

ABLACIÓN PULMONAR: REVISIÓN DE RESULTADOS Y EXPERIENCIA EN NUESTRO CENTRO

Ana Castell Herrera, Miguel Morales García, Isabel Alonso Diego, Julián Cuesta Pérez, Ana Lleó Balbás, Silvia Juliana Carreño Reyes, Gonzalo Rodríguez Maestro, Jorge Mario Sánchez Reyes.

Hospital Universitario de Getafe, Madrid.

ÍNDICE

1. OBJETIVOS

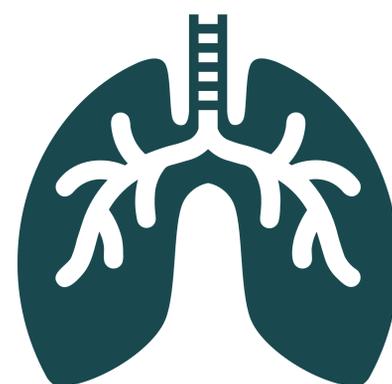
2. MATERIAL Y MÉTODOS

3. RESULTADOS

4. DISCUSIÓN

5. CONCLUSIONES

6. REFERENCIAS

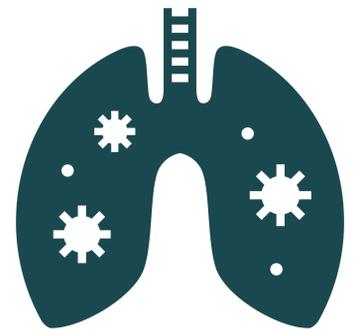


OBJETIVOS

- ❖ Analizar las tasas de supervivencia global y supervivencia libre de progresión tras la ablación percutánea de lesiones pulmonares malignas en nuestro centro.
- ❖ Describir las complicaciones inmediatas y tardías relacionadas con la técnica en 10 años de experiencia.

El diagnóstico del **cáncer de pulmón y metástasis pulmonares** ha ido creciendo durante los últimos años debido al uso generalizado de las pruebas de imagen y la progresiva introducción de las campañas de detección temprana.

La incidencia de cáncer de pulmón continúa aumentando (1,8 millones de casos nuevos por año en el mundo), siendo éste la principal causa de muerte relacionada con el cáncer tanto en mujeres como en hombres. Los cánceres de pulmón se dividen histológicamente en cáncer de pulmón de células pequeñas (10-15%) – normalmente diseminado en el momento del diagnóstico - y cáncer de pulmón de células no pequeñas (CPCNP) (80-85%). Además, el pulmón es uno de los lugares donde asientan con más frecuencia las metástasis, especialmente los carcinomas epiteliales (colorrectal, renal, de cabeza y cuello y de mama), que representan aproximadamente el 75% de todas las metástasis pulmonares [1].



Aunque clásicamente el tratamiento de los tumores pulmonares se basa en la cirugía, el incremento de pacientes con comorbilidades u otras condiciones de inoperabilidad ha dado paso a opciones terapéuticas menos invasivas como la radioterapia estereotáctica (SBRT) o la ablación térmica [1, 2].

La **ablación percutánea térmica** de tumores se define como la aplicación directa energía para destruir sustancialmente el tejido tumoral. En este estudio nos basaremos en la experiencia de nuestro centro con las tres principales técnicas termoablativas ampliamente aceptadas para describir nuestros resultados en cuanto a términos de supervivencia y complicaciones asociadas (**Figura 1**).



La **selección** de la técnica ablativa dependerá de:

- ✓ Localización y dimensiones del tumor
- ✓ Comorbilidades del paciente
- ✓ Experiencia del operador

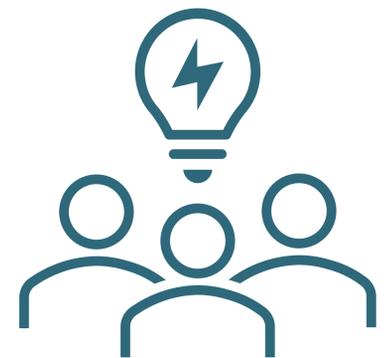
MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio observacional retrospectivo de las ablaciones pulmonares guiadas por tomografía computarizada (TC) realizadas entre 2012 y 2022 en nuestro centro mediante radiofrecuencia (RF), microondas (MW) o crioablación (CA).

POBLACIÓN DEL ESTUDIO

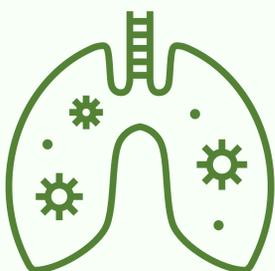
Realizamos un estudio observacional retrospectivo de las ablaciones pulmonares realizadas en el Hospital Universitario de Getafe durante un periodo de 10 años comprendido entre los años 2012 y 2022.

En todos los pacientes para determinar la indicación de la ablación térmica se evaluó la historia clínica y la exploración física, así como los resultados de estudios de imagen recientes (TC o PET/TC realizados con una antigüedad máxima de 1 mes) y los resultados anatomopatológicos de la biopsia de la lesión. La decisión terapéutica fue tomada de forma conjunta por los miembros del comité multidisciplinar de tumores pulmonares del Hospital Universitario de Getafe, donde se exploraron todas las opciones de tratamiento y se estableció la idoneidad y el objetivo (curativo o paliativo) de la ablación térmica



INDICACIONES

- ✓ Tumores primarios de pulmón (CPCNP) en estadio IA (limitado a T1a y T1b) que presentan contraindicaciones para cirugía o radioterapia estereotáxica debido a comorbilidad cardiorrespiratoria o reserva pulmonar vital insuficiente.
- ✓ Cáncer oligometastásico con hasta 3 nódulos pulmonares (≤ 2 cm) y contraindicación para cirugía.



CONTRAINDICACIONES

- ⊗ CPCNP en estadio \geq II.
- ⊗ Diagnóstico de cáncer de pulmón de células pequeñas.
- ⊗ Presencia de metástasis ganglionares y a distancia.
- ⊗ Coagulopatías intratables.
- ⊗ Estado funcional del *Eastern Cooperative Oncology Group* de > 2 .
- ⊗ Esperanza de vida inferior a 1 año.
- ⊗ Enfermedad pulmonar terminal y/o insuficiencia respiratoria.
- ⊗ Lesiones localizadas a < 1 cm del hilio, gran vaso, bronquios principales, tráquea o esófago.

TÉCNICAS ABLATIVAS

La evidencia científica actual indica resultados terapéuticos similares para las tres modalidades ablativas. Por tanto, las características del tumor y del paciente son decisivas a la hora de elegir la técnica adecuada. En la **Tabla 1** se exponen las principales características de cada una de ellas.

Por ejemplo, la **RFA** es una técnica ampliamente disponible con eficacia y seguridad comprobadas, pero la **MWA** puede ser preferible en tumores más grandes. Aunque la MWA puede ser más eficaz en tumores cerca del hilio pulmonar y los vasos principales, ya que el efecto de disipación de calor no afecta su efecto terapéutico, el volumen de ablación es difícil de controlar, lo que aumenta el riesgo de fístula bronquial si se usa cerca del hilio pulmonar. Entre las ventajas de la **crioablación** está la visualización directa del volumen de congelación correspondiente al área ablacionada mediante la TC durante el procedimiento, lo cual permite la optimización de la técnica en tiempo real. La crioablación es una alternativa eficaz en tumores cercanos a los grandes vasos, vías respiratorias, pericardio y lesiones subpleurales, ya que tiende a causar menos dolor. En cuanto a sus desventajas, la CA no se recomienda en pacientes con coagulopatías debido a una mayor tasa y gravedad de sangrado pulmonar en comparación con las modalidades basadas en calor [2, 7].

	<u>RADIOFRECUENCIA</u> (RFA)	<u>MICROONDAS</u> (MWA)	<u>CRIOABLACIÓN</u> (CA)
Mecanismo	Corriente eléctrica	Campo electromagnético	Gas Argón
Temperatura	60-100°C	60-150°C	< 0°C
Tamaño ablación	3 -5 cm	6 cm	Tamaños menores Área puede ser no esférica.
Aplicadores	Sonda única	Sondas únicas o múltiples.	Sondas únicas o múltiples.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliamente conocida, extendida y reproducible. • Pulmón sano aireado funciona como aislante (baja conductividad). 	<ul style="list-style-type: none"> • Zona ablación uniforme • Área ablacionada más grande. • Menor efecto disipador del calor. • Menores tiempos procedimiento (Tª más altas, más rápido). 	<ul style="list-style-type: none"> • Efecto analgésico (pleura y pared torácica) • Evaluación región ablacionada intraprocedimiento. • Eficaz en tumores cercanos a estructuras sensibles. • Detección precoz de recidivas (involución temprana de cambios inflamatorios)
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • No cerca de grandes vasos / hilio pulmonar → Efecto disipador del calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • No demostrado MW > RF • Menor disponibilidad. • Elevado coste. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad técnica • Procedimientos más largos (3 ciclos congelación-descongelación). • Mayor tasa y gravedad de sangrado pulmonar.

Tabla 1. Comparativa de las diferentes técnicas ablativas [1,2].

PROCEDIMIENTO

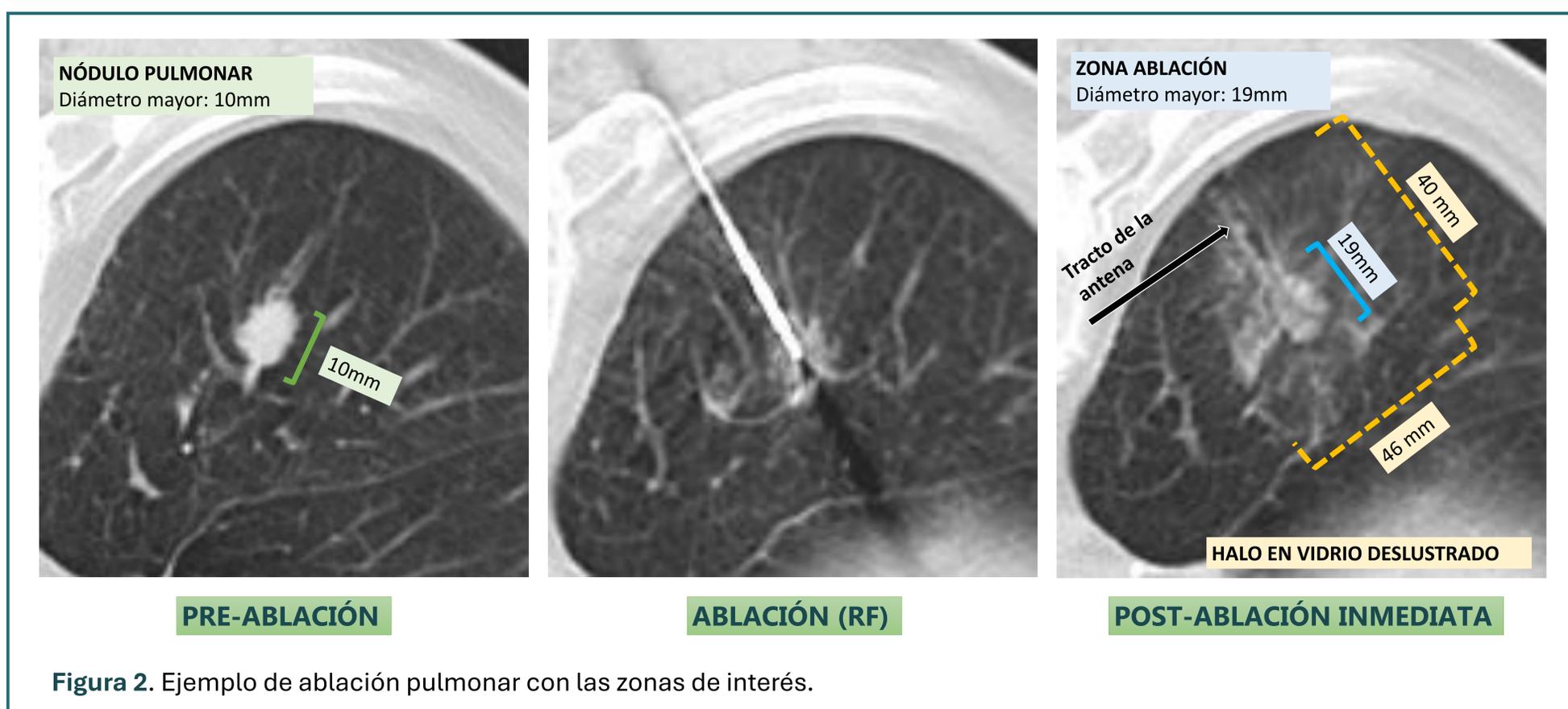
Previo al procedimiento se suspendió la anticoagulación y/o los fármacos antiplaquetarios, así como se inició una profilaxis antibiótica. La técnica se realiza en un campo estéril, controlando los signos vitales y mediante anestesia general. Se realizó una TC inicial de planificación, con el posicionamiento del paciente adecuado para brindar mayor accesibilidad al tumor y obtener un abordaje apropiado.

Tras la anestesia local se realiza una pequeña incisión sobre la pared costal y se introduce el electrodo realizando controles seriados mediante TC para iniciar la ablación cuando la localización de este se sitúe en el lugar óptimo (con punta activa en el centro del tumor).

Área ablacionada

El pulmón tiene unas propiedades excelentes para la ablación: poca vascularización, difusión del calor y la conductividad eléctrica. Por lo tanto, nos permite obtener volúmenes de ablación para una determinada cantidad de energía mayores que en otros tejidos. Teniendo en cuenta la agresividad de la lesión tumoral, se recomienda una zona de ablación que incluya de 8 a 10 mm adicionales más allá del margen visible del tumor en todas las direcciones (Figura 2). Un volumen de ablación insuficiente favorece la recurrencia y la progresión local [1].

- **Zona de ablación:** área resultante del tratamiento energético y debe abarcar todo el volumen del tumor objetivo, incluido un margen ablativo circunferencial.
- **Halo en vidrio deslustrado:** es la alteración de la densidad de la TC que debe envolver circunferencialmente la lesión diana después de la ablación.



MANEJO POST-PROCEDIMIENTO

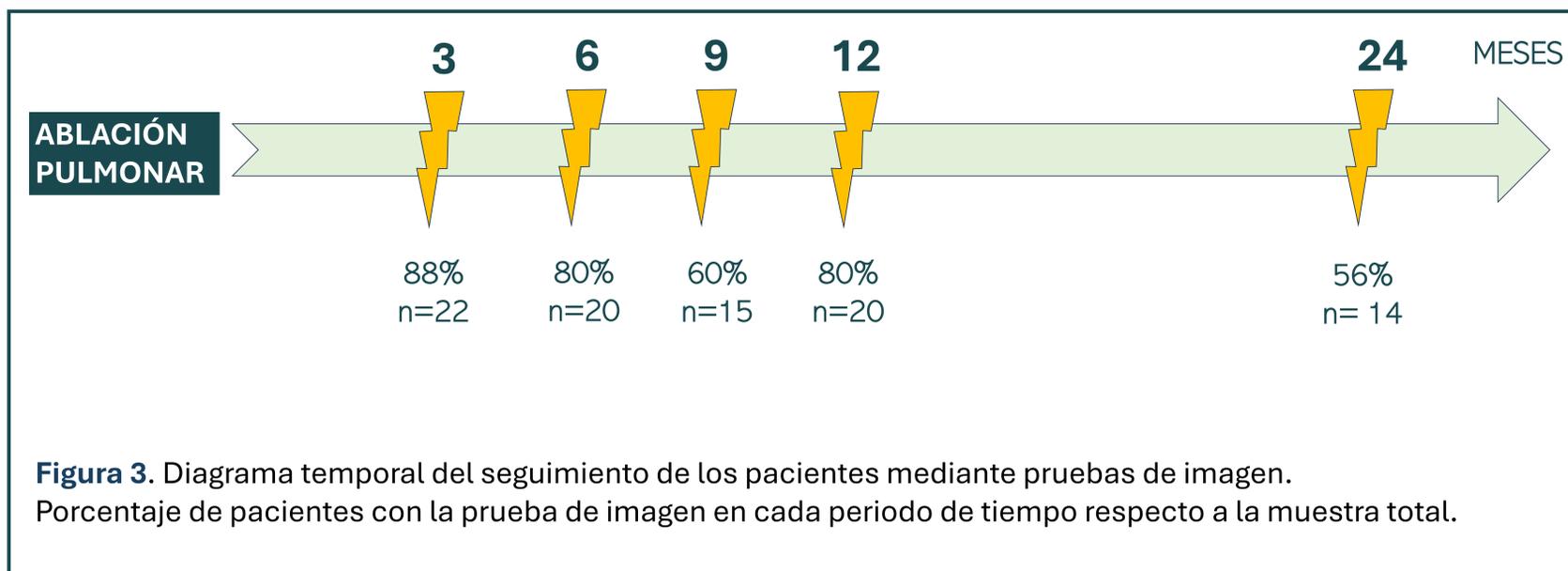
➤ Detección de complicaciones

Una vez finalizada la termoablación, se realiza una TC de control inmediato para confirmar el éxito técnico del procedimiento e identificar posibles complicaciones que requieran un tratamiento específico. Se realiza una monitorización estrecha durante las primeras horas, colocando al paciente en decúbito lateral ipsilateral al pulmón tratado. Cuatro horas después se obtuvo una radiografía de tórax en decúbito supino a todos los pacientes por el riesgo de neumotórax asintomático. En ausencia de complicaciones, se estableció una observación clínica hospitalaria durante al menos 24h.

SEGUIMIENTO

➤ Localizar recidivas tumorales

Es fundamental seguir la lesión con un método que detecte precozmente la persistencia tumoral local. Se realizó un seguimiento mediante pruebas de imagen (TC con contraste y/o PET-TC), evaluando los datos de progresión en los siguientes meses (**Figura 3**).



Evolución zona tratada: *hallazgos esperables.*

El tejido tumoral y peritumoral sufrirá procesos dinámicos de necrosis, citólisis y cambios inflamatorios durante días que hacen que la lesión crezca, por lo que el signo clásico de crecimiento tumoral no es útil (**Tabla 2**). Tanto el halo en vidrio deslustrado (con un margen tumoral mínimo entre 5 y 10mm) como el crecimiento son indicadores tempranos de éxito terapéutico [3].

En la mayoría de los casos, esta zona comenzará a reducirse progresivamente con la involución de las áreas necróticas. Normalmente se obtiene una estabilización después de 6 meses. Curiosamente, la crioablación muestra una rápida involución en el tamaño de la zona de ablación en la TC y la identificación de una ablación incompleta o un fracaso del tratamiento local es posible incluso antes [7].

Hallazgos esperables en la TC post-ablación

Halo en vidrio deslustrado y crecimiento

Cavitación

Burbujas de gas en la lesión

Realce benigno en torno a la ablación: *concéntrico, <5mm y de bordes suaves*

Disminución en la captación de contraste

Derrame o engrosamiento pleural

Adenopatías hiliares o mediastínicas

Tabla 2. Cambios evolutivos esperables.

Respuesta completa :

- Disminución en el diámetro más largo del tumor en al menos un 30%, en comparación con el diámetro evaluado al mes, y sin evidencia de realce del contraste (**Figura 4**).

Respuesta incompleta:

- Crecimiento foco irregular, nodular o excéntrico en el margen de la región ablacionada con realce de contraste.
- Aumento del 20% en el diámetro más largo del tumor (**Figura 5**).

PATRONES DE INVOLUCIÓN

Los patrones de involución más comunes después de las ablaciones percutáneas son:

- **Nodular:** la zona de ablación permanece esférica y la disminución de tamaño puede ser muy lenta (más de 18 meses).
- **Fibrosis:** la zona de ablación pierde su forma inicial y se vuelve alargada y lineal con o sin espículas periféricas (**Figura 13**).
- **Cavitación:** lesión llena de aire con paredes gruesas o delgadas en el lugar de la zona de ablación. Se produce por devascularización del tumor y del pulmón que con el tiempo comunican con la vía aérea también necrosada (**Figura 4 D y E**). El tejido de granulación peritumoral forma una cápsula. Este proceso de cicatrización es más común después de la MWA y se considera un signo de respuesta positiva al tratamiento. La cavitación ocurre con más frecuencia en pacientes con cáncer de pulmón cerca de la pared torácica, cuando el área ablacionada está en contacto con un bronquio segmentario o en pacientes con enfisema.
- **Atelectasia:** alteración en forma de cuña en el segmento tratado, que dificulta el análisis preciso de la zona de ablación.
- **Desaparición** de la zona de ablación: este fenómeno particular puede notarse en el seguimiento a largo plazo después de todas las técnicas de ablación, pero en ocasiones se puede observar en fases tempranas.

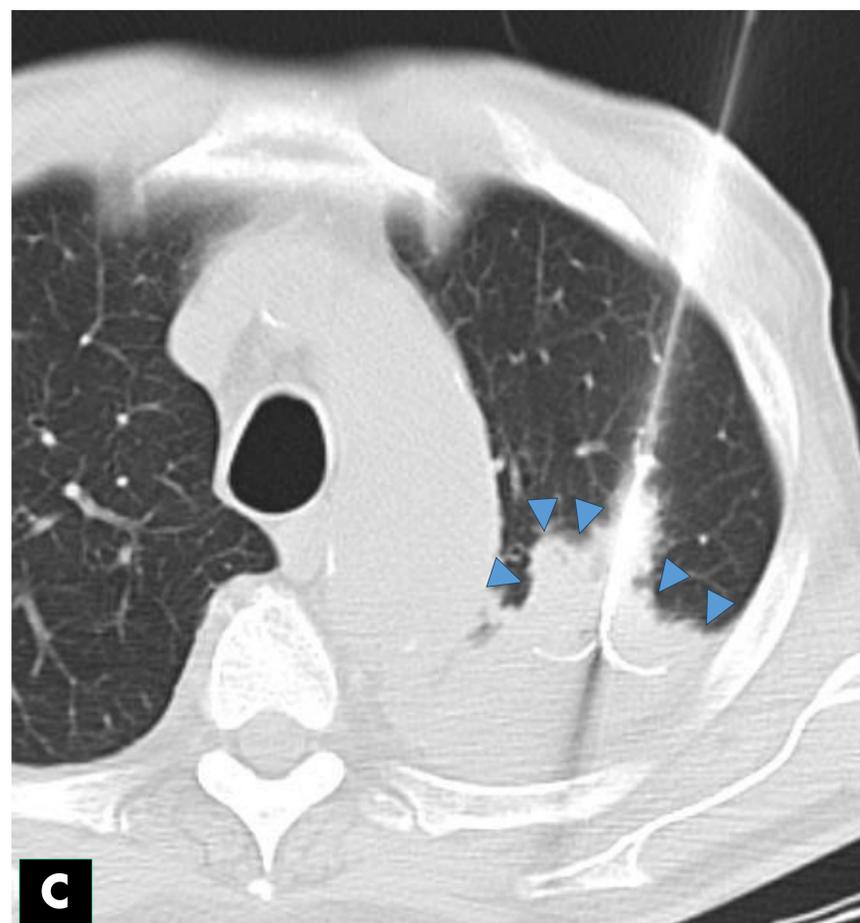
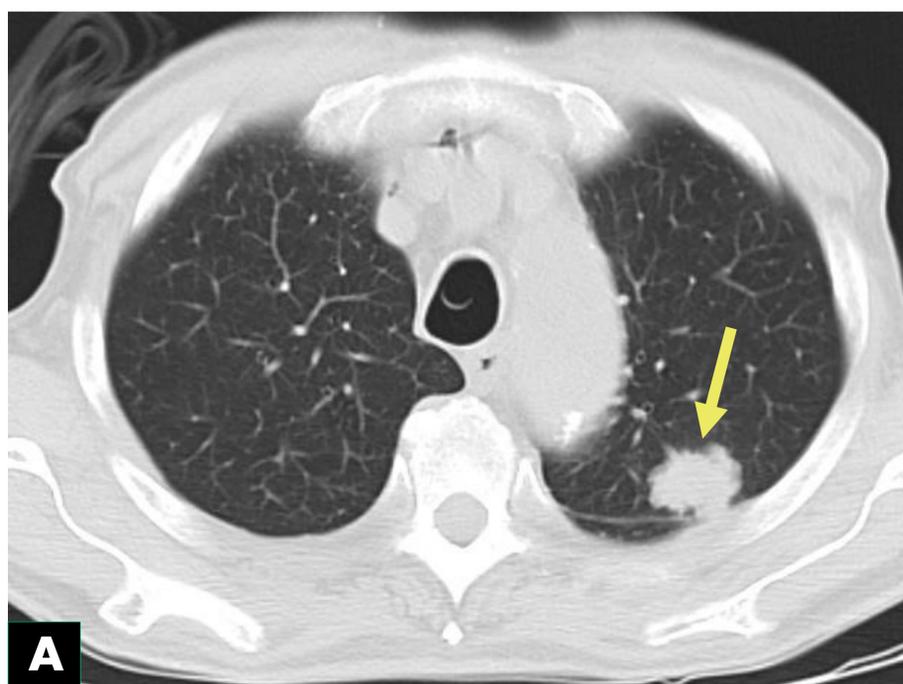


Figura 4. Varón de 82 años con antecedente de neoplasia gástrica reseçada. Aparición de nódulo pulmonar de 24 mm en lóbulo superior izquierdo (LSI) con resultado anatomopatológico de cáncer de pulmón epidermoide.

- A. Imagen de TC inicial para planificar el procedimiento: nódulo en LSI (*flecha amarilla*).
- B. Ablación del nódulo mediante radiofrecuencia (fase inicial).
- C. Ablación del nódulo mediante radiofrecuencia (fase final) con hemorragia intrapulmonar que dificulta la valoración del área ablacionada (*puntas de flecha azul*).

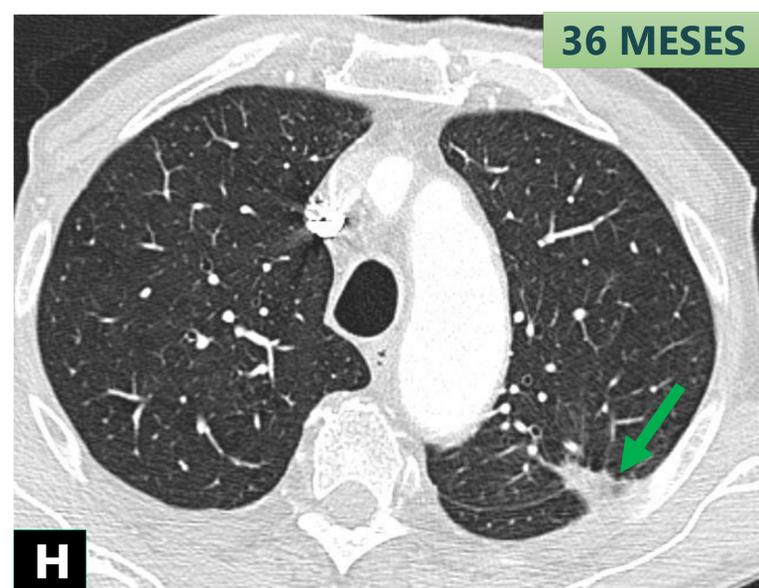
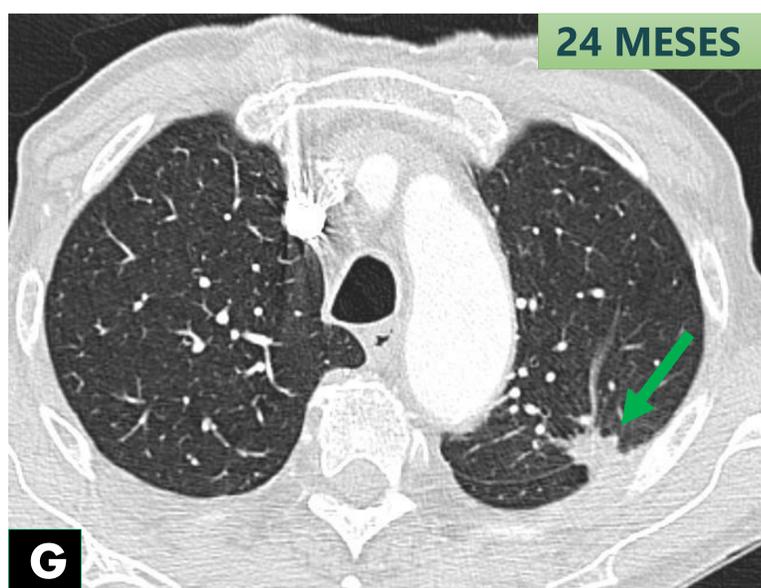
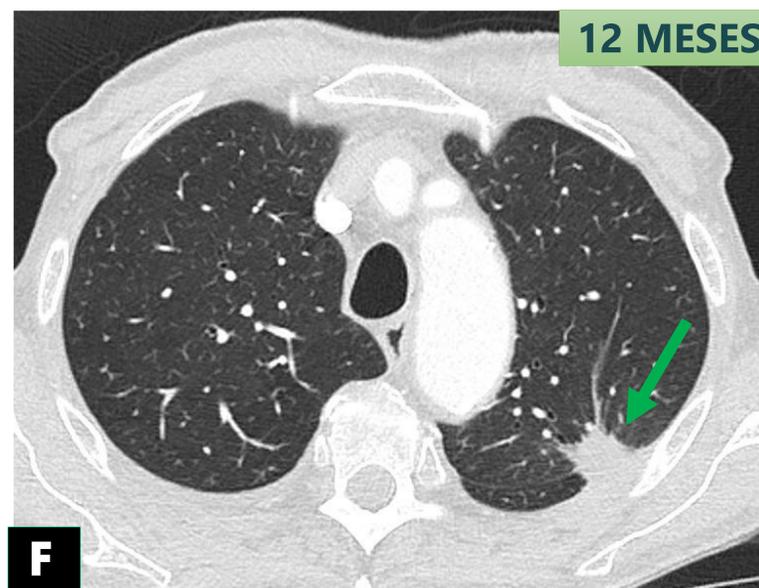
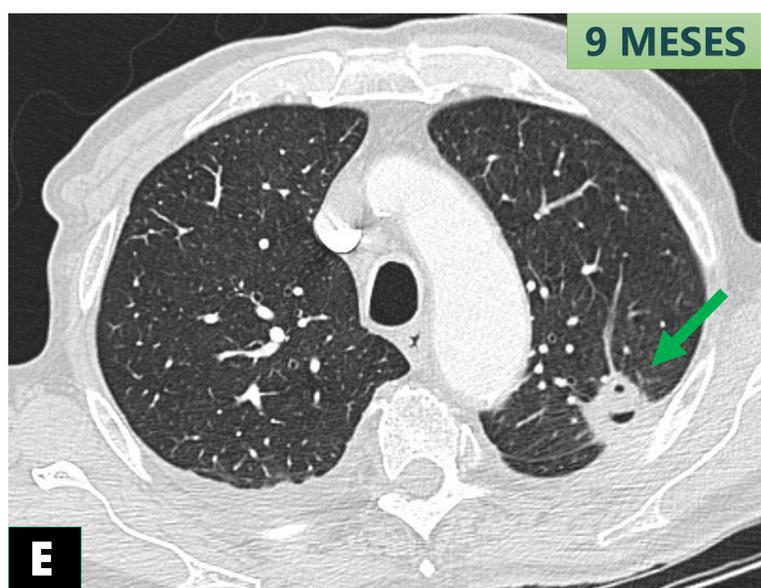
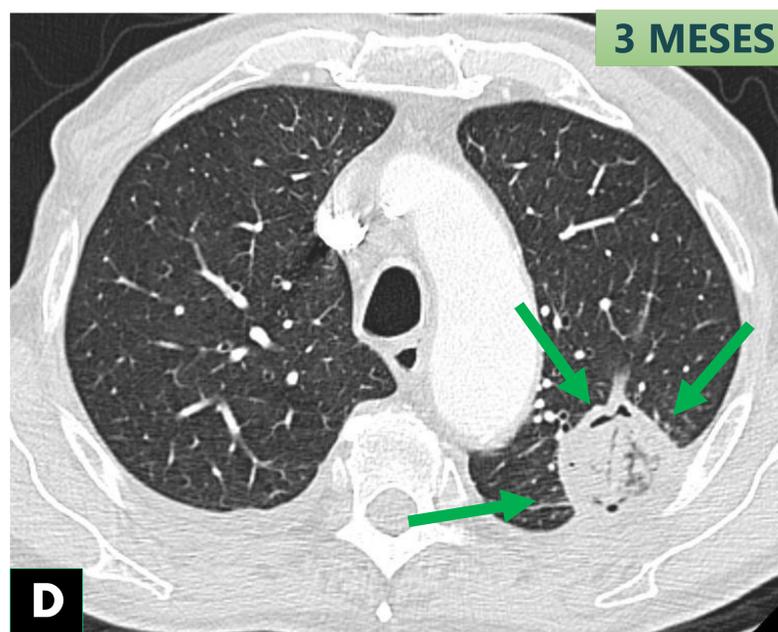


Figura 4 (continuación) . Seguimiento de lesión ablacionada (flechas verdes). **Respuesta completa.**

- D. TC a los 3 meses: afectación parenquimatosa de bordes bien definidos y gas en su interior en relación con cavitación como cambios post-ablación.
- E→H. TC a los 9, 12, 24 y 36 meses respectivamente. Identificando disminución de tamaño de la lesión cavitada con aparición progresiva de cambios fibrociatriciales residuales.

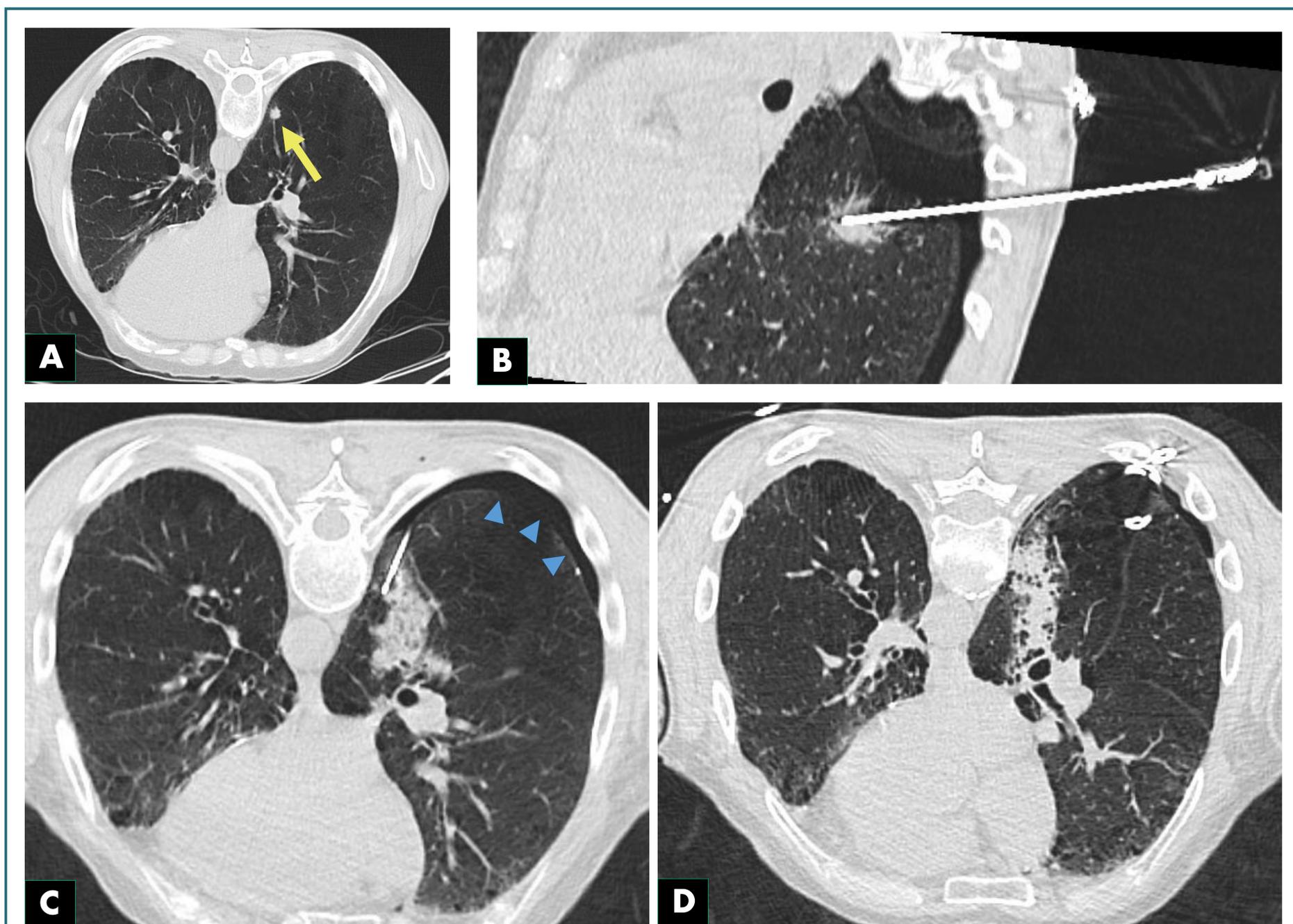


Figura 5. Varón de 59 años con nódulo en segmento superior del lóbulo inferior derecho (LID) de 10 mm con resultado anatomopatológico de metástasis de carcinoma renal (*flecha amarilla*).

- A. Imagen de la TC inicial para planificar el procedimiento.
- B. Reconstrucción multiplanar durante la crioablación del nódulo con aguja de 15G.
- C. Intraprocedimiento: existe un área de ablación de 18x21 mm con pequeño **neumotórax** (*puntas de flecha azul*).
- D. Control postprocedimiento con colocación de tubo de tórax tipo *pigtail* de 14 Fr.

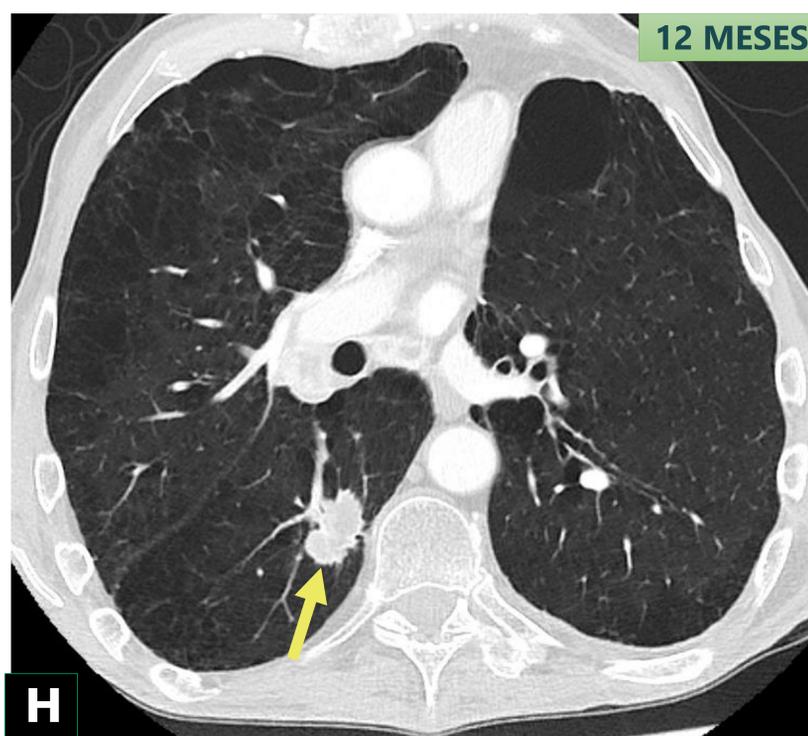
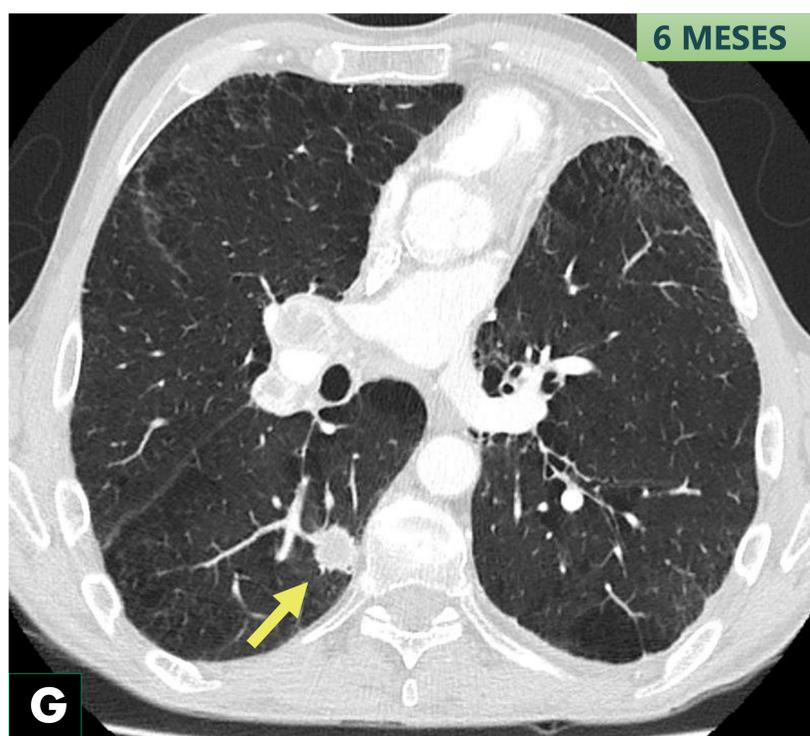
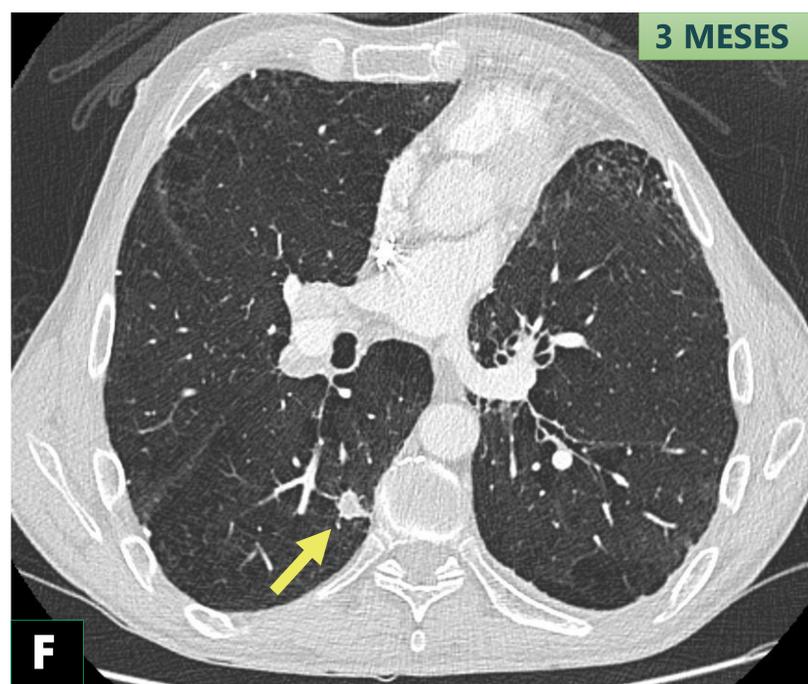
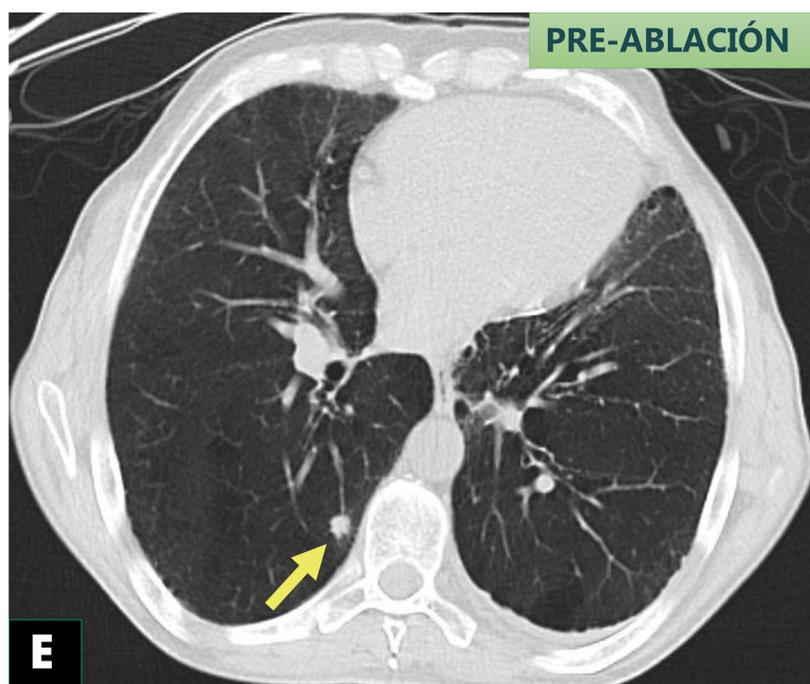


Figura 5 (continuación). Seguimiento de metástasis pulmonar en LID crioablacionada con **respuesta incompleta** (flechas amarillas).

- E. TC inicial (preablación). Nódulo de 10x9mm.
- F. TC a los 3 meses (postablación). Nódulo de 11x12mm.
- G. TC a los 6 meses (postablación). Nódulo de 19x17mm.
- H. TC a los 12 meses (postablación). Nódulo de 17x27mm; aumento > 20% del diámetro más largo del tumor.

RESULTADOS

- ❖ Ablación de 25 lesiones tumorales cuyo tamaño tuvo una mediana de 15,3 mm (8-28 mm) con lesiones tanto de origen primario como metastásico.
- ❖ La complicación inmediata más frecuente fue el neumotórax (36%). La complicación más grave fue la fístula broncopleural cuyas consecuencias respiratorias arrojan una mortalidad posprocedimiento del 4%.
- ❖ Se realizó un seguimiento de los pacientes mediante TC torácica con contraste a los 3, 6, 9, 12 y 24 meses. La supervivencia libre de progresión local fue del 91%, 71% y 64% a los 6, 12 y 24 meses, respectivamente. El tiempo medio de supervivencia global fue de 39,33 meses.

DATOS DEMOGRÁFICOS

Las ablaciones realizadas en el Hospital Universitario de Getafe entre 2012 y 2022 fueron 25, en un total de 23 pacientes, 19 varones (83%) y 4 mujeres (17%) como se representa en la **Tabla 5**. En dos de los sujetos se realizaron 2 ablaciones pulmonares, uno de ellos por recidiva tumoral y en otro se ablacionaron dos lesiones consecutivamente en una misma sesión.

La edad media de los pacientes fue de 71,76 años, siendo el menor de ellos de 45 años y el más longevo de 87 años.

El tamaño de las lesiones pulmonares varió entre los 8 y los 28 mm, con una media de 15,8mm y una mediana de 15,3 mm (**Figura 6**).

Características sociodemográficas de los pacientes

Género (n, %)

Masculino 19 (83%)

Femenino 4 (17%)

Edad (media, max-mín) 71,76 [45-87]

Tamaño tumoral (media, max-mín) 15,86 [8-28]

Tabla 3. Características de los pacientes.



8 mm



28 mm

Figura 6. Tamaño de las lesiones tumorales pulmonares ablacionadas.

ETIOLOGÍA NÓDULOS PULMONARES

En todas las lesiones pulmonares se realizó biopsia para obtener la histología del paciente previo a la decisión terapéutica del equipo multidisciplinar.

Como se ilustra en la **Figura 7** y en la **Tabla 4**, la mayor parte de los tumores tratados correspondían a cáncer de pulmón no microcítico (14 de los 25 casos, 56%). El resto constituyeron lesiones metastásicas (44%), predominando el cáncer colorrectal hasta en 5 pacientes (20%).

ETIOLOGÍA DEL TUMOR (n, %)

Cáncer pulmonar no microcítico (CPCNP) [Estadio IA]	14 (56%)
Metástasis	11 (44%)
<i>Colorrectal</i>	5 (20%)
<i>Páncreas</i>	2 (8%)
<i>Endometrio</i>	1 (4%)
<i>Ovario</i>	1 (4%)
<i>Esófago</i>	1 (4%)
<i>Renal</i>	1 (4%)

Tabla 4. Características histológicas de las lesiones pulmonares.

HISTOLOGÍA DE LOS NÓDULOS PULMONARES

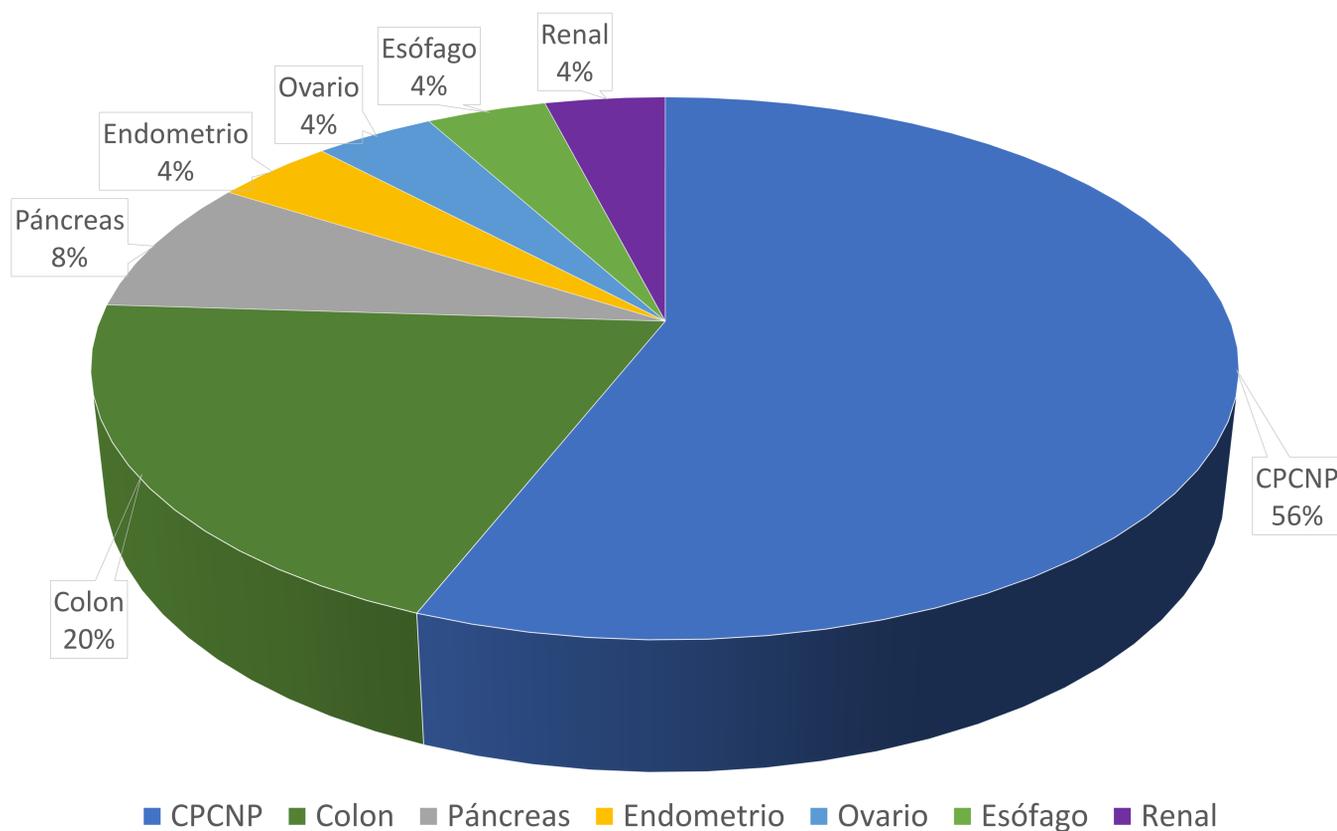


Figura 7. Histología lesiones tumorales pulmonares ablacionadas.

ANÁLISIS DE DATOS

Siguiendo los estándares de la *Society of Interventional Radiology (JVIR)* se definen los siguientes conceptos para el análisis de los datos [1]:

- ❖ El **éxito técnico** se define como la cobertura completa del tumor por la zona de ablación con un margen ablativo adecuado, según el protocolo aplicado.
- ❖ El **éxito clínico** se define por diferentes parámetros; los más importantes son la supervivencia global, la supervivencia libre de progresión y la tasa de control local.

La eficacia de la técnica se demuestra por la ausencia de recaída tumoral en el sitio de ablación, siempre que no se pueda detectar ningún tumor residual mediante la evaluación de imágenes posterior al procedimiento.

La progresión o recurrencia tumoral local se define por la aparición de focos tumorales dentro o en el borde de la zona de ablación durante el seguimiento por imágenes, siempre que se pueda documentar la ablación completa con márgenes adecuados con un estudio previo con contraste.

El tiempo hasta la progresión es el intervalo de tiempo entre el inicio del tratamiento y la progresión de la enfermedad y su métrica asociada es la supervivencia libre de progresión (*Progression-Free Survival* - PFS), una medida de la eficacia de la técnica.

En este estudio, se evaluó tanto **supervivencia libre de recurrencia local** (local – PFS) como la **supervivencia libre de progresión de la enfermedad** (PFS), entendiendo “progresión de la enfermedad” como el crecimiento o aparición de lesiones tumorales independientemente de la lesión previamente ablacionada.

Éxito técnico

Inicialmente se recogieron 28 casos susceptibles a realizar una ablación pulmonar. Dos de ellos sufrieron complicaciones anestésicas y no se llegó a comenzar el procedimiento. En otro, la lesión a candidata a tratar desapareció en la TC inicial, con lo que se suspendió la ablación.

De los procedimientos realizados, solo en dos ocasiones hubo que finalizar antes de lo esperado, uno de ellos por una hemorragia alveolar de gran tamaño y otro de ellos por un neumotórax que impedía el acceso a la ablación, la cual se realizó en un segundo tiempo. En el resto de los casos se llevó a cabo el procedimiento según el planteamiento inicial.

Consideramos éxito técnico en 23 de 25 ablaciones, lo cual supone un 92%.

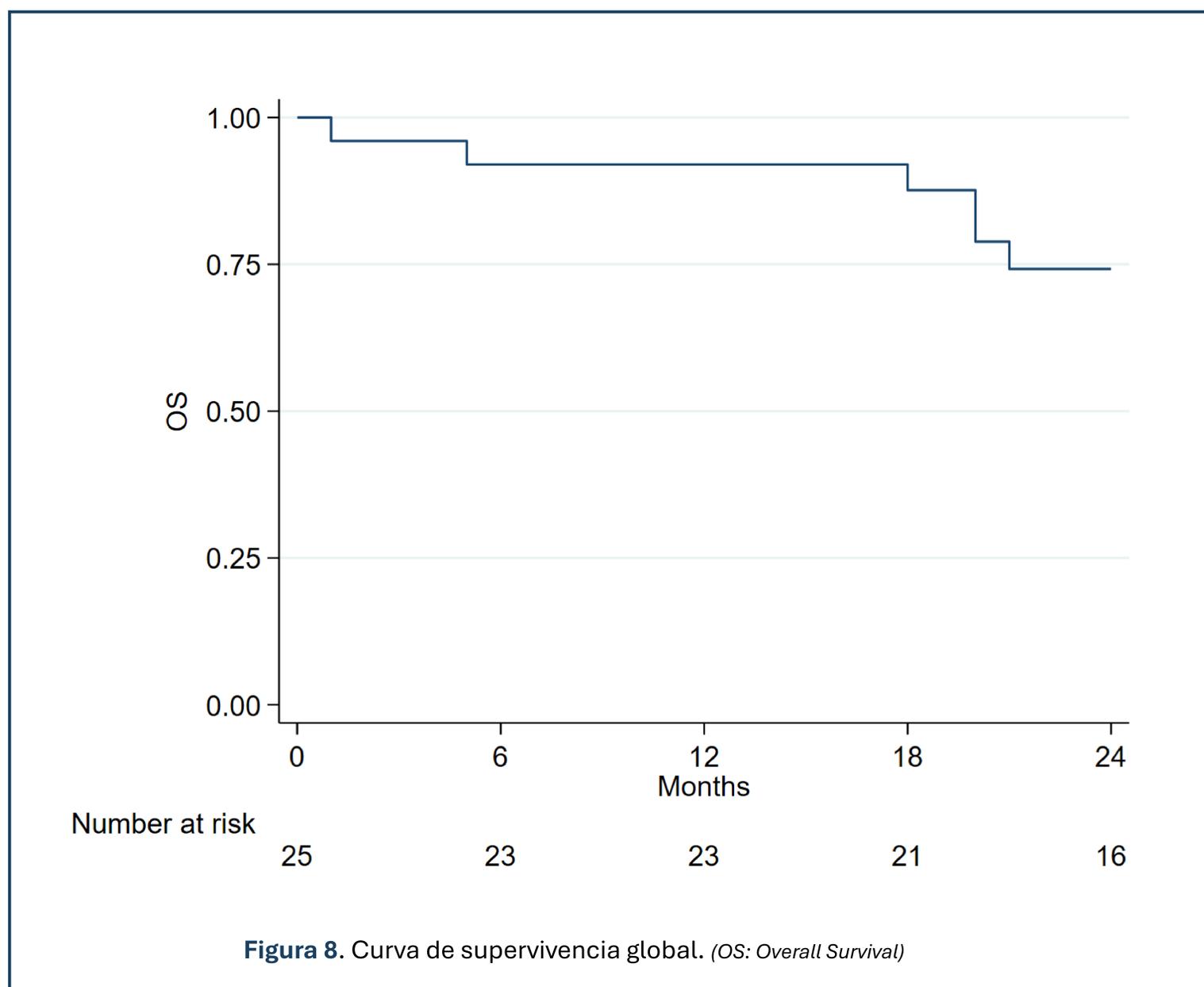
Supervivencia global

Los meses de seguimiento de los pacientes se situaron en un abanico entre un 1 mes y 137 meses, siendo la media de 50,42 y la mediana de 41 meses.

Hasta 14 de los 23 pacientes (60%) habían fallecido en el momento de recogida de los datos (diciembre de 2023), siendo el tiempo medio de los pacientes desde el tratamiento al fallecimiento de 39,33 meses.

La supervivencia global fue de:

- 92% a los 6 meses [IC: 0,7164- 0.9794]
- 92% a los 12 meses [IC: 0,7164- 0.9794]
- 87,62% a los 18 meses [IC: 0,6628- 0.9584]
- 74,22% a los 24 meses [IC: 0,5124- 0.8755]



Supervivencia libre de progresión de la enfermedad

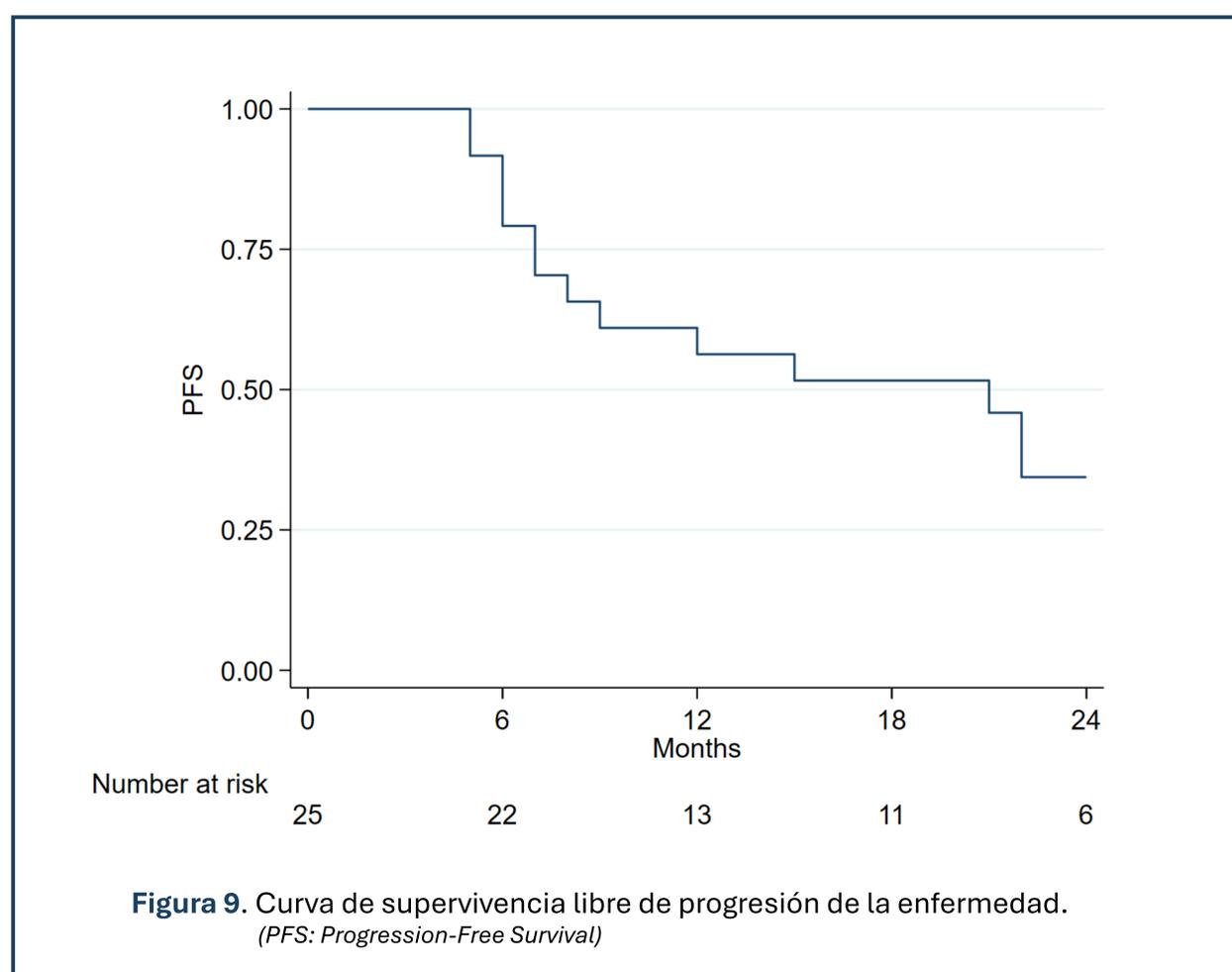
Durante los meses de seguimiento, además de la evaluación de la lesión pulmonar ablacionada, se analizó la presencia lesiones tumorales de nueva aparición o aumentadas de tamaño respecto a controles anteriores que indicasen enfermedad neoplásica activa / progresión de la enfermedad.

Hasta en 8 de los 23 pacientes (34,7%) se identificó estabilidad radiológica, sin hallazgos que indicasen progresión de la enfermedad durante los sucesivos controles (**Figura 11**).

Por el contrario, hasta en 15 de ellos (65,3%) se identificó progresión de la enfermedad durante el seguimiento (**Figura 12**), con un tiempo medio desde la ablación pulmonar hasta la progresión de la enfermedad de 15,87 meses (el intervalo abarca desde los 5 a los 65 meses).

La supervivencia libre de progresión de la enfermedad fue de:

- 79,17% a los 6 meses [IC: 0,5698 - 0.9075]
- 56,30% a los 12 meses [IC: 0,3384 - 0.7374]
- 51,60% a los 18 meses [IC: 0,2966 - 0.6976]
- 34,40% a los 24 meses [IC: 0,1504 - 0.5483]



Supervivencia libre de recurrencia local

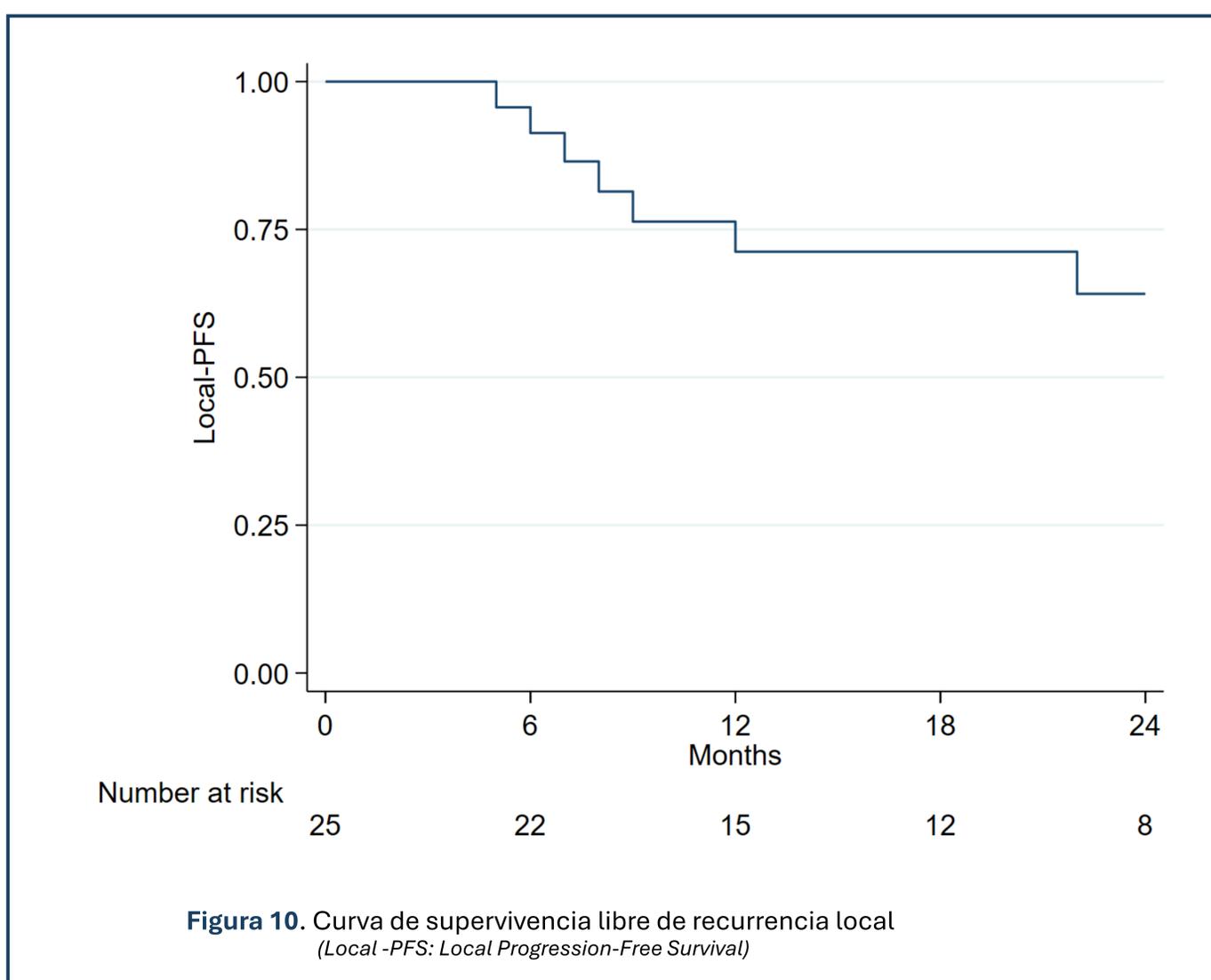
Como previamente hemos descrito, es importante tener en cuenta los hallazgos esperables durante los sucesivos controles radiológicos tras la ablación de lesiones pulmonares (**Tabla 2**).

De las 25 lesiones tratadas, se vio una respuesta completa o ausencia de recurrencia local en 18 casos (72%) (**Figura 4, 11-16**).

En cambio, la respuesta incompleta se manifestó en 7 de las 25 lesiones ablacionadas (28%), con un tiempo medio desde la ablación hasta la recurrencia local de 9,8 meses (**Figura 5**). El intervalo en el que se identificó la respuesta incompleta del tratamiento varió entre los 5 y los 22 meses.

La supervivencia libre de recurrencia local fue de:

- 91,30% a los 6 meses [IC: 0,6949 - 0.9775]
- 71,23% a los 12 meses [IC: 0,4664 - 0.8600]
- 71,23% a los 18 meses [IC: 0,4664 - 0.8600]
- 64,11% a los 24 meses [IC: 0,3816 - 0.8146]



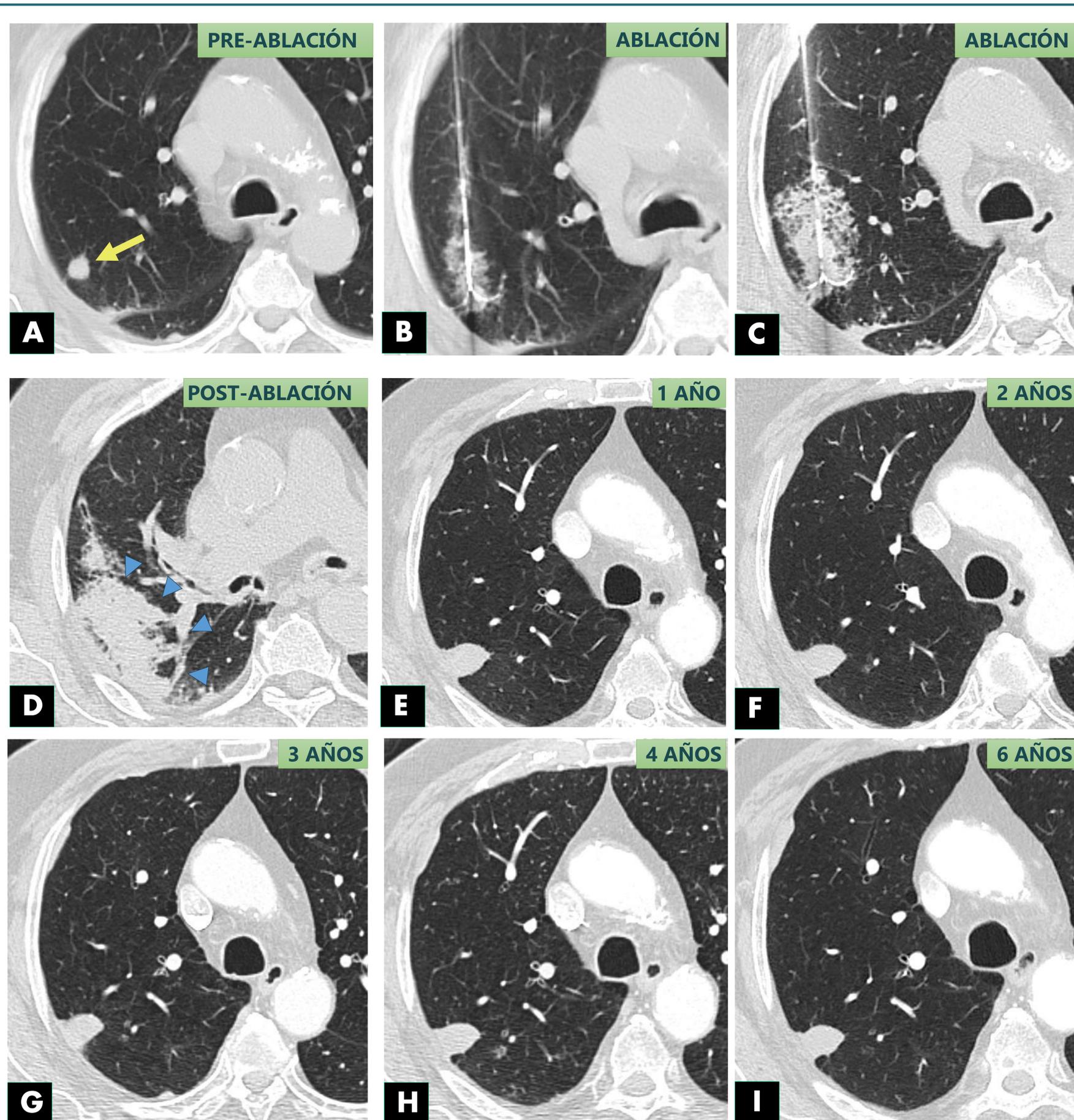


Figura 11. Varón de 80 años con nódulo pulmonar en lóbulo superior derecho (LSD) con anatomía patológica de carcinoma epidermoide de pulmón.

- A. Nódulo pulmonar de 10 mm localizado en el LSD (*flecha amarilla*).
- B. Ablación mediante radiofrecuencia del nódulo (fase inicial del procedimiento).
- C. Ablación mediante radiofrecuencia del nódulo (fase final del procedimiento).
- D. Control inmediato con área de neumonitis hemorrágica post-procedimiento (*cabezas de flecha azules*).
- E→I. Seguimiento mediante TC a 1 año, 2 años, 3 años, 4 años y 6 años, respectivamente. Lesión residual periférica del área ablacionada en LSD sin cambios. **Estabilidad radiológica con respuesta completa.**

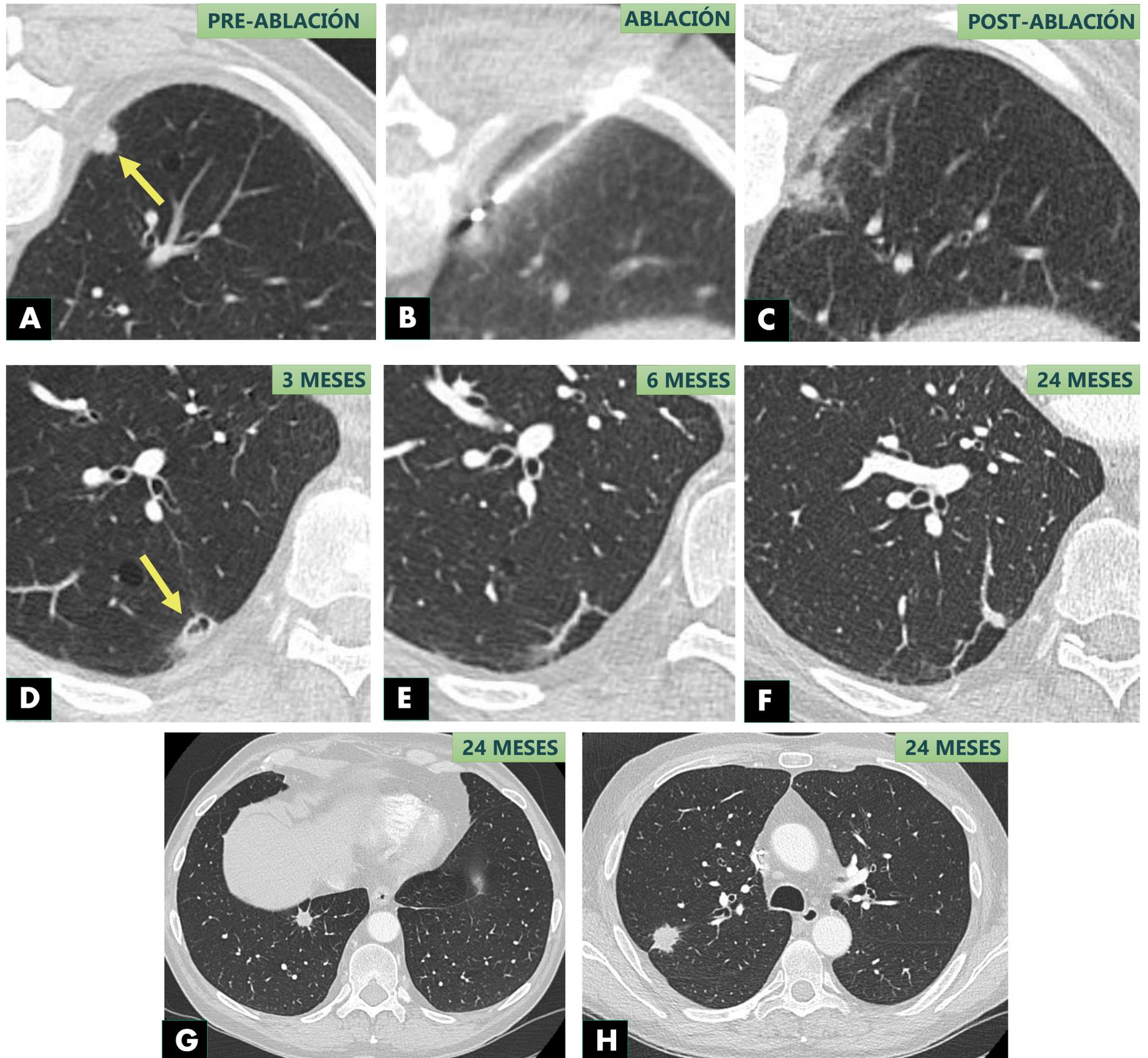


Figura 12. Varón de 53 años intervenido de carcinoma páncreas con recaída oligometastásica dos años después.

- A. Nódulo metastásico de 10 mm subpleural en el lóbulo inferior derecho (LID) (flecha amarilla).
- B. Ablación mediante crioterapia con aguja de 15G de nódulo localizado en LID.
- C. Control post-procedimiento con halo de vidrio deslustrado periférico, sin complicaciones.
- D. TC a los 3 meses: nódulo pulmonar en LID de similar tamaño con área de cavitación central
- E. TC a los 6 meses: desaparición del nódulo ablacionado. Pequeño tracto fibrocicatricial residual.
- F. TC a los 24 meses: estabilidad de la lesión tratada. **Respuesta completa.**
- G. TC a los 24 meses: aparición de múltiples nódulos pulmonares metastásicos en otras localizaciones.
- H. TC a los 24 meses: nódulo de mayor tamaño (3cm) en LSD. **Progresión de la enfermedad.**

COMPLICACIONES

Se produjeron complicaciones en 14 de los 25 procedimientos (56%) (**Tabla 5**).

La complicación inmediata más frecuente fue el neumotórax (36%), siendo autolimitado en cuatro de los nueve pacientes (**Figura 13**), pero cinco de ellos necesitaron la colocación de un tubo torácico (**Figura 5**). Se adjunta en el margen lateral un listado con los principales factores de riesgo para el desarrollo de neumotórax en la ablación pulmonar.

La hemorragia alveolar se produjo en tres pacientes (12%), los cuales debutaron clínicamente con hemoptisis. Como consecuencia, habitualmente se produce una importante limitación en la evaluación del al área ablacionada post-procedimiento (**Figura 4C y 11D**).

La complicación mayor intraprocedimiento más observada fue el hemotórax (**Figura 14**). Uno de los casos fue secundario a la lesión vascular de la arteria mamaria interna, obligando a parar el procedimiento para realizar embolización de esta (**Figura 15**).

Como complicación mayor tardía se observó la fístula bronco-pleuro-cutánea en dos de los casos. El primero requirió manejo quirúrgico con adecuada evolución (**Figura 16**). El segundo de ellos presentó una evolución muy tórpida con múltiples complicaciones respiratorias y falleció un mes después, lo cual arroja una mortalidad periprocedimiento del 4%.

Hasta en 11 procedimientos (44%) no se produjo ningún efecto secundario ni ninguna complicación inmediata ni tardía.

FACTORES DE RIESGO NEUMOTÓRAX

- ⊗ > N° de electrodos termoablativos
- ⊗ Trayecto transcistural
- ⊗ Sexo masculino
- ⊗ > 60 años
- ⊗ Enfisema
- ⊗ Tumores <1,5cm.
- ⊗ Tumores en lóbulo medio o inferior.
- ⊗ Ausencia de cirugía pulmonar previa
- ⊗ Distancia de pulmón aireado entre pared torácica y tumor

COMPLICACIONES POST-ABLACIÓN PULMONAR (n,%)

Neumotórax	9 (36%)
<i>Requieren tubo torácico</i>	5 (20%)
<i>Autolimitados</i>	4 (16%)
Hemorragia alveolar	3 (12%)
Hemotórax	3 (12%)
<i>Lesión vascular de arteria mamaria interna</i>	1 (4%)
Fístula bronco-pleuro-cutánea	2 (8%)

Tabla 5. Complicaciones post-procedimiento (% respecto al total de casos: 25).

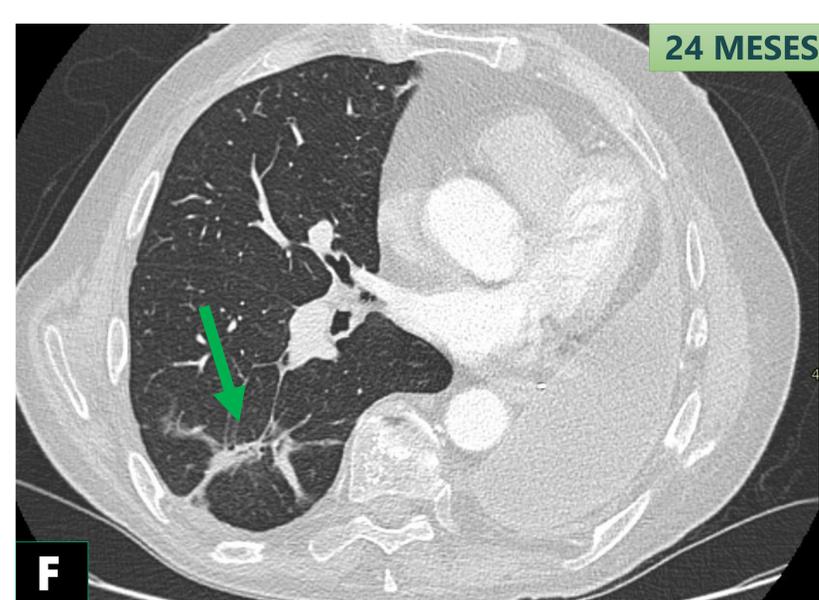
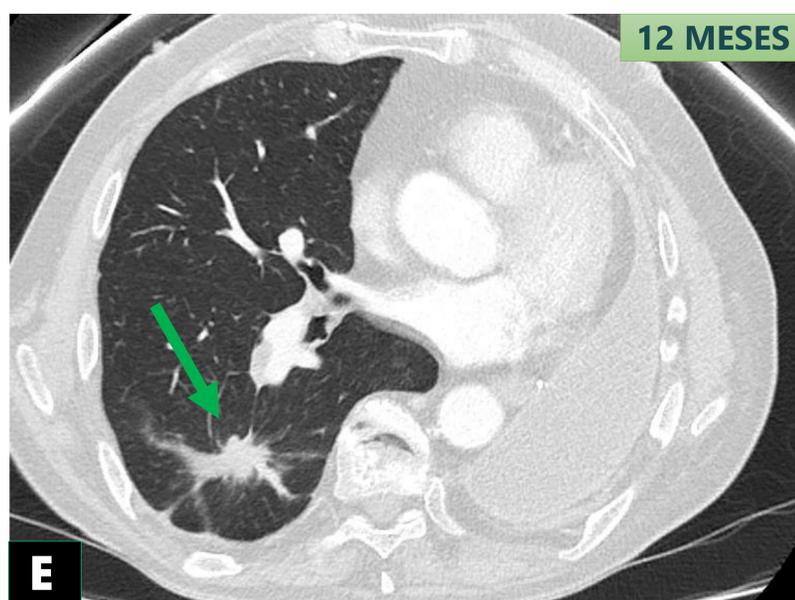
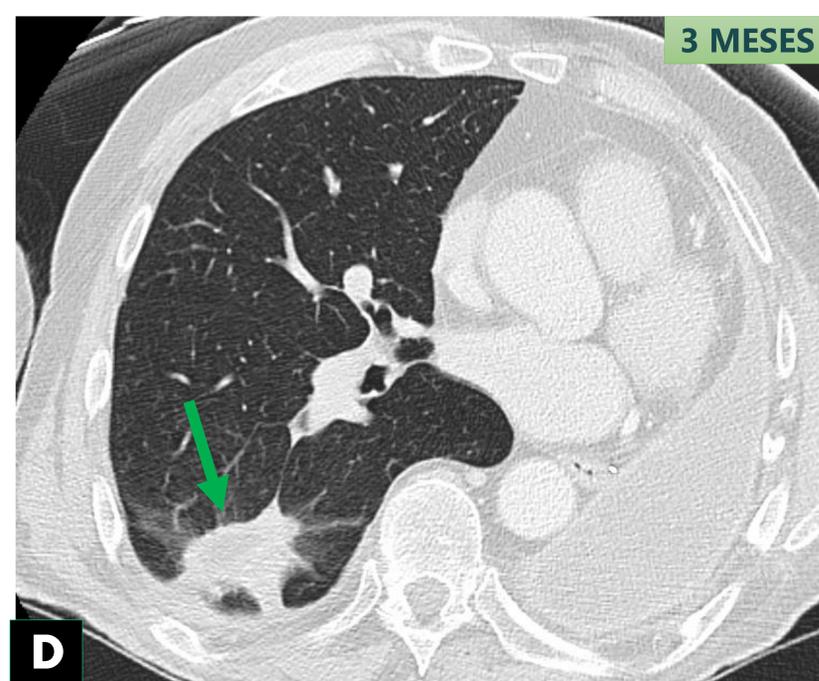


Figura 13 . Varón de 72 años con neumonectomía izquierda por cáncer de pulmón.

- A. TC inicial (preablación). Recidiva tumoral con nódulo en LID de 14 mm (*flecha amarilla*).
- B. Ablación mediante microondas (140W durante 6 minutos) del nódulo en LID en decúbito lateral izquierdo.
- C. TC control post-procedimiento. Mínimo neumotórax no significativo (cabezas de flecha azules).
- D-F. TC a los 3, 12 y 24 meses respectivamente: lesión cicatricial post-ablación (*flechas verdes*). **Respuesta completa.**

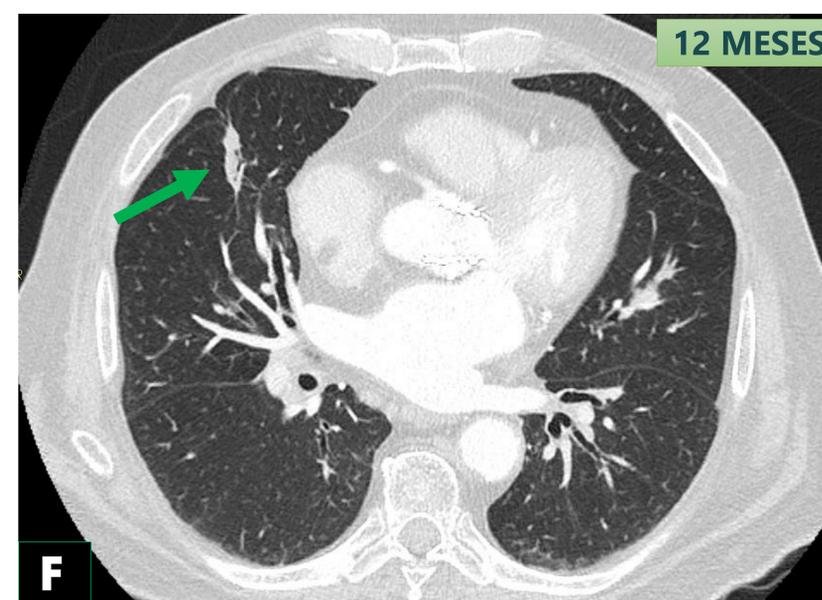
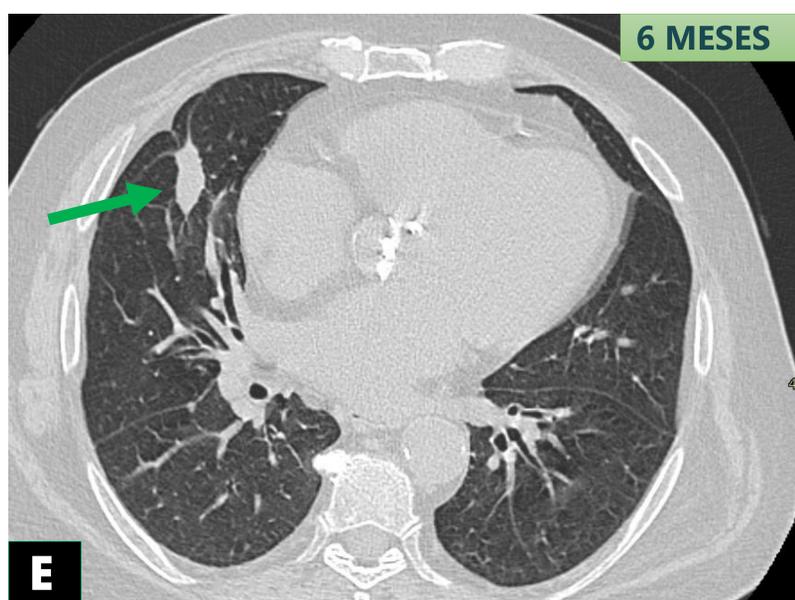
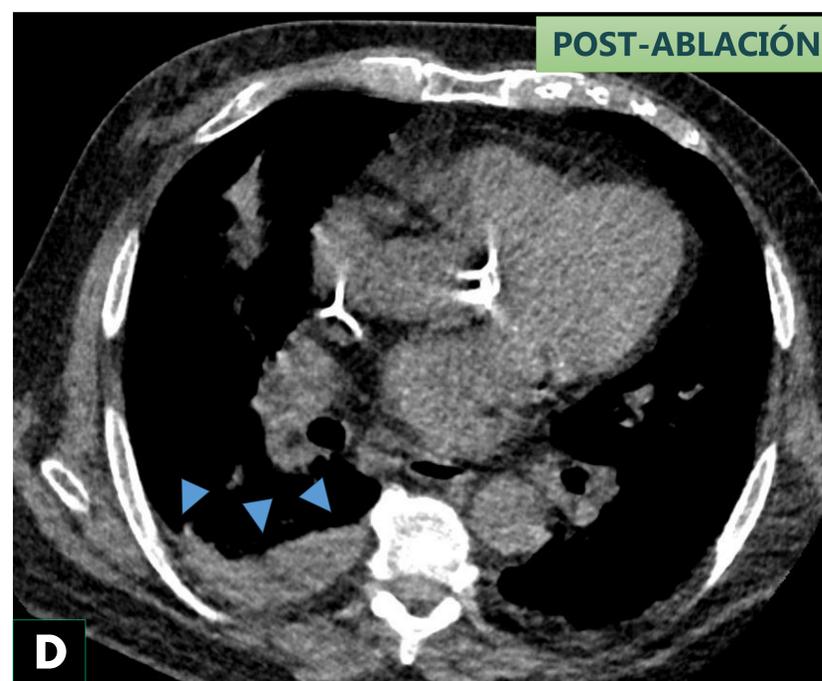
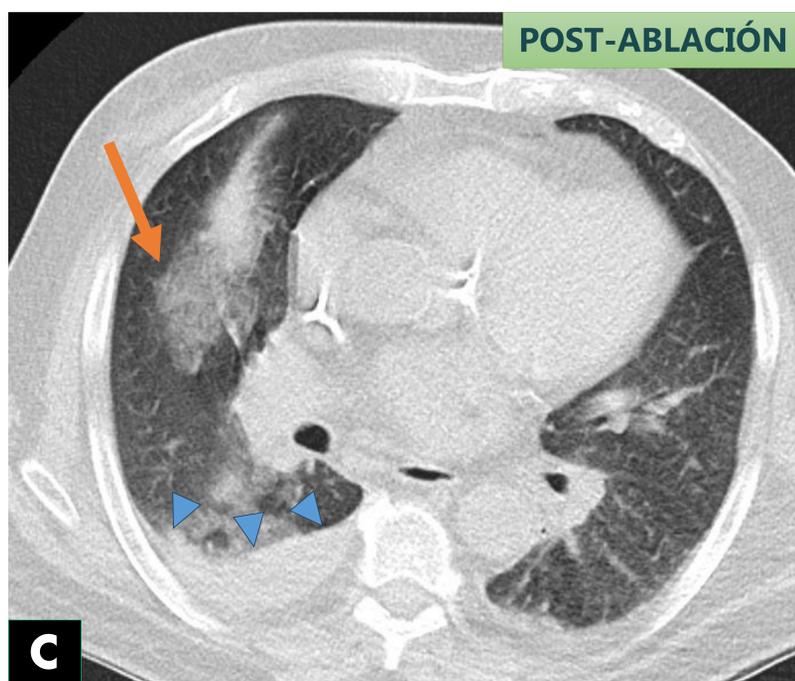
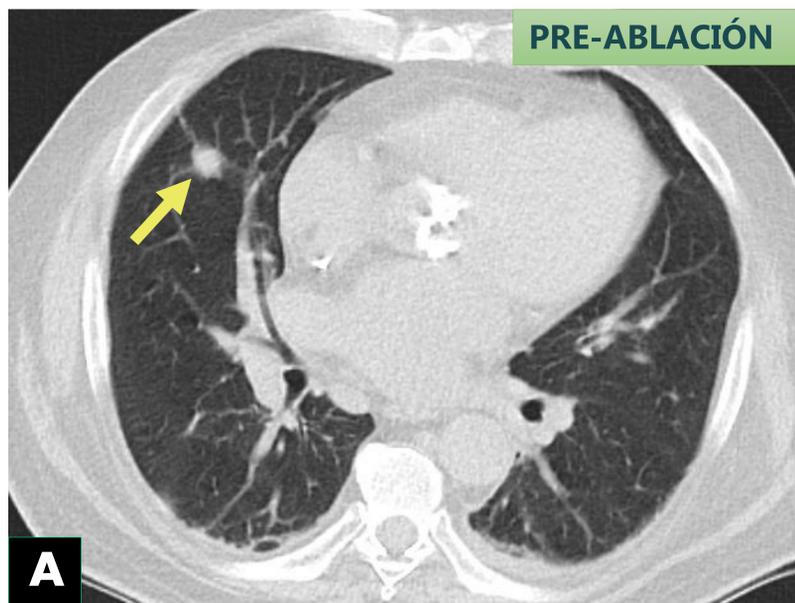


Figura 14 . Varón de 79 años con nódulo pulmonar en lóbulo medio (LM) correspondiente a metástasis pulmonar única de adenocarcinoma de colon.

- A. TC inicial (preablación). Nódulo en LM de 14 mm (*flecha amarilla*).
- B. Ablación mediante microondas (140W durante 6 minutos) del nódulo en LM con aguja de 15 G.
- C-D. TC control post-procedimiento . Clínica de hemoptisis autolimitada y desaturación, se visualiza neumonitis hemorrágica (*cabezas de flecha naranja*) y hemotórax de 3 cm de espesor máxima (*cabezas de flecha azules*).
- E-F. TC a los 6 meses y 12 meses respectivamente: cambios post-ablación (*flechas verdes*). **Respuesta completa.**

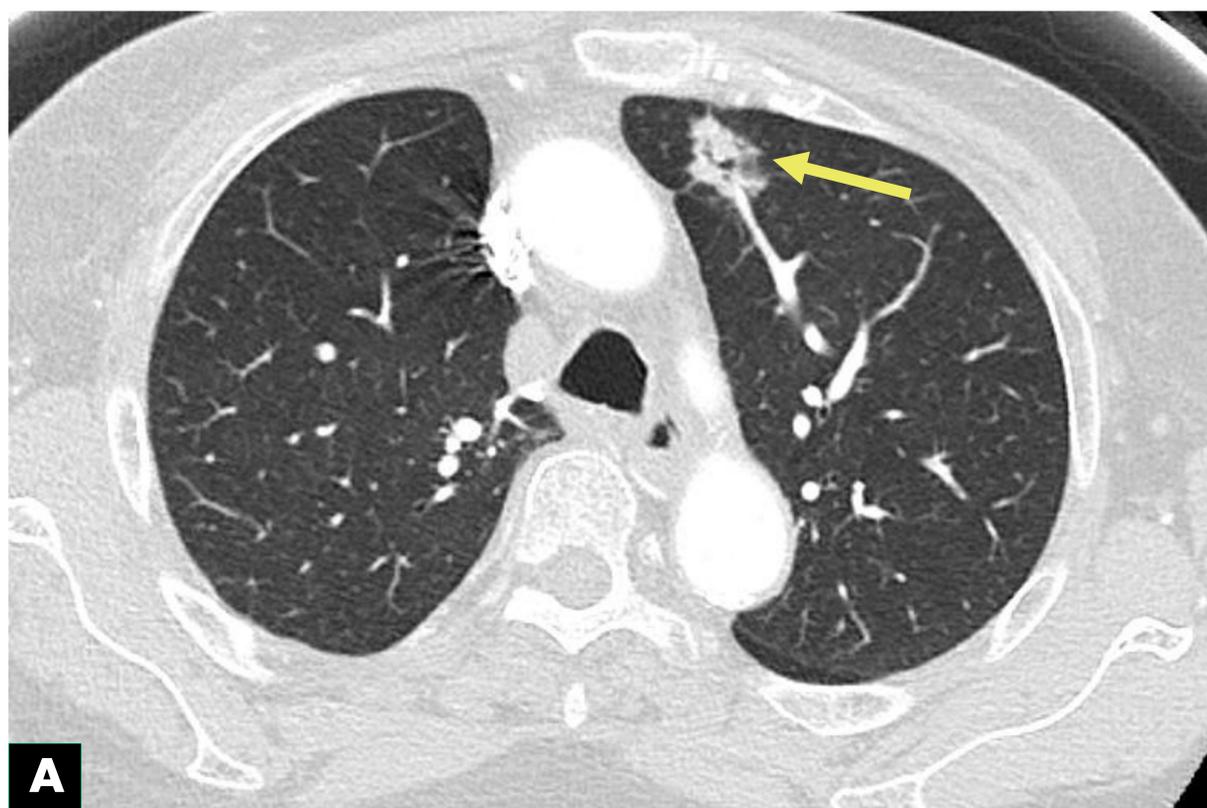


Figura 15. Mujer de 57 años con nódulo de 2 cm en el lóbulo superior izquierdo (LSI) adyacente al esternón con resultado anatomopatológico de metástasis de carcinoma renal.

- A. Imagen de TC inicial para planificar el procedimiento: nódulo en LSI (*flecha amarilla*) acceso paraesternal.
- B. Ablación del nódulo mediante microondas con acceso paraesternal (fase inicial).
- C. Intraprocedimiento (tras 100W 4 minutos) se evidencia hemotórax con crecimiento continuo (*puntas de flecha azul*) por lo que se decide realizar arteriografía (continua en página siguiente).

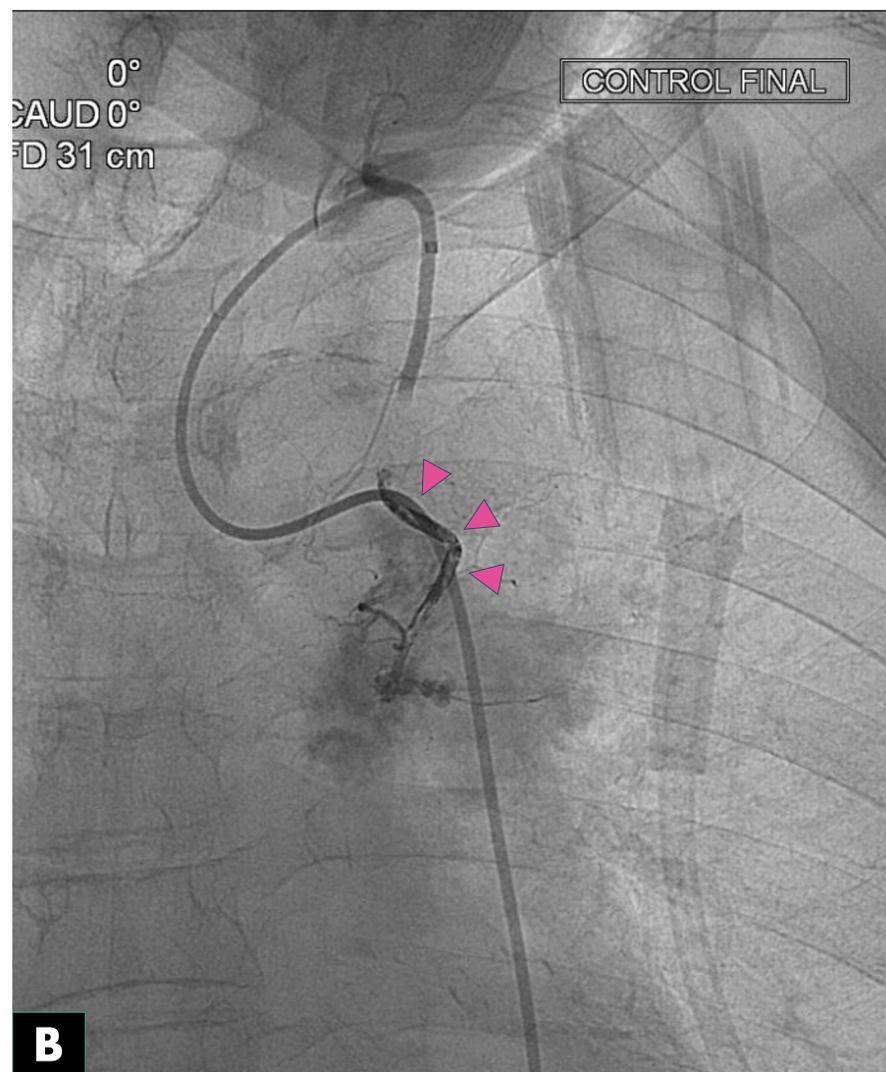
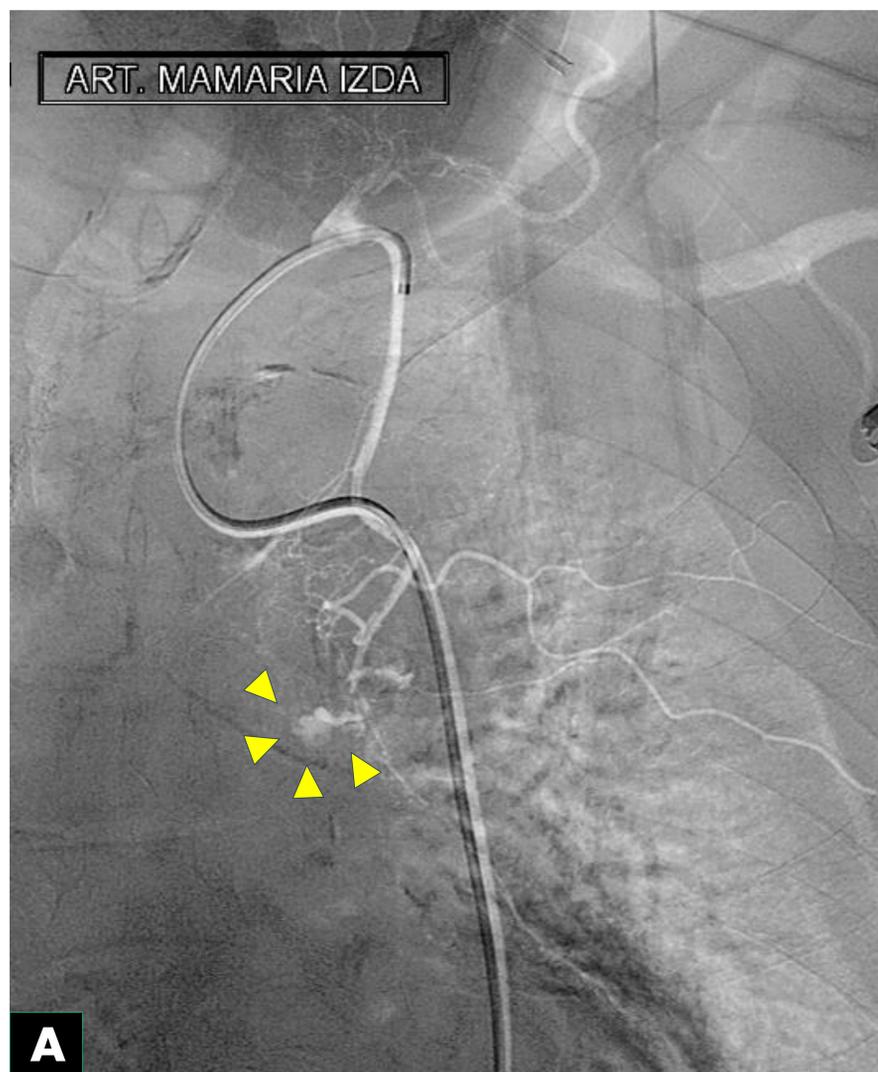
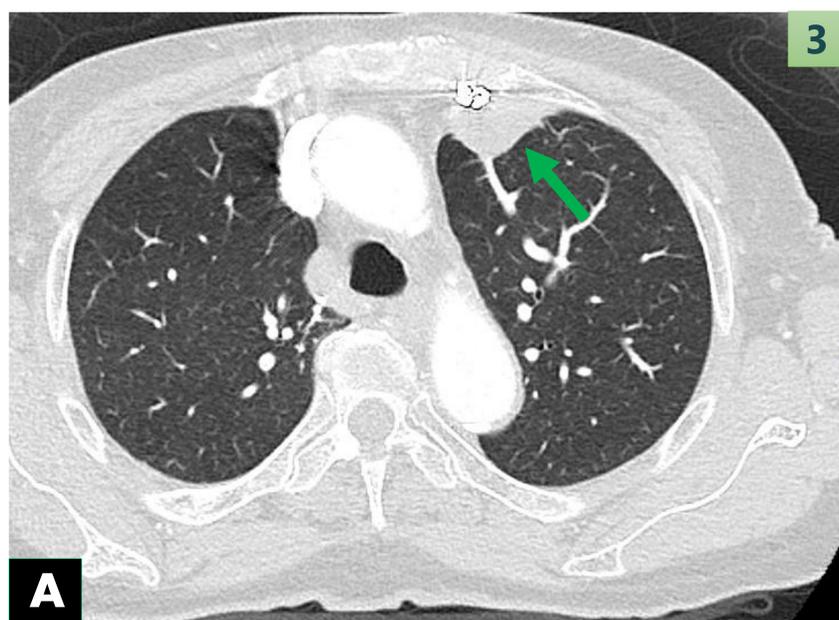
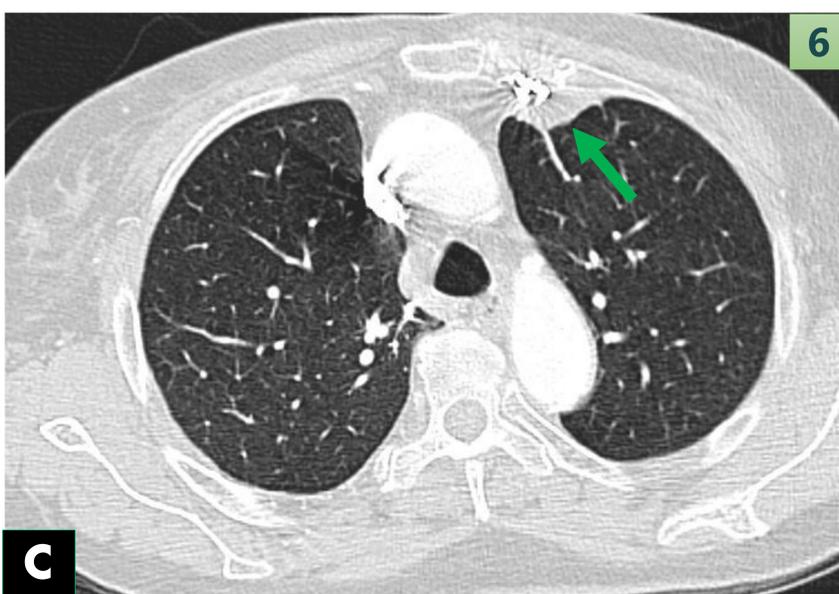
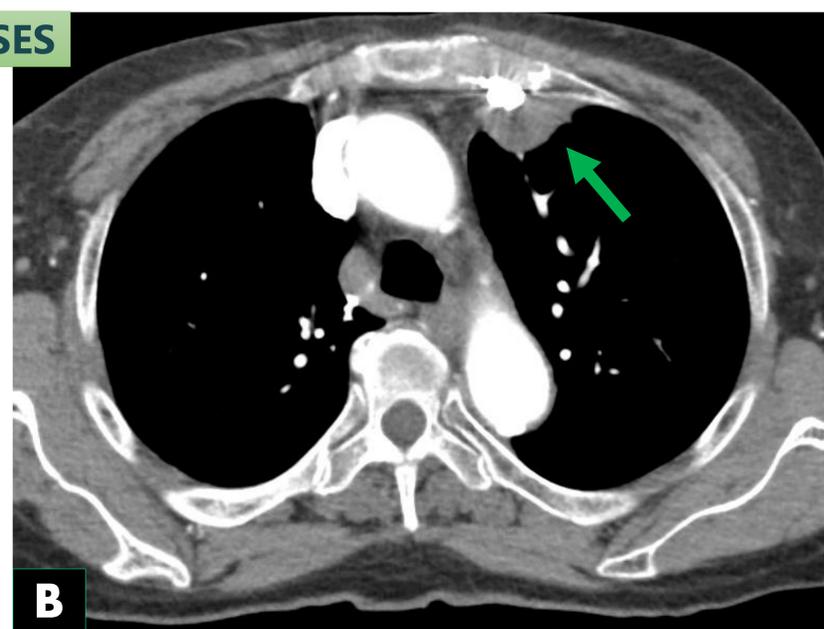


Figura 15 (continuación). Arteriografía de arteria mamaria interna izquierda.

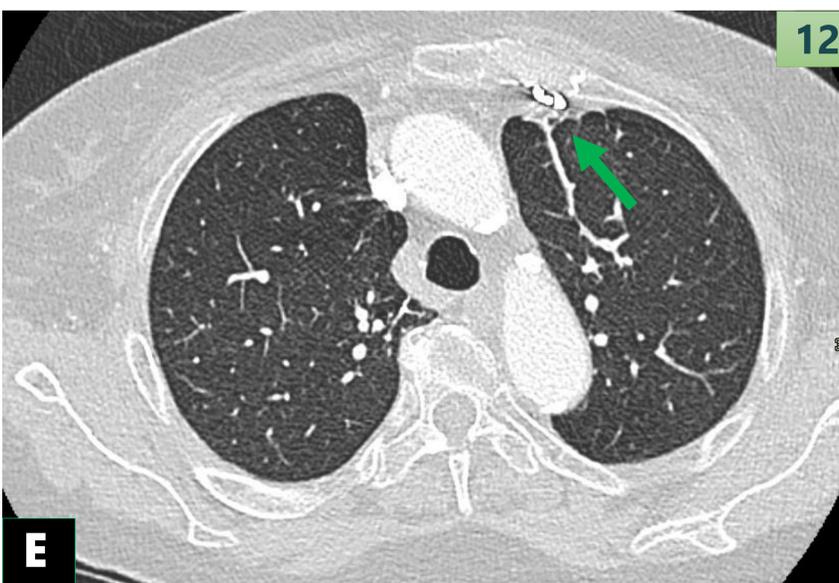
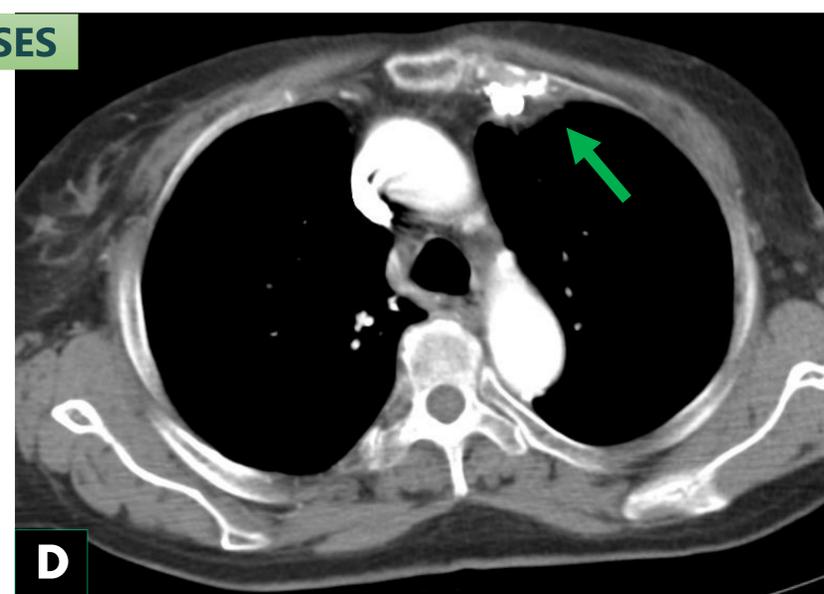
- A. Extravasación de contraste en rama de la arteria mamaria interna izquierda (*puntas de flecha amarillas*) secundaria a rotura de la misma. Se realiza embolización con agente líquido.
- B. Control post-embolización identificando adecuado resultado morfológico (*puntas de flecha rosas*).



3 MESES



6 MESES



12 MESES

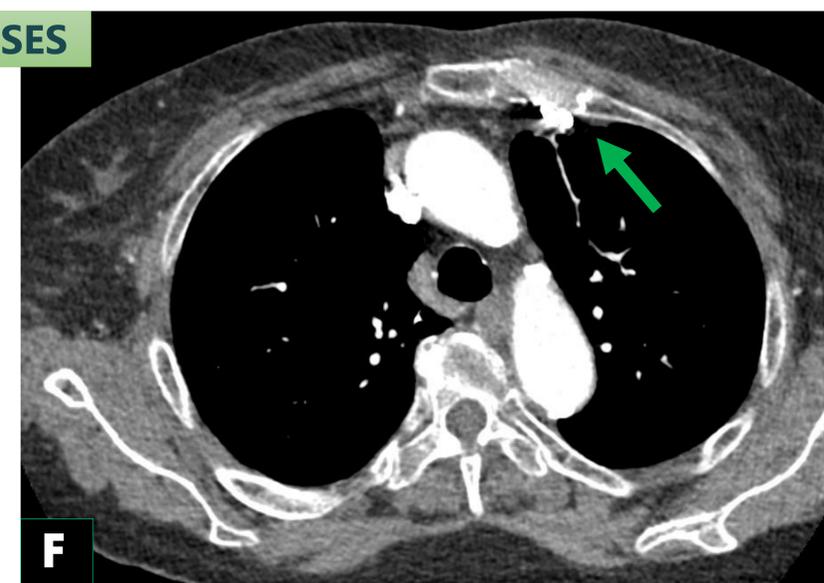


Figura 15 (continuación) . Seguimiento de lesión ablacionada tras embolización de arteria mamaria interna izquierda (flechas verdes).

A-B. TC control 3 meses: cambios tras ablación de lesión pulmonar en segmento anterior del LSI.

C-D. TC control 6 meses: Disminución de tamaño de lesión subpleural del LSI.

E-F. TC control 12 meses: restos de aspecto cicatricial post-ablación. **Respuesta completa.**

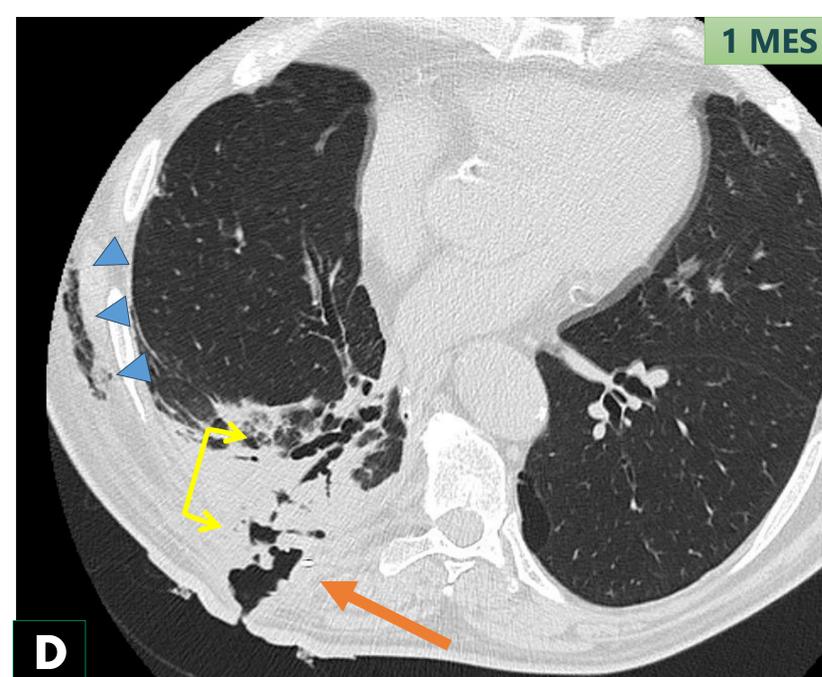


Figura 16 . Varón de 81 años. Lobectomía de lóbulo inferior derecho (LID) con reparación diafragmática 9 años antes. Resección atípica en LSD por recidiva de adenocarcinoma de pulmón 6 años antes.

A. TC inicial. Nódulo en lóbulo medio (LM) de 15mm (*flecha amarilla*): recidiva adenocarcinoma de pulmón.

B. Ablación mediante microondas (140W durante 6 minutos) del nódulo en LM.

C. TC control post-procedimiento, sin complicaciones.

D-E. TC 1 mes post-ablación: hidroneumotórax con cámara de 2 cm (*llave amarilla*) secundario a **fístula bronco-pleuro-cutánea** (*flechas naranjas*) a expensas de bronquios segmentarios posteromediales del LID. Enfisema subcutáneo (*cabezas de flechas azules*).

F. TC a los 3 meses tras reparación quirúrgica. Cambios post-ablación en LID (*flechas verdes*). **Respuesta completa.**

DISCUSIÓN:



La ablación térmica puede proporcionar un tratamiento seguro y eficaz a pacientes con tumores de pulmón primarios o metastásicos como alternativa a la cirugía.

Con el objetivo de analizar las tasas de supervivencia global y supervivencia libre de progresión tras la ablación de lesiones pulmonares en nuestro centro, podemos concluir que **nuestros resultados son muy similares respecto a la literatura científica existente en el momento actual.**



En nuestra serie **la supervivencia global (SG)** al año ronda el 92%, cayendo a un 74% a los dos años. La supervivencia libre de progresión obtenida es de 56% al año y 34% a los dos años.

Vemos resultados muy similares respecto a otros estudios que suelen rondar con SG de aproximadamente 90 % a 1 año y 70% o 50% a los 2 años en función de si hablamos de lesiones pulmonares primarias o metastásicas [1, 6]. Por ejemplo, Nguyenhuy et al. [4] realizan un metaanálisis sobre las lesiones metastásicas donde tienen 92% de SG al año y 80% a los 2 años con tasas de SV libre de progresión que rondan en torno al 53% y 34 % al año y a los 2 años respectivamente, prácticamente equiparables a los de nuestro estudio.

El **tiempo de supervivencia medio** de nuestro estudio fue de 39,33 meses. Yuan et al. [5] realizan un metaanálisis incluyendo tanto lesiones pulmonares primarias como metastásicas, obteniendo un tiempo de supervivencia medio de los pacientes de entorno a 30.9 en lesiones tratadas con RFA y 25,6 meses con MWA. También obtuvimos ligeramente mejores tiempos medios hasta la progresión de la enfermedad, en nuestro caso obtuvimos 15,89 meses y en el metaanálisis concluye entre 14,6 en RFA y 8,4 con MWA. En cambio, en el tiempo medio a la recurrencia local mientras que el metaanálisis habla entre 22 – 35 meses, en este estudio se observó la recurrencia local a los 9,8 meses de media.

El presente estudio añade evidencia a la eficacia técnica, donde se ha demostrado un **éxito técnico del 92%**, teniendo en cuenta que estamos ante pacientes considerados inadecuados para ser intervenidos.



DISCUSIÓN:



En cuanto a las complicaciones, de acuerdo con el objetivo de analizar las producidas a lo largo de 10 años de experiencia en nuestro hospital, **hemos comprobado que la tasa de complicaciones relacionadas con las ablaciones de pulmón realizadas en nuestra serie está en torno al 50-60%, tal y como se describe en la literatura [1,3].** Las relacionamos más en detalle en la **Tabla 5**.



La mayor parte de las complicaciones se debe a efectos secundarios de la técnica ablativa o complicaciones menores como el neumotórax, que incluso vemos como en el estudio actual se han producido en mucho menor porcentaje de casos respecto a lo esperable.

La morbilidad periprocedimiento oscila entre el 15,5% y el 55,6%, siendo entre el 8% y el 12% complicaciones mayores [1]. Nuestro estudio concuerda con la incidencia descrita en la bibliografía, con una lesión vascular embolizable (4%) y dos fístulas bronco-pleuro-cutáneas (8%).

Aunque no se produjo ningún fallecimiento durante el procedimiento, sí como complicación directa de la técnica en el primer mes post-ablación en uno de los pacientes. Al tener una muestra pequeña, se obtiene un porcentaje de mortalidad periprocedimiento del 4%, más elevado al descrito previamente en la literatura que ronda entre el 0,5% y 2,6% [1,3].

No obtuvimos ninguna complicación relacionada con lesiones diafragmáticas o nerviosas, embolismos aéreos, siembra tumoral en el trayecto, quemaduras cutáneas o fracturas costales como se describen en otras revisiones [3,8].

UMBRAL DE COMPLICACIONES [1, 4]	%	
	Literatura	Estudio actual
Efectos secundarios: <i>neumotórax / derrame pleural autolimitado</i>	50%	16%
C. menores intraprocedimiento: <i>neumotórax /derrame pleural con tubo</i>	20%	20%
Complicaciones mayores intraprocedimiento:		
<i>Hemorragia que requiere transfusiones /embolización</i>	2%	4%
<i>Lesión diafragmática y neural</i>		
<i>Embolia gaseosa</i>	0,1%	0%
Complicaciones mayores tardías: <i>pleuritis, neumonía, formación de abscesos pulmonares y fístula broncopleural</i>	2%	8%
Mortalidad	0,5%	4%

Tabla 5. Comparativa de los umbrales de complicaciones (C.) e incidencias descritas en la bibliografía vs nuestro estudio.

CONCLUSIONES:



Las **terapias ablativas térmicas** constituyen una gran alternativa a la cirugía para hacer frente al incremento progresivo de tumores de pulmón inoperables.



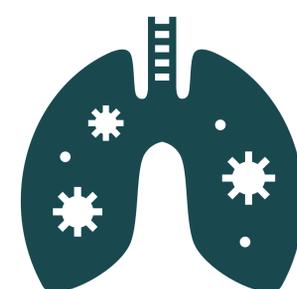
Este estudio demuestra que se trata de un procedimiento bien tolerado con baja probabilidad de complicaciones, siendo la mayor parte de ellas efectos secundarios o complicaciones menores como el neumotórax.



Conocer los cambios evolutivos post-ablación esperables permite realizar una detección rápida y adecuada ante la recidiva tumoral.



La supervivencia global y la supervivencia libre tanto de enfermedad como de progresión local obtenidas en este estudio son muy similares respecto artículos publicados anteriormente



REFERENCIAS



1. Venturini M, Cariati M, Marra P, Masala S, Pereira PL, Carrafiello G. CIRSE standards of practice on thermal ablation of primary and secondary lung tumours. *Cardiovasc Radiol Radiol cardiovascular*. 2020;43(5):667–83.
2. Páez-Carpio A, Gómez FM, Isus Olivé G, Paredes P, Baetens T, Carrero E, et al. Image-guided percutaneous ablation for the treatment of lung malignancies: current state of the art. *Insights Imaging*. 2021;12(1):57.
3. Plasencia Martínez JM. Radiofrecuencia pulmonar (Parte 2): procedimiento y seguimiento. *Radiología*. 2015;57(4):287–302.
4. Nguyenhuy M, Xu Y, Maingard J, Barnett S, Kok HK, Brooks M, et al. A systematic review and meta-analysis of patient survival and disease recurrence following percutaneous ablation of pulmonary metastasis. *Cardiovasc Radiol*. 2022;45(8):1102–13.
5. Yuan Z, Wang Y, Zhang J, Zheng J, Li W. A meta-analysis of clinical outcomes after radiofrequency ablation and microwave ablation for lung cancer and pulmonary metastases. *J Am Coll Radiol*. 2019;16(3):302–14.
6. Quirk MT, Lee S, Murali N, Genshaft S, Abtin F, Suh R. Alternatives to surgery for early-stage non-small cell lung cancer. *Clin Chest Med*. 2020;41(2):197–210.
7. Abtin F, De Baere T, Dupuy DE, Genshaft S, Healey T, Khan S, et al. Updates on current role and practice of lung ablation. *J Thorac Imaging*. 2019;34(4):266–77.
8. Harvey J, Windsor MN, Steinke K. Delayed complications following microwave ablation of lung tumours. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2019;63(6):770–8.
9. Najafi A, Baere TD, Madani K, Al-Ahmar M, Roux C, Delpla A, et al. Lung ablation – how I do it. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2020;23(2):100673.