

## ORIGINALES

Rev Esp Cir Osteoart 1993; 28: 61-67

# Valor de la Resonancia Nuclear Magnética en Ortopedia Oncológica

C. BARRIOS\*/\*\* A. KREICBERGS\*\* J. I. MARUENDA\* R. LLOMBART\* y U. NILSONNE\*\*

\* Instituto de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Valencia.

\*\* Unidad de Ortopedia Oncológica, Hospital Karolinska, Estocolmo, Suecia.

**Resumen.**—Presentamos nuestra experiencia preliminar sobre la utilidad diagnóstica de la Resonancia Nuclear Magnética (RM) en la evaluación pre- y postoperatoria de pacientes con tumores musculoesqueléticos. Se han revisado 21 pacientes con tumores caracterizados histológicamente. Del total, 10 casos eran sarcomas de partes blandas, 7 correspondían a tumores óseos y 4 eran metástasis óseas o recidivas locales. Las imágenes se obtuvieron mediante un sistema de RM de campo medio provisto de un imán superconductor operando a 0.5 Teslas. En todos los casos se obtuvieron imágenes T1 y T2, en los planos axial y coronal. Como norma se objetivó un excelente contraste entre la señal de la lesión y la de las estructuras normales adyacentes. Sólo en un caso, un osteosarcoma del extremo proximal del peroné, las imágenes de extensión a partes blandas vecinas resultaron ser negativas en la exploración quirúrgica. El análisis de los cambios de intensidad de la señal no permitieron distinguir la especificidad tisular del tumor, ni diferenciar lesiones benignas y malignas. En nuestra experiencia, la RM nos ha permitido un mejor diagnóstico anatómico de la extensión tumoral, facilitándonos la planificación quirúrgica que requieren las modernas técnicas reconstructivas en ortopedia oncológica.

## THE VALUE OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN ORTHOPAEDIC ONCOLOGY

**Summary.**—The preliminary experience using Magnetic Resonance imaging for pre- and post-operative assessment of orthopaedic oncologic patients is hereby reported. Twenty-one patients with histologically characterized bone and soft tissue tumors have been reviewed. Seventeen patients had primary musculoskeletal neoplasia: 10 had soft tissue sarcomas and 7 bone tumors. The remained 4 patients consisted of bone metastasis or local recidive. Magnetic resonance images were acquired using a superconductive magnet operating at 0.5 Tesla. T1- and T2-weighted transaxial and coronal images were obtained in all cases. An excellent contrast between the signal of the lesion and the normal adjacent structures was usually obtained. Only in one osteosarcoma of the proximal fibula, an extraosseous extension was presumed but not found during surgical resection. Changes in image intensity did not permit to identify tumor tissue specificity neither distinguish between benign and malignant lesions. In our experience, Magnetic Resonance shows a great advantage in order to determine tumor anatomical extension, providing a useful information for the surgical planning required by current reconstructive techniques in orthopaedic oncology.

## INTRODUCCIÓN

Desde sus primeras aplicaciones clínicas, la Resonancia Nuclear Magnética (RM) ha demostrado ser

de gran eficacia diagnóstica en el campo de la patología músculo-esquelética (1, 2). Uno de los mayores impactos de la RM dentro de este área es la evaluación de tumores óseos y sarcomas de partes blanda (3-6). Varios trabajos han sido publicados en la literatura anglosajona recogiendo las ventajas de la RM con respecto a otras técnicas para el diagnóstico de extensión de los tumores músculo-esqueléticos (7-11). La clara delimitación de las estructuras anatómicas —vientres musculares, vasos y nervios— que

### Correspondencia:

Dr. D. CARLOS BARRIOS  
Instituto de Cirugía Ortopédica y Traumatología  
Clínica Quirón  
Avda. Blasco Ibáñez, 14  
46010 Valencia

aporta la RM, proporciona una valiosa información para planificar el abordaje quirúrgico en Ortopedia Oncológica (2, 5, 6, 12). Más aún, la RM parece ser más útil que otras modalidades de diagnóstico por la imagen en la evaluación post-operatoria de los tumores óseos y de tejidos blandos, dada su capacidad para distinguir el tejido tumoral residual o recidivante de otras anomalías tisulares postquirúrgicas no relacionadas con la enfermedad tumoral (13).

En la literatura española se han publicado algunas revisiones de conjunto sobre la utilidad de la RM en el diagnóstico de los tumores músculo-esqueléticos (14, 15). No hemos encontrado, sin embargo, en el ámbito de la Cirugía Ortopédica artículos originales que versen sobre el valor de la RM para el enfoque diagnóstico y terapéutico de pacientes con tumores óseos y tejidos blandos. Este hecho nos ha animado a reflejar en este trabajo nuestra experiencia inicial en el estadiaje quirúrgico preoperatorio y control evolutivo post-quirúrgico de tumores músculo-esqueléticos mediante RM.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Todos los pacientes remitidos a nuestro centro con la sospecha de un tumor óseo o un sarcoma de tejidos blan-

dos fueron sometidos e exámenes clínicos y radiológicos con el fin de evaluar su extensión siguiendo protocolos actualmente reconocidos (16). En este sentido, la historia clínica, la exploración física y el estudio radiológico convencional constituyeron la primera fase y la base de partida de esta evaluación. Si la lesión no se podía etiquetar con seguridad como benigna, se efectuaban ulteriores estudios. El diagnóstico de extensión y las características de malignidad de los tumores se investigaron mediante escintigrafía, angiografía y tomografía axial computarizada (TAC). En los últimos años, si la información obtenida por estos métodos diagnósticos se consideraba insuficiente para efectuar el estadiaje desde el punto de vista clínico-quirúrgico, se añadió como exploración adicional, en algunos casos, la RM.

En este estudio se recogen casos no sometidos a radioterapia previa. Todos los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente mediante resección de la tumoración cuyo estudio proporcionó el diagnóstico histopatológico en todos los casos e información exacta de la extensión anatómica del tumor.

De los 21 pacientes estudiados, 12 eran mujeres y 9 hombres, con edades que oscilaban entre los 6 y los 82 años (media: 39). La tabla I recoge el diagnóstico histológico, la localización y el estadio quirúrgico, éste último conforme a los criterios de Enneking (16). La caracterización histológica de los tumores reveló que 10 casos eran sarcomas de partes blandas, 7 correspondían a tumores óseos y 4 eran metástasis óseas o recidivas locales.

TABLA I  
CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LOS TUMORES ESTUDIADOS CON RM

Caso	Sexo <sup>a</sup>	Edad	Diagnóstico	histológico <sup>b</sup>	Tipo <sup>c</sup>	Localización	Estadio quirúrgico <sup>d</sup>
1	H	46	Osteoblastoma		P	1/3 medio tibia	HA
2	H	20	Neurofibrosarcoma		P	Hombro	HA
3	H	30	Tumor de células gigantes		P	Fémur distal	IIB
4	H	48	Melanoma		M	Muslo proximal	III
5	M	48	Adenocarcinoma indiferenciado		M	1/3 medio de tibia	III
6	V	31	Mixofibrosarcoma		P	Infraclavicular	IB
7	M	46	HFM		P	1/3 medio muslo	III
8	M	38	Hemangiopericitoma maligno		P	Muslo proximal	IIA
9	M	82	Condrosarcoma RL			Región inguinal	IB
10	H	43	Condrosarcoma RL			Pelvis	IB
11	H	19	Tumor de células gigantes		P	Art. metatarso-fal. pie	IB
12	M	64	Condrosarcoma		P	Fémur distal	IA
13	M	35	HFM		P	Hombro	IIB
14	M	15	Osteosarcoma		P	1/3 proximal peroné	IIB
15	M	19	Neuroblastoma		M	Infraclavicular	III
16	M	34	Fibromatosis agresiva		RL	Pelvis	IB
17	H	6	Tumor de Ewing		P	Radio	IIB
18	H	16	Fibromatosis agresiva		RL	1/3 medio muslo	IB
19	M	64	HFM óseo		P	Fémur proximal	IIB
20	H	62	Carcinoma de pulmón		M	Vértebra T12-L1	III
21	M	54	Carcinoma de mama		M	Humero y escápula	III

a: H, hombre; M, mujer.

b: HFM, histiocitoma fibroso maligno.

c: P, primario; M, metástasis; RL, recidiva local.

d: según criterios de Enneking (11).

Las imágenes de RM se obtuvieron con un sistema comercial de campo medio (Somatom®, Siemens) provisto de un imán superconductor operando a 0.5 Tesla. En todos los casos se obtuvieron imágenes T1 y T2. Para los estudios T1 se utilizó un TR de 500 msec y un TE de 35 msec. Para las imágenes T2 se empleó un TE variable (90-120 msec) y un TR fijo de 1500 msec. Se tomaron imágenes axiales y en el plano coronal de todos los pacientes.

En cada exploración con RM se valoraron diversos factores. En los tumores óseos se estudió la extensión intraósea, la presencia de invasión extraósea, la detección de calcificaciones u osificación intratumoral y la reacción perióstica o endóstica. En los tumores de partes blandas y en los casos de tumores óseos con invasión de tejidos blandos circundantes se estudió la delimitación entre tumor y músculo sano, tumor y estructuras capsulares de la articulación, tumor y grasa e invasión de paquetes vasculo-nerviosos por parte del tumor. Además se valoró la existencia de signos que indicaran necrosis o hemorragia intratumoral e invasión ósea del tejido tumoral.

Para valorar la fiabilidad diagnóstica, la información aportada por la RM en cada uno de los parámetros analizado fue distribuida según una escala de valoración propuesta por Peterson y cols. (10). Así, se asignaban 5 puntos cuando la información era valorada subjetivamente como excelente, 4 cuando era buena, 3 si era regular, 2 en el caso de ser de poca calidad y 1 cuando la información no era de utilidad.

## RESULTADOS

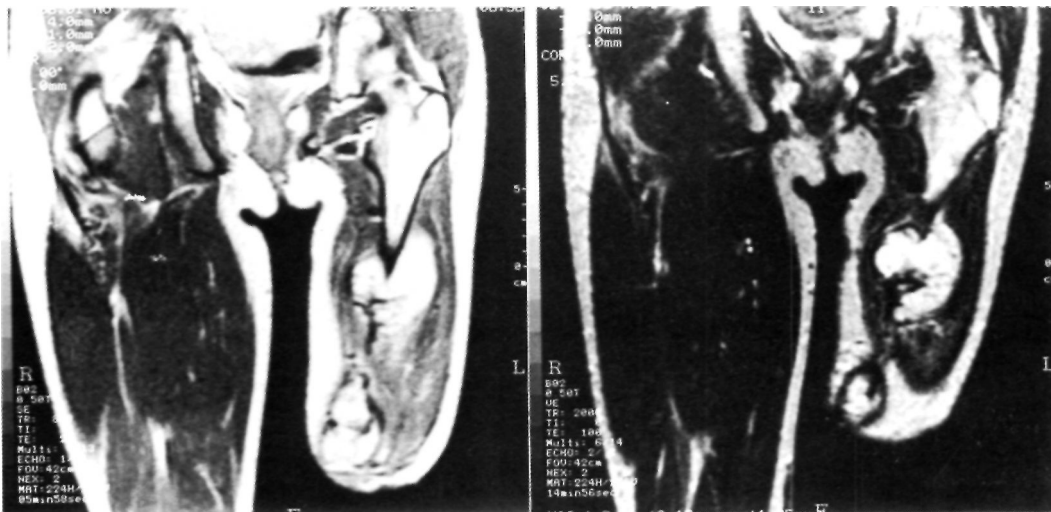
Independientemente de la localización del tumor, en todos los casos excepto en un osteosarcoma, se obtuvo un excelente contraste entre la intensidad de

la lesión y las estructuras circundantes no patológicas. El caso que planteó dificultades de delimitación resultó ser un osteosarcoma de extremidad proximal del peroné en cuyas imágenes se interpretó la existencia de invasión extraósea de los compartimentos tibial anterior y posterior. Durante la exéresis quirúrgica del tumor, no se pudo verificar dicha invasión. Las imágenes preoperatorias fueron reevaluadas tras la cirugía, siendo interpretadas entonces como expresión de áreas de edema e hipervascularización peritumoral.

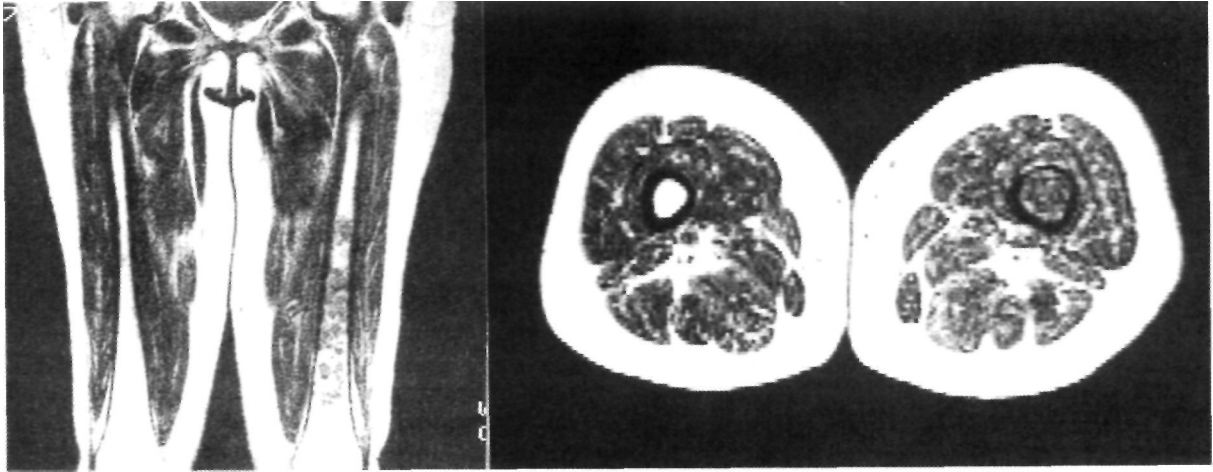
Los contornos y la intensidad de la señal en tumores de tejidos blandos y en la extensión extraósea de algunos tumores óseos primarios se detectaron con más facilidad en las imágenes T2. Estas imágenes permitieron analizar claramente las relaciones del tumor con las estructuras musculares (Fig. 1).

Las proyecciones axiales proporcionan una buena información sobre el estadio de extensión local y la relación del tumor con las estructuras vitales vecinas. No obstante, las imágenes panorámicas sagitales o coronales aportaron una información superior para la correcta evaluación de la extensión tumoral dentro de la cavidad medular—especialmente en secuencias T1— (Fig. 2), para la estimulación de los límites superior e inferior en tumores de partes blandas, y para valorar con más fiabilidad las relaciones entre el tumor y los grandes paquetes vasculares vecinos (Fig. 3).

No se pudieron identificar características específicas entre lesiones benignas y malignas, ni tampoco



**Figura 1.** Recidiva de una fibromatosis agresiva en el 1/3 medio y distal del muslo (caso n.º 18). El paciente había sido previamente amputado a nivel región femoral supracondílea. Las imágenes T1 (izqda.) y T2 (dcha.) delimitan las dos áreas de recidiva. En las secuencias T2, la intensidad de señal es alta mostrando pequeñas áreas de baja intensidad, patrón relativamente frecuente en tumores fibrosos de extirpe maligna. La lesión no es infiltrativa y rechaza planos musculares.



**Figura 2.** Condrosarcoma de 1/3 medio y distal de l mur izquierdo (caso n.  12). Las imágenes en T1 permiten valorar con exactitud la extensión intramedular del tumor. En los cortes sagitales se aprecia adelgazamiento de la cortical, sin invasión de partes blandas.

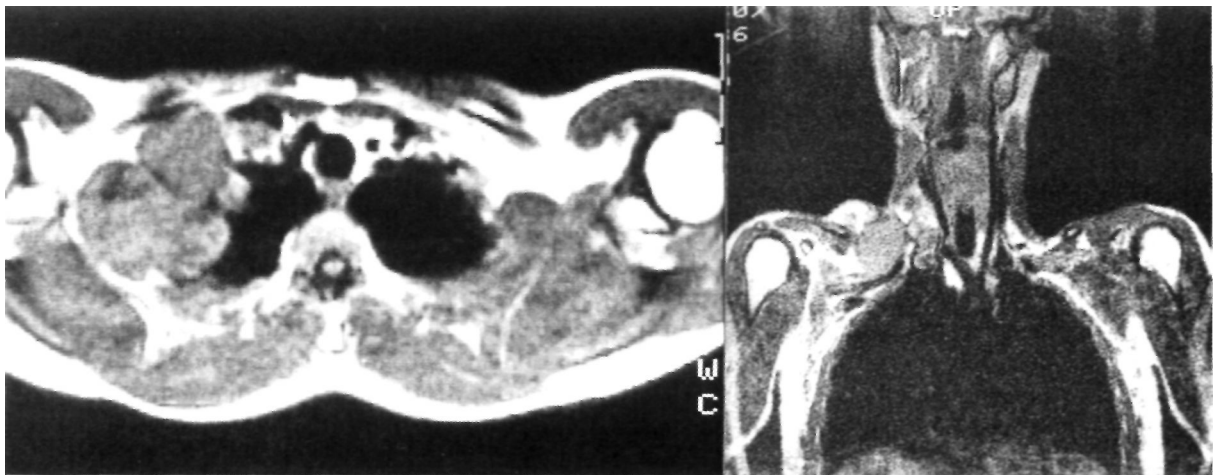
la posibilidad de establecer señales específicas de cada estirpe tumoral. En los casos de osteosarcomas o condrosarcomas, fue difícil visualizar áreas de calcificación intratumoral, a no ser que fueran muy pronunciadas. Las áreas de necrosis y licuefacción intratumoral se detectaron con facilidad gracias a la intensidad de la señal emitida por estas zonas, tanto en las imágenes T1 como T2. Las áreas de hemorragia recientes se mostraron como una señal hiperintensa en las imágenes T1 y T2.

Pese a lo referido en la literatura, en algunos casos hemos tenido dificultad en el diagnóstico diferencial entre lesiones residuales post-cirugía y la posibilidad de recidiva local del tumor (Figs. 4 y 5).

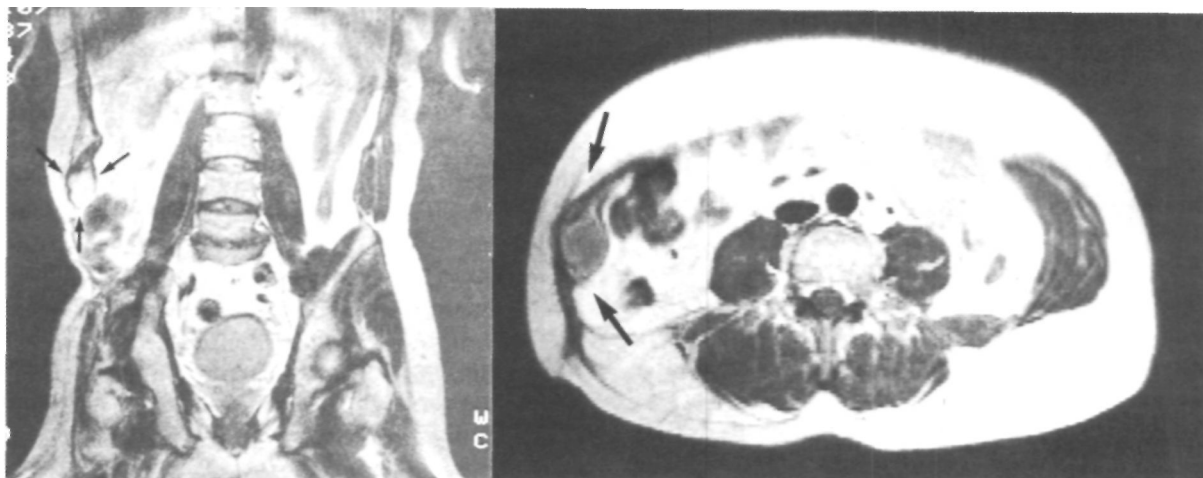
La tabla II recoge la valoración media de cada uno de los parámetros estudiados de acuerdo con el esquema de Petersson y cols. (10). En nuestra experiencia, muy similar a la de estos autores, los parámetros mejor definidos por la RM en tumores óseos fueron la extensión intramedular del tumor, la afectación epifisaria y/o articular y la invasión extraósea. En el caso de los tumores de partes blandas, casi todos los parámetros estudiados superaron la puntuación de 4; es decir, la RM aportaba una muy buena información acerca de las relaciones y extensión anatómica del tumor.

## DISCUSIÓN

El material clínico del presente trabajo est  cons-



**Figura 3.** Mixofibrosarcoma retro en infraclavicular derecho (caso n.  6). En el corte coronal (T1) se puede observar la relación que guarda el tumor con las arterias subclavia y carótida, y que supone una valiosa información de cara a la planificación quirúrgica.



**Figura 4.** Recidiva de un condrosarcoma de pala ilíaca derecha (caso n.º 9). En la imagen coronal (T1) se aprecia la falta de hueso ilíaco resecado en la primera intervención. La recidiva del tumor se halla localizada entre los planos musculares de la pared abdominal. La intensidad de la señal no corresponde a tejido fibroso residual postquirúrgico.

tituido en su mayor parte por tumores musculoesqueléticos primarios, ya que este tipo de lesiones suponen nuestra principal actividad en el campo de la ortopedia oncológica. Sólo hemos tenido la oportunidad de examinar 4 tumores metastásicos en los que, de acuerdo con otros autores (6, 9), hemos observado que la RM es tan útil y fiable como en el caso de los tumores primarios, presentando las mismas ventajas de cara al enfoque quirúrgico de estos pacientes.

Aunque nuestra serie no es muy numerosa, nuestra impresión general es que la RM proporciona una considerable y muy válida información para la eva-

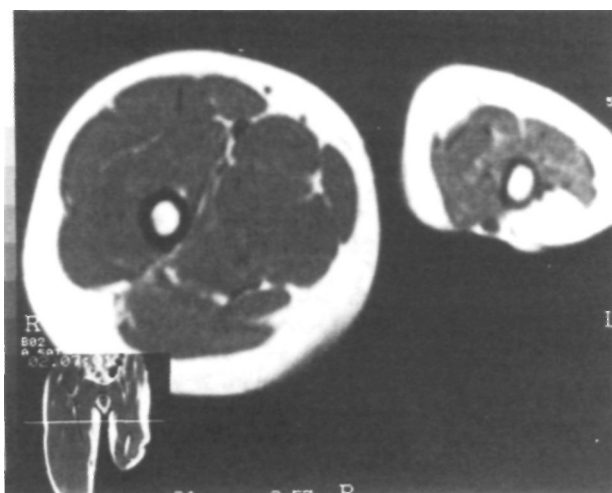
luación preoperatoria y la planificación del tratamiento quirúrgico de pacientes con tumores óseos de partes blandas. La posibilidad de delimitar con fiabilidad la extensión anatómica de la lesión facilita los actuales protocolos quirúrgicos en ortopedia oncológica que abogan por las técnicas reconstructivas con resección radical del tumor tratando de mantener la función del miembro. En nuestra corta experiencia, las prin-

**TABLA II**

VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN DIAGNOSTICA APORTADA POR LA RM EN NUESTROS CASOS

Parámetros analizados	Fiabilidad diagnóstica <sup>a</sup>	
	media	(rango)
<b>TUMORES ÓSEOS</b>		
Invasión extraósea	4.7	(4-5)
Extensión intramedular	4.8	(4-5)
Destrucción cortical	3.8	(3-5)
Calcificaciones intratumorales	1.8	(1-3)
Reacción Periostal/endostal	2.1	(1-3)
Afectación epifisaria/articular	4.3	(3-5)
<b>SARCOMAS DE TEJIDOS BLANDOS</b>		
Delimitación tumor-planos musculares	4.6	(4-5)
Invasión articular	4.8	(4-5)
Invasión vasos	4.2	(3-5)
Relación tumor-hueso vecino	4.5	(3-5)
Necrosis/hemorragia intratumoral	3.6	(3-5)

a: según Petterson y cols. (10).



**Figura 5.** Imagen T1 contrastada con gadolinio correspondiente al paciente de la Fig. 1 (caso n.º 18). La imagen se tomó 1 año después de la resección marginal de la recidiva. En la actualidad, las imágenes corresponden a fibrosis residual postquirúrgica.

principales ventajas de la RM han sido la elevada resolución o contraste entre tejido tumoral y tejido sano (que puede optimizarse mediante variación de las características de las imágenes T1 y T2) y la facilidad con que se obtienen imágenes en los planos axiales y sagital o coronal, aspecto que no es posible obtener con la TAC.

Uno de los problemas que plantea la TAC con respecto a la RM, es la mayor dificultad para distinguir y delimitar las áreas de edema y tejido inflamatorio peritumoral. En nuestra experiencia con RM, sólo en un caso nos hemos encontrado con serias dificultades para distinguir esas imágenes. De hecho, lo que en la exploración quirúrgica resultó ser simplemente afectación inflamatoria peritumoral, fue interpretado en uno de nuestros casos como invasión extraósea de un osteosarcoma. A pesar de las grandes ventajas de la RM, la fiabilidad diagnóstica en este tipo de lesiones sigue constituyendo uno de los retos para el especialista (10, 17). La utilización de algunos contrastes paramagnéticos como el gadolín parece facilitar la diferenciación y delimitación de las áreas estrictamente tumorales.

Algunos autores sostienen que la TAC es de valor similar a la RM, por lo que ha de escogerse de primera intención aquel método que sea más fácilmente asequible y de menor coste económico (17). Estos autores plantean que la radiología convencional, la escintigrafía y la TAC debería ser suficientes para determinar el diagnóstico de extensión en los tumores óseos malignos. Sin embargo, para los tumores de tejidos blandos y para el componente de

partes blandas de los tumores óseos con componente extraóseo, la RM podía llegar a ser el método más preciso de evaluación del grado de extensión tumoral.

En nuestro caso, para indicar el uso de la RM hemos adoptado los mismos protocolos que propone Berquist (6). En tumores de tejidos blandos de las extremidades, la RM es el método diagnóstico de elección. En tumores localizados en el tronco, solemos utilizar como exploración inicial la TAC, ya que las imágenes de la RM también sufren los mismos artefactos que inducen los movimientos del tórax y abdomen, y por lo tanto sus ventajas no parecen tan claras. En los tumores óseos, sólo utilizamos la RM en aquellos casos con imágenes sugestivas de malignidad en la radiología convencional. Además, empleamos en primera instancia la TAC en tumores localizados en huesos planos, ya que así se obtienen mejores imágenes de afectación cortical en estos casos.

En conclusión, nuestra experiencia inicial en 21 pacientes con tumores óseos y de tejidos blandos concuerda con el trabajo de otros autores (7, 8, 10, 12, 13). Las imágenes bien contrastadas, la capacidad para obtener directamente imágenes en proyecciones axiales y coronales, y la excelente delimitación de las estructuras vasculares sin necesidad de utilizar medios de contraste endovenoso, son las principales ventajas técnicas de la RM. Todo parece indicar, que la RM irá asumiendo, cada vez más, una mayor relevancia en el diagnóstico y estadiaje quirúrgico de los tumores musculoesqueléticos, especialmente en los que afecten a tejidos blandos.

### Bibliografía

1. **Petterson H, Hamlin DJ, Mancuso A, Scott KN.** Magnetic resonance imaging of the musculoskeletal system. *Acta Radiol Diag* 1985; 26: 225-34.
2. **Petterson H, Springfield DS, Enneking WF.** Modern radiologic approach to musculoskeletal tumors. Berlin: Springer, 1987.
3. **Brady TJ, Rosen BR, Pykett IL, McGuire MH, Mankin HJ, Rosenthal DI.** NMR imaging of leg tumors. *Radiology* 1983; 149: 181-7.
4. **Reiser M, Rupp N, Heller HJ et al.** MR-tomography in the diagnosis of malignant soft-tissue tumors. *Eur J Radiol* 1984; 4: 288-93.
5. **Totty WG, Murphy WA, Lee JKT.** Soft-tissue tumors: MR imaging. *Radiology* 1986; 160: 135-41.
6. **Berquist TH.** Magnetic resonance imaging of musculoskeletal neoplasms. *Clin Orthop* 1989; 244: 101-18.
7. **Aisen AM, Mattel W, Branstein EM et al.** MRI and CT evaluation of primary bone and soft tissue tumors. *AJR* 1986; 146: 749-56.
8. **Petasnick JP, Turner DA, Charles JR et al.** Soft-tissue masses of the locomotor system: comparison of MR imaging with CT. *Radiology* 1986; 160: 125-33.
9. **Zimmer WD, Berquist TH, McLeod RA, et al.** Bone tumors: Magnetic resonance imaging versus computed tomography. *Radiology* 1985; 155: 709-18.
10. **Petterson H, Gillespy III T, Hamlin DJ, et al.** Primary musculoskeletal tumors: Examination with MR imaging compared with conventional modalities. *Radiology* 1987; 164: 237-41.
11. **Demas BE, Heelan RT, Lane J, et al.** Soft tissue sarcomas of the extremities: comparison of MR and CT in determining the extent of disease. *AJR* 1988; 150: 615-20.
12. **Sundaram M, McGuire MH, Herbold DR, et al.** Magnetic resonance imaging in planning limb-salvage surgery for primary malignant tumors of bone. *J Bone Joint Surg* 1988; 68A: 809-19.

13. **Vanel D, Lacombe MJ, Conanet D, et al.** Musculoskeletal tumors: Follow-up with MR imaging after treatment with surgery and radiation therapy. *Radiology* 1987; 164: 243-5.
14. **Aparisi F.** Tumores musculoesqueléticos. En: *Resonancia Magnética*. Vilar Samper J, Martí-Bonmatí L. editores. Barcelona: Salvat, 1991; 229-48.
15. **Bloeni JL, Taminiau AHM.** La resonancia magnética en los tumores óseos malignos de hueso. *Monogr Diag Imag* 1988; 5: 139-51.
16. **Enneking WF.** Musculoskeletal tumors surgery. Edinburgh: Churchill-Livingstone, 1983; 141-68.
17. **Beltran J, Simon DC, Katz W, Weis L.** Increased MR signal intensity in skeletal muscle adjacent to malignant tumors: pathologic correlation and clinical relevance. *Radiology* 1987; 162: 251-5.