

Biopsia percutánea de nódulos y masas pulmonares bajo ecografía: una alternativa a la tomografía computada

Ultrasound guided percutaneous biopsy of pulmonary nodules and masses: an alternative to CT

Juan Bautista-Del Valle*, Matías A. Borensztein, Jéscica L. Savluk, Gabriel Ducrey

Servicio de Diagnóstico por Imágenes, Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Resumen

Los nódulos y masas pulmonares tradicionalmente son biopsiados mediante tomografía computada (TC). La ecografía está subestimada como guía para biopsias pulmonares. Las imágenes pulmonares factibles de biopsia con ecografía son aquellas en contacto pleural. Las contraindicaciones específicas incluyen ventilación mecánica asistida, neumonectomía contralateral, paciente no colaborador, tos incontrolable. En el monitoreo posbiopsia deberán controlarse los signos vitales, el dolor y la presencia de complicaciones. Por la localización de las lesiones abordables por este método, el neumotórax y el sangrado parenquimatoso como complicación son menos frecuentes que en las biopsias dirigidas por TC. En este artículo describimos los conceptos básicos para la correcta selección de paciente, planificación y ejecución segura de una biopsia de nódulo pulmonar bajo ecografía.

Palabras clave: Biopsia. Nódulo pulmonar. Radiología intervencionista. Ecografía.

Abstract

Pulmonary nodules and masses are traditionally biopsied under computed tomography (CT) guidance. Ultrasound remains underrated as lung nodule biopsy guide. Ultrasound can be employed to target pleural based lung nodules. Specific contraindications include: mechanical ventilation, contralateral pneumonectomy, non-cooperative patient and uncontrollable coughing. Post procedural care should cover vital signs check, pain assessment and complication evaluation. Due to lesion localization, complications such as pneumothorax and parenchymal bleeding are less frequent than in CT guided biopsies. In this article we provide basic concepts for patient selection, plan and safe execution of ultrasound guided pulmonary nodule biopsy.

Keywords: Biopsy. Pulmonary nodule. Interventional radiology. Ultrasound.

Introducción

La biopsia percutánea del nódulo pulmonar (NP) bajo imágenes se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio, estadificación y planificación

terapéutica oncológica^{1,2}. Desde el primer reporte de la técnica en 1976 ha habido un gran avance en el desarrollo de instrumentos de biopsia, así como también de equipos de imágenes³.

*Correspondencia

Juan Bautista-Del Valle

E-mail: delvallejuanbautista@gmail.com

Fecha de recepción: 27-04-2021

Fecha de aceptación: 07-10-2021

DOI: 10.24875/RAR.M22000020

Disponible en internet: 30-12-2022

Rev Argent Radiol. 2022;86(4):262-272

www.revistarar.com

1852-9992 / © 2021 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/>).

La tomografía computada (TC) es la modalidad de elección como guía de biopsia de NP centrales o rodeados por pulmón aireado. Sin embargo, a lo largo de la historia su uso incluyó NP periféricos con contacto pleural. La ecografía como guía para biopsias pulmonares se encuentra subutilizada, aun para aquellas lesiones con buena ventana acústica. Con respecto a la TC, la ecografía presenta ciertas ventajas: no utiliza radiación ionizante, permite visión de la aguja de biopsia en tiempo real, es portátil y como método guía es más económico⁴⁻⁷. Es más, el Doppler color puede ser utilizado para valoración del aporte sanguíneo y discriminación de vasos dentro de la lesión a intervenir^{8,9}.

El objetivo de este trabajo es mencionar las indicaciones, contraindicaciones, selección de pacientes, desarrollar la técnica de procedimiento y mostrar algunos ejemplos del uso de la ecografía como guía de biopsias de NP.

Indicaciones

La biopsia percutánea está indicada para NP o masas de origen indeterminado, en pacientes con o sin enfermedad oncológica conocida, particularmente en un nódulo solitario con morfología sospechosa (contornos lobulados) con crecimiento en controles periódicos. La toma de muestra se emplea para detectar mutaciones, por ejemplo, en el gen *EGFR*, y así poder utilizar terapias dirigidas. De esta forma, la detección de otras mutaciones en NP metastásicos es posible, con el mismo fin terapéutico. La biopsia percutánea también permite el estudio de laboratorio (cultivo) ante la sospecha de infección^{3,10,11}.

Las imágenes pulmonares abordables con guía ecográfica serán aquellas que presenten contacto pleural (Fig. 1)^{4,12}.

Contraindicaciones

Las contraindicaciones generales son coagulopatía no corregible o falta de acceso seguro¹³. Las contraindicaciones específicas incluyen: ventilación mecánica asistida, neumonectomía contralateral, paciente no colaborador, tos incontrolable. Las contraindicaciones relativas son: hipertensión arterial pulmonar, enfermedad pulmonar avanzada (EPOC, fibrosis pulmonar) o insuficiencia cardíaca^{3,14}.

La ecografía presenta limitaciones inherentes al método, la visión puede estar obstruida por sombra acústica posterior, por ejemplo, por aire o calcio¹². Entonces, no se podrán intervenir bajo ecografía

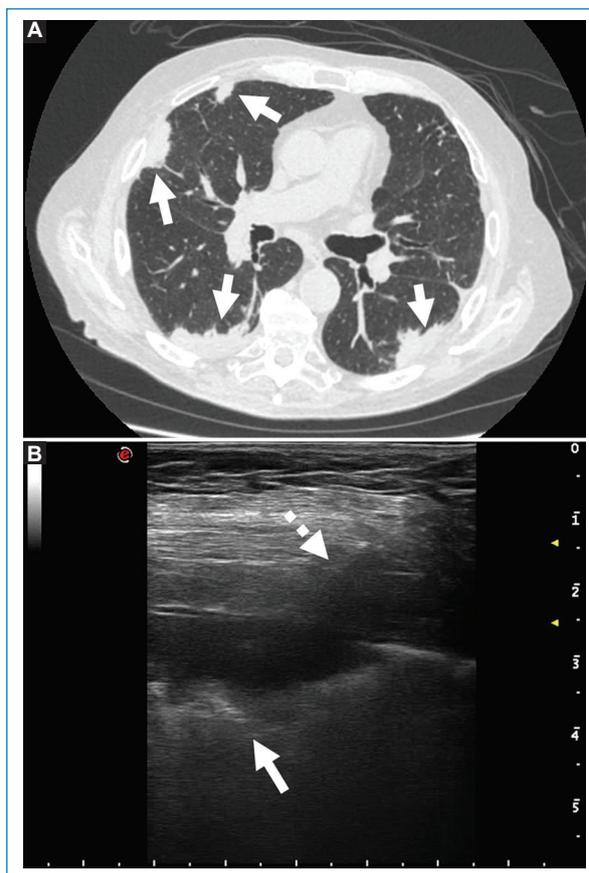


Figura 1. Hombre de 73 años en estudio por síndrome de impregnación. **A:** TC que muestra consolidaciones parcheadas de contornos irregulares, las cuales toman contacto pleural (flechas). **B:** biopsia guiada por ecografía de consolidación pulmonar subpleural derecha (flecha) con aguja Franseen 18 G en forma directa (flecha rayada). Diagnóstico final: enfermedad pulmonar por IgG4 con sobreinfección por *Staphylococcus capitis*.

lesiones que presenten pulmón aireado interpuesto entre su margen y la pleura (Fig. 2)^{4,12,15}.

Selección de pacientes

Todos los pacientes deberán ser estudiados previamente con TC o tomografía computada por emisión de positrones (PET-TC). Es indispensable conocer la ubicación del NP para la planificación segura del procedimiento más allá de decidir el método guía^{2,7}. En caso de presentar imágenes compatibles con lesión primaria pulmonar y secundaria en otro órgano o ganglio, la biopsia puede ser dirigida al sitio metastásico para diagnóstico y estadificación³. Otras lesiones abordables mediante ecografía son las ubicadas en la pared del tórax (Fig. 3), en la pleura (Fig. 4) y en el mediastino anterior (Fig. 5)^{7,16}.

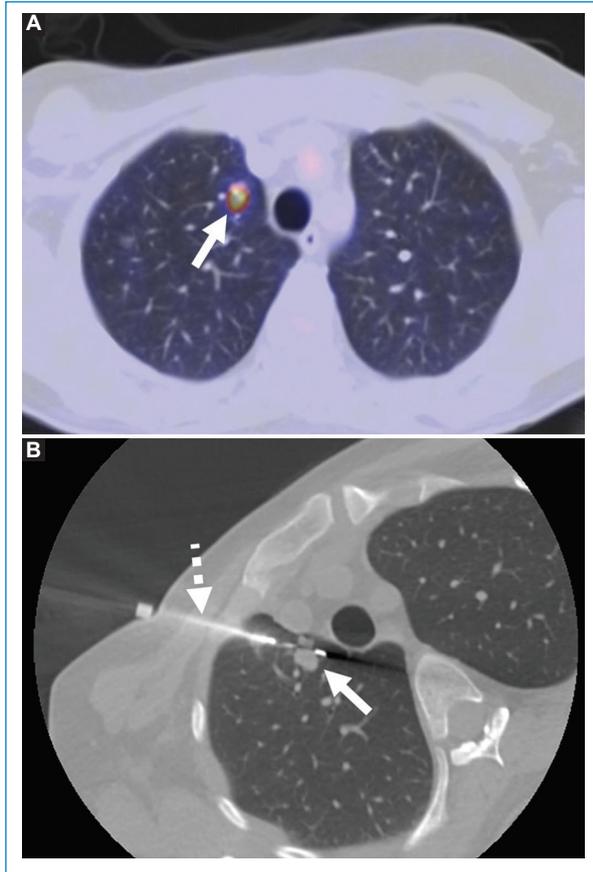


Figura 2. Mujer de 42 años con antecedentes cáncer de mama derecho en control oncológico. **A:** imagen de fusión por PET-TC que muestra nódulo pulmonar derecho hipermetabólico (flecha). **B:** biopsia guiada por tomografía (flecha rayada) de nódulo conocido (flecha) en forma coaxial con aguja de corte 18 G semiautomática. Procedimiento realizado en decúbito lateral derecho. Diagnóstico final: carcinoma de origen mamario HER2 Neu negativo.



Figura 3. Hombre de 61 años en estudio por sospecha de recaída de mesotelioma epitelial. **A:** resonancia magnética, secuencia ponderada en T1 FAT-SAT en plano axial, con contraste endovenoso demuestra masa de contornos irregulares con realce que se extiende desde la pared costal hacia el tejido celular subcutáneo (flecha), nótese el marcador cutáneo en área de interés (flecha rayada). **B:** biopsia dirigida por ecografía de masa hipocogénica con aguja de corte semiautomática 14 G en forma directa (flecha). Diagnóstico final: mesotelioma epitelial.

Las lesiones pulmonares rodeadas por pulmón aireado deberán ser intervenidas bajo TC^{4,15-19}. Se le debe brindar al paciente información clara y comprensible respecto a las complicaciones, reforzando la presencia de neumotórax como intercurencia. La obtención de consentimiento informado es un requisito obligatorio^{1,20}.

Los parámetros de coagulación (tiempo de protrombina, tiempo de tromboplastina parcial activado, recuento de plaquetas) deberán ser estudiados previamente. Los pacientes con recuento plaquetario inferiores a 50,000/ μ l deberán ser transfundidos^{2,13}. Los anticoagulantes deberán ser suspendidos con anticipación y el razón internacional normalizada (RIN) deberá corregirse si se encuentra por arriba de 1,5¹. Actualmente existen guías y consensos que tratan este tema^{13,21-23}.

Reparos anatómicos

Será indispensable reconocer y detectar el recorrido de los vasos intercostales, mamarios internos, subclavios y axilares^{1,3,7}.

Los vasos intercostales suelen recorrer el borde inferior de las costillas. Sin embargo, existe gran variabilidad en la tortuosidad y recorrido de la arteria intercostal posterior. Por debajo de la escápula, a nivel paravertebral, la arteria intercostal posterior suele ubicarse en el espacio intercostal para luego alojarse, hacia lateral, bajo la costilla superior (Fig. 6). La ecografía Doppler puede ser de gran ayuda para ubicar a dicho vaso (Fig. 7)²⁴. Entonces la arteria intercostal

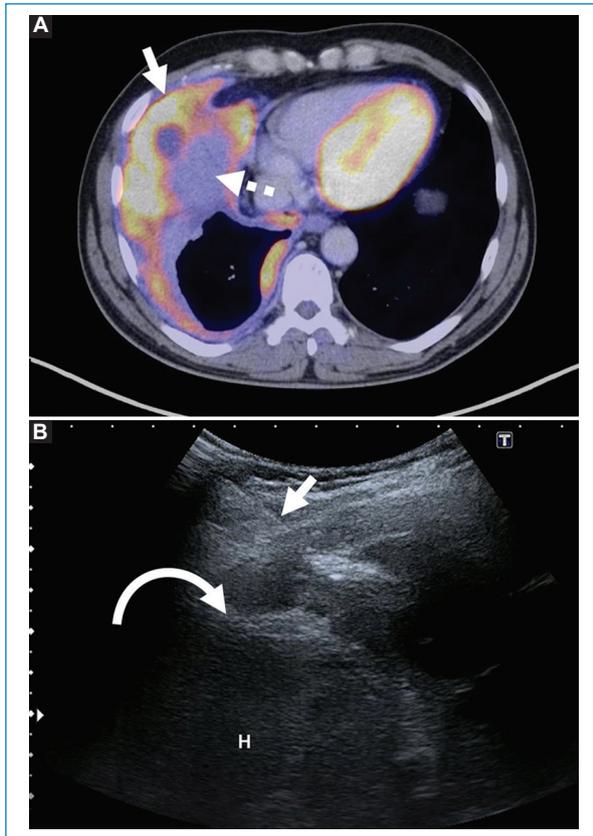


Figura 4. Hombre de 51 años VIH y virus de la hepatitis C positivo, en estudio por engrosamiento pleural basal derecho. **A:** imagen de fusión por PET-TC que muestra engrosamiento pleural hipermetabólico (flecha), en contacto con el domo hepático (flecha rayada). **B:** biopsia dirigida por ecografía (flecha) de lesión pleural en formato coaxial con aguja de corte semiautomática 18 G. Nótese el área hiperecogénica producto del corte de la aguja (flecha rayada), el diafragma (flecha curva) y el hígado (H). Diagnóstico final: mesotelioma epitelial.

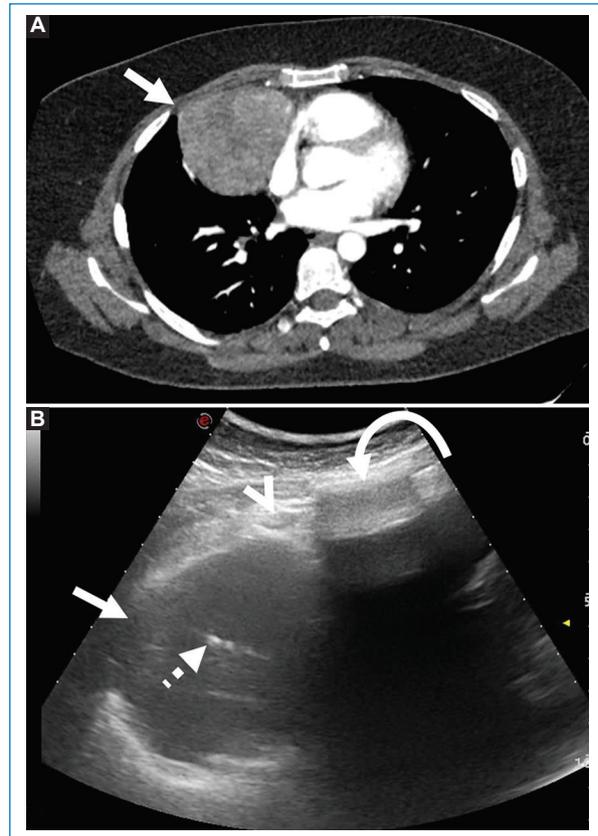


Figura 5. Mujer de 43 años en estudio por hallazgo en placa de tórax en contexto de disnea. **A:** angiotomografía que muestra masa en mediastino anterior, en contacto con la pared torácica (flecha), el corazón y la vena cava superior. **B:** biopsia dirigida por ecografía de masa mediastinal anterior (flecha) con aguja Franseen 20 G en forma directa (flecha rayada). Nótese el paquete mamario interno (cabeza de flecha) y la sombra acústica posterior vinculada al esternón (flecha curva). Diagnóstico final: timoma.

posterior se encuentra expuesta dentro de los primeros 6 centímetros del espacio paravertebral, respecto de la columna vertebral. El acceso a la cavidad torácica por línea axilar media suele ser seguro. Sin embargo, si se va a utilizar el paravertebral es recomendable buscar la arteria intercostal posterior para evitar su lesión²⁵⁻²⁷.

La cadena mamaria interna podrá ser encontrada al realizar abordajes paraesternales. Esta se ubica lateral al esternón, hacia ambos lados, inmediatamente por debajo del cartílago costal (Fig. 8)^{28,29}.

Los vasos subclavios se localizan por encima de la primera costilla (Fig. 9). La arteria subclavia derecha tiene origen en la bifurcación del tronco braquiocefálico a la altura de T1, mientras que la izquierda nace del

cayado aórtico. La arteria derecha tiene topografía exclusivamente cervical. La izquierda, por el contrario, es toracocervical. El recorrido de la arteria subclavia es de medial a lateral hacia el borde externo de la primera costilla, donde da origen a la arteria axilar^{30,31}.

Selección de aguja

La decisión sobre qué aguja utilizar es multifactorial. Habitualmente, la decisión final se limita a agujas de corte semiautomática (Fig. 10) o para aspiración (Fig. 11)^{14,16,20}. La biopsia podrá ser por vía directa o por vía coaxial. El sistema coaxial reduce la cantidad de punciones pleurales realizadas a expensas de una aguja introductora de mayor calibre^{14,20}.

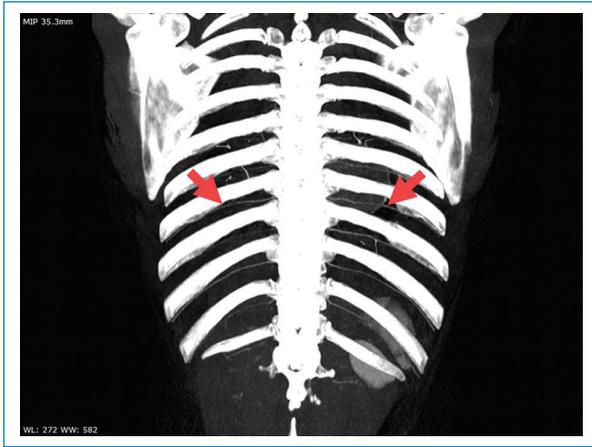


Figura 6. Reconstrucción coronal en máxima proyección de intensidades de angiotomografía diagnóstica en mujer de 47 años, con masa pulmonar izquierda evidenciada por radiografía de tórax en contexto de tos. Las arterias intercostales posteriores, a nivel paravertebral y por debajo de la escápula, se sitúan en el espacio intercostal, para luego ubicarse por debajo del reborde costal superior (flechas rojas).

Técnica

Se debe efectuar una ecografía previa en búsqueda de la lesión, puede ser llevada a cabo con transductor lineal o curvilíneo. Se deberá utilizar el transductor de mayor frecuencia disponible. El posicionamiento del paciente dependerá de la localización de la lesión, pudiendo ser decúbito prono, supino o lateral para lograr el acceso más directo. Como es de esperar, la mejor ventana acústica para visualizar la imagen que intervenir será con orientación longitudinal al espacio intercostal (Fig. 12). Otras vías de abordaje pueden incluir el acceso supraclavicular o subcostal^{17,18}. Instrucciones para dirigir la ventilación (apnea o respiración suave) pueden ayudar a mejorar la visualización del objetivo. Si existe posibilidad de transgredir pulmón sano o se prevé riesgo de neumotórax, la biopsia podrá ser llevada a cabo en la sala de tomografía para cambiar de guía imagenológica sin trasladar al paciente (Fig. 13)^{16,32}. Los NP subpleurales se verán como isoecogénicos o hipoeogénicos respecto a la pared torácica. El margen distal habitualmente se encuentra bien definido, y existe un refuerzo acústico posterior, ya que el tumor facilita el paso del haz de ultrasonido contrario al parénquima pulmonar adyacente. Estas imágenes nodulares se asocian a una irrupción de la línea ecogénica que representa a la pleura visceral (Fig. 14).

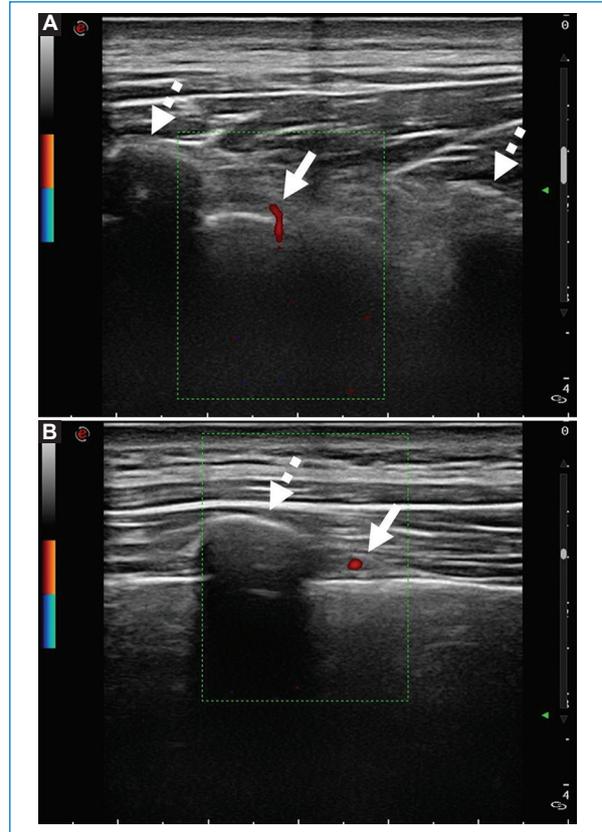


Figura 7. Hombre de 34 años, voluntario sano. Eco Doppler transversal a la 9.ª costilla derecha. **A:** a 5 cm de la línea media muestra arteria intercostal (flecha) alejada las costillas (flechas rayadas), recorriendo el espacio intercostal. **B:** a 10 cm de la línea media muestra arteria intercostal (flecha) inmediatamente por debajo de la costilla superior (flecha rayada).

Por el contrario, las masas pulmonares presentan ecogenicidad heterogénea producto de áreas de necrosis o sangrado (Fig. 15)^{7,18,33}.

La piel debe ser desinfectada y se deberá preparar el campo quirúrgico estéril (Fig. 16). Esta preparación la realizamos con yodo povidona al 10% y en caso de alergias con gluconato de clorhexidina 2% con alcohol al 70%. La aplicación de anestésico local será dirigida a la piel, las partes blandas y la superficie pleural. La biopsia puede ser realizada utilizando una guía para aguja o con técnica de manos libres. El sistema guiado hace que el procedimiento sea más accesible para operadores menos experimentados, sin embargo limita el trayecto de la aguja a un ángulo preestablecido^{16,17,20}. Nuestro equipo realiza las intervenciones a mano libre, con el transductor enfundado en funda estéril, progresando la aguja en el plano de visión ecográfica desde un lado del transductor. Esta técnica nos brinda libertad al momento de

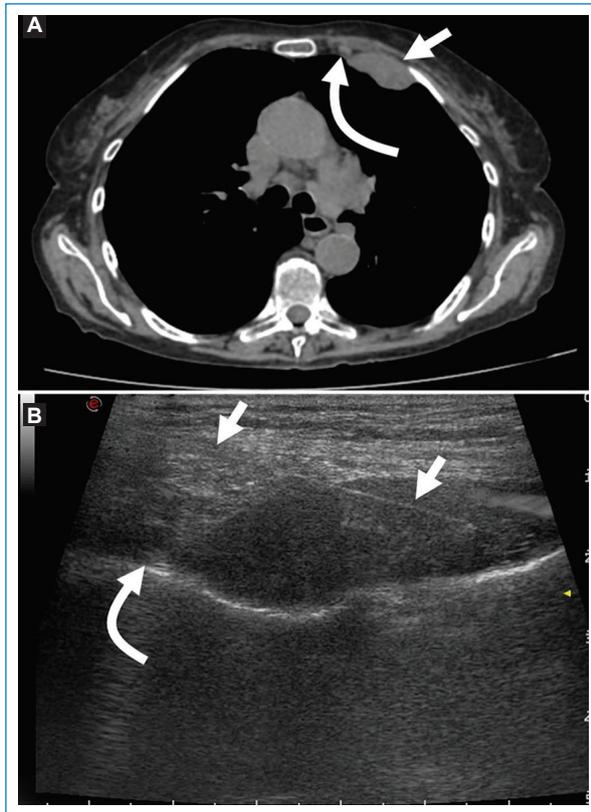


Figura 8. Mujer de 79 años con antecedentes de cáncer renal en control oncológico. **A:** TC de tórax que muestra presencia de masa pleural izquierda en contacto con la pared del tórax (flecha), adyacente a los vasos de la cadena mamaria interna (flecha curva). **B:** biopsia dirigida por ecografía de masa pulmonar en formato coaxial con aguja Franseen 18 G (flecha). Nótese el paquete mamario interno adyacente a la lesión (flecha curva). Diagnóstico final: infiltración por carcinoma de células renales, variedad células claras.

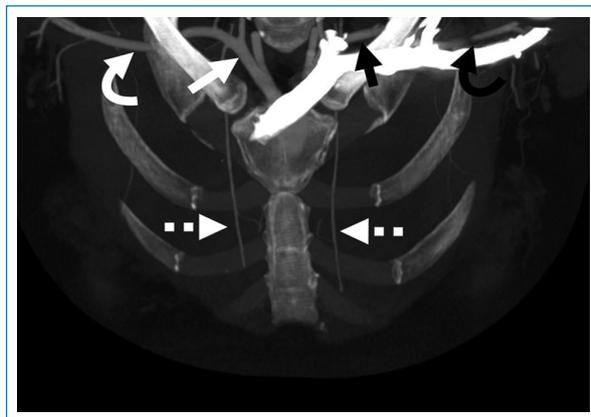


Figura 9. Mujer de 47 años, con masa pulmonar izquierda (mismo paciente que en la Fig. 6). Reconstrucción coronal oblicuo en máxima proyección de intensidades para despliegue de vasos del tórax. Nótese el recorrido de arteria subclavia (flechas), arteria axilar (flechas curvas) y arteria mamaria interna (flecha rayada).

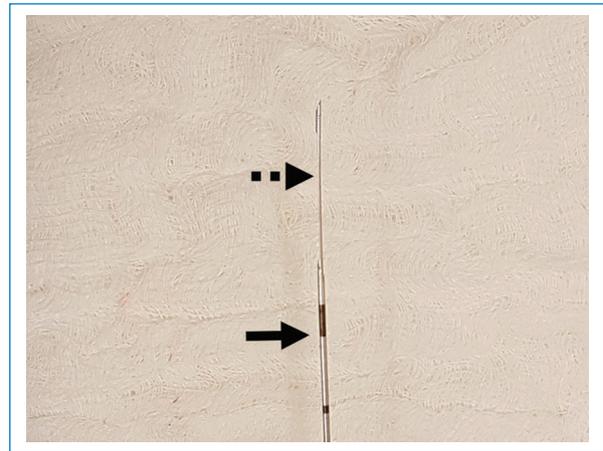


Figura 10. Fotografía del extremo distal de aguja semiautomática 20 G. El estilete interno presenta una cámara para extracción de muestra (flecha rayada). La cánula externa (flecha) se propulsa hacia el extremo distal, al activarse el sistema y así contiene el tejido extraído por dentro. Con este sistema la muestra se toma en sentido lateral.

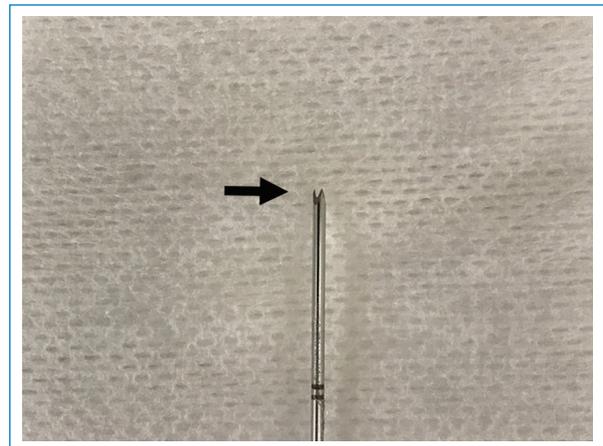


Figura 11. Fotografía del extremo distal de aguja Franseen 18 G para biopsia por aspiración, sin estilete interno. El extremo distal presenta un moldeado tipo trépano (flecha) para cortar el tejido. Con este sistema la muestra se toma en sentido frontal.

elegir los ángulos de abordaje y poder cambiarlos intra-procedimiento a requerimiento. No solemos utilizar la técnica de punción fuera de plano para estos casos.

Se ha demostrado que la presencia de anatomopatólogo intraprocedimiento disminuye la cantidad de material necesario para llegar a un diagnóstico, aumentando así la efectividad del procedimiento^{14,34,35}. Las biopsias tipo *core* han demostrado una efectividad



Figura 12. Fotografía y esquema didáctico de paciente en plan de biopsia bajo ecografía de nódulo pulmonar. El transductor deberá alinearse al espacio intercostal en búsqueda de la mejor ventana acústica para visualización de objetivo (óvalo rojo). Las líneas blancas simulan las costillas y las marcas en fibra negra son una ayuda para la rápida localización del objetivo.

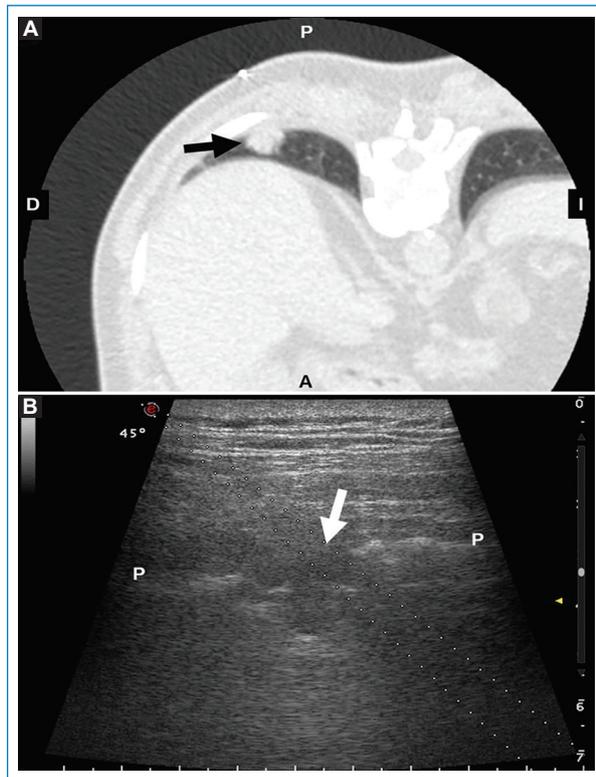


Figura 13. Hombre de 73 años, hipoacúsico, con nódulo pulmonar en estudio. Se programó biopsia percutánea, dada la movilidad de la región y la hipoacúsia del paciente, con ecografía en sala de TC. **A:** TC para guía de biopsia: nódulo pulmonar con contacto pleural (flecha) en base pulmonar derecha, nótese marcador cutáneo auxiliar para referencia adicional. **B:** ecografía como guía principal para biopsia de nódulo pequeño (flecha) móvil. Línea ecogénica pleural (P).

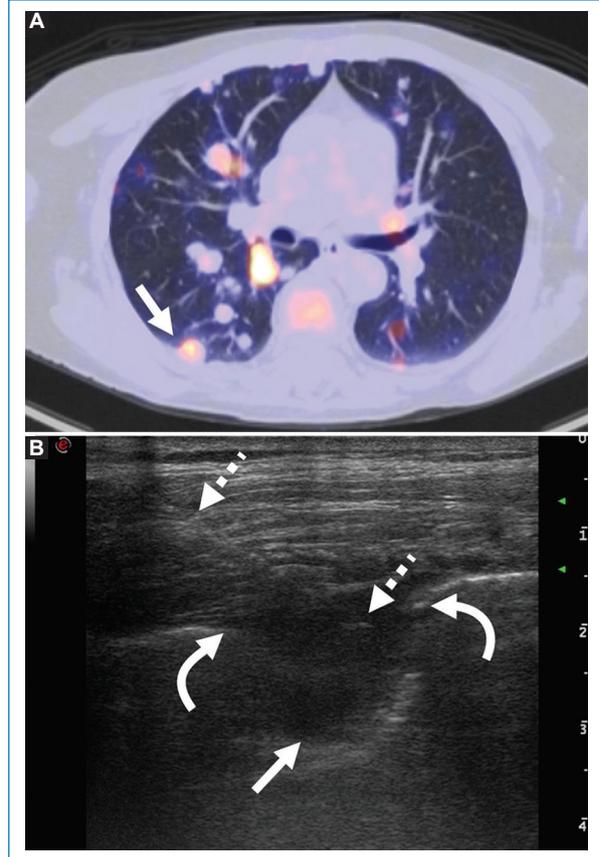


Figura 14. Mujer de 61 años con antecedentes de cáncer de endometrio en control oncológico. **A:** imagen de fusión por PET-TC de nódulo pulmonar hipermetabólico (flecha) con contacto pleural. Nótese otros nódulos, algunos hipermetabólicos dispersos en ambos pulmones. **B:** biopsia guiada por ecografía de nódulo subpleural (flecha) con aguja Franseen 18 G (flechas rayadas) en forma directa. Nótese la irrupción de línea ecogénica pleural (flechas curvas). Diagnóstico final: adenocarcinoma pobremente diferenciado, de origen endometrial.

diagnóstica ligeramente superior comparado con aspiración por aguja fina. La sensibilidad y especificidad para biopsias *core* es del 89 y 97% respectivamente¹⁴. Sin embargo, Coley et al.³⁶ han concluido que la aspiración por aguja fina y la biopsia tipo *core* presentan resultados comparables al momento del estudio molecular del tejido.

Monitoreo posprocedimiento

La recuperación se hará en la sala de observación. El paciente reposará en camilla, con el sitio de punción en contacto con esta, aunque esta posición aún se encuentra debatida^{14,37}. El dolor posprocedimiento se

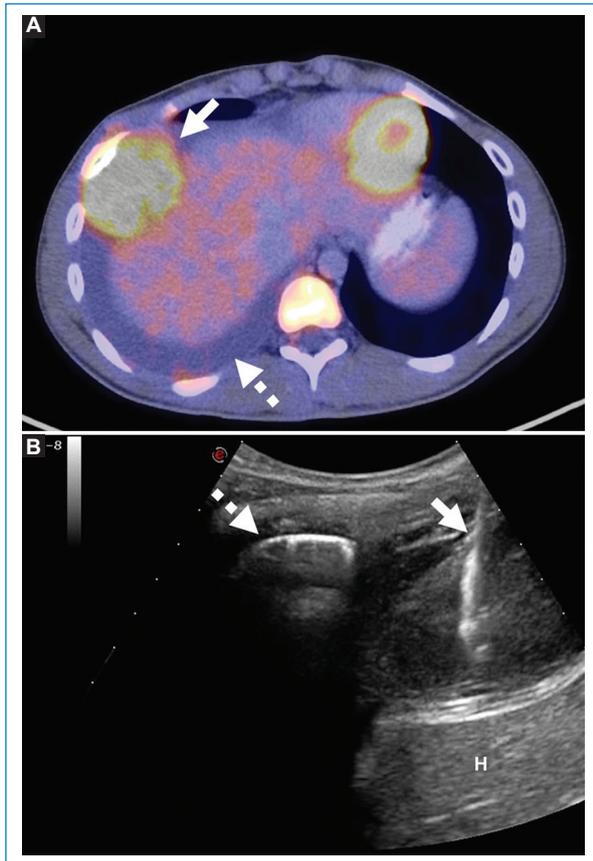


Figura 15. Hombre de 16 años en estudio por masa pulmonar basal descubierta en contexto de tumefacción torácica. **A:** imagen de fusión por PET-TC que muestra lesión pulmonar hipermetabólica (flecha) en contacto con la pared torácica, con derrame pleural asociado (flecha rayada). **B:** biopsia bajo ecografía de masa pulmonar (flecha). Nótese la línea ecogénica correspondiente a la pleura visceral (flecha rayada) y el hígado (H). Aguja utilizada: semiautomática 18 G (flecha) en forma coaxial. Diagnóstico final: sarcoma (con fusión BCOR-CCNB3).

registra siguiendo la escala valor numérica. Los cuidados postintervención incluyen control de signos vitales (frecuencia cardíaca, tensión arterial, saturación de oxígeno) por un plazo de 1-6 horas. Movimientos bruscos, toser y hablar serán desalentados. El periodo de tiempo se va a ajustar de acuerdo con la complejidad del procedimiento y las características de este. Es de vital importancia realizar monitoreo imagenológico para detección temprana de complicaciones. Podrá realizarse bajo TC o con radiografías^{3,7,13}.

Complicaciones

Las complicaciones más frecuentes son el neumotórax y el sangrado. El primero tiene una incidencia



Figura 16. Fotografía y esquema didáctico de paciente en plan de biopsia bajo ecografía de nódulo pulmonar. La disposición del campo genera espacio suficiente para manipulación de transductor, teniendo en cuenta la marcación previa (fibra negra). Las líneas blancas simulan las costillas y el óvalo rojo el objetivo.

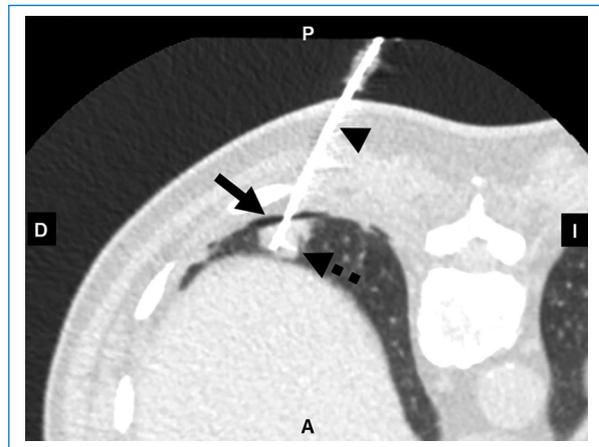


Figura 17. Hombre de 73 años, hipoacúsico, con nódulo pulmonar en estudio (mismo paciente que en figura 13). TC como guía auxiliar para biopsia de nódulo pulmonar (flecha rayada) con neumotórax laminar (flecha) que impide guía ecográfica. Aguja utilizada: semiautomática 20 G, con técnica coaxial (cabeza de flecha). Diagnóstico final: fragmento de tejido cartilaginoso maduro, escaso *detritus* y tejido fibroso sin células atípicas.

variable, reportada para TC en aproximadamente el 26%, con un requerimiento de colocación de drenaje del 3-17%³⁸⁻⁴⁰, mientras que para biopsias con guía ecográfica el neumotórax autolimitado se ha descrito en el 5,8-7% de los casos (Fig. 17)^{4,17}. La ecografía tiene un rol limitado en la cuantificación del neumotórax. Sin

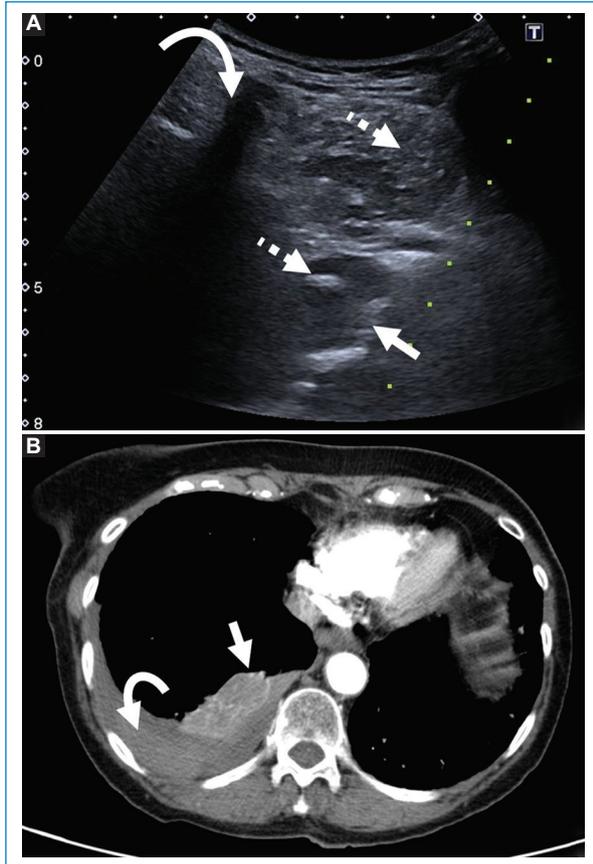


Figura 18. Mujer de 77 años, exfumadora, en estudio por masa pulmonar en lóbulo inferior derecho.

A: biopsia dirigida por ecografía de masa pulmonar (flecha) derecha con formato coaxial y aguja de corte semiautomática 20 G (flechas rayadas). Notar la sombra acústica posterior producida por la apófisis espinosa (flecha curva). **B:** angiogramografía con contraste endovenoso a las 2 horas posprocedimiento que mostró derrame pleural heterogéneo, compatible con hemotórax (flecha curva). Nótese el realce del nódulo intervenido (hipervascular) (flecha). Se trató de un hallazgo radiológico sin modificaciones hemodinámicas. Diagnóstico final: carcinoma neuroendocrino de alto grado de agresividad (células pequeñas).

embargo, es útil para su detección. Esta complicación genera una pérdida en el movimiento de la pleura visceral, visible por ecografía⁷.

Los sangrados pueden presentarse como hemorragia parenquimatosa, hemoptisis, hemotórax, hematoma de la pared torácica o hematoma mediastinal. La frecuencia reportada para los sangrados es del 4-27%, siendo la presencia de hemorragia alveolar un hallazgo habitual de escaso valor clínico. Los hemotórax son hallazgos infrecuentes (Fig. 18). Sin embargo, aquellos clínicamente significativos son raros (Fig. 19). El riesgo

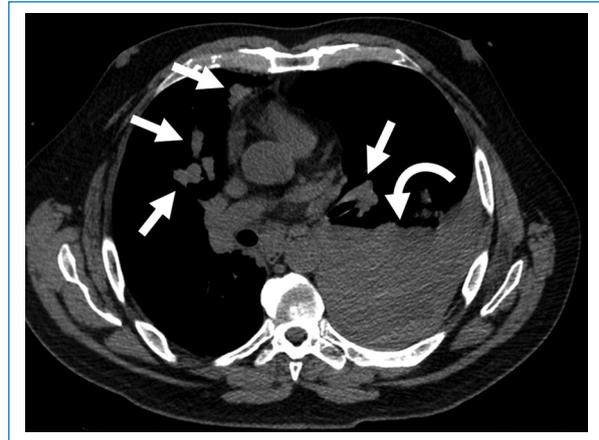


Figura 19. Hombre de 60 años, en estudio por nódulos pulmonares evidenciados por TC en contexto de síndrome de impregnación. TC de control a la hora de biopsia percutánea de nódulo pulmonar solicitada por descompensación hemodinámica. Nótese los nódulos pulmonares (flechas) y el hemotórax izquierdo (flecha curva). Requirió drenaje mediante videotoracoscopia donde se constató lesión de arteria intercostal. El paciente evolucionó favorablemente.

de sangrado aumenta con la profundidad de la lesión a intervenir^{2,15,38,39}. Consecuentemente, bajo ecografía, el sangrado parenquimatoso ha sido descrito en el orden del 1%¹⁷. El tamaño de la lesión intervenida ha sido estudiado como factor independiente para el riesgo de sangrado. Sin embargo, los resultados han sido dispares⁴¹⁻⁴³. La prevalencia de sangrado parenquimatoso o de hemotórax disminuye con la correcta planificación de la intervención, evitando lesionar vasos pulmonares, intercostales o dependientes de la cadena mamaria interna, así como también axilares o subclavios^{2,3,38}. Se ha postulado que la hemorragia alveolar leve reduce el riesgo de neumotórax al sellar el trayecto de la aguja evitando fuga de aire hacia la pleura².

La embolia aérea es una complicación rara, sin embargo con desenlace potencialmente fatal^{38,44}. Evitar lesionar vasos y disminuir el tiempo en el cual la aguja se encuentra sin estilete, intraprocedimiento, sería de ayuda^{13,38}.

La siembra tumoral en el trayecto de la aguja tiene una incidencia menor al 0,1% y no se han encontrado factores de riesgo definitivos para esto^{38,39}.

Conclusión

La ecografía es una buena alternativa a la TC como guía para biopsia de nódulos y masas pulmonares en

pacientes seleccionados, con alto rédito diagnóstico y bajo porcentaje de complicaciones.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido ninguna fuente de financiamiento.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún 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 han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Bibliografía

1. Tsai I-C, Tsai W-L, Chen M-C, Chang G-C, Tzeng W-S, Chan S-W, et al. CT-guided core biopsy of lung lesions: A primer. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;193(5):1228-35.
2. Winokur RS, Pua BB, Sullivan BW, Madoff DC. Percutaneous lung biopsy: technique, efficacy, and complications. *Semin Intervent Radiol.* 2013;30(2):121-7.
3. Wu CC, Maher MM, Shepard J-AO. CT-guided percutaneous needle biopsy of the chest: Preprocedural evaluation and technique. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;196(5):W511-W514.
4. Lee MH, Lubner MG, Louis Hinshaw J, Pickhardt PJ. Ultrasound guidance versus CT guidance for peripheral lung biopsy: Performance according to lesion size and pleural contact. *AJR Am J Roentgenol.* 2018;210(3):W110-W117.
5. García-Ortega A, Briones-Gómez A, Fabregat S, Martínez-Tomás R, Martínez-García MA, Cases E. Benefit of chest ultrasonography in the diagnosis of peripheral thoracic lesions in an interventional pulmonology unit. *Arch Bronconeumol.* 2016;52(5): 244-9.
6. Khosla R, McLean AW, Smith JA. Ultrasound-guided versus computed tomography-scan guided biopsy of pleural-based lung lesions. *Lung India.* 2016;33(5):487-92.
7. Yusuf GT, Fang C, Tran S, Rao D, Bartlett-Pestell S, Stefanidis K, et al. A pictorial review of the utility of CEUS in thoracic biopsies. *Insights Imaging.* 2021;12(1):9.
8. Görg C, Bert T, Görg K, Heinzl-Gutenbrunner M. Colour Doppler ultrasound mapping of chest wall lesions. *Br J Radiol.* 2005; 78(928):303-7.
9. Koh DM, Burke S, Davies N, Padley SPG. Transthoracic US of the chest: Clinical uses and applications. *Radiographics.* 2002;22(1):e1.
10. Girvin F, Ko JP. Pulmonary nodules: detection, assessment, and CAD. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;191(4):1057-69.
11. MacMahon H, Naidich DP, Goo JM, Lee KS, Leung ANC, Mayo JR, et al. Guidelines for management of incidental pulmonary nodules detected on CT images: From the Fleischner Society 2017. *2017; 284(1):228-43.*
12. Dietrich CF, Mathis G, Cui X-W, Ignee A, Hocke M, Hirche TO. Ultrasound of the pleurae and lungs. *Ultrasound Med Biol.* 2015;41(2):351-65.
13. Veltri A, Bargellini I, Giorgi L, Matos PA, Akhan O. CIRSE Guidelines on percutaneous needle biopsy (PNB). *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2017;40(10):1501-13.
14. 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(4):419-28.
15. Manhire A. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax.* 2003;58(11):920-36.
16. Ansari-Gilani K, Deurdulian C, Azar N, Nakamoto DA. Use of sonographic guidance for selected biopsies in the lung and superior mediastinum. *J Ultrasound Med.* 2012;31(11):1697-702.
17. Sconfienza LM, Mauri G, Grossi F, Truini M, Serafini G, Sardanelli F, et al. Pleural and peripheral lung lesions: Comparison of US- and CT-guided biopsy. *Radiology.* 2013;266(3):930-5.
18. Rednic N, Orasan O. Subpleural lung tumors ultrasonography. *Med Ultrason.* 2010;12(1):81-7.
19. Yang PC. Ultrasound-guided transthoracic biopsy of peripheral lung, pleural, and chest-wall lesions. *J Thorac Imaging.* 1997;12(4):272-84.
20. Del Cura JL, Zabala R, Corta I. US-guided interventional procedures: what a radiologist needs to know. *Radiologia.* 2010;52(3):198-207.
21. Patel IJ, Davidson JC, Nikolic B, Salazar GM, Schwartzberg MS, Walker TG, et al. Consensus guidelines for periprocedural management of coagulation status and hemostasis risk in percutaneous image-guided interventions. *J Vasc Interv Radiol.* 2012;23(6):727-36.
22. Patel IJ, Rahim S, Davidson JC, Hanks SE, Tam AL, Gregory Walker T, et al. Society of Interventional Radiology Consensus Guidelines for the Periprocedural Management of Thrombotic and Bleeding Risk in Patients Undergoing Percutaneous Image-Guided Interventions-Part II: Recommendations. *J Vasc Interv Radiol.* 2019; 30(8):1168-84.e1.
23. Davidson JC, Rahim S, Hanks SE, Patel IJ, Tam AL, Gregory Walker T, et al. Society of Interventional Radiology Consensus Guidelines for the Periprocedural Management of Thrombotic and Bleeding Risk in Patients Undergoing Percutaneous Image-Guided Interventions-Part I: Review of Anticoagulation Agents and Clinical Considerations. *J Vasc Interv Radiol.* 2019;30(8):1155-67.
24. Salamonsen M, Ellis S, Paul E, Steinke K, Fielding D. Thoracic ultrasound demonstrates variable location of the intercostal artery. *Respiration.* 2012;83(4):323-9.
25. Dewhurst C, Neill SO, Regan KO, Maher M. Demonstration of the course of the posterior intercostal artery (PIA) at CT angiography (CTA): relevance to interventional radiology (IR) procedures in the chest. *Diagn Interv Radiol.* 2012;18(2):221-4.
26. Helm EJ, Rahman NM, Talakoub O, Fox DL, Gleeson FV. Course and variation of the intercostal artery by CT scan. *Chest.* 2013; 143(3):634-9.
27. Choi S, Trieu J, Ridley L. Radiological review of intercostal artery: Anatomical considerations when performing procedures via intercostal space. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2010;54(4):302-6.
28. Glassberg RM, Sussman SK, Glickstein MF. CT anatomy of the internal mammary vessels: importance in planning percutaneous transthoracic procedures. *AJR Am J Roentgenol.* 1990;155(2):397-400.
29. Scatarige JC, Hamper UM, Sheth S, Allen HA. Parasternal sonography of the internal mammary vessels: technique, normal anatomy, and lymphadenopathy. *Radiology.* 1989;172(2):453-7.
30. Jones CS, Verde F, Johnson PT, Fishman EK. Nontraumatic subclavian artery abnormalities: Spectrum of MDCT findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2016;207(2):434-41.
31. Barral JP, Croibier A. The subclavian arteries. En: Barral JP, Croibier A. *Visceral Vascular Manipulations.* Churchill Livingstone; 2011. pp. 110-116.
32. Jarmakani M, Duguay S, Rust K, Conner K, Wagner JM. Ultrasound versus computed tomographic guidance for percutaneous biopsy of chest lesions. *J Ultrasound Med.* 2016;35(9):1865-72.
33. Stephens NJ, Pilcher JM. The diagnostic role of ultrasound in the chest. *Ultrasound.* 2007;15(3):148-58.
34. Peng T-F, Ren T, Wang H-S, Feng Z-X, Wang M-F. Diagnostic value of rapid on-site evaluation for CT-guided percutaneous fine needle aspiration in the diagnosis of pulmonary occupying lesions. *Biomed Res Int.* 2020;17:1-8.
35. Anila KR, Nayak N, Venugopal M, Jayasree K. Role of rapid on-site evaluation in CT-guided fine needle aspiration cytology of lung nodules. *J Cytol.* 2018;35(4):229-32.
36. Coley SM, Crapanzano JP, Saqi A. FNA, core biopsy, or both for the diagnosis of lung carcinoma: Obtaining sufficient tissue for a specific diagnosis and molecular testing. *Cancer Cytopathol.* 2015; 123(5):318-26.
37. O'Neill AC, McCarthy C, Ridge CA, Mitchell P, Hanrahan E, Butler M, et al. Rapid needle-out patient-rollover time after percutaneous CT-guided transthoracic biopsy of lung nodules: effect on pneumothorax rate. *Radiology.* 2012;262(1):314-9.
38. Lorenz J, Blum M. Complications of percutaneous chest biopsy. *Semin Intervent Radiol.* 2006;23(2):188-93.

39. Wu CC, Maher MM, Shepard J-AO. Complications of CT-guided percutaneous needle biopsy of the chest: Prevention and management. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;196(6):678-82.
40. Andrade JR de, Rocha RD, Falsarella PM, Rahal Junior A, Santos RSD, Franceschini JP, et al. CT-guided percutaneous core needle biopsy of pulmonary nodules smaller than 2 cm: technical aspects and factors influencing accuracy. *J Bras Pneumol.* 2018;44(4):307-14.
41. Çakir Ö, Çam I, Koç U, Çiftçi E. Evaluation of major complications associated with percutaneous CT-guided biopsy of lung nodules below 3 cm. *Turk J Med Sci.* 2020;50(2):369-74.
42. Tai R, Dunne RM, Trotman-Dickenson B, Jacobson FL, Madan R, Kumaru KK, et al. Frequency and severity of pulmonary hemorrhage in patients undergoing percutaneous CT-guided transthoracic lung biopsy: Single-institution experience of 1175 cases. *Radiology.* 2016; 279(1):287-96.
43. Gohari A, Haramati LB. Complications of CT scan-guided lung biopsy: lesion size and depth matter. *Chest.* 2004;126(3):666-8.
44. Gupta S, Wallace MJ, Cardella JF, Kundu S, Miller DL, Rose SC, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous needle biopsy. *J Vasc Interv Radiol.* 2010;21(17):969-75.