



## **Ablación percutánea de tumores abdominales**

### **Estándar del procedimiento**

#### **1. Concepto y descripción**

La resección es el tratamiento de elección con el mejor resultado a largo plazo en pacientes con cáncer hepático o renal. Sin embargo, la mayoría de los pacientes con tumores hepáticos y muchos de los pacientes con tumores renales no son candidatos para la cirugía. Los tumores pueden ser inoperables debido a factores relativos al propio tumor, los antecedentes del paciente o la presencia de comorbilidades que impiden la cirugía.

Durante la última década se han desarrollado una serie de nuevos métodos menos invasivos entre los que se encuentra la ablación percutánea, que permite el tratamiento local con una menor morbilidad y mortalidad. Este enfoque permite aumentar el número de pacientes que son candidatos para recibir tratamiento. Las técnicas de ablación puede, además, usarse en combinación con la resección.

Estas técnicas pueden ser divididas en varias categorías dependiendo de su método de suministro de energía o su modo de acción e incluyen principalmente las que calientan el tejido, como la ablación por radiofrecuencia (RF) o por microondas, o la crioblación. La radiofrecuencia es el más ampliamente utilizado y es al que hace referencia este estándar de principalmente.

## **2. Indicaciones**

### ***a.- Hígado***

- **Carcinoma hepatocelular**

- Carcinoma hepatocelular precoz y muy precoz cuando los pacientes no son candidatos para resección o trasplante de hígado. Es el tratamiento de elección en estos casos. Los pacientes deben tener un tumor único menor a 3 cm o hasta tres nódulos menores de 3 cm cada uno, sin evidencia de invasión vascular o diseminación extrahepática, performance status de 0 y cirrosis hepática en estadio A ó B de Child-Pugh. En estos casos, se considera un tratamiento curativo.

- Tumores con diámetros superiores a los 3 cms. Aunque los resultados son peores, se pueden tratar tumores de mayor tamaño realizando ablaciones solapadas o con electrodos expansibles.

- **Metástasis hepáticas**

- Pacientes no quirúrgicos con metástasis de cáncer colorrectal limitadas al hígado. Algunos pacientes seleccionados con metástasis hepatopulmonares aisladas pueden ser candidatos a ablación por RF hepática si la afectación extrahepática puede ser curada. El número de lesiones no debe ser considerada como una contraindicación absoluta para la ablación por radiofrecuencia si se prevé el tratamiento con éxito de todos los nódulos metastásicos. No obstante, se recomienda el tratamiento en pacientes con menos de seis lesiones.

- Pacientes no quirúrgicos con metástasis hepáticas de tumores neuroendocrinos y de mama.

- Pacientes con recidiva local tras cirugía.

- Tratamiento combinado con la cirugía para permitir reservar hígado suficiente.

- Se puede considerar la ablación por RF de metástasis durante un cierto tiempo de espera antes de la cirugía con el fin de verificar si aparecen nuevas lesiones durante el mismo ("test of time").

### ***b.- Riñón***

- Pacientes monorrenos
- Pacientes con carcinoma renal bilateral (especialmente con aquellos que presentan una tendencia familiar como ocurre en la enfermedad de von Hippel Lindau o en la forma familiar del cáncer papilar).
- Pacientes no candidatos a cirugía por su co-morbilidad.
- Pacientes que rechazan la cirugía.
- Pacientes de más de 75 años, en los que la nefrectomía total no obtiene mejores resultados que el tratamiento sintomático en cuanto a supervivencia.
- Pacientes con CCR metastático con objeto de aliviar el síndrome paraneoplásico (hematuria, dolor, hipercalcemia...), junto a otros tratamientos (embolización selectiva, antiangiogénicos, inmunoterapia...).
- Los mejores resultados se obtienen con CCR < 4 cms. (T1a N0 M0) y de localización exofítica. Los resultados son peores conforme aumenta el tamaño tumoral.

### **3. Contraindicaciones**

#### ***a.- Absolutas***

- Ausencia de visualización del tumor por ecografía ó TC.
- Coagulopatía no corregible (Plaquetas<50.000/mm<sup>3</sup>; Actividad de Protrombina<50%)
- Imposibilidad de acceder al tumor de forma segura.

#### ***b.- Relativas***

##### **• Hígado**

- Enfermedad diseminada.
- Dilatación de las vías biliares intrahepáticas

- Tumor localizado a menos de 1 cm del hilio hepático por riesgo de lesión del conducto biliar principal (que conlleva estenosis tardía de la vía biliar principal), o de hemoperitoneo (por lesión de la arteria hepática o de la vena porta).
- Localización exofítica del tumor (riesgo de siembra tumoral y hemoperitoneo).
- Lesiones localizadas muy próximas a la superficie del hígado dado que se asocian a un mayor riesgo de complicaciones.
- Lesiones adyacentes a cualquier tramo del tracto gastrointestinal por el mayor riesgo de perforación, especialmente a nivel de colon. El uso de técnicas de hidrodissección (como la inyección intraperitoneal de suero glucosado al 5%, o gas para desplazar el intestino) es una alternativa en estos casos.
- Lesiones adyacentes a la vesícula biliar. Su tratamiento es factible, aunque casi siempre asociado con colecistitis iatrogénica autolimitada (no siempre sintomática).
- Lesiones adyacentes a grandes vasos. El flujo sanguíneo protege la pared vascular de la lesión térmica existiendo un mayor riesgo de ablación incompleta por el “efecto del sumidero del calor” (“heat sink effect”).

- **Riñón**

- Tumores localizados próximos al seno renal (< 1 cm.) por el riesgo de producir hemorragia severa o lesión de la vía urinaria (estenosis tardías, fístulas urinarias...). Como maniobra de protección en estos pacientes se puede colocar un catéter endourológico por cistoscopia en la pelvis renal para infundir suero frío continuo durante el calentamiento, aunque se corre el riesgo de ablación incompleta por el “efecto sumidero de calor” que produce esta maniobra.
- Tumores próximos (< 1 cm.) a órganos abdominales como intestino, bazo y glándulas suprarrenales. Como maniobras de protección en estos casos se puede movilizar al paciente, utilizar el electrodo-aguja como palanca (desplazando al riñón del órgano “amenazado”), usar un termopar o realizar una maniobra de hidrodissección instilando suero glucosado al 5%, o gas en el espacio perirrenal.

## **4. Requisitos estructurales**

### **4.1.- Personal**

#### **4.1.1.- Médico responsable**

Este tipo de procedimientos son intervenciones percutánea de riesgo y guiadas por técnicas de imagen, por lo que se requiere que el médico responsable tenga como mínimo la siguiente capacitación:

- Médico Especialista
- Haber realizado al menos 1 año de formación en la realización de punciones percutáneas guiadas con imagen. Durante este periodo debe haber realizado al menos 50 procedimientos de punción de órganos abdominales, de los cuales al menos 25 deberán haber sido como primer operador, y haber participado en 5 radiofrecuencias, con al menos una como primer operador.
- El Médico responsable del procedimiento deberá tener conocimientos suficientes sobre:
  - Indicaciones y contraindicaciones de la intervención
  - Conocimiento de la anatomía y fisiología del órgano a tratar.
  - Las complicaciones y su manejo
  - Analgesia, sedación y técnicas de monitorización y resucitación cardiopulmonar
  - Interpretación, proceso y manejo de las diferentes técnicas de imagen requeridas para guiar el procedimiento.
  - Farmacología de los medios de contraste necesarios y manejo de sus complicaciones.
  - Técnica del procedimiento y material a utilizar.
  - Diferentes opciones de tratamiento radiológico y no radiológico

El profesional que dirija este tipo de procedimientos deberá mantener su competencia en su realización practicando al menos 10 procedimientos anuales. En

caso de perder práctica deberá realizar un periodo de reciclaje realizando la técnica con supervisión.

#### **4.1.2. Otro personal médico**

Al ser la ablación térmica un procedimiento doloroso y con potenciales complicaciones graves es necesaria la presencia de un Médico Especialista en Anestesiología durante la intervención.

Dado que esta intervención es compleja, laboriosa y prolongada es conveniente la presencia de otro médico colaborador. Igualmente, es pertinente la presencia de otros médicos para cumplir con los requisitos de la formación de residentes o de otros especialistas.

#### **4.1.3. Personal sanitario auxiliar**

Al ser un procedimiento que se realiza bajo sedación profunda o anestesia general con intubación se requiere la presencia de dos enfermeros que deberán ocuparse de los cuidados del paciente previos y posteriores al procedimiento, de monitorizarlo y prestar ayuda en caso de complicaciones y para manipular el aparato de RF. Asimismo se necesitará un TER para manejar el aparato de TC (en caso de ser ésta la modalidad de imagen elegida para guiar el procedimiento).

### **4.2. Medio físico**

La ablación por RF puede realizarse con control de ecografía, TC ó RM, por lo que la sala donde se realice el procedimiento debe ser tecnológicamente avanzada para garantizar el éxito de la intervención y contar con:

- Aparato de anestesia que debe estar chequeado periódicamente para garantizar su correcto funcionamiento
- Equipo de resucitación cardiopulmonar con idénticos requisitos.
- Carro de medicamentos para anestesia general, sedación profunda, antibioterapia, resucitación cardio-pulmonar, etc. según las indicaciones realizadas por el servicio de Anestesiología

Además de los requisitos mencionados y dado que este tipo de procedimiento precisa de una preparación previa del paciente debe contarse también con:

- Un área apropiada adyacente a la sala/quirófano donde preparar al paciente antes del procedimiento y para su vigilancia posterior. Esta área debe contar con personal y equipo apropiado para resolver cualquiera de las posibles complicaciones agudas ocurridas tras el procedimiento.
- Acceso inmediato a un equipo de resucitación de emergencia, incluyendo fármacos. Este equipamiento debe ser chequeado periódicamente para comprobar que está completo y actualizado.
- Medicación apropiada para el tratamiento de las posibles complicaciones agudas.
- Apoyo en un tiempo razonable por parte de un equipo quirúrgico en caso de complicaciones agudas severas.

### **c. Material**

- Material general para cualquier punción percutánea: aguja de bisturí, anestésico local (si se realiza el procedimiento con sedación profunda), antisépticos locales, etc.

- Material de conservación de muestras (formol, etc.) en caso de realizar biopsia pre-ablación, según las indicaciones del servicio de Anatomía Patológica.

- Amplio surtido de diferentes electrodo-aguja para realizar con garantías de ablación completa el procedimiento y siempre según las características de cada tumor. Los electrodos suelen ser de 14-15G, pueden ser monopolares o bipolares y pueden tener diferentes diseños:

- *Electrodo monopolar*: sólo hay un electrodo-aguja activo.
- *Electrodo bipolar*: hay dos electrodo-aguja activos que se colocan en proximidad.
- *Electrodo expansible*: Electrodo-aguja principal del que salen diferentes agujas a modo de paraguas que se expanden hasta un diámetro seleccionado.

- *Electrodo internamente enfriado:* el electrodo-aguja tiene un circuito interna de líquido circulante que enfría la punta de la aguja.
- *Electrodo perfundido:* la punta del electrodo-aguja tiene pequeñas aberturas que permiten la salida al tejido tumoral de una solución salina, la cual favorece la transmisión del calor.

## **5.- Descripción del procedimiento y sus variables**

La ablación por RF consiste en la aplicación por un electrodo-aguja de 14-15G de una corriente alterna electromagnética a un tejido que provoca una agitación de los iones tisulares y produce calor por fricción; el efecto inmediato a nivel celular es su necrosis por coagulación. Esta corriente está suministrada por un generador que suministra 375-500 MHz y la temperatura ideal para conseguir el efecto son 90°C-120°C. El circuito se cierra mediante unas paletas de dispersión colocadas en los muslos habitualmente. Este electrodo-aguja se colocará en el tumor de forma percutánea o durante la cirugía (abierta o por laparoscopia), con control de técnicas de imagen: fundamentalmente la ecografía y la TC.

La ablación por microondas utiliza igualmente un emisor de microondas en forma de aguja. Genera microondas con frecuencias en el rango de 900-2,450 MHz. Dentro de este campo electromagnético, las moléculas polares se alinean en la dirección de la corriente. A medida que la cambia de dirección constantemente, este reajuste continuo provoca un efecto de calentamiento, y la energía electromagnética induce la muerte celular por necrosis coagulativa. No necesita electrodos de difusión, pero actúa igualmente calentando el tejido alrededor de la aguja. También se puede realizar por vía percutánea, laparoscópica o durante la cirugía abierta.

Por su parte, la crioterapia se basa en la rápida formación de cristales de hielo intracelular, que da lugar a daño celular directo. Además, la hipoxia secundaria a la ruptura de las estructuras microvasculares circundantes induce la destrucción celular. Se utilizan agujas que se introducen en el tumor y que, mediante gases o por sistemas de expansión del gas circulante, permiten alcanzar temperaturas de hasta -40 ° C. Mediante ciclos repetidos de congelación y deshelado del tejido se consigue la necrosis y la destrucción irreversible del tejido. La destrucción de las células es



directamente proporcional a la rapidez y la duración de la congelación y la velocidad de descongelación.

Para conseguir una ablación completa es necesario tratar un margen de ablación tumoral de al menos 1 cm. mayor al diámetro tumoral.

La ablación se puede realizar con sedación profunda o con anestesia general

## **6. Cuidados del paciente**

### **6.1.- Evaluación previa al procedimiento**

1. Una vez que el equipo multidisciplinar decide realizar la ablación, el médico responsable debe citar previamente al paciente en Consulta Externa para explicarle el procedimiento, sus riesgos y beneficios así como otras opciones terapéuticas.
2. Este equipo debe disponer de una hoja de consentimiento informado detallado que el paciente debe conocer y firmar antes de la intervención.
3. Todo paciente que va a ser sometido a ablación debe ser sometido a una evaluación preanestésica por un médico especialista en Anestesiología que garantice la posibilidad de la intervención y los requisitos necesarios. La antibioterapia previa al procedimiento no es obligatoria sino a discreción del equipo médico.
4. Los médicos que van a realizar la intervención deben disponer de todas las imágenes adquiridas al paciente para planificar correctamente el tratamiento.

### **6.2.- Monitorización y guía del procedimiento**

La ablación debe realizarse con el paciente monitorizado y siguiendo las más estrictas medidas de asepsia. La punción de la lesión se puede realizar con guía de ecografía, tomografía computarizada o resonancia magnética y dependerá en gran medida de la visibilidad del tumor, experiencia y preferencia del operador y la disponibilidad hospitalaria de equipos especializados como TC- fluoroscopia ó sistemas abiertos de RM.

En caso de realizar la intervención con guía de TC se tomarán las medidas necesarias para que la exposición del personal y del paciente a las radiaciones ionizantes sean lo más bajas posibles, siguiendo el criterio ALARA.

### **6.3.- Evaluación post-tratamiento y seguimiento**

#### Valoración postprocedimiento inmediata

1. Se deberá incluir una hoja de enfermería donde se reflejen las incidencias ocurridas durante la intervención. También se anotará en la historia clínica del paciente la descripción de la intervención, los materiales empleados y las complicaciones si las hubiera, así como las instrucciones post-intervención.
2. Los pacientes deben permanecer en reposo absoluto durante el ingreso, con toma de constantes cada 8 horas y a dieta absoluta hasta 8 horas post-intervención.
3. En caso de no ocurrir complicaciones, los pacientes se podrán ir de alta a las 24 horas, permaneciendo en observación hospitalaria durante ese tiempo.
4. La administración analgesia se pautará en función de lo observado durante el procedimiento. Es conveniente pautar analgésicos intravenosos en las primeras horas después del procedimiento.

#### Valoración posterior:

La TC ó la RM con contraste i.v. realizadas a las 4-6 semanas del tratamiento son las únicas modalidades de elección para valorar la respuesta inicial a la ablación. Se considera respuesta completa (necrosis completa) cuando no hay ningún área intratumoral que se realce tras la administración del contraste (< 10-20 UH).

En los primeros controles de imagen puede observarse un anillo peritumoral de captación concéntrico, simétrico y de bordes lisos, transitorio y que representa hiperemia reactiva y, posteriormente, fibrosis y reacción inflamatoria con células gigantes. Este realce benigno debe ser diferenciado del realce periférico irregular, excéntrico y nodular producido por un resto tumoral.

La ecografía con ecopotenciadores realizada al final del procedimiento puede evaluar inicialmente el efecto de la ablación aunque es obligatorio el seguimiento

con TC ó RM con contraste i.v. para detectar progresión tumoral local, aparición de nuevos focos tumorales intrahepáticos o afectación extrahepática.

Un protocolo de seguimiento con estas técnicas puede ser realizarlas a 3-6-9-12 meses tras la ablación y posteriormente a intervalos de 6 meses durante 3 años. El hecho de realizar un seguimiento más intensivo durante el primer año es porque durante este período son más frecuentes las recidivas locales.

## **7.- Informe**

Se debe emitir siempre un informe del procedimiento, en el que se harán constar:

- Hallazgos en las técnicas de imagen.
- Descripción del procedimiento
- Vía de abordaje
- Materiales empleados
- Resultado inicial
- Las complicaciones o efectos adversos si los hubiera
- Cualquier incidencia o información pertinente.

Así mismo toda la información debe quedar anotada en la historia clínica con las instrucciones postprocedimiento

## **8.- Complicaciones**

### **1.Hígado**

Las complicaciones mayores iniciales asociadas con la RF se producen en 0,9%-5% de los pacientes e incluyen: sangrado intraperitoneal, absceso hepático, perforación intestinal, neumo / hemotórax, estenosis del conducto biliar, quemaduras de piel y la siembra del tumor por el tracto de la aguja sobre todo en tumores subcapsulares (0,5%). La tasa de mortalidad del procedimiento es 0,1-0,5% La tasa de complicaciones menores varía del 5% al 8,9%.

Tabla 1. Tasa de complicaciones mayores con ARF hepática

Complicaciones mayores	Tasa recogida	Tasa aceptable
Hemorragia severa	1%	2%
Perforación intestinal	0.3%	0.6%
Absceso	0.3%	0.6%
Hemotórax	0.1%	0.2%
Diseminación tumoral	0.5%	1%
Descompensación hepática	0.3%	0.6%
Lesión biliar	0.1%	0.2%
Quemaduras piel	0.1%	0.2%
Muerte	0.5%	1%

## 2. Renal

La incidencia de complicaciones mayores es menor al 3% de los pacientes e incluyen: hemorragia (hematuria –en tumores centrales- o perirrenal –en tumores exofíticos-), lesión de la vía urinaria (fistulas o estenosis), quemadura de los órganos de vecindad (intestino, bazo, páncreas o suprarrenales), dolor persistente/parestesias en la zona lumbar (por lesión del nervio genito-femoral), neumotórax, quemaduras en la piel y diseminación tumoral por el tracto de la aguja.

Las complicaciones menores suponen menos del 6% de los casos.

Tabla 2. Tasa de complicaciones mayores con ARF renal

Complicaciones mayores	Tasa recogida	Tasa aceptable
Hemorragia severa	1%	2%
Lesión vía urinaria	2%	4%
Perforación intestinal	0,5%	1%
Dolor lumbar	1%	2%
Neumotórax	1%	2%

## **9.- Control de calidad**

### ***a.- Hígado:***

#### **Eficacia de la técnica:**

La ablación por RF debe conseguir necrosis completa en tumores de menos de 3 cms. en el 80% de los hepatocarcinomas y el 75% de las metástasis en una sesión, alcanzando un 95% tras una segunda sesión.

#### **Supervivencia:**

Se deberá obtener una supervivencia del 50% a los 5 años para hepatocarcinomas de menos de 3 cms con buena función hepática.

Se deberá obtener una supervivencia del 25% a los 5 años para metástasis de menos de 3 cms.

#### **Complicaciones:**

Los objetivos se han señalado en el apartado de complicaciones.

### ***a.- Riñón:***

## **Resultados clínicos: Carcinoma de células renales – control de calidad**

#### **Eficacia de la técnica:**

La ablación por RF debe conseguir necrosis completa en tumores T1a en el 90% de los tumores.

#### **Supervivencia:**

Se deberá obtener una supervivencia libre de recurrencia a 3 años de más del 90% para tumores T1a.

#### **Complicaciones:**

Los objetivos se han señalado en el apartado de complicaciones.

## **7.- Bibliografía recomendada**

1. Bruix J, Sherman M, Llovet JM. EASL Panel of Experts on HCC. Clinical management of hepatocellular carcinoma. Conclusions of the Barcelona-2000 EASL conference. European Association for the Study of the Liver. *J Hepatol.* 2001; 35:421–30.
2. Bruix J, Sherman M. Management of hepatocellular carcinoma. *Hepatology* 2005; 42:1208–36.
3. Stang A, Fischbach R, Teichmann W, Bokemeyer C, Braumann D. A systematic review on the clinical benefit and role of radiofrequency ablation as treatment of colorectal liver metastases. *Eur J Cancer.* 2009[Epub ahead of print]..
4. Lencioni R, Allgaier HP, Cioni D. Small hepatocellular carcinoma in cirrhosis: randomized comparison of radiofrequency thermal ablation versus percutaneous ethanol injection. *Radiology* 2003; 228:235–40.
5. Lin SM, Lin CJ, Lin CC. Radiofrequency ablation improves prognosis compared with ethanol injection for hepatocellular carcinoma < or =4 cm. *Gastroenterology* 2004; 127:1714–23.
6. Shiina S, Teratani T, Obi S. A randomized controlled trial of radiofrequency ablation versus ethanol injection for small hepatocellular carcinoma. *Gastroenterology* 2005;129:122–30.
7. Lin SM, Lin CJ, Lin CC, Hsu CW, Chen YC. Randomised controlled trial comparing percutaneous radiofrequency thermal ablation, percutaneous ethanol injection, and percutaneous acetic acid injection to treat hepatocellular carcinoma of 3 cm or less. *Gut* 2005; 54:1151–6.
8. Brunello F, Veltri A, Carucci P, et al. Radiofrequency ablation versus ethanol injection for early hepatocellular carcinoma: a randomized controlled trial. *Scand J Gastroenterol.* 2008; 43:727–35.
9. Lu DS, Yu NC, Raman SS, et al. Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: treatment success as defined by histologic examination of the explanted liver. *Radiology* 2005; 234:954–60.
10. Orlando A, Leandro G, Olivo M, Andriulli A, Cottone M. Radiofrequency thermal ablation vs. percutaneous ethanol injection for small hepatocellular carcinoma in cirrhosis: metaanalysis of randomized controlled trials. *Am J Gastroenterol.* 2009; 104:514-24.

11. Cho YK, Kim JK, Kim MY, Rhim H, Han JK . Systematic review of randomized trials for hepatocellular carcinoma treated with percutaneous ablation therapies. *Hepatology* 2009; 49:453-9.
12. Lencioni R, Cioni D, Crocetti L. Early-stage hepatocellular carcinoma in cirrhosis: long-term results of percutaneous image-guided radiofrequency ablation. *Radiology* 2005; 234:961–7.
13. Tateishi R, Shiina S, Teratani T. Percutaneous radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. *Cancer* 2005; 103:1201–9.
14. Cabassa P, Donato F, Simeone F. Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: long-term experience with expandable needle electrodes. *Am J Roentgenol.* 2006; 185:S316–21.
15. Choi D, Lim HK, Rhim H. Percutaneous radiofrequency ablation for early stage hepatocellular carcinoma as a first- line treatment: long-term results and prognostic factors in a large single-institution series. *Eur Radiol.* 2007; 17:684–92.
16. Takahashi S, Kudo M, Chung H. Initial treatment response is essential to improve survival in patients with hepatocellular carcinoma who underwent curative radiofrequency ablation therapy. *Oncology* 2007; 72:S98-S103.
17. Hiraoka A, Horiike N, Yamashita Y. Efficacy of radiofrequency ablation therapy compared to surgical resection in 164 patients in Japan with single hepatocellular carcinoma smaller than 3 cm, along with report of complications. *Hepatogastroenterology* 2008; 55:2171–4.
18. Lencioni R, Goletti O, Armillotta N. Radio-frequency thermal ablation of liver metastases with a cooled-tip electrode needle: results of a pilot clinical trial. *Eur Radiol.* 1998; 8:1205–11.
19. Solbiati L, Goldberg SN, Ierace T. Hepatic metastases:percutaneous radiofrequency ablation with cooled-tip electrodes. *Radiology* 1997;205:367–73
20. De Baere T, Elias D, Dromain C. Radiofrequency ablation of 100 hepatic metastases with a mean follow-up of more than 1 year. *Am J Roentgenol.* 2000;175:1619–25.
21. Helmberger T, Holzknacht N, Schopf U. Radiofrequency ablation of liver metastases. Technique and initial results. *Radiologe* 2001;41:69–76.
22. Solbiati L, Livraghi T, Goldberg SN. Percutaneous radio-frequency ablation of hepatic metastases from colorectal cancer: long-term results in 117 patients. *Radiology* 2001;221:159–66.

23. Lencioni R, Crocetti L, Cioni D. Percutaneous radiofrequency ablation of hepatic colorectal metastases. Technique, indications, results, and new promises. *Invest Radiol.* 2004;39:689-97.
24. Gillams AR, Lees WR. Radio-frequency ablation of colorectal liver metastases in 167 patients. *Eur Radiol.* 2004;14:2261-7.
25. Machi J, Oishi AJ, Sumida K. Long-term outcome of radiofrequency ablation for unresectable liver metastases from colorectal cancer: evaluation of prognostic factors and effectiveness in first- and second-line management. *Cancer J.* 2006; 12:318-26.
26. Jackobs TF, Hoffmann RT, Trumm C. Radiofrequency ablation of colorectal liver metastases: mid-term results in 68 patients. *Anticancer Res.* 2006; 26:671-80.
27. Sorensen SM, Mortensen FV, Nielsen DT. Radiofrequency ablation of colorectal liver metastases: long-term survival. *Acta Radiol.* 2007; 48:253-8.
28. Veltri A, Sacchetto P, Tosetti I, Pagano E, Fava C, Gandini G. Radiofrequency ablation of colorectal liver metastases: small size favorably predicts technique effectiveness and survival. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2008; 31:948-56.
29. Gillams AR, Lees WR. Five-year survival following radiofrequency ablation of small, solitary, hepatic colorectal metastases. *J Vasc Interv Radiol.* 2008; 19:712-7.
30. Ruers T, van Coevorden F, Pierie J. Radiofrequency ablation combined with chemotherapy for unresectable colorectal liver metastases: interim results of a randomised phase II study of the EORTC-NCRI CCSG-ALM Intergroup 40004 (CLOCC). *J Clin Oncol.* 2008. 26(May 20 suppl):abstr 4012.
31. Livraghi T, Solbiati L, Meloni MF. Treatment of focal liver tumors with percutaneous radio-frequency ablation: complications encountered in a multicentre study. *Radiology* 2003; 26:441-51.
32. De Baere T, Risse O, Kuoch V. Adverse events during radiofrequency treatment of 582 hepatic tumors. *Am J Roentgenol.* 2003;181:695-700.
33. Bleicher RJ, Allegra DP, Nora DT. Radiofrequency ablation in 447 complex unresectable liver tumors: lessons learned. *Ann Surg Oncol.* 2003;10:52-8.
34. Llovet JM, Vilana R, Bru C. Barcelona Clinic Liver Cancer (BCLC) Group. Increased risk of tumor seeding after percutaneous radiofrequency ablation for single hepatocellular carcinoma. *Hepatology* 2001; 33:1124-29.
35. Crocetti L, de Baere T, Lencioni R. Quality improvement guidelines for radiofrequency ablation of liver tumors. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2010; 33:11-7.



36. McWilliams JP, Yamamoto S, Raman SS, Loh CT, Lee EW, Liu DM, et al. Percutaneous Ablation of Hepatocellular Carcinoma: Current Status. *J Vasc Interv Radiol.* 2010; 21:S204–S213.
37. Flanders VL, Gervais DA. Ablation of Liver Metastases: Current Status. *J Vasc Interv Radiol.* 2010; 21:S214–S22.
38. Hines-Peralta A, Goldberg SN. Review of radiofrequency ablation for renal cell carcinoma. *Clin Cancer Res.* 2004;10:6328S-6334S.
39. Zagoria RJ. Imaging-guided radiofrequency ablation of renal masses. *Radiographics* 2004; 24:S59-S71.
40. Gervais DA, McGovern FJ, Arellano RS, McDougal WS, Mueller PR. Renal cell carcinoma: clinical experience and technical success with radio-frequency ablation of 42 tumors. *Radiology* 2003;226:417–24.
41. Zagoria RJ, Hawkins AD, Clark PE, et al. Percutaneous CT-guided radiofrequency ablation of renal neoplasms: factors influencing success. *Am J Roentgenol.* 2004; 183:201–7.
42. 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. *Am J Roentgenol.* 2005; 185:64–71.
43. Gervais DA, Arellano RS, McGovern FJ, McDougal WS, Mueller PR. Radiofrequency ablation of renal cell carcinoma: part 2, Lessons learned with ablation of 100 tumors. *Am J Roentgenol.* 2005;185:72-80.
44. Matsumoto ED, Johnson DB, Ogan K, Trimmer C, Sagalowsky A, Margulis V, et al. Short-term efficacy of temperature-based radiofrequency ablation of small renal tumors. *Urology* 2005; 65:877–81.
45. Veltri A, Calvo A, Tosetti I, et al. Experiences in us-guided percutaneous radiofrequency ablation of 44 renal tumors in 31 patients: analysis of predictors for complications and technical success. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2006; 29:811–8.
46. Breen DJ, Rutherford EE, Stedman B, Roy-Choudhury SH, Cast JEI, Hayes MC, et al. Management of renal tumors by image-guided radiofrequency ablation: Experience in 105 tumors. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2007; 30:936–42.
47. Zagoria RJ, Traver MA, Werle DM, Perini M, Hayasaka S, Clark PE. Oncologic efficacy of CT-guided percutaneous radiofrequency ablation of renal cell carcinomas. *Am J Roentgenol.* 2007; 189: 429-36.

48. Rouvière O, Badet L, Murat FJ, Maréchal JM, Colombel M, Martin X, et al. Radiofrequency ablation of renal tumors with an expandable multitined electrode: results, complications, and pilot evaluation of cooled pyeloperfusion for collecting system protection. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2008;31:595-603.
49. Levinson AW, Su LM, Agarwal D, Sroka M, Jarrett TW, Kavoussi LR, Solomon SB. Long-term oncological and overall outcomes of percutaneous radio frequency ablation in high risk surgical patients with a solitary small renal mass. *J Urol*. 2008; 180:499-504.
50. Del Cura JL, Zabala, R, Iriarte I, Unda M. Treatment of Renal Tumors by Percutaneous Ultrasound-Guided Radiofrequency Ablation Using a Multitined Electrode: Effectiveness and Complications. *Eur Urol*. 2010; 57:459–65.
51. Uppot RN, Silverman SG, Zagoria RJ, Tuncali K, Childs DD, Gervais DA. Imaging-Guided Percutaneous Ablation of Renal Cell Carcinoma: A Primer of How We Do It. *Am J Roentgenol*. 2009; 192:1558–70.
52. Ogan K, Cadeddu JA. Re: The uncertainty of radio frequency treatment of renal cell carcinoma: findings at immediate and delayed nephrectomy. *J Urol*. 2002; 167:2128.
53. Breen DJ, Railton NJ. Minimally invasive treatment of small renal tumors: trends in renal cancer diagnosis and management. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2010; 33:896-908.
54. Rutherford EE, Cast JEI, Breen DJ. Immediate and long-term CT appearances following radiofrequency ablation of renal tumors. *Clin Radiol*. 2008; 63:220-30.
55. Hoeffel C, Pousset M, Timsit MO, Elie C, Méjean A, Merran S, et al. Radiofrequency ablation of renal tumours: diagnostic accuracy of contrast-enhanced ultrasound for early detection of residual tumour. *Eur Radiol*. 2010; 20: 1812–1821.
56. Lyrdal D, Andersson M, Hellstrom M, Sternal J, Lundstam S. Ultrasound-guided percutaneous radiofrequency ablation of small renal tumors: Clinical results and radiological evolution during follow-up . *Acta Radiologica* 2010;7:808-18.
57. Jacobson K, Ahrar K, Wood CG, Matin SF. Is radiofrequency ablation safe for solitary kidneys? *Urology* 2007; 819-23.
58. Stern JM, Svatek R, Park S, Hermann M, Lotan Y, Sagalowsky AI, et al. Immediate comparison of partial nephrectomy and radiofrequency ablation for clinical T1a renal tumors. *BJU Int*. 2007; 100:287-90.
59. Tracy CR, Raman JD, Donnally C, Trimmer CK, Cadeddu JA. Durable oncologic outcomes after radiofrequency ablation. *Cancer* 2010; 116:3135-42.

60. Thumar AB, Trabulsi EJ, Lallas CD, Brown DB. Thermal Ablation of Renal Cell Carcinoma:Triage, Treatment, and Follow-up. J Vasc Interv Radiol. 2010; 21:S233–S41

Autores

Ponente: Luis Zurera .

Revisión: José Luis del Cura, Elena Escalante, Rocío González, Hortensia Montes y Javier Blázquez.