

RECIBIDO:
16 agosto 2022
APROBADO:
11 septiembre 2022

Broncoscopia virtual como herramienta diagnóstica de cáncer de pulmón periférico

Virtual Bronchoscopy as a Diagnostic Tool for Peripheral Lung Cancer

Byron Leonel Saraguro Ramírez¹, Otilia Birmania Torres Murillo²,
María José Rueda Manzano³, Denisse Andrea Menéndez Castello⁴

Byron Leonel Saraguro Ramírez
0000-0003-4271-3909
Otilia Birmania Torres Murillo
0000-0001-9574-5192
María José Rueda Manzano
0000-0002-5269-6404
Denisse Andrea Menéndez Castello
0000-0003-4022-9988

1. Servicio de Neumología. Hospital General Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS Babahoyo. Babahoyo-Ecuador
2. Servicio de Imagenología. Hospital General Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS Babahoyo. Babahoyo-Ecuador
3. Facultad de Enfermería Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador
4. Enfermería. Hospital General Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS Quevedo. Quevedo-Ecuador

AUTOR CORRESPONSAL:

Byron Leonel Saraguro Ramírez: byronsaraguard@gmail.com

Resumen

Introducción: la broncoscopia virtual es un método no invasivo que produce una visión tridimensional de la vía aérea a partir de datos obtenidos de tomografía computarizada helicoidal, lo que proporciona una visión similar a aquella producida por la broncoscopia convencional. **Caso clínico:** paciente femenino de 49 años de edad con cuadro de hemoptisis, pérdida de peso, disnea y dolor torácico. La tomografía de tórax demostró nódulo espiculado con signo del bronquio positivo, se identificó el subsegmento C del segmento anterior del lóbulo superior izquierdo a través de navegación virtual y, bajo guía fluoroscópica, se realizó biopsia transbronquial con fórceps, con diagnóstico histopatológico de carcinoma de células pequeñas, lo que disminuyó el tiempo quirúrgico y la exposición a radiación al paciente y personal sanitario. **Conclusión:** la tomografía computarizada y la broncoscopia pueden ser utilizadas como técnicas complementarias, por esta razón, la broncoscopia virtual proporciona información tanto diagnóstica como potencialmente terapéutica.

Palabras clave: tomografía computarizada, broncoscopia virtual, cáncer de pulmón, software.

Abstract

Introduction: virtual bronchoscopy is a non-invasive method that produces a three-dimensional view of the airway, based on data obtained from helical computed tomography, that provides a view simi-

lar to that produced by conventional bronchoscopy. **Clinical case:** a 49-year-old female patient with symptoms of hemoptysis, weight loss, dyspnea and chest pain. Chest tomography revealed a spiculated nodule with a positive bronchial sign, subsegment C of the anterior segment of the left upper lobe was identified through virtual navigation and, under fluoroscopic guidance, a transbronchial forceps biopsy was performed, with histopathological diagnosis of small cell carcinoma, that reduced surgical time and radiation exposure to the patient and healthcare personnel. **Conclusion:** computed tomography and bronchoscopy can be used as complementary techniques, for this reason, virtual bronchoscopy provides both diagnostic and potentially therapeutic information.

Keywords: computed tomography, virtual bronchoscopy, lung cancer, software.

Introducción

La broncoscopia virtual es la representación del árbol bronquial y sus estructuras circundantes, proveniente de información espacial derivada de imágenes basadas en tomografía computarizada de tórax, obtenidas con cortes finos en modalidad helicoidal.¹

Es un método no invasivo que permite el abordaje de la vía aérea desde la tráquea, hasta la octava generación bronquial, con la ventaja de disponer de un medio de contraste natural que es el aire contenido en la luz de la vía aérea, lo que proporciona una visión anatómicamente realista del árbol traqueobronquial.²

Permite determinar anomalías como estenosis total o parcial por compresión extrínseca por masas tumorales; identificar irregularidades de la pared, cuerpos extraños; evaluación pre y pos operatoria del árbol bronquial en cuanto a diámetro y longitud de las estenosis; evaluación del árbol bronquial distal a estenosis que no puede ser atravesado con broncoscopia, proliferación intraluminal y extensión extraluminal de masas y su relación con el árbol bronquial; marcación de lesiones pulmonares periféricas para identificar su localización para resección por cirugía torácica; selección de stents apropiados antes de su colocación; guía para biopsia transbronquial con agu-

ja; ayuda navegacional para mejorar el rendimiento y seguridad de la biopsia transbronquial.^{3,4}

Tiene una alta sensibilidad en la evaluación de estenosis del árbol traqueobronquial.⁵ Las tasas de eficacia son de 98% para broncoscopia virtual, 96% para imágenes sagitales reformateadas y 96% para imágenes coronales reformateadas.⁶ Para la localización de un cuerpo extraño, su sensibilidad es de 90%, especificidad de 100% y valor predictivo positivo de 97,3%.⁷

Las imágenes son similares a las obtenidas con broncoscopia, lo que permite la detección de signos de malignidad como irregularidad de la pared, pérdida de cartílago, edema de vía aérea. Sin embargo, una de sus limitaciones es su incapacidad de determinar características de la mucosa, tales como infiltración mucosa, dilatación vascular y necrosis.⁸

Los tomógrafos multidetectores actuales (64 cortes) pueden lograr resoluciones en los ejes x, y, z en el orden de 0.6 mm. Las imágenes individuales se apilan una encima de otra para crear un bloque tridimensional. A través de un proceso llamado segmentación, regiones específicas como aire o tejido pueden ser extraídas y presentadas como una malla poligonal, representando la superficie del órgano.⁹

Con broncoscopia, el rendimiento diagnóstico de lesiones pulmonares periféricas es insuficiente, debido a que están localizadas más allá de los bronquios segmentarios y por lo tanto no pueden detectarse.¹⁰

Para el diagnóstico de lesiones pulmonares periféricas, el enfoque transbronquial usando broncoscopia flexible es el método más factible. El signo del bronquio, determinado en tomografía computarizada, es un factor importante para la sensibilidad diagnóstica. Puede ser usada en combinación con tomografía computarizada, fluoroscopia por rayos X y ultrasonografía endobronquial (EBUS).¹¹

La tasa diagnóstica de broncoscopia convencional para lesiones malignas es de 20%-84% y, para lesiones menores de 3 cm, de 18%-31%. La combinación de broncoscopia ultrafina y navegación por broncoscopia virtual mejora la sensibilidad diagnóstica para cáncer de pulmón. El rendimiento diagnóstico para lesiones pulmonares periféricas utilizando broncoscopia ultrafina en combinación con tomografía computarizada y broncoscopia virtual varía de 65.4% a 81.6%. Usando ultrasonido endoscópico (EBUS) y broncoscopia virtual varía entre 63.3% y 84.4%; la combinación de broncoscopia virtual y fluoroscopia por rayos X está entre 62.5% y 78.7%; y, en lesiones ≤ 2 cm, entre 54.5% y 76,9%.

Un paquete de software útil debe proveer una adecuada visualización tridimensional de las estructuras de la vía aérea y representar con precisión las relaciones del árbol bronquial con las estructuras circundantes, como los vasos sanguíneos. Además, debe proporcionar las mediciones precisas de la luz de la vía aérea, muy útiles en broncoscopia intervencionista. Debe estar disponible en un formato utilizable que permita su visualización antes y durante el procedimiento. Programas de software, como Amira, son herramientas comerciales de análisis de imagen.

En cuanto a la técnica, se recomienda un espesor de corte ≤ 1 mm y minimizar la colimación (0.5-1mm) que permite la visualización de áreas más periféricas en cortes axiales, sagitales y coronales, y la orientación para guiar al broncoscopio al bronquio objetivo.

Entre las desventajas de la broncoscopia virtual, se destaca que el nivel de los detalles anatómicos visualizados depende de la información adquirida en la tomografía computarizada. Puede presentar falsos negativos por artefactos con los movimientos respiratorios o presencia de moco en la vía aérea, los falsos positivos se pueden presentar en un 18%; expone a radiación al paciente, y depende de la disponibilidad y uso de hardware, TC y software.¹² Es operador dependiente, por lo que debe ser realizada por personal debidamente entrenado.¹³

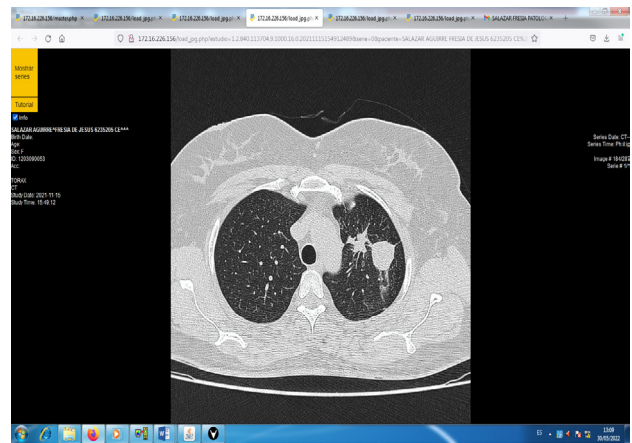
La visualización por endoscopia virtual evita los riesgos asociados con la broncoscopia convencional, minimiza las dificultades durante el procedimiento y disminuye la tasa de morbilidad, especialmente para endoscopistas en entrenamiento.¹⁴

Reporte de caso

Femenino de 49 años de edad, con antecedentes de diabetes mellitus tipo 2 insulino dependiente, tuberculosis pulmonar hace 1 año determinado por GeneXpert en lavado broncoalveolar, para el cual completó tratamiento durante seis meses con esquema antituberculoso. Acude con cuadro de hemoptisis de tres meses de evolución, pérdida de peso no cuantificada, dolor en hemitórax posterior izquierdo y disnea mMRC grado 2. Al examen físico, auscultación normal. Los estudios de laboratorio se encontraban dentro de rango normal a excepción de la hemoglobina glicosilada en 11.8%. La tomografía de tórax demostró, a nivel de segmento anterior de lóbulo superior izquierdo, una lesión hiperdensa de 24,5 x 27,6 mm de contornos regulares con densidad de 22 unidades Hounsfield (UH), con medio de contraste 27 UH;

Figura 1.

TC simple de tórax corte axial. Lesión espiculada y lesión de contornos regulares situados en segmento anterior de lóbulo superior izquierdo



adyacente a esta, una lesión de bordes espiculados de 17,6 x 19,1 mm, con una densidad de 18 UH, con signo del bronquio positivo, que realza con medio de contraste hasta 95 UH (figura 1).

Ante estos hallazgos se planificó navegación virtual con guía tomográfica, con tomógrafo Philips® Brilliance 16 y software de pos procesamiento OXIRIS®.

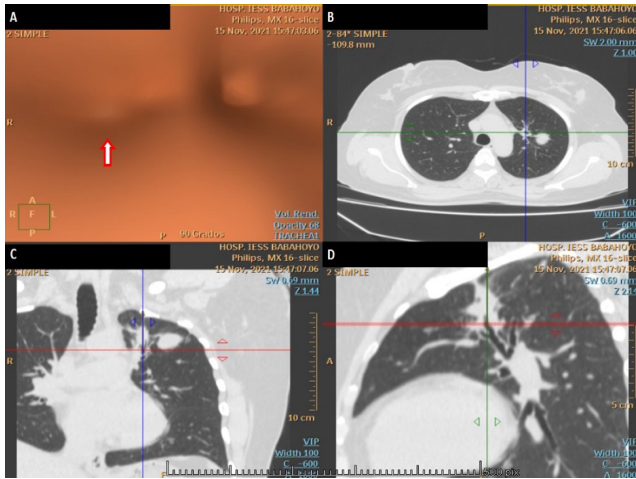
Se colocó al paciente en decúbito supino con dirección de los pies hacia el gantry y los brazos hacia la cabeza. Se obtuvo el topograma en anteroposterior; FOV de 50 x 50 con una matriz de un campo de visión de 512x512 con un KV 120, miliamper segundo 195; anchura de ventana mediastínica de W:400 L:40; anchura de ventana pulmonar W:600 L:550. Se programaron los cortes desde el cartílago cricoides hasta el borde inferior del hígado, el barrido se realizó en inspiración con cortes de 1 mm con intervalos de 1 mm, con pitch de 0.75 mm en un tiempo de 10 segundos.

El paquete de imágenes obtenidas del barrido en cortes axiales se envió a la estación de trabajo. En el programa de reconstrucción OXIRIS®, se realizó el trabajo post adquisición de imágenes. Con este software, se obtuvieron las imágenes en planos coronales, sagitales, 3D con reconstrucción en volumen rendering del pulmón y navegación virtual a través del árbol traqueobronquial.

La navegación virtual se realizó con la técnica ENDO, que consta en el programa OXIRIS®. Se navegó en la ventana pulmonar, comenzando desde la tráquea, se progresó hacia la carina, luego hacia los bronquios principales hasta identificar el sitio de la lesión. Se identificó la lesión de bordes espiculados con captación de medio de contraste, localizada a nivel del sub-

Figura 2.

A. Navegación virtual: Identificación de subsegmento C de segmento anterior de LSI (flecha). **B.** Corte axial. Delimitación de lesión espiculada en LSI. **C.** Corte coronal. Delimitación de lesión espiculada en LSI. **D.** Corte sagital. Identificación de lesión espiculada con signo del bronquio positivo.



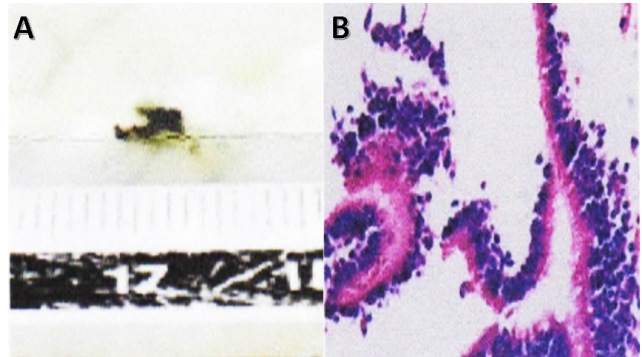
segmento C del segmento anterior del lóbulo superior izquierdo, la cual presentaba signo del bronquio positivo (figura 2). Este proceso duró diez minutos. Se realizó captura de las mejores imágenes que sirvieron de guía para la videobroncoscopia.

Se realizó el procedimiento endoscópico 48 horas posteriores a la reconstrucción virtual. Con anestesia general, se orointubó a la paciente con traqueoscopio rígido Dumon® 12 bajo guía de broncoscopia flexible Ambus® aScope™ de 5.8 mm de diámetro externo y 2.8 mm de canal de trabajo. Se identificó el segmento anterior del lóbulo superior izquierdo, su mucosa presentaba eritema. Bajo guía de fluoroscopia Philips®, se realizó biopsia transbronquial con fórceps a nivel de subsegmento C, y se extrajeron ocho fragmentos que se depositaron en medio de transporte con formol. No se presentaron complicaciones durante, ni posterior al procedimiento.

El estudio histopatológico reportó células epiteliales relativamente pequeñas con poco citoplasma, límites celulares mal delimitados y cromatina granular fina del tipo de patrón de sal y pimienta, y nucléolos imperceptibles. Células redondas, ovaladas y otras fusiformes con amoldamiento nuclear. Su tamaño algo menor al de los linfocitos pequeños en reposo con aumento del número de mitosis en relación con carcinoma de células pequeñas.

Figura 3.

A. Visión macroscópica de fragmentos de tejido pulmonar que en conjunto miden 0.3 x 0.2 x 0.2 cm. **B.** Visión microscópica: células epiteliales pequeñas con poco citoplasma con cromatina granular fina.



Discusión

La broncoscopia virtual facilita la evaluación del árbol traqueobronquial desde múltiples ángulos, superando los límites de la broncoscopia convencional. Es una eficaz, no invasiva y rápidamente reproducible modalidad de imagen que puede complementar los enfoques diagnósticos convencionales.

Hoppe et al.,⁵ en su estudio incluyeron 20 pacientes sometidos a tomografía computarizada y broncoscopia flexible, 15 pacientes fueron diagnosticados con carcinoma bronquial y 5 tuvieron broncoscopia normal. Se determinó estenosis en 18 pacientes usando broncoscopia virtual. La eficacia en las imágenes en broncoscopia virtual fue de 98% para establecer estenosis traqueobronquial, pues permite imágenes más realistas de la luz bronquial estrechada. A través de la tomografía computarizada axial, tuvieron una sensibilidad del 95.5% y una especificidad de 96.1% en determinar estenosis traqueal.

Fleiter et al.¹⁵ compararon los resultados de fibrobroncoscopia y broncoscopia virtual desarrollados en pacientes con carcinoma bronquial y determinaron resultados diagnósticos en 19 de 20 pacientes. Estas técnicas incrementaron el rendimiento diagnóstico de carcinoma de células pequeñas en nuestro estudio de caso, en el primer procedimiento endoscópico planificado.

El análisis de dos ensayos clínicos reportados por Asano et al.¹⁰ sugiere que la broncoscopia virtual es útil para muchos pacientes pero no es necesario aplicarla en todos. En el presente caso, al demostrar una lesión periférica con signo del bronquio positivo y captación del medio de contraste en el estudio tomográfico de tórax, decidimos desarrollar broncoscopia virtual previo a videobroncoscopia, para localizar con

precisión el segmento y subsegmento bronquial específico para toma de biopsias y así incrementar la tasa de eficacia diagnóstica y evitar la exploración innecesaria de otros segmentos bronquiales.

Ishida et al.,¹⁶ en un ensayo clínico controlado, demostraron que el rendimiento diagnóstico de broncoscopia virtual fue de 80.4%, en comparación con biopsia sin broncoscopia virtual que fue de 67%. Además, el tiempo de inicio para toma de biopsia fue menor en el grupo de broncoscopia virtual en un grupo de 200 pacientes con lesiones pulmonares periféricas. La broncoscopia desarrollada en la paciente, una vez determinado el subsegmento bronquial afectado, permitió reducir tiempos de anestesia y por lo tanto, disminuir el tiempo de desarrollo del procedimiento.

Como lo reportan Dheda et al.,¹² la broncoscopia virtual en un hospital general es útil para el manejo clínico en pacientes seleccionados ya que proporciona información adicional cuando se la compara con la tomografía computarizada en la evaluación de la vía aérea de pacientes no aptos para realización de broncoscopia. También es útil para evaluar la presencia y el grado de obstrucción de la vía aérea, medir la longitud y visualizar más allá de la estenosis, todo lo que demuestra la utilidad de la broncoscopia en pacientes seleccionados en un hospital general. Nuestra institución es una unidad de segundo nivel en donde se desarrollan procedimientos endoscópicos respiratorios de baja, mediana y alta complejidad.

Lacasse et al.¹⁷ demostraron que la broncoscopia virtual pasó por alto 8 de 37 lesiones que estaban obstruyendo la vía aérea y no detectó 3 de 10 lesiones endoluminales.

Cesme et al.¹⁸ incluyeron a 32 pacientes con cáncer central de pulmón, 19 fueron carcinoma de células escamosas y 13 carcinoma de células pequeñas. No incluyeron pacientes con cáncer pulmonar periférico. Demostraron que la broncoscopia virtual no añadió ninguna contribución adicional a la eficacia diagnóstica de cáncer pulmonar de localización central.

Ullal et al.⁷, en un estudio de 150 casos reclutados en un periodo de 10 años, a los cuales se les realizó broncoscopia virtual, detectaron la presencia de un cuerpo extraño en vía aérea. Fueron sometidos a broncoscopia rígida 148 niños, con un valor predictivo positivo para la broncoscopia virtual de 97,3%, y para la broncoscopia rígida un valor predictivo positivo de 99%.

Koletsis et al.⁴ demostraron que las imágenes generadas por computadora detectaron las mismas estenosis que con broncoscopia, con la ventaja de que la

broncoscopia virtual encontró estenosis adicionales más allá de las áreas que el broncoscopio no puede atravesar. Además, es de utilidad en pacientes que no pueden ser sometidos a broncoscopia convencional.

Iwano et al.,¹¹ a través de biopsia transbronquial guiada por broncoscopia flexible, diagnosticaron 96 de 122 lesiones (79%), con un rendimiento diagnóstico de 91% en lesiones mayores de 3 cm y de 71% en lesiones menores de 3 cm. Nosotros seleccionamos el subsegmento bronquial afectado a través de broncoscopia virtual, lo que permitió tener mayor precisión durante la toma de biopsias a través de videobroncoscopia con guía fluoroscópica; y se diagnosticó, a través de estudios histopatológicos, carcinoma de células pequeñas en una lesión menor de 3 cm.

Conclusiones

La broncoscopia virtual es altamente útil para guiar el broncoscopio hacia una lesión pulmonar periférica, reduce los tiempos, tanto anestésico, como quirúrgico del procedimiento, disminuye significativamente el tiempo de exposición a radiación del personal sanitario y paciente por equipos de fluoroscopia y, tras un abordaje preciso, permite la obtención de muestras para estudios histopatológicos concluyentes. Sin embargo, limitadas instituciones expertas la realizan, tal es el caso de nuestra unidad de endoscopia respiratoria. Es importante desarrollar estudios comparativos con aspiración con aguja transtorácica y broncoscopia convencional para clarificar la posición de la broncoscopia virtual en el diagnóstico de lesiones pulmonares periféricas, así como realizar análisis de costo beneficio y del nivel de habilidad de los operadores y la curva de aprendizaje.

Financiamiento: los autores declaran que el trabajo no tuvo financiamiento.

Conflictos de interés: los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

Contribuciones de los autores: BS: Concepción y diseño del trabajo, broncoscopista principal, realización de broncoscopia virtual, análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito. OT: Concepción y diseño del trabajo, realización de tomografía computarizada, realización de broncoscopia virtual, análisis e interpre-

tación de datos, redacción del manuscrito.
MJR: Concepción y diseño del trabajo, auxiliar de broncoscopia, análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito.
DM: Concepción y diseño del trabajo, auxiliar de broncoscopia, análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito.

El Editor en Jefe, Dr. Francisco Arancibia, aprobó este artículo.

Referencias

1. Ferguson JS, McLeenan G. Virtual Bronchoscopy. *Proc Am Thorac Soc* 2005;2: 488-491. Doi: 10.1513/pats.200508-082DS.
2. Mitev M, Trajkova N, Arabadzhiev D, Valkanov S, Georgieva N. Virtual Bronchoscopy, importance of the method, application and prospects for tumors of the trachea and bronchi. *Trakia Journal of Sciences* 2017;15: 269-273. Doi:10.15547/tjs.2017.03.018
3. Pheng H, Ping F, Kwong L, Han S. Virtual Bronchoscopy. *The International Journal of Virtual Reality* 2000;4: 1-22. Doi:10.20870/IJVR.2000.4.4.2654
4. Koletsis E, Kalogeropoulou CH, Prodromaki E et al. Tumoral and non-tumoral trachea stenoses: evaluation with three-dimensional CT and virtual bronchoscopy. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2007;2:18. Doi:10.1186/1749-8090-2-18
5. Hoppe H, Walder B, Sonnenschein, Vock P, Dinkel H. Multidetector CT Virtual Bronchoscopy to Grade Tracheobronchial Stenosis. *AJR* 2002; 179:1195-1200. Doi: 10.2214/ajr.178.5.1781195
6. Akciger S, Degerlendirilmesinde K, Bronkoskopinin S. Effectiveness of Virtual Bronchoscopy in Evaluation of Centrally Located Lung Cancer. *Bezmialem Science* 2020;9(2):226-30. DOI: 10.14235/bas.galenos.2020.4262
7. Ullal A, Mundra R, Gupta Y, Mishra S. Virtual Bronchoscopy: Highly Sensitive Time and Life Saving Investigation in the Diagnosis of Foreign Body Aspiration-Our experience. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2019; 71:S378-S383. Doi: 10.1007/s12070-018-1319-2
8. Bauer TL, Steiner KV. Virtual Bronchoscopy: Clinical Applications and Limitations. *Surg Oncol Clin N Am* 2007;16:323-328. Doi: 10.1016/j.soc.2007.03.005
9. Cuk V, Belina S, Fures R, Bukovic D, Lovric D. Virtual Bronchoscopy and 3D Spiral CT Reconstructions in the Management of Patient with Bronchial Cancer - Our experience with Syngo 3D Postprocessing Software. *Coll Antropol* 2007;1:315-320.
10. Asano F, Eberhardt R, Herth F. Virtual Bronchoscopic Navigation for Peripheral Pulmonary Lesions. *Respiration* 2014;88:430-440. Doi: 10.1159/000367900
11. Iwano S, Imaizumi K, Okada T, Hasegawa Y, Naganawa S. Virtual bronchoscopy-guided transbronchial biopsy for aiding the diagnosis of peripheral lung cancer. *Eur J Radiol* 2011;79:155-159. Doi:10.1016/j.ejrad.2009.11.023
12. Dheda K, Roberts C, Partridge M, Mootoosamy I. Is virtual bronchoscopy useful for physicians in a district general hospital? *Postgrad Med J* 2004;80:420-423. Doi: 10.1136/pgmj.2003.013946
13. Lazo D, Bunster K. Avances en videoroscopia. *Rev Med Clin Condes* 2015; 26:387-392. Doi: 10.1016/j.rmclc.2015.06.013
14. Toyota K, Uchida H, Ozasa H, Motooka A, Sakura S. Preoperative airway evaluation using multi-slice three-dimensional computed tomography for a patient with severe tracheal stenosis. *British Journal of Anesthesia* 2004; 6:865-7. Doi:10.1093/bja/ae283
15. Fleiter T, Merkle E, Aschoff A et al. Comparison of Real-Time Virtual and fiberoptic Bronchoscopy in Patients with Bronchial Carcinoma: Opportunities and Limitations. *AJR* 1997;169:1591-1595. Doi: 10.2214/ajr.169.6.9393172.
16. Ishida T, Asano F, Yamazaki K et al. Virtual bronchoscopy navigation combined with endobronchial ultrasound to diagnose small peripheral pulmonary lesions: a randomised trial. *Thorax* 2011;66:1072-1077. Doi:10.1136/thx.2010.145490.
17. Lacasse Y, Martel S, Hébert A, Carrier G, Raby B. Accuracy of virtual bronchoscopy to detect endobronchial lesions. *Ann Thorac Surg* 2004; 77:1774-80. Doi:10.1016/j.athoracsur.2003.10.068
18. Cesme D. Effectiveness of virtual bronchoscopy in evaluation of centrally located lung cancer. *Bezmialem Science* 2021;9:226-30. Doi: 10.14235/bas.galenos.2020.4262