

BIOPSIA PERCUTÁNEA DE PULMÓN CON AGUJA GRUESA GUIADA POR TC: Análisis de la rentabilidad diagnóstica y de las complicaciones encontradas en nuestro centro.

Alicia Villasante Caballo, Marta Ballesteros Ruiz, Esther Reguero Llorente, Eliseo Arauzo Álvarez, Andrés Lozano Santamaría, Marta Román Navarro, Natalia García González, Lourdes Zenaida Escobar Ochoa

Hospital Universitario de Burgos, Burgos

INTRODUCCIÓN

- La biopsia percutánea de pulmón con aguja gruesa guiada por tomografía computarizada (TC) es un procedimiento ampliamente establecido y frecuentemente realizado en los servicios de radiología para el diagnóstico histológico de distintas lesiones pulmonares.
- Se trata de una **técnica mínimamente invasiva y segura**, con una baja tasa de complicaciones, aunque esta presenta una gran variabilidad en la literatura consultada.
- La indicación principal de la biopsia pulmonar es la caracterización de nódulos, masas o infiltrados pulmonares sospechosos de malignidad o de otras etiologías cuando no es posible su diagnóstico mediante otras técnicas.
- Además, desde la introducción de fármacos quimioterápicos específicos y la aprobación de agentes inmunoterápicos dirigidos, con diferente eficacia según el subtipo histológico tumoral, **la biopsia de pulmón ha ganado gran importancia en la caracterización histológica y molecular del cáncer de pulmón** (1).

OBJETIVOS

Por todo lo mencionado anteriormente, los **objetivos** de este trabajo son:

- Conocer las indicaciones de la biopsia de pulmón con aguja gruesa (BAG) guiada por TC.
- Resumir las características técnicas del procedimiento.
- Valorar la rentabilidad diagnóstica de esta técnica en nuestro centro.
- Describir el manejo posterior de los pacientes con resultados negativos en las biopsias obtenidas.
- Analizar las tasas de complicaciones precoces y tardías encontradas en nuestro hospital.

MATERIALES Y MÉTODOS

MUESTRA A ESTUDIO

- Se ha realizado un **análisis descriptivo retrospectivo** de todas las biopsias pulmonares con aguja gruesa guiadas por TC realizadas en nuestro centro **desde octubre de 2017 hasta septiembre de 2023**, ambos incluidos.
- Inicialmente se incluyeron un total de **432 biopsias** de las cuales se excluyeron las lesiones localizadas fuera del parénquima pulmonar (n=41).
- A 20 pacientes se les realizaron dos biopsias pulmonares. En 8 de ellos se realizaron dos biopsias de dos lesiones distintas mientras que en los 12 restantes se realizó una segunda biopsia de la misma lesión. Se han descartado estas segundas biopsias (n= 12) para estudiar únicamente la rentabilidad diagnóstica de las primeras muestras obtenidas.
- **El conjunto final de datos** consistió en **379 muestras** pertenecientes a **371 pacientes**.
- Todos los pacientes leyeron y firmaron un consentimiento informado por escrito y se les explicó verbalmente el procedimiento y sus posibles complicaciones.



MATERIALES Y MÉTODOS

TÉCNICA DE OBTENCIÓN DE LA BIOPSIA

- Los procedimientos fueron realizados por dos radiólogos especialistas en radiología torácica con experiencia en esta técnica.
- Previamente a la punción se realiza un **TC de tórax de baja dosis** para localizar con exactitud la lesión. (*Figura 1*)
- Posteriormente, tras posicionar un **marcador cutáneo radiopaco**, se realiza un nuevo TC selectivo (4 cortes, con un grosor de 3 mm entre cortes) en la zona de interés para elegir el punto de acceso idóneo.

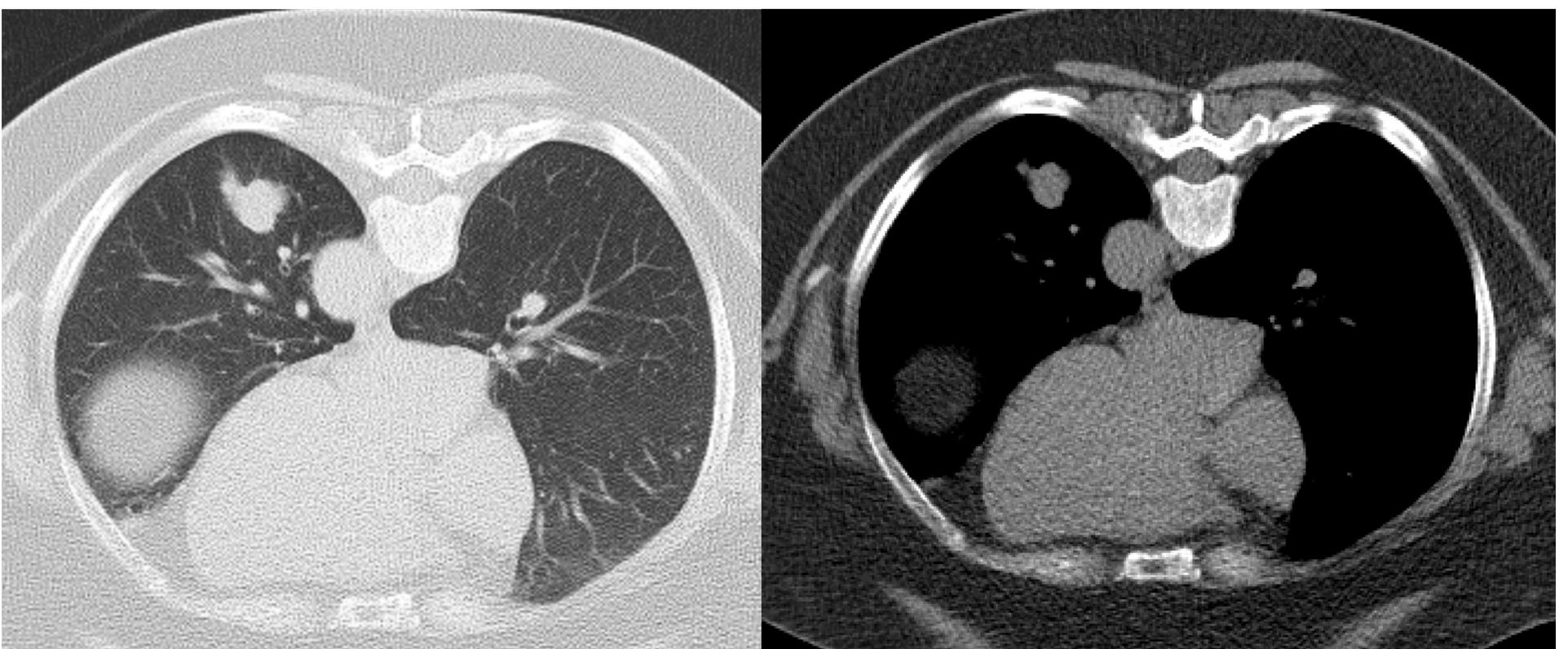


Figura 1. TC de tórax de baja dosis con ventana de pulmón y de mediastino, plano axial. Se observa un nódulo de 23 mm localizado en el LII que será posteriormente biopsiado.

MATERIALES Y MÉTODOS

TÉCNICA DE OBTENCIÓN DE LA BIOPSIA

- Una vez elegido el punto de punción se infiltra un **anestésico local subcutáneo** (9 mL de mepivacaína al 2% y 1 mL de bicarbonato sódico). (*Figuras 3 y 4*)
- Se introduce una **guía coaxial** y se avanza hacia la periferia de la lesión. (*Figuras 6 y 7*)
 - La **técnica coaxial** de punción permite estabilizar la aguja a través de la pared costal y recoger varias muestras de tejido atravesando la pleura en un único punto y habitualmente una sola vez.
 - **Tamaño de la guía coaxial y de la pistola semiautomática:** Las guías que se usaron fueron de 19G o 17 G, en función de si la pistola semiautomática empleada era de 20G o de 18G con una longitud de corte de 11 o 22 mm. El tamaño de la aguja coaxial fue de 11 cm o 15 cm, dependiendo de la distancia de la lesión a la pleura.
- Se realizan **TC seriados** centrados en la **lesión diana (4 cortes con un grosor de 3 mm entre cortes)** para guiar la aguja coaxial. (*Figuras 10, 11 y 12*)
- A través de la cánula coaxial se introduce una pistola semiautomática y se toman las muestras de tejido, normalmente 4 muestras/pases. (*Figuras 8 y 9*).

MATERIALES Y MÉTODOS

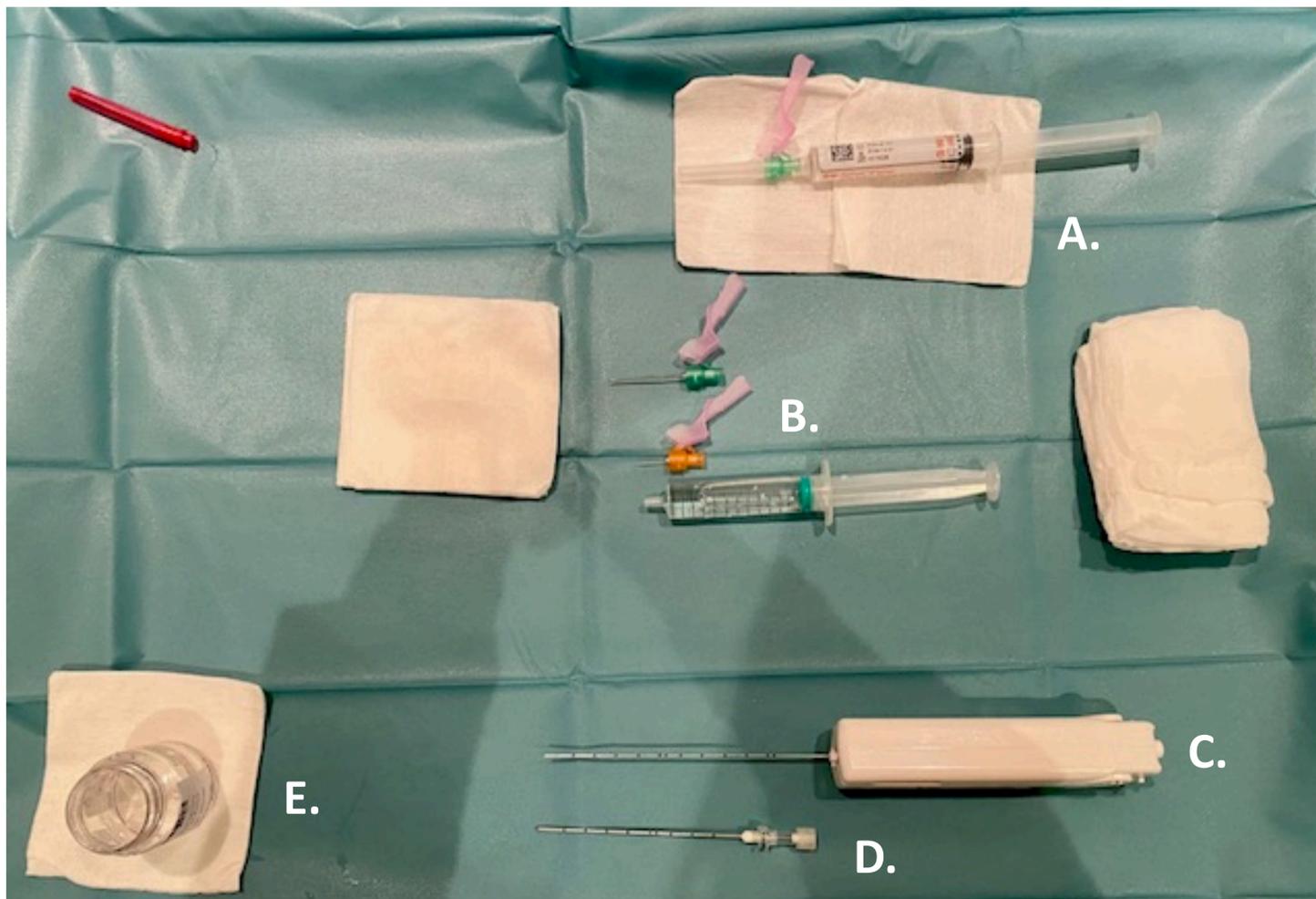


Figura 2. Material preparado en la mesa de punción
A. Jeringa con suero fisiológico. **B.** Jeringa cargada con el anestésico local.
Aguja subcutánea y aguja intramuscular. **C.** Pistola automática de biopsia 20 G-
22 mm. **D.** Aguja coaxial para 20 G de 11 cm. **E.** Recipiente estéril con solución
de formaldehído al 4%.



Figura 3. Anestésico local empleado, ampolla de 20 mg/mL de mepivacaína al 2%.



Figura 4. Bicarbonato sódico, 10 mL.



Figura 5. Recipiente estéril con solución de formaldehído al 4%.

MATERIALES Y MÉTODOS

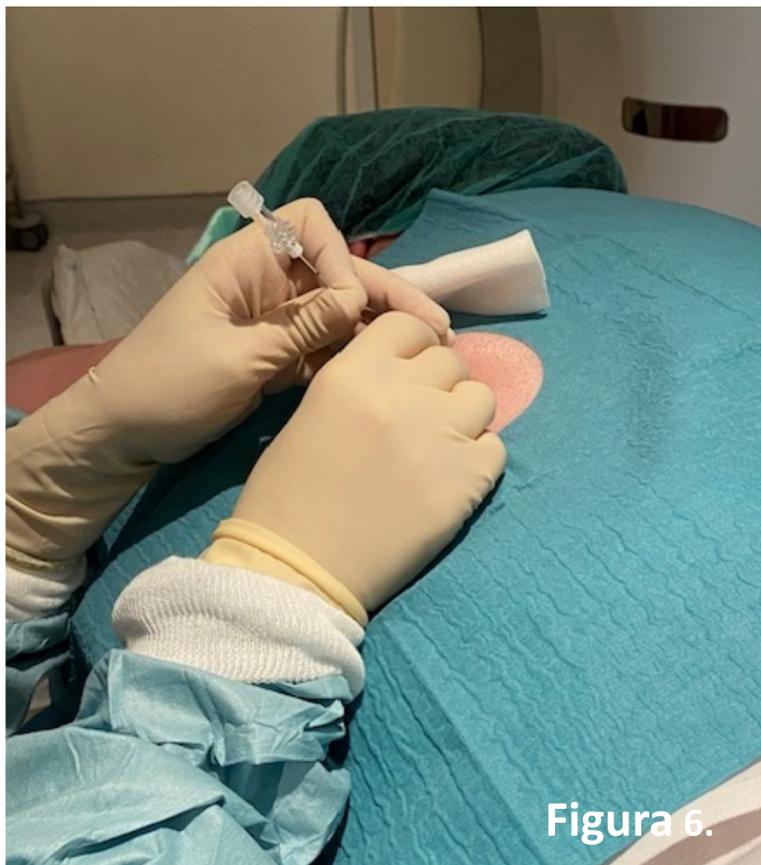


Figura 6.



Figura 7.



Figura 8.

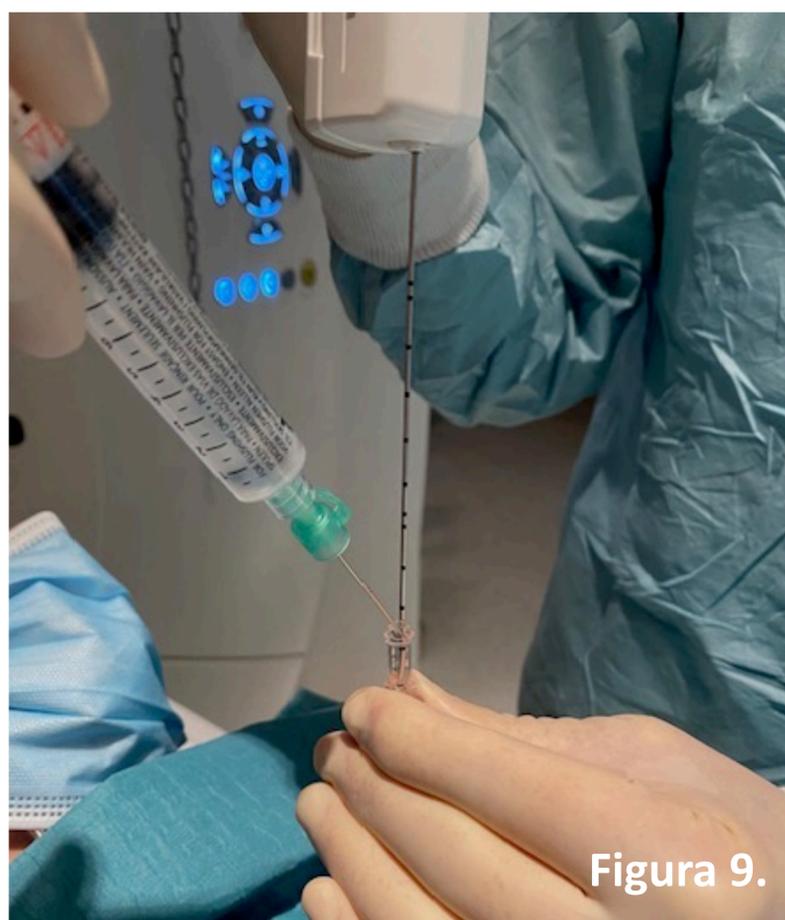
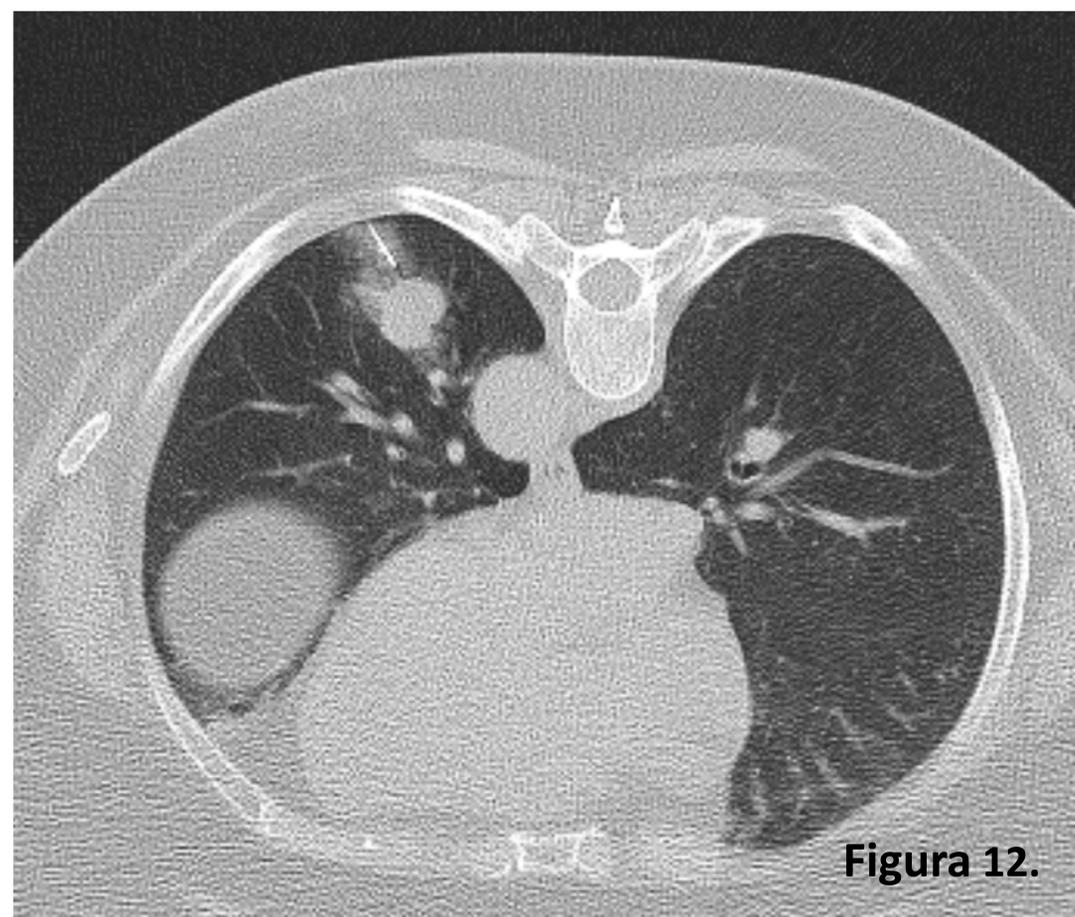
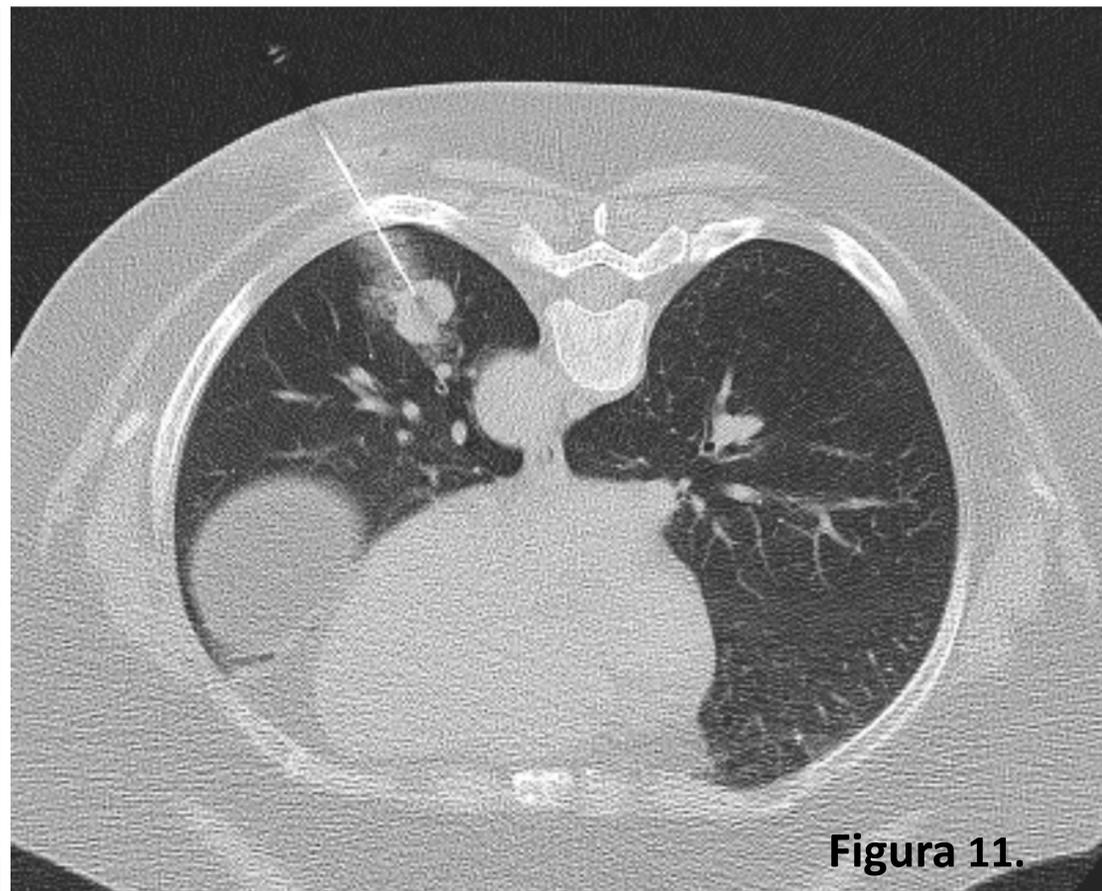
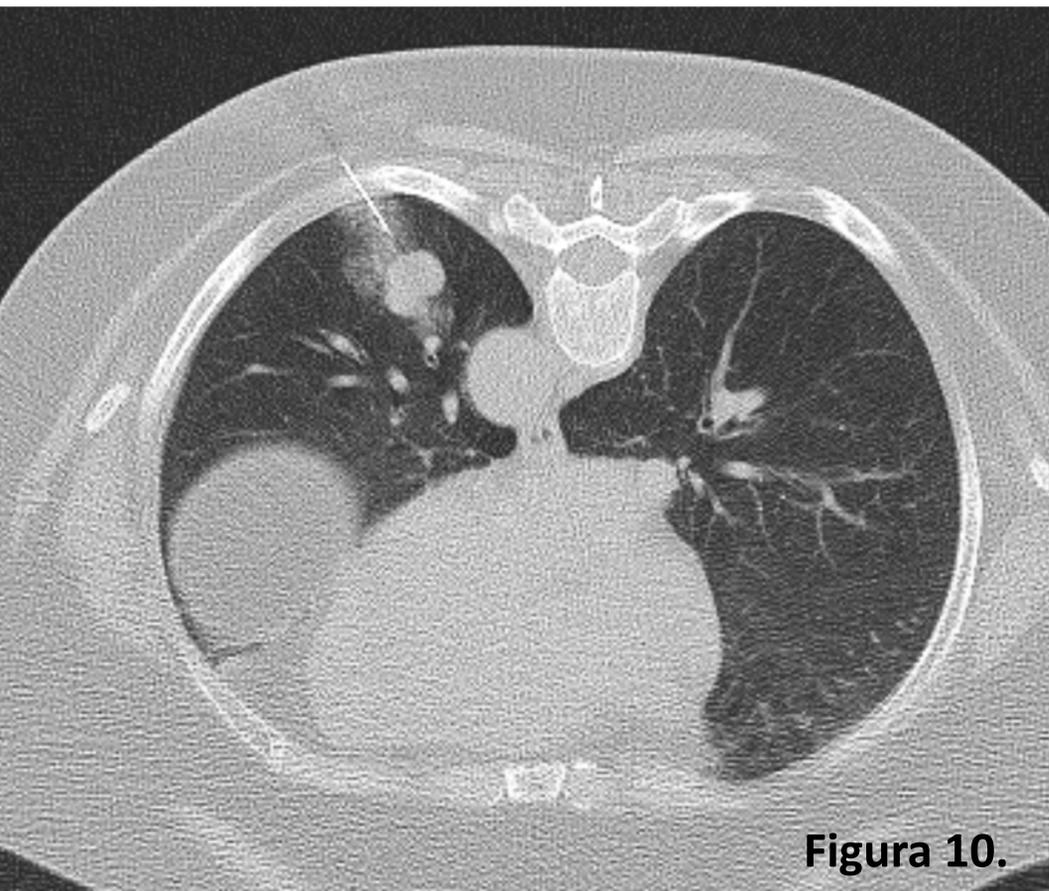


Figura 9.

Figuras 6 y 7: Introducción de la aguja coaxial en el punto de acceso elegido.

Figuras 8 y 9: Toma de muestra con pistola semiautomática. La figura 9 muestra la inyección de suero fisiológico en el interior de la aguja coaxial entre la toma de muestras, este paso disminuye la probabilidad de embolia gaseosa.

MATERIALES Y MÉTODOS



Figuras 10, 11 y 12. TC de tórax baja dosis con ventana de pulmón, plano axial.

En las figuras se muestran los distintos cortes realizados centrados en la lesión, donde se puede apreciar el trayecto de la aguja coaxial.

MATERIALES Y MÉTODOS

TÉCNICA DE OBTENCIÓN DE LA BIOPSIA

- Las muestras recogidas se introducen en un recipiente estéril con una solución de formaldehído al 4% y se remiten al **Servicio de Anatomía Patológica** para su estudio. (*Figura 5*)
- Al terminar el procedimiento se realiza un **TC de control** para evaluar las posibles **complicaciones inmediatas** (fundamentalmente neumotórax o hemorragia pulmonar). (*Figuras 13 y 18*)
- 3 horas después del procedimiento se realiza una radiografía de tórax.

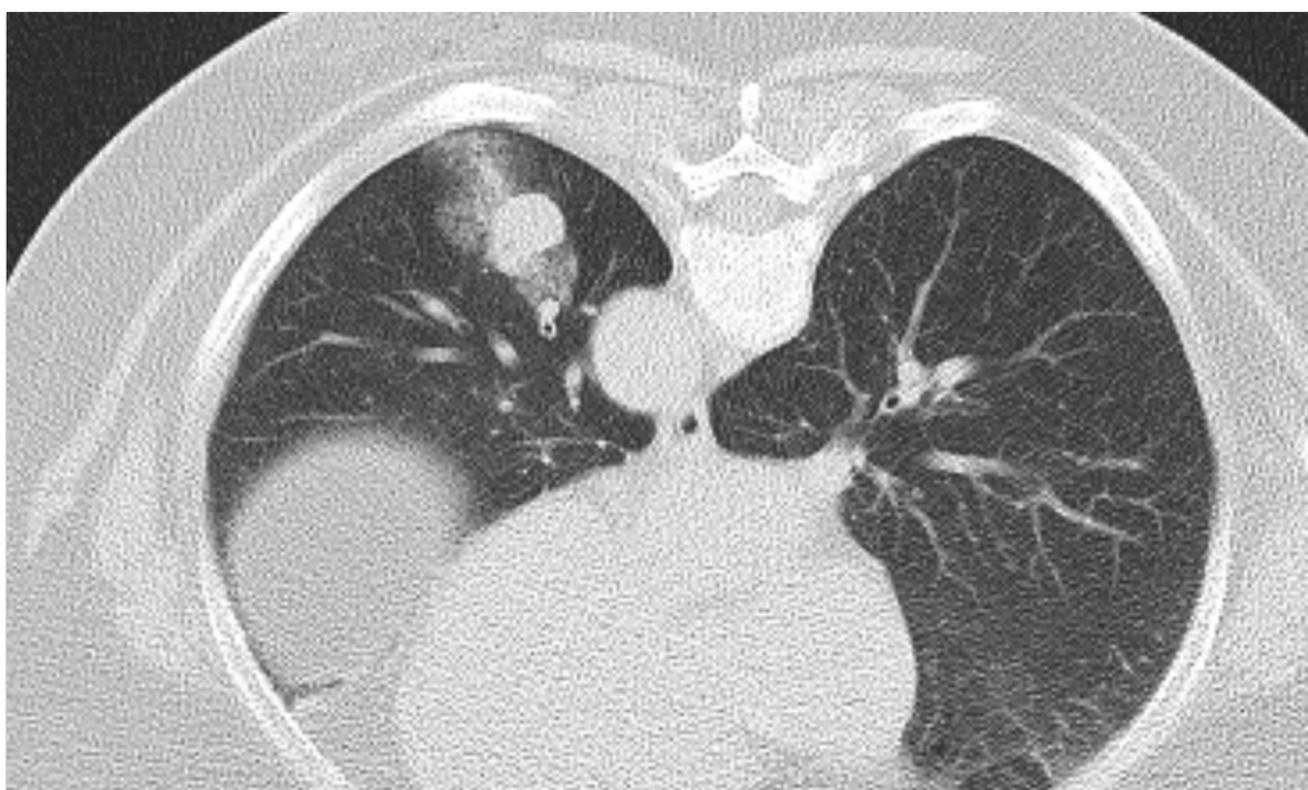


Figura 13. TC de tórax baja dosis con ventana de pulmón, plano axial. TC de control en el que se observa una pequeña hemorragia alveolar en el trayecto de la aguja.

MATERIALES Y MÉTODOS

ANÁLISIS DE DATOS

- Los pacientes se dividieron en función del género.
- Se registraron las siguientes **características de cada lesión**:
 - Diámetro máximo de la lesión.
 - Localización lobar.
 - Distancia a la pleura.
- Según las características de las lesiones y su **aspecto radiológico** se clasificaron en:
 1. Nódulos (≤ 3 cm). (*Figura 10-13, 18*)
 2. Masas (> 3 cm). (*Figura 15*)
 3. Consolidaciones.
 4. Infiltrados y opacidades. (*Figura 14*)
 5. Lesiones cavitadas y lesiones sospechosas asociados a quistes. (*Figuras 16 y 17*)

MATERIALES Y MÉTODOS

ANÁLISIS DE DATOS

- También se registraron los datos relativos a la técnica de biopsia: **calibre de la aguja y número de pases** (por norma general se realizaron 4 pases).
- Las complicaciones relacionadas con el procedimiento se dividieron en **complicaciones precoces** (en las primeras 24 horas) y **tardías** (pasadas las primeras 24 horas).
- **Las complicaciones encontradas fueron:**
 1. Neumotórax. (*Figura 18*)
 2. Hemorragia alveolar. (*Figura 13*)
 3. Hemoptisis.
 4. Otras (embolismo gaseoso y hemotórax). (*Figuras 19, 20 y 21*)

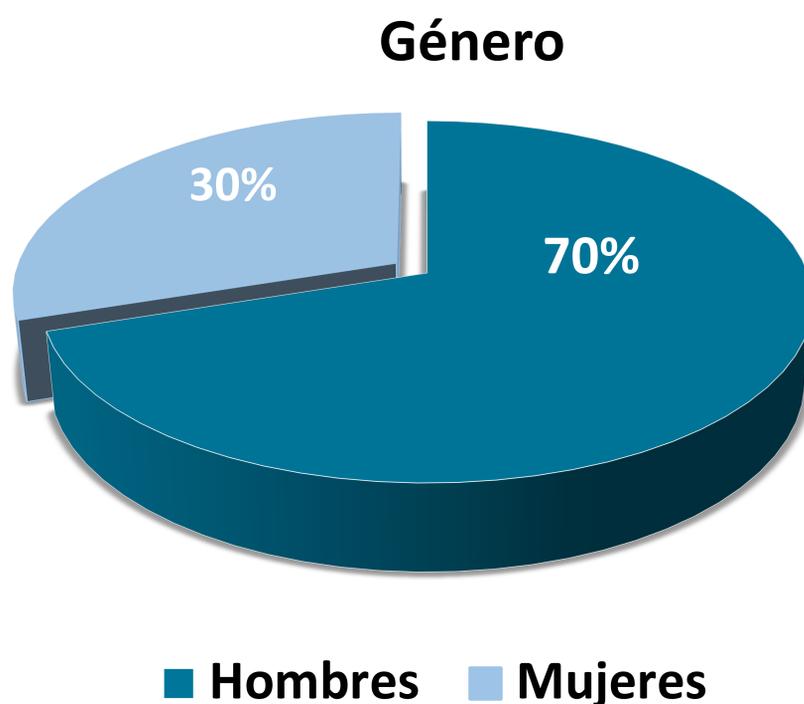
MATERIALES Y MÉTODOS

ANÁLISIS DE DATOS

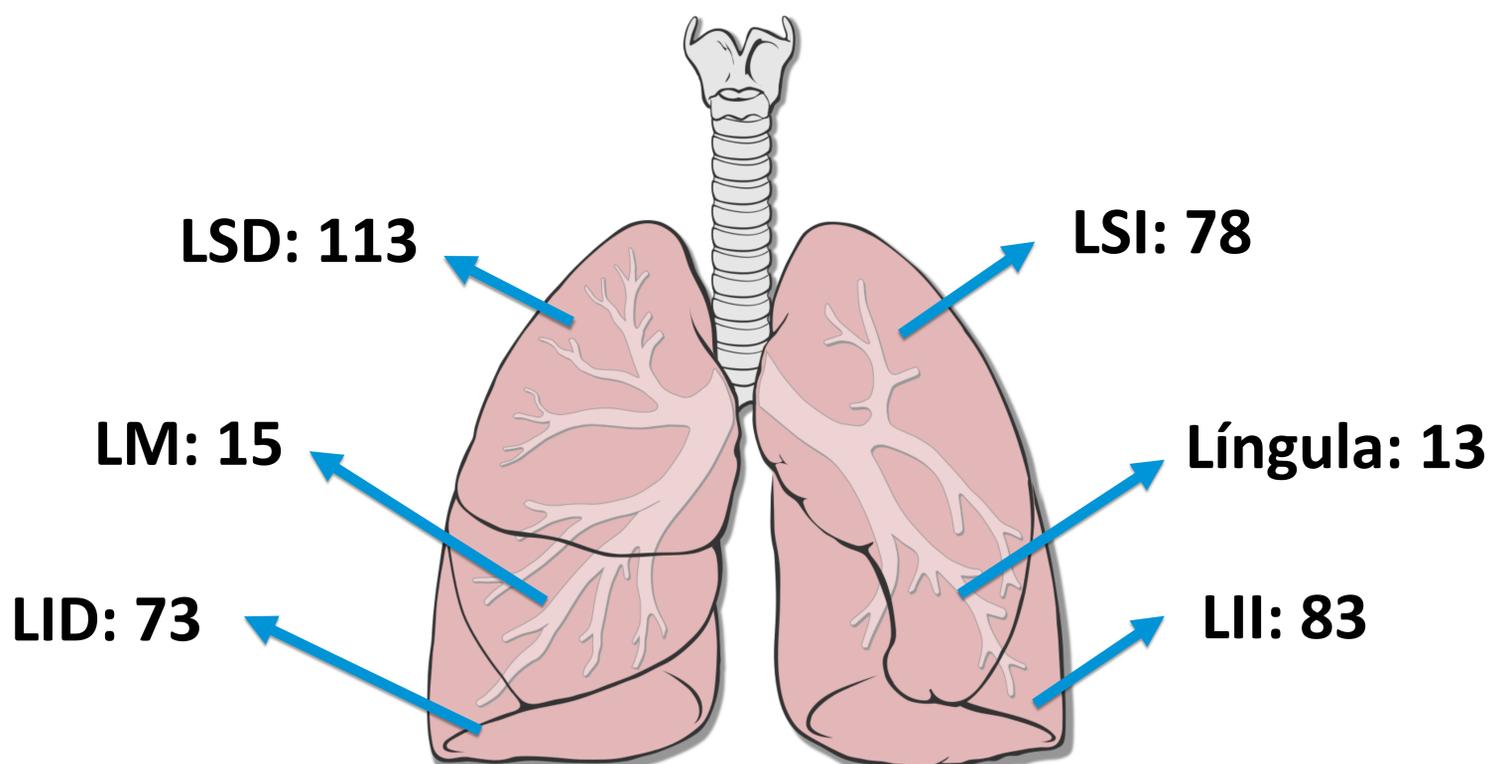
- Los resultados de las biopsias se dividieron en:
 - **Verdaderos positivos:** Resultados anatomopatológicos compatibles con patología tumoral maligna o hallazgos benignos específicos, generalmente de etiología inflamatoria/infecciosa, que se confirmaron con otro tipo de pruebas o en el seguimiento clínico del paciente.
 - **Verdaderos negativos:** Muestras con hallazgos histológicos inespecíficos que se confirmaron con otro tipo de pruebas o en el seguimiento clínico del paciente.
 - **Falsos negativos:** Muestras sin hallazgos histológicos de malignidad o con resultados inespecíficos en pacientes en los que posteriormente se demostró malignidad de la lesión.
 - **Falsos positivos: No obtuvimos ningún falso positivo en nuestro estudio.** Se tratarían de muestras con hallazgos histológicos de malignidad en las que posteriormente se contradijeran dichos resultados.
- Posteriormente se revisó la historia clínica de cada paciente corroborando los resultados obtenidos.
- Categorizamos como **no concluyentes** aquellos casos en los que la biopsia obtenida era insuficiente o mostraba alteraciones inespecíficas que no se confirmaron ni desmintieron a posteriori o cuando no se pudo realizar el procedimiento por complicaciones técnicas.

RESULTADOS

- El total muestras (n=379) pertenecieron a **265 hombres (70%)** y **114 mujeres (30%)**.



- Las lesiones se localizaron:



RESULTADOS

- Según su morfología las lesiones se agruparon en:

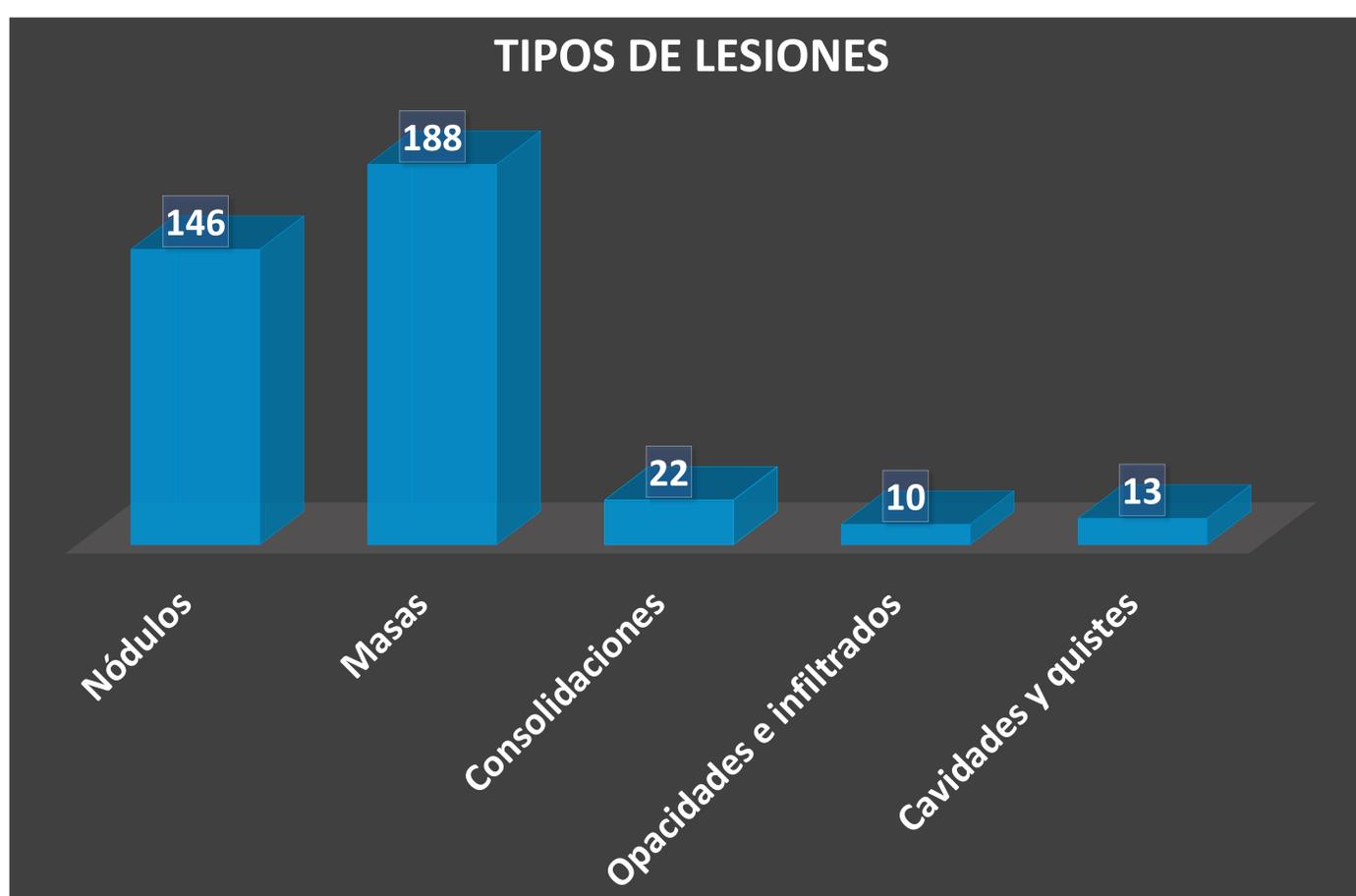


Figura 14. TC de tórax con ventana de pulmón, plano axial. En el segmento 6 del LII se observa una opacidad seudonodular de contornos mal definidos, con área periférica en vidrio deslustrado y una medida de aprox. 16 mm.

RESULTADOS

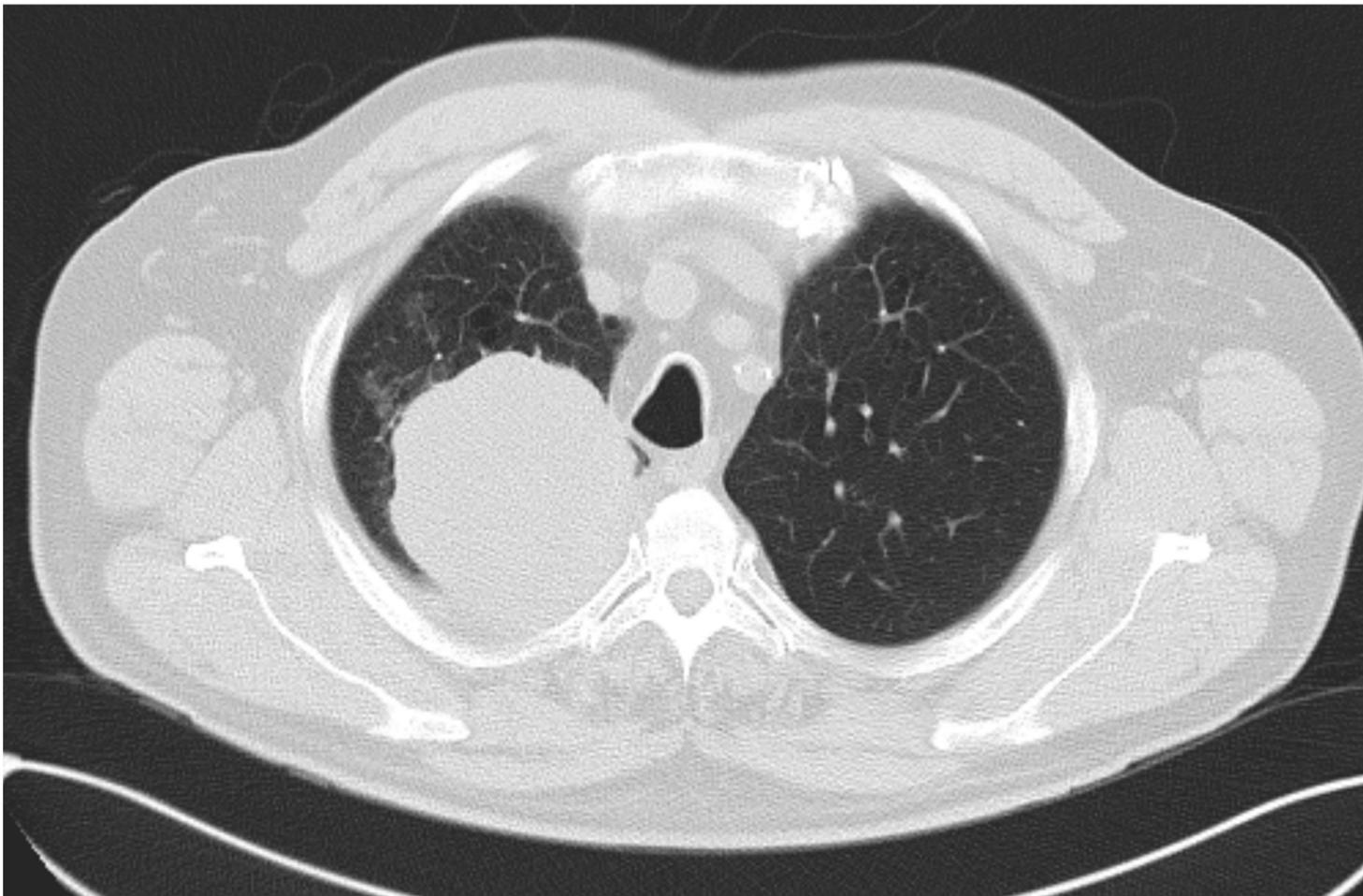
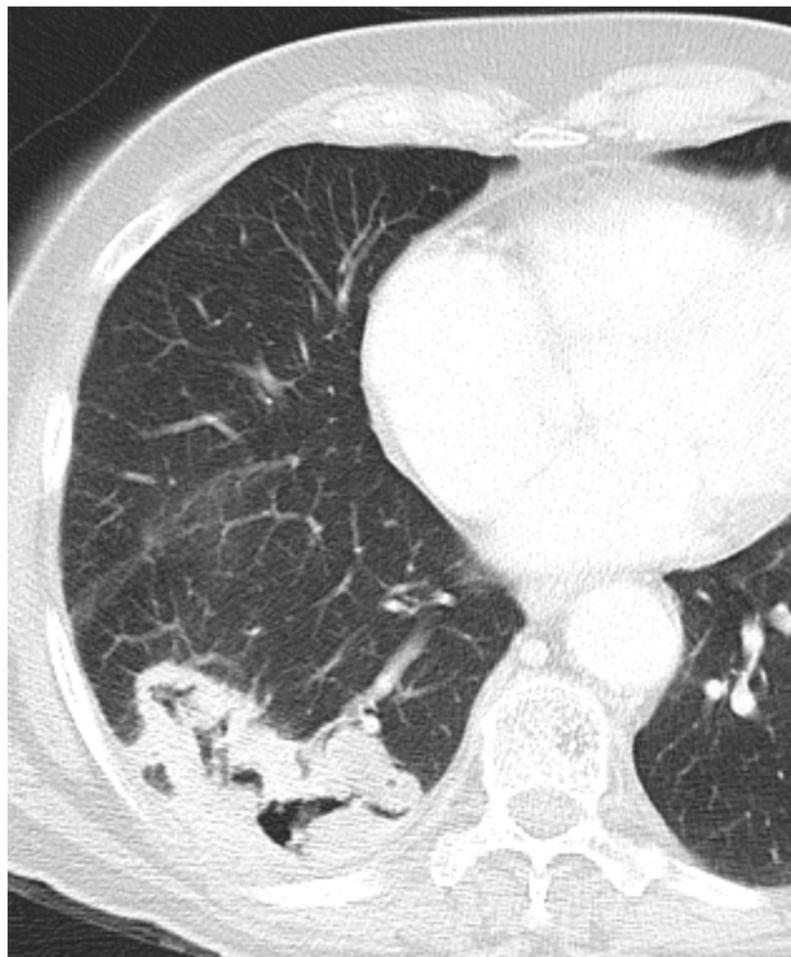
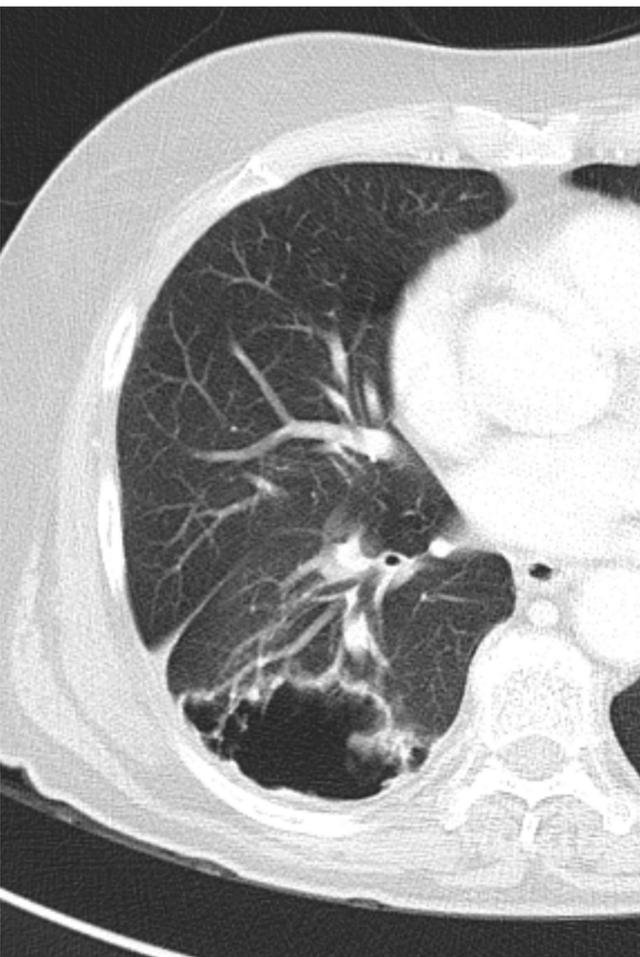


Figura 15. TC de tórax con ventana de pulmón, plano axial. Se observa una gran masa pulmonar localizada en el segmento apicoposterior de LSD, que presenta amplio contacto con la pleural y crece medialmente hacia el mediastino, de aprox. 87mm.



Figuras 16 y 17. TC de tórax con ventana de pulmón, cortes consecutivos en plano axial. Tumoración sólida localizada en el LID, de aprox. 73 x 35 mm, que parece haberse desarrollado en la pared de una bulla.

RESULTADOS

- **Tabla con los resultados totales:**

| | TOTAL DE BIOPSIAS | PORCENTAJE |
|----------------------|-------------------|------------|
| Verdaderos positivos | 324 | 85,5% |
| Verdaderos negativos | 22 | 5,8% |
| Falsos positivos | 0 | 0% |
| Falsos negativos | 29 | 7,7% |
| No concluyentes | 4 | 1% |
| Total | 379 | 100% |

- **Obtuvimos un total de 346 (91,3%) muestras diagnósticas y un 8,7% de nuestras no diagnósticas.**
- **Resultados *verdaderos positivos* (n=324):**
 - **Hallazgos compatibles con malignidad: 278**
 - Carcinoma primario de pulmón: 245
 - Metástasis u otras etiologías tumorales: 33
 - **Hallazgos benignos específicos confirmados** (tuberculosis, amiloidosis, granulomas caseificantes y no caseificantes, neumonías u otro tipo de patología inflamatoria/infecciosa): 46.
- **Consideramos *verdaderos negativos* (n=22)** aquellas muestras con resultados anatomopatológicos inespecíficos en las que otras pruebas no consiguieron demostrar patología subyacente y/o el seguimiento radiológico demostró estabilidad o desaparición de la lesión.

RESULTADOS

- **Tabla con los resultados totales:**

| | TOTAL DE BIOPSIAS | PORCENTAJE |
|----------------------|-------------------|-------------|
| Verdaderos positivos | 324 | 85,5% |
| Verdaderos negativos | 22 | 5,8% |
| Falsos positivos | 0 | 0% |
| Falsos negativos | 29 | 7,7% |
| No concluyentes | 4 | 1% |
| Total | 379 | 100% |

- **Del total de *falsos negativos* (n=29):**

- En 3 casos se biopsiaron adenopatías extrapulmonares con diagnóstico histológico de infiltración metastásica de origen pulmonar.
- En 9 casos se realizaron segundas biopsias de la misma lesión, esta vez con resultados compatibles con malignidad.
- Se realizaron 9 resecciones quirúrgicas de la lesión sospechosa con resultado anatomopatológico de malignidad.
- Se realizaron 7 broncoscopias diagnósticas.
- En un caso se confirmó malignidad mediante otra prueba de imagen (PET TC con hallazgos sugestivos de malignidad).

RESULTADOS

- **Tabla con los resultados totales:**

| | TOTAL DE BIOPSIAS | PORCENTAJE |
|----------------------|-------------------|-------------|
| Verdaderos positivos | 324 | 85,5% |
| Verdaderos negativos | 22 | 5,8% |
| Falsos positivos | 0 | 0% |
| Falsos negativos | 29 | 7,7% |
| No concluyentes | 4 | 1% |
| Total | 379 | 100% |

- **Las biopsias agrupadas como *no concluyentes*, consistían en:**
 - Dos biopsias con resultado negativo para malignidad de pacientes fallecieron por otras causas antes de llegar al diagnóstico definitivo.
 - Un paciente con resultado de la biopsia negativo que dadas las comorbilidades presentadas se decidió no continuar con el seguimiento.
 - Un procedimiento suspendido por neumotórax inmediato en el que solo se obtuvo un pase, con resultado histológico inespecífico.

RESULTADOS

- **Tabla con los resultados totales:**

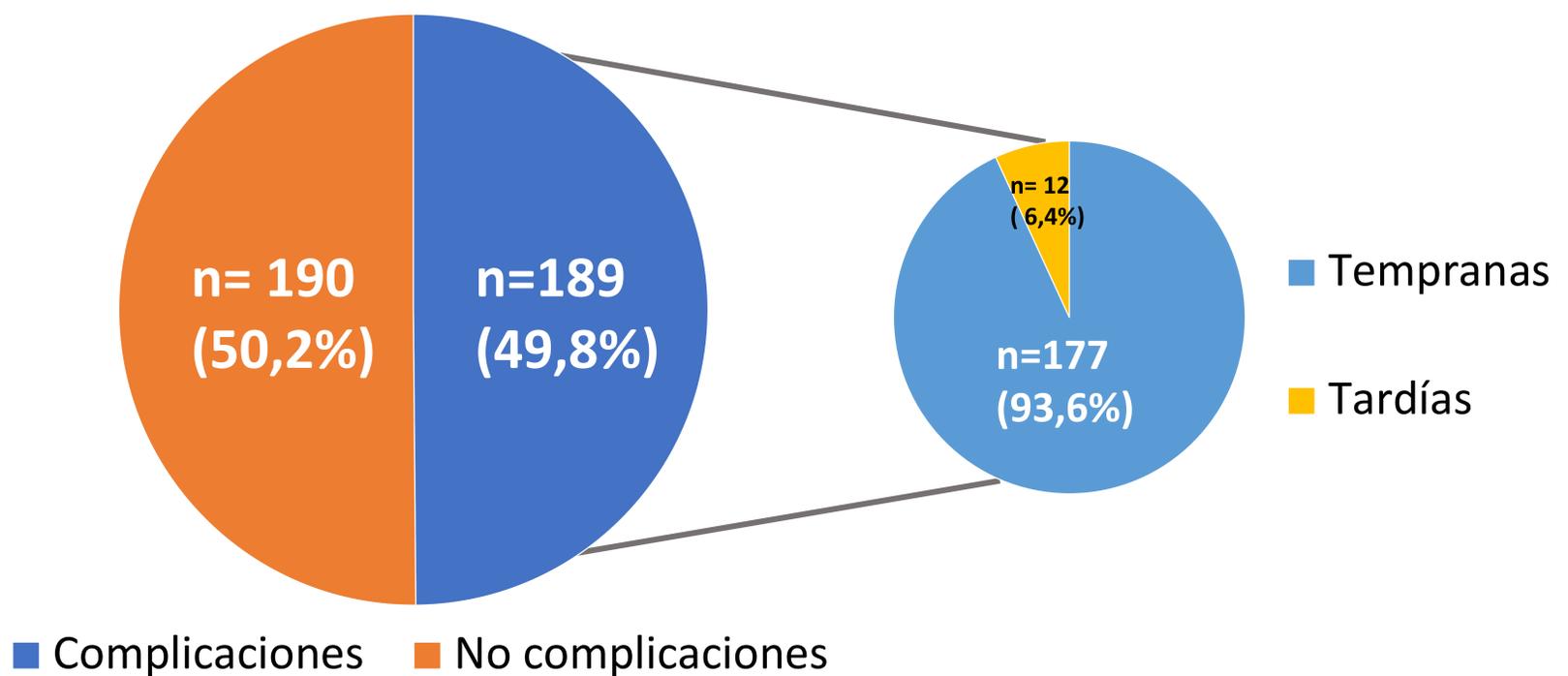
| | TOTAL DE BIOPSIAS | PORCENTAJE |
|-----------------------------|-------------------|------------|
| Verdaderos positivos | 324 | 85,5% |
| Verdaderos negativos | 22 | 5,8% |
| Falsos positivos | 0 | 0% |
| Falsos negativos | 29 | 7,7% |
| No concluyentes | 4 | 1% |
| Total | 379 | 100% |

- **Tabla con los resultados agrupados según el tipo de lesión:**

| | Nódulos (N=146) | Masas (N=188) | Consolidaciones (N=22) | Opacidades e infiltrados (N=10) | Cavidades y lesiones asociadas a quistes (N=13) | TOTAL (N=379) |
|-----------------------------|-----------------|---------------|------------------------|---------------------------------|---|---------------|
| Verdaderos positivos | 125 | 165 | 19 | 4 | 11 | 324 |
| Verdaderos negativos | 11 | 5 | 2 | 3 | 1 | 22 |
| Falsos positivos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Falsos negativos | 9 | 15 | 1 | 3 | 1 | 29 |
| No concluyentes | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 |

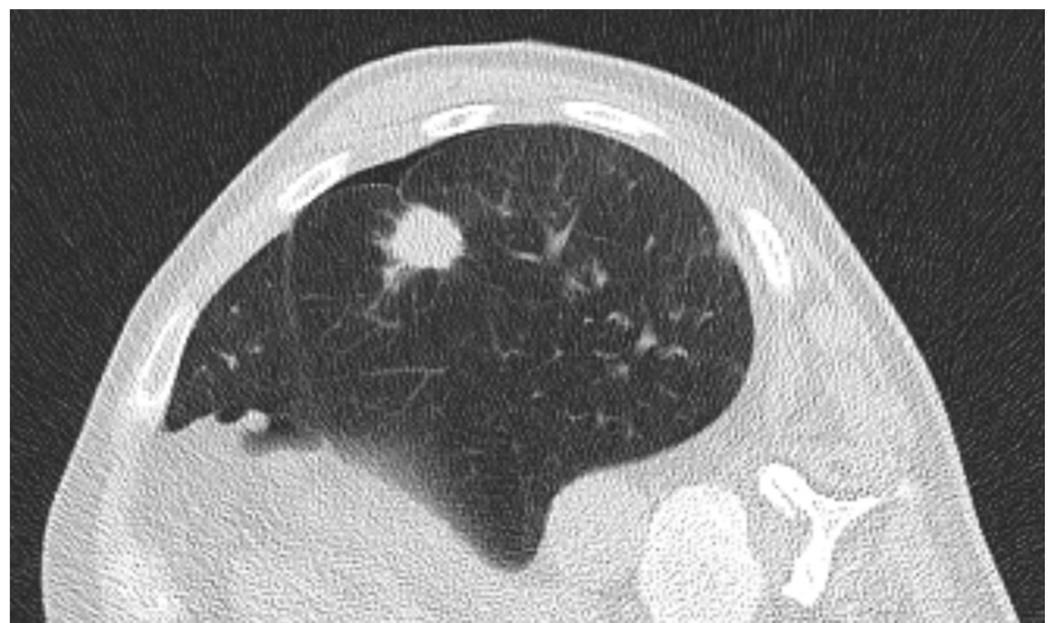
RESULTADOS

- **Tasa de complicaciones totales:**



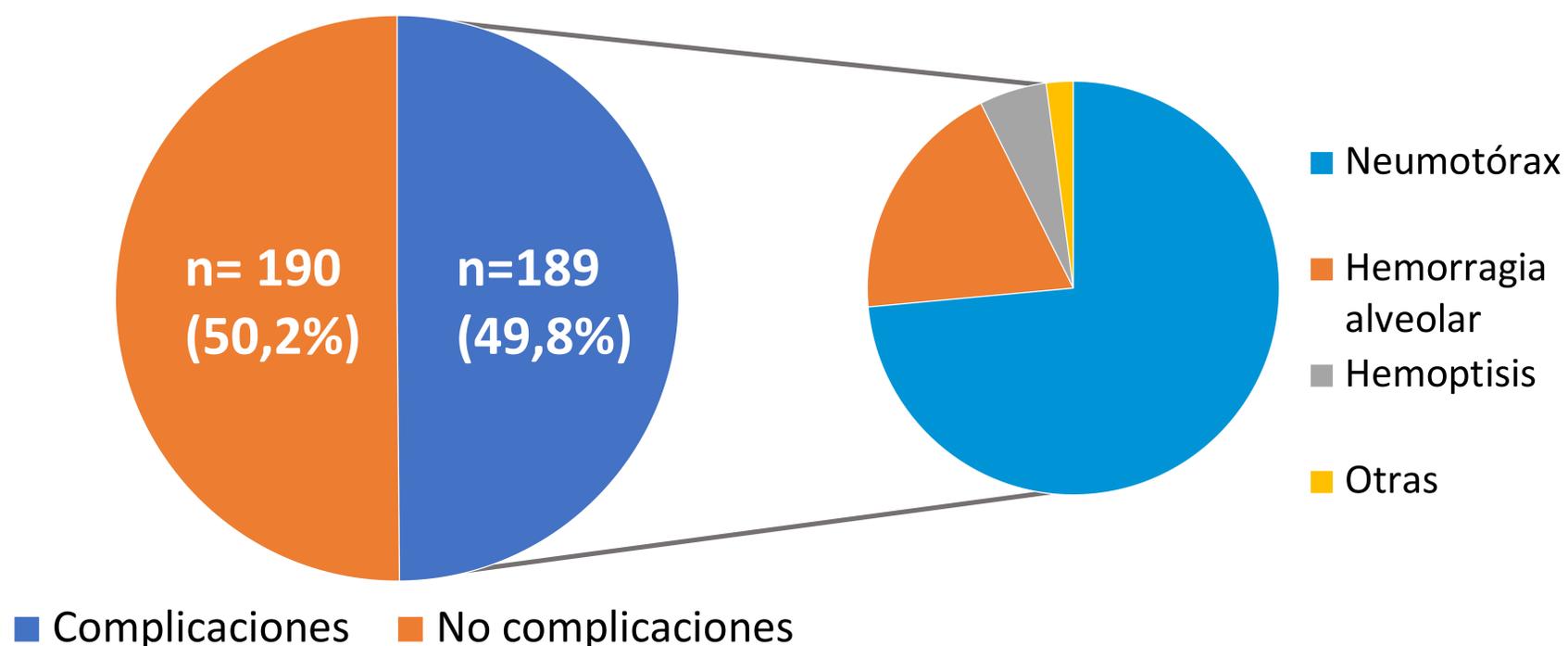
- Se encontraron un elevado número de complicaciones (n=189), el 49,8%. La gran mayoría correspondían a **complicaciones tempranas** (n=177) observadas en el TC de control realizado inmediatamente después del procedimiento. (Figura 18)

Figura 18. TC de tórax baja dosis con ventana de pulmón, plano axial. Paciente en decúbito lateral derecho. TC de control inmediatamente posterior a la biopsia de un nódulo de 25 mm en el LII donde se observa un mínimo neumotórax laminar izquierdo.



RESULTADOS

- Del total de complicaciones totales:

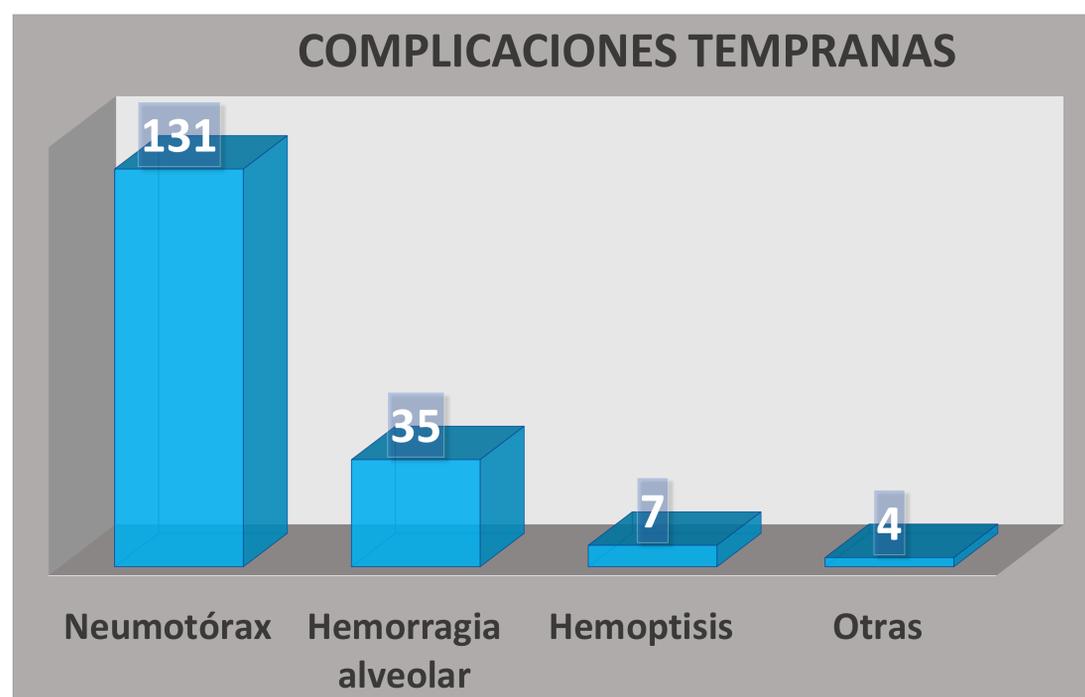


| | NÚMERO DE COMPLICACIONES EN TOTAL | PORCENTAJE DEL TOTAL DE COMPLICACIONES (N=189) | PORCENTAJE DEL TOTAL DE BIOPSIAS (N= 379) |
|---------------------|-----------------------------------|--|---|
| Neumotórax | 139 | 73,5% | 36,6% |
| Hemorragia alveolar | 36 | 19% | 9,5% |
| Hemoptisis | 10 | 5,3% | 2,7% |
| Otras | 4 | 2,2% | 1% |

| | Otras complicaciones (n=4) | Porcentaje del total de complicaciones (n=189) | Porcentaje del total de biopsias (n= 379) |
|-----------------|----------------------------|--|---|
| Hemotórax | 2 | 1,1% | 0,5% |
| Embolia gaseosa | 2 | 1,1% | 0,5% |

RESULTADOS

- **Distribución de las complicaciones tempranas:**



- Encontramos 131 (74%) **neumotórax tempranos**, solamente 1 requirió la colocación de un tubo de drenaje. El resto consistieron en neumotórax de pequeña cuantía. La gran mayoría (n=122, 93%) se resolvió espontáneamente en las primeras 24 horas. Solo 9 (7%) persistieron pasadas las 24 horas. Ninguno de los pacientes presentó repercusiones clínicas a corto plazo.
- Hubo 35 (19,8%) casos de hemorragia alveolar y 7 (3,9%) de hemoptisis. Todos los casos siguieron un curso clínico benigno.
- Las otras 4 (2,3%) complicaciones se trataron de 2 hemotórax y 2 embolias gaseosas. En los **dos casos de embolia gaseosa** se observaron pequeñas burbujas de aire intracardiacas en el TC de control inmediatamente posterior a la biopsia, los pacientes permanecieron asintomáticos en todo momento. (*Figuras 19 y 20*)

RESULTADOS



Figura 19. TC de tórax baja dosis con ventana de mediastino, plano axial. Paciente en decúbito lateral derecho. TC de control inmediatamente posterior a la biopsia de un nódulo en el LII donde se observan dos burbujas en el ventrículo izquierdo. El paciente no presentó síntomas. Se realizó un escáner posterior a las 6 horas con desaparición de las burbujas.



Figura 20. TC de tórax baja dosis con ventana de mediastino, plano axial. Paciente en decúbito supino. TC de control inmediatamente posterior a la biopsia de una masa pulmonar situada en la llingula. El paciente permaneció asintomático en todo momento.

RESULTADOS

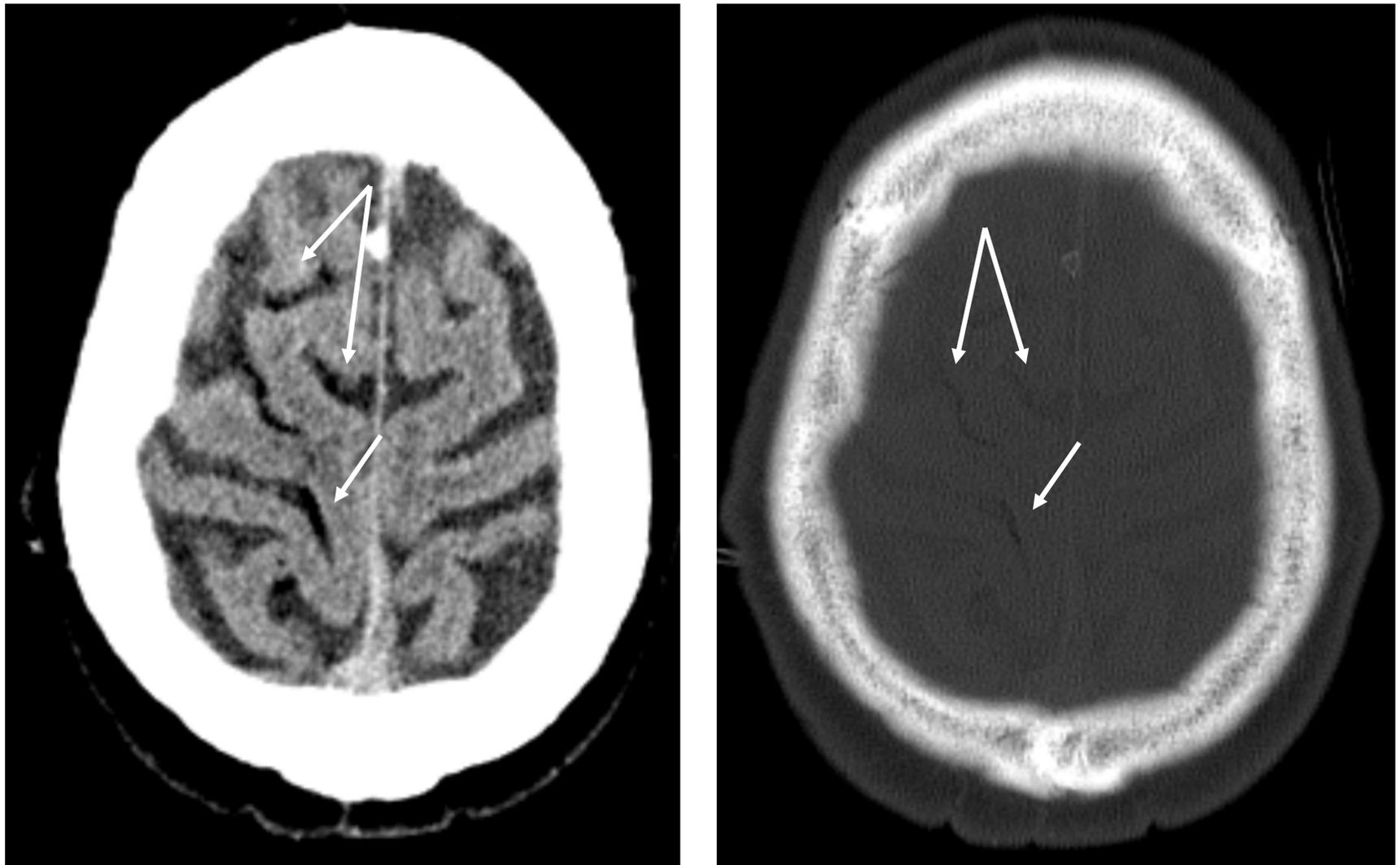
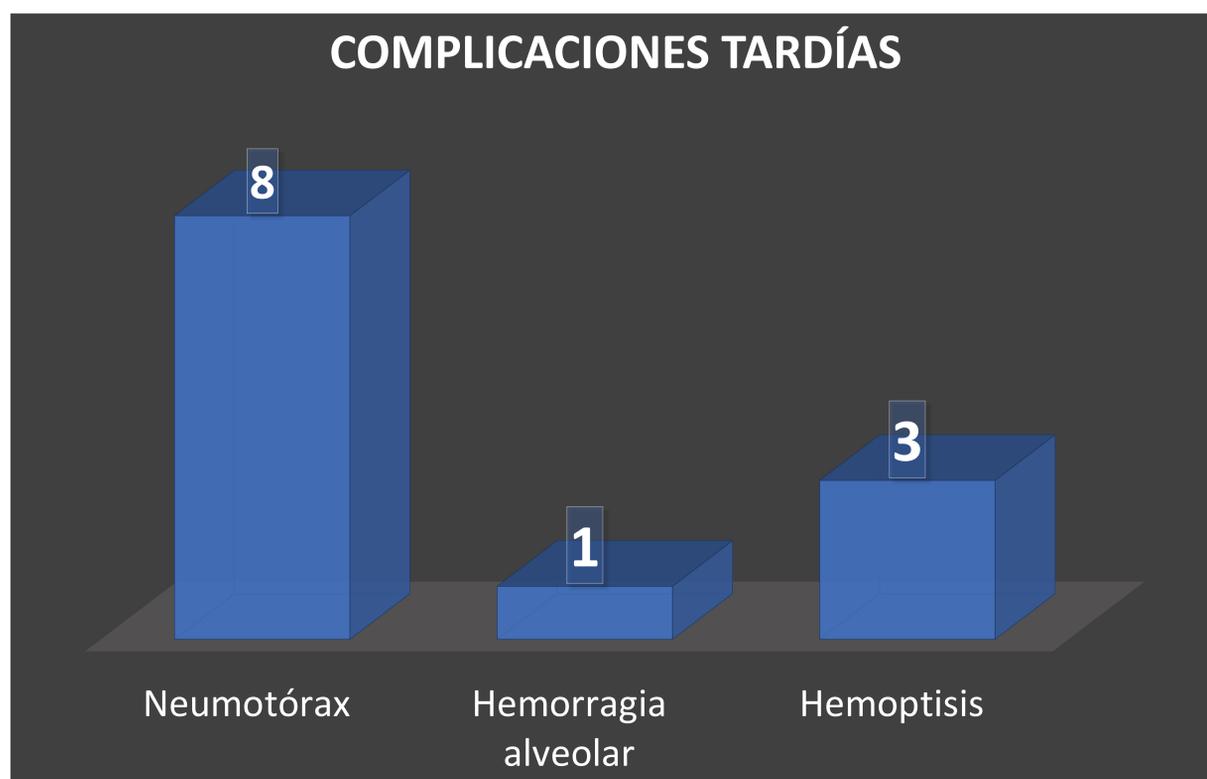


Figura 21. TC craneal, ventana de parénquima y ventana de hueso. *Ejemplo de embolia gaseosa encontrada en nuestro centro, no incluida en nuestra cohorte ya que el procedimiento se realizó con anterioridad a las fechas elegidas.*

Varón de 75 años que tras biopsia de nódulo en el lóbulo medio comienza con clínica neurológica, se realiza TC craneal observando aire de morfología serpiginosa en los vasos corticales derechos (flechas) compatible con embolia gaseosa.

RESULTADOS

- **Distribución de las complicaciones tardías:**



- Las complicaciones tardías se trataron fundamentalmente de **neumotórax** (n= 8, 66,%) que aparecieron de novo pasadas las 24 horas. Dos de ellos requirieron la colocación de un tubo de drenaje. Nueve de los neumotórax tempranos persistieron pasadas las 24 horas pero se han incluido en el grupo de complicaciones tempranas.
- Se describió una hemorragia alveolar y tres hemoptisis con resolución temprana.

DISCUSIÓN

- En este estudio analizamos los resultados histológicos de 379 biopsias de pulmón guiadas por TC para diferenciar los casos diagnósticos de los no diagnósticos y poder identificar posibles factores que afecten a dichos resultados.
- Se obtuvo **una respuesta diagnóstica en 346 casos** (verdaderos positivos + verdaderos negativos), **un 91,3%**. Este resultado es similar o incluso superior al encontrado en la literatura. (1,2,3,4)
- Además, este porcentaje de muestras diagnóstica en nuestro estudio está siendo infraestimado ya que inicialmente se descartaron las segundas biopsias realizadas sobre la misma lesión, la mayoría de ellas diagnósticas.
- **No se encontró ningún falso positivo**, por lo tanto, un resultado de malignidad debería ser considerado concluyente. (1)
- Establecer un diagnóstico específico de malignidad o benignidad tiene un impacto directo en la toma de decisiones clínicas y evita la realización de pruebas complementarias, disminuyendo el gasto sanitario y la iatrogenia sobre los pacientes. (1)

DISCUSIÓN

- Obtuvimos un número aceptable de **casos no diagnósticos (en total 33 muestras, un 8,7%) y de falsos negativos (29 casos, un 7,7%)** semejante a lo reflejado en la literatura. (1-4)
- **Las lesiones que más falsos negativos presentaron fueron las masas (n=15) y las opacidades e infiltrados (n=3).**
- Puede parecer que la mayoría de falsos negativos pertenecían a masas, pero hay que recordar que estos 15 negativos son de un total de 188 masas, es decir el 7,9%. El porcentaje mayor de falsos negativos lo encontramos en las opacidades e infiltrados, un 30%.
- Los resultados de las opacidades e infiltrados son entendibles dadas las características propias de estas lesiones, sin embargo, llama la atención la tasa de falsos negativos de las masas. Inicialmente podríamos pensar que al ser lesiones de mayor tamaño (> 3 cm) sería más fácil obtener una muestra de tejido. Ciertamente es así, pero el factor determinante en este tipo de lesiones no es el tamaño si no el componente necrótico que pueden presentar, a menudo extenso, lo que impide la correcta valoración histológica.

DISCUSIÓN

- Aunque **la tasa de complicaciones no es desdeñable**, hay que recalcar que la mayoría de ellas correspondían a **neumotórax**, presentes en el 36,6% de las biopsias realizadas. En gran parte se trataban neumotórax precoces de pequeño tamaño (n= 131), que se resolvieron en las primeras 24 horas y que no requirieron la colocación de un tubo de drenaje ni ningún otro procedimiento.
- Se consideró neumotórax a la presencia de aire en el espacio pleural, independientemente de la cuantía de este.
- **En nuestra base de datos no se ha reflejado el volumen de los neumotórax.** A pesar de ser una de las limitaciones que encontramos en nuestro trabajo la experiencia y la literatura revisada nos permite afirmar que la gran mayoría de ellos se tratan de neumotórax laminares mínimos autolimitados. (1-6)
- **El embolismo gaseoso arterial** es una complicación rara pero potencialmente grave y fatal. La incidencia estimada en la literatura es el 0,02-0,4%, aunque probablemente sea superior ya que hay casos asintomáticos no diagnosticados. (7) En nuestro estudio obtuvimos un **0,5% de casos**.
- La embolia gaseosa se produce por la entrada de aire en la vena pulmonar y su paso a la circulación sistémica, bien por comunicación directa entre el aire atmosférico y la vena, o por la creación de una fístula broncovenosa, ambas provocadas a través de la aguja. Existe un mayor riesgo en las biopsias realizadas en decúbito prono, en lesiones cavitadas, centrales, tejidos friables o cuando se realiza un mayor número de pases. (7)

DISCUSIÓN

- **La complicación más grave de la embolia gaseosa** se produce cuando el aire llega a las arterias cerebrales y coronarias. Las manifestaciones clínicas pueden ser inmediatas o producirse unos minutos tras el procedimiento e incluyen alteraciones neurológicas, síntomas derivados de la isquemia miocárdica (dolor torácico, hipotensión, disnea, arritmias o parada cardiorrespiratoria) o incluso la muerte. Sin embargo, algunos casos son asintomáticos, como los presentes en nuestro estudio. *(Figuras 19, 20 y 21)* ⁽⁷⁾
- Además de no haber registrado el volumen de los neumotórax, **otros factores que no se han analizado** y que aportarían información interesante son: la distancia de las lesiones a la pleura, la patología pulmonar de base de los pacientes y los tipos histológicos de carcinoma de pulmón encontrados.
- También sería interesante analizar la posible relación entre la aparición de complicaciones y el tamaño y localización de las lesiones.
- Considerando su importancia y complejidad, creemos que estos temas deberían de ser objeto de futuro estudios más extensos y dedicados.

CONCLUSIONES

- **El presente estudio ha demostrado que la biopsia transtorácica de pulmón guiada por TC es un método eficaz** para proporcionar un diagnóstico específico de las lesiones pulmonares, con un valor diagnóstico en nuestro estudio del 91,3%.
- **La baja tasa de falsos negativos (7,6%)** obtenida, similar a la literatura revisada, confirma la rentabilidad diagnóstica de esta técnica.
- Se trata de una prueba con un **gran valor predictivo positivo** por lo que un resultado de histológico compatible con malignidad debería considerarse concluyente.
- No debemos olvidar que es un **procedimiento invasivo** y por tanto conlleva distintos riesgos.
- Aunque la tasa de complicaciones puede parecer elevada, la escasa repercusión clínica sobre los pacientes nos permite considerarla una **técnica segura**.

BIBLIOGRAFÍA

1. Borelli C, Vergara D, Simeone A, Paziienza L, Castorani G, Graziano P, et al. CT-guided transthoracic biopsy of pulmonary lesions: Diagnostic versus nondiagnostic results. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(2):359. Disponible en <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics12020359>
2. Andrade, Juliano Ribeiro de, et al. "CT-Guided Percutaneous Core Needle Biopsy of Pulmonary Nodules Smaller than 2 Cm: Technical Aspects and Factors Influencing Accuracy." *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, vol. 44, no. 4, Aug. 2018, pp. 307–314, <https://doi.org/10.1590/s1806-37562017000000259>.
3. Nakamura, Kazuhiko, et al. "Computed Tomography-Guided Lung Biopsy: A Review of Techniques for Reducing the Incidence of Complications." *Interventional Radiology*, vol. 6, no. 3, 1 Nov. 2021, pp. 83–92, <https://doi.org/10.22575/interventionalradiology.2021-0012>.
4. Tsukada, Hiroshi, et al. "Diagnostic Accuracy of CT-Guided Automated Needle Biopsy of Lung Nodules." *American Journal of Roentgenology*, vol. 175, no. 1, July 2000, pp. 239–243, <https://doi.org/10.2214/ajr.175.1.1750239>.
5. L, et al. "Transthoracic Needle Biopsy of Small Pulmonary Nodules." *Radiology*, vol. 202, no. 1, Jan. 1997, pp. 97–103, <https://doi.org/10.1148/radiology.202.1.8988197>.
6. Geraghty PR, Kee ST, McFarlane G, Razavi MK, Sze DY, Dake MD. CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of pulmonary nodules: Needle size and pneumothorax rate. *Radiology [Internet]*. 2003 [citado el 16 de marzo de 2024];229(2):475–81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14595149>
7. Reguero Llorente, Esther, and Esther Alonso García. "Embolia Gaseosa Arterial Tras Biopsia Pulmonar Percutánea." *Radiología*, vol. 61, no. 3, May 2019, pp. 269–270, <https://doi.org/10.1016/j.rx.2019.02.002>.