

Perspectivas radiológicas y Resultados exploratorios en la

Ablación Térmica de lesiones hepáticas

Manuel Arjona Molina, Laura García Hernández, Mario Roquette Mateos, Laura González Arriaga

Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

OBJETIVOS

Realizar un análisis exploratorio sobre la eficacia de la ablación térmica en lesiones hepáticas, complementado con una revisión radiológica de los hallazgos en estudios de imagen postablación.

Objetivos específicos:

- Comparar resultados según modalidad de guía utilizada (TC, ecografía o combinada) y el tipo de lesión (carcinoma hepatocelular [CHC] vs metástasis).
 - Ilustrar patrones radiológicos útiles para evaluar la eficacia del tratamiento y detectar recurrencias
-

MATERIAL Y MÉTODOS

La cirugía continúa siendo el tratamiento de elección para los tumores hepáticos. Sin embargo, las técnicas mínimamente invasivas, como la ablación por radiofrecuencia (RFA), desempeñan un papel fundamental en el manejo tanto de lesiones primarias como secundarias (1).

La RFA es un tratamiento local guiado por diferentes técnicas de imagen. La introducción percutánea de electrodos genera altas temperaturas que inducen necrosis coagulativa en el área tratada (2).

La imagen es esencial para evaluar la eficacia del tratamiento local, la recurrencia tumoral y las posibles complicaciones posteriores a la ablación. La tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) son las modalidades más utilizadas. No obstante, no existe un consenso claro sobre la técnica más adecuada ni sobre la frecuencia óptima de seguimiento (3). La RM puede ofrecer ventajas frente a la TC en la detección precoz de la recurrencia local debido a la alta sensibilidad de las secuencias ponderadas en T2 (4).

MATERIAL Y MÉTODOS

Protocolos de adquisición de imágenes:

- TC dinámica al primer, tercer, sexto y duodécimo mes tras la RFA, adquirida a los 30, 60 y 180 segundos después de la administración de contraste;
 - De emplear la RM, se obtienen secuencias axiales y coronales T2 ponderadas fast spin echo (FSE) sin saturación grasa, secuencias axiales T2 FSE con saturación grasa y secuencias axiales T1 ponderadas 3D gradiente-eco (VIBE) sin contraste y con saturación grasa. Todo ello, seguido de la administración de contraste (gadolinio) y la adquisición de secuencias VIBE en tres intervalos consecutivos de 30 segundos, junto a una adquisición tardía a los 5 minutos.
-

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un análisis retrospectivo de 77 casos de ablación térmica hepática realizados en nuestro hospital entre los años 2017 y 2024 con el objetivo de describir y explorar comparativamente la eficacia de la RFA según la modalidad de guía (TC, ecografía, combinada), así como evaluar si el tiempo libre de enfermedad está relacionado con la lesión tratada (Hepatocarcinoma, metástasis) y la modalidad de guía.

- Se recogieron como variables el sexo y la edad de los pacientes cuando se someten a la intervención. Y previo a la termoablación se recogieron el estadio clínico según el sistema BCLC, tipo de lesión a tratar (CHC, metástasis, otro) y número de lesiones (única o múltiples).
-

MATERIAL Y MÉTODOS

- El seguimiento retrospectivo de los pacientes se realizó durante un período de 12 meses, en el que se valora la respuesta tumoral mediante pruebas de imagen (TC, RM, combinada) según los criterios mRecist para tumores sólidos.
 - Ablación completa (n=50) : Respuesta completa (ausencia de realce intratumoral en todas las lesiones diana) y Respuesta parcial (reducción $\geq 30\%$ de la suma de diámetros de lesiones diana con realce arterial)
 - Ablación incompleta (n=27) : Progresión de la enfermedad (aumento $\geq 20\%$ de la suma de diámetros de lesiones diana con realce arterial, considerándose también como progresión la aparición de nuevas lesiones diana)
 - Con el fin de realizar también un análisis descriptivo de las complicaciones más frecuentes se recogieron las complicaciones vasculares, biliares y pleurales presentes durante el seguimiento de 12 meses.
-

RESULTADOS

Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se describen mediante medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar, percentiles), mientras que las variables categóricas se presentan mediante frecuencias absolutas y relativas (%).

La normalidad de las variables cuantitativas fue verificada utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Para la comparación de variables categóricas se emplearon pruebas de chi-cuadrado de Pearson y exacta de Fisher cuando fue necesario, y para variables continuas, ANOVA de un factor o prueba t de Student según correspondiera. En los casos donde los supuestos de homogeneidad de varianzas fueron cuestionables, se utilizó la corrección de Welch.

RESULTADOS

Resultados descriptivos:

- Edad media, 69,91 años (DE = 9,49), Rango de 47 a 88 años.
- Distribución por sexo: 71,4% hombres y 28,6% mujeres.
- Tipo de lesión: 64,9% CHC, 33,8% metástasis y 1,3% otro.
- Modalidad de guía de la primera RFA: 71,4% guiada por ecografía, 20,8% por TC, y 7,8% combinada.
- Ablación completa lograda en el 64,9% de los casos.

Resultados Inferenciales

- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la eficacia de la RFA entre las diferentes modalidades de guía ($p = 0,715$).
- No hubo diferencias en el período libre de enfermedad según modalidad de guía ($p = 0,355$).
- No se encontraron diferencias significativas en la tasa de ablación completa entre hepatocarcinoma y metástasis ($p = 0,905$).

RESULTADOS

Modalidad de guía y resultados de la ablación			
Modalidad de guía	Ablación completa %		Ablación incompleta %
TC	56,3%		43,8%
Ecografía	67,3%		32,7%
Combinada	66,7%		33,3%

Tipo de lesión y tiempo hasta la recidiva			
Tipo de lesión	< 6 meses	6-12 meses	> 12 meses
CHC	47,5 %	10 %	28,6 %
Metástasis	52,4 %	9 %	42,5 %

Tabla 1. Tablas resumen que presentan los resultados estadísticos del estudio retrospectivo de 77 casos de ablación por radiofrecuencia (RFA).

RESULTADOS

Hallazgos destacados en la revisión radiológica

Hallazgos típicos de ablación completa (2,3,5).

El aspecto de la zona tratada varía considerablemente en función del grado de éxito terapéutico y del tiempo transcurrido tras la ablación por radiofrecuencia.

a) Fase inmediata (0–7 días):

En TC el área tratada se visualiza típicamente como una zona hipodensa y mal definida, de mayor tamaño que el tumor original (el margen ablativo debe ser de aproximadamente 5–10 mm alrededor de la lesión). En algunos casos, puede presentar un aspecto heterogéneo y discretamente hiperdenso, relacionado con productos hemorrágicos (2) **Figura 1.**

RESULTADOS

Hallazgos destacados en la revisión radiológica



Fig. 1: TC con contraste en fase portal realizada inmediatamente tras la ablación por radiofrecuencia de una metástasis mamaria hipovascular localizada en el segmento VI. El área tratada (flecha amarilla) se observa hipodensa y ligeramente mayor en volumen que el tumor original. En su interior se identifican pequeños focos puntiformes hiperdensos, probablemente relacionados con productos hemorrágicos.

RESULTADOS

En RM puede observarse una zona periférica hiperintensa en secuencias ponderadas en T1 y un aspecto heterogéneo e hipointenso en secuencias T2, debido a la necrosis coagulativa y a la presencia de productos hemorrágicos (3).

Tras la administración de contraste, tanto en TC como en RM puede identificarse un realce periférico fino, concéntrico, en fase arterial, que corresponde a una reacción inflamatoria secundaria al daño térmico del parénquima (2,5).

b) *Fase subaguda (1–4 semanas)*: El área tratada puede presentar morfología ovalada, esférica o irregular, dependiendo de su localización. En TC, persiste como una zona hipodensa mejor delimitada (**Figura 2**), mientras que en RM disminuye la hiperintensidad periférica en secuencias T2. Tras la administración de contraste, el realce periférico fino puede persistir, aunque con menor intensidad (3) **Figura 3**.

RESULTADOS

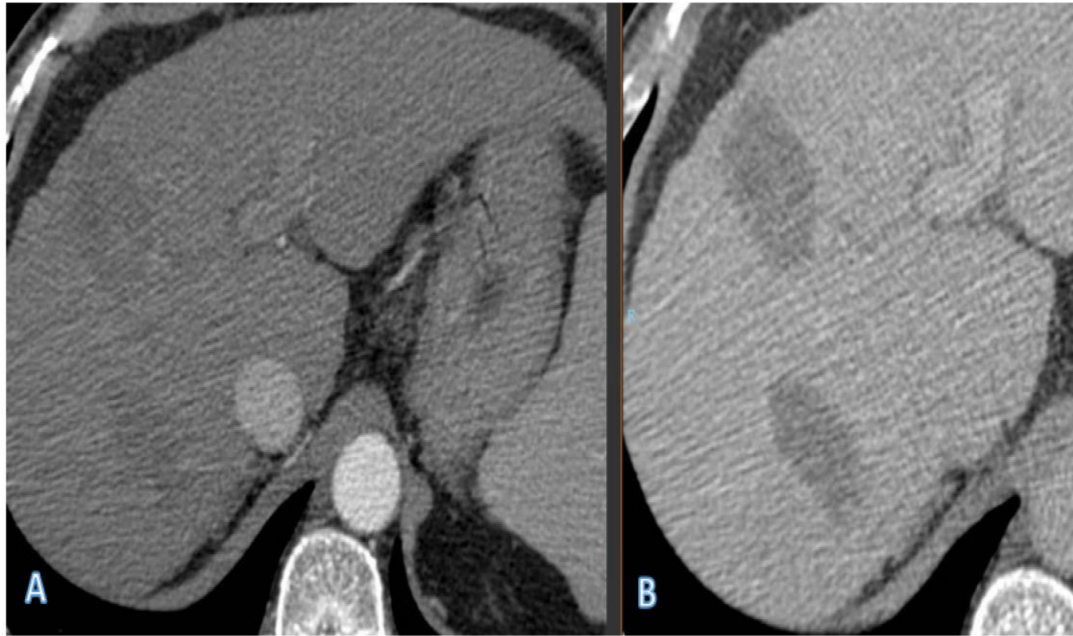


Fig. 2: TC axial que muestra dos focos de carcinoma hepatocelular en los segmentos VII y VIII en fase arterial (A) y fase portal (B), obtenida un mes después de la ablación por radiofrecuencia. Se identifican dos áreas de ablación ovaladas, hipodensas y bien delimitadas, sin realce tras la administración de contraste.

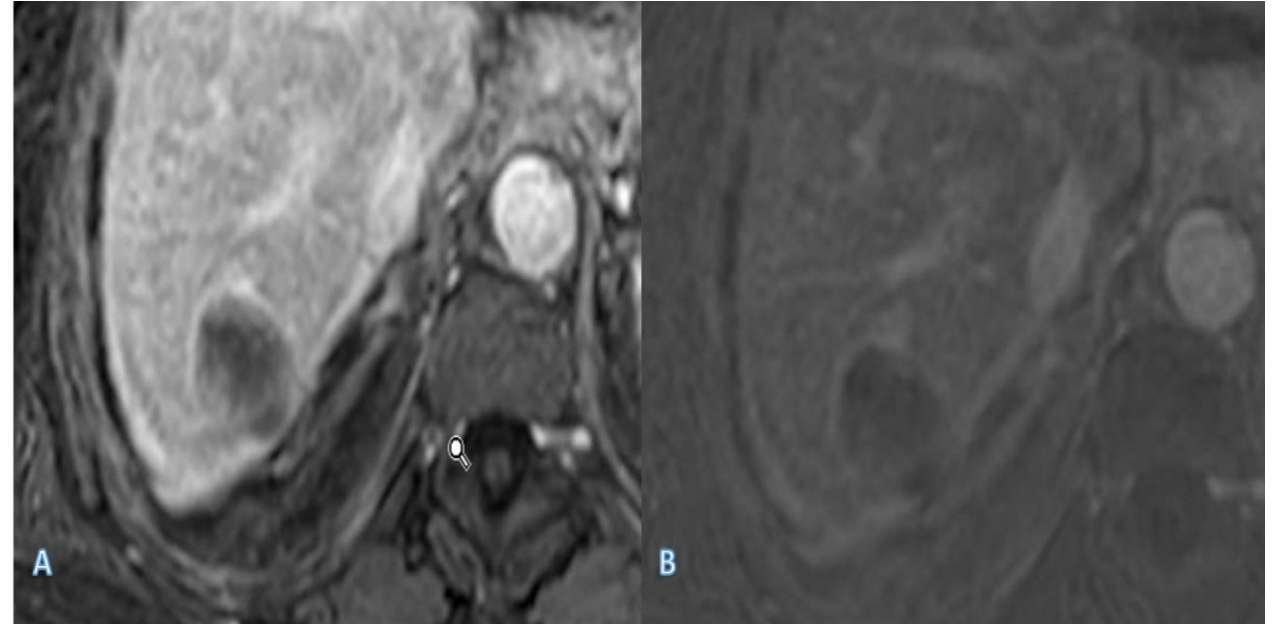


Fig. 3: RM axial ponderada en T1 con saturación grasa y administración de contraste (A) y su correspondiente imagen de sustracción (B), obtenida un mes después de la ablación por radiofrecuencia. Se observa un área de ablación con centro hipointenso y un fino realce periférico en fase venosa. Estos hallazgos son probablemente secundarios a hiperemia inflamatoria periférica.

RESULTADOS

c) Fase crónica (3–6 meses):
La lesión tratada muestra una disminución progresiva de tamaño, manteniéndose estable en TC (5) (**Figura 4**) y presenta hipointensidad homogénea tanto en secuencias T1 como T2 en RM. La ausencia de realce tras la administración de contraste sugiere la ausencia de tumor residual y, por tanto, el éxito del tratamiento ablativo (3) **Figura 5.**



Fig. 4: TC axial con contraste en fase venosa obtenida a los 3 meses de la ablación por radiofrecuencia de una lesión metastásica hipovascular de origen mamario, que muestra un área esférica hipodensa sin realce tras la administración de contraste.

RESULTADOS

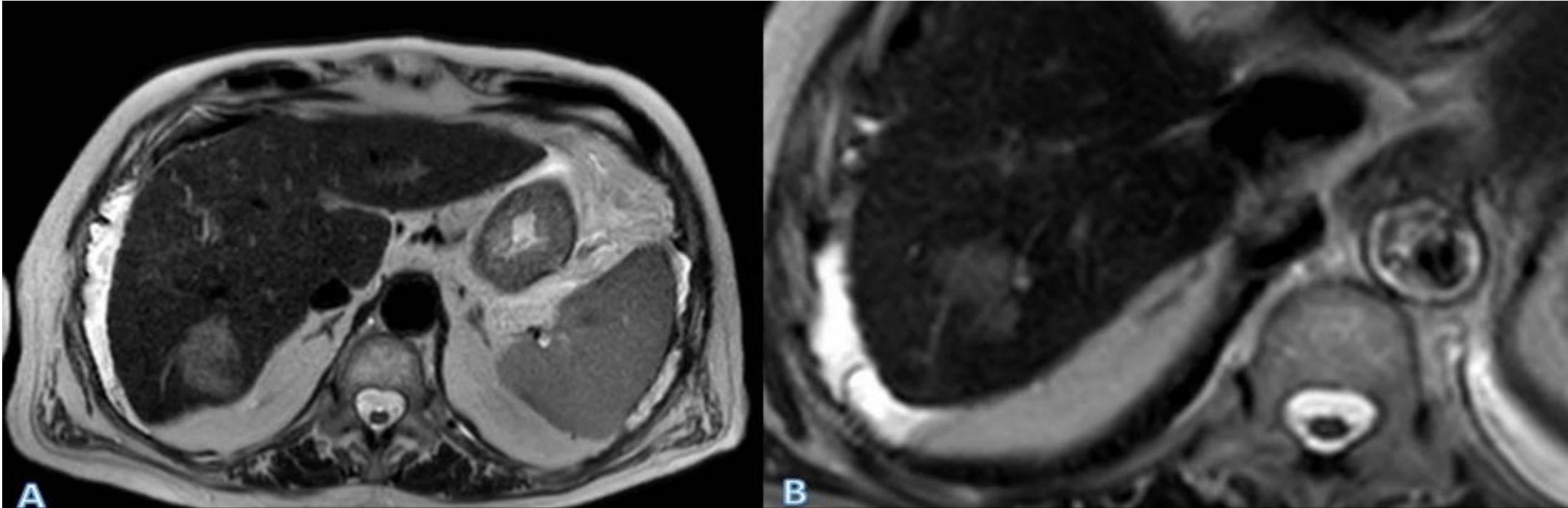


Fig. 5: RM axial ponderada en T2 sin administración de contraste de una lesión tumoral localizada en el segmento VI, obtenida al mes (A) y a los 6 meses (B) tras la ablación por radiofrecuencia. Se observa involución de la lesión y disminución de la hiperintensidad en comparación con la primera imagen de seguimiento.

RESULTADOS

Hallazgos típicos de ablación incompleta (5,6,7)

Tumor residual:

Se define como la persistencia de tejido tumoral no tratado, identificable en el primer estudio de seguimiento (7). Puede deberse a un gran tamaño tumoral, la presencia de nódulos satélite, una selección inadecuada de la lesión o al denominado efecto *heat-sink* (5).

En TC con contraste, la enfermedad residual se manifiesta como un nódulo periférico, excéntrico e irregular, con realce en fase arterial (tanto en hepatocarcinoma como en metástasis hipervasculares). En tumores hipovasculares, puede observarse como una interrupción de la interfaz lisa entre la zona de ablación y el parénquima hepático adyacente (6) **Figura 6.**

RESULTADOS



Fig. 6: TC axial en fases arterial (A) y portal (B) de un carcinoma hepatocelular localizado en el segmento VII tratado mediante ablación por radiofrecuencia, obtenida en el primer control postratamiento. La lesión tratada presenta un centro hipodenso con dos nódulos excéntricos, de localización anterior y medial respectivamente, que muestran realce en fase arterial y se vuelven isodensos en fases posteriores.

Los hallazgos son sugestivos de tumor residual.

RESULTADOS

En RM, la presencia de una lesión nodular, excéntrica y focal, moderadamente hiperintensa en T2, que muestra realce en fase arterial en secuencias T1 tras contraste y lavado en fases tardías, es sugestiva de tumor viable (6) **Figura 7.**

La RM presenta mayor sensibilidad que la TC para la detección precoz de enfermedad residual, debido al marcado contraste entre el tejido no viable (hipointenso en T2) y el tumor viable (moderadamente hiperintenso en T2) (6) **Figura 8.**

Progresión tumoral local:

Se define como el aumento del componente tumoral previamente identificado en los controles evolutivos en el margen de la zona tratada (7) **Figura 9.**

RESULTADOS

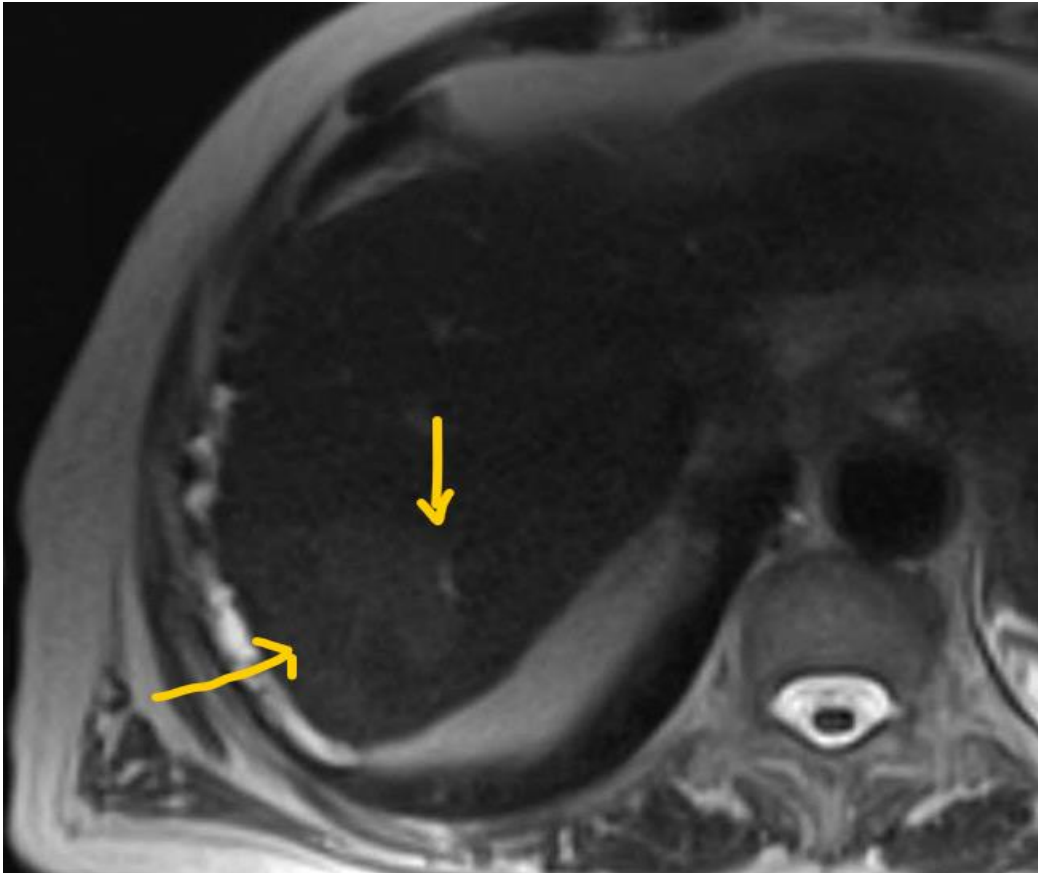


Fig. 7: RM axial ponderada en T2 obtenida a los 12 meses durante el seguimiento de una lesión de carcinoma hepatocelular correctamente tratada mediante ablación por radiofrecuencia. Inmediatamente superior a la lesión inicial, adyacente al margen de ablación, se identifica una lesión de contornos irregulares (flechas amarillas), moderadamente hiperintensa en comparación con el parénquima hepático.

RESULTADOS

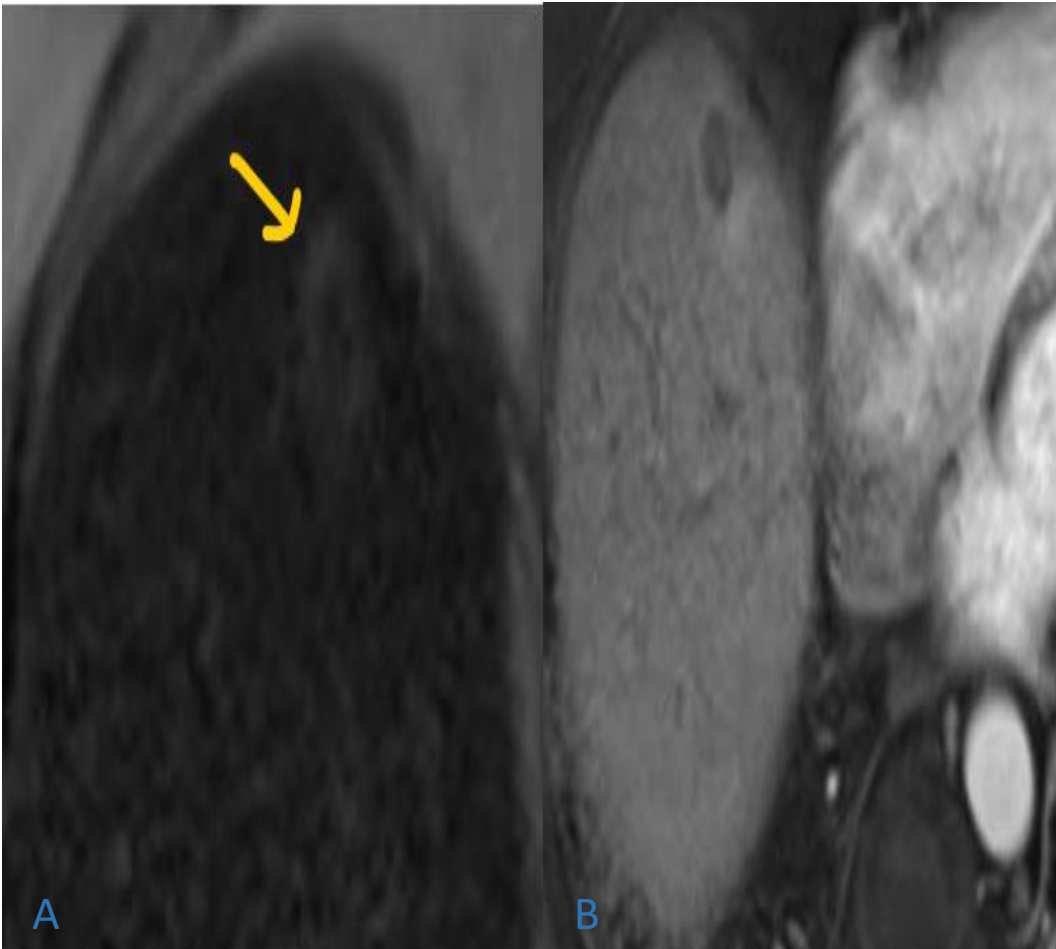


Fig. 8: RM axial ponderada en T2 (A) obtenida 2 meses después de la ablación por radiofrecuencia de un carcinoma hepatocelular, que muestra un halo periférico hiperintenso (tejido tumoral aún viable) con un área central hipointensa correspondiente a necrosis coagulativa de la zona tratada. La RM axial ponderada en T1 (B), con administración de contraste y sustracción, muestra que la misma lesión no presenta realce y se asocia a un pequeño halo periférico hiperintenso. Sin embargo, la recurrencia tumoral fue detectada mediante PET-TC realizada el mes siguiente.

RESULTADOS

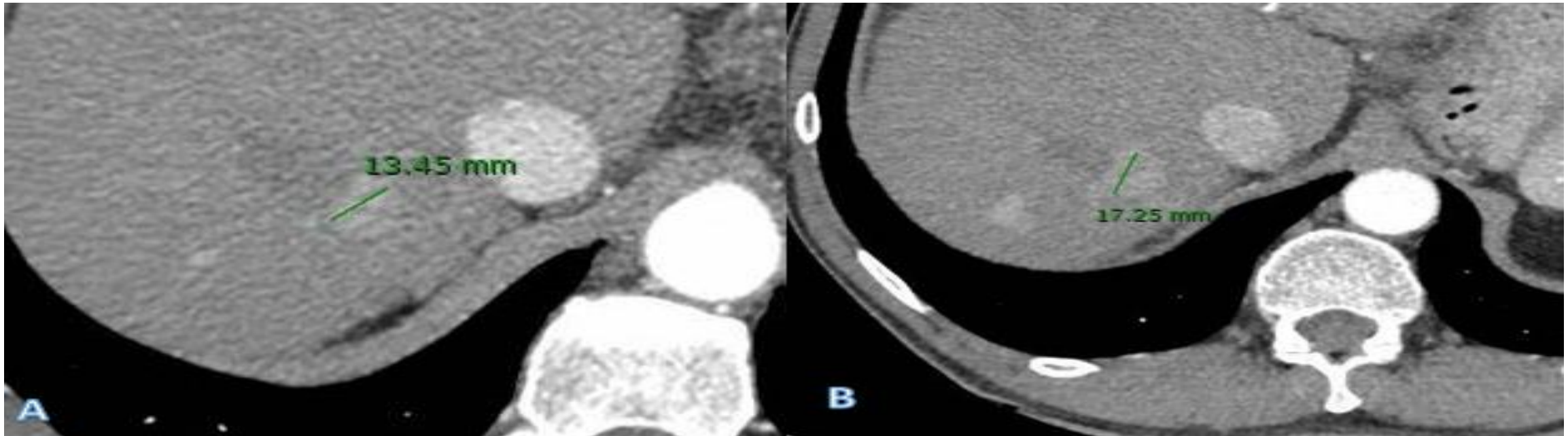
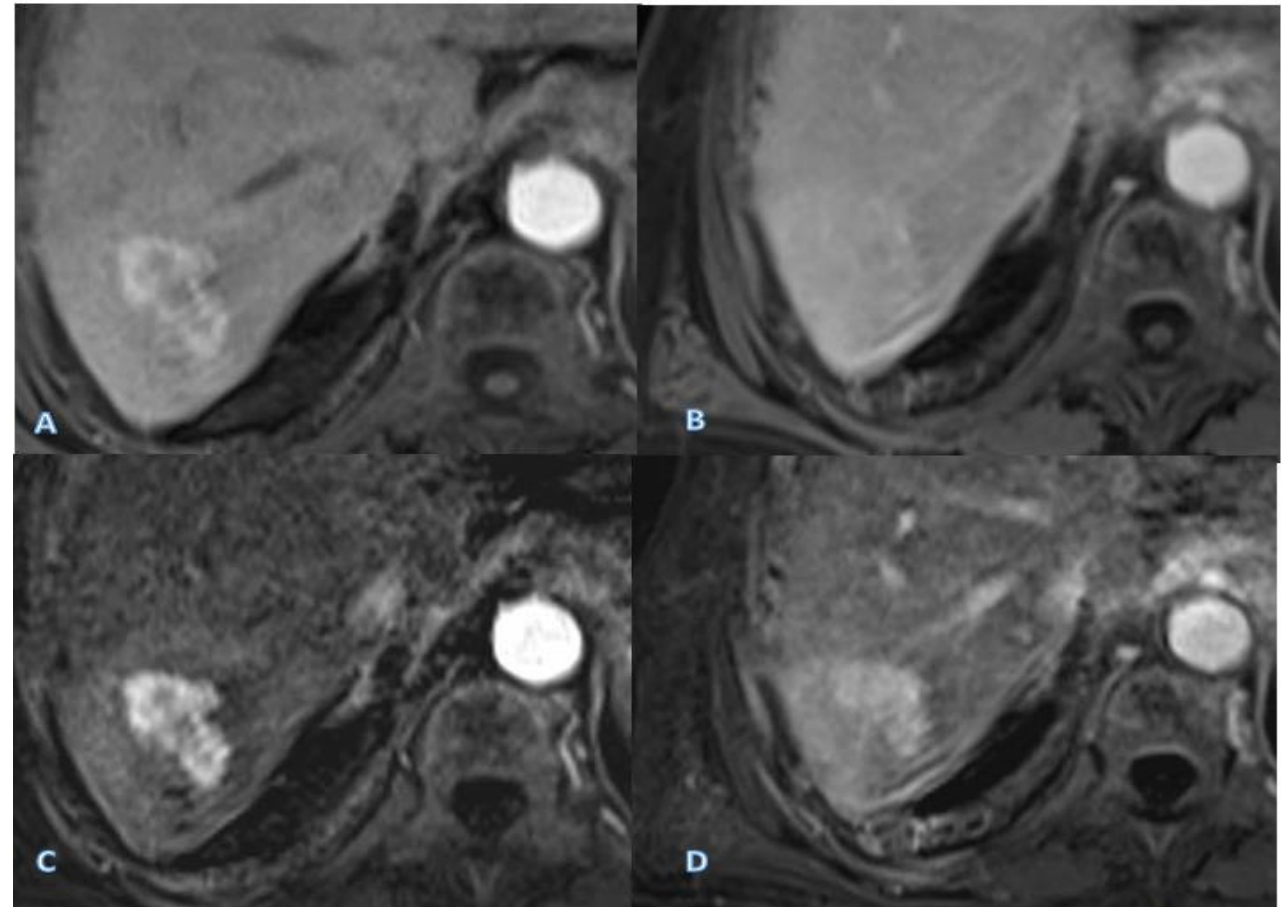


Fig. 9: TC axial obtenida en fase arterial al mes (A) y a los 3 meses (B) tras la ablación por radiofrecuencia. En el primer estudio de seguimiento (A) se identifica un foco de tejido tumoral residual, que muestra un aumento de tamaño en el control posterior (B). Los hallazgos son sugestivos de progresión tumoral local.

RESULTADOS

Recurrencia tumoral local:

Consiste en la aparición de nuevos focos tumorales tras haberse logrado una erradicación inicial completa, habitualmente detectados en fases más tardías del seguimiento. Estas lesiones suelen localizarse en el margen de la zona de ablación y presentan un patrón de realce característico (7) **Figura 10.**



RESULTADOS

Fig. 10: RM axial ponderada en T1 con saturación grasa y administración de contraste en fase arterial (A) y su correspondiente sustracción (C), así como en fase portal (B) y su sustracción (D), obtenida 12 meses después de la ablación por radiofrecuencia de un carcinoma hepatocelular. Inmediatamente superior y adyacente al margen de ablación, se identifica una lesión focal con realce heterogéneo en fase arterial que disminuye en fases posteriores. Los hallazgos son sugestivos de recurrencia tumoral.

RESULTADOS

Complicaciones vasculares:

Como consecuencia de daño mecánico directo o térmico sobre los vasos sanguíneos, pueden producirse hemorragias parenquimatosas, perihepáticas o intraperitoneales. En la TC inmediata postablación, la hemorragia puede presentarse como áreas hiperdensas (6) **Figuras 11 y 12.**

La oclusión de la arteria hepática y la trombosis portal se manifiestan como defectos de repleción en vasos adyacentes a la zona tratada o a lo largo del trayecto del electrodo **Figura 13.** Cuando ambos vasos están comprometidos, puede producirse infarto hepático, que se presenta como un área parenquimatosa en cuña, mal delimitada y sin realce tras la administración de contraste (6)

RESULTADOS

La formación de fístulas arteriovenosas y pseudoaneurismas constituye una complicación extremadamente infrecuente, debido al efecto protector del flujo sanguíneo frente al daño térmico (*heat-sink*) (5).

Complicaciones biliares:

La lesión térmica o mecánica de los conductos biliares adyacentes puede dar lugar a estenosis biliar, que se manifiesta como dilatación persistente de la vía biliar en los estudios de seguimiento (8). En algunos casos, la fuga biliar origina un biloma, que aparece como una colección líquida adyacente a la zona tratada. Otras complicaciones, como la fístula biliar o la perforación vesicular, son menos frecuentes (6,8).

RESULTADOS

Otras complicaciones:

El absceso hepático es una complicación relevante y debe sospecharse en pacientes con fiebre persistente superior a dos semanas (5). En TC se manifiesta como aumento del tamaño de la zona tratada con centro hipodenso, y en RM como una lesión hiperintensa en T2 con un fino realce periférico tras la administración de contraste (6).

La lesión de estructuras no diana, secundaria a la proximidad de la zona tratada o al trayecto del electrodo, puede provocar neumotórax por transgresión pleural (**Figura 14**), derrame pleural (**Figura 15**) o atelectasia reactiva en casos de afectación diafragmática (6)

RESULTADOS

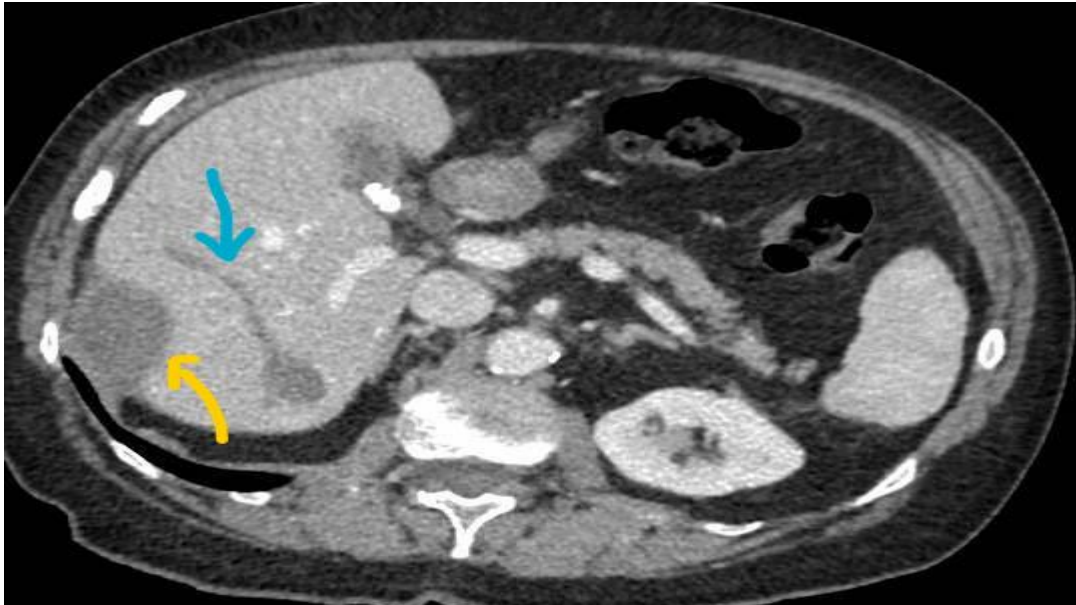


Fig. 11 TC axial en fase venosa obtenida 2 meses después de la ablación por radiofrecuencia. Se observa una imagen lineal hipodensa conectada con el área de ablación, sugestiva de trayecto de ablación (flecha azul). Asimismo, se identifica una imagen ovoidea subcapsular sugestiva de hematoma subcapsular (flecha amarilla), que se resolvió en un estudio de control posterior.



Fig. 12: TC con contraste en fase venosa portal realizada inmediatamente después de la ablación por radiofrecuencia de un carcinoma hepatocelular. Se observa ascitis en todos los compartimentos peritoneales con una atenuación superior a la del líquido (40–45 UH, círculo verde), compatible con hemoperitoneo.

RESULTADOS

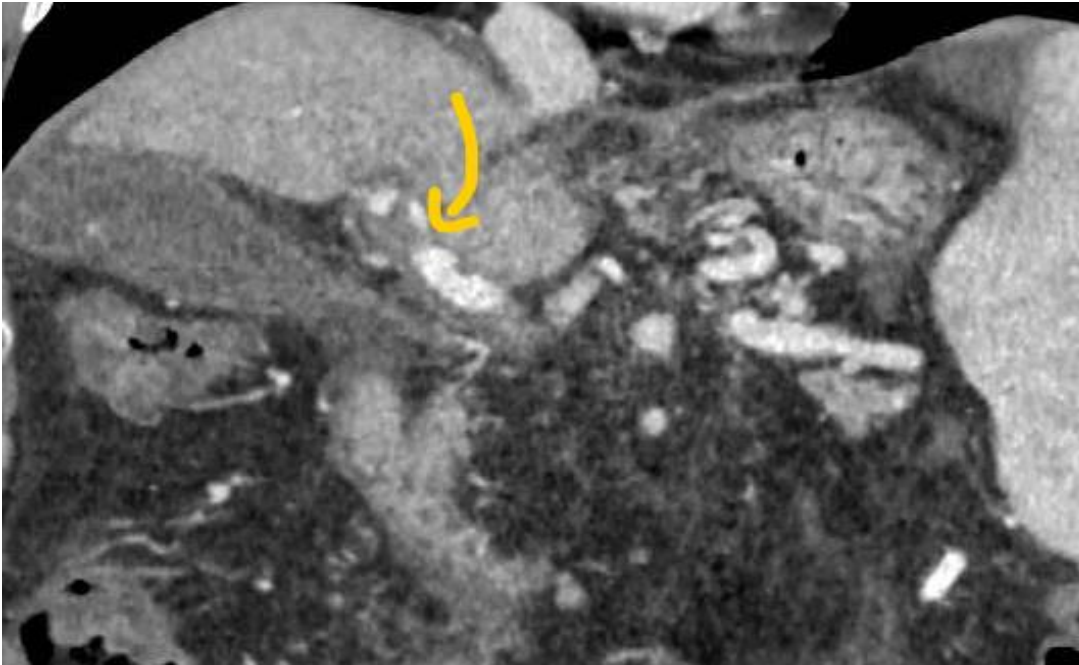


Fig. 13: TC coronal en fase venosa obtenida 6 meses después de la termoablación, que muestra un defecto de repleción en la vena porta principal (flecha amarilla), sugestivo de trombo.

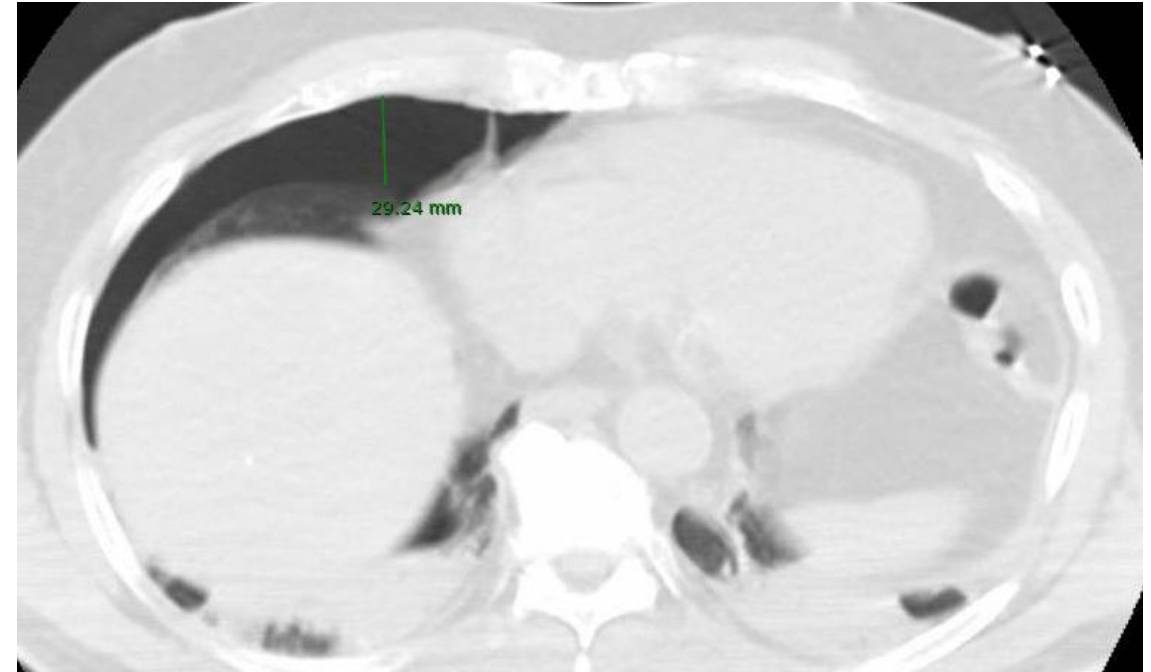


Fig. 14: TC axial sin administración de contraste, con ventana pulmonar, obtenida inmediatamente después de la ablación por radiofrecuencia de una lesión tumoral subcapsular. Se observa un neumotórax anterior con un grosor máximo aproximado de 29 mm.

RESULTADOS

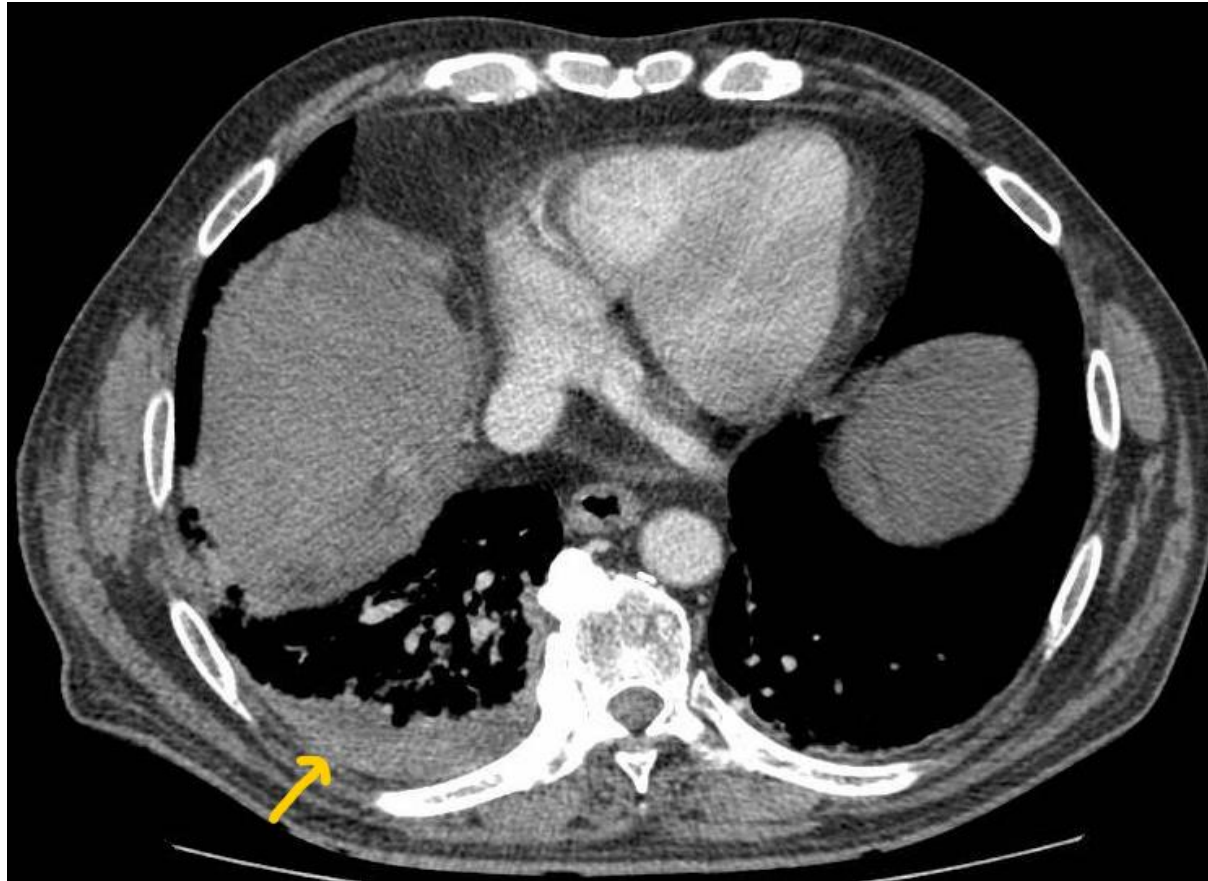


Fig. 15: TC con contraste en fase venosa portal realizada 10 horas después de la ablación por radiofrecuencia debido a compromiso respiratorio. Se observa un derrame pleural reactivo en el hemitórax derecho (flecha amarilla).

CONCLUSIONES

- Según el estudio retrospectivo realizado en nuestro centro, la eficacia de la ablación por radiofrecuencia no depende de la modalidad de imagen empleada la guía ni del tipo de lesión tratada, resultados que son concordantes con la literatura revisada. No obstante, los análisis se ven limitados por el tamaño muestral por lo que se recomienda interpretar los resultados como tendencias o patrones a validar en futuras investigaciones con mayor tamaño muestral
 - La ablación por radiofrecuencia constituye un tratamiento locorregional ampliamente utilizado en pacientes seleccionados con tumores hepáticos primarios y secundarios (3). El conocimiento de los hallazgos radiológicos normales y patológicos tras la termoablación en TC y RM es fundamental para la correcta valoración de la eficacia terapéutica (1) y para el diagnóstico de posibles complicaciones.
-

Bibliografía

1. Dromain C, de Baere T, Elias D, Kuoch V, Ducreux M, Boige V, et al. Hepatic tumors treated with percutaneous radiofrequency ablation: CT and MR imaging follow-up. *Radiology*. 2002;223(1):255–262.
 2. Kampalath R, Tran-Harding K, Do RKG, Mendiratta-Lala M, Yaghmai V. Evaluation of hepatocellular carcinoma treatment response after locoregional therapy. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2021;29(3):389–403.
 3. Sainani NI, Gervais DA, Mueller PR, Arellano RS. Imaging after percutaneous radiofrequency ablation of hepatic tumors: Part 1, normal findings. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200(1):184–193.
 4. Guan YS, Sun L, Zhou XP, Li X, Zheng XH. Hepatocellular carcinoma treated with interventional procedures: CT and MRI follow-up. *World J Gastroenterol*. 2004;
 5. Park MH, Rhim H, Kim YS, Choi D, Lim HK, Lee WJ. Spectrum of CT findings after radiofrequency ablation of hepatic tumors. *Radiographics*. 2008;28(2):379–392
 6. Sainani NI, Gervais DA, Mueller PR, Arellano RS. Imaging after percutaneous radiofrequency ablation of hepatic tumors: Part 2, abnormal findings. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200(1):194–204
 7. Ahmed M, Solbiati L, Brace CL, Breen DJ, Callstrom MR, Charboneau JW, et al. Image-guided tumor ablation: standardization of terminology and reporting criteria—A 10-year update. *J Vasc Interv Radiol*. 2014;25(11):1691–1705.
 8. Curley SA, Marra P, Beaty K, Ellis LM, Vauthey JN, Abdalla EK, et al. Early and late complications after radiofrequency ablation of malignant liver tumors in 608 patients. *Ann Surg*. 2004;239(4):450–458.
-