

Relación entre el enfisema y el riesgo de neumotórax en la biopsia pulmonar percutánea guiada por tomografía computada

Relationship between emphysema and risk of pneumothorax in percutaneous computed tomography-guided lung biopsy

Ricardo L. Cobeñas, Candelaria Tregea*, Pablo E. Chiaradía, Andrea Amell-Serpa, Germán Espil, Ricardo H. Re

Departamento de Imágenes, Centro de Educación Médica e Investigaciones Clínicas, Hospital Universitario Sede Saavedra, Buenos Aires, Argentina

Resumen

Introducción: La biopsia transtorácica guiada por tomografía computada es uno de los métodos más utilizados por la obtención de una muestra redituable para el estudio histopatológico de nódulos pulmonares. Se destaca el neumotórax como una de las complicaciones más frecuentes. **Objetivo:** Analizar la incidencia de neumotórax en biopsias pulmonares y su relación con el enfisema. Evaluar si existe mayor frecuencia de esta complicación en alguno de los pasos del proceso. **Método:** Estudio retrospectivo que incluyó procedimientos de biopsia pulmonar percutánea realizados entre mayo de 2021 y abril de 2023. Se establecieron como variables la presencia de enfisema, la relación de la lesión a la pleura y el neumotórax como complicación. Se evaluó el RR (IC95%) de neumotórax según la presencia de enfisema y el contacto con la pleura. **Resultados:** Entre 70 casos, 27 (39%) mostraron signos de enfisema. Entre los casos con neumotórax, el 71% fueron al retirar la aguja. Entre los pacientes con neumotórax, 10 (71%) presentaban enfisema (RR: 4,0; IC95%: 1,4-11,4; $p = 0,01$) y nueve de ellos (90%) fueron al retirar la aguja. De las lesiones en contacto pleural, 2/34 desarrollaron neumotórax (RR: 0,17; IC95%: 0,04-0,69; $p = 0,01$). **Conclusiones:** Identificamos una relación significativa entre el enfisema y el riesgo de neumotórax. Esto se observó con mayor frecuencia al retirar la aguja y en punciones de lesiones sin contacto pleural, lo que sugiere que el daño parenquimatoso del enfisema impide al tejido pulmonar poder colapsar de forma habitual el orificio de entrada.

Palabras clave: Tomografía computada multidetector. Biopsia con aguja gruesa. Neumotórax. Enfisema.

Abstract

Introduction: CT-guided transthoracic biopsy is one of the most commonly used methods for obtaining a reliable sample for the histopathological study of pulmonary nodules. Pneumothorax is highlighted as one of the most frequent complications. **Objective:** To analyze the incidence of pneumothorax in lung biopsies and its relationship with emphysema. To assess whether there is a higher frequency of this complication in any of the steps of the process. **Method:** A retrospective that includes percutaneous lung biopsy procedures performed between May 2021 and April 2023. The presence of emphysema and the relation of the lesion to the pleura were established as variables and so was the pneumothorax as a complication. The RR (95%CI) of pneumothorax was assessed according to the presence of emphysema and pleural contact. **Results:** Among 70 cases, 27 (39%) showed signs of emphysema. Among cases with pneumothorax, 71% were on needle removal. Among patients with pneumothorax, 10 (71%) had emphysema (RR: 4.0; 95%CI: 1.4-11.4; $p = 0.01$) and nine of them (90%) were on needle removal.

*Correspondencia:

Candelaria Tregea
E-mail: candetregea@gmail.com

Fecha de recepción: 21-07-2023

Fecha de aceptación: 24-04-2024

DOI: 10.24875/RAR.23000068

Disponible en internet: 11-10-2024

Rev Argent Radiol. 2024;88(4):152-158

www.revistarar.com

1852-9992 / © 2024 Sociedad Argentina de Radiología (SAR) y Federación Argentina de Asociaciones de Radiología, Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante (FAARDIT). Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*Of the pleural contact lesions, 2/34 developed pneumothorax (RR: 0.17; 95%CI: 0.04-0.69; p = 0.01). **Conclusions:** We identified a significant relationship between emphysema and risk of pneumothorax. This was most frequently observed at needle removal and in punctures of lesions without pleural contact, which suggests that the parenchymal damage of emphysema prevents the entry orifice of the lung tissue from closing.*

Keywords: Multidetector computed tomography. Biopsy large-core needle. Pneumothorax. Emphysema.

Introducción

El cáncer de pulmón es una de las causas de mayor mortalidad. En el mundo, en el año 2020 se registraron 2,21 millones de nuevos casos de carcinoma pulmonar y 1,8 millones de estos individuos murieron por la enfermedad¹.

En nuestro país, según datos publicados por el Instituto Nacional del Cáncer, en 2020 se ubicó en el tercer lugar del listado de frecuencias de neoplasias, por detrás del cáncer de mama y el colorrectal con 12.110 casos, ubicándose en el primer lugar de mortalidad con 9.258 casos².

Podemos dividir el cáncer pulmonar en dos subgrupos histológicos: el de células pequeñas, que comprende entre el 10 y el 15% del total, y el de células no pequeñas, que representa el 85 a 90% restante. Este último es más agresivo, con una sobrevida aproximada del 16% a cinco años. A su vez, dentro de los principales tipos histológicos de este grupo encontramos el adenocarcinoma (40%), el carcinoma escamoso (25%) y el carcinoma de células grandes (10%)³.

La biopsia guiada por tomografía computada multi-detector (TCMD) es uno de los métodos más utilizados para el estudio de nódulos pulmonares. A la vez, constituye el método de elección como guía para biopsia transtorácica con el fin de obtener una muestra redituable para su estudio histopatológico⁴.

El neumotórax, caracterizado por la presencia de aire en el espacio pleural, puede desarrollarse de forma espontánea o traumática, y esta última puede ser por iatrogenia en una biopsia pulmonar o por un trauma externo contuso o penetrante^{5,6}.

El enfisema involucra el acrecentamiento de los espacios aéreos distales, los bronquiolos terminales, acompañado de destrucción de las paredes del espacio aéreo. Estos daños suponen un deterioro tanto funcional y fisiológico respiratorio como de la arquitectura del parénquima pulmonar, asociándose a un mayor riesgo de neumotórax durante una biopsia pulmonar⁶⁻⁸.

El objetivo de nuestro estudio fue analizar la influencia del enfisema sobre la frecuencia de neumotórax en el contexto de biopsia pulmonar percutánea con aguja

gruesa guiada por TCMD, así como también el momento de aparición de esta complicación durante los distintos pasos de este proceso.

Método

Se trata de un estudio retrospectivo en el que se revisaron imágenes de una serie de 70 pacientes sometidos a biopsia pulmonar con aguja gruesa guiada por TCMD entre mayo de 2021 y abril de 2023. Los datos recolectados incluyeron la presencia de neumotórax como complicación del procedimiento y su gravedad, la presencia de signos tomográficos de enfisema y la ubicación de la lesión según tuviese contacto pleural o se encontrase profunda en el parénquima pulmonar. En los pacientes con enfisema, este fue clasificado cualitativamente como leve, moderado o confluyente/avanzado según la declaración de la Sociedad Fleischner⁹.

Secundariamente, se registraron aquellos casos que presentaron hemorragia alveolar como complicación inmediata.

Los criterios de inclusión fueron edad entre 35 y 90 años, presencia de nódulo pulmonar solitario e indicación de toma de biopsia percutánea transtorácica guiada por TCMD. Se obtuvo por escrito el consentimiento informado de cada paciente previo a la realización del procedimiento.

Como criterios de exclusión, no se tuvieron en cuenta aquellos pacientes con ventilación mecánica asistida, aquellos en los que el procedimiento de biopsia fue realizado de forma multimodal (p. ej., con guía ecográfica y tomográfica en simultáneo) ni aquellos que fueron abordables más sencillamente por guía ecográfica según los criterios del intervencionista al momento de planificar el procedimiento. Se excluyeron, además, los pacientes en los que una vez iniciado el procedimiento se detectó una imagen no posible de biopsiar por las características propias del nódulo o del parénquima circundante, y aquellos en los que no se alcanzó a tomar muestra debido a intolerancia al decúbito o manifestación de claustrofobia en la sala de tomografía. No se tuvieron en cuenta pacientes sometidos a biopsia con anestesia general.

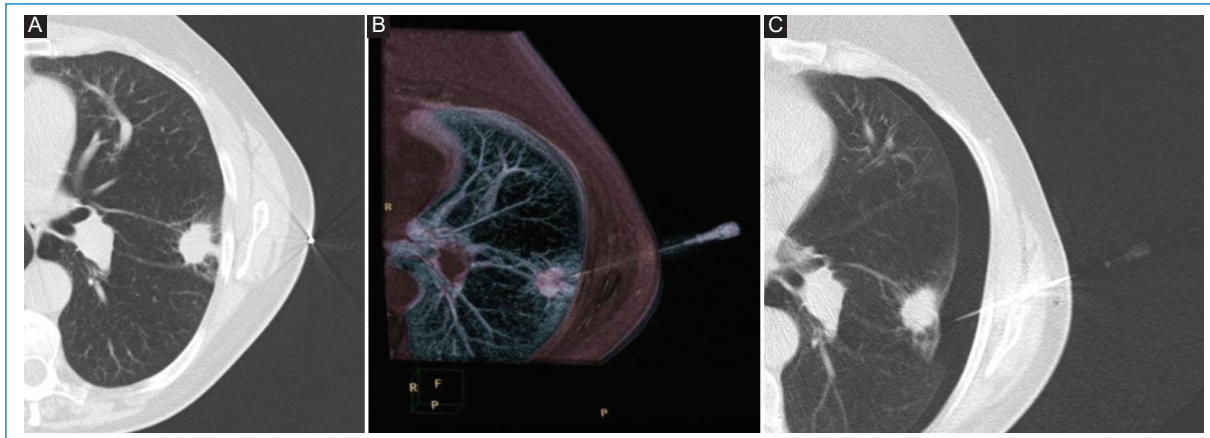


Figura 1. (A) Paciente de 66 años con un nódulo pulmonar periférico en el lóbulo superior izquierdo evidenciado por TCMD, sin contacto pleural, aunque con espiculaciones hacia la misma. Se observa abordaje lateral y marcación metálica sobre la piel para la planificación del trayecto de la aguja. (B) Imagen 3D de TCMD que muestra la aguja coaxial ubicada en la lesión y el estilete colocado. (C) Imagen axial de TCMD de control durante el procedimiento, en la que se observan la aguja colocada y la presencia de neumotórax.

Las punciones fueron realizadas por un médico interencionista entrenado con más de 10 años de experiencia en el campo. Se utilizó como método de elección la guía tomográfica, especialmente para aquellos pacientes que mostraron nódulos pulmonares solitarios no abordables por ecografía dado el tamaño tumoral, la interposición de parénquima pulmonar y la condición clínica del paciente debido al enfisema. Se seleccionaron también aquellos pacientes con nódulo pulmonar situado periféricamente, no abordable por vía transbronquial (Fig. 1 A)¹⁰.

Las biopsias se realizaron con aguja gruesa Tru-cut de 18 G, guiadas por TCMD (Phillips mx16EVO2), y se adquirieron imágenes de baja dosis de 120 kV/100 mA, con un espesor de corte de 3 mm y un intervalo de reconstrucción de 3 mm. Se realizaron en primera instancia imágenes de TCMD con un campo de exploración amplio con el fin de medir la lesión y elegir el sitio de punción. Previamente se colocó al paciente una guía metálica sobre la piel para determinar el punto de entrada de elección para la punción. El decúbito del paciente varió entre dorsal, supino y lateral respecto a la localización del nódulo y la elección del trayecto más apropiado. Luego, se esterilizó el plano cutáneo de la zona marcada con solución de povidona yodada, se colocaron campos estériles y se procedió a la aplicación de anestesia local, con infiltración del trayecto hasta la pleura con lidocaína al 2%. Todas las biopsias fueron realizadas con previa colocación de una aguja coaxial de 17 G en la dirección escogida, utilizando imágenes de TCMD seriadas durante el recorrido de la aguja para

controlar el ángulo, la trayectoria y la profundidad de esta hasta alcanzar el nódulo que se deseaba biopsiar. En concordancia con la literatura, se dejó la aguja coaxial colocada en el interior de la lesión con el fin de entrar al parénquima pulmonar repetidas veces, con recolocación del estilete luego de cada muestra para evitar el ingreso repetido al parénquima, disminuyendo el tiempo del procedimiento, el daño de estructuras importantes y sus complicaciones¹¹ (Fig. 1 B).

Una vez alcanzado el nódulo diana, se avanzó a través de la aguja coaxial con aguja de biopsia semiautomática de 18 G y se realizaron tomas de muestras histológicas, las cuales fueron analizadas por el patólogo presente. La cantidad de muestras tomadas dependió del análisis del material por parte del patólogo y de la condición clínica del paciente. Se tomaron entre dos y cuatro muestras en los diferentes casos, sin individualizar dentro de las variables este dato. El tamaño de la muestra dependió del tamaño tumoral, con una longitud máxima de muestra obtenida de 20 mm, acorde a la capacidad de la aguja utilizada, la cual presenta dos opciones de corte: 10 y 20 mm. Los nódulos pulmonares fueron atravesados por el bisel, evitando abarcar parénquima sano circundante en la toma de muestra. El procedimiento fue realizado con apneas momentáneas al momento de ingreso y de progresión de la aguja, así como también en el momento de retirarla al finalizar el procedimiento.

Se realizaron, luego de cada toma de muestra, controles imagenológicos por TCMD del sitio de punción con el fin de confirmar o descartar complicaciones

(neumotórax, hemorragia). Luego se posicionó inmediatamente al paciente en el decúbito opuesto al sitio de punción para minimizar la posibilidad de aparición de neumotórax⁵.

Tras la biopsia, los pacientes se mantuvieron en observación clínica por dos horas. Aquellos que presentaron complicaciones fueron evaluados y seguidos en el tiempo por médicos del servicio de cirugía, y se les realizaron controles imagenológicos periódicos¹².

En cuanto al análisis estadístico, se analizaron los datos en cuadros de doble entrada, con variables únicas y múltiples combinadas. Se evaluó el riesgo relativo (RR), con intervalo de confianza del 95% (IC95%), de neumotórax según la presencia de enfisema y el contacto con la pleura. Para las comparaciones entre estas variables categóricas se utilizó la prueba de χ^2 .

El estudio contó con la aprobación del comité de ética institucional.

Resultados

Los datos demográficos, las características de la lesión, el posicionamiento del paciente y las complicaciones se describen en la [tabla 1](#).

Se analizaron 70 estudios de TCMD de pacientes sometidos a biopsia percutánea de nódulo pulmonar, de los cuales 27 (39%) mostraron signos tomográficos de enfisema. De ellos, 18 (67%) presentaban signos de enfisema leve, cinco (18%) mostraron enfisema moderado y cuatro (15%) enfisema confluyente/avanzado.

Un total de 14 (20%) pacientes desarrollaron neumotórax durante el procedimiento ([Fig. 1 C](#)). De ellos, 10 (71%) presentaron la complicación durante el retiro de la aguja coaxial y tres (21%) al momento del ingreso y ubicación de la aguja en el parénquima pulmonar. Dentro de estos últimos, al no poder alcanzar la toma de muestra, se consensuó con el equipo interdisciplinario para que luego de la mejoría clínica se realizara la biopsia en tiempo diferido.

Entre estos pacientes que desarrollaron neumotórax, 10 (71%) presentaban enfisema (RR: 4,0; IC95%: 1,4-11,4; $p = 0,01$), y de ellos, nueve (90%) desarrollaron el neumotórax al retirar la aguja coaxial.

Como dato adicional, de los pacientes que presentaron esta complicación solo dos (14%) requirieron la colocación de un tubo de avenamiento pleural para el tratamiento de neumotórax. Ambos presentaban enfisema, uno con características cualitativas de enfisema confluyente/avanzado, a quien se le extrajo el tubo 10 días luego del procedimiento, considerado como efecto adverso mayor; y el otro enfisema leve, y se le retiró

Tabla 1. Características demográficas

N.º de pacientes	70	
	Media	DE
Edad, años	67	± 10,14
	Mediana	RIC
Tamaño de la lesión (mm)	29	22,75
N.º de lesiones con contacto pleural	34	
N.º de lesiones sin contacto pleural	36	
Distancia a la pleura	10	9
	n	%
Enfisema		
Leve	18	67
Moderado	5	18
Confluyente/avanzado	4	15
Decúbito		
Anterior	16	23
Lateral	12	17
Posterior	42	60
Complicaciones		
Neumotórax	14	20
Hemorragia	18	26

DE: desviación estándar; RIC: rango intercuartílico.

el tubo a las 48 horas, considerado como efecto adverso menor. Los dos pacientes fueron controlados con radiografías de tórax y no presentaron otras complicaciones ([Figs. 2 A y B](#)).

Dentro del total, 43 (61%) pacientes no presentaron signos de enfisema. Entre ellos, solo cuatro (9%) desarrollaron neumotórax. La mayoría de los neumotórax fueron autolimitados y se resolvieron espontáneamente. Los pacientes que desarrollaron neumotórax presentaban nódulos pulmonares que medían entre 53 y 16 mm, con una mediana de 21 mm y un rango intercuartílico (RIC) de 5,5 mm.

Se evaluó, además, otra variable en relación a la ubicación de la lesión con respecto a la pleura. Un total de 34 pacientes presentaron lesiones en contacto con la pleura, de los cuales solo dos (6%) desarrollaron neumotórax, comparado con aquellos 34 pacientes que presentaron nódulos pulmonares sin contacto pleural, de los que 12 (35%) presentaron neumotórax como complicación (RR: 0,17; IC95%: 0,04-0,69; $p = 0,01$).

Secundariamente, se recabaron datos sobre hemorragia alveolar, que es otra complicación frecuente durante las biopsias pulmonares. Un total de 16 (23%) pacientes desarrollaron esta complicación durante el

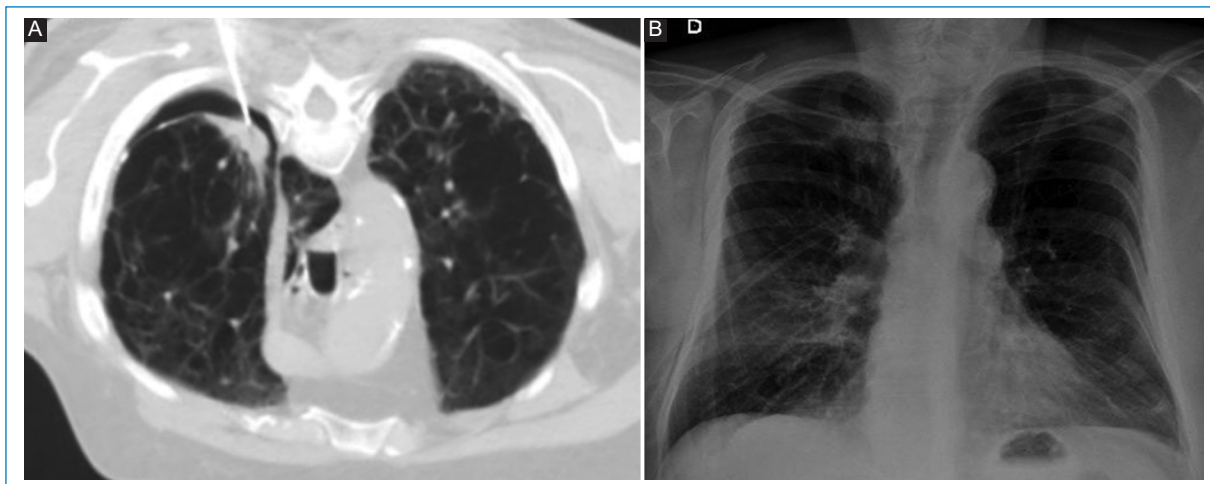


Figura 2. (A) TCMD axial de un paciente de 68 años con signos de enfisema confluyente/avanzado y nódulo pulmonar en el ápice pulmonar. Se observan el extremo de la aguja ubicado en el espesor del nódulo y la presencia de neumotórax. (B) Radiografía de control posterior a la colocación de un tubo de avenamiento pleural, con visualización del mismo en el campo pulmonar derecho y neumotórax de grado 1 homolateral, con la opacidad nodular por debajo de la línea pleural.

procedimiento, y solo un paciente presentó ambas complicaciones, hemorragia y neumotórax, el cual fue de tipo laminar, resolviéndose las dos espontáneamente⁴.

Discusión

Las indicaciones de biopsia pulmonar han aumentado debido a nuevos avances, dado que se pueden detectar mediante pruebas moleculares alteraciones de genes específicos, como las mutaciones EGFR y KRAS y la translocación ALK, con el fin de aplicar una terapia dirigida.

La TCMD es el método de guía de biopsia más utilizado, por su gran resolución espacial⁴. La realización de la biopsia percutánea pulmonar con aguja de corte Tru-cut mediante técnica coaxial permite obtener mayor cantidad de tejido representativo a estudiar, disminuir las posibilidades de complicaciones, aminorar las molestias para el paciente, acortar el tiempo de realización de la biopsia y reducir las posibilidades de error de ubicación, en especial en lesiones profundas o difíciles de abordar¹¹⁻¹⁴.

Si bien la TCMD sigue siendo el método de elección, la guía ecográfica es un método cada vez más utilizado debido a sus ventajas, como la ausencia de irradiación y la visión de la aguja en tiempo real. Además, ha demostrado una baja tasa de complicaciones, y por lo tanto ha sido aceptada como alternativa para lesiones en contacto pleural¹⁰.

En un metaanálisis reciente que investigó los factores de riesgo y las tasas de neumotórax después de una biopsia pulmonar percutánea en 23.104 pacientes de 36 artículos, la incidencia general combinada de neumotórax fue del 25,9% y la incidencia combinada de neumotórax que requirió la colocación de un tubo torácico fue del 6,9%; datos coincidentes con las pautas de la Sociedad de Radiología Intervencionista^{6,12}.

La presencia de enfisema, así como también su gravedad, el menor tamaño de la lesión y la mayor profundidad de esta, se asocian con una mayor probabilidad de neumotórax^{12,15}. En nuestro estudio comparamos la incidencia de neumotórax y la presencia de enfisema, y hallamos datos que coinciden con los descritos en la literatura, ya que, de los 14 casos con neumotórax, 10 (71%) presentaban signos de enfisema pulmonar. Nos enfocamos en el momento del procedimiento en el que se desarrolló el neumotórax y observamos que la mayor frecuencia fue una vez retirada la aguja coaxial, en el control tomográfico inmediato. Se ha descrito que en los pacientes en quienes se atraviesan bullas hay mayor tasa de neumotórax, y a su vez una mayor necesidad de colocación de tubo pleural en aquellos pacientes con enfisema, comparados con los que tienen parénquima sano. Asimismo, los pacientes con enfisema permanecen mayor tiempo con tubo pleural, posiblemente debido a las mayores presiones de las vías respiratorias, lo que podría impedir el cierre del trayecto de la aguja de biopsia^{5,6,16}.

Del total de los pacientes que desarrollaron neumotórax, el 14%, correspondiente a dos casos, necesitaron tubo de avenamiento pleural, y aquel clasificado como evento adverso mayor debido a mayor estadía hospitalaria presentaba signos más graves de enfisema. Es probable que el mayor porcentaje de colocación de tubo pleural que el demostrado en la literatura se deba a un menor tamaño muestral. Sin embargo, coincidente con la literatura, en nuestro estudio, el neumotórax y la hemorragia alveolar, que es otra complicación frecuente, se resolvieron espontáneamente, con un pequeño porcentaje de pacientes que requirieron la colocación de tubo pleural, por lo que podemos decir que la TCMD sigue siendo un procedimiento seguro^{6,12,13}.

Se observó en nuestra experiencia una relación estadísticamente significativa ($p = 0,01$) entre la ubicación de la lesión y el desarrollo de neumotórax, ya que la mayoría de los pacientes con esta complicación presentaban lesiones sin contacto pleural, dato también coincidente con la literatura^{5,17}.

Por último, en cuanto a la hemorragia alveolar, reportamos una incidencia similar a la de neumotórax, con un 23%. De los pacientes que presentaron esta complicación, solo cuatro (15%) presentaban enfisema y solo un paciente del total de casos de hemorragia alveolar (6%) presentó neumotórax. La literatura plantea la hipótesis de que se deba probablemente a un llenado de sangre alveolar en el trayecto de la aguja, que puede impedir el paso del aire desde el espacio alveolar, o a la presencia de sangre en la superficie pleural que promueve la adhesión entre la pleura visceral y parietal¹³.

Algunas limitaciones de este estudio deben tenerse en cuenta. En primer lugar, que es de naturaleza retrospectiva, pudiendo haber limitaciones en la recolección de datos. En segundo lugar, consideramos que en el futuro podremos tener un tamaño muestral mayor. En tercer lugar, contamos con pocas variables al analizar la incidencia de neumotórax. Y por último, la complicación del sangrado no fue tenida en cuenta en el análisis estadístico y es un aspecto que se debería considerar entre los riesgos de punzar pacientes con enfisema.

Conclusiones

El enfisema pulmonar es una condición que influye positivamente en la probabilidad de desarrollar neumotórax durante una biopsia pulmonar transtorácica. Pudimos observar, en nuestra experiencia, una mayor

incidencia de neumotórax inmediatamente posterior al retiro de la aguja coaxial, al final del procedimiento. A su vez, el contacto pleural de las lesiones reduce la incidencia de neumotórax durante el procedimiento.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía

- Sharma R. Mapping of global, regional and national incidence, mortality and mortality-to-incidence ratio of lung cancer in 2020 and 2050. *Int J Clin Oncol.* 2022;27:665-75.
- Instituto Nacional del Cáncer (INC). Argentina; 2021. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/salud/inc>.
- Miguel J, Clavero R. Estado actual del tratamiento del cáncer pulmonar. *Rev Med Clin Condes.* 2013;24:611-25.
- Anzidei M, Porfiri A, Andrani F, Di Martino M, Saba L, Catalano C, et al. Imaging-guided chest biopsies: techniques and clinical results. *Insights Imaging.* 2017;8:419-28.
- Zeng L, Liao H, Ren F, Zhang Y, Wang Q, Xie M. Pneumothorax induced by computed tomography guided transthoracic needle biopsy: a review for the clinician. *Int J Gen Med.* 2021;14:1013.
- Huo YR, Chan MV, Habib AR, Lui I, Ridley L. Pneumothorax rates in CT-Guided lung biopsies: a comprehensive systematic review and meta-analysis of risk factors. *Br J Radiol.* 2020;93:20190866.
- Foster WL Jr, Gimenez EI, Roubidoux MA, Sherrier RH, Shannon RH, Roggli VL, et al. The emphysemas: radiologic-pathologic correlations. *Radiographics.* 1993;13:311-28.
- Rennard SI. COPD: overview of definitions, epidemiology, and factors influencing its development. *Chest.* 1998;113(4 Suppl):235S-41S.
- Lynch DA, Austin JHM, Hogg JC, Grenier PA, Kauczor HU, Bankier AA, et al. CT-definable subtypes of chronic obstructive pulmonary disease: a statement of the Fleischner Society. *Radiology.* 2015;277:192-205.

10. Bautista-Del Valle J, Borensztein MA, Savluk JL, Ducrey G. Biopsia percutánea de nódulos y masas pulmonares bajo ecografía: una alternativa a la tomografía computada. *Rev Argent Radiol.* 2023;86:62-72.
11. Rojas-Marín CE, Lara-García EA, González-Salas F, Rodríguez-Palomares LA. Biopsia pulmonar percutánea con Tru-cut®: resultados en 200 casos. *GAMO.* 2013;12:302-7.
12. Sheth RA, Baerlocher MO, Connolly BL, Dariushnia SR, Shyn PB, Vatsky S, et al. Society of Interventional Radiology quality improvement standards on percutaneous needle biopsy in adult and pediatric patients. *J Vasc Interv Radiol.* 2020;31:1840-8.
13. Sabatino V, Russo U, D'Amuri F, Bevilacqua A, Pagnini F, Milanese G, et al. Pneumothorax and pulmonary hemorrhage after CT-guided lung biopsy: incidence, clinical significance and correlation. *Radiol Med.* 2020;126:170-7.
14. Chen L, Jing H, Gong Y, Tam AL, Stewart J, Staerckel G, et al. Diagnostic efficacy and molecular testing by combined fine-needle aspiration and core needle biopsy in patients with a lung nodule. *Cancer Cytopathol.* 2020;128:201-6.
15. Shiekh Y, Haseeb WA, Feroz I, Shaheen FA, Gojwari TA, Choh NA. Evaluation of various patient-, lesion-, and procedure-related factors on the occurrence of pneumothorax as a complication of CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy. *Pol J Radiol.* 2019;84:e73.
16. Moreland A, Novogrodsky E, Brody L, Durack J, Erinjeri J, Getrajman G, et al. Pneumothorax with prolonged chest tube requirement after CT-guided percutaneous lung biopsy: incidence and risk factors. *Eur Radiol.* 2016;26:3483-91.
17. Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJM, Vliegenthart R, Oudkerk M. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. *Eur Radiol.* 2017;27:138.