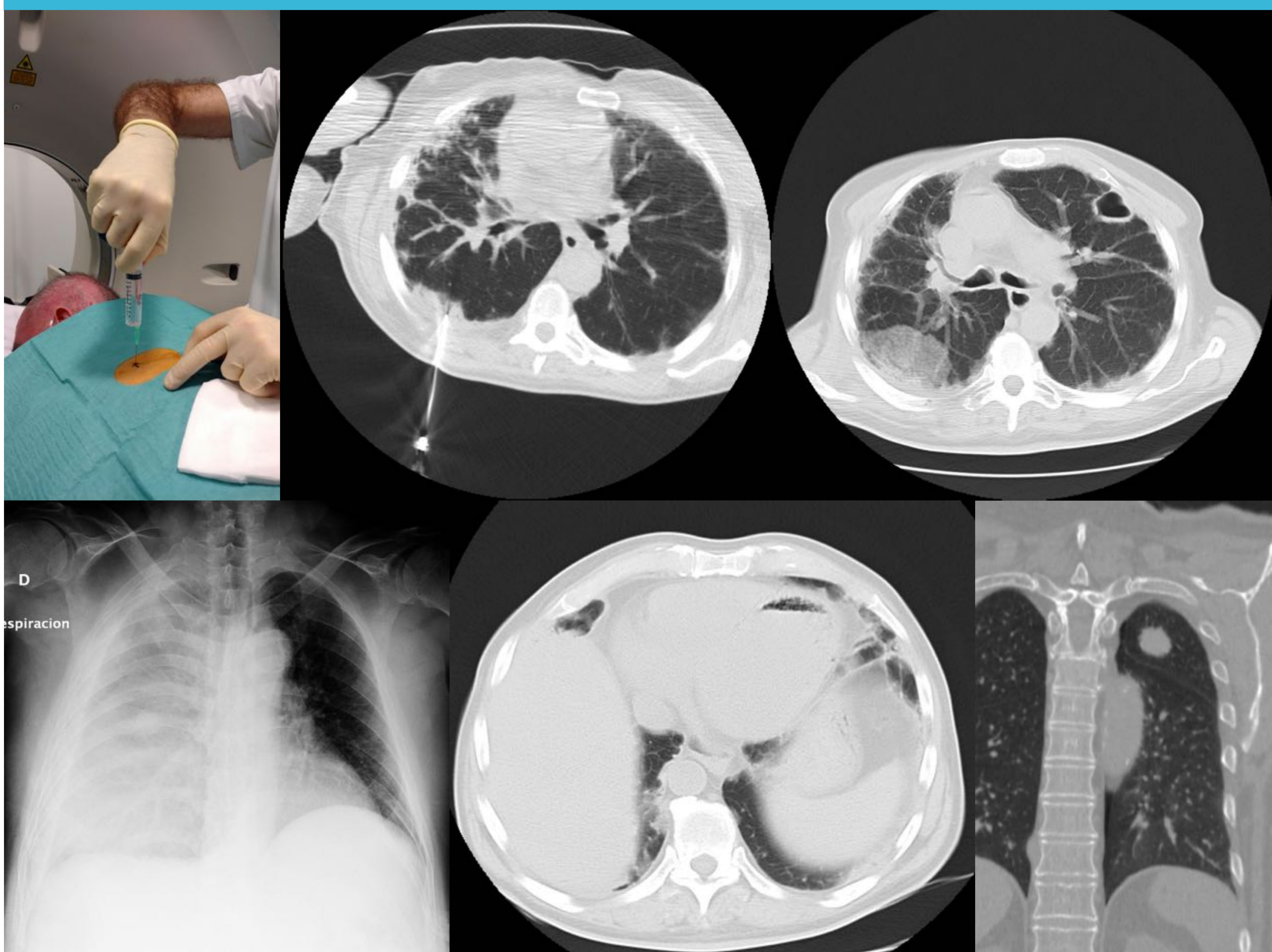


COMPLICACIONES DE LA BAG PULMONAR PERCUTÁNEA GUIDADA POR TC. NUESTRA EXPERIENCIA EN EMBOLISMO GASEOSO ARTERIAL SISTÉMICO.



Paola Andrea Rueda Mejía, Ana Lucía Muñoz Ruiz, Amador Prieto Fernández, Encarnación Nava Tomás, Beatriz Escobar Mallada, Cristina Suárez Arcay.

Servicio de Radiodiagnóstico
Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA), Oviedo.

OBJETIVOS

1. Conocer las principales complicaciones de la Biopsia con Aguja Gruesa percutánea de lesiones pulmonares, según su frecuencia y gravedad. Identificar las manifestaciones clínicas precoces y cómo actuar ante ellas.
2. Identificar los factores de riesgo para el desarrollo de complicaciones.
3. Indicar las pautas a seguir para minimizar el riesgo de complicación.

REVISIÓN DE TEMA

La biopsia con aguja gruesa (BAG) percutánea guiada por tomografía computarizada (TC) es un procedimiento mínimamente invasivo con una alta sensibilidad (89%), especificidad (97%) y precisión (93%) en la detección de malignidad, convirtiéndose en una herramienta indispensable para el diagnóstico, estadificación y planificación del tratamiento.^[1]

Se realiza en pacientes con lesiones pulmonares indeterminadas o con enfermedad tumoral extra-pulmonar asociada. Existen ciertas condiciones que se consideran como contraindicaciones relativas para la realización de biopsia pulmonar percutánea, tales como^[1]:

- Pacientes no colaboradores.
- Compromiso respiratorio severo.
- Hipertensión pulmonar.
- Enfermedad pulmonar intersticial severa.
- Lesiones pequeñas cerca del diafragma.
- Lesiones centrales adyacentes a grandes vasos o bronquios principales.

Previamente a la realización de la BAG, se debe informar al paciente sobre el procedimiento y los riesgos que este implica, para posteriormente obtener su consentimiento firmado.

En caso, de tratamiento anticoagulante o antiagregante, estos deben ser suspendidos al menos cinco días antes y reemplazados por heparinas de bajo peso molecular (HBPM) o heparina no fraccionada (HNF). No se debe aplicar la última dosis de heparina previa al procedimiento.^[2]

También es importante evaluar el estado de coagulación del paciente. Un recuento de plaquetas menor de 50.000/ μ l requiere transfusión previa al procedimiento. Valores de INR mayores de 1.5 deben ser corregidos con vitamina K o plasma fresco.^{[1][2]}

PROTOCOLO

- Todo paciente debe tener un TC o PET-TC previo para planificación de la ruta de acceso: evitar vasos de alto flujo (Ej.: subclavia, mamaria interna o intercostales), atravesar la pleura en un solo punto, evitar cisuras y bullas.
- Posicionamiento del paciente en la mesa de acuerdo a la localización de la lesión. Se prefiere en decúbito prono, puesto que las costillas posteriores se mueven menos y los espacios intercostales posteriores son más amplios que los anteriores. Además, previene que el paciente vea la aguja, disminuyendo la ansiedad.
- Realizamos un primer TC centrado en la lesión (10 cortes por encima y por debajo de la lesión, cada 3 mm), a baja dosis. Localizamos el punto de punción, desde donde medimos la distancia de la piel a la pleura y a la lesión, para calcular la longitud del introductor (coaxial) y la aguja respectivamente (**figura 1**).
- Marcamos con láser y esterilizamos el área de punción. Colocamos anestesia local con lidocaína al 2%. No utilizamos sedación, aunque es ampliamente recomendada para controlar las respiraciones del paciente. (**figura 2**).



Figura 1.

Paciente con lesión subpleural en el LSI. Se acomoda en decúbito prono y se realiza marcación del área de lesión con barras metálicas sobre la piel (flecha). Se mide la distancia desde la piel hasta el borde de lesión.

Figura 2.

El mismo paciente de la figura 1. Una vez localizado el punto de punción en piel, se esteriliza el área y se infiltra con lidocaína.



- Utilizamos la técnica con coaxial corta (4 cm) para disminuir el número de punciones pleurales. Esta se introduce en el tejido celular subcutáneo en dirección a la lesión, sin atravesar la pleura.
- A continuación, cargamos la aguja (generalmente 17 G) con 1 o 2 cm de muestra (dependiendo del tamaño de la lesión) y la introducimos con un solo movimiento en dirección a la lesión a través de la coaxial. (**figura 3**).
- Comprobamos la localización de la aguja con una nueva secuencia de TC. Si es necesario, se reacomoda la aguja sin sacarla del pulmón, verificando nuevamente su posición mediante TC.
- Una vez la aguja se encuentra en la posición correcta, se toma la muestra y se deposita en formol. Si la sospecha es de linfoma, una muestra debe ser enviada en solución salina para análisis por citometría y otra en fresco para estudio de citogenética. (**figura 4**).

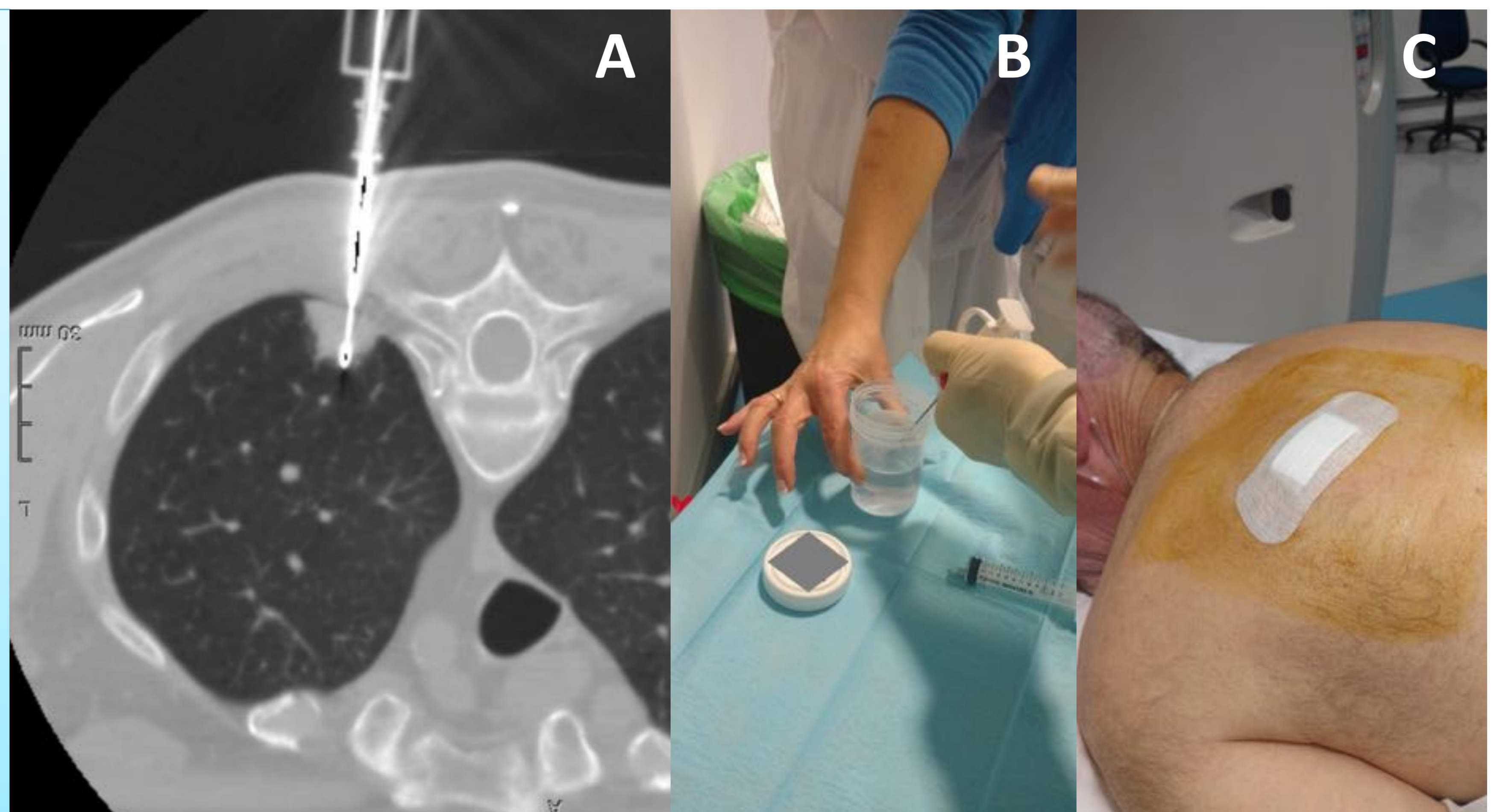


Figura 3.

(A). Colocación de coaxial en el tejido celular subcutáneo. (B) Introducción de la aguja de biopsia a través de la coaxial. (C) Aguja de biopsia con núcleo para toma de cilindros de tejido de 1 y 2 cm.

Figura 4.

(A) TC de control para localización de la aguja y toma del cilindro de tejido. (B) Se deposita la muestra en formol para estudio anatomopatológico. (C) Se cubre la herida y se gira al paciente a decúbito supino.



- Una vez retirada la aguja y el introductor, cubrimos la herida con un apósito y giramos al paciente para hacer presión sobre el sitio de punción. Realizamos un TC de tórax de control para descartar complicaciones inmediatas, como neumotórax, embolismo gaseoso o hemorragia.
- El paciente es monitorizado durante 2-3 horas posteriores al procedimiento. Le recomendamos no toser, hablar ni moverse para disminuir el riesgo de neumotórax durante este periodo. Posteriormente se realiza una radiografía PA en espiración para descartar neumotórax tardío (**figura 5**).

COMPLICACIONES

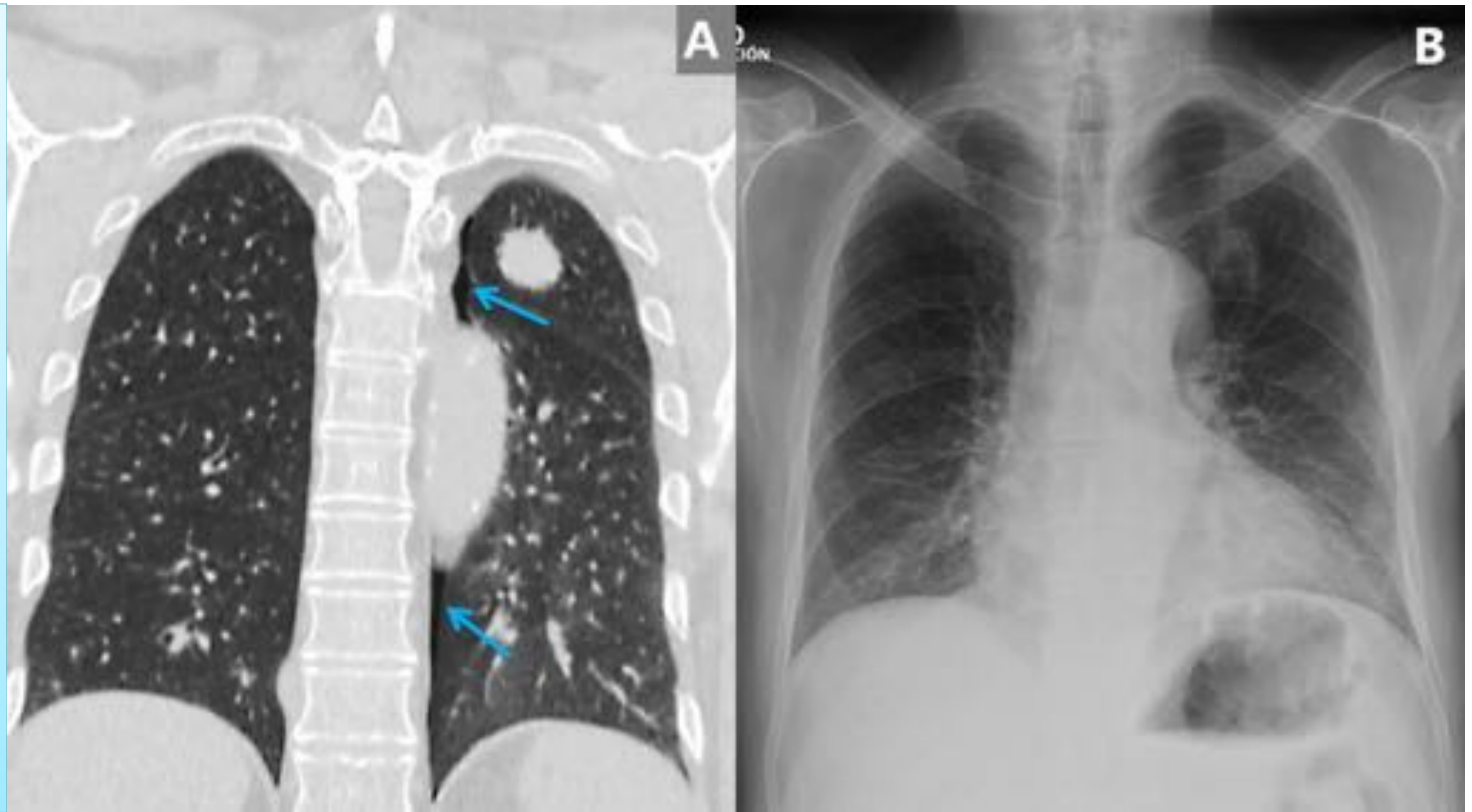
Aunque es un procedimiento mínimamente invasivo no está exento de complicaciones. Ocurren en el 38.8% de los casos, siendo las más frecuentes el neumotórax (25.3%) y la hemorragia alveolar (18%). Complicaciones mayores como la embolismo gaseoso (0.02 – 0.4%) y la siembra del tumor en el trayecto (0.012-0.061%) son raras pero letales si no reciben un tratamiento oportuno.^[3]

FACTORES DE RIESGO^{[1][4][5]}

- Tamaño de la lesión: a menor tamaño (lesiones menores de 2 cm), mayor es el número de punciones y reposicionamientos de la aguja, incrementando el riesgo de complicación.^[1]

Figura 5.

Paciente con lesión nodular en LSI. **(A)** TC postpunción con mínimo neumotórax izquierdo (flechas). **(B)** Rx de tórax de control a las 3 horas, sin aumento del neumotórax. Se da de alta al paciente.



- Profundidad de la lesión: entre mayor sea la cantidad de parénquima pulmonar aireado por atravesar, mayor es el riesgo. Un trayecto mayor de 4 cm está asociado con mayor incidencia de neumotórax.^[1]
- Experiencia del radiólogo.
- Factores del procedimiento: número elevado de punciones pleurales, ángulo de inserción de la aguja con la superficie pleural diferente a 90° , tiempo que la aguja permanece en el parénquima o atravesar una cisura.

MEDIDAS PREVENTIVAS^{[1][4][5][6][7]}

- Adecuada selección y preparación del paciente previa al procedimiento: suspender anticoagulantes o antiagregantes de acuerdo con el protocolo e instruir al paciente para evitar moverse, toser, hablar o respirar profundamente durante e inmediatamente después del procedimiento.
- Planificación del trayecto: escoger el más corto, evitando atravesar cisuras, lesiones aireadas (bullas o neumatocelos) y grandes vasos.
- Inyectar solución salina en el espacio extra pleural en caso de lesiones subpleurales, para evitar parénquima aireado.^[4]
- El introductor de la aguja siempre debe estar cubierto ya sea por el estilete, una gota de solución salina o el dedo.

- Sellar el trayecto de salida de la aguja con parche de sangre autólogo (2-3 cc), en pacientes con alto riesgo de neumotórax.^[4]
- Girar al paciente inmediatamente después de retirar la aguja y apoyarlo sobre el sitio de punción.^[3]

El uso de coaxial disminuye el número de punciones pleurales, pero no se han encontrado correlación significativa con la disminución del riesgo de complicaciones.

NEUMOTORAX

Es la complicación más frecuente, sobretodo en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (46% comparado con un 7% en pacientes sin EPOC).^[4] (**figura 6**)

Manejo^{[1][4][5]}:

- Aspirar el aire del espacio pleural antes de remover la aguja. Si el volumen excede los 670 cc, es conveniente colocar un tubo de drenaje.
- Administrar oxígeno por cánula nasal (2-4 L/s) para acelerar la reabsorción del neumotórax.
- Neumotórax asintomáticos y menores del 20%, solo requieren observación. Si el neumotórax es estable o ha disminuido en la radiografía de control a las 2-3 horas y el paciente continúa asintomático, es posible dar el alta.

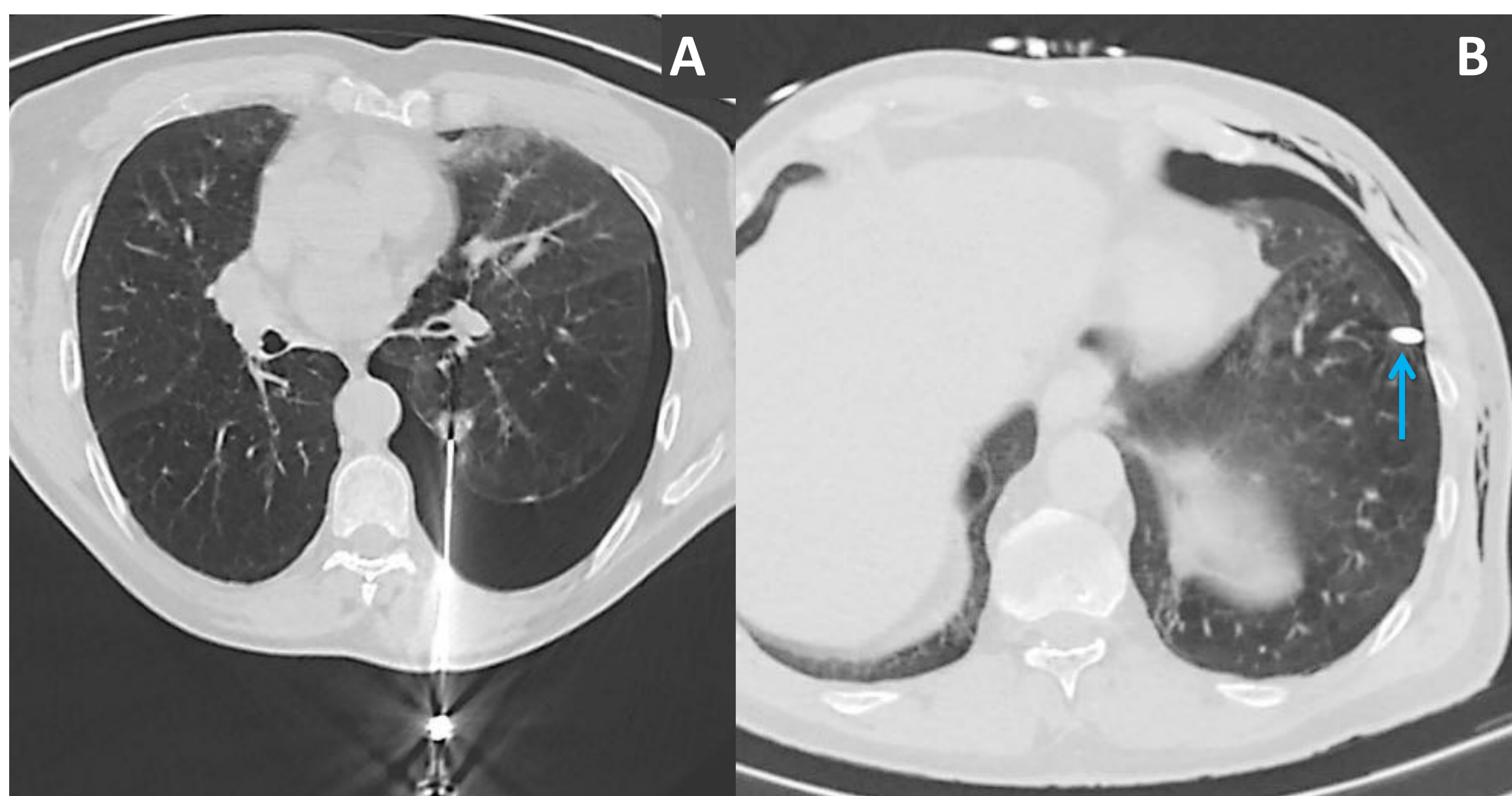


Figura 6.

Paciente con EPOC enfisematoso y lesión en LII. (A) Desarrollo de neumotórax a tensión durante la punción. (B) Control posterior con drenaje pleural (flecha).

- En pacientes sintomáticos o con aumento progresivo del neumotórax en la radiografía de control a las 2-3 horas, será necesario la colocación de drenaje pleural.

HEMORRAGIA PULMONAR

Segunda complicación más frecuente de la BAG. El 86% son hemorragias alveolares menores, que se identifican en la TC como una opacidad en vidrio deslustrado alrededor de la lesión o en el trayecto de la aguja^[1] (**figura 7**), generalmente es autolimitada y pueden ser factor protector para la aparición de neumotórax puesto que sella el trayecto de la aguja. El hemotórax es extremadamente raro, con una incidencia de 0.092%.^[4] (**figura 8**)

Se presenta con mayor frecuencia en pacientes con enfisema (no hay parénquima que ejerza un taponamiento efectivo), hipertensión pulmonar, cavitaciones de origen inflamatorio crónico (secundario a la hipertrofia de arterias bronquiales), tumores hipervasculares o diátesis hemorrágica.^{[6][7]}

Manejo:

- Si la hemorragia es clínicamente evidente con tos y hemoptisis, se debe suspender el procedimiento y colocar al paciente en decúbito supino, sobre el sitio de punción, para evitar el vertido al pulmón contralateral.
- Estimular al paciente a que tosa y elimine todos los coágulos que puedan quedar en la vía aérea.

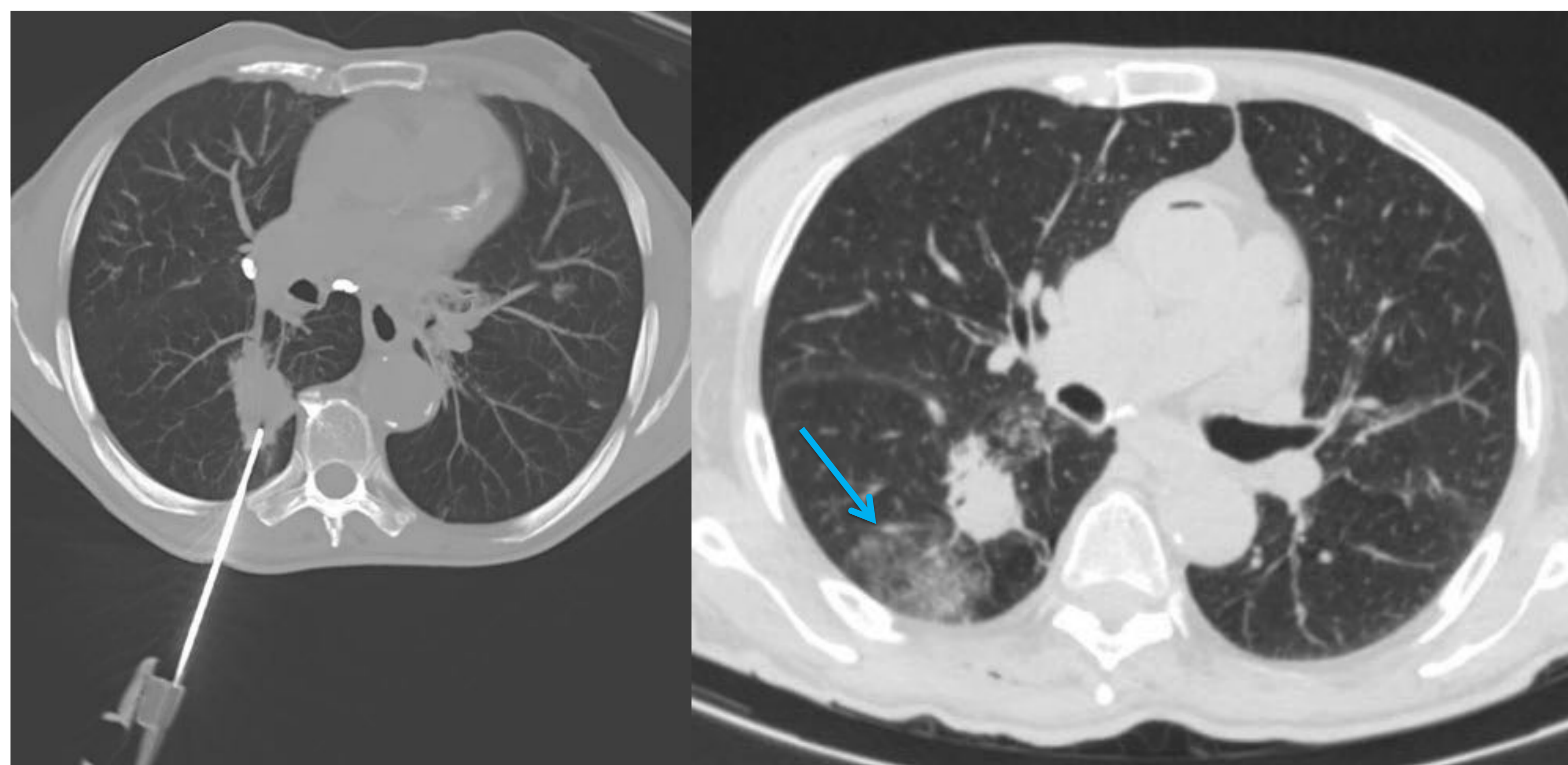


Figura 7.

Paciente con nódulo en el segmento apical del LII. Hemorragia alveolar en el trayecto de la aguja (flecha) en el TC postpunción.

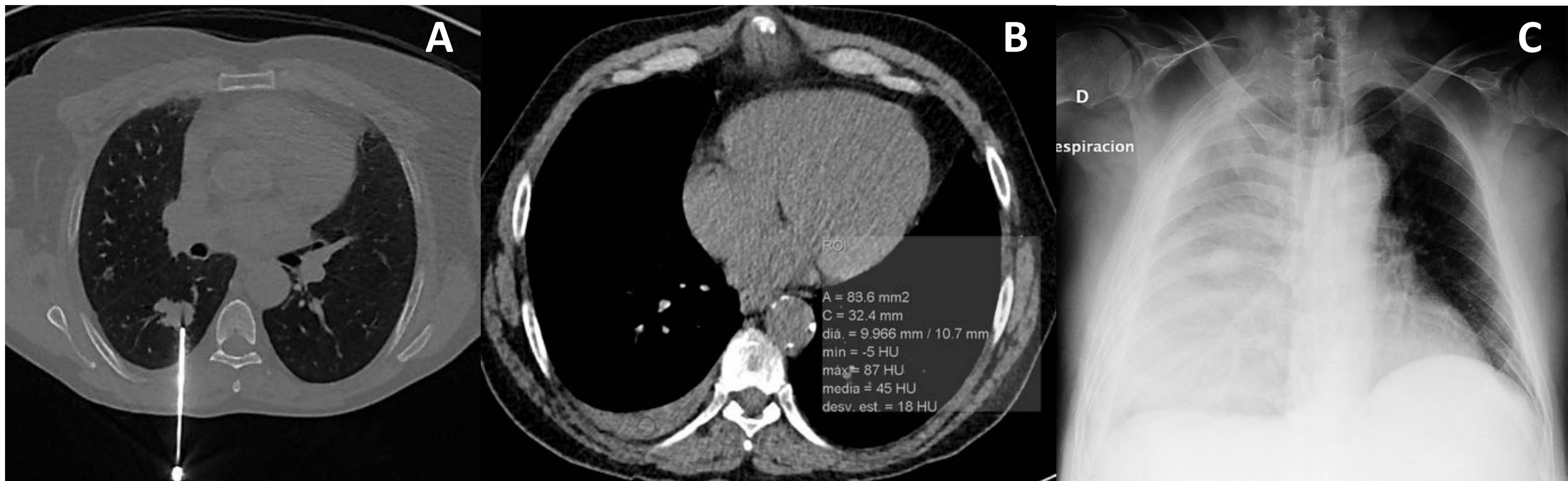


Figura 8. (A) Paciente con nódulo pulmonar en el segmento apical del LID. (B) TC postpunción con pequeño derrame pleural de alta densidad. (C) Radiografía de tórax de control, 2-3 horas después, con opacidad completa del hemitórax derecho secundaria a hemotórax.

- En caso de hemorragia masiva, se sedará al paciente y se procederá a intubación orotraqueal con tubo de doble luz.^[4]
- En caso de hemotórax se debe colocar un tubo de toracostomía en fase aguda, seguido de fibrinolíticos intrapleurales en fase subaguda organizada.^[5] Si el hemotórax es masivo o presenta sangrado persistente (150-200 cc/hora por 2-4 horas) se debe realizar exploración por toracotomía urgente.^[7]

SIEMBRA DEL TUMOR

Es extremadamente rara. Se ha descrito su aparición meses después de la BAG en casos de carcinoma broncogénico, metástasis, mesotelioma maligno y timoma. Se visualiza en la TC como recurrencia local de la neoplasia, en línea recta hacia la piel desde la lesión primaria (trayecto de la biopsia). No se ha identificado asociación con algún factor.

EMBOLISMO GASEOSO

Es una complicación extremadamente rara pero potencialmente fatal. Este puede ser arterial o venoso. El embolismo arterial sistémico es el que mayores implicaciones tiene para la BAG pulmonar percutánea, siendo los órganos más vulnerables el cerebro y el corazón. Estudios experimentales en perros han demostrado que pequeñas cantidades de aire (2-3 ml) inyectadas en el sistema venoso pulmonar pueden ser fatales.^[8]

El embolismo venoso sistémico es menos temido. Pequeñas burbujas de aire atrapadas en el sistema venoso periférico pueden ser eliminadas por difusión molecular, a través de la pared arteriolar al espacio alveolar. Sin embargo, grandes volúmenes (mayores de 50mL) pueden resultar en fallo ventricular derecho, arritmia secundaria y colapso agudo de la circulación sistémica.[9]

Puede ocurrir mediante tres mecanismos^{[6][7][8][9]} (**figura 9**):

1. Cuando la punta de la aguja se encuentra dentro de una vena pulmonar y es retirado el estilete, una rápida inspiración hace que la presión atmosférica exceda la presión venosa pulmonar y entre aire al sistema venoso por gradiente de presiones.
2. Cuando la aguja atraviesa al mismo tiempo un espacio aéreo y una vena pulmonar creando una fístula bronquio-vena pulmonar y permitiendo el paso de aire al torrente sanguíneo cuando la presión alveolar sobrepasa a la venosa, por ejemplo al toser.
3. El aire puede ser inyectado accidentalmente en la arteria pulmonar y progresar al sistema venoso, si el volumen del aire excede la capacidad de intercambio gaseoso del pulmón.

El riesgo de embolismo gaseoso aumenta con la presencia de enfermedad pulmonar pre-existente (enfisema, lesiones quísticas o cavitadas), patologías que alteren la hemostasia del vaso lesionado (vasculitis, coagulopatías o inflamación) y ventilación a presión positiva^{[7][8]}.

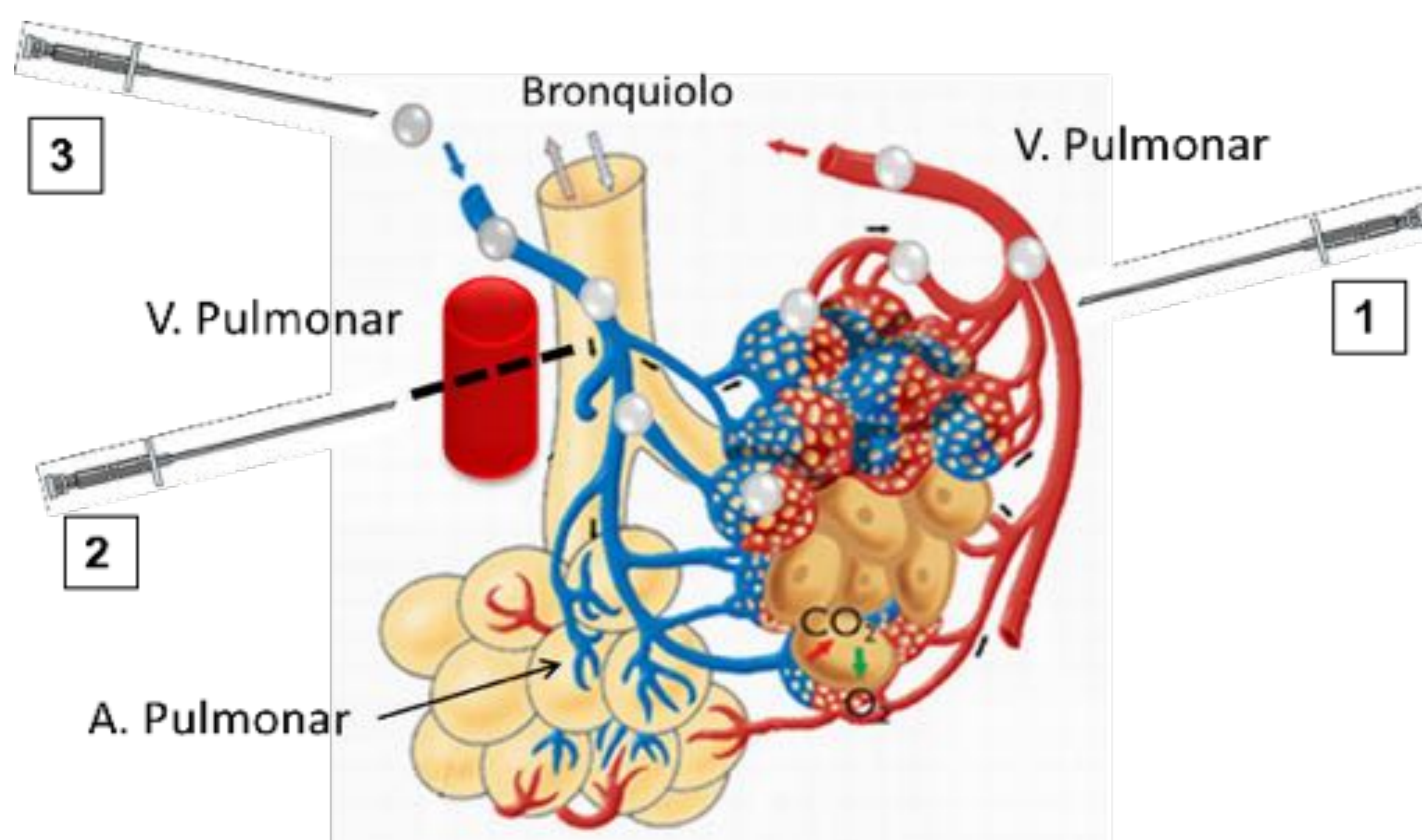


Figura 9.

Mecanismos de embolismo gaseoso. (1) Inyección directa en la vena pulmonar. (2) Creación de fístula bronquio – vena pulmonar. (3) Paso desde la arteria a la vena pulmonar.

No se ha demostrado que el tamaño o el ángulo de penetración de la aguja, la localización de la lesión o la técnica usada (PAAF o BAG) incrementen el riesgo de embolismo gaseoso. Estas asociaciones son simplemente teóricas, debido a la reducida muestra de casos en la mayoría de los estudios. [8]

Las manifestaciones clínicas van a depender del órgano afectado. Si el émbolo viaja hasta las arterias coronarias, puede producir infarto agudo de miocardio, arritmias, fallo cardiaco y paro cardiaco, dependiendo de la cantidad de aire embolizado y del estado basal del paciente. Si la embolización ocurre dentro de las arterias cerebrales, puede causar déficit neurológico o convulsiones generalizadas. El dolor torácico, la disnea y el mareo son síntomas característicos.[4][7][8]

Es esencial que el radiólogo sepa reconocer rápidamente los síntomas e inicie inmediatamente el manejo médico. El retraso en el tratamiento está directamente relacionado con el pronóstico del paciente. (**Figura 10**).

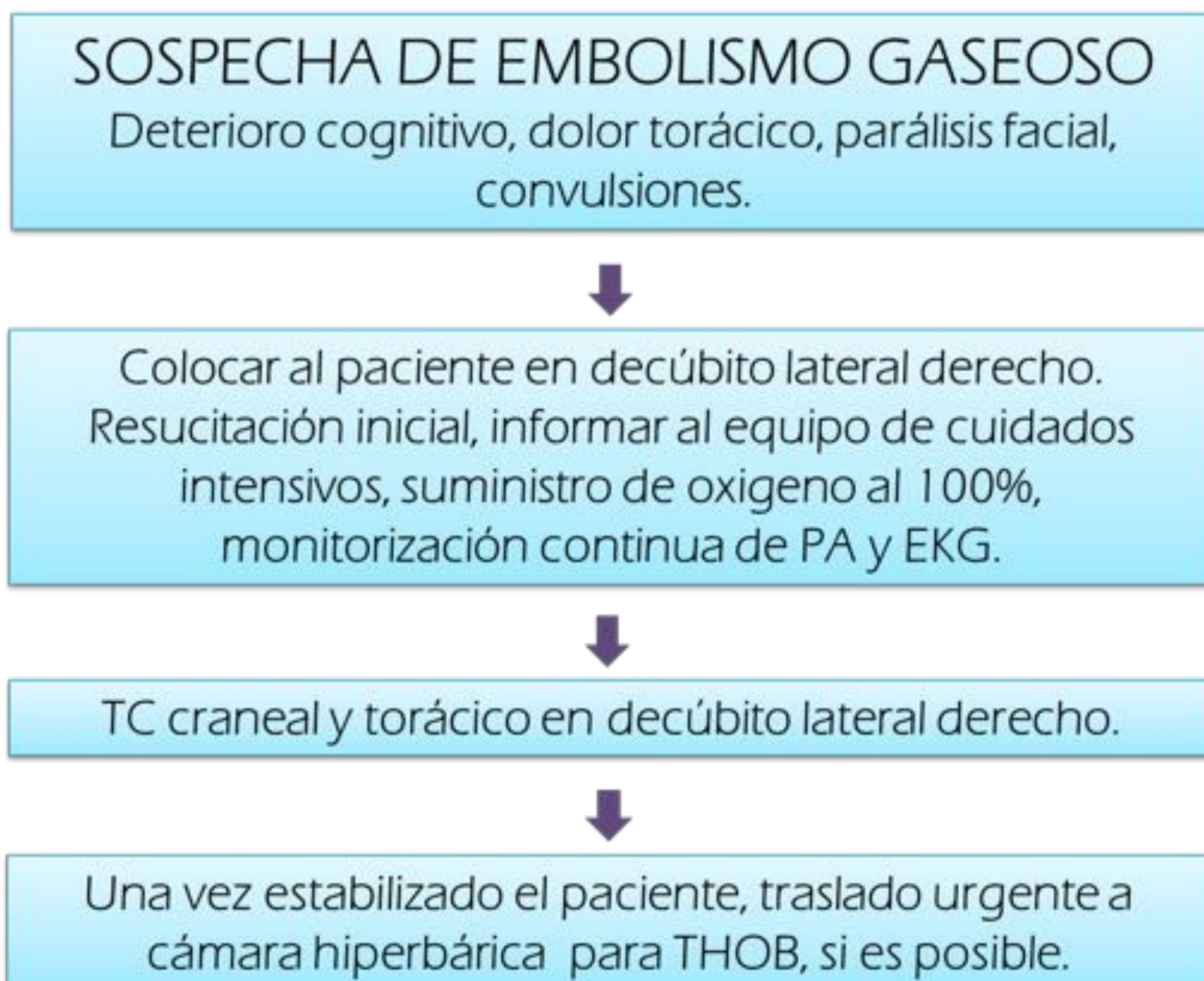


Figura 10.

Son importantes la monitorización y oxigenación con FIO₂ al 100%, para mejorar la hipoxia y crear un gradiente de difusión que facilite la reabsorción de las burbujas de aire atrapadas. El posicionamiento en decúbito lateral derecho y Trendelemburg facilita que las burbujas de aire se acumulen en el ápex ventricular (superior), evitando que salgan a través de la aorta (inferior).^{[4][6][7][8]} Una vez estabilizado el paciente, se debe realizar TC de cráneo y tórax (en lo posible en decúbito lateral derecho) para confirmar el diagnóstico.^{[4][8]}

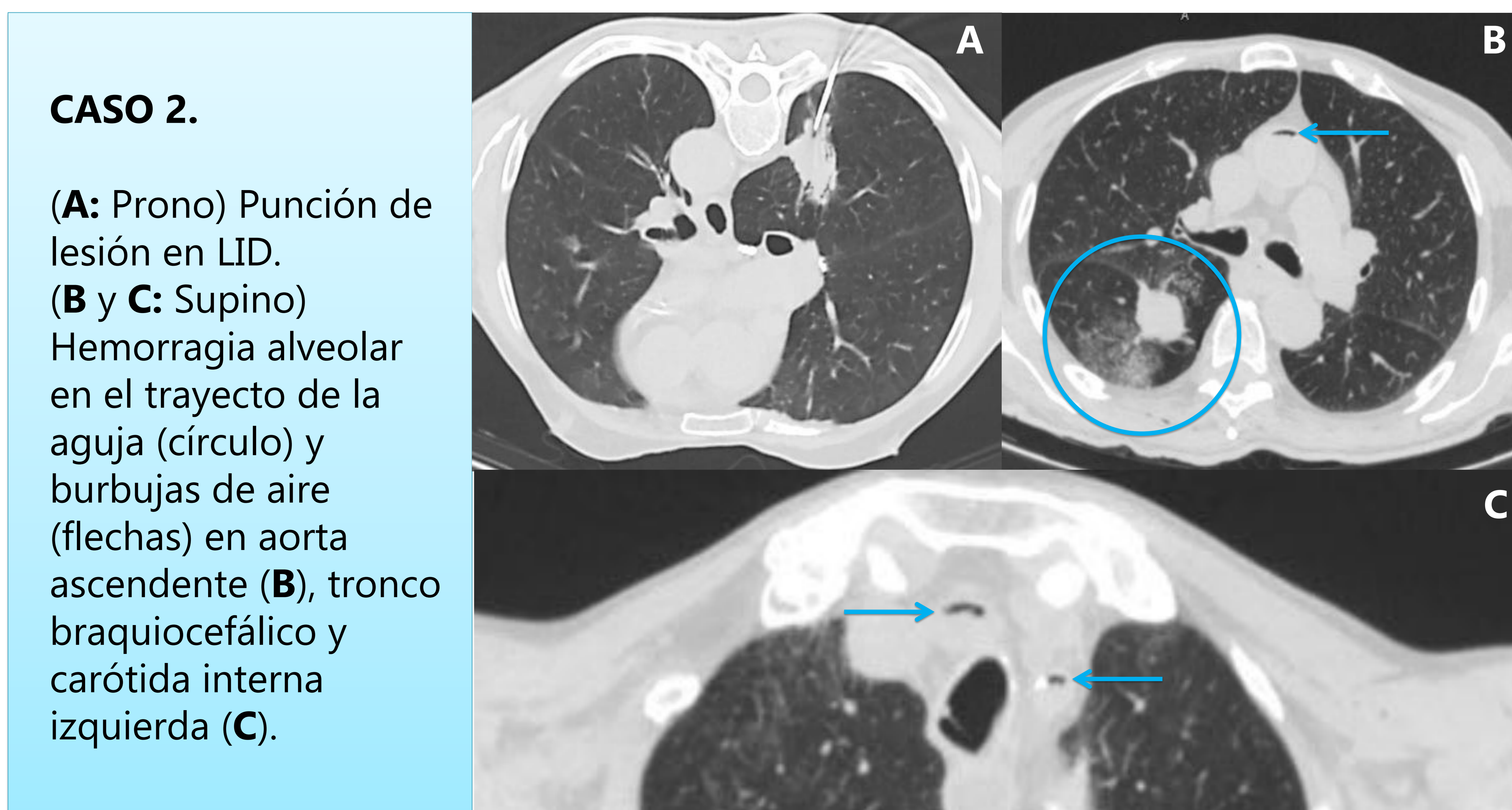
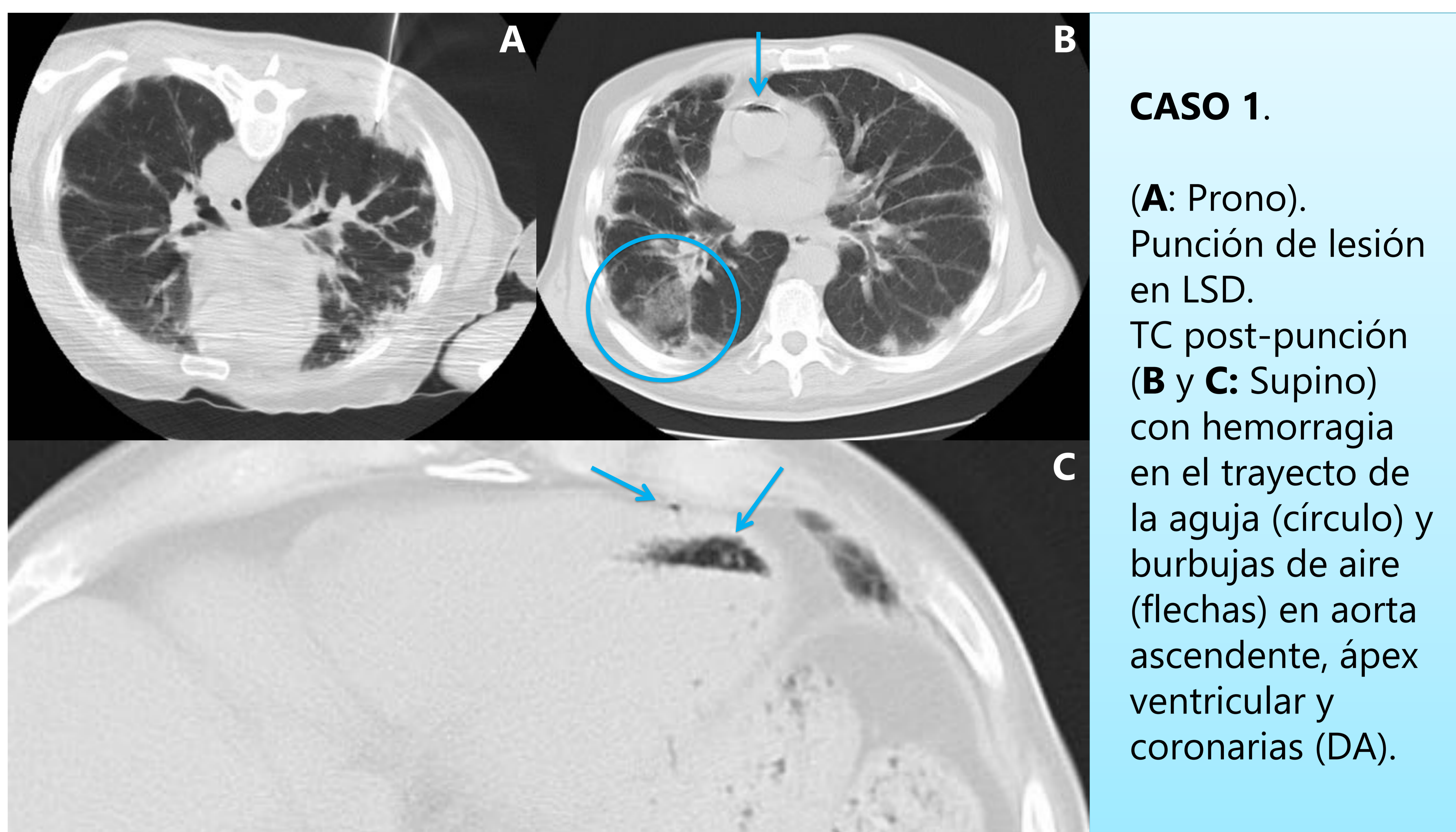
El único tratamiento efectivo disponible para el embolismo gaseoso es la terapia con oxígeno hiperbárico (TOHB)^{[4][7][8][9]}, donde se administra al paciente oxígeno 100% a presiones altas. Esta permitirá que el aire atrapado en las burbujas se disuelva, acelerando la reabsorción de nitrógeno y aumentando el porcentaje de oxígeno disuelto en plasma, lo que brinda mayor oxigenación a los tejidos. Además, se ha visto que la TOHB disminuye la permeabilidad de la barrera hemato-encefálica, previniendo la aparición de edema cerebral.^[8]

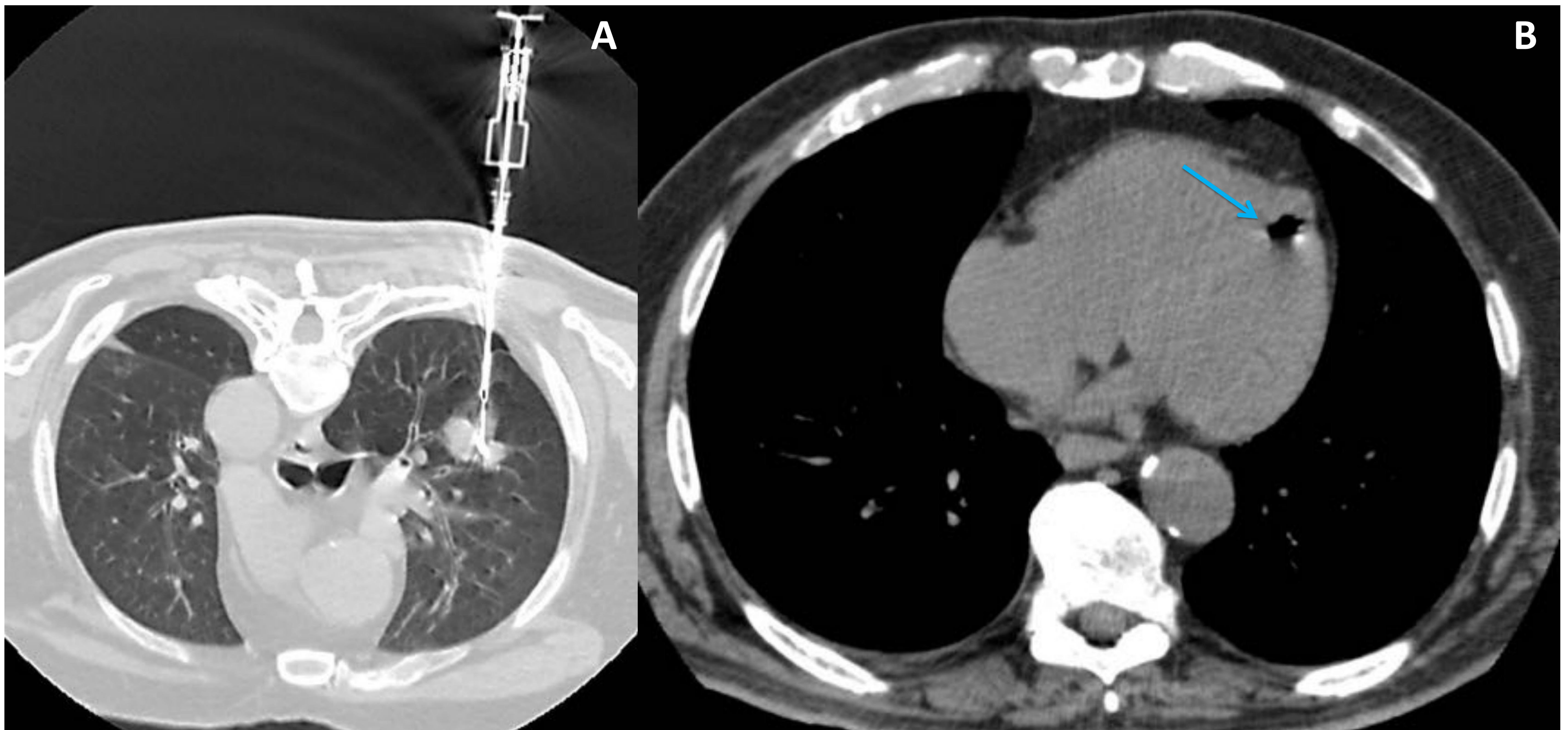
La única contraindicación absoluta para el uso de TOHB es el neumotórax no tratado. Entre las contraindicaciones relativas encontramos: EPOC, infección de vía respiratoria alta, claustrofobia, disfunción de la trompa de Eustaquio, marcapaso implantado y bomba de analgesia epidural.^[8]

Tabla 1.

EDAD Y GÉNERO	LOCALIZACIÓN	CLÍNICA	TC POSTPUNCIÓN	SEGUIMIENTO
CASO 1 Varón de 67 años.	Infiltrado alveolar subpleural persistente en LSD.	Se gira al paciente a posición supino. Paciente con mareo, hipotensión y bradicardia. EKG con signos de isquemia en cara anterolateral y elevación de troponinas.	Múltiples burbujas de aire atípico en cavidades cardíacas izquierdas, aorta ascendente y arterias coronarias.	Posición en Trendelemburg y oxígeno con FIO ₂ alta. Evolución clínica favorable con normalización de los marcadores miocárdicos y persistencia de los cambios en el EKG.
CASO 2 Varón de 75 años	Masa de 44 x 26 x 21 mm, en el segmento apical del LID, que engloba el bronquio segmentario. 35 mm de profundidad.	Se gira al paciente a posición supino. Deterioro del estado de conciencia con Glasgow 5/15. RCCP sin respuesta.	Múltiples burbujas de aire atípico en cavidades cardíacas izquierdas, aorta y troncos supra-aórticos.	Fallecido.
CASO 3 Varón de 70 años	Masa de 32 x 21 x 19 mm en LSD, que engloba la vena de drenaje del segmento posterior.	Se gira al paciente a posición supino. Asintomático.	Burbuja de aire en ápex de ventrículo izquierdo.	Máscara de oxígeno con FIO ₂ al 50% y reposo en cama absoluto. TC de control a las 48hs sin evidencia de aire en cavidades cardíacas izquierdas ni troncos supra-aórticos.

En nuestro servicio hemos tenido tres casos de embolismo gaseoso en los últimos cinco años (**tabla 1**). En las tres situaciones se utilizó la misma técnica: Paciente en posición decúbito prono, BAG guiada por TC con aguja 17G x 130mm. Los dos primeros casos sin introductor y el tercero con introductor de 17G x 40mm. Sólo uno presentó un desenlace fatal falleciendo inmediatamente después de realizada la biopsia, mientras los otros dos mejoraron significativamente con las medidas de soporte. En ninguno de los casos se utilizó TOHB por no disponibilidad de cámara hiperbárica cercana al hospital.





Caso 3. (A: Prono) Punción de lesión en LSD. (B: Supino) TC de control post-punción con burbujas de aire en el ápex del ventrículo izquierdo (flecha).

CONCLUSIONES

El radiólogo debe considerar la posibilidad de complicaciones como el embolismo gaseoso, que aunque poco frecuentes pueden ser letales, estando preparado para reconocerlas y afrontarlas oportunamente con el objetivo de minimizar daños.

El desarrollo de complicaciones va a depender de la técnica utilizada, el estado basal del paciente y características propias de la lesión. Existen medidas generales que se pueden tomar para minimizar los riesgos. En el caso de embolismo gaseoso, es importante que el paciente no tosa durante el procedimiento y suspender la ventilación a presión positiva en su caso.

Se debe sospechar la presencia embolismo gaseoso en caso de alteración del estado de alerta, convulsiones, arritmia, signos de ictus o isquemia miocárdica inmediatamente posteriores al procedimiento. El tratamiento debe ser multidisciplinario, con soporte vital garantizando, flujo de oxígeno al 100% y si es posible cámara hiperbárica de oxígeno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Winokur RS, Pua BB, Sullivan BW, Madoff DC. Percutaneous Lung Biopsy: Technique, Efficacy, and Complications. 2013;1(212).
2. H Lip G, Douketis JD. Perioperative management of patients receiving anticoagulants. UpToDate, Inc. 2018;1–41.
3. Heerink WJ, Bock GH De, Jonge GJ De, Groen HJM. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. Eur Radiol [Internet]. European Radiology; 2017;138–48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-016-4357-8>.
4. Wu CC, Maher MM, Shepard JO, Cc W, Mm M, Jo S. Complications of CT-Guided Percutaneous Needle Biopsy of the Chest: Prevention and Management. AJR. 2011;196(June):678–82.
5. Lorenz J, Blum M. Complications of Percutaneous Chest Biopsy. Semin Intervent Radiol. 2006;23(2):188–93.
6. Poster E, Penha D, Pinto E, Costa AMD. Lung Biopsies' Complications: They will happen, learn to deal with them. Eur Soc Thorac Imaging. 2014;esti2014(P-0088):1–18.
7. Exhibit E, Morenza OP, Porres DV, Andrade CAO, Hartnett D, Andreu J. Extremely rare but potentially catastrophic complications of CT-guided percutaneous chest biopsy: review of risk factors, prevention, and management. Eur Soc Radiol. 2017;ecr2017(C-2397).
8. Hare SS, Gupta A, Goncalves ATC, Souza CA, Matzinger F, Seely JM. Systemic arterial air embolism after percutaneous lung biopsy. Clin Radiol [Internet]. The Royal College of Radiologists; 2017;66(7):589–96. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2011.03.005>.
9. Al-Ali WM, Browne T, Jones R. A Case of Cranial Air Embolism after Transthoracic Lung Biopsy. Am J Respir Crit Care Med. 2012;186(12):1193–5.