

El rol de las imágenes en la crioablación de tumores renales

The role of imaging in cryoablation of kidney tumors

Pamela A. Ticona-Gutiérrez*, Valentina Blanco, Matías A. Borensztein, Jorge A. Ocantos

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

Resumen

La crioablación es una técnica para tratar tumores renales utilizando temperaturas bajas para lograr la destrucción tumoral. Es una alternativa a la nefrectomía parcial en población selecta. La evaluación prequirúrgica de masas renales por parte del radiólogo permite al cirujano elegir el tratamiento apropiado. Los puntajes RENAL y ABLATE son herramientas para categorizar la complejidad del tratamiento de estos tumores. El seguimiento posoperatorio se realiza mediante tomografía computada (TC) o resonancia magnética (RM) con contraste, en intervalos específicos, para evaluar la respuesta al tratamiento y detectar precozmente recurrencias o complicaciones. El éxito terapéutico se establece por la ausencia de realce en las imágenes posoperatorias y la reducción del tamaño tumoral. Existen cambios normales tras el procedimiento, como el halo hipodenso de seguridad. La captación de contraste y el crecimiento tumoral progresivo indican fracaso del tratamiento o recidiva. Otras complicaciones con este tratamiento son los desgarros renales de la zona sometida a crioablación, la fractura del parénquima renal, las infecciones y la aparición de metástasis local o a distancia. En conclusión, el radiólogo desempeña un papel esencial en la evaluación previa y posterior al tratamiento por crioablación de los tumores renales. Las recomendaciones proporcionadas en este artículo resultan fundamentales para garantizar una interpretación precisa de las imágenes de TC y de RM.

Palabras clave: Crioablación. Neoplasias renales. Ablación por catéter. Radiología intervencionista. Cáncer renal.

Abstract

Cryoablation is a technique used to treat kidney tumors by utilizing low temperatures to achieve tumor destruction. It's an alternative to partial nephrectomy in select populations. The preoperative evaluation of renal masses by the radiologist allows the surgeon to choose the appropriate treatment. The RENAL and ABLATE scores are tools for categorizing the complexity of the treatment of these tumors. Postoperative follow-up is performed using contrasted computed tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI), at specific intervals, in order to assess the response to treatment and detect early recurrences or complications. Therapeutic success is based on the absence of enhancement in postoperative images and the reduction in tumor size. There are normal post-procedure changes, such as the hypodense safety halo. Contrast enhancement and progressive tumor growth indicate treatment failure or recurrence. Other complications of this treatment include renal tears in the ablated area, fracture of the renal parenchyma, infections, and the appearance of local or distant metastases. In conclusion, the radiologist plays an essential role in the pre- and post-treatment evaluation of kidney tumors treated by cryoablation. The provided recommendations given on this article are fundamental to ensure accurate interpretation of CT and MRI images.

Keywords: Cryoablation. Kidney neoplasms. Catheter ablation. Interventional radiology. Kidney cancer.

*Correspondencia:

Pamela A. Ticona-Gutiérrez

E-mail: pamela.ticona@hospitalitaliano.org.ar

Fecha de recepción: 16-07-2024

Fecha de aceptación: 17-05-2025

DOI: 10.24875/RAR.24000065

Disponible en internet: 19-05-2026

Rev Argent Radiol. (Ahead of print)

www.revistarar.com

1852-9992 / © 2025 Sociedad Argentina de Radiología (SAR) y Federación Argentina de Asociaciones de Radiología, Diagnóstico por Imágenes y Terapia Radiante (FAARDIT). Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El diagnóstico de tumores renales es cada vez más frecuente, en gran parte debido a la mayor disponibilidad de estudios de diagnóstico por imágenes. A la vez, se han desarrollado nuevas técnicas de tratamiento mínimamente invasivo, como radiofrecuencia, microondas, crioablación, ultrasonido focalizado de alta intensidad y electroporación irreversible. Entre estas destaca la crioablación, que utiliza bajas temperaturas para destruir las células tumorales¹. El seguimiento de los pacientes tratados con crioablación es de suma importancia y se realiza con estrictos controles imagenológicos. En este sentido, los métodos de imágenes se han convertido en herramientas esenciales para el diagnóstico y el control del tratamiento.

Actualmente, la nefrectomía parcial es considerada el tratamiento de elección en pacientes con tumores renales; sin embargo, la crioablación surge como alternativa a dicho procedimiento en ciertos casos seleccionados.

La crioablación de tumores renales es una técnica mínimamente invasiva que utiliza temperaturas muy bajas para destruir células tumorales¹. Este mecanismo se produce por cambios en la osmolaridad intra- y extracelular, produciendo la ruptura de la membrana plasmática y el consecuente estallido celular². Los resultados son alentadores, pues estudios científicos

de hasta tres años de seguimiento no mostraron recurrencia en las imágenes de control^{3,4}.

Evaluación imagenológica prequirúrgica

La evaluación prequirúrgica de las masas renales mediante métodos por imágenes permite determinar una serie de características que facilitan la elección del tratamiento más adecuado.

La escala RENAL es un método estandarizado para categorizar la complejidad quirúrgica de los tumores renales, que incluye los siguientes parámetros:

- Radio: como máximo diámetro tumoral (R).
- Proporción del tumor por dentro y por fuera del contorno renal: exofítica/endofítica (E).
- Cercanía de la parte más profunda del tumor al seno renal (N, *nearness*).
- Localización: anterior o posterior (A).
- Localización en relación a las líneas polares (L)⁵.

Todos estos criterios son puntuados de 1 a 3 según se detalla en la [figura 1](#), y se realiza una sumatoria a partir de la cual se clasifican los tumores renales por su complejidad quirúrgica: baja (4-6 puntos), mediana (7-9 puntos) o alta (10-12 puntos)⁵.

En las [figuras 2 a 6](#) se ejemplifica la obtención de la puntuación RENAL en un paciente de 71 años con reciente diagnóstico de masa renal izquierda en evaluación prequirúrgica.

RENAL SCORE			
COMPONENTE	1 PUNTO	2 PUNTOS	3 PUNTOS
R Radio, diámetro máximo	≤ 4	4-7	≥ 7
E Exofítico / Endofítico	> 50% exofítico	< 50% exofítico	Completamente endofítico
N Cercanía al sistema colector/ seno renal (Nearness)	≥ 7	4-7	≤ 4
A Localización Anterior / posterior	Se agrega sufijo "a", "p" o "x" según la localización tumoral, no se asignan puntos		
L Localización relativa a las líneas polares	Completamente por encima o debajo de las líneas polares	Cruza una línea polar	> 50% de la masa cruza la línea polar o se encuentra 100% sobre las líneas o cruza la línea media renal

Figura 1. Parámetros de la Escala RENAL.

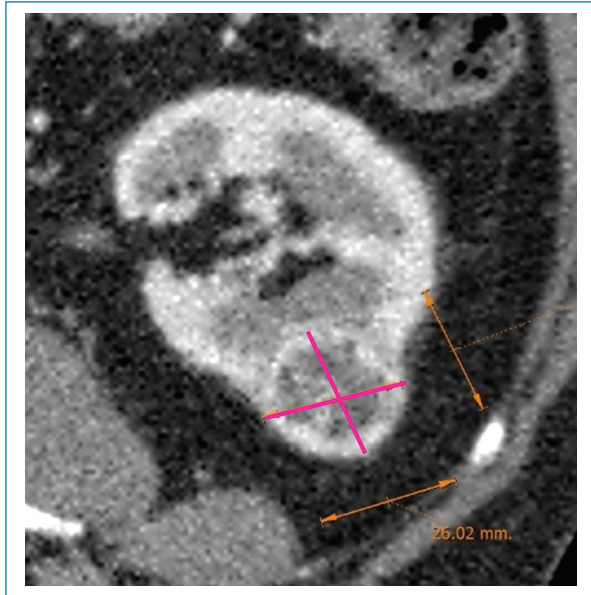


Figura 2. Corte axial de TC que evidencia una lesión sólida con realce tras la administración de contraste intravenoso, en la cual se miden ambos diámetros para obtener el diámetro máximo, en este caso de 26 mm, que corresponde a 1 punto.

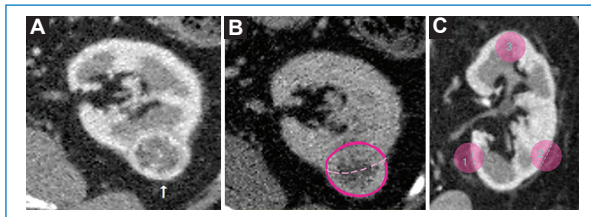


Figura 3. (A y B) Cortes axiales de TC que evidencian que la lesión en estudio es predominantemente exofítica, lo que corresponde a 1 punto. (C) Esquema de localización de la lesión respecto al contorno renal: 1) predominantemente exofítica, 2) predominantemente endofítica y 3) completamente endofítica.

El puntaje ABLATE sirve para predecir la complicación y la recurrencia en el tratamiento percutáneo de lesiones renales. Su objetivo es optimizar el área de congelación para evitar afectar estructuras sanas. Incluye los siguientes parámetros (Fig. 7):

- Diámetro tumoral axial (A).
- Proximidad al intestino (B).
- Localización de la lesión en el riñón (L).
- Ángulo (A).
- Estructuras en contacto (T).
- Extra (E).

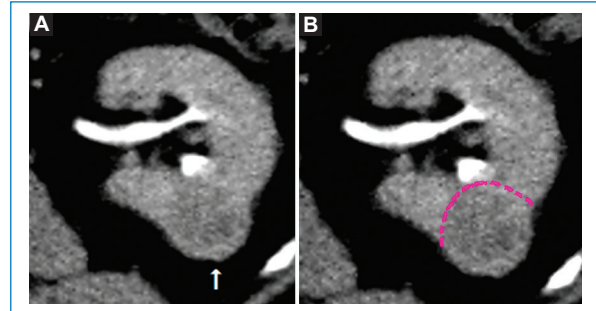


Figura 4. (A) Corte axial en fase excretora en el que se evalúa la distancia entre la parte más endofítica del tumor hasta el sistema excretor. (B) Esquema del borde tumoral donde se evidencia que el tumor se encuentra en íntimo contacto con el sistema excretor, lo que corresponde a 3 puntos.

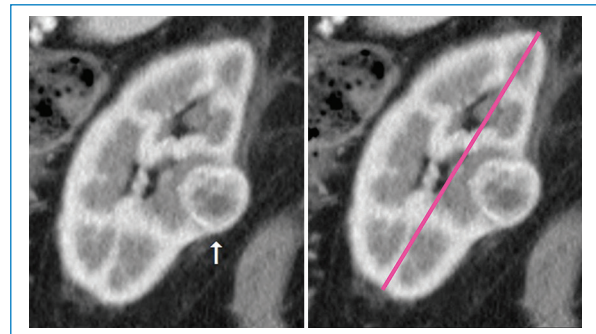


Figura 5. Corte sagital que evidencia la posición posterior del tumor respecto al hilio renal.

Esta escala permite identificar potenciales desafíos técnicos durante la crioablación y adecuar la técnica de abordaje para incrementar la probabilidad de un resultado exitoso y disminuir el riesgo de complicaciones⁶.

Protocolo de seguimiento

Debido a que en la crioablación el tumor renal no se remueve, sino que induce apoptosis celular, resulta esencial un seguimiento estricto para la detección temprana de tumores residuales o recurrentes.

Tanto la tomografía computada (TC) como la resonancia magnética (RM) son útiles para evaluar a los pacientes y guiar el manejo posterior a la crioablación⁷. Se recomienda que el seguimiento se realice con el mismo método con el que se llevó a cabo el examen prequirúrgico.

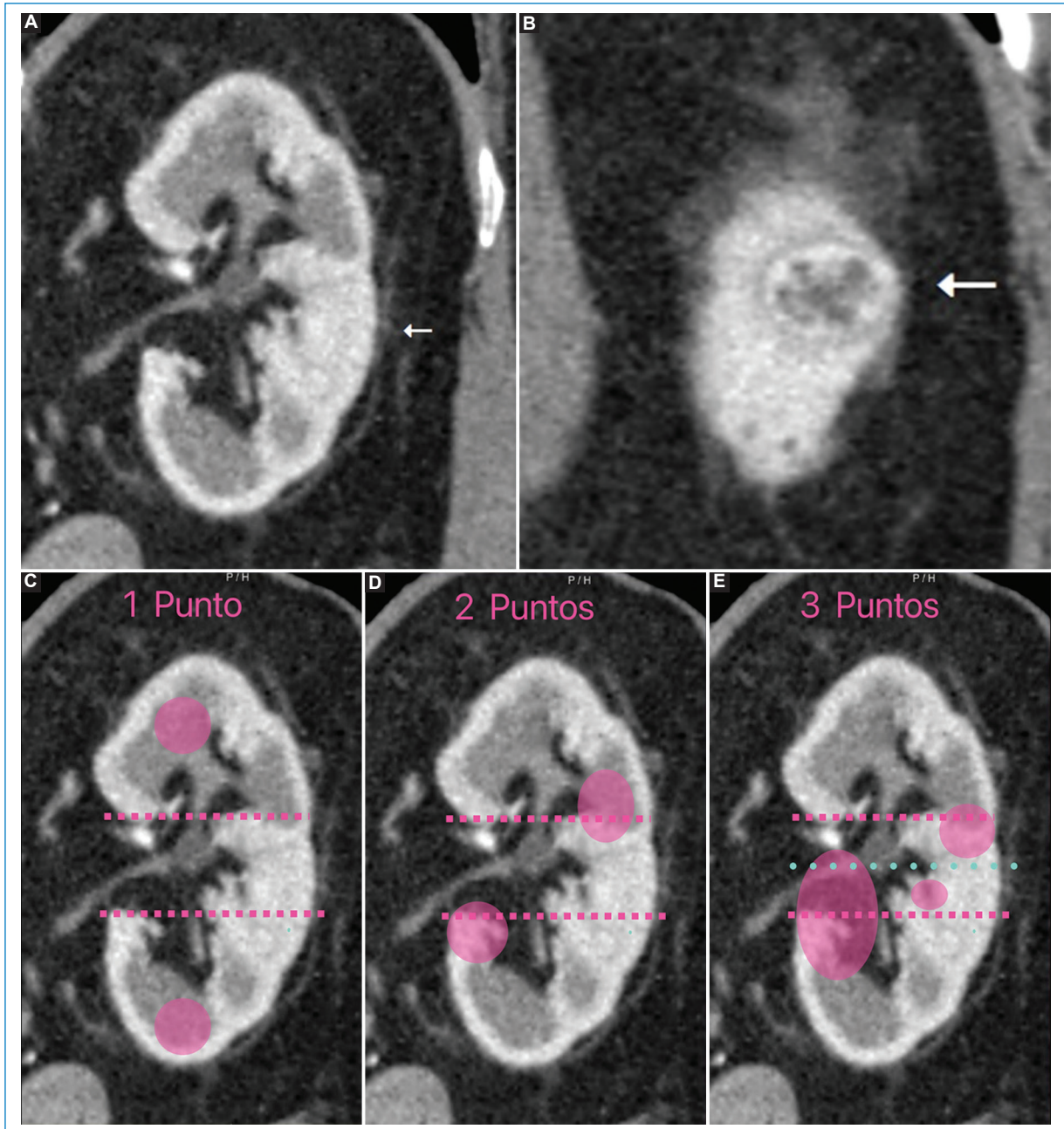


Figura 6. (A y B) Cortes coronales que muestran la localización tumoral entre las líneas polares sin contactarlas, lo que corresponde a 1 punto. En las imágenes C, D y E se esquematizan las líneas polares: tumores por fuera de las líneas polares (C), tumores que contactan las líneas polares (D) y lesiones con el 50% o más dentro de una línea polar o totalmente por dentro de ellas (E).

Es fundamental un seguimiento temprano; en los primeros tres meses se valora el procedimiento y si hay tumor residual, y en los siguientes meses se evalúa principalmente la recidiva tumoral. Se considera tumor residual cuando se evidencia la aparición de realce focal en la zona sometida a crioablación

en las imágenes iniciales posteriores al procedimiento, hasta aproximadamente tres meses. Se define como tumor recurrente la aparición de realce local en la zona de crioablación en imágenes de seguimiento posteriores a la imagen posprocedimiento inicial.

ABLATE SCORE		
A	Diámetro axial	1 punto por cada cm de diámetro máximo
B	Distancia al intestino	0 pt si se encuentra a > 15mm de cualquier pared intestinal 1 pt si se encuentra entre 5-15 mm 3 pt si se encuentra < 5mm
L	Localización	2 pt medial 1.5 pt polo superior 3 pt anterior con interposición del intestino 1 pt anterior sin interposición del intestino 1 pt ruta trans hepática 0 pt otras
A	Ángulo	0 pt ruta axial 0.5 pt inclinación anteroposterior 1 pt inclinación cráneo-caudal 2 pt ambas inclinaciones +0.5 por cada aguja con diferente acceso
T	Contacto (<i>Touching</i>)	3 pt < 5mm del uréter o pelvis renal 2 pt si la lesión toca la grasa del seno renal 1.5 pt si toca el sistema colector 1.5 pt si toca el diafragma 1 pt si toca la pared abdominal 1.5 pt si toca glándula adrenal 2 pt si toca la vena cava inferior, arteria o vena renal 1 pt si toca el bazo
E	Extra	2 pt lesión recurrente 1 pt lesión rodeada de quistes

Figura 7. Parámetros de la Escala ABLATE.

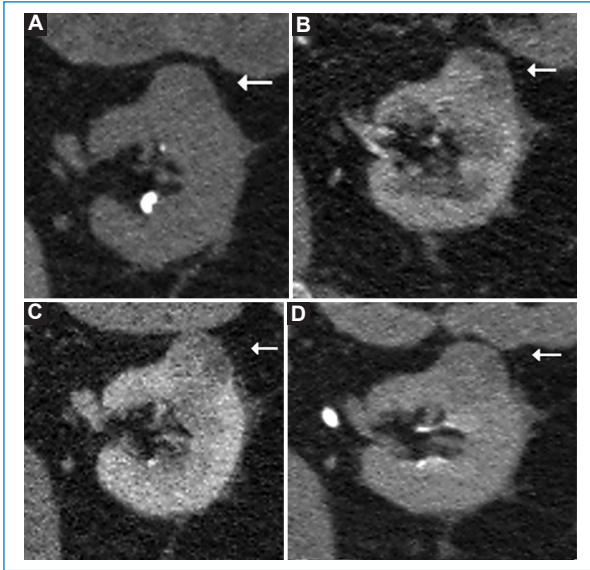


Figura 8. TC prequirúrgica que evidencia un tumor en la cara anterior del riñón izquierdo (también conocida como valva anterior) en fases sin contraste (A), corticomedular (B), nefrográfica (C) y excretora (D).

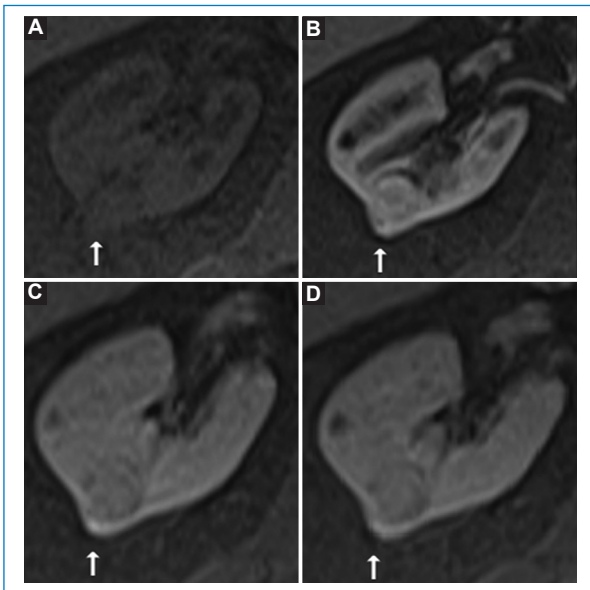


Figura 9. Imágenes de RM con gadolinio pretratamiento de un tumor renal derecho en las que se evidencian las fases precontraste (A) y poscontraste a los 25 segundos (B), 2 minutos (C) y 3 minutos (D).

Es recomendable obtener imágenes de control cada tres meses durante el primer año tras la ablación, cada seis meses el segundo año y anuales a partir del

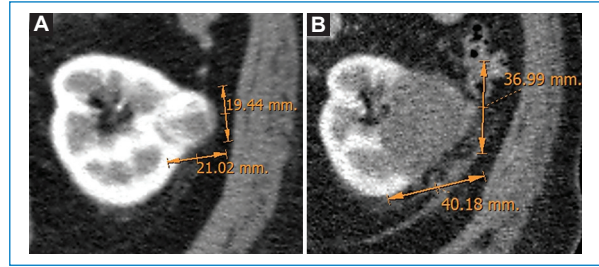


Figura 10. TC con contraste de un paciente con carcinoma de células claras tratado con crioablación. (A) Imagen pretratamiento en la que se evidencia una masa renal de 19,44 × 21,02 mm de diámetro. (B) Imagen de control a los tres meses del tratamiento que muestra un área hipoatenuada con un diámetro mayor que el del tumor tratado, de 36,99 × 40,18 mm.

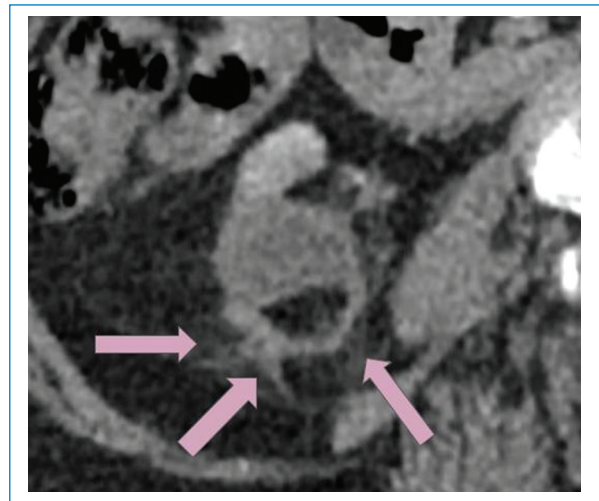


Figura 11. TC de control tras la crioablación de tumor renal que muestra la estriación de los planos grasos periablación, lo que se conoce como halo hipodenso de seguridad.

tercer año⁸. Las imágenes obtenidas requieren una fase sin contraste y luego son imprescindibles las fases con contraste. En la TC, las fases con contraste deben ser adquiridas a los 30 segundos de administrado el contraste intravenoso (fase corticomedular), a los 70 segundos (fase nefrográfica) y a los 10 minutos (fase excretora) (Fig. 8).

En la RM, las adquisiciones para evaluar una masa renal serán en secuencias ponderadas en T2, ADC, DWI y T1 sin contraste y con contraste, adquiridas a los 25 segundos, y dinámicas en los minutos 1, 2, 3, 4 y 5 posterior a la administración del contraste

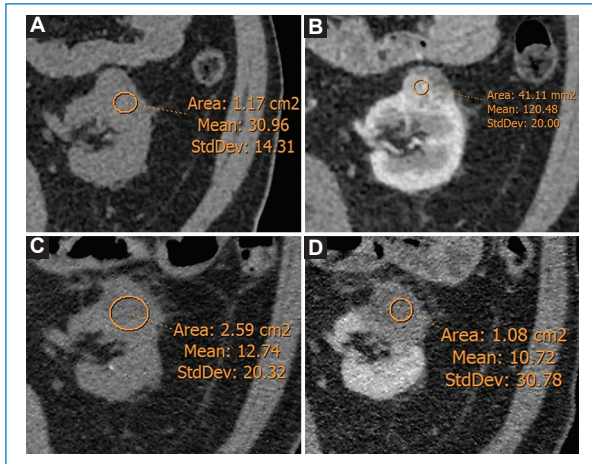


Figura 12. Cambios en el realce posterior a la administración de contraste intravenoso en la TC. (A y B) Estudio preablación con un incremento de 90 UH tras la administración de contraste intravenoso. (C y D) Estudio de control posablación que muestra una diferencia de 2 UH tras la administración de contraste y no constituye realce.

intravenoso, todas en axial, acompañadas de un coronal orientado al eje del riñón (Fig. 9).

Hallazgos esperables tras la crioablación

En el primer control tras la crioablación se puede encontrar un área de hipotenuación poscontraste de mayor tamaño que el tumor original, debido a que el procedimiento de crioablación se extiende más allá de los márgenes visibles del tumor, usualmente alrededor de 1 cm, para lograr la necrosis completa (Fig. 10).

El tejido adiposo adyacente se ve alterado por la presencia de un área curvilínea como halo en la grasa perirrenal, conocido como halo hipodenso de seguridad (Fig. 11).

Para constatar que la crioablación de una lesión renal fue exitosa se debe evidenciar la ausencia de realce poscontraste en el área tratada (Fig. 12).

La reducción del tamaño será gradual en los controles sucesivos, además de observarse una sustitución grasa en la interfaz entre el tumor tratado y el resto del parénquima renal, como consecuencia de la contracción tumoral (Fig. 13).

La zona de ablación tiene un aspecto variable en las secuencias ponderadas en T1 y T2, aunque típicamente son isointensas en T1 o heterogéneamente isointensas al parénquima renal, mientras que en T2

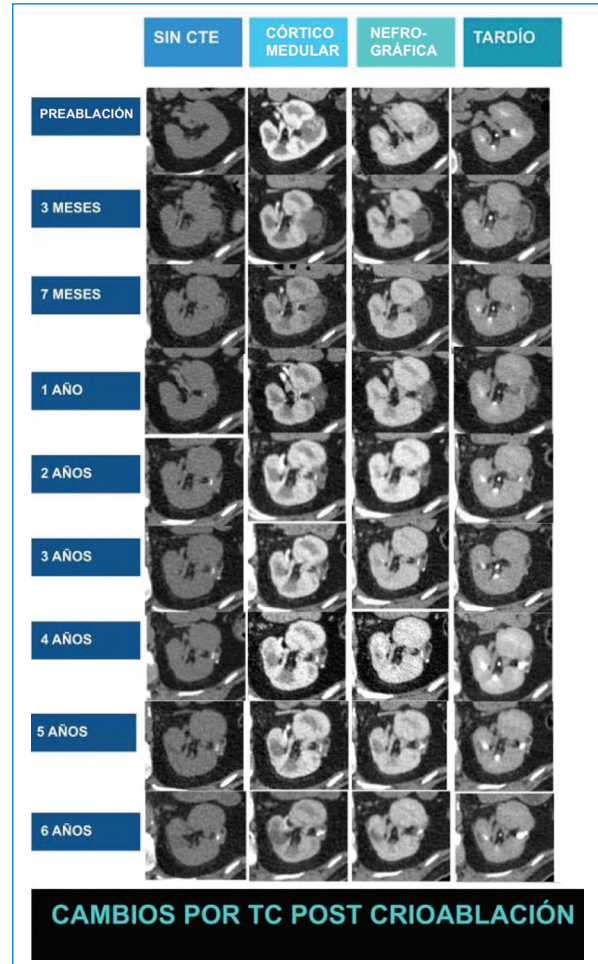


Figura 13. Imágenes de TC con contraste de seguimiento por un periodo de seis años desde la crioablación en un paciente con carcinoma de células renales, en las que se evidencian los cambios tomográficos característicos de éxito terapéutico, como la reducción gradual de tamaño, la presencia de halo hipodenso y la ausencia de captación de contraste.

son heterogéneamente hipointensas. Posterior a la inyección de gadolinio, se obtiene una clara delimitación de los bordes de la ablación (Fig. 14).

Hallazgos de alerta tras la crioablación

Los hallazgos sugerentes de fracaso en el tratamiento con crioablación de una lesión renal son la presencia de realce nodular tras la administración de material de contraste y el incremento progresivo del tamaño de la lesión tratada^{8,9}.

El realce tras la administración de contraste se define como una diferencia de 20 UH entre la TC sin contraste

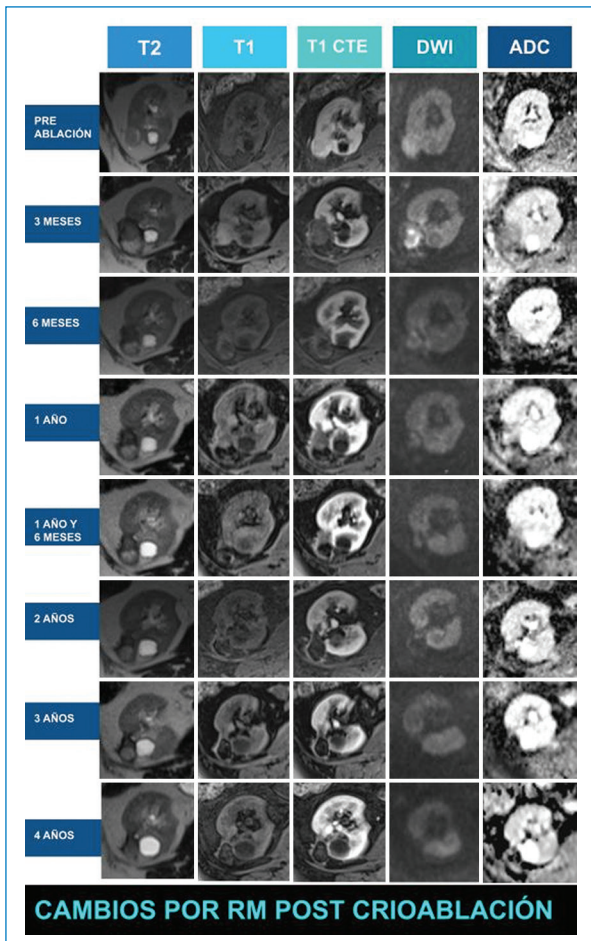


Figura 14. Imágenes de RM de seguimiento a cuatro años de un paciente con carcinoma de células renales tratado mediante crioablación, en las que se evidencian los cambios esperables característicos de éxito terapéutico. Nótese que en el primer control a los tres meses se evidencia una sutil hiperintensidad ponderada en T1 y restricción en las secuencias DWI y ADC, hallazgos normales para el tiempo tras la ablación. Se observa una disminución gradual de la intensidad en T2 y del tamaño, así como ausencia de realce tras la administración de contraste, que son marcadores de éxito terapéutico.

y la imagen con contraste. Si esta diferencia se observa dentro del primer mes, sugiere fracaso terapéutico debido a la presencia de tumor residual. Por otro lado, la captación de contraste después de los 30 días de la crioablación indica recurrencia tumoral.

Entre otras complicaciones asociadas a este tratamiento se encuentran los desgarros renales en la zona tratada, la fractura del parénquima renal, las infecciones, el neumotórax, la lesión ureteral, la retención urinaria y la recidiva tumoral local o a distancia¹⁰ (Fig. 15).

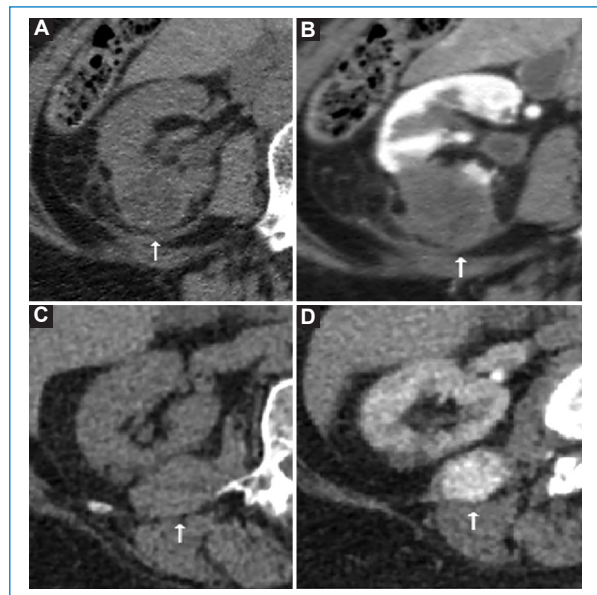


Figura 15. (A y B) TC sin y con contraste de control en el tercer mes tras la crioablación de un tumor renal derecho con respuesta completa. (C y D) TC sin y con contraste de control del mismo paciente a los cuatro años de la crioablación, en la que se evidencia una lesión nodular en el músculo psoas derecho como recidiva local.

Conclusiones

Las recomendaciones proporcionadas son esenciales para una interpretación precisa de las imágenes de TC y de RM. Evaluar adecuadamente el tamaño del tumor, la presencia de realce tras la administración de contraste y comprender los cambios esperados después de la crioablación resultan cruciales para optimizar el seguimiento y mejorar los resultados clínicos.

En síntesis, la crioablación se posiciona como una técnica prometedora en el tratamiento de los tumores renales, para la cual el radiólogo desempeña un papel muy importante en la evaluación antes y después del tratamiento, así como en la detección de posibles complicaciones. La interpretación correcta de las imágenes de TC y de RM durante el seguimiento de los pacientes tratados con crioablación constituye un componente vital en su cuidado integral.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los doctores J. Ocantos y M. Borensztein, quienes fueron guías y mentores del trabajo, aportando con casos y conocimientos para su realización.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de

inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Rioja J, Tzortzis V, Mamoulakis C, Laguna MP. Crioterapia de tumores renales: estado actual y desarrollos contemporáneos. *Actas Urol Esp.* 2010;34:309-17.
2. Daum PS, Bowers WD Jr, Tejada J, Hamlet MP. Vascular casts demonstrate microcirculatory insufficiency in acute frostbite. *Cryobiology.* 1987;24:65-73.
3. Gill IS, Remer EM, Hasan WA, Strzempkowski B, Spaliviero M, Steinberg AP, et al. Renal cryoablation: outcome at 3 years. *J Urol.* 2005;173:1903-7.
4. Khorsandi M, Foy RC, Chong W, Hoenig DM, Cohen JK, Rukstalis DB. Preliminary experience with cryoablation of renal lesions smaller than 4 centimeters. *J Am Osteopath Assoc.* 2002;102:277-81.
5. Benitez-Mendes AC, Pardo VL, Sinclair ME, Ocantos J. El RENAL score en la estadificación prequirúrgica de tumores renales. Actualización en radiología. *Rev Argent Radiol.* 2017;81:28-38.
6. Schmit GD, Kurup AN, Weisbrod AJ, Thompson RH, Boorjian SA, Wass CT, et al. ABLATE: a renal ablation planning algorithm. *AJR Am J Roentgenol.* 2014;202:894-903.
7. Kawamoto S, Permpongkosol S, Bluemke DA, Fishman EK, Solomon SB. Sequential changes after radiofrequency ablation and cryoablation of renal neoplasms: role of CT and MR imaging. *Radiographics.* 2007;27:343-55.
8. Gervais DA, McGovern FJ, Arellano RS, McDougal WS, Mueller PR. Radiofrequency ablation of renal cell carcinoma: part 1, indications, results, and role in patient management over a 6-year period and ablation of 100 tumors. *AJR Am J Roentgenol.* 2005;185:64-71.
9. Gill IS, Novick AC, Meraney AM, Chen RN, Hobart MG, Sung GT, et al. Laparoscopic renal cryoablation in 32 patients. *Urology.* 2000;56:748-53.
10. Borensztein MA, Del Valle JB, Garcia-Marchiñena PA, Jurado AM, Gueglio Saccone MG, Garcia-Monaco R. Crioablación percutánea de tumores renales cT1 como alternativa al tratamiento quirúrgico. *Medicina.* 2021;81(5):786-90.