

Fibrobroncoscopia, reconstrucción tridimensional de la vía aérea y broncoscopia virtual en pacientes con patología de la vía aérea: Estudio preliminar

J.A. Matute¹, I. Gordillo², M.A. García-Casillas¹, R. Romero¹, J. Lafuente², J. Vázquez¹

¹Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Infantil «Gregorio Marañón». Madrid.

²Servicio de Radiología. Hospital General Universitario «Gregorio Marañón». Madrid.

RESUMEN: La broncoscopia es el medio de diagnóstico estándar en pacientes con malformaciones de la vía aérea. El TAC helicoidal ha hecho realidad estudios como la broncoscopia virtual y la reconstrucción tridimensional de la luz traqueobronquial. El propósito de este trabajo es analizar la correlación entre la fibrobroncoscopia analógica, la reconstrucción 3-D de la vía aérea y la broncoscopia virtual en pacientes con malformaciones de la vía aérea.

Material y métodos. Desde enero de 2001 a marzo de 2002 hemos evaluado la vía aérea de 17 pacientes con malformaciones de la vía aérea mediante un protocolo de diagnóstico consistente en fibrobroncoscopia y TAC torácico helicoidal con reconstrucción 3-D de la vía aérea y broncoscopia virtual. El radiólogo que interpretó el TAC no tuvo acceso al diagnóstico broncoscópico. Se analizaron la edad al diagnóstico, la malformación cardiovascular asociada, la indicación del estudio, localización de la lesión de la vía aérea, otros datos aportados por el TAC, el grado de concordancia diagnóstica, la causa de la lesión y el grado de influencia en el tratamiento quirúrgico aplicado.

Resultados. Se realizaron 20 exploraciones a 17 pacientes con una edad en el momento de la exploración de $1,64 \pm 0,48$ años (7 días-7 años). Doce pacientes tenían anomalías asociadas de la aorta, las arterias pulmonares o los troncos supra-aórticos. En 13 casos la concordancia diagnóstica fue excelente (65%), buena en 6 (30%) y pobre en un caso (5%). La reconstrucción 3-D de la vía aérea aportó información extra-traqueobronquial en 14 casos (70%): en tres exactitud en la extensión de la lesión traqueal y en 11 definió la causa de la compresión. En el 100% de las exploraciones se obtuvo una concordancia total en cuanto a la localización de la lesión traqueobronquial. En 6 pacientes la información del TAC helicoidal modificó el tratamiento (35%). En 7 de los 11 pacientes con malformación cardiovascular asociada no se realizaron estudios posteriores de imagen, comprobándose durante la cirugía una concordancia anatómica exacta en todos ellos.

Conclusiones. La reconstrucción 3-D de la vía aérea y la broncoscopia virtual proporcionadas por el TAC helicoidal constituyen una excelente herramienta diagnóstica en pacientes con patología congénita traqueobronquial, y específicamente contribuyen de forma definitiva a la determinación de la localización de la lesión, diámetro y extensión de la misma. La correlación entre la broncoscopia analógica y virtual

es excelente, aunque son necesarios estudios multicéntricos para determinar con exactitud su valor diagnóstico.

PALABRAS CLAVE: Broncoscopia; Broncoscopia virtual; Reconstrucción 3-D; Vía aérea pediátrica.

FIBEROPTIC BRONCHOSCOPY, 3-D RECONSTRUCTION OF THE AIRWAY AND VIRTUAL BRONCHOSCOPY IN PATIENTS WITH AIRWAY MALFORMATIONS. PRELIMINARY REPORT

ABSTRACT: Bronchoscopy is the diagnostic gold standard in patients with airway malformations. Helical CT scan has produced studies such as virtual bronchoscopy or 3-D reconstruction of the airway. The purpose of this study is to analyze the correlation between fiberoptic bronchoscopy, virtual bronchoscopy and 3-D reconstruction of the airway in patients with airway malformations.

Methods. From January 2001 to March 2002 we evaluated the airway of 17 patients with airway malformations by means of a diagnostic protocol consisting on fiberoptic bronchoscopy, and Helical CT scan with 3-D reconstruction of the airway and virtual bronchoscopy. The radiologist had no access to bronchoscopic information. Age at study, associated cardiovascular anomalies, indications, localization, degree of diagnostic concordance, etiology and influence in treatment were analyzed.

Results. 20 studies were done to 17 patients whose mean age was 1.64 ± 0.48 years (7 days-7 years). Twelve patients had associated anomalies of the aorta, pulmonary arteries or supraortic vessels. Excellent concordance was obtained in 13 cases (65%), good in 6 (30%) and poor in one (5%). 3-D reconstruction of the airway and adjacent vascular structures provided additional information in 14 cases (70%): in 3 exact length of the tracheal lesion and in 11 defined the cause of the compression. In all the cases, absolute concordance in localization was obtained. CT scan information modified treatment in 6 patients (35%). In 7 patients with associated vascular anomalies, no further image studies were done, confirming the anatomy concordance during surgery.

Conclusions. 3-D reconstruction of the airway and virtual bronchoscopy are excellent diagnostic tools in patients with airway malformations, and contribute to define the etiology, length and diameter of the lesion. Excellent diagnostic correlation was obtained between analogic and virtual bronchoscopies, although further multicentric studies should be conducted.

KEY WORDS: Bronchoscopy; Virtual bronchoscopy; 3-D reconstruction; Pediatric airway.

Correspondencia: Dr. José A. Matute y de Cárdenas. Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital General Universitario «Gregorio Marañón». C/ Doctor Castelo, 49. 28009 Madrid.

Recibido: Septiembre 2002

Aceptado: Octubre 2002

Tabla I Protocolo de estudio de TAC helicoidal

SSHCT: AV Expander Philips	
Grosor (mm)	2
Tiempo (sec)	1
Pitch	1,5:1
Reconstrucción cada (mm)	1
Kv	120
mAs	150
Contraste IV	
100-150 imágenes	
3D-procesado: Easy Vision, Philips	

Tabla II Malformaciones cardiovasculares asociadas

Sling arteria pulmonar	3
Tronco braquicefálico anómalo	3
Subclavia derecha aberrante	1
Doble arco aórtico	1
Ventana aorto-pulmonar	1
Transposición grandes arterias	1
Técnica de Norwood (SCIH)	1
Técnica de Rastelli	1
<i>SCIH: Síndrome de corazón izquierdo hipoplásico</i>	

INTRODUCCIÓN

El método de diagnóstico por excelencia para las lesiones tanto congénitas como adquiridas de la vía aérea ha sido y es la broncoscopia, la cual establece la anatomía de la lesión, el grado de severidad de la misma y la extensión.

El desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de diagnóstico por imagen, tales como la reconstrucción tridimensional de la luz traqueobronquial o la broncoscopia virtual generadas a partir de imágenes de la tomografía axial computerizada (TAC) helicoidal abren un nuevo campo de diagnóstico en este tipo de pacientes, al igual que en otras áreas de la medicina⁽¹⁻⁵⁾.

El propósito del presente estudio es tratar de determinar si existe una buena correlación diagnóstica entre la fibrobroncoscopia, la reconstrucción tridimensional de la luz traqueobronquial y la broncoscopia virtual en nuestro medio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizan los estudios realizados a 17 pacientes con patología de la vía aérea durante el período comprendido entre enero de 2001 y marzo de 2002, tanto pre como postoperatoriamente, mediante un protocolo prospectivo consistente en la realización de fibrobroncoscopia y estudio de imagen de TAC helicoidal.

La fibrobroncoscopia se practicó en la UCIP, UCIN o en el quirófano según cada caso, utilizando sedación con ketamina y midazolam IV, con monitorización cardiopulmonar estándar, mediante fibrobronoscopios Olympus pediátricos (Olympus BF 3C40, BF N20, BF XP40; Olympus Optical Co. Hamburgo, Alemania) de diámetros 2,2, 3,5 y 2,8 mm en función de la edad del paciente. Las exploraciones se registraron en vídeo VHS para su posterior estudio comparativo con las técnicas de imagen.

El protocolo de TAC torácico helicoidal se muestra en la tabla I. Mediante el mismo se obtuvieron entre 100 y 150 imágenes que posteriormente fueron procesadas en una estación informática Easy Vision de Philips para generación de los es-

Tabla III Diagnósticos fibrobronoscópicos

Estenosis	3
Compresión	7
Malacia	3
Dehiscencia	1
Permeable	3
Normal	3

tudios de broncoscopia virtual y reconstrucción 3-D de la luz de la vía aérea. En los casos de sospecha de malformación vascular asociada se administró al paciente contraste intravenoso. El radiólogo encargado de realizar los estudios de imagen no tuvo acceso a los diagnósticos bronoscópicos.

La verificación de los diagnósticos se realizó bien durante la cirugía o mediante otros estudios de imagen (angiografía).

Se analizan la edad al diagnóstico, tipo de malformación, localización de la misma, extensión, grado de severidad, malformaciones cardiovasculares asociadas, grado de concordancia diagnóstica y el impacto sobre el tratamiento posterior aplicado a los pacientes.

RESULTADOS

La edad media al diagnóstico fue de 1,64 años, con un rango entre los 7 días y los 7 años. Catorce estudios se realizaron de forma pre-operatoria y seis en el postoperatorio de los pacientes. Doce pacientes presentaron malformaciones cardiovasculares asociadas (Tabla II).

La tabla III muestra los diagnósticos fibrobronoscopios realizados, entre los que cabe resaltar tres estenosis traqueales congénitas (Fig. 1), siete compresiones de la vía aérea y tres malacias. De igual forma, la tabla IV muestra los diagnósticos de imagen realizados.

Analizando la concordancia diagnóstica obtenida, observamos que fue excelente en 13 de los 20 estudios (65%), buena en 6 (30%) y pobre en un caso (5%), lo que arroja un 95% de buenos resultados globales. Las discrepancias diagnósti-

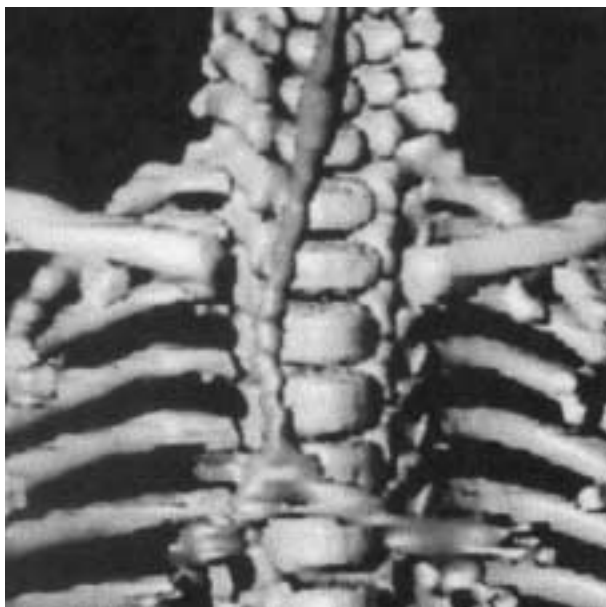


Figura 1. Proyección anterior de reconstrucción 3-D de la luz traqueobronquial de un paciente con estenosis traqueal congénita que afecta al 50% distal de la tráquea y donde podemos observar que tanto la carina como los bronquios principales se encuentran normales.

cas entre ambos estudios del protocolo fueron cuatro: dos casos interpretados como traqueomalacia y broncomalacia, respectivamente, por la fibrobroncoscopia, y una estenosis bronquial fueron realmente compresiones vasculares sobre la vía aérea, así como una vía aérea interpretada como «permeable» por la fibrobroncoscopia fue etiquetada de normal en el TAC. No existieron discrepancias en ningún caso en cuanto a la localización de la lesión.

Uno de los resultados más llamativos obtenidos hace referencia a la información adicional obtenida en los estudios de imagen. En 14 de las 20 exploraciones (70%) el TAC helicoidal aportó datos relativos tanto a la extensión de la lesión (en los casos de estenosis traqueal congénita y en un caso de compresión bronquial severa del bronquio principal izquierdo) como en lo que se refiere a la causa de la compresión en 11 exploraciones (Figs. 2 y 3).

Esta información tuvo una repercusión directa en el tratamiento de los pacientes, y más concretamente contribuyó a modificar la actitud terapéutica en 6 de los 17 pacientes (35%): en cuatro pacientes se modificó la técnica quirúrgica a emplear, en otro caso indicamos la reintervención quirúrgica y en el restante contribuyó a la indicación de colocación de una prótesis endobronquial.

DISCUSIÓN

El diagnóstico de las lesiones de la vía aérea se establece mediante la broncoscopia, siendo éste el «gold estándar»

Tabla IV Diagnósticos del TAC helicoidal.

Estenosis traqueal congénita	2
Compresión	11
Malacia	1
Dehiscencia	1
Permeable	3
Normal	4



Figura 2. Proyección oblicua posterior derecha de reconstrucción 3-D de estructuras mediastínicas en pacientes con estenosis traqueal y sling de la arteria pulmonar donde podemos observar el recorrido que tiene la arteria pulmonar izquierda naciendo de la arteria pulmonar derecha y abrazando a la tráquea distal a su paso entre la misma y el esófago.

diagnóstico hasta el momento actual, ya que permite tipificar el tipo de lesión que presenta el paciente, establecer adecuadamente su localización de la misma, así como el grado de severidad y su extensión.

Una de las limitaciones que hemos encontrado tradicionalmente a la hora de establecer la extensión de las estenosis traqueales severas era la contraindicación relativa al paso del endoscopio por la zona traqueal estenótica, lo que puede generar un episodio agudo y muy grave de obstrucción respiratoria por edema de la mucosa traqueal con consecuencias letales en muchas ocasiones. Este hecho, junto a la magnificación de la imagen que produce la fibrobroncoscopia, hacen que la valoración de este tipo de lesiones de la vía aérea no sea todo lo certera que cabría esperar.

El desarrollo de nuevas técnicas de imagen basadas en el uso del TAC helicoidal y su tratamiento informático posterior han dado lugar a estudios de distintos órganos de una forma no invasiva, tales como la reconstrucción tridimensio-



Figura 3. Proyección oblicua anterior izquierda de reconstrucción 3-D de estructuras traqueobronquiales y vasculares en paciente con compresión bronquial izquierda provocada por aorta descendente.

nal de la luz vascular y traqueobronquial, y estudios endoscópicos virtuales del aparato digestivo⁽¹⁻⁵⁾.

Estos dos factores nos llevaron a intentar buscar en nuestro medio cuál es el grado de correlación diagnóstica entre ambos procedimientos, hecho ya publicado con anterioridad por otros autores⁽⁶⁻¹¹⁾.

El primer dato a analizar es la excelente correlación existente entre ambos diagnósticos broncoscópicos. Sólo en un paciente los diagnósticos eran diferentes, y fue debido probablemente a la presencia de secreciones en la vía aérea del paciente que pueden inducir a falsos positivos en la interpretación del TAC, toda vez que esta técnica utiliza como medio de contraste el aire existente en la vía aérea⁽¹²⁾. En los demás casos, las diferencias existentes se explican probablemente por la curva de aprendizaje en la interpretación de las imágenes.

El TAC helicoidal aporta una serie de ventajas incuestionables con respecto a la fibrobroncoscopia: exactitud en la valoración de la extensión, severidad de la lesión, y precisión a la hora de determinar los factores etiopatogénicos de la misma.

En todos los casos de estenosis traqueobronquial, el TAC nos ha permitido establecer exactamente cuál fue la extensión, siendo decisivo a la hora del planteamiento quirúrgico a aplicar, o bien en cuanto a qué tipo de tratamiento emplear.

En lo que se refiere a la determinación de la localización de la lesión, no hemos encontrado discrepancia alguna entre ambos estudios, lo que concuerda con los datos publicados por otros autores⁽¹³⁾.

La severidad o grado de estenosis al que nos enfrentamos

Tabla V Análisis comparativo de ventajas de la broncoscopia y del TAC helicoidal.

	Broncoscopia	TAC helicoidal
Invasividad	Sí	No
Dinamicidad	Sí	No
Estudio totalidad V.A.	No	Sí
Información extra-V.A.	No	Sí
Aspecto mucosa	Sí	No
Falsos positivos	No	Sí

(V.A.): Vía aérea

también ha sido claramente determinado por el TAC, de tal forma que nos ha permitido establecer adecuadamente el momento de la cirugía y el tipo de técnica a emplear en los casos de estenosis traqueal, en contraposición a la moderada magnificación de la imagen que se produce en la broncoscopia, tanto rígida como flexible⁽¹³⁾. Pero también nos ha permitido elegir adecuadamente el calibre y longitud de prótesis endobronquiales sin necesidad de recurrir a otras técnicas de imagen como la broncografía, la cual no está exenta de complicaciones. Este hecho suprime en nuestro medio a la broncografía del arsenal diagnóstico para este tipo de pacientes.

De entre las ventajas que aporta el TAC al estudio de estos pacientes, destaca el diagnóstico de la etiología de la compresión de la vía aérea. En todos los casos de la serie, la prueba de imagen determinó con exactitud la causa de la misma, factor de vital importancia a la hora del tratamiento del paciente y con complicaciones fundamentales en la evolución posterior. Este dato explica el por qué no hemos realizado otro estudio de imagen en 7 de los 11 pacientes con malformación asociada de los grandes vasos y cuya exactitud se comprobó posteriormente durante la cirugía correctora.

El TAC también ha influido de forma determinante en la modificación del tratamiento, siendo un 30% un porcentaje muy elevado a nuestro entender que debe ser tenido en consideración.

Entre los inconvenientes del TAC como prueba diagnóstica caben destacar el hecho de ser un estudio no dinámico y, por lo tanto, poco valorable a la hora de estudiar lesiones, cuyo comportamiento y grado de gravedad dependen en gran medida de los movimientos respiratorios, el presentar artefactos debidos a la presencia de secreciones en la vía aérea que crearán defectos de repleción o los propios movimientos respiratorios, y el no valorar cualitativamente el aspecto de la mucosa respiratoria.

Si analizamos por separado las ventajas e inconvenientes de cada una de las pruebas (Tabla V), vemos que lo que es una ventaja para una es una desventaja para la otra. Este dato, junto a la gran rentabilidad de ambas, nos ha llevado a mo-

dificar nuestra aproximación diagnóstica al paciente con patología traqueobronquial, estando actualmente nuestro protocolo de diagnóstico basado en ambas pruebas, toda vez que creemos que sólo mediante la utilización de ambos obtendremos un estudio completo del caso que nos permita un correcto planteamiento terapéutico.

Finalmente, creemos que en pacientes asintomáticos el TAC puede llegar a ser la herramienta de control evolutivo⁽⁹⁾, sin necesidad de realizar broncoscopias de control, aunque tanto esta idea como los datos anteriores aquí presentados deberían ser objeto de estudios multicéntricos que nos permitan determinar con exactitud cuál es el valor real de esta pauta diagnóstica. El desarrollo de nuevos equipos como el TAC helicoidal de multidetectores contribuirá a su vez a despejar esta incógnita⁽¹⁴⁾.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dykes CM. Virtual colonoscopy: a new approach for colorectal cancer screening. *Gastroenterol Nurs* 2001;**24**:5-11.
2. Asimos DG, Vining DJ. Virtual endoscopy. *J Endourol* 2001;**15**:47-51.
3. Burtscher J, Dess A, Bale R, Eisner W, Auer A, Twerdy K, Felber S. Virtual endoscopy for planning endoscopic third ventriculostomy procedures. *Pediatr Neurosurg* 2000;**32**(2):77-82.
4. Smith PA, Heath DG, Fishman EK. Virtual angiography using spiral CT and realtime interactive volume-rendering techniques. *J Comput Assist Tomogr* 1998;**22**(2):212-214.
5. Berdon WE. Rings, slings, and other things: vascular compression of the infant trachea up-dated from the midcentury to the millennium: the legacy of Robert E, Gross MD, and Edward BD. Neuhauser, MD. *Radiology* 2000;**216**(3):624-632.
6. Lam WW, Tam PK, Chan FL, Chan KL, Cheng W. Esophageal atresia and tracheal stenosis: use of three-dimensional CT and virtual bronchoscopy in neonates, infants and children. *AJR* 2000;**174**:1009-1012.
7. Konen E, Katz M, Rozenman J, Ben-Shlush A, Itzhak Y, Szeinberg A. Virtual bronchoscopy in children: early clinical experience. *AJR* 1998;**171**:1699-1702.
8. Fleiter T, Merkle EM, Ashoff AJ, Lang G, Stein M, Gorich J, Liewald F, Rilinger N, Sokiranski R. Comparison of real-time virtual and fiberoptic bronchoscopy in patients with bronchial carcinoma: opportunities and limitations. *AJR* 1997;**169**:1591-1595.
9. Liewald F, Lang G, Fleiter T, Sokiranski R, Alter G, Orend KH. Comparison of virtual and fiberoptic bronchoscopy. *Thorac Cardiovasc Surg* 1998;**46**:361-364.
10. Vining DJ, Liu K, Choplin RH, Haponik EF. Virtual bronchoscopy. Relationship of virtual reality endobronchial simulations to actual bronchoscopic findings. *Chest* 1996;**109**:549-553.
11. Gluecker T, Lang F, Bessler S, Monnier P, Meuli R, Schnyder P, Duvoisin B. 2D and 3D CT imaging correlated to rigid endoscopy in complex laryngo-tracheal stenoses. *Eur Radiol* 2001;**11**(1):50-54.
12. Rapp-Bernhardt U, Welte T, Budinger M, Bernhardt TM. Comparison of three-dimensional virtual endoscopy with bronchoscopy in patients with oesophageal carcinoma infiltrating the tracheobronchial tree. *Br J Radiol* 1998;**71**:1271-1278.
13. Hoppe H, Walder B, Sonnenschein M, Vock P, Dinkel HP. Multidetector CT virtual bronchoscopy to grade tracheobronchial stenosis. *AJR* 2002;**178**:1195-1200.
14. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002;**12**:1022-1044.