Actas Urológicas Españolas

www.elsevier.es/actasuro

Original-Cáncer de riñón

Ablación con radiofrecuencia como alternativa de tratamiento para el tumor renal localizado

D. Gallego Vilar^{a,*}, I. José Povo Martín^a, J. Miralles Aguado^a, C. Garau Perelló^a, M. Bosquet Sanz^a, V. Gimeno Argente^a, M. Cifrián^b, J. García Vila^b y J. Gallego Gómez^a

^aServicio de Urología, Hospital General de Castellón, Castellón de la Plana, España

^bUnidad de Radiología Intervencionista, Hospital General de Castellón, Castellón de la Plana, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 29 de marzo de 2010

Aceptado el 17 de junio de 2010

Palabras clave:

Tumor renal

Radiofrecuencia

Tratamiento mínimamente invasivo

R E S U M E N

Introducción: Presentamos nuestra serie inicial de tumores renales tratados mediante radiofrecuencia (RF) continua percutánea y evaluamos la eficacia, la tolerabilidad y las complicaciones de la técnica.

Material y métodos: Revisión retrospectiva de los pacientes tratados en nuestro hospital con RF renal ecoguiada. Todos diagnosticados de tumor renal y no candidatos a cirugía por tumor bilateral, comorbilidad importante o rechazo al tratamiento quirúrgico. Utilizamos un generador Amitech® de 220W con una punta de electrodo de 3 cm, agujas de punta recta y en gancho. Los controles fueron realizados mediante una tomografía computarizada toracoabdominopélvica a las 24 h, a los 7 días, al mes, a los 3 meses y a los 6 meses, y cada 6 meses después.

Resultados: Se hallaron 11 tumores en 9 pacientes. La media de edad fue de 76 años (63-85). La media de tamaño tumoral fue de 3,5 cm (2,2-5,8). En 2 tumores se necesitó de quimioembolización previa y en otros dos se necesitó una nueva sesión de RF. Hubo 9 tumores con tratamiento considerado como eficaz. La media de seguimiento fue de 17,5 meses (3-52). Un paciente tuvo persistencia de enfermedad a los 3 meses con necesidad de nefrectomía radical laparoscópica y otros dos tuvieron metástasis pulmonares a los 26,5 meses de media. No hubo complicaciones relevantes clínicamente.

Conclusiones: En nuestra experiencia, estimamos que la RF es un tratamiento considerado como una alternativa para los tumores renales de estadio clínico T1 o T2 muy sintomáticos, en pacientes en los que no es posible la cirugía, con unos resultados aceptables a medio plazo, una buena tolerancia, un escaso consumo de recursos hospitalarios y un bajo índice de complicaciones.

© 2010 AEU. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dagalvi@hotmail.com (D. Gallego Vilar).

Radiofrequency ablation as an alternative treatment for organ confined renal tumor

A B S T R A C T

Keywords:

Renal tumor
Radiofrequency
Minimally invasive ablative techniques

Introduction: We report our early clinical experience associated with radiofrequency (RF) ablation in patients with renal cell carcinoma (RCC) and evaluate the efficacy, tolerability and complications.

Material and methods: Retrospective review of patients treated in our hospital with kidney ecoguide RF. All of them diagnosed with renal tumor and not candidates for surgery because of bilateral tumor, significant comorbidity or refusal to surgical treatment. We use an Amitech® 220 Watts generator with an electrode tip 3 cm. Straight knitting needles and hooks. Controls were performed with axial tomography at 24 h, 7 days, 1, 3 and 6 months and every 6 months thereafter.

Results: 11 tumors, 9 patients. The mean age was 76 years (63-85 years). The average tumor size was 3.5 cm (2,2-5,8 cm). In 2 tumors was needed prior chemoembolization. In other two new RF session was needed. 9 tumors with treatment considered effective. Mean follow-up was 17.5 months (3-52 months). One patient had local recurrence at 14 months and needed a laparoscopic radical nephrectomy and two patients developed lung metastases 41.5 months after RF. There were no clinically relevant complications.

Conclusions: In our experience, we believe that RF is considered an alternative treatment for renal tumors with clinical stage T1 or T2 very symptomatic in patients in whom surgery is not possible, with acceptable results in the medium term, a good tolerance, reduced consumption of hospital resources and low complication rate.

© 2010 AEU. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El carcinoma renal es el tercer tumor más común a nivel genitourinario y representa el 2% de todos los cánceres de adultos. Se calcula que en el próximo año la incidencia ascenderá a 54.390 nuevos casos y 13.010 muertes/año, siendo la enfermedad más letal de todos los tumores genitourinarios y el adenocarcinoma el subtipo histológico más prevalente (85%).

Desde 1950 la incidencia anual ha aumentado en un 130%, este incremento parece ser debido a la implantación de técnicas de imagen, como la ecografía y la tomografía computarizada (TC).

Los datos del estudio de la Sociedad Norteamericana de Vigilancia y Epidemiología muestran que el 54% de los tumores renales son organoconfinados, el 20% son localmente avanzados y el 25% de los pacientes tiene enfermedad diseminada en el momento del diagnóstico. Aproximadamente el 50% de los pacientes con enfermedad localizada desarrollará metástasis y la supervivencia cáncer específica a los 5 y a los 10 años es del 65 y del 56%, respectivamente¹.

La nefrectomía parcial o radical por enfermedad localizada de estadio T1a (4 cm o menos) consigue supervivencias cáncer específica a los 5 años por encima del 95%²⁻⁴.

Un metaanálisis que revisa los tumores clínicamente localizados determina una tasa de crecimiento medio global de 0,28 cm/año. Aunque las tasas de crecimiento varían considerablemente entre los informes, solo el 1% de las lesiones observadas se convertían en cáncer metastásico tras una mediana de seguimiento de casi 3 años⁵.

Las guías clínicas de la Asociación Europea de Urología recomiendan la cirugía conservadora para los tumores organoconfinados, cuyo tamaño y localización lo permitan.

En la actualidad existen otros tratamientos mínimamente invasivos alternativos a la cirugía que permiten tratar esta enfermedad⁵.

La ablación percutánea con radiofrecuencia (RF) térmica es un método que utiliza energía de alta frecuencia para inducir la muerte celular. La conducción de la RF causa fricción molecular, calor, desnaturalización y coagulación, con la consecuente necrosis tisular. Se ha utilizado para el tratamiento de tumores de órganos sólidos, principalmente hepáticos, desde 1990⁶⁻⁹.

Es un procedimiento ambulatorio que no requiere anestesia general o regional y con una mínima morbilidad¹⁰⁻¹².

Se introdujo en el campo de la urología en 1997 para el tratamiento de tumores renales en pacientes con enfermedad renal crónica y en la actualidad se considera como una alternativa de tratamiento para los tumores renales organoconfinados en pacientes no candidatos a tratamiento quirúrgico¹³⁻¹⁵.

Presentamos nuestra serie inicial de pacientes tratados mediante RF percutánea con motivo de tumor renal de estadio clínico T1 y/o T2.

Material y métodos

Selección de pacientes y criterios de inclusión

Revisión retrospectiva de los pacientes tratados con RF continua con motivo de tumor renal en el Hospital General de Castellón.

Todos los pacientes fueron diagnosticados de tumor renal sobre la base de estudios de imagen (ECO/TC y TC abdominal).

Asimismo, se ha realizado biopsia percutánea con aguja fina en los casos seleccionados (aquellos en los que el diagnóstico radiológico era dudoso).

Los criterios de inclusión de los pacientes han sido una comorbilidad importante con alto riesgo anestésico o quirúrgico, la negativa a someterse a cirugía y la presencia de tumor bilateral CCR.

Se ha evaluado el tiempo de protrombina, el tiempo de tromboplastina parcial, el recuento sanguíneo completo y el nivel de creatinina sérica antes y después de la RF en todos los casos.

El procedimiento se realizó tras la firma del consentimiento informado general y específico.

La localización del tumor para programar la RF se llevó a cabo siguiendo el siguiente esquema^{12,13}: se dividió en sentido cefalocaudal el riñón en tres tercios y, a su vez, cada uno de estos tercios en cuatro zonas (posteromedial, posterolateral, anteromedial y anterolateral), de modo que la posición de cada tumor fue categorizada sobre cada una de estas 12 áreas utilizando el área que contenía el mayor volumen de cada tumor. Sobre la base de este esquema clasificamos el tumor como exofítico, parenquimatoso y/o mixto, sobre el fundamento del esquema descrito previamente. Cuando un tumor estaba completamente rodeado por el parénquima renal sin contacto con la grasa perirrenal, se clasificaba como un tumor del parénquima. Los tumores en los que más del 25% del diámetro estaba en contacto con la grasa perirrenal fueron clasificados como exofíticos y aquellos que contactaban con el seno renal y la grasa perirrenal fueron clasificados como tumores mixtos.

Descripción de la técnica

Los pacientes han sido sometidos a ablación con RF percutánea ecoguiada bajo anestesia local con lidocaína al 2% en combinación con sedación suave y analgesia por vía intravenosa (i.v.) (midazolam y metamizol por vía i.v.).

Fueron colocados en decúbito lateral o modificados, de acuerdo con la localización del tumor. Todos requirieron ingreso hospitalario. Se ha utilizado un generador de 220 W (Amitech®) con una punta de electrodo de 3 cm de longitud.

La morfología de la punta de la aguja era elegida por el especialista, basándose en el tamaño del tumor y su ubicación.

La ablación se llevó a cabo en el período de tiempo recomendado por el fabricante (pulsos de 4-6 min).

Monitorizamos la temperatura del tejido durante todo el proceso, evitando en todo caso que cayera por debajo de los 50 °C.

Seguimiento de los pacientes

Para el seguimiento hemos realizado una TC abdominal con contraste a las 24 h, a los 7 días, al mes, a los tres y a los seis meses (figs. 1-3), y luego cada seis meses tras la realización de la técnica, evaluando la eficacia, las complicaciones y la necesidad de un nuevo tratamiento con RF (dependiendo de las imágenes de la TC al mes del tratamiento).

Figuras 1 y 2 – Imagen pretratamiento a los 7 días y a los 3 meses, respectivamente.

Figura 3 – Disminución de la captación de contraste respecto a la imagen pretratamiento.

Evaluación de la eficacia del tratamiento

La tasa de eficacia de la técnica se define como el porcentaje de tumores que se han logrado erradicar tras el procedimiento inicial o en períodos de sesiones adicionales al mes del tratamiento. La eficacia en la zona de ablación se definió como la disminución en la captación de contraste de la zona

respecto a su estado radiológico pretratamiento (es decir, <20 HU para la TC) observada por las imágenes radiológicas poco después de la ablación (fig. 3). Consideramos signos de benignidad la captación de contraste perilesional con una línea delgada, a círculos concéntricos en la TC con contraste i.v. tras el tratamiento, y, por otra parte, se definió mejora radiológica como la captación de contraste irregular, excéntrica, dispersa o nodular.

Análisis del procedimiento

Realizamos una recopilación de las características de los pacientes, la duración del procedimiento, la temperatura del proceso, el tiempo de ablación, la estancia hospitalaria, los requerimientos analgésicos tras el proceso y las complicaciones de la técnica a nivel periprocedural en el postoperatorio inmediato (primeras 24 h) y de forma tardía (en el siguiente mes).

Resultados

Entre enero de 2005 y enero de 2010 hemos tratado 11 tumores renales en 9 pacientes (5 mujeres y 4 hombres). La media de edad ha sido de 73,5 años (rango: 63-85).

De los 9 pacientes, 6 presentaron una comorbilidad importante (alto riesgo anestésico > 2), 2 presentaron tumores bilaterales y 1 presentó rechazo al tratamiento quirúrgico.

Todos los tumores biopsiados resultaron ser adenocarcinomas de células renales.

De los 11 tumores, 8 fueron exofíticos, 2 fueron del parénquima y 1 fue mixto (tabla 1).

La media de tamaño tumoral fue de 3,5 cm (2,2-5,8).

La media de duración del procedimiento fue de 78 min (rango: 32-85) y la duración de la RF como tal fue de 12 min en todos los casos.

Utilizamos un total de 18 agujas de 22 G con una longitud de 100,5 mm y una punta activa de 5 mm (Amitech®), 10 con punta recta y 8 con punta de gancho. La temperatura media fue de 53,2 °C (rango: 50,2-56,3).

Existió una elevación de la creatinina sérica respecto a los valores pretratamiento en 4 pacientes, con una media de elevación de 1,3 mg/dl (rango: 0,6-2,2) que se normalizó en las siguientes 48 h. Solo en un caso la creatinina permaneció elevada debido a enfermedad renal crónica preexistente. El resto de los parámetros analíticos no experimentaron alteraciones, salvo en un caso.

La media de seguimiento fue de 17,5 meses (rango: 3-52).

A lo largo del período de seguimiento, un total de 9 tumores (tasa de eficacia=81,8%) ha sido tratado de forma satisfactoria, 7 de ellos mediante una sola sesión de ablación; mientras que 2 tumores, en 2 pacientes, han requerido una nueva sesión, basándonos en las imágenes de la TC del primer mes. En dos casos se realizó una quimioembolización previa debido al tamaño tumoral (ambos tumores > 4 cm).

En las imágenes de la TC obtenidas durante el seguimiento se evidencia, en todos los casos, una reducción variable del tamaño de la lesión inicial con una media de reducción de tamaño de 2,7 cm (rango: 2,2-4,5) respecto a la imagen en la TC pretratamiento.

Identificamos un aumento del realce en la captación de contraste considerado como benigno en 5 tumores, que desapareció a los 58 días de media (rango: 24-72) (tabla 2).

Un tumor en un paciente presentó criterios de persistencia de lesión residual a los 3 meses y decidimos realizar nefrectomía radical laparoscópica ante la localización de este (cercano a la pelvis renal), no encontrando dificultad técnica durante la cirugía con motivo del tratamiento previo con RF.

Dos pacientes desarrollaron metástasis durante el seguimiento y, en ambos casos, fueron a nivel pulmonar, con una media de aparición de 26,5 meses (rango: 16-37).

Todos los pacientes permanecieron ingresados durante 24 h en observación con administración de analgesia i.v. pautada (metamizol en dosis de 2 g por vía i.v./8 h) y domiciliaria tras el alta (metamizol en dosis de 575 mg/6 h, oral, durante 7 días).

Tres pacientes experimentaron complicaciones durante el postoperatorio inmediato. Un paciente presentó hematuria macroscópica autolimitada de 24 h con descenso del hematocrito, pero sin necesidad de transfusión. En dos pacientes se produjo un daño de la vía renal sin relevancia clínica (tabla 2).

Tabla 1 – Características de los pacientes: edad, indicación de radiofrecuencia, número de tumores y localización de estos

Paciente	Edad	ASA*	Indicación	Número de tumores	Localización
1	72	3	FA, TEP	1	Exofítica
2	66	2	Tumor bilateral	2	Exofítica
3	78	3	ICC	1	Parénquima
4	81	3	HTA, DM	1	Exofítica
5	85	3	DM	1	Mixta
6	81	2	Tumor bilateral	2	Parénquima+exofítica
7	67	2	Rechazo a la Qx	1	Exofítica
8	63	3	ICC, DM	1	Exofítica
9	69	3	OCFA, ERC	1	Exofítica

ASA: American Society of Anesthesiologists; DM: diabetes mellitus; ERC: enfermedad renal crónica; FA: fibrilación auricular; HTA: hipertensión arterial; ICC: insuficiencia cardíaca congestiva; OCFA: obstrucción crónica al flujo aéreo; Qx: cirugía; TEP: tromboembolismo pulmonar.

* Clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente.

Tabla 2 – Tamaño del tumor, sesiones de radiofrecuencia, tratamientos adicionales, complicaciones, tiempo de seguimiento y tiempo libre de enfermedad

Paciente	Tamaño del tumor (cm)	Sesiones	Tratamiento adicional	Complicaciones	Seguimiento (meses)	TLE
1	5,2	1	QE	Elev. creat.	15	15
2	3,3-2,8	2	No	Hematuria	42	37
3	3,0	1	No	Elev. creat.	31	31
4	3,8	1	Nefrectomía	Elev. creat.	3	3
5	2,7	1	No	Lesión en la vía	12	12
6	5,8-2,6	2	QE (1 tumor)	Lesión en la vía	19	16
7	2,2	1	No	No	15	15
8	3,6	1	No	No	15	15
9	3,3	1	No	Elev. persis. creat.	6	6

Elev. creat.: elevación de creatinina transitoria; Elev. persis. creat.: elevación persistente de creatinina; QE: quimioembolización.

Discusión

El manejo de los tumores renales de pequeño tamaño se encuentra en constante evolución.

Las opciones del tratamiento en la actualidad son múltiples, desde la nefrectomía parcial (abierta y/o laparoscópica) hasta las técnicas mínimamente invasivas¹⁶. La RF percutánea se presenta como una opción de tratamiento para los tumores renales en aquellos pacientes que, bien sea por las características de su enfermedad (tumor bilateral) o por su comorbilidad asociada (ERC, alto riesgo quirúrgico), no son candidatos a cirugía conservadora^{17,18}. Al tratarse de una técnica percutánea de punción renal es factible para cualquier urólogo con una mínima experiencia en punción de nefrostomía.

En la literatura médica existente hay coincidencia en señalar que el tamaño tumoral es un importante factor predictivo de éxito de tratamiento. Gracias a los avances en la técnica de imagen, el cálculo del tamaño tumoral es muy exacto. Un tamaño, en diámetro mayor, superior a 4 cm (estadio clínico > T1) puede conllevar un resultado no beneficioso de la RF¹⁹.

En nuestra serie se presentan tamaños tumorales que, en su mayoría, se sitúan por debajo de 4 cm, con resultados similares en cuanto a la reducción de masa tumoral y a la ausencia de captación de contraste a los 3, a los 6 y a los 9 meses, similares a la literatura médica consultada²⁰. Solo en dos casos el tamaño tumoral excedió de 4 cm (5,8 y 5,2 cm).

Está descrito que, para tumores de mayor tamaño, se pueden aplicar tratamientos adyuvantes y/o varias sesiones de RF^{21,24}. Así, en estos dos casos se recurrió a la quimioembolización selectiva de ambas masas tumorales, consiguiendo una reducción de la masa tumoral lo suficientemente importante como para poder aplicar la RF posteriormente.

Otro factor para tener en cuenta es la localización tumoral. Es complicado obtener buenos resultados con tumores de localización central debido a la gran concentración de vasos en esas regiones renales, lo que produce una dispersión mayor de la energía térmica, reduciendo la extensión de la coagulación generada¹⁵. Así, los tumores exofíticos rodeados de grasa perirrenal responden mucho mejor al tratamiento ya

que esta grasa perirrenal sirve de aislante térmico y permite alcanzar mayores temperaturas durante la RF.

Este fenómeno fue descrito inicialmente en los tumores hepáticos y recibe el nombre de «owen effect»²².

En todos los casos realizamos la RF percutánea ecoguiada. Evaluamos el éxito de la técnica mediante la TC abdominal con contraste. Consideramos como benigna una captación perilesional regular de contraste, así una captación benigna traduce una respuesta fisiológica adecuada al daño térmico generado²³ (hipertermia inicial reactiva y fibrosis después). Este hallazgo puede visualizarse inmediatamente tras la realización de la RF y mantenerse durante 2-3 meses después. La captación periférica irregular de contraste representa la existencia de tumor residual y, para ser considerado como tal, debe de ocurrir en el margen de la lesión y puede tener un crecimiento excéntrico o nodular y es indicativo de tratamiento incompleto.

En nuestra serie de casos tratados se identificó una captación benigna perilesional de contraste en 5 tumores.

Encontramos una captación perilesional irregular de contraste indicativa de lesión persistente en 2 tumores de 2 pacientes. En ambos casos el tamaño tumoral excedía inicialmente de 4 cm (5,2 y 5,8 respectivamente), siendo el de 5,2 de localización exofítica y el de 5,8 exofítico y parenquimatoso, siendo el tamaño tumoral el factor límite para la ineficacia del primer tratamiento.

Pese a que la RF es un tratamiento considerado como mínimamente invasivo y con perfil de seguridad más que reprobado, existen complicaciones bien documentadas²⁴, como hemorragias con requerimiento transfusional, daño de la vía urinaria en forma de quemadura y urinomas, así como parestesias y hematuria autolimitada.

Hay descrito un fracaso renal agudo por hipoperfusión durante la realización de la RF laparoscópica, aunque el mecanismo de esta no es conocido. En nuestra serie, 4 pacientes refirieron una elevación transitoria de los niveles de creatinina basal con recuperación en 24 h, salvo en uno de ellos.

Los resultados de nuestro trabajo coinciden con la literatura médica, avalando la RF percutánea de pequeñas masas renales como una alternativa segura, eficaz, reproducible, bien tolerada y con escaso consumo de recursos hospitalarios en el tratamiento del tumor renal de estadio clínico T1.

Sin embargo, hemos de hacer una crítica a nuestro estudio. En primer lugar, el volumen de pacientes, que queda ciertamente escaso ante las grandes series; no obstante, los resultados en cuanto al control de la enfermedad a corto y a medio plazo coinciden ampliamente con la literatura médica. La otra gran crítica es el tratamiento de las lesiones que superan los 4 cm. Hay que justificar estos tratamientos explicando que se trataba de pacientes que por sus características, alto riesgo quirúrgico, no podían ser sometidos a cirugía y se encontraban muy sintomáticos, con hematurias anemizantes, de modo que se planteó la RF como un intento de estabilizar su situación. En algunos casos se consiguió una mejoría clínica significativa, si bien es cierto que se requirió de tratamientos previos adicionales con quimioembolización selectiva.

En cuanto al tiempo de seguimiento, cabe decir que es cierto que en las guías clínicas de la Asociación Europea se recomienda un seguimiento de 10 años para considerar un tratamiento alternativo a la cirugía como eficaz o no, pues esta ha demostrado tasas de supervivencia global del 95%²⁵. Nuestra serie tiene una media de seguimiento de 17,5 meses, con un rango que oscila de los 3-52 meses. Queda claro que no podemos extraer conclusiones categóricas respecto a la eficacia global del tratamiento y su comparación con la cirugía; sin embargo, consideramos que es un seguimiento inicial de cierta relevancia como para tener en cuenta nuestros resultados.

Así, en nuestra experiencia consideramos que la RF es un tratamiento para tener en cuenta como alternativa para los tumores renales de estadio clínico T1 o T2 muy sintomáticos, en pacientes en los que no es posible la cirugía, con unos resultados aceptables a corto plazo, una buena tolerancia, un escaso consumo de recursos hospitalarios y un bajo índice de complicaciones.

Conflicto de intereses

El material específico (generador de RF, agujas y electrodo) fue aportado por Amitech Pharma®.

BIBLIOGRAFÍA

1. Horner MJ, Ries LAG, Krapcho M, Neyman N, Aminou R, Howlader N, et al, editores. SEER Cancer Statistics Review, 1975-2006. Bethesda: National Cancer Institute. MD.
2. Fergany A. Current status and advances in nephron-sparing surgery. *Clin Genitourin Cancer*. 2006;5:26-33.
3. Van Poppel H. Conservative vs. radical surgery for renal cell carcinoma. *BJU Int*. 2004;94:766-8.
4. Reddan DN, Raj GV, Polascik TJ. Management of small renal tumors: An overview. *Am J Med*. 2001;110:558-62.
5. Mouraviev V, Joniau S, Van Poppel H, Polascik TJ. Current status of minimally invasive ablative techniques in the treatment of small renal tumours. *Eur Uro*. 2007.
6. Rossi S, Buscarini E, Garbagnati F, Di Stasi M, Quaretti P, Rago M, et al. Percutaneous treatment of small hepatic tumors by an expandable RF needle electrode. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;170:1015-22.
7. Solbiati L, Goldberg SN, Ierace T, Livraghi T, Meloni F, Dellanocce M, et al. Hepatic metastases: Percutaneous radio-frequency ablation with cooled-tip electrodes. *Radiology*. 1997;205:367-73.
8. Anzai Y, Lufkin R, De Salles A, Hamilton DR, Farahani K, Black KL. Preliminary experience with MR-guided thermal ablation of brain tumors. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1995;16:39-48.
9. Woertler K, Vestring T, Boettner F, Winkelmann W, Heindel W, Lindner N. Osteoid osteoma: CT-guided percutaneous radio-frequency ablation and follow-up in 47 patients. *J Vasc Interv Radiol*. 2001;12:717-22.
10. McGovern FJ, Wood BJ, Goldberg SN, Mueller PR. Radio-frequency ablation of renal cell carcinoma via image guided needle electrodes. *J Urol*. 1999;161:599-600.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Van Poppel H, Dilen K, Baert L. Incidental renal cell carcinoma and nephron sparing surgery. *Curr Opin Urol*. 2001;11:281-6.
15. Marberger M, Mauerman J. Energy ablation nephron-sparing treatment of renal tumors. *AUA Update Series*. 2004;23:178-83.
16. Havranek E, Anderson C. Future prospects for nephron conservation in renal cell carcinoma. En: Kirby RS, O' Leary MP, editors. *Hot Topics in Urology*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier; 2004. p. 227-38.
17. Ankem MK, Nakada SY. Needle-ablative nephron-sparing surgery. *BJU Int*. 2005;95:46-51.
18. Weld KJ, Landman J. Comparison of cryoablation, radio-frequency ablation and high-intensity focused ultrasound for treating small renal tumours. *BJU Int*. 2005;96:1224-9.
19. Goldberg SN, Gazelle GS, Solbiati L, Rittman WJ, Mueller PR. Radiofrequency tissue ablation: Increased lesion diameter with a perfusion electrode. *Acad Radiol*. 1996;3:636-44.
20. Farrell MA, Di Marco DC. Imaging-guided radiofrequency ablation of solid renal tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 2003;180:1509.
21. Varkarakis IM, Allaf ME, Inagaki T, Bhayani SB, Chan DY, Su LM, Jarrett TW, Kavoussi LR, Solomon SB. Percutaneous radio frequency ablation of renal masses: results at a 2-year mean follow up. *J Urol*. 2005 Aug;174(2):456-60; discussion 460.
22. Livraghi T, Goldberg SN, Lazzaroni S, Meloni F, Solbiati L, Gazelle GS. Small hepatocellular carcinoma: Treatment with radio-frequency ablation versus ethanol injection. *Radiology*. 2000;216(1):304-6.
23. Goldberg SN, Grassi CJ, Cardella JF, Charboneau JW, Dodd 3rd GD, Dupuy DE, et al. Image-guided tumor ablation: Standardization of terminology and reporting criteria. *Radiology*. 2005;235:728-39.
24. Dib RE, Touma NJ, Kapoor A. Review of the efficacy and safety of radiofrequency ablation for the treatment of small renal masses. *Can Urol Assoc J*. 2009;3:143-9.
25. Iriarte Soldevilla JI, Senarriaga Ruiz de la Illa NS, Lacasa Viscasillas IL, Loizaga Iriarte AL, Zubiaur Libano CZ, Unda Urzaiz MU. Current treatment of small renal masses. *Actas Urol Esp*. 2009;33:505-13.