

Tema 5: Técnicas actuales y emergentes en broncoscopia diagnóstica y terapéutica pediátrica

5.1. Indicaciones, objetivos y selección del tipo de broncoscopia en pediatría

La broncoscopia constituye una herramienta central en el manejo de la vía aérea pediátrica compleja, tanto desde el punto de vista diagnóstico como terapéutico. Su valor no reside únicamente en la visualización directa de la vía aérea, sino en su capacidad para **integrar diagnóstico funcional, toma de decisiones terapéuticas y tratamiento endoluminal**, frecuentemente en un mismo acto.

Objetivos de la broncoscopia en la vía aérea pediátrica

El primer paso en la planificación de una broncoscopia es la **definición clara del objetivo principal del procedimiento**. En pediatría, este objetivo rara vez es único y puede combinar varias finalidades:

Desde un punto de vista **diagnóstico**, la broncoscopia permite:

- Evaluar la **anatomía real** de la vía aérea, más allá de lo sugerido por pruebas de imagen.
- Analizar la **dinámica respiratoria**, especialmente en sospecha de malacias o colapsos segmentarios.
- Identificar el **nivel predominante de obstrucción** en patología compleja o multisegmentaria.
- Obtener muestras endoluminales (lavado broncoalveolar, cepillado, biopsia) cuando está indicado.

Desde un punto de vista **terapéutico**, la broncoscopia puede emplearse para:

- Resolver obstrucciones agudas (cuerpos extraños, tapones mucosos).
- Tratar lesiones endoluminales (granulomas, estenosis).
- Dilatar segmentos estenosados.
- Controlar sangrado.
- Facilitar procedimientos combinados con cirugía o anestesia.

La broncoscopia se utiliza con frecuencia como **herramienta de toma de decisiones**, permitiendo definir si un paciente es candidato a tratamiento conservador, intervención endoluminal repetida o cirugía reconstructiva de la vía aérea.

Indicaciones generales de broncoscopia en pediatría

Las indicaciones de broncoscopia deben entenderse dentro de un marco clínico amplio y no como una lista cerrada. En pacientes con vía aérea compleja, las indicaciones más relevantes incluyen:

- Estridor persistente o recurrente.
- Dificultad respiratoria de causa no filiada.
- Sospecha de malacia traqueal o bronquial.
- Estenosis subglótica o traqueal conocida o sospechada.
- Evaluación de patología congénita de la vía aérea.
- Complicaciones postintubación o postquirúrgicas.
- Sospecha o confirmación de cuerpo extraño.
- Seguimiento evolutivo de patología de la vía aérea central.

En muchos de estos escenarios, la broncoscopia no es un procedimiento aislado, sino parte de una **estrategia longitudinal**, con exploraciones repetidas para valorar evolución y respuesta al tratamiento.

Selección del tipo de broncoscopia: flexible vs rígida

La elección entre broncoscopia flexible y rígida es un punto clave y debe basarse en una **valoración individualizada** del paciente, del objetivo clínico y de los recursos disponibles.

La **broncoscopia flexible** se caracteriza por:

- Mayor capacidad para evaluar la **dinámica de la vía aérea**.
- Posibilidad de exploración en respiración espontánea.
- Acceso a segmentos distales del árbol bronquial.
- Menor invasividad aparente.

Por estas razones, suele ser la técnica de elección para:

- Evaluación diagnóstica inicial.
- Sospecha de malacia.
- Valoración funcional de la vía aérea.
- Seguimiento evolutivo.

La **broncoscopia rígida**, por el contrario, ofrece:

- Un **control superior de la vía aérea**.
- Mejor capacidad para **ventilación y oxigenación** durante el procedimiento.
- Mayor estabilidad para maniobras terapéuticas.
- Canal amplio para instrumentación y extracción.

Es, por tanto, la técnica preferente para:

- Extracción de cuerpos extraños.
- Tratamiento de estenosis significativas.
- Control de sangrado.
- Procedimientos terapéuticos complejos.

En unidades especializadas, ambas técnicas no deben considerarse excluyentes, sino **complementarias**. En muchos pacientes, la evaluación comienza con broncoscopia flexible y progresa a broncoscopia rígida en el mismo acto o en procedimientos sucesivos.

Influencia de la edad, el peso y la anatomía

En pediatría, la **edad y el tamaño del paciente** condicionan de forma significativa la selección de la técnica. En neonatos y lactantes pequeños, el calibre de la vía aérea y la reserva fisiológica limitada pueden restringir el uso de determinados instrumentos y aumentar el riesgo de descompensación. En estos pacientes, la planificación debe ser especialmente cuidadosa y la elección del tipo de broncoscopio adaptarse a la anatomía real.

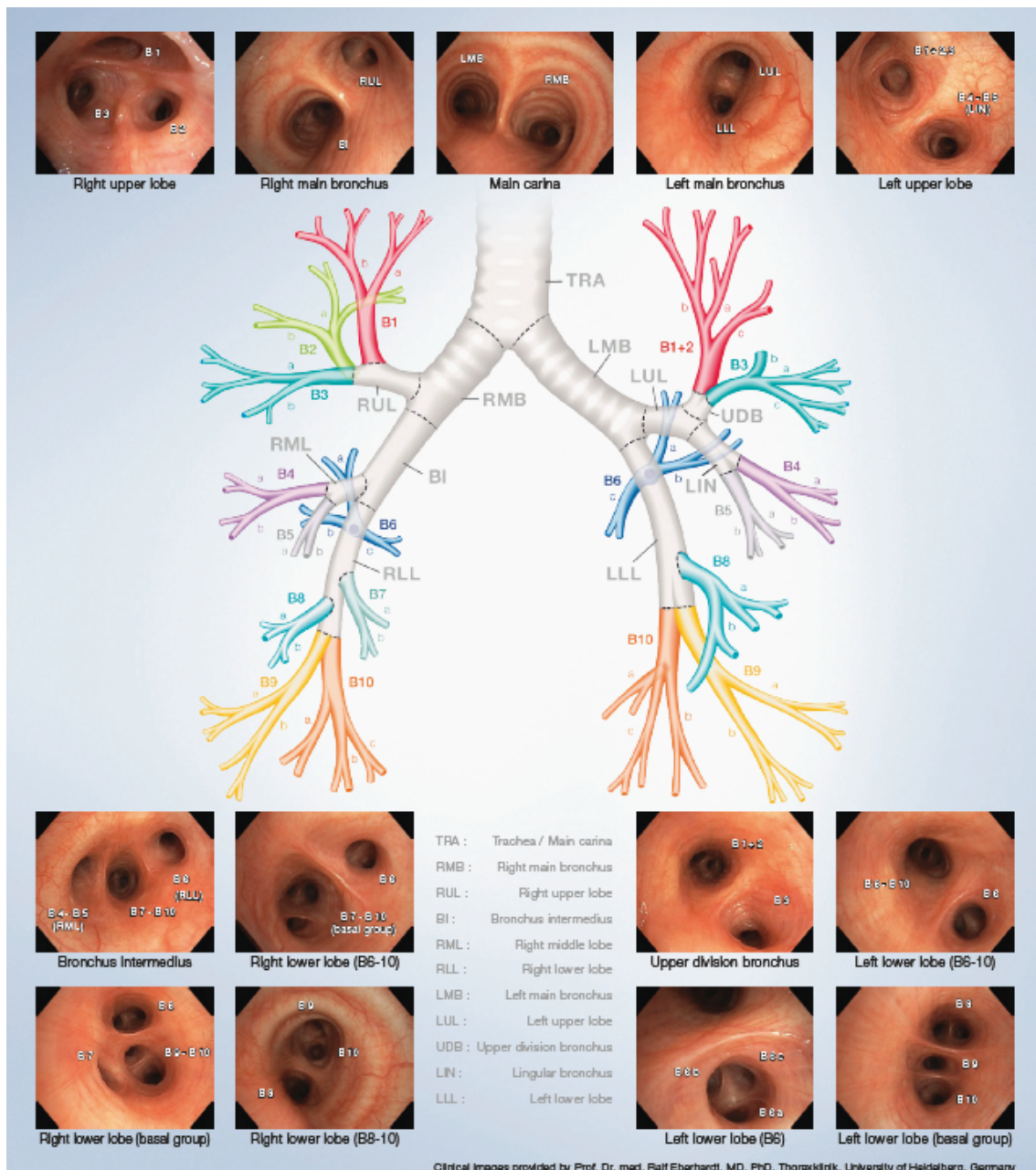
Las **alteraciones anatómicas complejas**, como malformaciones congénitas, estenosis extensas o secuelas quirúrgicas, pueden hacer que una técnica inicialmente prevista resulte inviable o insuficiente. En estos casos, la flexibilidad en la estrategia y la disponibilidad de ambas modalidades resulta fundamental.

Broncoscopia como herramienta integrada en la vía aérea compleja

En el contexto de la cirugía pediátrica de la vía aérea, la broncoscopia no debe entenderse como una técnica diagnóstica aislada, sino como una **herramienta integrada** dentro del manejo global del paciente. Su valor máximo se alcanza cuando se utiliza para responder a una pregunta clínica concreta y para guiar decisiones terapéuticas posteriores.

La correcta indicación y selección del tipo de broncoscopia permite:

- Reducir procedimientos innecesarios.
- Minimizar riesgos anestésicos.
- Optimizar el tratamiento de la patología de la vía aérea.
- Mejorar la continuidad asistencial en pacientes complejos.



5.2. Preparación del procedimiento y seguridad

La preparación del procedimiento broncoscópico en pediatría constituye un elemento crítico de seguridad, especialmente en pacientes con patología compleja de la vía aérea. En este contexto, la broncoscopia no puede abordarse como una exploración aislada, sino como un **procedimiento de riesgo potencial elevado**, en el que una planificación inadecuada puede precipitar un deterioro respiratorio grave incluso antes de iniciar la exploración endoluminal.

Evaluación clínica y definición del riesgo

La preparación comienza con una **evaluación clínica estructurada**, orientada a identificar factores que incrementen el riesgo de descompensación durante la

broncoscopia. Entre estos factores destacan la presencia de estridor en reposo, episodios recientes de desaturación, infecciones respiratorias activas, ventilación marginal o antecedentes de intubación difícil. En pacientes con vía aérea central compleja, la evaluación debe centrarse no solo en la anatomía, sino también en la **capacidad funcional de ventilación**.

Es fundamental definir si el procedimiento se realiza en un contexto **programado, semiurgente o urgente**, ya que este marco condiciona el nivel de preparación posible y la disponibilidad de recursos. En broncoscopias programadas, la optimización clínica previa (tratamiento de infecciones, control de secreciones, ajuste de soporte respiratorio) puede reducir de forma significativa el riesgo intraoperatorio.

Plan de manejo de la vía aérea (Plan A–B–C)

Todo procedimiento broncoscópico pediátrico debe contar con un **plan explícito de manejo de la vía aérea**, que contemple alternativas claras ante el deterioro respiratorio. Este plan debe incluir:

- **Plan A:** estrategia principal de ventilación y exploración.
- **Plan B:** alternativa inmediata en caso de ventilación ineficaz o mala tolerancia.
- **Plan C:** estrategia de rescate, incluyendo acceso quirúrgico si está indicado.

La definición previa de estos planes permite una transición ordenada y evita decisiones improvisadas en un contexto de hipoxia o hipercapnia progresiva. En pacientes de alto riesgo, el plan debe consensuarse entre anestesia, cirugía pediátrica y, cuando procede, cuidados intensivos.

Preparación del entorno y del equipo

El entorno en el que se realiza la broncoscopia debe adaptarse al **nivel de riesgo del paciente**. En pacientes con vía aérea compleja, el quirófano suele ser el entorno preferente por la disponibilidad de material, monitorización avanzada y capacidad de rescate quirúrgico inmediato. La realización del procedimiento en áreas menos equipadas debe reservarse a casos cuidadosamente seleccionados.

La **organización del equipo** es un aspecto esencial de la seguridad. Deben definirse claramente los roles de cada profesional (operador broncoscopista, anestesista responsable de la ventilación, apoyo quirúrgico, enfermería). La comunicación previa del plan y de los posibles escenarios reduce errores y tiempos de reacción ante complicaciones.

Monitorización y soporte

La monitorización durante la broncoscopia pediátrica debe ser **continua y adecuada al riesgo**. Además de pulsioximetría y electrocardiografía, la capnografía adquiere un papel central para detectar hipoventilación precoz, especialmente en procedimientos prolongados o terapéuticos. En pacientes con reserva limitada, pequeños cambios en la ventilación pueden traducirse rápidamente en alteraciones gasométricas relevantes.

El soporte de oxígeno y ventilación debe estar preparado desde el inicio. La disponibilidad de diferentes interfaces (mascarilla facial, dispositivos supraglóticos, conexiones específicas para broncoscopia) permite adaptar la estrategia de forma dinámica según la tolerancia del paciente y el desarrollo del procedimiento.

Preparación farmacológica

La preparación farmacológica debe individualizarse según el objetivo del procedimiento y el estado clínico del paciente. La administración de **corticoides** puede considerarse en pacientes con alto riesgo de edema postprocedimiento, especialmente cuando se prevén maniobras terapéuticas repetidas o prolongadas. La profilaxis antibiótica no es sistemática, pero puede estar indicada en situaciones concretas, como procedimientos en vía aérea infectada o con riesgo elevado de bacteriemia.

La sedación o anestesia deben planificarse de forma coordinada con el equipo broncoscopista, teniendo en cuenta el impacto sobre la respiración espontánea y el tono de la vía aérea. En pacientes con obstrucción dinámica, la pérdida de tono puede precipitar un colapso completo, lo que refuerza la necesidad de una estrategia anestésica cuidadosamente seleccionada.

Checklist y briefing preprocedimiento

La utilización de un **checklist específico para broncoscopia pediátrica** contribuye de forma significativa a la seguridad del procedimiento. Este checklist debe incluir la verificación del material adecuado al tamaño del paciente, la disponibilidad de dispositivos de rescate, la confirmación del plan A–B–C y la identificación del responsable de cada intervención.

El **briefing preprocedimiento**, breve pero estructurado, permite alinear al equipo en cuanto a objetivos, riesgos anticipados y criterios de abandono del procedimiento. En pediatría, donde la evolución puede ser rápida, esta alineación previa es un factor clave para reducir eventos adversos.

Seguridad postprocedimiento inmediata

La preparación del procedimiento no finaliza con la retirada del broncoscopio. Debe anticiparse el manejo inmediato posterior, incluyendo la vigilancia de la vía aérea, el control del edema y la detección precoz de complicaciones como laringoespasma, sangrado o deterioro ventilatorio. En pacientes de alto riesgo, la planificación del destino postprocedimiento (reanimación, UCI) forma parte integral de la estrategia de seguridad.

5.3. Anestesia y estrategias de oxigenación y ventilación durante la broncoscopia pediátrica

La anestesia y la estrategia de oxigenación y ventilación constituyen uno de los pilares más críticos del procedimiento broncoscópico en pediatría. La broncoscopia implica, por definición, la **ocupación parcial o total de la vía aérea**, lo que convierte cualquier técnica anestésica en un equilibrio dinámico entre permitir la exploración endoluminal y mantener un intercambio gaseoso adecuado. En pacientes con vía aérea central compleja, este equilibrio es especialmente frágil.

Principios generales

El principio fundamental es que la **ventilación tiene prioridad sobre la exploración**. La obtención de información diagnóstica o la realización de maniobras terapéuticas nunca debe comprometer de forma sostenida la oxigenación o la eliminación de CO₂. En pediatría, la reserva fisiológica limitada hace que pequeñas alteraciones ventilatorias se traduzcan rápidamente en hipoxemia o hipercapnia clínicamente relevantes.

La elección de la técnica anestésica debe realizarse de forma individualizada, teniendo en cuenta la edad, el peso, la patología de la vía aérea, el objetivo del procedimiento y la experiencia del equipo. No existe una estrategia única válida para todos los pacientes.

Respiración espontánea vs ventilación controlada

La **respiración espontánea** se considera ventajosa en determinados escenarios, especialmente cuando se desea evaluar la dinámica de la vía aérea o cuando existe riesgo de colapso dependiente del tono muscular. Mantener la respiración espontánea permite observar malacias, colapsos supraglóticos o traqueales y patrones dinámicos que podrían desaparecer con ventilación controlada.

Sin embargo, la respiración espontánea tiene limitaciones importantes. El esfuerzo respiratorio puede ser insuficiente en procedimientos prolongados, y la hipoventilación puede pasar inadvertida si no se monitoriza adecuadamente. Además, el movimiento respiratorio puede dificultar maniobras terapéuticas precisas.

La **ventilación controlada** ofrece un mayor control del intercambio gaseoso y puede ser preferible en procedimientos terapéuticos complejos o prolongados. No obstante, la aplicación de presión positiva puede modificar la anatomía funcional de la vía aérea y ocultar colapsos dinámicos. En pacientes con obstrucción parcial, la ventilación controlada puede precipitar atrapamiento aéreo o empeorar la hipercapnia.

Ventilación durante broncoscopia flexible

Durante la broncoscopia flexible, la ventilación suele realizarse a través de interfaces que permiten la introducción simultánea del broncoscopio. Estas estrategias incluyen mascarilla facial adaptada, dispositivos supraglóticos con puerto endoscópico o cánulas nasales de alto flujo. Cada una presenta ventajas y limitaciones en términos de estabilidad ventilatoria y acceso endoluminal.

En este contexto, la **hipercapnia progresiva** es un fenómeno frecuente, especialmente en niños pequeños y en procedimientos prolongados. La capnografía continua es esencial para detectar esta complicación precozmente y ajustar la estrategia ventilatoria en consecuencia.

Ventilación durante broncoscopia rígida

La broncoscopia rígida implica una **compartición directa de la vía aérea** entre el endoscopista y el anestesista. Las estrategias ventilatorias más utilizadas incluyen ventilación intermitente convencional, ventilación jet (manual o automática) y, en algunos centros, ventilación apneica con oxigenación suplementaria durante periodos cortos.

La **ventilación jet** permite un campo endoscópico más despejado, pero requiere una vía de salida adecuada del gas para evitar barotrauma. En pediatría, el riesgo de neumotórax y neumomediastino es mayor, especialmente en presencia de obstrucción distal. Su uso debe reservarse a equipos con experiencia y monitorización estricta.

La ventilación intermitente, alternando periodos de exploración y ventilación, puede resultar más segura en pacientes con reserva limitada, aunque prolonga el tiempo total del procedimiento.

Monitorización y detección precoz de complicaciones

La monitorización durante la broncoscopia debe permitir la **detección precoz de hipoxia, hipercapnia e inestabilidad hemodinámica**. La pulsioximetría, aunque imprescindible, puede retrasar la detección de hipoventilación. Por ello, la capnografía adquiere un papel central, especialmente en procedimientos terapéuticos o prolongados.

La observación clínica del patrón respiratorio, la distensibilidad torácica y la respuesta hemodinámica complementa la monitorización instrumental y permite una valoración más completa del estado ventilatorio.

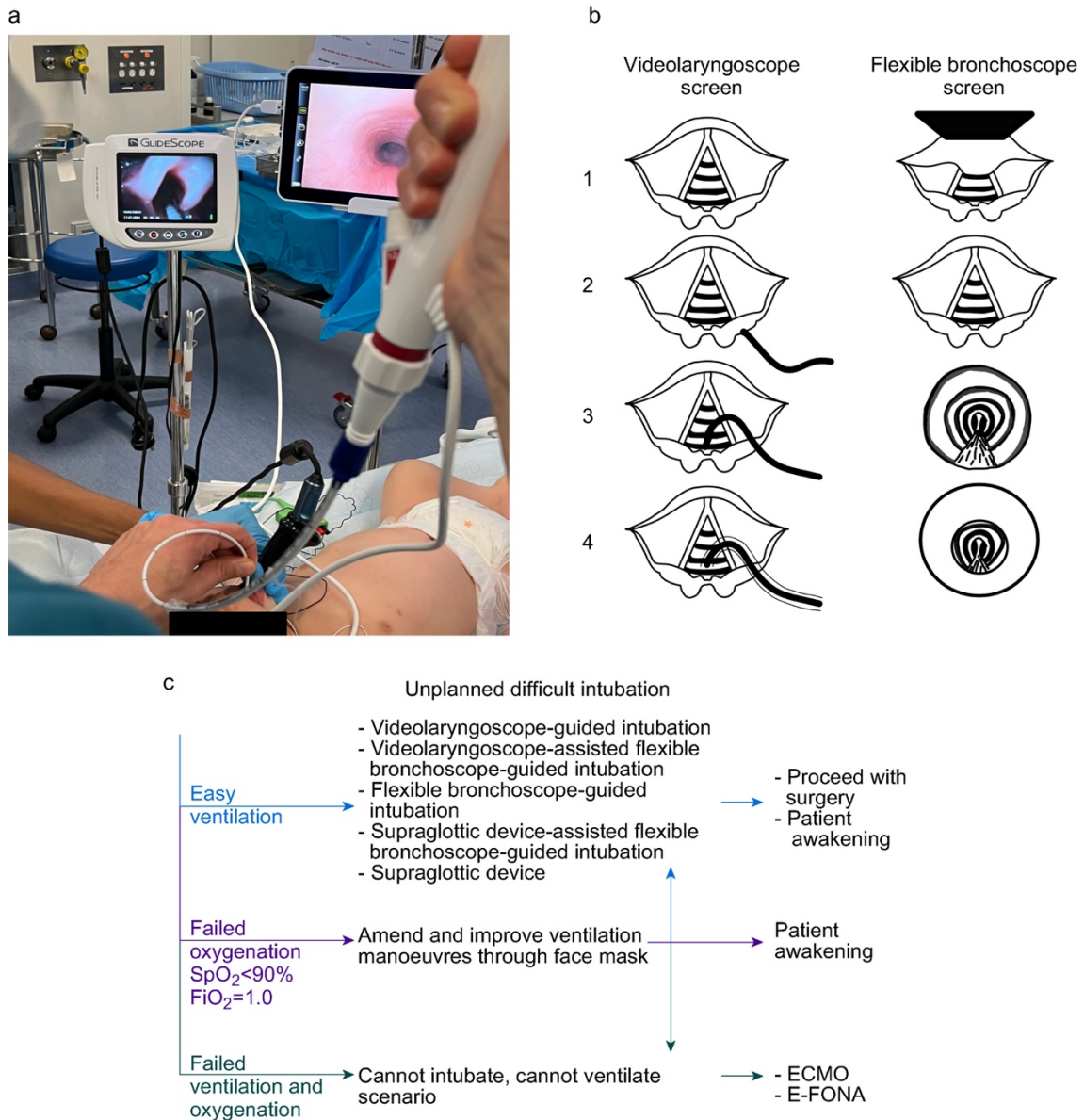
Transición y rescate ventilatorio

Debe anticiparse la posibilidad de **fracaso de la estrategia ventilatoria inicial**. La preparación de dispositivos alternativos y la definición previa de los criterios de abandono del procedimiento son elementos clave de seguridad. En pacientes de alto riesgo, la disponibilidad inmediata de acceso quirúrgico a la vía aérea debe formar parte del plan de contingencia.

La transición entre estrategias (por ejemplo, de respiración espontánea a ventilación controlada) debe realizarse de forma ordenada y anticipada, evitando cambios bruscos que puedan precipitar un deterioro agudo.

Consideraciones postprocedimiento

Tras la finalización de la broncoscopia, la vigilancia debe mantenerse hasta asegurar la estabilidad respiratoria. El edema de la vía aérea, el laringoespasmos y la hipoventilación residual son complicaciones frecuentes en pediatría y pueden aparecer tras un periodo inicial de aparente estabilidad. La planificación del soporte postprocedimiento es, por tanto, parte integral de la estrategia anestésica.



5.4. Broncoscopia flexible diagnóstica avanzada

La broncoscopia flexible diagnóstica constituye la herramienta fundamental para la **evaluación anatómica y funcional de la vía aérea pediátrica**, especialmente en pacientes con patología compleja de la vía aérea central. Su valor diferencial frente a otras técnicas de imagen radica en la posibilidad de **visualización directa en tiempo real**, permitiendo analizar tanto la morfología como el comportamiento dinámico de las estructuras respiratorias durante el ciclo ventilatorio.

Exploración sistemática de la vía aérea

La broncoscopia flexible diagnóstica debe realizarse siguiendo una **secuencia sistemática**, que permita una evaluación completa y reproducible de la vía aérea. Esta exploración estructurada reduce la probabilidad de pasar por alto lesiones relevantes y facilita la comparación en estudios de seguimiento.

La evaluación suele iniciarse en la **nasofaringe y orofaringe**, valorando el calibre, la presencia de secreciones, colapso dinámico o lesiones estructurales. A continuación, se explora la **región supraglótica**, prestando especial atención a la movilidad de la epiglotis y a posibles colapsos inspiratorios, característicos de laringomalacia.

La valoración de la **glotis** incluye la observación de la movilidad de las cuerdas vocales, la simetría y la presencia de lesiones o sinequias. La broncoscopia flexible permite identificar alteraciones de la movilidad cordal que pueden pasar inadvertidas en otras exploraciones.

En la **región subglótica y traqueal**, la broncoscopia flexible resulta especialmente útil para identificar estenosis, irregularidades de la mucosa, signos de inflamación crónica y alteraciones dinámicas. La exploración debe extenderse hasta la carina y los bronquios principales, evaluando el calibre y la estabilidad de las paredes bronquiales.

Evaluación dinámica de la vía aérea

Uno de los aportes más relevantes de la broncoscopia flexible avanzada es la **evaluación dinámica de la vía aérea**. La observación del comportamiento de las estructuras durante la respiración espontánea permite identificar malacias traqueales o bronquiales, colapsos supraglóticos y obstrucciones variables que no se manifiestan en estudios estáticos.

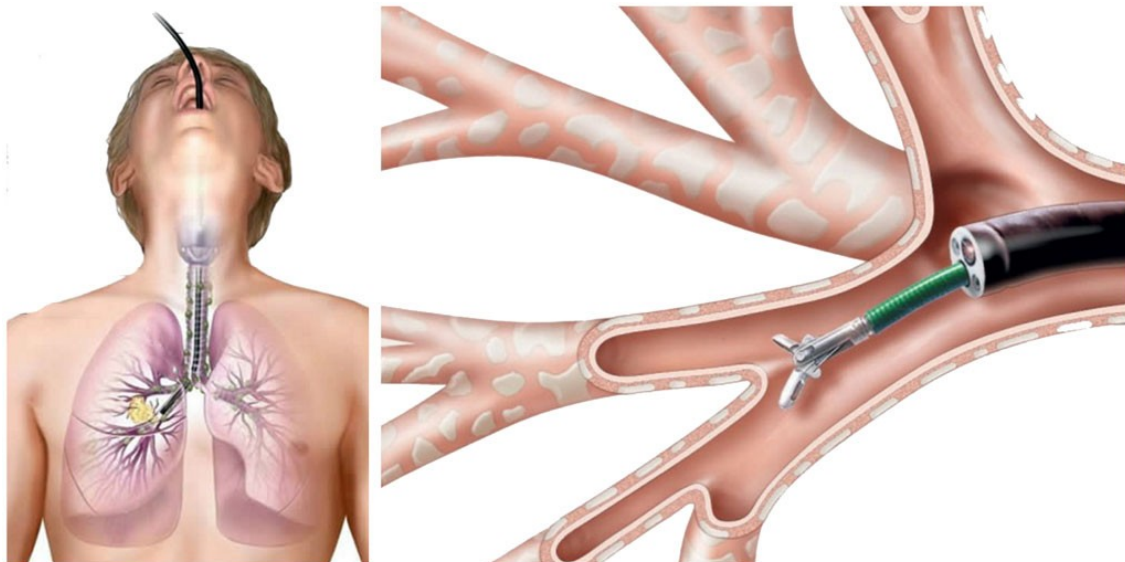
En pacientes con sospecha de **traqueomalacia**, la broncoscopia flexible permite cuantificar el grado de colapso, su extensión longitudinal y su relación con la fase respiratoria. Esta información es esencial para decidir el manejo terapéutico, ya sea conservador, endoluminal o quirúrgico.

La evaluación dinámica también es clave en pacientes con síntomas intermitentes, donde la anatomía en reposo puede parecer normal. La broncoscopia flexible permite reproducir condiciones que precipitan los síntomas y correlacionarlas con hallazgos endoscópicos.

Toma de muestras diagnósticas

La broncoscopia flexible ofrece la posibilidad de obtener **muestras endoluminales** de forma dirigida, lo que amplía su utilidad diagnóstica. El lavado broncoalveolar (BAL) permite el estudio microbiológico, citológico e inmunológico en pacientes con infecciones recurrentes, enfermedad pulmonar crónica o sospecha de aspiración.

El cepillado y la biopsia endobronquial pueden estar indicados en situaciones seleccionadas, como lesiones focales o sospecha de patología inflamatoria específica. En pediatría, estas técnicas deben realizarse con precaución debido al riesgo de sangrado y a la fragilidad de la mucosa.



Documentación y estandarización de los hallazgos

La broncoscopia flexible diagnóstica debe acompañarse de una **documentación sistemática y estandarizada**. La captura de imágenes y vídeos permite la revisión posterior, la discusión multidisciplinar y el seguimiento evolutivo del paciente. Además, facilita la comparación objetiva entre exploraciones sucesivas y la evaluación de la respuesta al tratamiento.

El informe broncoscópico debe describir de forma clara el nivel y el tipo de alteración, su carácter estático o dinámico y su repercusión funcional. Esta información es clave para la toma de decisiones terapéuticas y para la planificación de procedimientos posteriores.

Integración con otras técnicas diagnósticas

La broncoscopia flexible no debe interpretarse de forma aislada, sino integrada con los hallazgos clínicos, radiológicos y funcionales. La correlación con estudios de imagen (TC, RM) y con pruebas funcionales respiratorias permite una comprensión más completa de la patología y evita interpretaciones parciales.

En pacientes con vía aérea central compleja, la broncoscopia flexible suele representar el **primer escalón diagnóstico**, sobre el que se construye una estrategia terapéutica escalonada.

Limitaciones y consideraciones de seguridad

A pesar de sus ventajas, la broncoscopia flexible presenta limitaciones. El calibre reducido del canal de trabajo restringe algunas intervenciones terapéuticas y la visualización puede verse comprometida por secreciones, sangrado o colapso de la vía aérea. Además, la exploración prolongada puede asociarse a hipoxemia e hipercapnia, especialmente en niños pequeños.

Estas limitaciones refuerzan la necesidad de una planificación cuidadosa y de una monitorización estrecha durante el procedimiento, así como de una definición clara de los objetivos diagnósticos antes de iniciar la exploración.

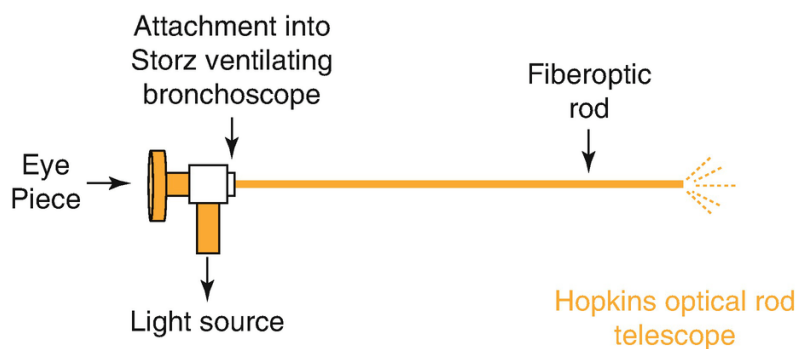
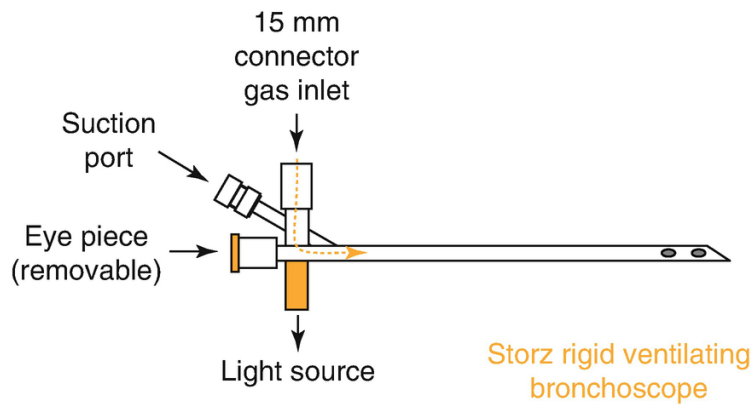
5.5. Broncoscopia rígida terapéutica

La broncoscopia rígida constituye la **técnica endoscópica terapéutica de referencia en pediatría** para el tratamiento de múltiples patologías de la vía aérea central. Su principal ventaja frente a la broncoscopia flexible es el **control superior de la vía aérea**, que permite mantener una ventilación más estable y realizar maniobras terapéuticas complejas con mayor seguridad. En el contexto de una unidad CSUR, la broncoscopia rígida es una herramienta esencial para el manejo de situaciones potencialmente vitales.

Principios generales y ventajas operativas

El broncoscopio rígido actúa simultáneamente como **instrumento endoscópico y vía aérea**, permitiendo la ventilación directa del paciente durante el procedimiento. Esta característica es especialmente relevante en pediatría, donde la tolerancia a la hipoventilación es limitada. El lumen amplio del broncoscopio rígido facilita la aspiración eficaz de secreciones y sangre, mejorando la visibilidad y reduciendo el riesgo de obstrucción.

Otra ventaja clave es la **estabilidad mecánica** que proporciona durante las maniobras terapéuticas. La rigidez del instrumento permite aplicar fuerza controlada para la extracción de cuerpos extraños, la dilatación de estenosis o la resección de lesiones endoluminales, minimizando el riesgo de desplazamientos imprevistos.



Indicaciones terapéuticas principales

La broncoscopia rígida está indicada de forma preferente en situaciones que requieren una **intervención activa sobre la vía aérea**, entre las que destacan:

- Extracción de cuerpos extraños de la vía aérea.
- Tratamiento de estenosis subglóticas o traqueales significativas.
- Resección o control de lesiones endoluminales obstructivas.
- Manejo de sangrado activo de la vía aérea.
- Retirada de tapones mucosos o material obstructivo de gran tamaño.

En muchos de estos escenarios, la broncoscopia rígida no solo permite resolver el problema inmediato, sino también evaluar de forma directa la integridad de la vía aérea tras la intervención.

Extracción de cuerpos extraños

La extracción de cuerpos extraños constituye una de las indicaciones más clásicas de la broncoscopia rígida en pediatría. La estabilidad del broncoscopio y la disponibilidad de un amplio abanico de pinzas y accesorios permiten una extracción controlada, reduciendo el riesgo de fragmentación o desplazamiento distal del objeto.

La coordinación estrecha con anestesia es esencial para mantener una ventilación adecuada durante la manipulación. En situaciones de obstrucción casi completa, la broncoscopia rígida puede restablecer de forma inmediata la permeabilidad de la vía aérea, convirtiéndose en una intervención potencialmente salvadora.

Manejo de estenosis y lesiones obstructivas

En el tratamiento de estenosis subglóticas o traqueales, la broncoscopia rígida permite realizar **dilataciones controladas**, resección de tejido fibroso o granulomatoso y evaluación directa del resultado. Aunque estas intervenciones pueden ser temporales y requerir procedimientos repetidos, desempeñan un papel clave en el manejo escalonado de la patología de la vía aérea.

La resección de granulomas o lesiones inflamatorias endoluminales puede mejorar de forma significativa el calibre funcional de la vía aérea y reducir los síntomas respiratorios. Estas maniobras deben realizarse con cautela para minimizar el riesgo de sangrado y edema postprocedimiento.

Control del sangrado endoluminal

La broncoscopia rígida ofrece una ventaja significativa en el **control del sangrado de la vía aérea**, gracias a su capacidad para aspirar grandes volúmenes y mantener la vía aérea permeable. En pediatría, donde el sangrado puede comprometer rápidamente la ventilación, esta capacidad es especialmente valiosa.

El control del sangrado puede requerir la combinación de aspiración, compresión directa con el broncoscopio y otras técnicas endoluminales. La visualización directa permite evaluar la eficacia de las maniobras y decidir la necesidad de intervenciones adicionales.

Coordinación anestesia–endoscopista

La broncoscopia rígida exige una **coordinación estrecha** entre el endoscopista y el anestesista, ya que ambos comparten el control de la vía aérea. La comunicación continua sobre el estado ventilatorio, la duración de las maniobras y la necesidad de pausas para ventilación es fundamental para la seguridad del paciente.

La planificación previa del procedimiento, con definición clara de los objetivos terapéuticos y de los criterios de interrupción, reduce el riesgo de descompensación intraoperatoria.

Limitaciones y riesgos

A pesar de sus ventajas, la broncoscopia rígida es una técnica invasiva que requiere experiencia específica. El calibre del instrumento puede limitar su uso en neonatos y lactantes pequeños, y la manipulación repetida puede provocar edema, laringoespasma o lesiones mucosas. Además, la ventilación puede verse comprometida durante maniobras prolongadas, lo que obliga a una monitorización estrecha y a una actitud vigilante.

5.6. Técnicas terapéuticas endoluminales en broncoscopia pediátrica (estado actual)

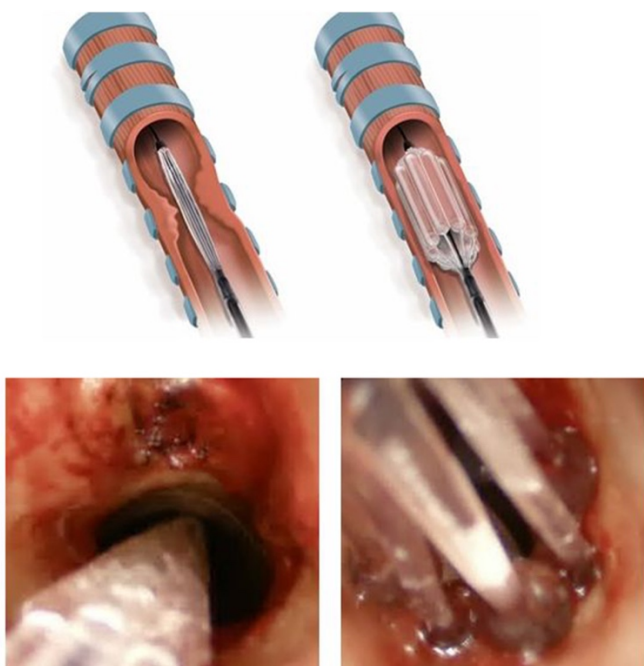
Las técnicas terapéuticas endoluminales han ampliado de forma significativa las posibilidades de tratamiento de la vía aérea pediátrica, permitiendo **intervenciones menos invasivas** y, en muchos casos, actuando como puente o complemento a la cirugía abierta. En el contexto de una unidad CSUR, estas técnicas deben integrarse dentro de una **estrategia escalonada**, con indicaciones claras y conocimiento preciso de sus limitaciones.

Dilatación endoluminal con balón

La **dilatación con balón** es una de las técnicas más utilizadas en el tratamiento endoscópico de estenosis de la vía aérea, especialmente a nivel subglótico y traqueal proximal. Su principal ventaja es la aplicación de una **fuerza radial controlada**, que reduce el riesgo de desgarros longitudinales de la mucosa en comparación con otras técnicas de dilatación.

En pediatría, la selección del tamaño del balón debe realizarse con especial cuidado, teniendo en cuenta la edad, el peso y el calibre esperado de la vía aérea. La dilatación suele realizarse bajo control endoscópico directo, con inflado progresivo y tiempos limitados para minimizar el riesgo de hipoxia.

La dilatación con balón puede producir una **mejoría clínica inmediata**, pero su efecto suele ser transitorio en estenosis complejas o de larga evolución. Por este motivo, a menudo se requiere la repetición del procedimiento o su combinación con otras estrategias terapéuticas.



Resección endoluminal de lesiones

La resección de **granulomas, tejido inflamatorio o lesiones obstructivas** puede realizarse mediante técnicas endoscópicas utilizando pinzas, asas o instrumentos específicos. Estas intervenciones están indicadas en lesiones focales que comprometen de forma significativa el calibre de la vía aérea y producen sintomatología relevante.

En pediatría, la resección debe realizarse de forma conservadora, evitando una manipulación excesiva que pueda inducir sangrado o edema postprocedimiento. La evaluación cuidadosa del lecho tras la resección es esencial para valorar la estabilidad del resultado y decidir la necesidad de medidas adicionales.

Manejo endoscópico de tapones y secreciones

En pacientes con enfermedad pulmonar crónica, infecciones recurrentes o ventilación prolongada, la acumulación de **tapones mucosos** puede producir obstrucción significativa de la vía aérea. La broncoscopia terapéutica permite la aspiración directa y la fragmentación controlada de estos tapones, mejorando de forma inmediata la ventilación.

Aunque esta intervención puede parecer sencilla, en pediatría debe realizarse con precaución, ya que la movilización de secreciones puede precipitar hipoxemia o broncoespasmo. La planificación ventilatoria y la monitorización estrecha son esenciales durante estas maniobras.

Control endoluminal del sangrado

El sangrado de la vía aérea ya sea secundario a patología inflamatoria, traumatismo o procedimientos previos, puede comprometer rápidamente la ventilación. Las técnicas endoluminales permiten una **actuación dirigida**, combinando aspiración, compresión local y otras medidas hemostáticas según el contexto.

En pediatría, el control eficaz del sangrado es especialmente relevante debido al pequeño calibre de la vía aérea y al impacto rápido que incluso volúmenes modestos pueden tener sobre la ventilación.

Combinación de técnicas y abordaje escalonado

En muchos pacientes, el tratamiento endoluminal eficaz requiere la **combinación de varias técnicas** en un mismo procedimiento o en procedimientos sucesivos. Por ejemplo, la dilatación con balón puede complementarse con resección de tejido fibroso o con medidas antiinflamatorias locales.

Este enfoque escalonado permite adaptar el tratamiento a la respuesta del paciente y minimizar la agresividad de cada intervención. En unidades CSUR, la decisión de repetir procedimientos endoscópicos o de escalar a cirugía abierta debe basarse en criterios clínicos claros y en la evolución objetiva de la vía aérea.

Limitaciones de las técnicas endoluminales

A pesar de sus ventajas, las técnicas terapéuticas endoluminales presentan limitaciones importantes. En estenosis extensas, rígidas o asociadas a alteraciones estructurales profundas, la mejoría obtenida puede ser parcial o transitoria. La repetición frecuente de procedimientos puede, además, contribuir a inflamación crónica y fibrosis secundaria.

Por este motivo, es fundamental reconocer **cuándo una técnica endoluminal ha alcanzado su techo terapéutico** y cuándo debe considerarse una alternativa quirúrgica reconstructiva. Esta decisión requiere experiencia y una valoración multidisciplinar.

Seguridad y seguimiento

La realización de técnicas endoluminales debe ir acompañada de una vigilancia estrecha, orientada a detectar complicaciones como edema, sangrado o deterioro ventilatorio. En pediatría, la planificación del seguimiento es parte integral del tratamiento, ya que muchas de estas patologías requieren reevaluaciones periódicas y ajustes de la estrategia terapéutica.

5.7. Tratamiento de estenosis y patología compleja de la vía aérea central

El tratamiento de las estenosis y de la patología compleja de la vía aérea central en pediatría representa uno de los mayores retos en el manejo endoscópico y quirúrgico de la vía aérea. En estos pacientes, la broncoscopia no es únicamente una herramienta terapéutica, sino un **instrumento de estratificación, seguimiento y toma de decisiones**, que permite definir el papel real de las técnicas endoluminales frente a la cirugía reconstructiva.

Clasificación funcional de las estenosis

Desde el punto de vista práctico, el tratamiento debe basarse en una **clasificación funcional** más que exclusivamente anatómica. Factores como el grado de reducción del calibre, la longitud de la estenosis, su localización (subglótica, traqueal proximal, traqueal distal) y su comportamiento dinámico influyen de forma decisiva en la elección terapéutica.

Las estenosis **cortas y parcialmente elásticas** suelen responder mejor a tratamientos endoscópicos, mientras que las estenosis **largas, rígidas o circunferenciales** presentan una tasa elevada de recurrencia tras intervenciones endoluminales aisladas. La broncoscopia permite valorar estas características de forma directa y reproducible.

Papel del tratamiento endoscópico en estenosis

El tratamiento endoscópico puede desempeñar diferentes roles según el contexto clínico. En algunos pacientes, actúa como **tratamiento definitivo**, especialmente en estenosis leves o moderadas. En otros, funciona como **medida puente**, permitiendo estabilizar la vía aérea, mejorar la ventilación y ganar tiempo antes de una intervención quirúrgica más compleja.

La repetición de dilataciones o resecciones endoluminales debe evaluarse cuidadosamente. Aunque pueden proporcionar alivio sintomático, la repetición excesiva puede inducir inflamación crónica y fibrosis secundaria, empeorando la anatomía a largo plazo. En este sentido, la broncoscopia seriada es clave para identificar el momento en que la estrategia endoscópica deja de ser eficaz.

Integración con cirugía reconstructiva

La broncoscopia desempeña un papel central en la **planificación de la cirugía reconstructiva de la vía aérea**, proporcionando información precisa sobre la localización, extensión y características de la lesión. Esta información es esencial para seleccionar la técnica quirúrgica más adecuada, ya sea reconstrucción laringotraqueal, resección traqueal con anastomosis primaria u otras opciones.

Tras la cirugía, la broncoscopia permite evaluar la integridad de la reconstrucción, detectar precozmente complicaciones como estenosis residuales o granulomas y guiar el manejo postoperatorio. En unidades CSUR, este seguimiento endoscópico forma parte integral del tratamiento quirúrgico.

Patología compleja multisegmentaria

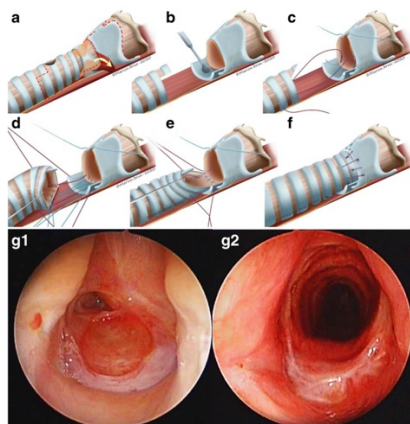
En pacientes con patología compleja que afecta a múltiples niveles de la vía aérea, la broncoscopia permite una **visión global e integrada** del problema. La identificación del segmento predominante responsable de la clínica orienta la priorización terapéutica y evita intervenciones innecesarias sobre segmentos secundarios.

En estos casos, el tratamiento suele ser escalonado y multidisciplinar, combinando medidas endoscópicas, quirúrgicas y de soporte respiratorio. La broncoscopia actúa como herramienta de reevaluación continua, permitiendo adaptar la estrategia a la evolución clínica y anatómica.

Criterios de escalada y de abandono de la vía endoscópica

Un aspecto crítico en el manejo de la vía aérea central compleja es definir **criterios claros de escalada** a cirugía abierta. Entre estos criterios destacan la falta de respuesta sostenida a intervenciones endoscópicas, la progresión de la estenosis, la necesidad de procedimientos cada vez más frecuentes o la aparición de complicaciones asociadas.

Reconocer el momento adecuado para abandonar la vía endoscópica evita la acumulación de daño tisular y mejora los resultados quirúrgicos posteriores. Esta decisión debe basarse en una evaluación objetiva y compartida dentro del equipo multidisciplinar.



Seguimiento a medio y largo plazo

El tratamiento de las estenosis y de la patología compleja de la vía aérea central no finaliza con la intervención inicial. El seguimiento endoscópico periódico permite detectar cambios evolutivos, valorar la estabilidad del calibre y ajustar el plan terapéutico. En pediatría, donde el crecimiento modifica las dimensiones de la vía aérea, este seguimiento adquiere una relevancia especial.

La broncoscopia seriada, integrada con la evolución clínica y funcional, constituye la base de un manejo seguro y eficaz a largo plazo.

5.8. Stents y prótesis en la vía aérea pediátrica

El uso de stents y prótesis endoluminales en la vía aérea pediátrica constituye una **herramienta terapéutica excepcional**, reservada para situaciones muy seleccionadas en las que otras estrategias han fracasado o no son viables. A diferencia del adulto, en pediatría su indicación es limitada por el crecimiento, la fragilidad tisular y la elevada tasa de complicaciones, lo que obliga a una valoración extremadamente cuidadosa antes de su implantación.

Objetivos y principios generales

El objetivo principal de la colocación de un stent en pediatría es **mantener la permeabilidad de la vía aérea** cuando existe una obstrucción significativa o un colapso severo que compromete la ventilación y no responde a medidas endoscópicas convencionales ni puede resolverse de forma quirúrgica inmediata.

Un principio fundamental es que el stent **raramente constituye una solución definitiva**. En la mayoría de los casos, se utiliza como medida puente, permitiendo estabilizar al paciente, facilitar el crecimiento o ganar tiempo hasta una intervención reconstructiva más definitiva. Esta temporalidad debe asumirse desde el inicio para evitar prolongar innecesariamente una estrategia de alto riesgo.

Indicaciones seleccionadas en pediatría

Las indicaciones más aceptadas para el uso de stents en la vía aérea pediátrica incluyen:

- Traqueomalacia o broncomalacia severas, refractarias a tratamiento conservador.
- Estenosis traqueales complejas no candidatas a tratamiento endoscópico simple.
- Compresión extrínseca de la vía aérea no corregible de forma inmediata.
- Situaciones paliativas en patología compleja, cuando el objetivo es mejorar la calidad de vida o permitir la ventilación.

En todos estos escenarios, la indicación debe ser **multidisciplinar**, valorando de forma conjunta los beneficios potenciales frente al riesgo de complicaciones.

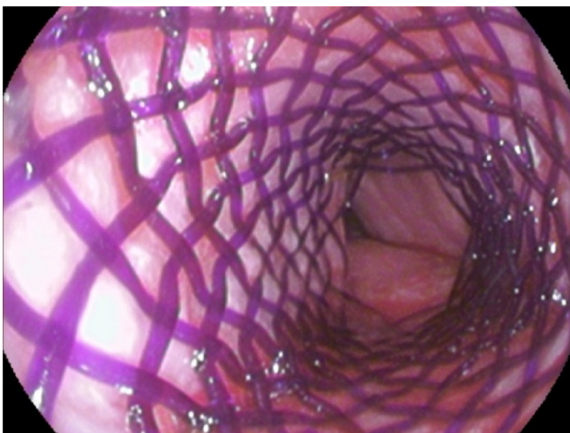
Tipos de stents utilizados

En pediatría se han utilizado diferentes tipos de stents, cada uno con características específicas:

Los **stents de silicona** presentan la ventaja de ser removibles y de menor agresividad sobre la mucosa. Sin embargo, su tendencia a la migración es elevada, especialmente en tráqueas cortas y móviles.

Los **stents metálicos expandibles** ofrecen una mayor estabilidad inicial, pero su uso en pediatría es muy controvertido. La integración con la mucosa, la dificultad de retirada y el riesgo de lesiones a largo plazo limitan de forma significativa su indicación en niños.

En los últimos años, se han explorado **prótesis personalizadas y biodegradables**, aunque su uso sigue siendo muy limitado y restringido a centros altamente especializados.



Técnica de colocación

La colocación de un stent pediátrico debe realizarse en un entorno altamente controlado, habitualmente mediante **broncoscopia rígida**, que permite un posicionamiento más preciso y un mejor control de la vía aérea. La selección del tamaño y la longitud del stent es crítica y debe basarse en una evaluación detallada del calibre y la longitud del segmento afectado.

Una colocación inadecuada puede generar complicaciones inmediatas, como obstrucción parcial, migración o dificultad ventilatoria. Por ello, la verificación endoscópica inmediata de la posición y la permeabilidad es imprescindible.

Complicaciones asociadas

Las complicaciones de los stents en pediatría son frecuentes y pueden ser graves. Entre las más relevantes se incluyen:

- **Migración del stent**, especialmente en stents de silicona.
- **Formación de granulomas** en los extremos del stent, con reestenosis secundaria.
- **Infecciones recurrentes** por alteración del aclaramiento mucociliar.
- **Obstrucción por secreciones**, particularmente en niños pequeños.
- **Dificultad o imposibilidad de retirada**, con riesgo de daño estructural.

La aparición de estas complicaciones obliga con frecuencia a reintervenciones endoscópicas repetidas, incrementando la carga terapéutica y el riesgo acumulado.

Seguimiento y retirada

El seguimiento tras la colocación de un stent debe ser estrecho y estructurado, con broncoscopias periódicas para evaluar la posición, la integridad de la mucosa y la aparición de complicaciones. En pediatría, la **retirada del stent** debe planificarse siempre que sea posible, teniendo en cuenta el crecimiento del paciente y la evolución de la patología subyacente.

La retirada puede ser técnicamente compleja y debe realizarse en centros con experiencia específica, preparados para manejar complicaciones intraoperatorias.

Papel del stent dentro de la estrategia global

En una unidad CSUR, el uso de stents debe entenderse como parte de una **estrategia global de manejo de la vía aérea**, no como una solución aislada. Su indicación debe revisarse periódicamente y reevaluarse a la luz de la evolución clínica y de las alternativas disponibles.

En conjunto, los stents y prótesis en la vía aérea pediátrica representan una opción terapéutica **de último recurso**, cuyo beneficio potencial debe sopesarse cuidadosamente frente a un perfil de complicaciones elevado.

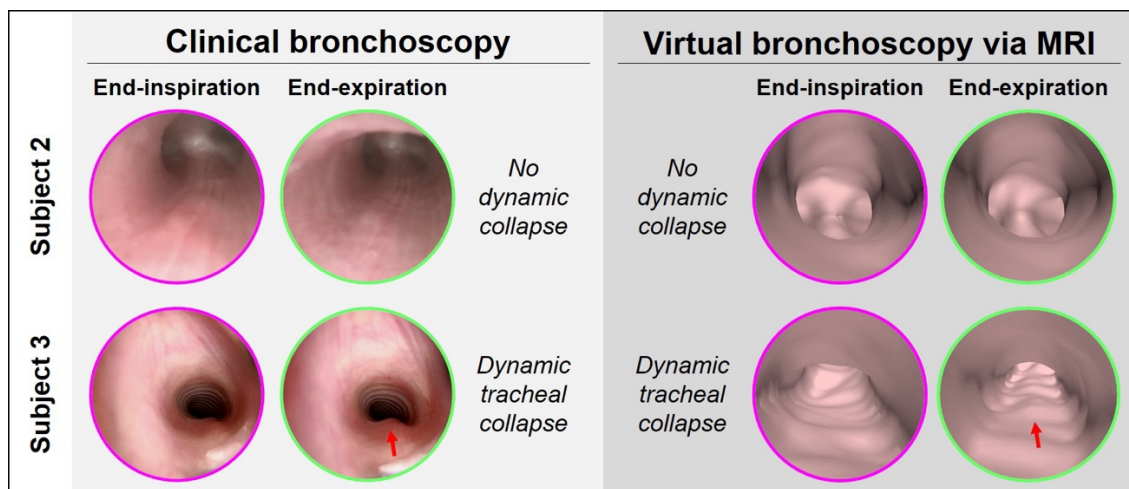
5.9. Tecnologías emergentes y futuro cercano en broncoscopia pediátrica

La broncoscopia pediátrica se encuentra en un proceso de evolución progresiva impulsado por el desarrollo tecnológico, la miniaturización de dispositivos y la necesidad de abordar patologías cada vez más complejas con técnicas menos invasivas. En el contexto de unidades de referencia, estas tecnologías emergentes no sustituyen a las técnicas convencionales, sino que **amplían la capacidad diagnóstica, mejoran la planificación terapéutica y refuerzan la seguridad del procedimiento.**

Broncoscopia virtual y reconstrucción tridimensional

La broncoscopia virtual, basada en estudios de tomografía computarizada de alta resolución con reconstrucción tridimensional, permite una **visualización no invasiva del árbol traqueobronquial**. Aunque no sustituye a la broncoscopia real, resulta especialmente útil para la **planificación preoperatoria**, permitiendo anticipar el nivel, la extensión y la morfología de estenosis o compresiones extrínsecas.

En pediatría, esta herramienta adquiere relevancia en patología compleja de la vía aérea central, donde la correlación entre imagen y endoscopia facilita la toma de decisiones y reduce procedimientos innecesarios. Su principal limitación es la imposibilidad de valorar la dinámica respiratoria y de realizar intervenciones terapéuticas.



Navegación broncoscópica y asistencia guiada por imagen

Las tecnologías de navegación broncoscópica, ampliamente desarrolladas en el adulto, comienzan a explorarse de forma selectiva en pediatría. Estas técnicas combinan información de imagen con sistemas de guiado que permiten una **localización más precisa de segmentos específicos** del árbol bronquial.

En el ámbito pediátrico, su aplicación es todavía limitada y se restringe a centros altamente especializados. Su potencial reside en mejorar la precisión diagnóstica y reducir el tiempo de exploración en anatomías complejas, aunque su impacto real en la práctica clínica pediátrica está aún en evaluación.

Avances en instrumentación endoscópica

La **miniaturización de los broncoscopios flexibles** y de los instrumentos terapéuticos ha permitido ampliar el rango de pacientes susceptibles de procedimientos endoscópicos, incluyendo neonatos y lactantes pequeños. Canales de trabajo más eficientes y accesorios específicos facilitan intervenciones más precisas con menor trauma tisular.

Estos avances mejoran la seguridad y la eficacia de las técnicas endoluminales, aunque no eliminan las limitaciones inherentes al pequeño calibre de la vía aérea pediátrica.

Tecnologías de energía aplicadas a la vía aérea

El uso de tecnologías de energía (láser, plasma de argón, radiofrecuencia) ha sido explorado en el tratamiento endoscópico de determinadas lesiones de la vía aérea. En pediatría, su utilización es **muy selectiva** y se reserva para centros con experiencia específica, debido al riesgo de daño térmico y a la estrechez de los márgenes de seguridad.

Estas tecnologías pueden resultar útiles en lesiones focales seleccionadas, como granulomas refractarios, pero requieren una indicación muy precisa y una monitorización estricta.

Planificación personalizada y modelos 3D

La impresión 3D y la planificación personalizada representan un campo emergente con aplicaciones prometedoras en la vía aérea pediátrica. La creación de modelos anatómicos específicos del paciente permite una **mejor comprensión de anatomías complejas**, facilita la planificación quirúrgica y puede utilizarse como herramienta docente y de simulación.

En el futuro cercano, estas tecnologías podrían contribuir al desarrollo de prótesis personalizadas y a la optimización de estrategias terapéuticas individualizadas, aunque su uso clínico rutinario aún es limitado.

Telemedicina, tele-mentoring y registro de resultados

Las plataformas de telemedicina y tele-mentoring comienzan a desempeñar un papel relevante en la difusión de la experiencia en broncoscopia pediátrica avanzada. La posibilidad de **supervisión remota y discusión de casos complejos** facilita la toma de decisiones en centros con menor volumen y refuerza las redes de referencia.

Asimismo, el desarrollo de **registros multicéntricos** y bases de datos compartidas permitirá evaluar resultados a largo plazo, identificar mejores prácticas y definir de forma más precisa el papel de las técnicas emergentes en pediatría.

Perspectiva crítica

A pesar del atractivo de estas tecnologías, es fundamental mantener una **actitud crítica y basada en evidencia**. En pediatría, la introducción de nuevas técnicas debe realizarse de forma progresiva, evaluando su impacto real sobre la seguridad, los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes.

5.10. Complicaciones, rescate y cuidados postprocedimiento

La broncoscopia pediátrica, tanto diagnóstica como terapéutica, se asocia a un perfil de complicaciones que debe conocerse en profundidad para permitir una **detección precoz y una respuesta eficaz**. En pacientes con vía aérea central compleja, estas complicaciones pueden aparecer de forma rápida y evolucionar de manera más grave que en población general, lo que obliga a una vigilancia estructurada y a planes de rescate claramente definidos.

Complicaciones intraoperatorias

Las complicaciones intraoperatorias están estrechamente relacionadas con la **interacción entre el broncoscopio, la vía aérea y la ventilación**. La hipoxemia es la complicación más frecuente y puede deberse a ocupación de la vía aérea, hipoventilación, colapso dinámico o broncoespasmo. En pediatría, la caída de la saturación puede ser rápida y profunda, por lo que la monitorización continua y la anticipación son esenciales.

La **hipercapnia** es especialmente relevante en procedimientos prolongados, durante broncoscopia rígida o cuando se emplean estrategias ventilatorias subóptimas. A menudo se desarrolla de forma insidiosa y puede pasar inadvertida si no se monitoriza mediante capnografía.

El **laringoespasmo** constituye una complicación crítica, especialmente durante la introducción o retirada del broncoscopio. En niños pequeños, puede desencadenar una obstrucción completa de la vía aérea y requiere una actuación inmediata, incluyendo profundización anestésica, maniobras de presión positiva y, en casos refractarios, escalada rápida a estrategias de rescate.

El **sangrado endoluminal** puede aparecer tras biopsias, resecciones o manipulaciones repetidas. Aunque en muchos casos es leve, en pediatría incluso volúmenes modestos pueden comprometer la ventilación. La capacidad de aspiración eficaz y el control endoscópico directo son fundamentales para su manejo.

Complicaciones precoces postprocedimiento

Tras la finalización de la broncoscopia, pueden aparecer complicaciones en las primeras horas que requieren vigilancia estrecha. El **edema de la vía aérea** es una de las más relevantes, especialmente tras procedimientos terapéuticos o exploraciones prolongadas. Puede manifestarse con estridor, aumento del trabajo respiratorio o deterioro progresivo de la oxigenación.

El **broncoespasmo** es relativamente frecuente en pacientes con hiperreactividad bronquial o infección respiratoria subyacente. Su manejo requiere tratamiento broncodilatador y ajuste del soporte respiratorio.

La aparición de **neumotórax o neumomediastino**, aunque infrecuente, debe sospecharse ante deterioro respiratorio brusco, especialmente tras procedimientos con ventilación a presión positiva o dilataciones endoluminales. La confirmación mediante imagen y el tratamiento oportuno son esenciales para evitar complicaciones mayores.



Estrategias de rescate

La planificación del rescate debe formar parte integral del procedimiento broncoscópico. Ante el deterioro respiratorio, la primera medida es la **retirada inmediata del broncoscopio** y la restauración de una ventilación eficaz. La disponibilidad de dispositivos alternativos de ventilación y de acceso quirúrgico debe ser inmediata en pacientes de alto riesgo.

En escenarios de fracaso ventilatorio, la transición ordenada a dispositivos supraglóticos o a intubación traqueal debe realizarse sin demora. En casos extremos, debe considerarse el acceso quirúrgico de emergencia, de acuerdo con los planes previamente establecidos.

La coordinación del equipo y la comunicación clara durante estas situaciones son determinantes para reducir el tiempo de hipoxia y mejorar el pronóstico.

Cuidados postprocedimiento y vigilancia

El nivel de vigilancia postprocedimiento debe adaptarse al **riesgo individual del paciente** y a la complejidad del procedimiento realizado. En pacientes con vía aérea central compleja o tras intervenciones terapéuticas, la observación en áreas de recuperación avanzada o UCI puede ser necesaria.

Durante este periodo, la vigilancia se centra en la permeabilidad de la vía aérea, la estabilidad ventilatoria y la detección precoz de complicaciones. El control del dolor y la agitación es importante para evitar aumentos del trabajo respiratorio y consumo de oxígeno.

Planificación del seguimiento

La broncoscopia pediátrica no debe considerarse un evento aislado, sino parte de un **proceso longitudinal de manejo de la vía aérea**. La planificación del seguimiento, incluyendo reevaluaciones clínicas y endoscópicas cuando proceda, es esencial para valorar la evolución y la respuesta al tratamiento.

Bibliografía:

1. Wood RE. **Flexible bronchoscopy in children**. *Pediatr Clin North Am*. 1994;41(2):385–400.
2. Midulla F, de Blic J, Barbato A, et al. **Flexible endoscopy of paediatric airways**. *Eur Respir J*. 2003;22(4):698–708.
3. Barbato A, Magarotto M, Crivellaro M, et al. **Use of flexible bronchoscopy in pediatric respiratory diseases**. *Pediatr Pulmonol*. 2007;42(9):817–828.
4. de Blic J, Marchac V, Scheinmann P. **Complications of flexible bronchoscopy in children**. *Eur Respir J*. 2002;20(5):1271–1276.
5. Wood RE, Fink RJ. **Applications of flexible fiberoptic bronchoscopy in pediatric patients**. *Chest*. 1978;73(5 Suppl):737–740.
6. Monnier P. **Pediatric Airway Surgery: Management of Laryngotracheal Stenosis in Infants and Children**. Berlin: Springer; 2011.
7. Schweiger C, Manica D, Kuhl G, et al. **Bronchoscopy in children: indications, technique and complications**. *J Bras Pneumol*. 2011;37(3):303–309.
8. Boesch RP, Balakrishnan K, Grose C, et al. **Structure and function of the pediatric airway**. *Pediatr Pulmonol*. 2017;52(3):363–375.
9. Fraga JC, Jennings RW, Kim PCW. **Pediatric tracheomalacia**. *Semin Pediatr Surg*. 2016;25(3):156–164.
10. Hysinger EB. **Laryngomalacia, tracheomalacia and bronchomalacia**. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2018;48(4):113–118.
11. Schweiger C, Cohen AP, Rutter MJ. **Endoscopic management of pediatric airway stenosis**. *Otolaryngol Clin North Am*. 2019;52(6):1039–1055.
12. Jabbour N, Rutter MJ. **Balloon dilation for pediatric airway stenosis**. *Otolaryngol Clin North Am*. 2008;41(5):891–902.
13. Foltran F, Ballali S, Passali FM, et al. **Foreign bodies in the airways: a meta-analysis of published papers**. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012;76(Suppl 1):S12–S19.
14. Fidkowski CW, Zheng H, Firth PG. **The anesthetic considerations of tracheobronchial foreign bodies in children**. *Anesth Analg*. 2010;111(4):1016–1025.
15. Freitag L, Gördes M, Zarogoulidis P, et al. **Towards individualized tracheobronchial stenting**. *Eur Respir Rev*. 2017;26(143):160084.
16. Antón-Pacheco JL, Cano I, Comas J, et al. **Airway stenting in children: current status and future perspectives**. *Pediatr Pulmonol*. 2014;49(1):1–10.
17. Eber E. **Bronchoscopy in infants and children**. *Paediatr Respir Rev*. 2007;8(2):116–128.
18. Nicolai T. **The role of rigid bronchoscopy in pediatric airway disease**. *Paediatr Respir Rev*. 2004;5(2):147–153.

19. Korlacki W, Korecka K, Dzielicki J. **Foreign body aspiration in children: diagnostic and therapeutic role of bronchoscopy.** *Pediatr Surg Int.* 2011;27(8):833–837.
20. Rutter MJ, Hart CK, Kerschner JE. **The management of complex pediatric airway disease.** *Otolaryngol Clin North Am.* 2008;41(5):999–1021.