

Visualizando el éxito: estrategias de imagen, tratamiento ablativo percutáneo y evaluación de la respuesta en el carcinoma de células renales

María Cañas Costa¹, Alice Hodgert¹ y Adrián Picado Bermúdez¹

¹Hospital Universitari i Politècnic La Fe, Valencia



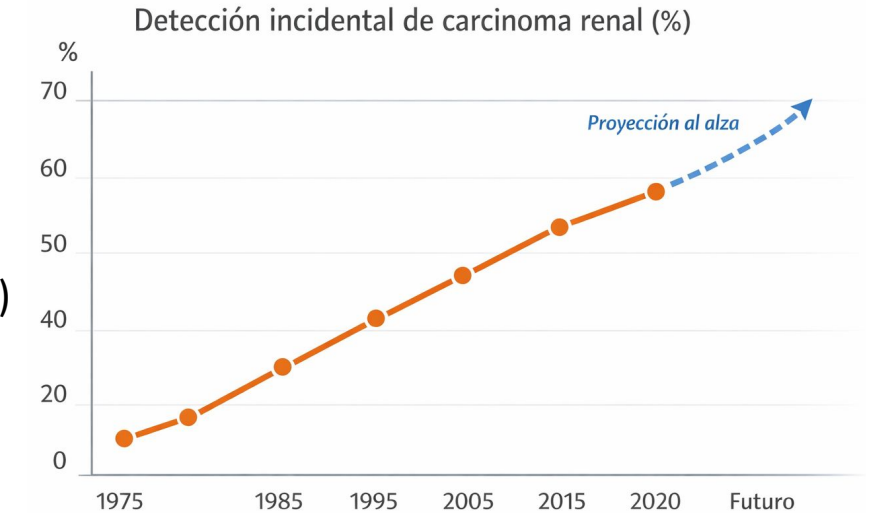
LaFe
Hospital Universitari i Politècnic

OBJETIVO DOCENTE

- Revisar los hallazgos clave por imagen en el carcinoma de células renales (CCR) para la correcta **selección** y **planificación** de pacientes candidatos a tratamiento ablativo percutáneo.
 - Realizar una correcta **evaluación post-crioablación**, que permita la valoración de la respuesta al tratamiento y la detección precoz de tumor residual o recurrente.
-

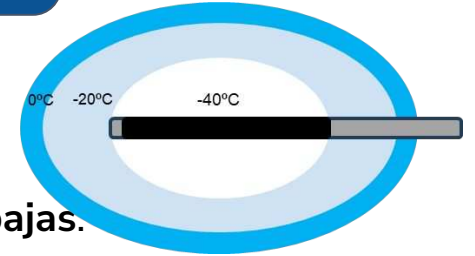
REVISIÓN DEL TEMA

- **Aumento constante de la incidencia** del carcinoma de células renales (CCR) debido al gran volumen de exploraciones realizadas.
 - Esto lleva a una **mayor detección incidental** en estadios precoces.
- Las lesiones en estadios tempranos se manejan preferiblemente con **técnicas de preservación renal**.
 - Las técnicas de ablación percutánea desempeñan un papel cada vez más importante, con especial relevancia de la crioablación.
- A medida que estos tratamientos mínimamente invasivos se consolidan, se requiere una **evaluación post-ablación estandarizada** mediante imagen para determinar su **efectividad**.
 - Es necesario distinguir los hallazgos esperables postratamiento de la presencia de enfermedad residual o recurrente.



TÉCNICAS DE ABLACIÓN PERCUTÁNEA

CRIOABLACIÓN



Es una técnica ablativa percutánea que destruye tumores mediante **temperaturas extremadamente bajas**. A través de una criosonda se genera una “bola de hielo” alrededor del tumor, alcanzando temperaturas letales que provocan **muerte celular**. La eficacia del procedimiento se incrementa mediante **ciclos de congelación-descongelación**.



- Visualización **en tiempo real** de la bola de hielo.
- Mayor precisión con **márgenes** de ablación **predecibles**.
- **Área** de ablación **más amplia** (> 3 cm).
- **Menor dolor** durante el procedimiento (efecto anestésico intrínseco).
- Tiempo de **recuperación más corto**.
- Potenciales efectos **inmunomoduladores**.



- **Mayor duración** del procedimiento.
- Mayor riesgo de **sangrado** (en comparación con técnicas basadas en calor).
- Mayor **coste**.
- **Seguimiento** por imagen más **prolongado** tras la ablación.

TÉCNICAS DE ABLACIÓN PERCUTÁNEA

RADIOFRECUENCIA

Es una **técnica ablativa térmica** utilizada en el tratamiento del **carcinoma de células renales**. Consiste en la introducción de **electrodos intratumorales** que generan **corriente eléctrica de alta frecuencia**, produciendo **calor (>60 °C)** y **necrosis coagulativa**. Su eficacia puede verse limitada por el efecto heat-sink y es **menos efectiva en tumores >3 cm o adyacentes a grandes vasos**.



- Menor **duración** del procedimiento.
- Menor coste.
- **Amplia disponibilidad** y técnica bien establecida.
- Menor riesgo de **sangrado**.



- No permite visualización directa en tiempo real de la zona de ablación.
- **Volumen de ablación menor** y menos predecible.
- **Mayor dolor** durante el procedimiento.
- Efecto “**heat sink**” (disipación térmica).
- Riesgo de **quemaduras**.

TÉCNICAS DE ABLACIÓN PERCUTÁNEA

MICROONDAS

Es una técnica **ablativa térmica** que utiliza **ondas electromagnéticas** para generar **calor en el tejido diana**, alcanzando temperaturas **>100 °C** que provocan **muerte celular por daño térmico**. A diferencia de la radiofrecuencia, **no depende de la impedancia tisular** y es **menos susceptible al efecto heat-sink**.

- **Tiempo** de procedimiento **muy corto**.
- **Volumen** de ablación **mayor**.
- Menos susceptible al efecto de disipación térmica.
- Posibilidad de **ablación simultánea** con múltiples antenas.
- **Eficaz en tejidos con mayor impedancia**.



- Mayor **dolor** durante el procedimiento.
- Riesgo de **quemaduras**.
- Visualización en tiempo real limitada de los márgenes de ablación.
- Necesidad de un **mecanismo de enfriamiento**.



INDICACIONES

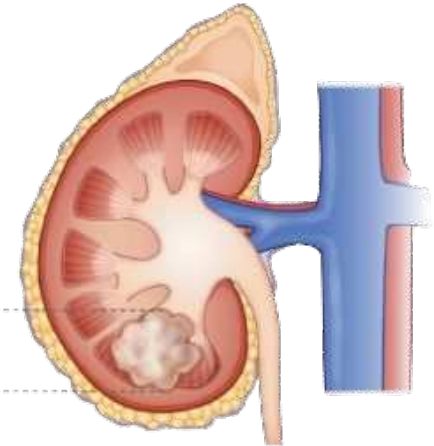
Las guías internacionales establecen como **indicación principal** el tratamiento percutáneo ablativo para:

Masas renales pequeñas, especialmente tumores pT1a (≤ 4 cm)

Priorizando aquellos pacientes con:

- Alto riesgo quirúrgico o comorbilidades significativas
- Riñón único
- Función renal comprometida
- CCR hereditario con riesgo de enfermedad multifocal
- Tumores bilaterales o multifocales

≤ 4 cm



Existen **indicaciones ampliadas** en casos seleccionados:

- Tumores T1b (4,1-7cm) en pacientes de alto riesgo no candidatos a cirugía
- Control local del CCR oligometastásico cuando la metastasectomía no es factible en pacientes con enfermedad primaria resecable

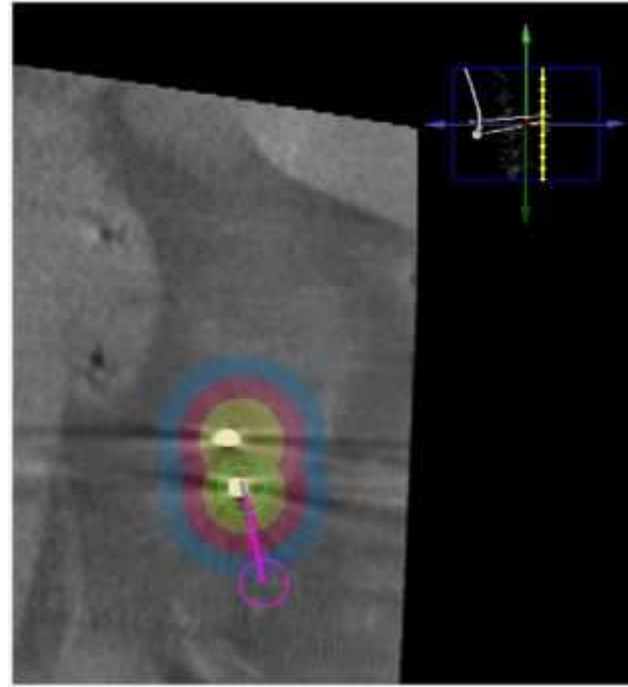
Aspectos clave a tener en cuenta

- La nefrectomía parcial sigue siendo el estándar de oro para el tratamiento de masas renales pequeñas
- Se recomienda realizar biopsia percutánea antes o durante la ablación para confirmar malignidad y subtipo histológico
- La modalidad de ablación debe individualizarse según tamaño y localización del tumor, factores del paciente y experiencia del operador

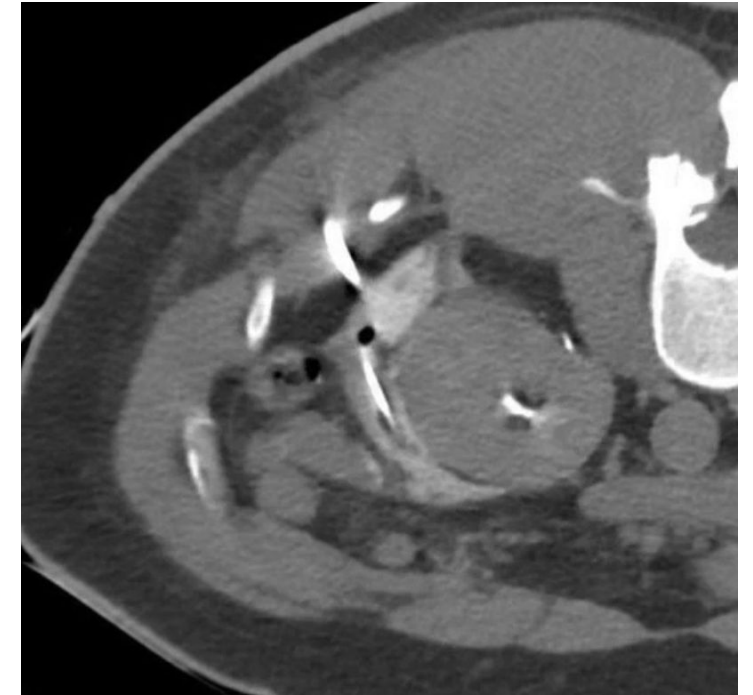
Ejemplos de crioablación de CCR



TC sin contraste en decúbito prono para la colocación de tres sondas de crioablación en el interior de la la lesión en el polo inferior del riñón izquierdo.



TC con sistema de navegación IMACTIS para la planificación y guiado de sondas de crioablación en una lesión renal.

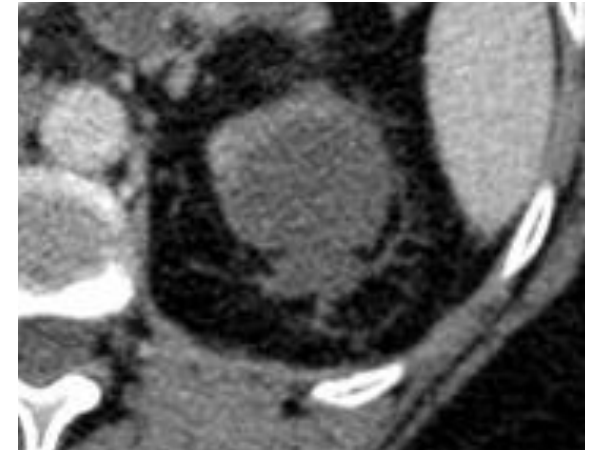


Uso de la hidrodisección con suero fisiológico y contraste yodado para separar estructuras adyacentes y permitir la crioablación segura de la lesión renal izquierda.

HALLAZGOS ESPERABLES POST-CRIOABLACIÓN

Hallazgos inmediatos (*primeras 48h*)

- TC y RM muestran cambios secundarios a **necrosis coagulativa** y **respuesta inflamatoria local** tras la ablación tumoral.
- La zona ablacionada se muestra como un área bien delimitada, englobando la lesión y extendiéndose al menos 5 mm más allá del margen tumoral.
- Los hallazgos esperados incluyen:
 - Pequeña cantidad de líquido perirrenal
 - Trabeculación de la grasa perirrenal
 - Engrosamiento fascial
 - Burbujas de aire intralesional
 - Pequeños focos hemorrágicos
- Es posible observar un realce arterial debido a **hiperemia reactiva**, que corresponde generalmente con un hallazgo benigno. Por ello, no se recomienda realizar estudios de imagen de control de forma rutinaria en esta etapa tan precoz, salvo que exista sospecha de complicación relacionada con el procedimiento.



Cambios inmediatos post-crioablación en TC con contraste (fase venosa), evidenciando área hipodensa englobando la lesión con cambios inflamatorios circundantes.

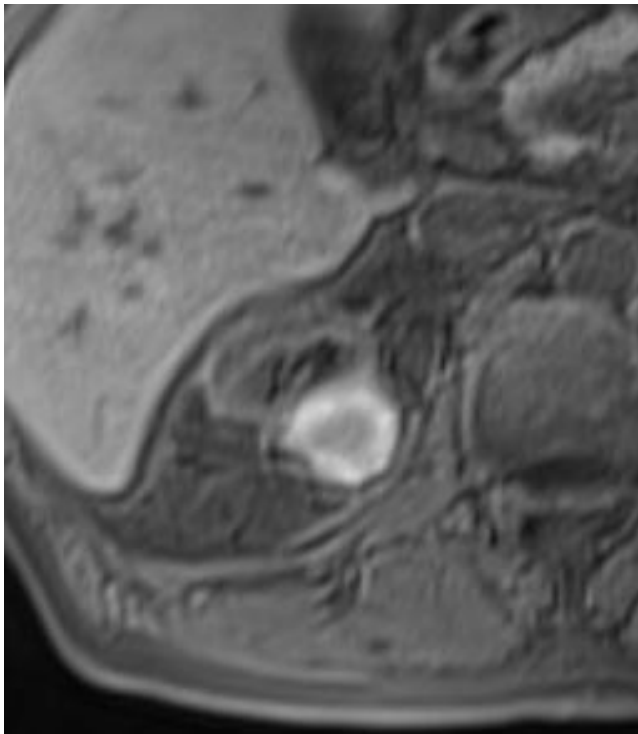
HALLAZGOS ESPERABLES POST-CRIOABLACIÓN

Hallazgos precoces (*hasta 6 meses*)

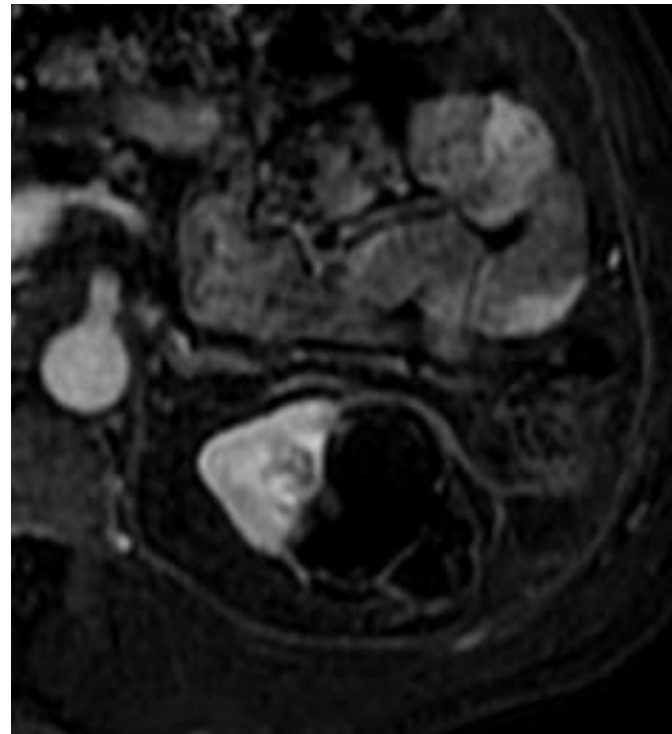
- En **TC**, la zona de ablación (“bola de hielo”) aparece como un **área hipoatenuante** con forma redondeada u ovalada.
- En **RM**, suele ser **hiperintensa en secuencias T1**, con señal T2 variable, y evoluciona hacia una marcada hipointensidad después de los 6 meses. Frecuentemente, muestra **restricción a la difusión** con valores bajos de ADC.
- En **estudios con contraste**,
 - se puede visualizar un **realce en halo** periférico fino y liso, relacionado con tejido fibrovascular reactivo.
 - puede aparecer un realce homogéneo de baja densidad (**≤ 10 UH**) debido a necrosis grasa o tejido de granulación, y no debe confundirse con recurrencia tumoral.
- Con frecuencia, se produce un **aumento transitorio del volumen** de la zona tratada secundario a edema e inflamación, seguido de una contracción gradual a partir de 3 meses, con estabilización alrededor de los 12 meses.

HALLAZGOS ESPERABLES POST-CRIOABLACIÓN

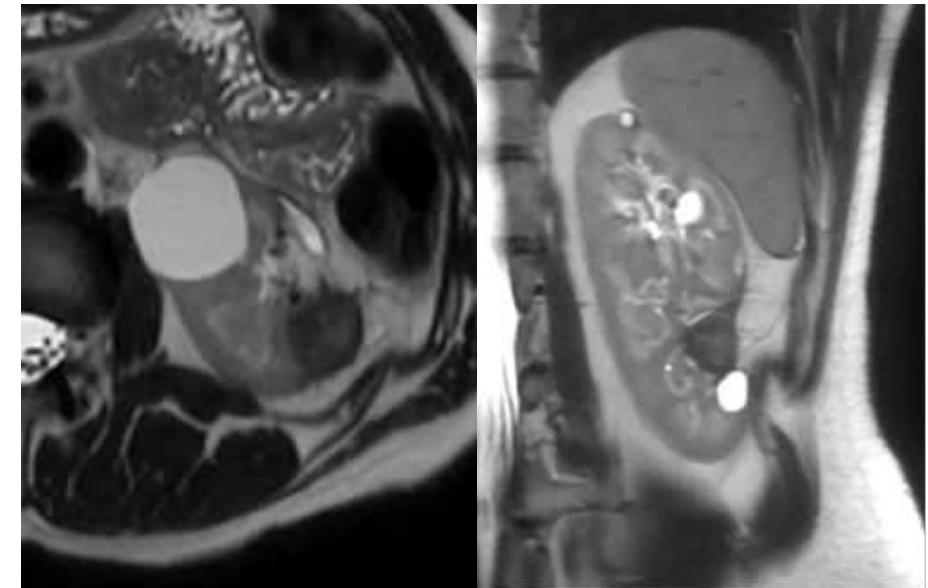
Hallazgos precoces (*hasta 6 meses*)



RM ponderada en T1 que muestra una lesión crioablacionada hiperintensa en fase temprana, debido a la presencia de metahemoglobina secundaria a hemorragia y necrosis coagulativa.



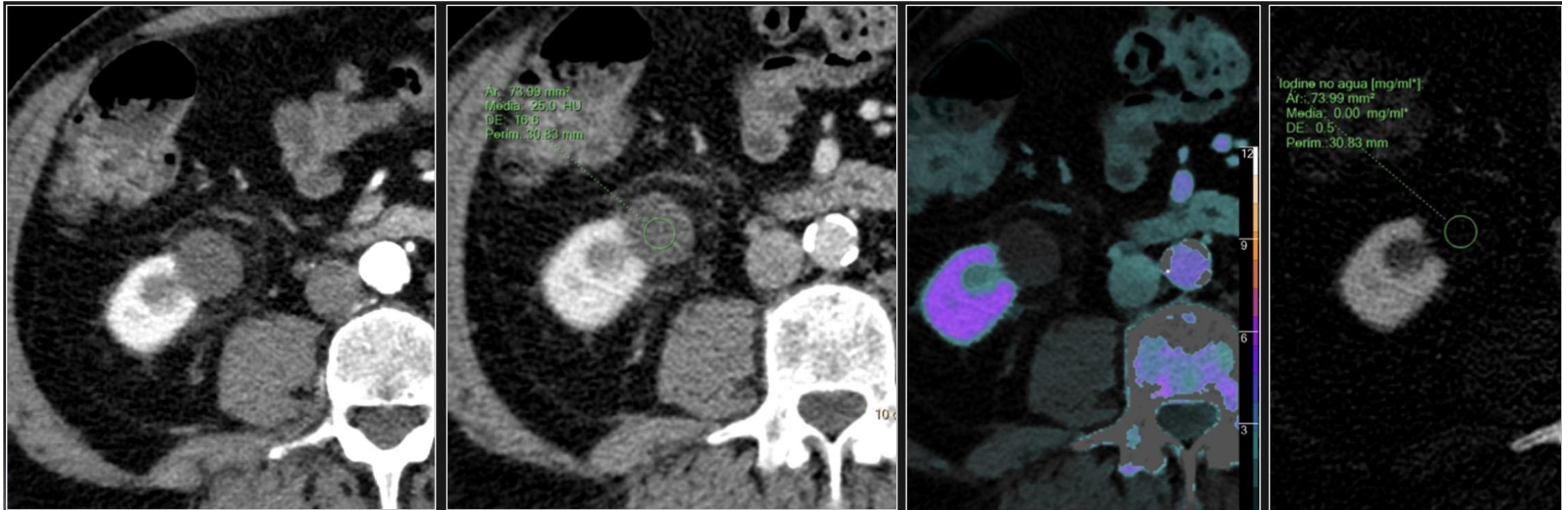
RM con contraste y sustracción que muestra un fino halo periférico de realce, considerado un hallazgo esperado, relacionado con tejido de granulación.



Imágenes de RM ponderadas en T2, que muestran la lesión ablacionada en el riñón izquierdo, de morfología redondeada con pérdida progresiva de señal en T2, volviéndose marcadamente hipointensa en el control a los 9 meses.

HALLAZGOS ESPERABLES POST-CRIOABLACIÓN

Hallazgos precoces (*hasta 6 meses*)



Imágenes de TC dual con contraste IV, que muestran un área ablacionada, de morfología redondeada, hipodensa y homogénea, sin captaciones patológicas de contraste, lo que indica ausencia de resto/recurrencia tumoral.

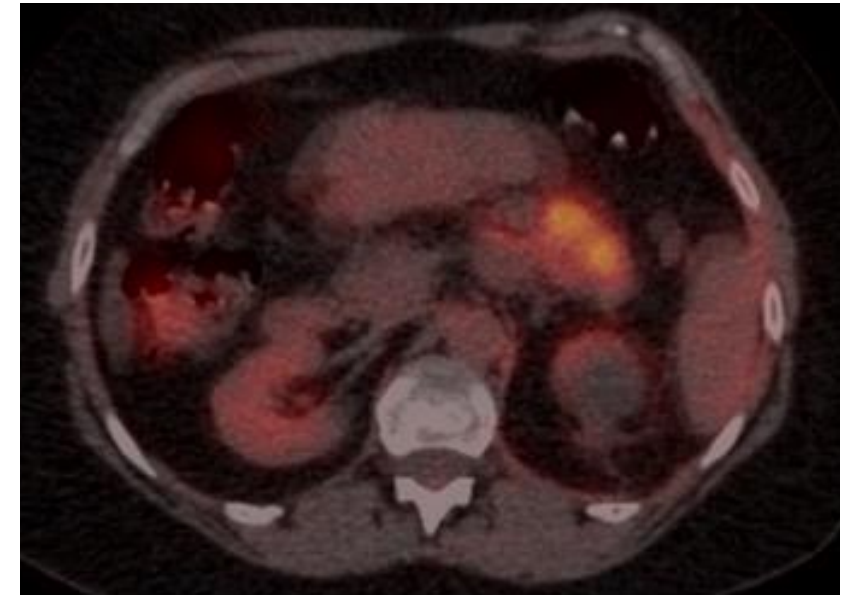
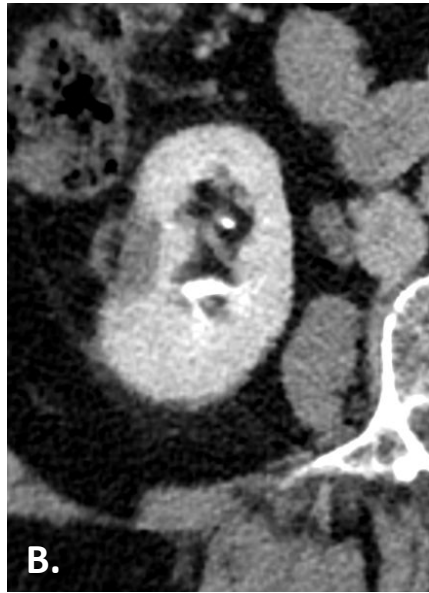
HALLAZGOS ESPERABLES POST-CRIOABLACIÓN

Hallazgos tardíos (6 meses a años)

- Las lesiones ablacionadas con éxito, muestran **involución progresiva** con contracción de la zona de ablación y **ausencia de realce interno de contraste**.
- En **RM**, la restricción a la difusión desaparece progresivamente, siendo ausente en la fase tardía.
- Pueden formarse **calcificaciones** distróficas, que serán mejor evaluadas mediante **TC sin contraste** para evitar confusión con tejido captante.
- Otros hallazgos tardíos incluyen: **cicatrización cortical** (observada con mayor frecuencia en tumores exofíticos) e **infiltración grasa** de la lesión, relacionada con la remodelación post-ablación.
- En **18F-PET/TC**, el área ablacionada no muestra captación patológica del radiotrazador, confirmando una ablación tumoral completa.

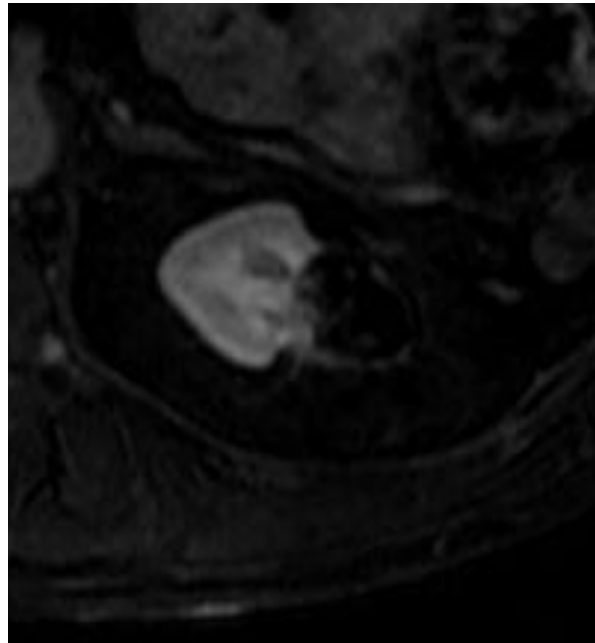
HALLAZGOS ESPERABLES POST-CRIOABLACIÓN

Hallazgos tardíos (6 meses a años)

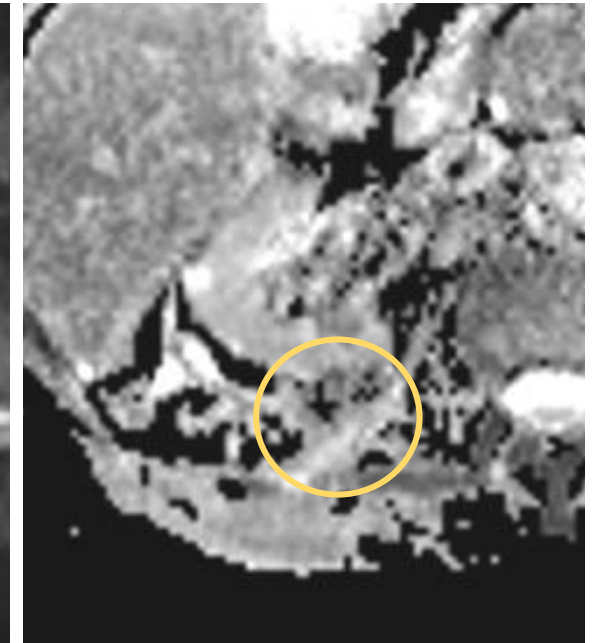
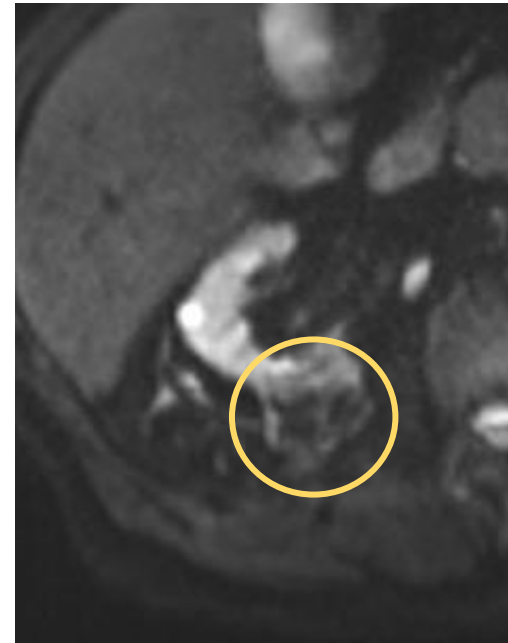


HALLAZGOS ESPERABLES POST-CRIOABLACIÓN

Hallazgos tardíos (6 meses a años)



TC con contraste que muestra cambios esperables de involución con depósito de grasa y calcificaciones distróficas dentro de la lesión ablacionada. En RM con contraste, la misma lesión no muestra ningún foco de realce nodular sospechoso.



Imágenes de difusión y mapas ADC que muestran CCR ablacionado en vertiente posterior del riñón derecho (*círculo amarillo*) en fase tardía sin restricción a la difusión, confirmando tratamiento exitoso.

HALLAZGOS DE ENFERMEDAD RESIDUAL O RECURRENTE

Hallazgos de imagen sugestivos de enfermedad residual o recidiva:

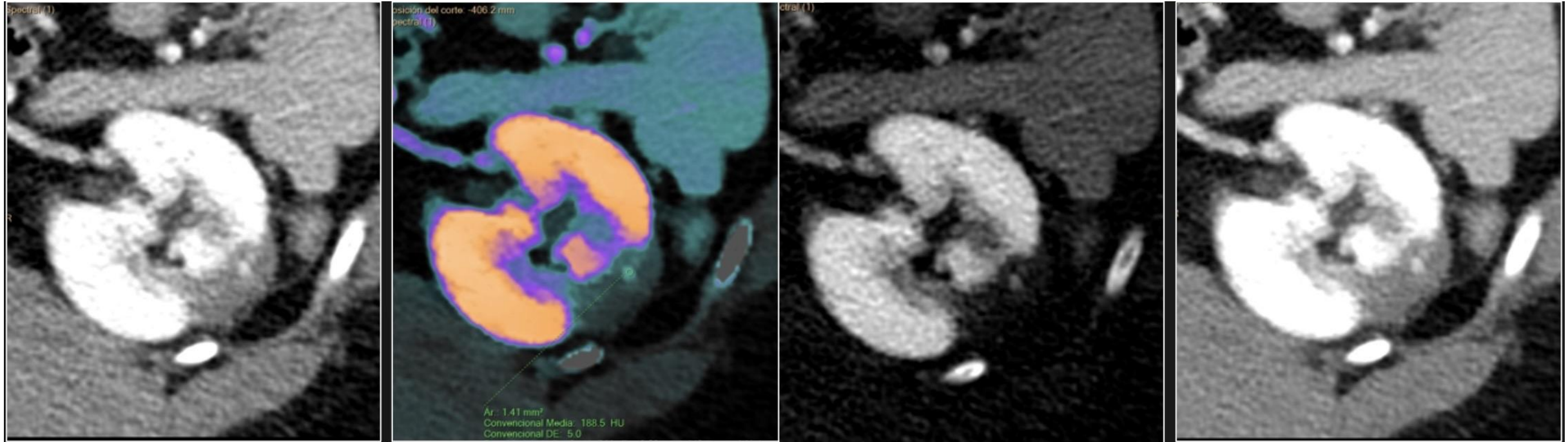
- **Realce heterogéneo o irregular persistente**, especialmente en la periferia de la zona de ablación → Enfermedad residual
- **Realce nodular de novo** en el margen del área tratada, con características similares al tumor primario → Recidiva tumoral
- Incremento de atenuación **>10–20 UH** tras contraste, sobre todo si progresivo o intenso (>35 UH).
- Realce en fase arterial en RM con lavado rápido posterior, cuantificado mediante un índice de lavado inferior a -1.1.
- **Aumento del tamaño de la zona** de ablación después del periodo esperado de involución de 6–12 meses.

Factores de riesgo para la recidiva tumoral:

- Ablación primaria **incompleta**.
- Mayor tamaño tumoral.
- Crecimiento **endofítico**.
- Subtipo histológico **agresivo**.
- Localización **próxima al seno renal**, con posible efecto heat sink* que limita la eficacia del tratamiento.

*protección térmica que proporciona el flujo sanguíneo de vasos adyacentes al tumor, impidiendo que se alcancen temperaturas letales en toda la masa tumoral durante la crioablación.

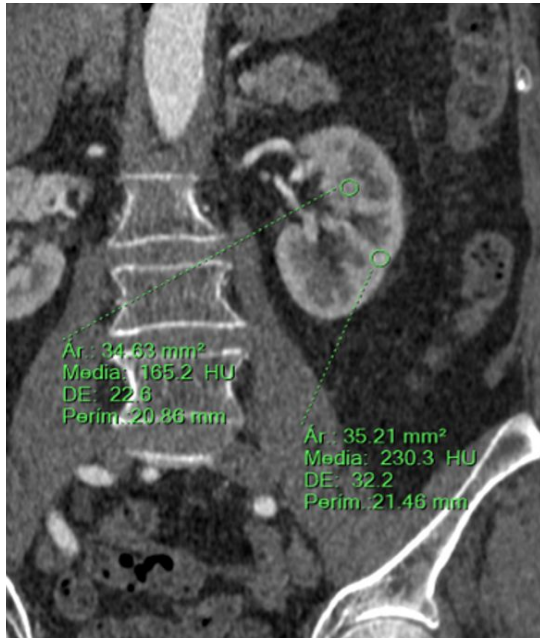
HALLAZGOS DE ENFERMEDAD RESIDUAL O RECURRENTE



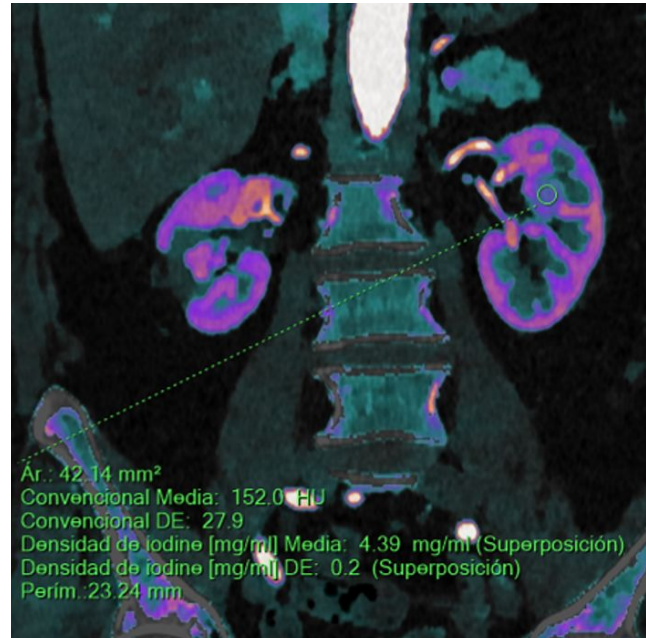
TC de energía dual con mapas de yodo que muestra un pequeño foco de realce nodular de nueva aparición en el interior del área ablacionada hipodensa homogénea (*bola de hielo*), indicativo de recurrencia tumoral.

HALLAZGOS DE ENFERMEDAD RESIDUAL O RECURRENTE

Mujer de 68 años con antecedente de tumor renal izquierdo tratado mediante crioablación. En el TC espectral de control al mes se identifica un foco nodular en la vertiente medular del polo superior del riñón izquierdo, sugestivo de recidiva tumoral.



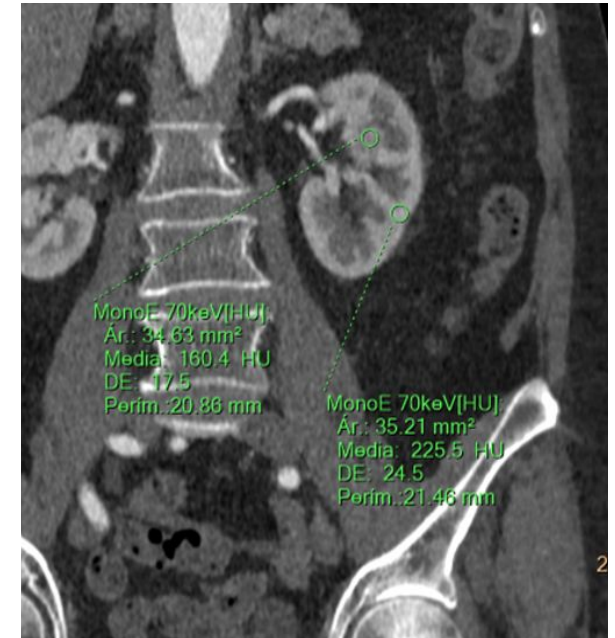
TC espectral convencional (fase arterial), que muestra discreto realce en la zona correspondiente a la recidiva tumoral.



Mapa de yodo en el que se evidencia aumento de la concentración de yodo en la zona de recidiva tras la crioablación.



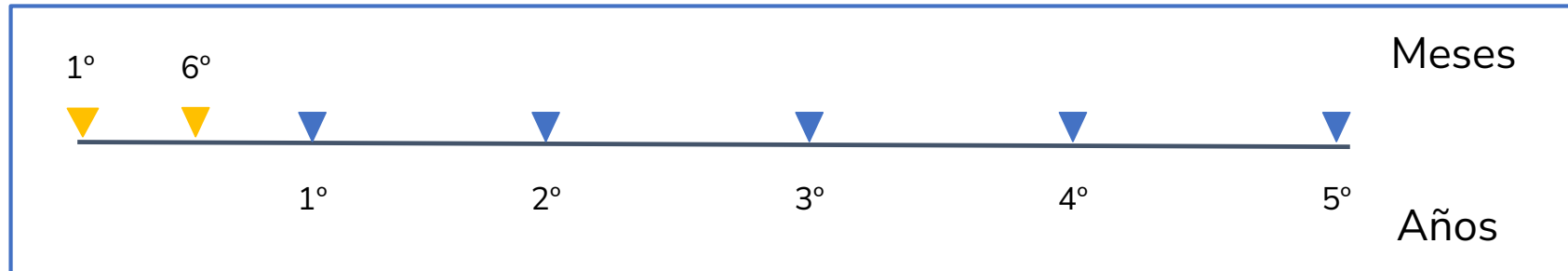
Mapa sin contraste virtual sin hallazgos concluyentes en la zona de recidiva tumoral.



Reconstrucción monoenergética que evidencia mayor conspicuidad del foco de recidiva tumoral

SEGUIMIENTO POST-ABLACIÓN

- No existe un protocolo de seguimiento estandarizado; depende de la **experiencia de cada centro**.
- La vigilancia postratamiento se realiza mediante **TC** multifásico con contraste o **RM** con contraste (ambas con precisión diagnóstica comparable para la detección de tumor viable).
 - Los **protocolos de TC** deben incluir fase sin contraste, arterial y venosa/tardía → Uso de TC dual aporta ventajas adicionales.
 - Los **protocolos de RM** recomendados incluyen secuencias ponderadas en T1, T2 y difusión, con estudio dinámico tras contraste.
- El seguimiento precoz es especialmente importante, ya que la mayoría de enfermedad residual y recidivas se detectan en los 3 primeros meses.



Se recomienda:

- **Control precoz** (24–72 h) con **ecografía con contraste** para descartar realce residual → Si disponible.
- **TC multifásico al mes** del tratamiento (preferentemente con TC espectral).
- Seguimiento a los **6 y 12 meses**, y posteriormente **anual hasta 5 años** (más prolongado si alto riesgo de recidiva).

CONCLUSIÓN

- Las técnicas de ablación percutánea representan una opción de tratamiento mínimamente invasiva eficaz para pacientes seleccionados con **masas renales pequeñas**.
 - Se espera que su uso aumente en los próximos años.
 - Es fundamental la **adecuada selección** de los pacientes candidatos y de la modalidad de ablación, teniendo en cuenta las características particulares de cada técnica.
 - En los estudios de seguimiento postratamiento, se observa un **amplio espectro de hallazgos** de imagen esperables, que evolucionan con el tiempo.
 - Conocer estos hallazgos normales es esencial para una interpretación correcta y permite la identificación de signos sospechosos de enfermedad residual o recidivas tumorales.
-

REFERENCIAS

- Aveta A, Iossa V, Spena G, Conforti P, Pagano G, Dinacci F, Verze P, Manfredi C, Ferro M, Lasorsa F, et al. Ablative treatments for small renal masses and management of recurrences: a comprehensive review. *Life*. 2024;14(4):450
 - Grand T, Delavaud C, Dariane C, Ramtohul T, Guinebert S, Hélénon O, Mejean A, Timsit MO, Correas JM, Bodard S. Contrast enhancement early after renal malignancy cryoablation: imaging findings associated with benignity. *Eur Radiol*. 2023; Dec;33(12):8703-8714.
 - Cernic S, Marrocchio C, Ciabattini R, Fiorese I, Stacul F, Giudici F, Rizzo M, Cova MA. Percutaneous CT-Guided Renal Cryoablation: Technical Aspects, Safety, and Long-Term Oncological Outcomes in a Single Center. *Medicina*. 2021; 57(3):291.
 - Tahir F, Moss J, Heidenreich A, Leslie S, Wah T. Percutaneous image-guided cryoablation of small renal masses: a 10-year single-centre experience. *Clin Radiol*. 2021;76(1):71.e9-71.e15.
 - Lee HJ, Chung HJ, Wang HK, Shen SH, Chang YH, Chen CK, Chou HP, Chiou YY. Evolutionary magnetic resonance appearance of renal cell carcinoma after percutaneous cryoablation. *Br J Radiol*. 2016 Sep;89(1065):20160151.
 - Obellianne J, De Marini P, Cazzato RL, Dalili D, Garnon J, Koch G, Weiss J, Autrusseau PA, Lang H, Gangi A. Role of MRI at 1- and 3-Month Follow-up in Predicting the Likelihood of Tumor Recurrence Following Percutaneous Cryoablation of Renal Tumors. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2023 Jun;46(6):777-785.
 - Lum MA, Shah SB, Durack JC, Nikolovski I. Imaging of Small Renal Masses before and after Thermal Ablation. *Radiographics*. 2019 Nov-Dec;39(7):2134-2145.
 - ACR Appropriateness Criteria® Post-Treatment Follow-Up and Active Surveillance of Clinically Localized Renal Cell Carcinoma: 2021 Update. Expert Panel on Urological
 - Imaging, Purysko AS, Nikolaidis P, et al. *Journal of the American College of Radiology: JACR*. 2022;19(5S):S156-S174.
-