

Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

Tratamiento del osteoma osteoide mediante radiofrecuencia guiada por tomografía computarizada

J.M. Sarabia Condes^{a,*}, J. Martínez Martínez^a, P. Villamor Redondo^a,
M. Martínez Fernández^b y A. Blanco Barrio^b

^aServicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Morales Meseguer, Murcia, España

^bServicio de Radiodiagnóstico, Hospital Morales Meseguer, Murcia, España

Recibido el 4 de abril de 2009; aceptado el 7 de agosto de 2009

Disponible en Internet el 21 de enero de 2010

PALABRAS CLAVE

Osteoma osteoide;
Radiofrecuencia;
Termocoagulación
percutánea guiada
por tomografía
computarizada

Resumen

Objetivos: Presentar los resultados obtenidos en el tratamiento del osteoma osteoide mediante resección percutánea con radiofrecuencia guiada por tomografía computarizada (TC), exponer la técnica utilizada y mostrar las ventajas económicas del procedimiento, comparado con la técnica quirúrgica tradicional.

Pacientes y metodología: Se estudiaron 21 pacientes que presentaban un osteoma osteoide localizado en el fémur (11 casos), la tibia (7 casos), la pelvis (un caso), el astrágalo (un caso) y la mano (un caso), entre octubre de 2001 y julio de 2007. Se introdujo un electrodo de punta fría guiado por TC en el centro del nidus y se conectó a un generador de radiofrecuencia. Los pacientes permanecieron ingresados 10 h y volvieron a su actividad habitual de forma inmediata. Se realizó un estudio económico comparativo con la técnica convencional que elimina el fragmento óseo que contiene el tumor a cielo abierto y la descrita en este trabajo.

Resultados: Los resultados obtenidos muestran la desaparición completa de la sintomatología en 20 casos y el caso restante mejoró al repetir el procedimiento. El estudio económico revela un ahorro de costes hospitalarios para el procedimiento realizado con radiofrecuencia.

Conclusiones: Es una técnica fácil, percutánea y ambulatoria. Está indicada en casi todas las localizaciones. No se han descrito complicaciones importantes y proporciona buenos resultados.

© 2009 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: j_sarabia_condes@hotmail.com (J.M. Sarabia Condes).

KEYWORDS

Osteoid osteoma;
Radiofrequency;
CT-guided
percutaneous
thermocoagulation

Treatment of osteoid osteoma by means of CT-guided radiofrequency**Abstract**

Purpose: To present the results obtained in the treatment of osteoid osteoma by percutaneous resection using computerized tomography-guided radiofrequency. We discuss the technique used and report on the economic advantages of the procedure, as compared with the traditional surgical technique.

Patients and methodology: Between October 2001 and July 2007, twenty-one patients were analyzed who presented with an osteoid osteoma located in the femur (11 cases), tibia (7 cases), pelvis (1 case), talus (1 case) and hand (1 case). A CT-guided cool-tip electrode was introduced into the center of the nidus, connecting it to a radiofrequency generator. Patients stayed in hospital for 10h and immediately afterwards returned to their usual activities. A study was carried out to compare the cost/effectiveness of the CT-guided RF technique as compared with the conventional technique, whereby open surgery is performed to remove the bone fragment contained by the tumor.

Results: The results obtained show complete remission of symptoms in 20 cases; the remaining case improved when the procedure was repeated. The cost/effectiveness study revealed hospital cost savings for the RF procedure.

Conclusions: This is a simple percutaneous technique that can be carried out on an outpatient basis. It is indicated in nearly all locations. No significant complications have been reported and the results obtained have been satisfactory.

© 2009 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El osteoma osteoide representa el 11% de todos los tumores óseos benignos y se localiza en el fémur y la tibia en un 50–60% de los casos y entre un 7–10% en la columna vertebral, aunque en esta localización es más frecuente el osteoblastoma, del que se diferencia por el tamaño de la lesión^{1–4}.

El tratamiento de elección es la exéresis completa del nidus. Se han descrito casos de remisión espontánea del dolor y otros en los que desaparece al cabo de varios años en pacientes que tomaron un tratamiento prolongado con antiinflamatorios no esteroideos^{5,6}, método especialmente indicado en aquellos pacientes que no aceptan el tratamiento quirúrgico.

La resección quirúrgica en bloque puede plantear problemas tales como la dificultad de encontrar la lesión a pesar de los diferentes métodos propuestos^{7–9}, lo que, a veces, obliga a resear una gran cantidad de hueso y tener que efectuar un aporte de injerto óseo o una osteosíntesis para prevenir una fractura. Otro procedimiento quirúrgico que trata de evitar las posibles complicaciones de la resección en bloque es la localización del nidus y su exéresis con fresas de alta velocidad^{9,10}.

Con el fin de localizar y extirpar o destruir el nidus con una mínima agresión quirúrgica se han propuesto diversas técnicas guiadas por tomografía computarizada (TC), que proporciona resultados satisfactorios. Entre ellas, tenemos la resección con trefina o broca, la alcoholización, la fotocoagulación con láser y la termocoagulación con radiofrecuencia, ampliamente descrita en la literatura médica^{11–25}. El motivo de nuestro trabajo es exponer la técnica empleada, presentar los resultados obtenidos y mostrar las ventajas económicas de este procedimiento comparado con la técnica quirúrgica tradicional.

Material y método

Entre abril de 2001 y julio de 2007 se intervinieron 21 pacientes que presentaban un osteoma osteoide mediante termocoagulación con radiofrecuencia guiada por TC. El diagnóstico se realizó por la historia clínica, la radiología simple, la gammagrafía ósea, la TC y la resonancia magnética (RM). No se realizó biopsia previa y en 2 ocasiones se realizó biopsia percutánea con control de TC justo antes de realizar la radiofrecuencia; para esto se utilizó una aguja de biopsia ósea de 17G.

De los 21 casos intervenidos, 17 eran varones y 4 eran mujeres, con edades comprendidas entre los 11 y los 46 años, con una edad media de 24 años. Catorce de los 21 pacientes fueron jóvenes de menos de 24 años de edad. El tumor se localizó en el fémur en 11 ocasiones, en la tibia en 7 casos, en la pelvis en un caso, en el astrágalo en un caso y en la mano en un caso (fig. 1). En un caso, se había intervenido al enfermo a cirugía abierta de osteoma osteoide en el cuello del fémur con fracaso de la resección del nidus, y en otro caso se había tratado al enfermo con alcoholización guiada por TC en meseta tibial; el resto se trató de forma primaria con termocoagulación por radiofrecuencia. La duración media del seguimiento fue de 50 meses, con 12 de los 21 pacientes con más de 4 años. A 20 pacientes se les practicó anestesia regional y a uno se le practicó anestesia general; a todos se les dio el alta dentro de las 10h siguientes a la cirugía.

Técnica

Se ingresó a los pacientes en el hospital el mismo día de la intervención; previamente, de forma ambulatoria, se les había explicado el procedimiento, habían firmado el

consentimiento informado y se les había realizado el estudio preoperatorio y preanestésico. Un equipo compuesto por anestesta, radiólogo y cirujano ortopédico realizó la intervención en la sala del escáner. Bajo anestesia regional o general se localizó el tumor mediante control de TC, con cortes de 2 mm. Colocamos agujas de 40/8 mm encima de la piel de la zona donde se encontraba el osteoma

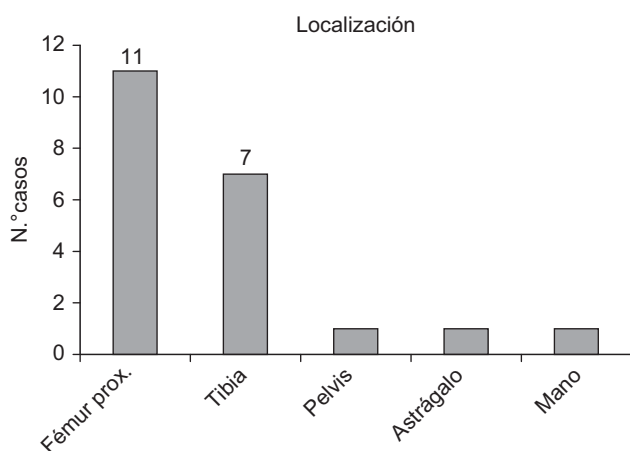


Figura 1 Distribución del tumor por su localización anatómica. La mayor concentración se observa en el fémur y la tibia.

osteode (fig. 2A y B), para facilitar la orientación en la que introdujimos una aguja de biopsia ósea (Ostycut®) de 100 mm y 2,4 mm (13 G). La planificación nos permitió llevar la aguja de biopsia ósea de forma percutánea hasta el centro del nidus, y evitar lesionar tendones y paquetes vasculonerviosos (fig. 2C). Introdujimos la aguja de biopsia y comprobamos con cortes de TC su situación en el centro del nidus. Retiramos el fiador del sistema coaxial de la aguja de biopsia e introdujimos el electrodo Cool-tip-RF ablation system® (Tyco Healthcare), de 15 × 1 cm. Procuramos que el centímetro distal del electrodo, su extremo activo, se encontrara ocupando el diámetro mayor del nidus (fig. 2D) para provocar una quemadura de 1 cm del tejido adyacente. En lesiones pequeñas, de menos de 6 mm en mano y pie, utilizamos un electrodo de 14,4 × 0,7 cm (fig. 3). Retiramos el sistema coaxial de la aguja de biopsia ósea para que no entre en contacto con el extremo activo del electrodo de radiofrecuencia.

Confirmada esta posición del electrodo, se conectó a un generador de radiofrecuencia y a 2 placas que se utilizan como dispersores de calor, colocadas sobre la piel del paciente, próximas al punto de entrada. Se suministró la cantidad óptima de energía en función de la impedancia del tejido. El control de la impedancia se realizó manualmente y no utilizamos bomba de refrigeración. El ciclo de tratamiento duró 6 min, hasta alcanzar una temperatura constante de 80° durante todo el procedimiento. Se repitió,

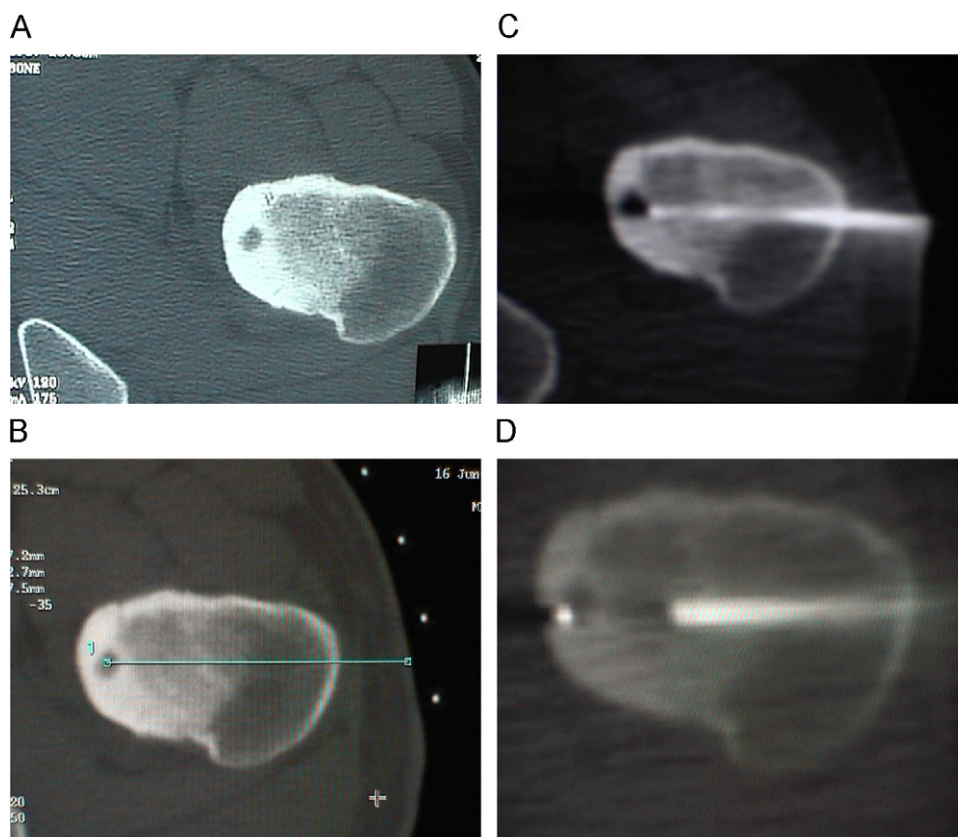


Figura 2 A) Imagen de un osteoma osteoide de fémur en un varón de 18 años con gran reacción esclerosa. B) Localización de la lesión mediante tomografía computarizada, con agujas 40/8 mm encima de la piel para facilitar la introducción de la aguja de biopsia ósea. C) Colocación del sistema coaxial de la aguja de biopsia ósea en el nidus. D) Comprobación de la colocación del extremo activo del electrodo de radiofrecuencia.

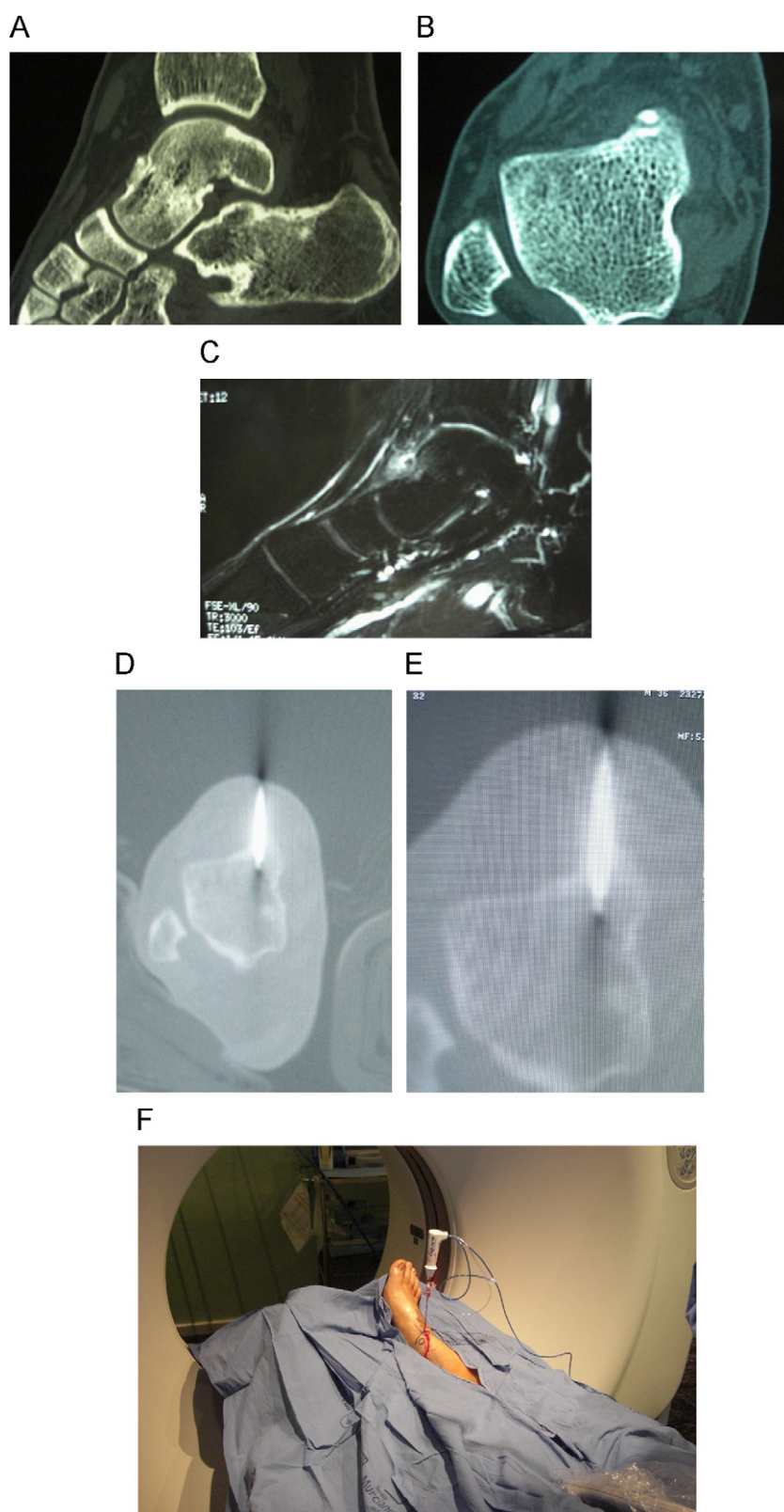


Figura 3 A) Osteoma osteoide de cuello de astrágalo en un varón de 38 años, imagen de tomografía computarizada (TC), corte sagital. B) corte axial del osteoma. C) Localización de la lesión mediante resonancia magnética. D) Introducción de la aguja de biopsia ósea en el centro del nidus. E) Comprobación de la colocación de la aguja de radiofrecuencia. F) Situación del enfermo en el *gantry* de la TC con la aguja de radiofrecuencia ya situada.

en caso de no conseguirlo, para asegurar la termocoagulación del tumor. Se colocó antiséptico y un apósito estéril.

Se dio de alta al enfermo transcurridas 6–12 h de la intervención, una vez cumplido el protocolo de nuestro hospital para la cirugía mayor ambulatoria.

Realizamos el cuestionario de Barei¹⁵ con los datos demográficos del enfermo, la valoración a nivel preoperatorio y postoperatorio de la intensidad del dolor nocturno y diurno, la toma de analgésicos y la necesidad de abandonar el trabajo y actividades deportivas o escolares. Valoramos clínicamente al enfermo a los 3 días, al mes y a los 6 meses de la intervención. En esta última revisión efectuamos un estudio con TC y RM para conocer la situación radiográfica del tumor.

En colaboración con la dirección de gestión de nuestro centro, establecimos el coste económico de este procedimiento para el hospital, y lo comparamos con la técnica abierta, con resección del bloque óseo. Se tuvieron en consideración, para ambos procesos, los gastos de personal, hospitalización (5 días de estancia media para la cirugía abierta), minutos de quirófano, gastos de laboratorio, anatomía patológica, radiología, anestesia, reanimación, aguja de radiofrecuencia, osteosíntesis, tiempo en sala de TC. Se actualizaron todos los datos económicos de ambos procesos al año 2007 según el Instituto Nacional de Estadística.

Resultados

Un caso presentó recidiva de la sintomatología porque tenía una localización muy superficial en la meseta tibial interna; se introdujo la zona activa de la aguja de radiofrecuencia en exceso y precisó nuevo tratamiento. En todos los casos fue suficiente realizar un ciclo de tratamiento para alcanzar la temperatura óptima. Solo obtuvimos confirmación histológica de la lesión en 2 casos.

El coste económico por paciente del tratamiento quirúrgico del osteoma osteoide tratado con cirugía abierta en nuestro hospital ascendió a 4.250 € excluyendo el valor del material de osteosíntesis que se utilizó en algunos pacientes ocasionalmente. El gasto por paciente del tratamiento percutáneo con radiofrecuencia del osteoma osteoide fue de 1.533,71 € (tabla 1).

Valoración preoperatoria

Los pacientes presentaron dolor durante un tiempo medio de 15 meses. La mayoría de los pacientes (85%) tenían síntomas con más de un año de evolución, y predominaba el dolor nocturno sobre el diurno, con una media de 7,47 y 4,14 puntos sobre 10, respectivamente (fig. 4). Tres de los 7 pacientes con actividad laboral, la modificaron en alguna medida, mientras que 4 pacientes de los 14 con actividades escolares tuvieron que modificar esta actividad. A 10 pacientes de los 15 que realizaban actividades deportivas el dolor les obligó a cambiarlas en mayor o menor medida.

Todos los pacientes precisaron medicación antiinflamatoria, en una dosis variable, desde 3 a un comprimido al día, de antiinflamatorio no esteroideo. Ningún paciente necesitó analgésicos mayores. El dolor nocturno, la necesidad de tomar medicación y la interferencia con el empleo o el

Tabla 1 Desglose de costes de cirugía abierta y radiofrecuencia en euros (€)

	Cirugía abierta	Radiofrecuencia
Personal	1.463,43	281,65
Farmacia	795,67	52,31
Hospital de día		69,08
Servicios de hospitalización	341,69	
Laboratorio	145,69	45,69
Quirófano	510,76	
Anatomía patológica	128,58	
Radiodiagnóstico	232,97	43
Ocupación TC		81,08
Anestesia y reanimación	631,21	320,9
Aguja de radiofrecuencia		640
	4.250	1.533,71

TC: tomografía computarizada.

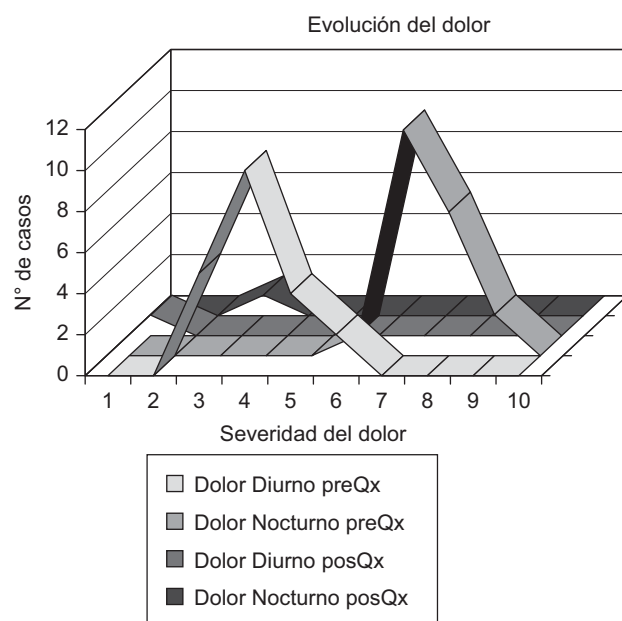


Figura 4 Distribución de enfermos en relación con la gravedad del dolor diurno y nocturno antes (prequirúrgico) y después (posquirúrgico) de la intervención.

colegio son, por este orden, lo que más valoran los pacientes antes de la cirugía.

Valoración postoperatoria

La desaparición del dolor que tenían antes de la cirugía se produjo a los 7 días en 14 pacientes; entre 7 y 14 días en 4 casos y entre 14 y 30 días en 2 pacientes. En un caso no desapareció el dolor y precisó un segundo procedimiento a los 6 meses del primero, con lo que se obtuvo la mejoría

completa. La mayoría distinguió el dolor previo a la intervención del dolor propio de la cirugía. La valoración media del dolor de la intervención fue de 2 puntos sobre 10. En una escala del 0 al 10 la intensidad del dolor nocturno y diurno fue de 0,28 y 0,14, respectivamente (fig. 4).

Todos los pacientes realizaron su actividad laboral o educacional a tiempo completo de forma inmediata, y los que realizaban algún tipo de actividad deportiva o recreacional volvieron sin ningún tipo de limitación al mes.

En el seguimiento con RM se comprobó un halo de baja señal y edema de la medular ósea con zonas de infarto óseo alrededor del nidus, que iba desapareciendo a partir del año de la cirugía. En casos excepcionales solicitamos RM al año en aquellos enfermos que acudieron a consulta por otro motivo. En la TC existía una reducción progresiva del tamaño del nidus.

Discusión

El osteoma osteoide es un tumor óseo benigno que provoca dolor continuo de predominio nocturno, que se da típicamente en las primeras décadas de la vida. El diagnóstico se basa en la valoración clínica y radiográfica²³; la TC es la prueba de elección, mejor incluso que la RM^{13,15,20,25}. Es de difícil diagnóstico, como lo prueba el retraso con que se trata a estos enfermos según la mayoría de las series publicadas^{6,10,15,16,18,25}. Un caso de nuestra serie permaneció 2 años y medio antes de diagnosticarse (fig. 3). La gammagrafía ósea tiene una gran valor en el diagnóstico de presunción, ya que aun siendo una prueba inespecífica, resulta positiva casi en el 100% de los casos.

El tratamiento de elección para este tumor ha sido tradicionalmente la resección quirúrgica en bloque. Con el fin de evitar las dificultades y complicaciones que lleva consigo el tratamiento mediante cirugía abierta se han descrito en los últimos años técnicas percutáneas guiadas por TC, y la termocoagulación por radiofrecuencia descrita por Rosenthal¹¹ es la más estudiada y extendida. Para su realización es imprescindible una sala de TC y la adecuada coordinación de un equipo multidisciplinario (radiólogo, anestesta y cirujano ortopédico). En adultos se puede utilizar anestesia locorregional, mientras que en niños es preferible la anestesia general para garantizar una posición estable. La clave de la intervención radica en la correcta localización del nidus y la colocación precisa del electrodo de radiofrecuencia^{14-18,20}. En nuestra serie no hemos encontrado lesiones mayores de 1 cm que precisen una reubicación del electrodo para efectuar más de un procedimiento de termocoagulación^{20,25}. Hemos utilizado electrodos de punta fría y hemos realizado ciclos de 6 min hasta alcanzar temperaturas de 80° en un área de 1 cm alrededor de la punta de la aguja de radiofrecuencia. Prolongamos el tiempo quirúrgico pero minimizamos las complicaciones presentadas en otros trabajos, que utilizan ciclos de 4 min y llegan a conseguir temperaturas de 90°^{13,15-17}.

Esta última técnica es segura, eficaz y rentable, presenta resultados satisfactorios entre el 80–100% de los casos^{12,15,17,22,26}, menos complicaciones y con un período de recuperación más corto. Es una técnica segura, siempre que se respete una serie de precauciones, tales como alejarnos al menos 1 cm de estructuras neurovasculares importan-

tes^{12,21,23,25}, abordaje dorsal en manos y pies, especial cuidado en áreas superficiales con escasa cobertura de tejidos blandos, donde se dan con mayor frecuencia las necrosis cutáneas de origen térmico, especialmente la cara anterointerna de la tibia^{13,16,20,27}. Algunos autores recomiendan excluir los osteomas osteoides vertebrales por el posible riesgo para las estructuras neurales que deberían estar al menos a 1 cm de la lesión, y en donde sería obligatoria la existencia de una cortical íntegra entre la lesión y el conducto medular o raíz de nerviosa^{13,15}. Otras complicaciones menores se han descrito en la literatura médica, tales como celulitis¹⁴, inestabilidad vasomotora¹³ y pie equino por contractura muscular temporal²³. En nuestra serie no hemos registrado ningún tipo de complicación. Sin embargo, son evidentes las mayores tasas de complicaciones con la cirugía convencional, pues provoca una pérdida ósea que obliga en la mayoría de los casos a la descarga y limitación de actividades físicas para prevenir fracturas. A veces, es obligada la utilización de injertos óseos y fijaciones profilácticas debido a la pérdida ósea originada por la resección en bloque. La pérdida ósea con la termocoagulación por radiofrecuencia es mínima y no realizamos restricción de las actividades físicas; la incorporación a la vida ordinaria es prácticamente inmediata.

Es una técnica rentable, como lo prueban los resultados obtenidos en nuestro trabajo, en donde encontramos una gran diferencia económica a favor de la termocoagulación por radiofrecuencia comparada con la cirugía abierta^{10,11,15,17,21,24,25,27-29}.

La termocoagulación por radiofrecuencia es un tratamiento eficaz para el osteoma osteoide y consigue un éxito similar al de la cirugía abierta. La gran mayoría de los trabajos publicados muestran unas altas tasas de éxito cercanas al 95%, como es el caso de nuestra serie. La eficacia de la técnica no está condicionada por la localización de la lesión, la edad o el sexo del paciente¹³. El éxito clínico del procedimiento se define como la desaparición completa de la sintomatología. Tras la intervención, la mejoría clínica registrada es, por lo general, rápida, y desaparece el dolor en un 85% de los casos en las primeras 24–72 h tras la termocoagulación^{15,30}; algunos pacientes tardan de 3–4 semanas en mejorar completamente.

El período adecuado de seguimiento indicado en varios trabajos para evaluar la posible recidiva de la lesión es de 2 años^{13,15}. Las tasas de la recidiva varían de unos autores a otros, y se citan cifras de entre el 4,5 y el 10%^{3,14,15,17}, aunque estas cifras disminuyen con el tratamiento percutáneo guiado por TC debido a la facilidad con que se localiza el nidus. Rosenthal¹³ registró que las tasas de persistencia son mayores que las de recurrencia; en nuestra serie hubo que realizar un segundo procedimiento en tan sólo un caso, con lo que la mejoría de la sintomatología fue del 100%.

El control con técnicas de imagen (TC y RM) tras el procedimiento demuestra en muchas ocasiones una disminución del tamaño del nidus y un crecimiento de la reacción esclerótica periférica, junto con una disminución del edema medular. En algunas ocasiones se constatan osificación, esclerosis y remodelación del foco de osteonecrosis creado^{16,21,26,30}. En otros casos con buen resultado clínico no se han observado estos cambios²⁴. Las pruebas de imagen no determinan el éxito o el fracaso del tratamiento con radiofrecuencia.

La falta de confirmación histológica es el inconveniente principal de todas las técnicas percutáneas, pero tampoco se obtiene en todos los casos en los que se realiza una resección en bloque. El diagnóstico del osteoma osteoide se realiza por la clínica y las exploraciones complementarias. La desaparición de la sintomatología después del tratamiento con radiofrecuencia nos ayuda a confirmar el diagnóstico.

La termocoagulación por radiofrecuencia es el tratamiento de elección del osteoma osteoide por su probada eficacia clínica, mínimo trauma, mínima limitación funcional. El coste de este tratamiento es significativamente menor que la cirugía abierta tradicional debido a su menor gasto hospitalario. El grado de satisfacción es mayor al recuperar en el mínimo tiempo las actividades deportivas, recreacionales y escolares habituales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Jaffe HL. Tumores y estados tumorales óseos y articulares. México: La Prensa Médica Mexicana; 1966. p. 89–104.
- Dahlin DC. Tumores óseos. Barcelona: Ediciones Toray; 1980. p. 69–79.
- Jackson RP, Reckling FW, Mantz FA. Osteoid osteoma and osteoblastoma. Similar histologic lesions with different natural histories. *Clin Orthop Relat Res*. 1977;128:303–13.
- Schajowicz F. Tumores y lesiones pseudotumorales de huesos y articulaciones. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana SA; 1982. p. 45–8.
- Ilyas I, Younge DA. Medical management of osteoid osteoma. *Can J Surg*. 2002;45:435–7.
- Kneisl JS, Simon MA. Medical management compared with operative treatment for osteoid osteoma. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1992;74-A:179–85.
- Lee DH, Malawer MM. Staging and treatment of primary and persistent (recurrent) osteoid osteoma: Evaluation of intraoperative nuclear scanning, tetracycline fluorescence, and tomography. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;281:229–38.
- Marcove RC, Heelan RT, Huvos AG, Healy J, Lindeque BG. Osteoid osteoma. Diagnosis, localization, and treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;267:197–201.
- Ward WC, Eckardt JJ, Shayestehfar S, Mirra J, Grogan T, Oppenheim W. Osteoid osteoma diagnosis and management with low morbidity. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;291:229–35.
- Campanacci M, Ruggieri A, Gasbarrini A, Ferraro A, Campanacci L. Osteoid osteoma. Direct visual identification and intralesional excision of the nidus with minimal removal of bone. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1999;81-B:814–20.
- Rosenthal DI, Alexander A, Rosenberg AE, Springfield D. Ablation of osteoid osteomas with a percutaneously placed electrode: A new procedure. *Radiology*. 1992;183:29–33.
- Rosenthal DI, Springfield DS, Gebhardt MC, Rosenberg AE, Mankin HJ. Osteoid osteoma: Percutaneous radio-frequency ablation. *Radiology*. 1995;197:451–4.
- Rosenthal DI, Hornicek FJ, Wolfe MW, Jennings LC, Gebhardt MC, Mankin HJ, et al. Percutaneous radiofrequency coagulation of osteoid osteoma compared with operative treatment. *J Bone Joint Surg (Am)*. 1998;80-A:815–21.
- Rosenthal DI. Radiofrequency treatment. *Orthop Clin N Am*. 2006;37:475–84.
- Barei DP, Moreau G, Scarborough MT, Neel MD. Percutaneous radiofrequency ablation of osteoid osteoma. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;373:115–24.
- Finstein JL, Hosalkar HS, Ogilvie CM, Lackman RD. Case reports: An unusual complication of radiofrequency ablation treatment of osteoid osteoma. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;448:248–51.
- Lindner NJ, Ozaki T, Roedel R, Gosheger G, Winkelmann W, Wörtler K. Percutaneous radiofrequency ablation in osteoid osteoma. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2001;83-B:391–6.
- Papagelopoulos PJ, Mavrogenis AF, Kyriakopoulos CK, Benetos IS, Kelekis NL, Andreou J, et al. Radiofrequency ablation of intra-articular osteoid osteoma of the hip. *J Int Med Res*. 2006;34:537–44.
- Peyser A, Applbaum Y, Khoury A, Liebergall M, Atesok K. Osteoid osteoma: CT-guided radiofrequency ablation using a water-cooled probe. *Ann Surg Oncol*. 2007;14:591–6.
- Pinto CH, Taminiau AH, Vanderschueren GM, Hogendoorn, Bloem JL, Obermann WR. Technical considerations in CT-guided radiofrequency thermal ablation of osteoid osteoma: Tricks of the trade. *AJR Am*. 2002;179:1633–42.
- Portabella F, Serra J, Mast R, Orduña A, Montero A, Narváez JA. Tratamiento del osteoma osteoide mediante radiofrecuencia guiada por TAC. *Rev Ortop Traumatol*. 2004;48:31–7.
- Ramos Pascua L, Santos Sánchez JA, Martín Sánchez MJ, Santos de Vega G, Sánchez Conde P. Tratamiento del osteoma osteoide del cuello femoral mediante termocoagulación del nidus. *Rev Ortop Traumatol*. 2000;44:401–5.
- Shinozaki T, Sato J, Watanabe H, Takagishi K. Osteoid osteoma treated with computed tomography-guided percutaneous radiofrequency ablation: A case series. *J Orthop Surg*. 2005;13:317–22.
- Woertler K, Vestring T, Boettner F, Winkelmann W, Heindel W, Lindner N. Osteoid osteoma: CT-guided percutaneous radiofrequency ablation and flow-up in 47 patients. *J Vas Interv Radiol*. 2001;12:717–22.
- Yip PS, Lam YL, Chan MK, Shu JS, Lai KC, So YC. Computed tomography-guided percutaneous radiofrequency ablation of osteoid osteoma: Local experience. *Hong Kong Med J*. 2006;12:305–309.
- Cantwell CP, O'Byrne J, Eustace S. Radiofrequency ablation of osteoid osteoma with cooled probes and impedance-control energy delivery. *AJR*. 2006;186:244–8.
- Venbrux AC, Montague BJ, Murphy KP, Bobonis LA, Washington SB, Soltes AP, et al. Image-guided percutaneous radiofrequency ablation for osteoid osteomas. *J Vasc Interv Radiol*. 2003;14:375–80.
- Theumann N, Hauser P, Schmidt S, Schnyder P, Leyvraz PF, Mouhsine E. Thermoablation par radiofréquence de l'ostéome ostéoïde. *Rev Med Suisse*. 2005;1:2989–94.
- Simon CJ, Dupuy DE. Percutaneous minimally invasive therapies in the treatment of bone tumors: Thermal ablation. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2006;10:137–44.
- Kyriakopoulos CK, Mavrogenis AF, Pappas J, Panayiotis J, Papagelopoulos PJ. Percutaneous computed tomography-guided radiofrequency ablation of osteoid osteomas. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2007;17:29–36.