



# Ablación del osteoma osteoide guiada por fluoroscopia y asistida por navegador 3D

## Osteoid osteoma ablation under fluoroscopic guidance and assisted by 3D navigator

Urbano J<sup>a\*</sup>, Paul L<sup>a</sup>, Cabrera M<sup>a</sup>, Alonso-Burgos A<sup>a</sup>, Gómez D<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Radiología Vasculare e Intervencionista. Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz. Madrid. España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### HISTORIA DEL ARTÍCULO

Recibido: 26 de septiembre de 2016

Aceptado: 28 de noviembre de 2016

Disponible *online*: 22 de diciembre de 2016

#### PALABRAS CLAVE

Osteoma osteoide

Termoablación

Punción guiada por fluoroscopia

Tomografía computarizada de haz cónico

#### KEYWORDS

Osteoid osteoma

Ablation

Fluoroscopy guidance

Cone beam CT

### RESUMEN

**Objetivo:** Presentamos la experiencia preliminar sobre 4 pacientes con osteoma osteoide (OO) tratados con guía fluoroscópica en la sala de Radiología Intervencionista.

**Material y Métodos:** Se incluyeron pacientes con dolor refractario y diagnóstico confirmado de OO mediante TAC multidetector de 64 canales. Se programó tratamiento bajo anestesia general con termoablación percutánea con radiofrecuencia (RDF). Los procedimientos se realizaron con guía fluoroscópica en tiempo real empleando un angiógrafo de última generación equipado con TAC de haz cónico, una aplicación para segmentación tumoral volumétrica y otra aplicación para guiar la punción. Definimos éxito técnico como la colocación precisa del electrodo *intranidus*. Definimos éxito clínico como la desaparición completa de la clínica dolorosa en las 24 horas posteriores a la intervención y a lo largo del periodo de seguimiento.

**Resultados:** Durante 8 meses se trataron 4 varones consecutivos con edad media de 19,7 años. La punción, perforación ósea y ablación con RDF fue posible con éxito técnico en todos los casos. El éxito clínico fue también del 100 %. En todos los pacientes se realizaron controles clínicos y con radiografía simple a los 3, 6 y 12 meses. El tiempo medio de seguimiento fue 12,5 meses (9-15 m). No se registraron complicaciones. No hubo recidivas durante el seguimiento.

**Conclusión:** Las aplicaciones para la guía y control en el tratamiento del OO dirigido por fluoroscopia mediante angiógrafos de última generación permiten un tratamiento seguro y efectivo con resultados clínicos similares a los obtenidos en las salas de TAC convencional.

\*Autor para correspondencia

Correo electrónico: jurbano@fjd.es (Urbano J)

## ABSTRACT

**Purpose:** To show the preliminary results on 4 patients with osteoid osteoma (OO) treated under fluoroscopic guidance in an interventional suite.

**Materials and Methods:** Patients with refractory pain and confirmed diagnosis of OO by 64-channel multidetector CT were included. Treatment was programmed under general anesthesia and with percutaneous radiofrequency ablation (RF). The procedures were performed under real-time fluoroscopic guidance using a last generation C-arm equipped with cone beam CT, a software for volumetric tumor segmentation and another software to guide the puncture. We define technical success as the intranidus precise placement of the RF electrode. We defined clinical success as the complete resolution of the painful symptoms during the 24 hours after the intervention and throughout the follow-up period.

**Results:** During 8 months, 4 consecutive male patients with a mean age of 19.7 years were treated. Puncture, bone drill and RF ablation were possible with technical success in all cases. Clinical success was also 100%. All patients underwent clinical and simple x-ray examinations at 3, 6 and 12 months. The mean follow-up time was 12.5 months (9-15 m). No complications were reported. There were no relapses during follow-up.

**Conclusions:** Guidance and control software in the treatment of fluoroscopic-guided OO using last generation C-arm allow a safe and effective treatment with clinical results similar to those obtained in conventional CT suits.

## INTRODUCCIÓN

El osteoma osteoide (OO) es un tumor óseo benigno pero muy sintomático que tradicionalmente se trataba con curetaje quirúrgico. Desde hace dos décadas progresivamente se ha ido introduciendo el tratamiento ablativo percutáneo de manera que actualmente es de elección<sup>1,2</sup>. Se trata de una lesión pequeña (menor de 2 cm), que tiene una parte central lítica formada por un nido vascular rodeada por un anillo esclerótico reactivo. Provoca una reacción inflamatoria crónica e intensa en los tejidos circundantes con reacción perióstica y sinovitis que parece están mediadas por la producción de prostaglandinas<sup>3</sup>.

El diagnóstico es clínico-radiológico. Con frecuencia el diagnóstico se retrasa, pues en un primer momento la

clínica sugiere patologías más banales y más frecuentes como esguinces, sinovitis o traumatismos menores. La cronología y características del dolor junto con el TAC son en este momento la combinación que nos lleva al diagnóstico final en la mayoría de los pacientes<sup>4</sup>. La RM aunque muy sensible se acompaña de importantes cambios edematosos en el hueso adyacente que puede conducirnos a error y sugerir el diagnóstico de un proceso más agresivo<sup>5</sup> (Fig. 1). Los hallazgos clínico-radiológicos son tan típicos que no se considera necesaria la confirmación anatomopatológica para obtener un diagnóstico de certeza<sup>6</sup>.

Independientemente de qué técnica o tecnología ablativa se emplee, desde su inicio a primeros de los años 90 y hasta la actualidad, el tratamiento percutáneo



**Figura 1.** Resonancia magnética pretratamiento, plano coronal del fémur izquierdo. A. Imagen potenciada en T1. Área nodular hipointensa en la metáfisis proximal del fémur (flecha) que corresponde al *nidus* del OO. B. Imagen potenciada en T2 con supresión grasa. Hiperintensidad de señal ocupando a metáfisis proximal del fémur que corresponde al edema óseo reactivo que acompaña al OO (flecha)

ablative de los OO se ha guiado por TAC<sup>2</sup>. Con el desarrollo tecnológico las salas de angiografía más modernas están dotadas en su mayoría de sistemas de adquisición rotacionales que mediante el software adecuado permiten obtener imágenes TAC, esto se conoce como tomografía computarizada de haz cónico o más frecuentemente con su término anglosajón *cone beam CT* (CBCT). Al mismo tiempo se están desarrollando sistemas de navegación que asisten en tiempo real y algunas veces de manera definitiva, a los radiólogos intervencionistas durante los procedimientos de ablación percutánea.

En este trabajo mostramos la experiencia preliminar en el tratamiento percutáneo de OO con radiofrecuencia (RDF) bajo control fluoroscópico realizado en la sala de angiografía empleando un software específico para la segmentación tridimensional y guía de punción de los tumores.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron pacientes diagnosticados de OO procedentes de la consulta de traumatología con dolor refractario de varios meses de evolución. En todos se había confirmado el diagnóstico de OO mediante TAC multidetector de 64 canales. Una vez confirmado el diagnóstico, el Servicio de Traumatología remitió a los pacientes a la consulta de Radiología Vasculosa Intervencionista (RVI) para valoración de eventual tratamiento mediante termoablación. En la consulta de RVI se revisaron todas las pruebas de imagen, se reinterrogó al paciente, se valoró la posibilidad de tratamiento ablative percutáneo y finalmente se propuso al paciente y/o a sus tutores el tratamiento mínimamente invasivo mediante termoablación percutánea explicando las ventajas, inconvenientes y alternativas terapéuticas. Se obtuvo consentimiento informado por escrito de todos los pacientes. Los datos demográficos de los 4 pacientes se resumen en la Tabla 1.

Se definió éxito técnico como la colocación precisa del electrodo *intranidus*. Se definió éxito clínico como la

desaparición completa de la clínica dolorosa en las 24 horas posteriores a la intervención y a lo largo del periodo de seguimiento.

### Técnica

Las 4 intervenciones se realizaron en la sala de Radiología Vasculosa por médicos intervencionistas sénior y con experiencia previa en ablación ósea. Se hizo anestesia general mediante mascarilla laríngea. A todos los pacientes se les administró 2 gr iv de cefazolina (Laboratorios Normon. Madrid. España) y 100 mg de actocortina iv (Takeda farmacéutica. Madrid. España) 30 minutos antes de comenzar la ablación. El paciente se colocó en la mesa angiográfica de forma que el área a tratar quedase bien centrada sobre el isocentro de giro del arco en C. Se tuvo cuidado de retirar cualquier cable de monitorización, electrodos o vías que pidieran interferir con la imagen.

La sala de RVI está dotada con un angiógrafo Phillips Allura Clarity Xper FD20 equipado con software Oncosuit® (Philips Healthcare. Best. Países Bajos). El angiógrafo puede obtener imágenes TAC mediante rotación en 8 segundos de 180° con un campo de 48 cm. Una vez obtenida la imagen TAC se vuelca en una consola de trabajo donde de manera rápida y sencilla empleando las diversas herramientas que componen el software Oncosuit® realizamos segmentación del tumor en 3D y se planifica la trayectoria exacta evitando las estructuras adyacentes potencialmente dañables. La punción se hará lo más perpendicular posible a la superficie ósea. En huesos largos puede ser útil en algunas ocasiones un abordaje desde la superficie ósea contralateral a la que se encuentre el OO, aunque esto implique atravesar mayor cantidad de hueso, para así conseguir posteriormente que el electrodo de RDF se mantenga estable y no se desplace o balancee mientras se realiza la ablación. Una vez consensuados los datos por el equipo médico que realiza el procedimiento se procede a realizar la punción dirigida en tiempo real mediante fluoroscopia en una pantalla en la que

Paciente	Edad/Sexo	Localización	Subcondral	Nidus	Clínica	Limitación funcional	Duración del dolor
1	13/♂	Metáfisis proximal fémur izdo.	No	10 mm	Dolor muslo izdo.	No	6 m
2	12/♂	Techo acetabular dcho.	Sí	6 mm	Coxalgia dcho.	No	12 m
3	21/♂	Techo acetabular dcho.	Sí	5 mm	Coxalgia dcho.	Sí	11 m
4	33/♂	Diáfisis tibia izdo.	No	5 mm	Dolor tibia izdo.	No	6 m

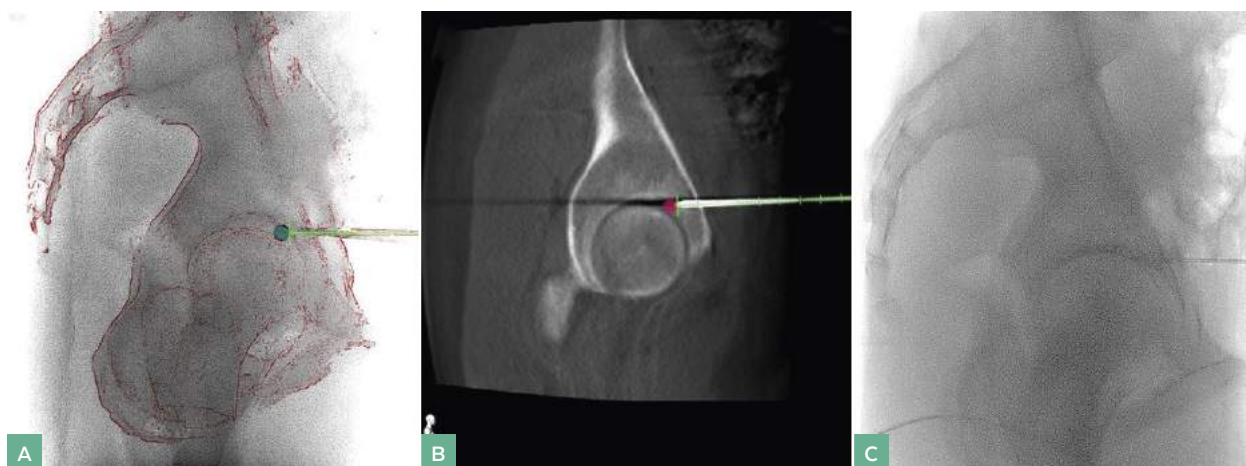
Tabla 1. Características de los pacientes y localización de los OO previo al tratamiento

podemos ver el avance correcto de la aguja conforme la trayectoria prefijada, permitiéndonos realizar, también en tiempo real, las correcciones que sean oportunas (Fig. 2).

Solucionado el problema del acceso al OO, empleando el sistema de guía descrito con una punción perpendicular a la superficie ósea y alternando martillo y fresado, romperemos la cortical y taladraremos el hueso escleroso que rodea el *nidus* empleando una aguja T-Lok® de 13G con punta de diamante (Argon Medical Devices. Tejas. Estados Unidos) (casos 1 y 2) (Fig. 3). Más cómodo y rápido es el empleo de un taladro quirúrgico con motor a pilas *OnControl Bone*

*Marrow Biopsy System* (OBM. Arrow OnControl. Teleflex. Tejas. Estados Unidos) (casos 3 y 4).

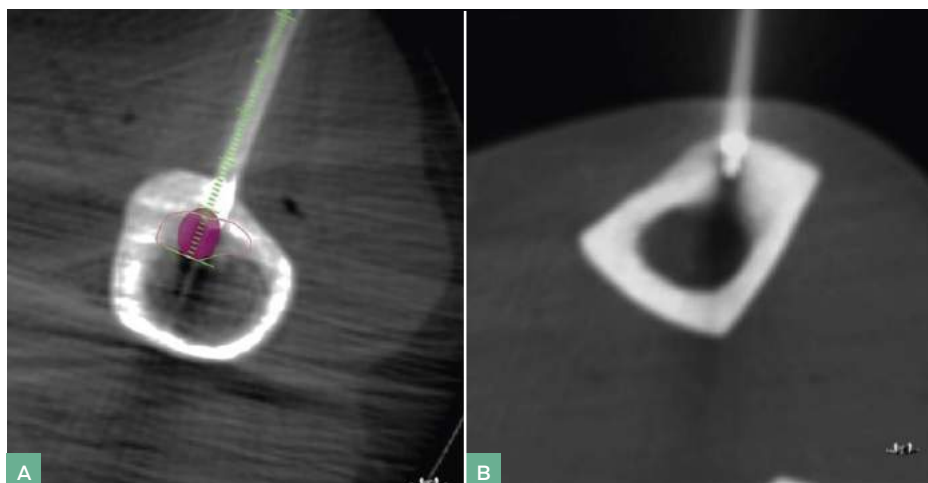
Una vez perforado el hueso realizamos nuevo TAC rotacional de control para confirmar que la perforación ósea realizada es correcta y que se ha accedido al *nidus* del OO (Fig. 4). Confirmado este punto ya solamente nos queda introducir la aguja de RDF dentro del orificio óseo y aplicar calor al mismo para destruir el *nidus*. En los 4 pacientes se empleó un electrodo de RDF Cool-tip® (Medtronic. California. Estados Unidos) de 17G de grosor con punta activa de 10 mm trabajando en modo manual a 90 °C, sin emplear refrigeración, con una duración de cada ablación de 6 minutos.



**Figura 2.** Tres imágenes complementarias durante la punción y colocación del electrodo de RDF. A. Segmentación del tumor en 3D (bolita verde) que el software de punción utilizará como diana para planificar el acceso. B. Reconstrucción TAC en el plano sagital que confirma la correcta trayectoria de la aguja. Se aprecia superposición entre el trayecto pre-establecido (color verde) y la aguja ya avanzada (radiopaca). C. Imagen fluoroscópica en tiempo real que nos muestra la posición del electrodo de RDF



**Figura 3.** A. Plano coronal de TAC a partir de una adquisición rotacional. *Nidus* radioluciente con reacción esclerótica periférica localizada en el techo acetabular derecho. B. Segmentación del OO (bolita azul). Trayectoria de la aguja (flecha) perpendicular al hueso, sobreimpuesta a la imagen fluoroscópica para guiar de forma precisa el taladro del hueso



**Figura 4.** TAC obtenido en la sala de angiografía sobre OO en diáfisis de tibia izquierda. A. Planificación y segmentación del OO previo al tratamiento. B. Confirmación de la correcta posición con el electrodo de RDF dentro del *nidus*

### Seguimiento

El seguimiento clínico radiológico establecido consistió en una llamada telefónica a la semana del tratamiento para verificar evolución del dolor y necesidad o no de medicación analgésica. A los 3, 6 y 12 meses todos los pacientes fueron programados en la consulta de RVI previa realización el mismo día de una radiografía simple del área tratada. Damos el alta definitiva en el caso de permanecer asintomáticos al año del tratamiento. Para evitar exceso de radiación no se programan TAC de control salvo que exista mala evolución clínica.

## RESULTADOS

Desde junio de 2015 hasta enero de 2016 (8 meses) se trataron 4 pacientes consecutivos, todos varones, con una media de edad de 19,7 años. Ninguno tenía antecedentes traumáticos ni médico-quirúrgicos de interés.

### Pacientes

**PACIENTE 1:** Varón de 13 años que hace deporte regularmente. Refiere, dolor en el muslo izquierdo de 6 meses de evolución, de inicio progresivo y de predominio nocturno, que le despierta por las noches y cede con ibuprofeno a demanda. TAC evidenciando una lesión lítica cortical a 5 cm del trocánter mayor y en la cara anterior del fémur. Mide 1 cm y tiene intensa esclerosis circundante. Tras 15 meses está asintomático y de alta definitiva.

**PACIENTE 2:** Varón de 12 años que refiere dolor de 7 meses de evolución en la cadera derecha, de predominio nocturno, continuo e irradiado a la cara anterior del muslo, que cede con ácido acetilsalicílico que toma a demanda. Tras 4 meses se diagnostica de OO mediante

RM y TAC, evidenciando *nidus* de 6 mm localizado en el techo acetabular del hueso iliaco derecho. Tras 14 meses está asintomático y de alta definitiva.

**PACIENTE 3:** Varón de 21 años que sufre desde hace un año coxalgia derecha de predominio nocturno con limitación funcional para la actividad física habitual, ha dejado de hacer deporte y camina con muleta. El dolor cede con ácido acetilsalicílico y toma 500 mg/8 h durante los últimos dos meses. Después de haber consultado en varias ocasiones tanto en atención primaria como especializada se sospechó el diagnóstico de OO al realizar una radiografía simple. El TAC de cadera realizado unos días después confirmó una lesión lítica, con borde escleroso, subcondral, de 5 mm de diámetro situada en la cortical del techo acetabular de la cadera derecha. Tras 12 meses está asintomático y de alta definitiva.

**PACIENTE 4:** Paciente de 33 años que refiere desde hace 6 meses dolor en la tibia izquierda. Originalmente lo achacó a una contusión menor pero se mantiene en el tiempo. El dolor es de intensidad variable y aparición errática sin impedirle conciliar el sueño. Cede con aspirina que el paciente toma a demanda. Se realiza TAC que demuestra un *nidus* de 5 mm en la cara anterior de la diáfisis de la tibia izquierda compatible con OO. Tras 8 meses está asintomático y pendiente de revisión anual. El procedimiento pudo realizarse en todos los pacientes sin incidencias con un éxito técnico del 100 %. Dada la localización de las lesiones sólo se pudo realizar protección gonadal con dispositivo plomado en el paciente con OO localizado en la tibia. En los otros tres debido a la interferencia directa que el protector causaba sobre el área problema no se pudo aplicar esta medida de radioprotección.

El software de navegación-punción y el control fluoroscópico en tiempo real permitieron el taladro óseo y el correcto posicionamiento de la aguja de RDF en todos los casos. El TAC de haz cónico obtenido mediante adquisición rotacional del angiógrafo confirmó en todos los casos la correcta posición tanto de la aguja de perforación ósea como posteriormente la aguja-electrodo de RDF.

El éxito clínico fue del 100 %. Todos los pacientes estuvieron asintomáticos desde el día siguiente, sin dolor significativo en el área de punción, sin hematoma ni quemaduras cutáneas, con movilidad adecuada de la respectiva extremidad y sin trastornos sensitivos. El tiempo medio de ingreso de los pacientes fue inferior a 24 horas. Todos los pacientes pudieron suspender la ingesta crónica de antiinflamatorios que venían realizando a partir del día siguiente a la intervención. Durante las 6 semanas posteriores a la intervención se prohibió a los pacientes realizar deporte o actividades que supusieran una carga extra sobre el hueso tratado. Pasadas las 6 semanas todos retomaron sus actividades físicas y deportivas habituales. En los casos 2 y 3 el OO tenía una localización subcondral y en ninguno se produjo después del tratamiento sintomatología articular, derrame, inflamación o dolor, que pudiera sugerir daño del cartílago articular secundario al calor de la termoablación.

El seguimiento medio fue de 12,5 meses (9-15 m). En todos los casos se realizaron controles clínicos y con radiografía simple a los 3, 6 y 12 meses salvo el último paciente que está pendiente del control anual. En las radiografías simples de control a los 6 meses persiste una imagen circular radioluciente correspondiente al taladro óseo realizado habiendo desaparecido la esclerosis *perinidus* (Fig. 5). No se realizó en ninguno caso TAC y/o RM postoperatorias de control por considerarlas sólo indicadas en caso de recurrencia o de alivio incompleto de la sintomatología. No hemos tenido que lamentar ninguna fractura de estrés ni otro tipo de complicación durante el seguimiento. Tampoco ha ocurrido ninguna recidiva durante el seguimiento.

## | DISCUSIÓN

En este trabajo se muestra la experiencia preliminar en el tratamiento del OO realizado en una sala de angiografía bajo control fluoroscópico en tiempo real, empleando tecnología mediante imágenes de TAC obtenidas por rotación del angiógrafo y todo ello auxiliado por un software específico con el que podemos segmentar el tumor en 3D y emplear un sistema estereotáxico útil tanto para dirigir la punción ósea como para confirmar su posición *intranidus*. Se pudieron tratar con éxito todos los OO con 0 % de complicaciones mayores. Los pacientes fueron dados de alta en 24 horas con desaparición



**Figura 5.** RX simple AP de cadera. Control 6 meses después de la ablación. Paciente asintomático. Pequeña área radioluciente esférica (flecha) correspondiente al taladro óseo realizado durante el tratamiento. Ha desaparecido por completo la esclerosis *perinidus* que existía previamente

de los síntomas desde el primer día postratamiento y resolución completa a largo plazo.

Desde que Rosenthal publicara por primera vez el tratamiento del OO mediante RDF en 1992 hasta hoy, el TAC es la modalidad de imagen empleada para dirigir y controlar la intervención<sup>1-3</sup>. Con el TAC se obtiene la precisión necesaria para poder pinchar con exactitud lesiones óseas que con frecuencia no son mayores de 5 mm. Sin embargo las salas convencionales de TAC no están en general preparadas para realizar procedimientos intervencionistas mayores, no están equipadas para anestesiarse y monitorizar a los pacientes y no hay imagen en tiempo real. Por otro lado en los hospitales generales los TAC tienen gran demanda asistencial diagnóstica por lo que en ocasiones bloquear estos equipos durante tiempo prolongado para solamente atender a un paciente puede resultar controvertido desde el punto de vista de la gestión. Los angiógrafos de nueva generación, independientemente del fabricante, vienen casi todos ellos equipados con la posibilidad de obtener imágenes TAC mediante adquisiciones rotacionales. Estos equipos también vienen dotados de herramientas informáticas que permiten, a partir de la adquisición rotacional, obtener reconstrucciones tridimensionales e imágenes con alta resolución espacial y en contraste. Estas imágenes adquiridas se fusionan con la fluoroscopia en tiempo real y nos permiten dirigir punciones con precisión y seguridad<sup>4-7</sup>. La posibilidad de trabajar en tiempo real y con imágenes de alta resolución en cualquier plano del espacio, en una sala preparada para realizar procedimientos intervencionistas mayores dotados de equipamiento para anestesia general y monitorización avanzada, con personal específicamente entrenado, supone una ventaja frente a las salas de TAC convencional. El resultado final según algunos autores y como muestra la experiencia preliminar de este trabajo, es el mismo empleando como guía el TAC convencional o el angiógrafo de última generación<sup>8</sup>. Las ventajas potenciales de esta nueva tecnología son un menor número de reposiciones de la aguja y una reducción del tiempo de planificación si lo comparamos con el TAC convencional y posiblemente una mayor precisión al ser posible trabajar en tiempo real corrigiendo la trayectoria de la aguja sin necesidad de realizar nuevas adquisiciones TAC<sup>6</sup>. En este estudio no hemos analizado la dosis efectiva recibida por cada paciente pero se ha descrito que la reducción en el número de adquisiciones necesarias para la planificación y la necesidad de menor cantidad de reposiciones de la aguja tienen impacto

consiguiendo que la dosis de radiación recibida por el paciente sea menor<sup>9</sup>.

La ablación térmica percutánea del OO es hoy el tratamiento de elección debido a su efectividad próxima al 100 %, su escasa tasa de complicaciones y la recuperación inmediata del paciente<sup>3</sup>. La radiofrecuencia es la tecnología empleada con más frecuencia con unos resultados ampliamente contrastados. Respecto a otros tejidos blandos el modo de trabajo difiere ligeramente debido a la alta impedancia que tiene el hueso que obliga a trabajar en modo manual sin que la temperatura o el exceso de impedancia sean los mecanismos de autocontrol como ocurre al realizar RDF en el hígado o en el riñón<sup>10</sup>. Por otro lado, este efecto aislante del tejido óseo protege a las estructuras vecinas de ser lesionadas por el calor. En dos de los pacientes de este estudio el OO estaba en contacto con el cartílago articular sin que el tratamiento haya causado lesión del mismo. Este hecho ya fue demostrado por Martel en un estudio experimental con modelo animal<sup>11</sup>. Una contraindicación relativa para la radiofrecuencia o microondas del OO son aquellos osteomas localizados en la columna vertebral y en proximidad con raíces nerviosas mayores. En estos pacientes parece que la tendencia actual es emplear termoablación con frío pues parece se ha publicado que la crioterapia tiene menos riesgos y más posibilidad de recuperación en caso de lesión del nervio periférico que cuando la lesión es producida por calor<sup>12</sup>. El TAC de haz cónico adquirido mediante angiógrafo digital se ha demostrado muy útil en el tratamiento de OO espinales y tiene capacidad para visualizar la bola de hielo de la crioablación igual que lo hace el TAC convencional<sup>8</sup>.

Un aspecto muy importante en el tratamiento del OO es el acceso al *nidus*. La punción y taladro del hueso escleroso es en ocasiones una maniobra insidiosa que requiere de fuerza y habilidad por parte del intervencionista. La punción del hueso debe hacerse perpendicularmente a la lesión evitando falsas vías pues la reposición posterior del agua podría ser dificultosa. La posibilidad de emplear un taladro quirúrgico para atravesar el hueso cortical es aconsejable y, aunque supone un coste económico adicional, tiene la ventaja de aumentar la precisión, disminuir el tiempo de tratamiento y finalmente reducir el efecto traumático del tratamiento sobre los tejidos circundantes y la radiación sobre el paciente<sup>13</sup>.

Aunque los autores tienen experiencia consolidada en el tratamiento estándar del OO dirigido por TAC convencional, el mayor inconveniente de este trabajo es su carácter retrospectivo y preliminar sobre 4 pacientes

sin hacer estudio comparativo con otras técnicas ni con otras tecnologías y por tanto su valor es limitado.

## CONCLUSIONES

El uso de aplicaciones para la guía y control del tratamiento percutáneo del OO mediante imágenes de TAC obtenidas a partir de adquisiciones rotacionales con angiógrafos de última generación es seguro y efectivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Rosenthal DI, Springfield DS, Gebhardt MC, Rosenberg AE, Mankin HJ. Osteoid osteoma: percutaneous radiofrequency ablation. *Radiology*. 1995;197:451-4
- Filippiadis DK, Tutton S, Mazioti A, Kelekis A. Percutaneous image-guided ablation of bone and soft tissue tumours: a review of available techniques and protective measures. *Insights Imaging*. 2014;5:339-46
- Hakim DN, Pelly T, Kulendran M, Caris JA. Benign tumours of the bone: A review. *J Bone Oncol*. 2015;4:37-41
- Assoun J, Richardi G, Railhac JJ, Baunin C, Fajadet P, Giron J, et al. Osteoid osteoma: MR imaging versus CT. *Radiology*. 1994;191:217-23
- Liu PT, Chivers FS, Roberts CC, Schultz CJ, Beauchamp CP. Imaging of osteoid osteoma with dynamic gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology*. 2003;227:691-700
- Chai JW, Hong SH, Choi JY, Koh YH, Lee JW, Choi JA, et al. Radiologic diagnosis of osteoid osteoma: from simple to challenging findings. *Radiographics*. 2010;30:737-49
- Rosenthal DI, Alexander A, Rosenberg AE, Springfield D. Ablation of osteoid osteomas with a percutaneously placed electrode: a new procedure. *Radiology*. 1992;183(1):29-33
- Parlier-Cuau C, Champsaur P, Nizard R, Hamze B, Laredo JD. Percutaneous removal of osteoid osteoma. *Radiol Clin North Am*. 1998;36:559-66
- Rehnitz C, Sprengel SD, Lehner B, Ludwig K, Omlor G, Merle C, et al. CT-guided radiofrequency ablation of osteoid osteoma: correlation of clinical outcome and imaging features. *Diagn Interv Radiol*. 2013;19:330-9
- Yu F, Niu XH, Zhang Q, Zhao HT, Xu LH, Deng ZP. Radiofrequency ablation under 3D intraoperative Iso-C C-arm navigation for the treatment of osteoid osteomas. *Br J Radiol*. 2015;88(1056):20140535
- Rotolo N, Floridi C, Imperatori A, Fontana F, Ierardi AM, Mangini M, et al. Comparison of cone-beam CT-guided and CT fluoroscopy-guided transthoracic needle biopsy of lung nodules. *Eur Radiol*. 2016;26:381-9
- Abi-Jaoudeh N, Fisher T, Jacobus J, Skopec M, Radaelli A, Van Der Bom IM, et al. Prospective Randomized Trial for Image-Guided Biopsy Using Cone-Beam CT Navigation Compared with Conventional CT. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27:1342-9
- Ierardi AM, Urbano J, De Marchi G, Micieli C, Duka E, Iacobellis F, et al. New advances in lower gastrointestinal bleeding management with embolotherapy. *Br J Radiol*. 2016;89(1061):20150934
- Powell MF, DiNobile D, Reddy AS. C-arm fluoroscopic cone beam CT for guidance of minimally invasive spine interventions. *Pain Physician*. 2010;13:51-9
- Cheng EY, Naranje SM, Ritenour ER. Radiation dosimetry of intraoperative cone-beam compared with conventional CT for radiofrequency ablation of osteoid osteoma. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96:735-42
- Martel J, Bueno A, Ortiz E. Percutaneous radiofrequency treatment of osteoid osteoma using cool-tip electrodes. *Eur J Radiol*. 2005;56:403-8
- Martel J, Bueno A, Dominguez MP, Llorens P, Quiros J, Delgado C. Percutaneous radiofrequency ablation: relationship between different probe types and procedure time on length and extent of osteonecrosis in dog long bones. *Skeletal Radiol*. 2008;37:147-52
- Whitmore MJ, Hawkins CM, Prologo JD, Marshall KW, Fabregas JA, Yim DB, et al. Cryoablation of Osteoid Osteoma in the Pediatric and Adolescent Population. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27:232-7
- Schnapauff D, Streitparth F, Johrens K, Wieners G, Collettini F, Hamm B, et al. CT-guided radiofrequency ablation of osteoid osteoma using a novel battery-powered drill. *Skeletal Radiol*. 2015;44:695-701

Los resultados preliminares en estos 4 pacientes tuvieron un éxito técnico y clínico comparable a los obtenidos mediante la técnica estándar realizada en las salas de TAC convencional.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.