, o masas mediastínicas congénitas o adquiridas<sup>23</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

#### *Problemas relacionados con las vías aéreas artificiales<sup>24</sup>*

La BF es fundamental para el diagnóstico de problemas que surgen durante la in/extubación y en la monitorización y seguimiento del paciente con traqueostomía<sup>25</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). Los hallazgos más frecuentes son edema laríngeo, estenosis subglótica y tejido de granulación tráqueo-bronquial secundario a traumatismos ocasionados por tubos y cánulas endotraqueales, o por aspiraciones repetidas<sup>26</sup>.

#### *Miscelánea<sup>27</sup>*

Anomalías fonatorias: Un llanto anormal o afónico persistente puede deberse a la parálisis unilateral de una cuerda vocal, generalmente asociada a traumatismo en el parto, hidrocefalia o postoperatorios de cardiopatías, papilomatosis infanto-juvenil o aspiración intraparto. La asociación con estridor obliga a la realización de una BF con exploración completa de las vías aéreas<sup>28</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). Tos persistente sin diagnóstico por técnicas no invasivas, ya que puede ser debida a entidades como malacia o bronquitis bacterianas<sup>29</sup>. Evaluación del daño secundario a quemaduras, o inhalación de sustancias tóxicas<sup>30</sup>.

#### *Obtención de muestras biológicas por lavado broncoalveolar y biopsia*

La BF se utiliza ampliamente en la investigación de infiltrados pulmonares no aclarados, localizados o difusos, con patrón intersticial, alveolar, miliar o nodular, siempre que no sea posible su diagnóstico por otros métodos menos invasivos (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

#### *Procedimientos terapéuticos*

##### *Aspiración de secreciones*

La BF puede ser útil para resolver atelectasias por retención de secreciones o tapones mucosos. El porcentaje de reexpansión radiológica es variable, por lo general no superior al 50%. En la fibrosis quística<sup>31</sup> (recomendación débil; calidad de evidencia baja) o en la bronquitis plástica (recomendación moderada; calidad de evidencia baja) puede estar indicada la aspiración y lavado endoscópico junto con instilación de mucolíticos<sup>32</sup> (MESNA o DNasa)<sup>33</sup>. En la proteinosis alveolar, el LBA repetido es el tratamiento recomendado<sup>34</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

##### *Intubaciones difíciles y selectivas*

El fibrobronoscopio (FB) puede actuar como guía para la intubación en caso de anomalías craneofaciales y síndromes polimalformativos<sup>35</sup>, o en intubación selectiva bronquial (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

#### *Extracción de cuerpos extraños*

Aunque hay publicaciones que avalan el buen rendimiento de la BF<sup>36,37</sup>, suele ser un procedimiento complicado en los niños más pequeños, para los que se prefiere la BR que ofrece las ventajas de la anestesia general, ventilación asistida, mayor tamaño del instrumento y mayor variedad de accesorios<sup>38</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). El procedimiento ideal sería iniciarlo con BF, que permite una exploración de mayor alcance y la identificación del cuerpo extraño, proceder a su extracción con BR y efectuar una revisión final con BF para descartar un cuerpo extraño residual<sup>10</sup>. En algunos casos en los que la información clínica y/o radiológica es concluyente se puede proceder directamente a la realización de una BR<sup>10</sup>.

#### *Otros procedimientos*

La BF puede ser de utilidad en el manejo perioperatorio de fistulas tráqueo-esofágicas<sup>39</sup> aisladas o recidivantes, ya que permite su identificación y canalización, facilitando el abordaje quirúrgico<sup>40</sup> (recomendación débil, calidad de evidencia baja). En otras técnicas como la reperfmeabilización bronquial o colocación de prótesis, el pequeño tamaño del FB dificulta o impide su realización, por lo que debe emplearse la BR<sup>41</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

#### *Contraindicaciones*

La indicación de una BF debe ser individualizada valorando el riesgo/beneficio en cada paciente. Algunas contraindicaciones absolutas impiden su realización: hipoxemia grave refractaria, inestabilidad hemodinámica, diátesis hemorrágica no corregida o la no autorización del procedimiento por parte del paciente o tutor. Hay algunas contraindicaciones relativas determinadas por la experiencia del equipo o el nivel de asistencia crítica del hospital: grandes prematuros, cardiopatías congénitas cianósicas con aumento de la circulación colateral bronquial, hipertensión pulmonar grave o alteraciones de la coagulación.

#### *Complicaciones*

La BF pediátrica es un procedimiento generalmente seguro. Las posibles complicaciones dependen de los factores de riesgo del enfermo, del tipo de procedimiento realizado, de una inadecuada sedación/anestesia, de la elección de instrumentos de tamaño inadecuado y de la inexperiencia del broncoscopista. Las principales son:

##### *Traumatismo nasal y epistaxis*

Son las más frecuentes. La compresión y/o adrenalina tópica son suficientes.

##### *Desaturación e hipoxemia*

Pueden deberse a causas inherentes al procedimiento y al paciente, o al exceso o déficit de sedación. El FB aumenta la resistencia en las vías aéreas lo que, junto a la sedación, puede motivar hipoxemia e hipercapnia, que pueden persistir 15-20 min tras la exploración. El LBA y las maniobras de aspiración prolongadas, principalmente en el recién nacido y lactante, favorecen el colapso alveolar e incrementan este riesgo. Por irritación vagal, o en niños con hiperreactividad bronquial, puede producirse además algún grado de broncoespasmo. Estos cambios pueden atenuarse manteniendo una situación hemodinámica estable, eligiendo un instrumento de tamaño adecuado, administrando previamente broncodilatadores y oxígeno suplementario, optimizando la sedación-anestesia y llevando a cabo el procedimiento con rapidez<sup>42</sup>.

**Tabla 3**  
Broncoscopios flexibles y videoendoscopios pediátricos

| Diámetro externo (mm) | CT (mm) | PB | CP/CBP | TET (mm) | Utilidad                       |
|-----------------------|---------|----|--------|----------|--------------------------------|
| 4,9 (BF)              | 2,2     | +  | +      | 6        | > 7-8 años o > 20 kg           |
| 4,9 (VE)              | 2,0     |    |        |          |                                |
| 3,6 (BB)              | 1,2     | +  | -      | 5        | Estándar pediátrico            |
| 3,8 (VE)              |         |    |        |          |                                |
| 2,8 (BF y VE)         | 1,2     | +  | -      | 4        | Neonatos-lactantes-niños       |
| 2,2 (BF)              | -       | -  | -      | 3        | Neonatos y lactantes < 6 meses |

CT: diámetro del canal de trabajo; CP/CBP: catéteres y cepillos bronquiales protegidos; BF: broncoscopios flexibles; PB: pinzas de biopsia; TET: diámetro interno mínimo del tubo endotraqueal que permite el paso del broncoscopio; VE: videoendoscopios.

### Tos y/o broncoespasmo

Pueden estar relacionados con una escasa sedación o instilación de anestesia tópica.

### Traumatismo y obstrucción de las vías aéreas

También relacionados con la elección de un FB de tamaño inadecuado o con forzar el paso a través de una zona estenótica, provocando edema, hipersecreción y una mayor obstrucción.

### Hemorragias

La aspiración y la realización de cepillados o biopsias suelen dar lugar a pequeñas hemorragias de carácter transitorio facilitadas por la existencia de tejido de granulación, tumoraciones, bronquiectasias o diatesis hemorrágicas; las graves son excepcionales, pudiendo estar asociadas a lesiones endobronquiales muy vascularizadas, raras en niños, a LBA en pacientes con trastornos de coagulación y, especialmente, a la realización de biopsia transbronquial.

Por lo general, ceden espontáneamente en pocos minutos pero, en caso de hemorragia intensa, puede ser útil el lavado con suero fisiológico frío (alícuotas de 5 ml) o con adrenalina al 1/20.000-1 ml de adrenalina al 1/1.000, diluida en 20 ml de suero fisiológico (recomendación consistente; calidad de evidencia baja). Si persiste se recomienda colocar al paciente en decúbito lateral, con el pulmón sangrante en posición declive y enclavar el broncoscopio en un bronquio segmentario o subsegmentario, aspirando de forma continua durante 3-5 min para producir un colapso de las paredes bronquiales distales (recomendación consistente; calidad de evidencia baja). Rara vez se precisa compresión con una sonda de Fogarty de 3 Fr o la intubación selectiva guiada. En estos casos, la BR podría ser necesaria para explorar la zona del sangrado y aspirar los coágulos grandes. En algún estudio se ha sugerido que la instilación endobronquial de sustancias procoagulantes como el ácido tranexámico puede resultar eficaz, aunque la evidencia para su recomendación es todavía escasa<sup>43</sup> (recomendación débil; calidad de evidencia baja).

### Neumotórax

Es una complicación rara aunque puede ocurrir con la biopsia transbronquial. En otros casos, el mal uso del FB (presión incontrolada con la punta, movimientos bruscos, especialmente si hay tos, o usar O<sub>2</sub> o aire a presión a través del canal de trabajo) podría provocarlos<sup>44</sup>.

### Fiebre e infecciones

Es frecuente la aparición de fiebre, se produce hasta en un 15% de los procedimientos, especialmente si se ha practicado LBA. Se relaciona con la liberación de citocinas o con una bacteriemia transitoria, principalmente en inmunodeprimidos. Más raramente la BF podría originar complicaciones infecciosas, tanto para el paciente (diseminación a áreas sanas del pulmón o transmisión de material

**Tabla 4**

Pinzas de biopsia disponibles para fibrobroncoscopios pediátricos

| Diámetro (mm)    | Características  |
|------------------|--|
| 1 <sup>a</sup>   | Redonda borde liso<br>Ovalada lisa desechable<br>Ovalada mandíbula cocodrilo   |
| 1,2 <sup>b</sup> | Cuchara ovalada con dientes de ratón   |
| 1,5 <sup>a</sup> | Ovalada lisa desechable<br>Cuchara dentada   |
| 1,8 <sup>a</sup> | Redonda borde liso<br>Ovalada lisa fenestrada desechable<br>Ovalada lisa fenestrada desechable con aguja<br>Cuchara dentada  |
| 2 <sup>b</sup>   | <i>Reutilizables</i><br>Mandíbula cocodrilo con ventana y dientes de ratón<br>Redondas fenestradas con/sin aguja<br>Ovaladas fenestradas<br>Ovaladas mandíbula cocodrilo fenestradas<br><i>Desechables</i><br>Ovaladas con ventana<br>Ovaladas con ventana y aguja<br>Ovaladas mandíbula cocodrilo con ventana<br>Ovaladas mandíbula cocodrilo con ventana y aguja |

<sup>a</sup> Se refiere al diámetro de la pinza.

<sup>b</sup> Se refiere al diámetro del canal de trabajo.

contaminado procedente de una exploración anterior), como para el explorador (transmisión de *M. tuberculosis*).

### Instrumental

En pediatría se utilizan distintos modelos de fibrobroncoscopios, dependiendo de la edad del niño o del tamaño del tubo endotraqueal a través del cual se introduce (tabla 3). El diámetro externo del tubo flexible y el del canal de trabajo varían según el tipo de broncoscopio. De acuerdo con su diámetro externo, existen 4 modelos de FB útiles en niños: 2,2 mm, 2,8 mm, 3,5 mm y 4,9 mm<sup>45</sup>. El más pequeño (2,2 mm) no dispone de canal de trabajo por lo que sólo se emplea para inspección de la vía aérea<sup>46</sup>. Los de 2,8 mm y 3,5 mm tienen un canal de 1,2 mm. El canal de 4,9 mm es de 2,2 mm, lo que permite la realización de biopsias y cepillados protegidos, y es más eficaz en la aspiración de secreciones. Este modelo puede ser utilizado en niños mayores de 7 años o con un peso superior a 20 kg. Actualmente, los FB están siendo sustituidos por videobroncoscopios que permiten una mayor resolución y almacenamiento de la imagen en formato digital.

### Accesorios

– Pinzas de biopsia: las más utilizadas son las de cocodrilo y se usan tanto en biopsias bronquiales como transbronquiales. Existen otros modelos con bordes lisos, con aguja central, fenestradas o no, giratorias o basculantes. Todas ellas se exponen en la tabla 4.

**Tabla 5**  
Accesorios para extracción de cuerpos extraños con broncoscopio flexible

| Diámetro (mm)    | Características  |
|------------------|--|
| 1 <sup>a</sup>   | Cestilla 4 cables helicoidales   |
| 1,2 <sup>b</sup> | Cestillas de 3 y 4 cables helicoidales<br>Fórceps 3 patas<br>Lazo                        |
| 1,3 <sup>a</sup> | Cestilla 6 alambres  |
| 1,5 <sup>a</sup> | Asa  |
| 1,8 <sup>a</sup> | Cesta 4 cables helicoidales<br>Pinzas Dientes de ratón<br>Pinzas en V<br>Pinzas 3 garras |
| 2 <sup>b</sup>   | Cesta 4 cables<br>Pinza en V<br>Pinzas con dientes de ratón<br>Pinzas con palas de goma  |

<sup>a</sup> Se refiere al diámetro de la pinza.

<sup>b</sup> Se refiere al diámetro del canal de trabajo.

- Cepillos: se utilizan para realizar estudios de la citología bronquial y evidenciar signos de inflamación, infección y malignidad.
- Agujas de aspiración transbronquial: se emplean para el diagnóstico de nódulos o lesiones pulmonares próximas al árbol bronquial. Son poco utilizadas en niños.
- Accesorios para extracción de cuerpos extraños: aunque la norma habitual es no realizar extracciones de cuerpos extraños con BF, es útil disponer de material que permita recuperar fragmentos pequeños o de zonas distales no accesibles con el rígido. Existen 3 modelos: minifórceps, fórceps y cestas de extracción (tabla 5).
- Catéter con balón: se utiliza para taponamiento de lesiones hemorrágicas.
- Adaptador a tubo endotraqueal: se emplea en los pacientes intubados para permitir la ventilación simultánea.

#### Descripción del procedimiento

La BF debería efectuarse, a ser posible, en un paciente sometido a sedación suave, suficiente para facilitar la tolerancia de la técnica y la desconexión del medio, permitiendo la respiración espontánea y disminuyendo así el riesgo de hipoxia. Las condiciones previas del niño decidirán el tipo de acceso y las características de la exploración.

Previamente a su realización se informará de la técnica, en términos comprensibles, al niño y/o a los padres y se obtendrá el consentimiento informado. Con ello disminuye la ansiedad familiar y aumenta la colaboración. Se dispondrá de una historia clínica detallada, señalando las circunstancias que pudieran afectar la exploración (hiperrespuesta bronquial, síndrome de apnea obstructiva del sueño, alergias, cardiopatía y alteraciones de la coagulación).

El procedimiento es sencillo, bien tolerado y, en general, no requiere ingreso. Se comprobará que el niño no haya ingerido agua, en las 2 h previas ni alimentos 6 h antes.

#### Vías de introducción del broncoscopio flexible

- Nasal: requiere sedación IV y anestesia tópica de fosas nasales (lidocaína al 2%).
- Nasal con mascarilla facial: permite aporte de O<sub>2</sub> al 100% y soporte con presión positiva continua en vías aéreas.
- Oral a través de mascarilla laríngea: permite la exploración de las vías aéreas inferiores desde la región glótica.
- Tubo endotraqueal o traqueostomía: permite sólo la observación de las vías respiratorias bajas.
- Broncoscopio rígido: su mayor diámetro permite el paso del broncoscopio flexible.

#### Procedimiento

El operador se ubica en la cabecera del paciente, con la camilla en posición baja o sobre un alzador, para conseguir una disposición lo menos curvada posible del equipo. Las angulaciones forzadas del FB pueden dañar sus fibras y dificultan su manipulación. Si el acceso es oral, se coloca un mordedor o abre bocas al paciente, no necesario si el acceso es nasofaríngeo. Se escoge el FB adecuado a la edad del niño y se lubrica su extremo distal. Se conecta al sistema de aspiración, con presiones entre 25-120 cmH<sub>2</sub>O, intercalando receptores apropiados para la recogida de muestras.

Si el acceso es nasal, se procede al estudio de la anatomía y funcionalidad de las estructuras faríngeas y laríngeas (glándulas sublinguales, amígdalas, aritenoides, epiglotis, cuerdas vocales). En caso de no poder visualizar la laringe (flacidez, secreciones), se puede conectar al canal de trabajo la línea de aire u oxígeno, a 1-2 l/min, para ejercer una presión positiva que facilite la limpieza o apertura de la zona. No se aconseja con el broncoscopio por debajo de la laringe dado el riesgo de neumotórax (recomendación débil; calidad de evidencia baja).

El paso translaríngeo se efectúa centrandolo el extremo del FB en el ángulo de la comisura anterior de las cuerdas vocales, para introducirlo a continuación, mediante una flexión posterior, aprovechando una inspiración del paciente. Para facilitar el paso y prevenir la aparición de laringoespasmo, se puede instilar localmente una dosis de lidocaína al 1%, a través del canal de trabajo. Tras alcanzar el espacio subglótico se pueden volver a instilar nuevas dosis de lidocaína en las vías respiratorias bajas, sin rebasar nunca la dosis máxima calculada. Tras cada instilación, se introducirá por el canal del FB un pequeño volumen de aire que permita vaciarlo por completo.

Debe observarse el eje de la tráquea y su movimiento con la respiración, presencia de cartílagos, *pars membranacea*, visualización de la carina, posibles compresiones-desplazamientos, zonas pulsátiles, etc. La exploración del árbol bronquial debe ser sistemática, completa y secuencial<sup>47</sup>. En recién nacidos de menos de 1 kg se puede entrar en los bronquios principales y visualizar la entrada de los lóbulos. En mayores de 2,5 kg se pueden examinar prácticamente todos los segmentos, excepto los de los lóbulos superiores. Más allá de los 6-8 kg, no deben existir problemas para explorar todos los segmentos. Se debe observar la existencia de posibles anomalías anatómicas, el aspecto de la mucosa (pálida, eritematosa, friable, adelgazada o engrosada), las características de las secreciones (escasas, moderadas o abundantes; localizadas o difusas; mucosas, purulentas, hemorrágicas), y proceder a la toma de las muestras (secreciones o tejidos) que se crean convenientes.

#### Cuidados posfibrobroncoscopia

Se coloca al paciente en posición cómoda. Se debe vigilar la aparición de complicaciones. Se requiere la recuperación completa de la consciencia y la comprobación de la tolerancia oral antes de decidir el alta. No se debe ofrecer comida o bebida hasta que aparezca el reflejo de deglución o faríngeo (2 h después del procedimiento).

#### Lavado broncoalveolar

Permite valorar los constituyentes celulares y bioquímicos de la superficie epitelial del tracto respiratorio inferior, o la presencia de microorganismos, mediante la instilación y posterior aspiración de líquido en uno o varios segmentos pulmonares.

#### Requisitos previos

Radiografías de tórax y, a ser posible, tomografía computarizada para poder delimitar el segmento más idóneo donde efectuarlo.

**Tabla 6**  
Recuento celular diferencial en lavado broncoalveolar de diferentes estudios en niños normales

|                               | Clement et al <sup>49</sup> | Ratjen et al <sup>50</sup> | Riedler et al <sup>51</sup> | Midulla et al <sup>52</sup> | Tessier et al <sup>53</sup> |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Número de niños               | 11                          | 48                         | 18                          | 16                          | 11                          |
| Edad (años)                   | 1-15                        | 3-5                        | 1-10                        | 2-3                         | 4-16                        |
| Número de alícuotas           | 6                           | 3                          | 3                           | 2                           | 6                           |
| Volumen suero fisiológico     | 10% CRF                     | 3 ml/kg                    | 3 ml/kg                     | 20 ml                       | 10% CRF                     |
| Líquido de LBA recuperado (%) |                             |                            |                             |                             |                             |
| Media ± DS                    | No hecho                    | 58 ± 15                    | No hecho                    | 43,1 ± 12,2                 | 69,7 ± 9,6                  |
| Mediana                       | No hecho                    | No hecho                   | 62,55                       | 42,5                        | 68                          |
| Rango                         | No hecho                    | No hecho                   | 42,5-71,5*                  | 20-65                       | 52-87                       |
| $\times 10^4$ células/ml      |                             |                            |                             |                             |                             |
| Media ± DS                    | 25,5 ± 13,6                 | 10,3 ± 11,1                | No hecho                    | 59,9 ± 32,9                 | 35,1 ± 18,4                 |
| Mediana                       | 24                          | 7,3                        | 15,5                        | 51                          | 30,5                        |
| Rango                         | 7,0-50,0                    | 0,5-57,1                   | 7,5-25,8*                   | 20-130                      | 9-68                        |
| Macrófagos %                  |                             |                            |                             |                             |                             |
| Media ± DS                    | 89,7 ± 5,2                  | 81,2 ± 12,7                | No hecho                    | 86 ± 7,8                    | 89,9 ± 5,5                  |
| Mediana                       | 89                          | 84                         | 91                          | 87                          | 92,5                        |
| Rango                         | 85-97                       | 34,6-94                    | 84,2-94*                    | 71-98                       | 77-98                       |
| Linfocitos %                  |                             |                            |                             |                             |                             |
| Media ± DS                    | 8,7 ± 4,6                   | 16,2 ± 12,4                | No hecho                    | 8,7 ± 5,8                   | 8,9 ± 5,6                   |
| Mediana                       | 10                          | 12,5                       | 7,5                         | 7                           | 8                           |
| Rango                         | 1-17                        | 2-61                       | 4,7-12,8*                   | 2-22                        | 2-22                        |
| Neutrófilos %                 |                             |                            |                             |                             |                             |
| Media ± DS                    | 1,3 ± 0,9                   | 1,9 ± 2,9                  | No hecho                    | 5,5 ± 4,8                   | 1,2 ± 1,2                   |
| Mediana                       | 1                           | 0,9                        | 1,7                         | 3,5                         | 1                           |
| Rango                         | 0-3                         | 0-17                       | 0,6-3,5*                    | 0-17                        | 0-3                         |
| Eosinófilos %                 |                             |                            |                             |                             |                             |
| Media ± DS                    | No hecho                    | 0,4 ± 0,6                  | No hecho                    | 0,2 ± 0,3                   | 0                           |
| Mediana                       | No hecho                    | 0,2                        | 0,2                         | 0                           | 0                           |
| Rango                         | No hecho                    | 0-3,6                      | 0-0,3*                      | 0-1                         | 0                           |

CRF: capacidad residual funcional; DS: desviación estándar; LBA: lavado broncoalveolar.

En determinados pacientes, recuento de plaquetas superior a 60.000/mm<sup>3</sup> e índice de Quick > 50%.

#### Técnica

Si se van a solicitar estudios bacteriológicos, el LBA se deberá realizar en primer lugar, antes de explorar el árbol bronquial, evitando aspirar secreciones con el fin de impedir, o reducir, la contaminación del canal de succión por la flora orofaríngea (recomendación consistente; calidad de evidencia baja). Del mismo modo, el lavado se deberá efectuar antes que otras técnicas (biopsia, cepillado o punción) que podrían provocar hemorragias y falsear los resultados. Se debe evitar la instilación de anestesia tópica en el segmento que va a ser lavado, ya que podría inhibir el crecimiento bacteriano.

#### Localización

En niños con lesiones pulmonares localizadas debe efectuarse en el segmento o lóbulo más afectado. En enfermedades difusas, puede elegirse cualquier lugar, aunque los segmentos más apropiados son el lóbulo medio (LM) y la llingula, tanto por su accesibilidad y facilidad para la impactación del FB, como por la mayor recuperación del líquido instilado al verse favorecida por la acción de la gravedad (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). En los lactantes, una de las zonas más accesibles es el lóbulo inferior derecho.

#### Líquido utilizado y métodos de instilación y recuperación

Se empleará suero salino isotónico estéril, a temperatura ambiente o a 37 °C para disminuir el reflejo de la tos<sup>44</sup>. Se introduce a través del canal del FB, con una jeringa, seguido de la instilación de aire en cantidad suficiente para vaciarlo completamente. Tras cada una de ellas, se aspira el líquido introducido mediante aspiración manual o mecánica a través de un circuito constituido por varios recipientes interconectados entre el canal de trabajo y la aspiración, aplicando de forma intermitente una presión negativa entre -25 y

-100 mmH<sub>2</sub>O (recomendación consistente; calidad de evidencia baja). Se debe evitar una excesiva presión negativa que podría ocasionar el colapso de la vía aérea distal, impidiendo la recuperación del líquido.

#### Volúmenes de líquido

Niños de < 20 kg: un total de 3 ml/kg, dividido en 3 fracciones iguales; niños ≥ 20 kg: alícuotas de 20 ml, hasta un volumen final de 3 ml/kg (recomendación consistente; calidad de evidencia baja).

#### Procesamiento del líquido recuperado

Se debe anotar el volumen instilado y recuperado. Se acepta una recuperación del 40% con escasas células epiteliales, aunque algunos autores<sup>48</sup> lo admiten si es ≥ 10%. En niños sanos se logra aspirar entre el 43 y 85% del volumen introducido, aunque la primera muestra suele ser claramente menor a las restantes. La primera alícuota se considera muestra bronquial. Contiene más neutrófilos y menos linfocitos que las restantes. Por este motivo, debe separarse de las demás, destinándola a cultivos microbiológicos, a no ser que interese analizar específicamente el componente celular en procesos inflamatorios bronquiales como el asma. Las demás ofrecen resultados comparables, por lo que se pueden mezclar en un solo recipiente. El procesamiento del líquido obtenido debe hacerse en las 4 h posteriores a su obtención, manteniéndose hasta entonces a 4 °C para favorecer la viabilidad celular.

#### Celularidad

Se debe realizar el recuento celular total (se considera válido si es > 300-500 células/ml) y la fórmula diferencial. Los estudios de valores de normalidad en el niño no incluyen muchos casos, no siempre absolutamente sanos, y tienen metodología diferente (tabla 6)<sup>49-53</sup>.

### Microorganismos

Para el diagnóstico de infecciones bacterianas se debe realizar tinción de Gram, cultivo cuantitativo de colonias y, en algunos casos, investigación de bacterias intracelulares. La detección de más del 1% de células escamosas epiteliales puede indicar una excesiva contaminación de la muestra por flora orofaríngea. Se valoran como significativos los aislamientos  $\geq 10.000$  UFC/ml (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). La detección de microorganismos que no forman parte de la flora orofaríngea habitual (*M. tuberculosis*, *Legionella*, *Nocardia*) es siempre patológica (recomendación consistente; calidad de evidencia alta).

### Indicaciones diagnósticas

- Infecciones pulmonares en niños inmunocomprometidos, trasplantados o con enfermedades oncológicas, que inician de forma aguda disnea e hipoxemia con nuevos infiltrados intersticiales difusos en la radiografía de tórax: en este caso la técnica debe efectuarse antes de iniciar la antibioterapia o si no existe mejoría tras 48 h de tratamiento. El rendimiento diagnóstico es alto, alrededor del 80%.
- Niños inmunocompetentes con neumonías graves que no responden de forma adecuada al tratamiento o precisan ventilación mecánica, y en neumonías nosocomiales en niños intubados y ventilados.
- Enfermedades pulmonares no infecciosas: es el método diagnóstico de elección de la proteinosis alveolar, hemorragia alveolar, histiocitosis pulmonar y neumonía por acúmulo de lípidos. En la primera, es característico el aspecto lechoso del LBA, la presencia de material extracelular lipoproteínico PAS (+), azul alcian (-) y la detección de los típicos cuerpos lamelares por microscopía electrónica. En la hemorragia alveolar el aspecto rojizo del LBA, que aumenta en las sucesivas alícuotas, induce a sospecharla. La tinción de Pearls permite identificar los hemosiderófagos, aunque pueden estar ausentes en hemorragias recientes (menos de 48 h) o remotas (más de 12 días). En adultos, se considera positiva la tinción cuando hay más de un 25% de macrófagos teñidos, pero en niños un ligero aumento puede ser ya significativo. La identificación de células de Langerhans permite sospechar la histiocitosis X. Para confirmarla, se requiere la presencia de  $\geq 5\%$  de células CD1a (+), o la positividad de la proteína S-100.

Otras enfermedades en las que los hallazgos del LBA son útiles:

- Neumonía eosinofílica aguda: eosinófilos en el lavado  $> 25\%$ .
- Neumonitis por hipersensibilidad: existe linfocitosis, como en el adulto, pero con una relación CD4/CD8 normal. Pueden ser útiles la valoración de las células *natural killer* y de la expresión del antígeno-DR en los leucocitos humanos.
- Síndromes aspirativos: pueden cursar con un índice lipídico elevado (porcentaje de macrófagos cargados de lípidos), aunque el dintel de positividad y su significación está muy discutido.
- Enfermedad pulmonar intersticial: puede aportar información sobre el patrón celular y orientar el diagnóstico.
- Lactantes y preescolares con sibilancias recurrentes graves: el tipo de células detectadas o determinados componentes inflamatorios (cisteni-leucotrienos) podrían orientar hacia un fenotipo, asmático o no. En estas edades la inflamación bronquial suele ser fundamentalmente neutrofílica, lo mismo que en las bronquiolitis graves o en las bronquitis bacterianas de niños que cursan con tos crónica o patología respiratoria recidivante.
- Fibrosis quística: el LBA en los primeros estadios de la enfermedad puede revelar la existencia de inflamación y/o infección bronquial<sup>31</sup>.

### Indicaciones terapéuticas

Una aplicación aceptada es el tratamiento de la proteinosis alveolar. En los niños de menos de 10-12 años no es posible utilizar, como en los niños mayores o los adultos, un tubo endotraqueal de doble luz y ventilar un pulmón mientras se lava el otro. La técnica habitual consiste en colocar, con la ayuda del broncoscopio flexible, un catéter con balón o un tubo endotraqueal pequeño en un bronquio, inflar el balón para aislar dicho árbol bronquial y realizar un LBA masivo a través del tubo o catéter, mientras se ventila el otro pulmón mediante una mascarilla laríngea o un tubo orofaríngeo (recomendación consistente; calidad de evidencia baja).

### Biopsia bronquial

Es la realizada en una lesión endobronquial o en la mucosa. En este caso, permite estudiar el epitelio, la membrana basal y, ocasionalmente, el músculo liso<sup>54</sup>. Puede utilizarse para el diagnóstico de enfermedades granulomatosas (tuberculosis o sarcoidosis), de tumores endobronquiales o de enfermedades fúngicas crónicas<sup>55</sup>. Es también apropiada para obtener células ciliadas en el diagnóstico de la discinesia ciliar primaria<sup>56</sup>, aunque el cepillado nasal, con igual rendimiento y mayor sencillez, es la técnica más recomendable<sup>57,58</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta); se utiliza en estudios de investigación en niños con fibrosis quística<sup>59,60</sup>, asma<sup>61-63</sup> o bronquitis sibilantes recurrentes<sup>64,65</sup>, y puede ser útil para el manejo del asma de control difícil<sup>66</sup>.

Para realizarla se emplean pinzas estándar de 1,8 mm de diámetro, utilizando el broncoscopio de 4,9 mm, con un canal de 2-2,2 mm. El uso de mascarilla laríngea para la sedación y anestesia permite emplear este broncoscopio para efectuar la biopsia a partir de 2-2,5 años de edad<sup>67</sup>. Con las pinzas más pequeñas de 1,1 mm la muestra es de menor tamaño, pero algunos grupos han conseguido muestras representativas<sup>68</sup>. Se recomienda obtener de 3 a 5 muestras en los casos de lesiones endobronquiales, y un mínimo de 3, en las biopsias de la mucosa que se realizan en una carina bronquial subsegmentaria, entre la tercera y la cuarta generación. La utilización de sedación profunda o anestesia general, evita los movimientos del paciente durante el procedimiento, aumentando la seguridad<sup>69</sup>.

La técnica es bien tolerada y no se han descrito neumotórax ni sangrado importante. En las biopsias de lesiones endobronquiales aumenta el riesgo de sangrado y si están muy vascularizadas es aconsejable instilar previamente 1-2 ml de adrenalina al 1/20.000, y valorar cuidadosamente la relación riesgo-beneficio antes de realizarla. No es necesaria la práctica rutinaria de una radiografía de tórax tras su realización (recomendación consistente; calidad de evidencia baja).

### Biopsia transbronquial

Permite obtener parénquima pulmonar para su análisis microscópico, pudiendo evitar la necesidad de realizar una toracotomía. El mayor porcentaje se realiza en pacientes trasplantados de pulmón<sup>70</sup>, aunque puede ayudar también al diagnóstico de otras enfermedades pulmonares pediátricas.

Es la técnica de elección para el diagnóstico de los episodios de rechazo en los niños trasplantados de pulmón, con una sensibilidad del 72-94% y especificidad del 90-100% (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). Tiene menos valor para el diagnóstico de rechazo crónico o de bronquiolitis obliterante, ya que la distribución de las lesiones es muy parcheada y no siempre se observan bronquiolos en la muestra obtenida. Se debe realizar siempre que haya sospecha de rechazo agudo y de forma electiva a los 7-15 días, 6 semanas, 3, 6 y 12 meses del trasplante<sup>71</sup>.

Algunos equipos, a partir de los 6 meses, la indican únicamente en la sospecha de rechazo.

No se recomienda para el diagnóstico de las neumopatías intersticiales idiopáticas en los niños, en el que está indicada la biopsia abierta<sup>72</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). Puede ser útil en las enfermedades granulomatosas, como la tuberculosis miliar o la sarcoidosis. También en la alveolitis alérgica extrínseca, la neumonía eosinofílica, vasculitis, proteinosis alveolar, histiocitosis X, microlitiasis alveolar, neumonía intersticial linfóide y enfermedad injerto contra huésped.

En el enfermo inmunodeprimido<sup>73</sup> la biopsia transbronquial podría ayudar a establecer el diagnóstico de certeza en infecciones por citomegalovirus, al demostrar la presencia de inclusiones intranucleares o una tinción inmunohistoquímica positiva en el tejido pulmonar, aunque dada la naturaleza focal de la infección, la frecuencia de resultados positivos es sólo del 11 al 55%.

Antes de iniciar la prueba es necesario contar con una radiografía de tórax, hemograma con plaquetas, pruebas de coagulación, urea, creatinina y electrolitos séricos. Se aconseja efectuarla bajo anestesia general, con el paciente intubado o con mascarilla laríngea, lo que permite un mejor manejo de la vía aérea en el caso de que el paciente sangre, y facilita la inserción y retirada repetidas del broncoscopio. Tras ella, se recomienda realizar una radiografía de control a las 2-4 h, para descartar la producción de un neumotórax y mantener al niño en observación hasta el día siguiente del procedimiento.

La utilización de fluoroscopia facilita su realización ya que permite visualizar la localización de las pinzas en el momento de la punción y su distancia de la pleura<sup>74</sup> (recomendación consistente; calidad de evidencia moderada).

Con el broncoscopio de 4,9 mm, o con el broncoscopio rígido, se pueden utilizar las pinzas de biopsia estándar de adulto de 1,8 mm de diámetro. Para el broncoscopio de 3,6 mm o 2,8 mm, se han desarrollado unas pinzas de biopsia de bordes lisos de 1,1 mm de diámetro. Son menos utilizadas ya que la cantidad de tejido que extraen es menor y no tan adecuada y estandarizada para el estudio histológico. No obstante, es posible obtener muestras representativas en un 85% de los procedimientos. Algunos autores prefieren utilizar el broncoscopio rígido para la realización de las biopsias en los niños pequeños, ya que permite utilizar las pinzas estándar de mayor tamaño. Sin embargo, es más difícil posicionar las pinzas en el segmento deseado y acceder a los lóbulos superiores. También el riesgo de neumotórax es mayor.

Si la afectación es focal, la biopsia se efectúa en el segmento o lóbulo pulmonar alterado. Si la afectación es difusa, se suele realizar en el lóbulo inferior derecho que es la localización más fácil y segura. Es conveniente evitar el lóbulo medio y la llingula, por el mayor riesgo de neumotórax. Las biopsias siempre se realizarán en un solo pulmón en cada sesión, para evitar la posibilidad de provocar un neumotórax bilateral. Es razonable obtener 4-6 muestras para el estudio histológico de diferentes segmentos del lóbulo biopsiado y una muestra más, si se necesita realizar estudios microbiológicos.

Las complicaciones más importantes son el neumotórax y la hemorragia. La incidencia de neumotórax oscila entre < 1% y el 3,5%<sup>26</sup> y es más frecuente en caso de lesiones bullosas pulmonares, localización periférica de la lesión, ventilación mecánica y en pacientes inmunodeprimidos<sup>75</sup>. Siempre se produce un mínimo sangrado que es autolimitado. Se han descrito sangrados moderados (> 25 ml) y graves (> 100 ml) en el 0,6 a 5,4% de los pacientes y, en algún caso, fallecimientos (1-2/1.000 procedimientos)<sup>73</sup>. Es importante seleccionar adecuadamente a los pacientes y no realizar la biopsia en los que tengan riesgo de sangrado: inmunodepresión, uremia, linfoma, leucemia, trasplante renal y trastornos de la coagulación.

## Cepillado bronquial

Puede utilizarse para estudiar la mucosa bronquial o realizar un cultivo de las secreciones bronquiales. Es una técnica útil para el diagnóstico de la discinesia ciliar, tuberculosis, neumonía en pacientes con ventilación mecánica e infecciones pulmonares en pacientes inmunodeprimidos<sup>76,77</sup>.

Lo ideal es utilizar un cepillo protegido. Consta de un cepillo alojado en el interior de un catéter que, a su vez, está protegido por otro catéter exterior ocluido en su extremo distal por un tapón de una sustancia absorbible, para impedir la contaminación durante su paso por las vías respiratorias. El catéter se introduce a través del canal del broncoscopio hasta sobrepasar 3 cm el extremo distal, para evitar recoger secreciones acumuladas en la punta del catéter. Se empuja el dispositivo para desprender el tapón de polietilenglicol situado en el extremo distal. Se desplaza el cepillo fuera del catéter y se frota la pared bronquial o se rota en las secreciones purulentas, si se visualizan, para tomar la muestra. Se retrae el cepillo al catéter interno y éste al catéter externo y se extrae el broncoscopio.

El cepillo protegido sólo se puede usar con el broncoscopio de 4,9 mm. Con los broncoscopios de 3,6 o 2,8 mm se usan los no protegidos. En este caso, al retirar el cepillo a través del canal de trabajo, se pueden perder las células o las secreciones prendidas en él. Este riesgo disminuye si se deja que el cepillo sobresalga del broncoscopio, teniendo cuidado en no tocar la vía aérea superior o esconderlo en el extremo del broncoscopio al retirarlo.

Extraído el cepillo, si es protegido, se limpia la parte externa con alcohol al 70%. Si se envía para cultivo se corta el cepillo con unas tijeras estériles y se deposita en un tubo con 1 ml de suero fisiológico estéril. Si se piden estudios citológicos o histológicos, se puede agitar el cepillo en el medio adecuado liberando las células, extenderlo en un portaobjetos o cortar la punta y depositarla en formol al 10%.

Las posibles complicaciones del cepillado bronquial son el sangrado (sobre todo en pacientes con alteraciones de la coagulación o problemas renales) y el neumotórax.

## Broncoscopia rígida

### Indicaciones

La BF ha ido paulatinamente ocupando un lugar predominante en la broncoscopia infantil y, aunque ha desplazado en la mayoría de los centros a la BR, ésta sigue siendo muy utilizada. La razón fundamental es la alta incidencia de cuerpos extraños en los niños. Por otra parte, a pesar de disponer de nuevos fibroscopios ultrafinos que permiten la exploración de los lactantes y de los neonatos, la BR sigue teniendo utilidad como herramienta diagnóstica o terapéutica, cuando existe un compromiso ventilatorio, son necesarias biopsias amplias o cuando se quieren resolver atelectasias con la eliminación de tapones mucosos. La mayoría de las indicaciones de la BR son terapéuticas<sup>78</sup>: tratamiento endoscópico de las obstrucciones localizadas de las vías aéreas, extracción de cuerpos extraños, manejo de hemoptisis masivas e instrumentación terapéutica de la vía aérea (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). La BR pediátrica es un procedimiento que no se realiza regularmente en la mayoría de centros, por lo tanto su aprendizaje suele requerir una formación específica, generalmente posgrado y en un centro de referencia.

### Obstrucción de las vías aéreas centrales

La laringe, la tráquea y los bronquios principales son asiento de una patología quirúrgica muy variada que causa estenosis de su luz, y que van desde lesiones tumorales a inflamatorias. La BR

es el procedimiento endoscópico de elección cuando la cirugía abierta no puede contemplarse para tratar esos procesos, ya sea para la aplicación de láser, implantación de endoprótesis o ejecución de otras terapias. Aunque alguna de estas técnicas, como la aplicación del láser, la dilatación con balón o la colocación de prótesis traqueobronquiales, salvo las de silicona, se pueden realizar por broncofibroscopia o incluso por control radioscópico, existe un amplio consenso en que la vía más segura y con mejores resultados es la broncoscopia rígida.

En estenosis críticas de la vía aérea común con una reducción  $\leq$  al 20% de la luz teórica y riesgo de la vida del paciente por asfíxia, la BR rígida puede ser un procedimiento salvador al permitir la restitución inmediata de la vía aérea. Puede dilatar o perforar el núcleo de la tumoración logrando la apertura de la vía o dilatar, de una forma progresiva, las estenosis inflamatorias. No sólo evita la necesidad de una traqueotomía si la obstrucción es de localización laríngea, sino que constituye el único recurso cuando la obstrucción se localiza por debajo de la tráquea cervical.

#### *Extracción de cuerpos extraños*

El broncoscopio rígido es el procedimiento de elección para la extracción segura y rápida de los cuerpos extraños en los niños (recomendación consistente; calidad de evidencia alta). No obstante, en niños mayores sin compromiso respiratorio vital, la BF, aunque más laboriosa y menos eficaz (61% de éxitos frente al 97% de la BR), puede ser una alternativa.

#### *Hemoptisis masivas*

La mayor parte de las hemoptisis pueden ser controladas con medidas conservadoras, broncofibroscopia y embolización por arteriografía, pero cuando la hemoptisis es masiva y produce compromiso vital por inundación de la vía aérea con la propia sangre, es necesaria la BR para aspirarla y extraer los coágulos a través de su gran canal de trabajo. El broncoscopio rígido permite realizar, al mismo tiempo, dos maniobras esenciales: garantizar la ventilación y lograr la hemostasia del punto sangrante. Lo primero se consigue protegiendo el pulmón contralateral del encharcamiento mediante una aspiración eficaz y la intubación selectiva del mismo. Una vez garantizada la ventilación, el siguiente objetivo es lograr la hemostasia. Para ello se puede usar la electrocoagulación o el láser. También se puede controlar la hemorragia taponando el punto sangrante con el propio broncoscopio o con un balón de oclusión endobronquial.

#### *Instrumentación terapéutica de la vía aérea*

Entre las terapias que se aplican preferentemente a través del BR se encuentran: el láser, las endoprótesis, la electrocoagulación, la crioterapia, la coagulación con plasma de argón y el balón de dilatación. También se puede usar como guía en la traqueotomía percutánea y para el tratamiento de diferentes lesiones como las fístulas traqueo-esofágicas o las traqueo-broncomalacias.

#### *Instrumentación y equipamiento*

##### *Tipos de bronoscopios rígidos*

Los bronoscopios infantiles son más cortos que los de adultos. Miden entre 30 y 16 cm de longitud con un diámetro interno entre 3,2 mm y 7 mm. A esas medidas, hay que sumar el grosor de la pared del tubo, que oscila entre 2-3 mm según fabricantes, para obtener su diámetro externo. Su punta biselada facilita la visión durante la intubación, permite el paso a través de las cuerdas vocales y de las estenosis, y la resección mecánica. En su tercio distal disponen

de agujeros laterales, introducidos por Killian, que permiten la ventilación del pulmón contralateral.

Algún modelo de broncoscopio presenta en su extremo proximal diferentes puertas de entrada diseñadas para distintos usos. Las de tamaño estándar permiten la conexión de los respiradores y de la ventilación en jet. Otras permiten la introducción simultánea de diferentes tipos de fibras láser y de sondas de aspiración. Existen ópticas de diferente grosor que se adaptan al canal de trabajo.

Además de los aparatos básicos, es conveniente disponer de una cámara de vídeo adaptable al cabezal de la óptica. La variedad de pinzas endoscópicas es muy extensa pero las principales son: pinza de cuerpos extraños con boca de caimán, pinza universal, pinza de biopsia en forma de cuchara y pinza de agarre para cuerpos extraños blandos.

#### *Técnica*

El paciente se coloca en decúbito supino con el broncoscopista en la cabecera. La posición ideal para la visualización de la laringe e intubación es la combinación de flexión anterior del cuello con hiperextensión de la articulación atlanto-occipital (posición de flexión-extensión o de Boyde-Jackson).

Para la intubación con el broncoscopio rígido se puede utilizar un laringoscopio, empleando la técnica de intubación traqueal habitual o usar directamente el BR; en este caso, se puede mirar directamente a través del canal del broncoscopio o utilizar la óptica recta, que permite una visión magnificada de mejor calidad. El broncoscopio se sostiene con la mano derecha y con la izquierda se abre la boca y se protegen los incisivos, así como las partes blandas, los labios y la lengua, de su posible lesión o pinzamiento. La visualización de los aritenoides, con las cuerdas vocales por delante y la entrada al esófago por detrás, sirve de referencia. Para pasar a través de las cuerdas vocales se rota el broncoscopio sobre su eje en el sentido de las agujas del reloj, hasta hacer coincidir el extremo del mismo con el eje mayor de la hendidura glótica. Una vez pasadas y separadas las cuerdas se deshace la rotación. En el paciente previamente intubado, la punta del broncoscopio se desliza por encima del tubo orotraqueal, usándolo como guía hasta situarlo encima de las cuerdas vocales; entonces se retira el tubo orotraqueal y se avanza el BR. Finalmente, cuando existe una traqueotomía el broncoscopio también puede introducirse a su través, realizando lo que se conoce como broncoscopia inferior, para distinguirla de la translaringea o superior. Una vez pasada la glotis, se conecta a las conexiones laterales el sistema de ventilación que vayamos a usar.

#### *Complicaciones*

Las complicaciones de la BR son debidas a la instrumentación con el propio broncoscopio, los fármacos utilizados, la técnica de ventilación, la patología subyacente, la experiencia del endoscopista y el tipo de intervención realizada (extracción de cuerpos extraños, láser, colocación de endoprótesis, etc.).

La introducción del broncoscopio puede dañar piezas dentales y partes blandas de la boca, los labios y la lengua, al pinzarlas entre el tubo metálico y los dientes. Durante la maniobra, hay que evitar usar los incisivos como punto de apoyo o palanca, para elevar las partes blandas y exponer la glotis. Para prevenir estos daños se usa un protector dental. Cuando el broncoscopio atraviesa la glotis se pueden producir daños en los aritenoides o en las cuerdas vocales. Cuando entra en la tráquea se puede dar una respuesta cardiovascular que, en los adultos, suele ser simpático-tónica con aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial, pero en los jóvenes y en los niños puede ser vagotónica con bradicardia.

Las complicaciones más frecuentes se relacionan con la anestesia y ventilación. Son hipoxemia, hipercapnia, arritmias cardíacas y barotrauma.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Schünemann HJ, Jaeschke R, Cook DJ, Bria WF, El-Solh AA, Ernst A, et al. An official ATS statement: grading the quality of evidence and strength of recommendations in ATS guidelines and recommendations. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;174:605-14.
- Wood RE. The emerging role of flexible bronchoscopy in pediatrics. *Clin Chest Med.* 2001;22:311-7.
- Pérez Ruiz E, Barrio Gómez de Agüero MI, Grupo de Técnicas de la Sociedad Española de Neumología Pediátrica. Broncoscopia flexible en el niño: indicaciones y aspectos generales. *An Pediatr.* 2004;60:354-66.
- Midulla F, De Blic J, Barbato A, Bush A, Eber E, Kotecha S, et al. Flexible endoscopy of paediatric airways. *Eur Respir J.* 2003;22:698-708.
- Barrio MI, Antelo C, Martínez MC. Fibrobroncoscopia. *An Pediatr Contin.* 2005;3:307-10.
- Nicolai T. Pediatric bronchoscopy. *Pediatr Pulmonol.* 2001;31:150-64.
- Wood RE. Evaluation of the upper airway in children. *Curr Opin Pediatr.* 2008;20:266-71.
- Figuerola Mulet J, Osona Rodríguez de Torres B, Lluil Ferretjans M, Román Piñana JM. Contribución de la fibrobroncoscopia al diagnóstico de las enfermedades de la vía aérea superior. *An Pediatr.* 2005;63:137-42.
- Boudewyns A, Claes J, Van de Heyning P. Clinical practice: an approach to stridor in infants and children. *Eur J Pediatr.* 2010;169:135-41.
- Pérez Frías J, Caro Aguilera P, Pérez Ruiz E, Moreno Requena L. Tratamiento del cuerpo extraño intrabronquial. Broncoscopia combinada en neumología infantil. *An Pediatr (Barc).* 2010;72:67-71.
- Kakir E, Ersu RH, Uyan ZS, Oktem S, Karadag B, Yapar O, et al. Flexible bronchoscopy as a valuable tool in the evaluation of persistent wheezing in children. *Int J Pediatric Otorhinol.* 2009;73:1666-8.
- Weinberger M, Abu-Hasan M. Pseudo-asthma: when cough, wheezing, and dyspnea are not asthma. *Pediatrics.* 2007;120:855-64.
- Godfrey S. Pulmonary hemorrhage/hemoptysis in children. *Pediatr Pulmonol.* 2004;37:476-84.
- Woods RK, Sharp RJ, Holcomb GW, Synder CL, Lofland GK, Ashcraft KW, et al. Vascular anomalies and tracheoesophageal compression: a single institutions 25-year experience. *Ann Thorac Surg.* 2001;72:434-8.
- Efrati O, Gornik U, Modan-Moses D, Bielora B, Barak A, Vardi A, et al. The role of flexible fiberoptic bronchoscopy in evaluation of pulmonary diseases in children with congenital cardiac disease. *Cardiol Young.* 2007;17:140-4.
- Cerda J, Chacón J, Reichhard C, Bertrand P, Holmgren NL, D, Clavería C, et al. Flexible fiberoptic bronchoscopy in children with heart diseases: a twelve years experience. *Pediatr Pulmonol.* 2007; 42:319-24.
- Goussard P, Gie R. Airway involvement in pulmonary tuberculosis. *Pediatr Respir Rev.* 2007;8:118-23.
- Kakir E, Uyan Z, Oktem S, Karakoc F, Ersu R, Karadag B, et al. Flexible bronchoscopy for diagnosis and follow up of childhood endobronchial tuberculosis. *Pediatr Infect Dis.* 2008;27:783-7.
- Priftis KS, Anthracopoulos MB, Mermiri D, Papadopolou A, Xepapadaki P, Tsakanika C, et al. Bronchial hyperresponsiveness, atopy and bronchoalveolar lavage eosinophils in persistent middle lobe syndrome. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41:805-11.
- Rubin BK. Respecting the medium lobe syndrome. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41:803-4.
- Priftis KS, Mermiri D, Papadopolou A, Anthracopoulos MB, Vaos G, Polyxeni N. The role of timely intervention in middle lobe syndrome in children. *Chest.* 2005;128:2504-10.
- Masters IB, Zimmerman PV, Chang AB. Longitudinal Quantification of growth and changes in primary tracheobronchomalacia sites in children. *Pediatr Pulmonol.* 2007;42:906-13.
- Wright CD. Mediastinal tumors and cysts in the pediatric population. *Thorac Surg Clin.* 2009;19:47-61.
- Nussbaum E. Pediatric fiberoptic bronchoscopy: Clinical experience with 2.836 bronchoscopies. *Pediatr Crit Care Med.* 2002;3:171-6.
- Eber E, Oberwaldner B. Tracheostomy care in the hospital. *Paediatr Respir Rev.* 2006;7:175-84.
- McShane D, Nicholson AG, Goldstraw P, Ladas G, Travis WD, Ramanan R, et al. Inflammatory endobronchial polyps in childhood: Clinical spectrum and possible link to mechanical ventilation. *Pediatr Pulmonol.* 2002;34:79-84.
- Pérez-Ruiz E, Pérez-Frías J, Martínez-González B, Martínez-Arán T. Fibrobroncoscopia pediátrica. Análisis de una década. *An Esp Pediatr.* 2001;55:421-8.
- Pérez Frías J, Pérez Ruiz E, Cerdón Martínez A. Pulmonary diagnostic procedures: Bronchoscopy. *Pediatr Pulmonol.* 2004;26S:234-7.
- Saito J, Harris WT, Gelfonf J, Noah TL, Leigh MW, Johnson R, et al. Physiologic, bronchoscopic and bronchoalveolar lavage fluid findings in young children with recurrent wheeze and cough. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41:709-19.
- Barret JP, Desai MH, Hemdon DN. Effects of tracheostomies on infection and airway complications in pediatric burn patients. *Burns.* 2000;26:190-3.
- Barrio Gómez de Agüero MI. Fibrosis quística: fibrobroncoscopia y BAL en la enfermedad broncopulmonar. *An Pediatr (Barc).* 2009;71S:24-6.
- Dabo L, Qiyl Z, Jianwen Z, Zhenyun H, Lifeng Z. Perioperative management of plastic bronchitis in children. *Inter J Pediatr Otorrhinol.* 2010;74:15-21.
- Riethmueller J, Borth-Bruhns T, Kumpf M, Vonthein R, Wiskirchen J, Stern M, et al. Recombinant human deoxyribonuclease shortens ventilation time in young, mechanically ventilated children. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41:61-6.
- Xu Z, Jing J, Wang H, Xu F, Wang J. Pulmonary alveolar proteinosis in China: A systematic review of 241 cases. *Respirology.* 2009;14:761-6.
- Fiadjo J, Stricker P. Pediatric difficult airway management: current devices and techniques. *Anesthesiology Clin.* 2009;27:185-95.
- Tang LF, Xu YC, Wang YS, Wang CF, Zhu GH, Bao XE, et al. Airway foreign body removal by flexible bronchoscopy: experience with 1027 children during 2000-2008. *World J Pediatr.* 2009;5:191-5.
- Lain A, Fanjul M, García Casillas MA, Parente A, Cañizo A, Carreras N, et al. Extracción de cuerpos extraños en vía aérea pediátrica con fibrobroncoscopio. *Cir Pediatr.* 2007;20:194-8.
- Rignini CA, Morel N, Karkas A, Reyt E, Ferreti K, Pin I, et al. What is the diagnosis value of flexible bronchoscopy in the initial investigation of children with suspected foreign body aspiration? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2007;71:1383-90.
- Meier JD, Sulman CG, Almond PS, Holinger LD. Endoscopic management of recurrent congenital tracheoesophageal fistula: A review of techniques and results. *Int J Pediatr Otorrhinol.* 2007;71:691-7.
- Atzori P, Iacobelli BD, Bottero S, Spiridakis J, Laviani R, Trucchi A, et al. Preoperative tracheobronchoscopy in newborns with esophageal atresia: does it matter? *J Pediatr Surg.* 2006;41:1054-7.
- Fayon M, Donato L, De Blic J, Labbé A, Becmeur F, Mely L, et al. French experience of silicone tracheobronchial stenting in children. *Pediatr Pulmonol.* 2005;39:21-7.
- De Blic J, Marchac V, Scheinmann P. Complications of flexible bronchoscopy in children: Prospective study of 1.328 procedures. *Eur Respir J.* 2002;20:1271-6.
- Solomonov A, Fruchter O, Zuckerman T, Brenner B, Yigla M. Pulmonary hemorrhage: A novel mode of therapy. *Respir Med.* 2009;103:1196-200.
- Escribano Montaner A, Moreno Galdó A, Grupo de Técnicas de la Sociedad Española de Neumología Pediátrica. Técnicas fibrobroncoscópicas especiales: lavado broncoalveolar, biopsia bronquial y biopsia transbronquial. *An Pediatr (Barc).* 2005;62:352-66.
- De Blic J, Delacourt C, Scheinmann P. Ultrathin flexible bronchoscopy in neonatal intensive care unit. *Arch Dis Child.* 1991;66:1383-5.
- Hasegawa S, Hitomi S, Murakawa M, Mori K. Development of an ultrathin fiberscope with a built-in channel for bronchoscopy in infants. *Chest.* 1996;110:1543-6.
- Pérez Frías J, Pérez Ruiz E, Cerdón Martínez A, Spitaleri G, editors. *Broncoscopia pediátrica*. 2.ª ed Madrid: Ergon; 2008. p. 65-83.
- Efrati O, Sadeh-Gornik U, Modan-Moses D, Barak A, Szeinberg A, Vardi A, et al. Flexible bronchoscopy and bronchoalveolar lavage in pediatric patients with lung disease. *Pediatr Crit Care Med.* 2009;10:80-4.
- Clement A, Chadelat K, Masliah J, Housset B, Sartet A, Crimfeld A, et al. A controlled study of oxygen metabolite release by alveolar macrophages from children with interstitial lung disease. *Am Rev Respir Dis.* 1987;136:1424-8.
- Ratjen F, Bredendiek M, Brendel M, Meltzer J, Costabel U. Differential cytology of bronchoalveolar lavage fluid in normal children. *Eur Respir J.* 1994;7:1865-70.
- Riedler J, Grigg J, Stone C, Tauro G, Robertson CF. Bronchoalveolar lavage cellularity in healthy children. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;152:163-8.
- Midulla F, Villani A, Merolla R, Bjermer L, Sandstrom T, Ronchetti R. Bronchoalveolar lavage studies in children without parenchymal lung disease: Cellular constituents and protein levels. *Pediatr Pulmonol.* 1995;20:112-8.
- Tessier V, Chadelat K, Baculard A, Housset B, Clement A. A controlled study of differential cytology and cytokine expression profiles by alveolar cells in pediatric sarcoidosis. *Chest.* 1996;109:1430-8.
- Bush A, Pohunek P. Brush biopsy and mucosal biopsy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162:S18-22.
- Whitehead BF. Bronchoscopic lung biopsy in pediatric patients. *J Bronchol.* 1999;6:48-54.
- Barbato A, Frischer T, Kuehni CE, Snijders D, Azevedo I, Baktai G, et al. Primary ciliary dyskinesia: a consensus statement on diagnostic and treatment approaches in children. *Eur Respir J.* 2009;34:1264-76.
- MacCormick J, Robb I, Kovasi T, Carpenter B. Optimal biopsy techniques in the diagnosis of primary ciliary dyskinesia. *J Otolaryngol.* 2002;31:13-7.
- Nuesslein TG, Hufnagel C, Stephan V, Rieger CH. Yield of bronchial biopsies in addition to nasal brushing for ciliary function analyses in children. *Klin Padiatr.* 2004;216:238-43.
- Regamey N, Hilliard TN, Saglani S, Zhu J. Quality, size, and composition of pediatric endobronchial biopsies in cystic fibrosis. *Chest.* 2007;131:1710-7.
- Molina-Teran A, Hilliard TN, Saglani S, Haxby E. Safety of endobronchial biopsy in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2006;41:1021-4.
- Cokugras H, Akcakaya N, Seckin I, Camcioglu Y, Sarimurat N, Aksoy F. Ultrastructural examination of bronchial biopsy specimens from children with moderate asthma. *Thorax.* 2001;56:25-9.
- Payne DNR, Adcock IM, Wilson NM, Oates T, Scallan M, Bush A. Relationship between exhaled nitric oxide and mucosal eosinophilic inflammation in children with difficult asthma, after treatment with oral prednisolone. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164:1376-81.
- Payne DNR, Rogers AV, Adelroth E, Vandi V, Guntupalli KK, Bush A, et al. Early thickening of the reticular basement membrane in children with difficult asthma. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167:78-82.

64. Elston WJ, Whittaker AJ, Khan LN, Flood-Page P. Safety of research bronchoscopy, biopsy and bronchoalveolar lavage in asthma. *Eur Respir J*. 2004;24:375–7.
65. Saglani S, Nicholson AG, Scallan M, Balfour-Lynn I, Rosenthal M, Payne DN, et al. Investigation of young children with severe recurrent wheeze: any clinical benefit? *Eur Respir J*. 2006;27:29–35.
66. De Blic J, Tillie-Leblond I, Tonnel AB, Jaubert F, Scheinmann P, Gosset P. Difficult asthma in children: an analysis of airway inflammation. *J Allergy Clin Immunol*. 2004;113:94–100.
67. Salva PS, Theroux C, Schwartz D. Safety of endobronchial biopsy in 170 children with chronic respiratory symptoms. *Thorax*. 2003;58:1058–60.
68. Saglani S, Payne DN, Nicholson AG, Scallan M. The safety and quality of endobronchial biopsy in children under five years old. *Thorax*. 2003;58:1053–7.
69. Payne DN, McKenzie SA, Stacey S, Misra D, Haxby E, Bush A. Safety and ethics of bronchoscopy and endobronchial biopsy in difficult asthma. *Arch Dis Child*. 2001;84:423–6.
70. Visner GA, Faro A, Zander DS. Role of transbronchial biopsies in pediatric lung diseases. *Chest*. 2004;126:273–80.
71. Benden B, Harpur-Sinclair O, Ranasinghe AS, Hartley JC. Surveillance bronchoscopy in children during the first year after lung transplantation: Is it worth it? *Thorax*. 2007;62:57–61.
72. Fan LL, Kozinetz CA, Wojczak HA, Chatfield BA, Cohen AH, Rothenberg SS. Diagnostic value of transbronchial, thoracoscopic, and open lung biopsy in immunocompetent children with chronic interstitial lung disease. *J Pediatr*. 1997;131:565–9.
73. Becker HD, Shirakawa T, Tanaka F, Müller KM, Herth F. Transbronchial lung biopsy in the immunocompromised patient. *Eur Respir Mon*. 1998;9:193–208.
74. Whitehead B, Scott JP, Helms P, Malone M, Macrae D, Higenbottam TW, et al. Technique and use of transbronchial biopsy in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol*. 1992;12:240–6.
75. McDougall JC, Cortese DA. Bronchoscopic lung biopsy. En: Prakash UBS, editor. *Bronchoscopy*. New York: Raven Press Ltd; 1994. p. 141–6.
76. Ioanas M, Ferrer R, Angrill J, Ferrer M, Torres A. Microbial investigation in ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J*. 2001;17:791–801.
77. Rañó A, Agustí C, Jiménez P, Angrill J, Benito N, Danés C, et al. Pulmonary infiltrates in non-HIV immunocompromised patients: a diagnostic approach using non-invasive and bronchoscopic procedures. *Thorax*. 2001;56:379–87.
78. Díaz-Agero P, Canseco F, Gil JL. Indicaciones y técnica de la broncoscopia rígida. En: Díaz-Agero P, Flandes J, editors. *Broncoscopia diagnóstica y terapéutica*. Madrid: Ergon; 2007. p. 53–70.