

Valor de la resonancia magnética y del protocolo de cuerpo completo en mieloma múltiple

RESUMEN

En pacientes con enfermedades malignas, la metástasis define las opciones terapéuticas y el pronóstico. Distintos estudios han demostrado que las imágenes de resonancia magnética combinan alta resolución espacial y excelente contraste de tejidos blandos, lo que le confiere la mejor detección y caracterización de lesiones parenquimatosas y óseas. El papel de las imágenes en el abordaje de pacientes con mieloma múltiple consiste en estudios que permitan reconocer los efectos de las células de mieloma en el esqueleto. Para fines de estadiaje, con el protocolo de cuerpo completo (*body mets*), se han utilizado diferentes protocolos, entre los que destacan las secuencias inversión recuperación, técnicas eco-planares y eco gradiente potenciada en T1 posterior a la administración de medio de contraste. La visión directa de la médula ósea permite valorar la extensión de la enfermedad y los efectos del tratamiento. La enfermedad de la médula ósea en pacientes con mieloma múltiple se identifica por resonancia magnética como imágenes de disminución de la señal grasa en secuencias potenciadas en T1. Las secuencias de STIR y potenciadas en T2 son las más sensibles para ver esos cambios. En pacientes con mieloma múltiple el protocolo de cuerpo completo demostró más lesiones óseas en comparación con la tomografía, particularmente en regiones no osteolíticas y, además, delimitó claramente los tumores extramedulares de partes blandas.

Palabras clave: resonancia magnética de cuerpo completo, mieloma múltiple, fracturas vertebrales.

Value of the magnetic resonance and the full body protocol in multiple myeloma

ABSTRACT

In patients with malignant disease, treatment options and prognosis depend significantly on the presence of metastases. Studies have shown that MRI combines high spatial resolution and excellent soft tissue contrast, which gives better detection and characterization of parenchymal lesions and at bone tissue. The role of images in the approach of patients with multiple myeloma consists of recognizing the effects of myeloma cells in the skeleton. For staging, under the protocol of full body (Body Mets), different protocols have been used, among which highlight: inversion recovery sequences, eco-planar gradient, and T1 after administration of contrast agent. The direct visualization of the bone marrow allows evaluating the extension of a disease and the ef-

Luis Diego Campos-Hernández¹
Roger Carillo-Mezo²
René Bourlon-Cuellar³
Diego Sarré-Álvarez⁴
Julián Sánchez-Cortázar⁵
María de Guadalupe Gómez-Pérez⁶
Omar Francisco Coronel-Ayala⁷
Christianne Bourlon de Los Ríos⁸

¹ Médico residente de posgrado de resonancia magnética en sistema músculo-esquelético.

² Médico neurorradiólogo adscrito a Resonancia Magnética.

³ Médico adscrito, especialista en Medicina Interna.

⁴ Médico residente de Medicina Interna.

⁵ Profesor adscrito al curso de alta especialidad en Medicina, Resonancia Magnética.

⁶ Médico radiólogo. Director médico de Resonancia Magnética. Profesor titular de los cursos de alta especialidad en Resonancia Magnética en sistema músculo-esquelético y de cuerpo completo. Hospital Ángeles del Pedregal.

⁷ Médico internista y hematólogo, Instituto Nacional de Cancerología.

⁸ Médico internista y residente de segundo año de Hematología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, México, DF.

Recibido: 5 de marzo 2014

Aceptado: 12 de junio 2014

Correspondencia: Dr. René Bourlon Cuéllar
Departamento de Medicina Interna
Hospital Ángeles del Pedregal
Camino a Santa Teresa 1055-476
10700 México, DF
rene6@prodigy.net.mx

Este artículo debe citarse como

Campos-Hernández LD, Carillo-Mezo R, Bourlon-Cuellar R, Sarré-Álvarez D y col. Valor de la resonancia magnética y del protocolo de cuerpo completo en mieloma múltiple. Med Int Méx 2014;30:745-754.

fects of therapy. Disease of the bone marrow in the presence of multiple myeloma is identified as magnetic resonance images of decreasing fat signal in the T1 sequences. STIR and T2 sequences are the most sensitive to see these changes. In patients with multiple myeloma protocol Body Mets visualizes more bone lesions compared with CT, particularly in non-osteolytic regions and also clearly demarcated extramedullary soft tissue tumors.

Key words: body mets, multiple myeloma, vertebral fractures.

ANTECEDENTES

En pacientes con enfermedades malignas las opciones terapéuticas y su pronóstico dependen de manera importante de la existencia de metástasis. El estadiaje clínico puede tener un alto costo (tiempo-monetario) y conlleva frecuentemente la realización de varios procedimientos diagnósticos que incluyen: radiología convencional, ultrasonografía, medicina nuclear y tomografía con emisión de positrones. Distintos estudios han demostrado que las imágenes de resonancia magnética combinan alta resolución espacial y excelente contraste de tejidos blandos, lo que le confiere la mejor detección y caracterización de lesiones parenquimatosas y óseas.¹

El papel de las imágenes en el abordaje de pacientes con mieloma múltiple consiste en estudios que permitan reconocer los efectos de las células de mieloma en el esqueleto. La resonancia magnética permite la visión directa del tumor en la médula ósea.² La radiología convencional continúa como el método primario de diagnóstico para detectar la destrucción ósea en mieloma múltiple; sin embargo, debe existir una destrucción ósea de aproximadamente 50% para que tenga representación radiológica.² La tomografía es sensible para detectar lesiones destructivas de tipo lítico, que asocian masas

de tejidos blandos, osteopenia difusa, fracturas y rara vez, osteosclerosis.

Las lesiones en los cuerpos vertebrales son difíciles de diferenciar de enfermedad metastásica difusa una vez tomados los pedículos vertebrales y de las fracturas ocasionadas por insuficiencia. Cerca de 90% de las fracturas por compresión por mieloma múltiple ocurre entre la novena vértebra torácica y la cuarta lumbar.³

La resonancia magnética tiene sensibilidad, especificidad y certeza para determinar la existencia de fracturas por compresión secundarias a enfermedad metastásica de 100, 93 y 95%, respectivamente. Hallazgos sugerentes de fracturas-compresión por metástasis del borde posterior convexo, masa epidural o paraespinal e intensidad anormal de señal en el pedículo o en elementos posteriores.⁴

Para fines de estadiaje, bajo el protocolo de cuerpo completo (*body mets*), se han utilizado diferentes protocolos, entre los que resaltan las secuencias inversión recuperación, técnicas eco-planares y eco gradiente potenciada en T1 posterior a la administración de medio de contraste.¹

Antes, el abordaje por imágenes para el estudio de pacientes con mieloma múltiple incluía la

serie ósea metastásica, tomografía computada y estudios de medicina nuclear. En tiempos recientes, la resonancia magnética de la médula ósea ha permitido el análisis directo del tumor. La visión directa de la médula ósea permite valorar la extensión de la enfermedad y los efectos del tratamiento.² La enfermedad de la médula ósea en pacientes con mieloma múltiple se identifica por resonancia magnética como imágenes de disminución de la señal grasa en secuencias potenciadas en T1. Las secuencias de STIR y potenciadas en T2 son las más sensibles para ver esos cambios. Los protocolos de resonancia magnética descritos en la bibliografía varían desde T1, T2 y STIR sin contraste hasta secuencias potenciadas en T1 con supresión grasa y con gadolinio (Figuras 1 y 2).

La utilidad de la resonancia magnética se ha comparado con la de la serie ósea metastásica y de la tomografía computada por emisión de positrones tras la aplicación de FDG. Aunque la serie ósea metastásica aún es el método recomendado para el diagnóstico inicial, la resonancia magnética tiene mayor sensibilidad y se recomienda en pacientes con plasmocitoma o gammopatía monoclonal que tengan un estudio de serie ósea metastásica normal o con menos de cinco lesiones líticas.⁵ El protocolo de escaneo de cuerpo completo, en el que se incluye el esqueleto apendicular proximal, tiene mayor sensibilidad y especificidad que la serie ósea metastásica. En dos estudios en los que se compararon las secuencias T1 y STIR con la tomografía multicorte y por emisión de positrones se encontró más evidencia a favor del protocolo de cuerpo completo. En ambos estudios, la resonancia magnética tuvo mayor sensibilidad para la detección de mieloma múltiple.⁵

Varios estudios han demostrado que la resonancia magnética, por su resolución espacial y excelente contraste para tejidos blandos, es superior a otras modalidades para caracterizar

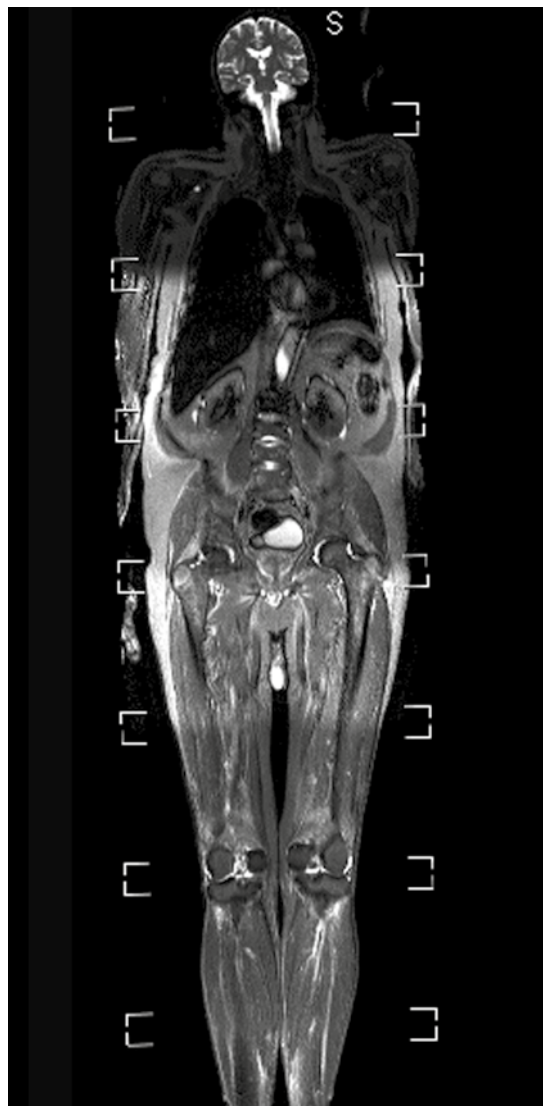


Figura 1. Reconstrucción panorámica del protocolo de cuerpo completo en secuencia STIR. Valoración del esqueleto axial y apendicular.

lesiones parenquimatosas y óseas. Debido a que las células de la médula ósea son el asiento inicial de la enfermedad metastásica, la resonancia magnética puede detectar lesiones en un estadio temprano, incluso antes de poder detectar lesiones con el gammagrama óseo, que por largo

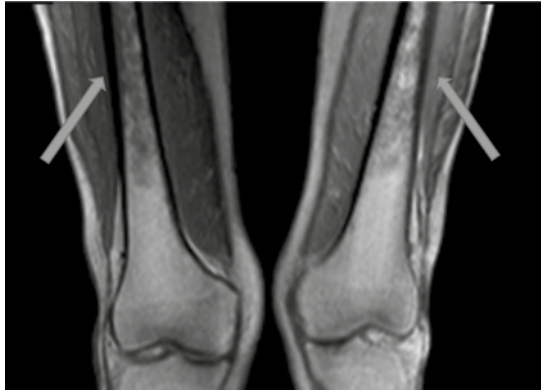


Figura 2. Cortes coronales en secuencia T1 con áreas hipointensas en ambas diáfisis femorales por infiltración de la médula ósea por mieloma múltiple.

tiempo ha sido el patrón de referencia para la detección de metástasis óseas.⁶

La radiología convencional mantiene su utilidad a pesar de sus limitaciones, porque en 30 a 70% de los casos no permite detectar anomalías focales y los cambios de osteoporosis difusa no son posibles de diferenciar de otras causas. En la práctica, la serie ósea metastásica tiene baja sensibilidad, especialmente para estructuras como las costillas, la escápula y el esternón.⁷

El protocolo de cuerpo completo se realiza con movimientos continuos de la mesa de exploración. El movimiento se consideraba uno de los mayores obstáculos para realizar ese protocolo; por tanto, mediante un estudio prospectivo para evaluar el protocolo a utilizar, se realizaron secuencias de cuerpo completo en T2 simple y T1 contrastado durante el estudio en tiempo real con movimiento continuo de la mesa de exploración.¹ En un estudio piloto se obtuvieron imágenes en T1 y T2 con supresión grasa (STIR) en 10 pacientes y en el resto del estudio se realizó con secuencia de spin eco (SE); debido a que son más rápidas (4 *versus* 8 minutos en

STIR), mostraron menos artefactos y tuvo mejor relación espacial, todo esto con sensibilidad comparable, pero con mejor especificidad que la secuencia STIR.⁷

El mieloma múltiple representa 1% de todos los tumores malignos y entre 10 y 15% de las enfermedades hematológicas, es poco frecuente antes de la quinta década de la vida. El protocolo de cuerpo completo se utiliza no sólo para pacientes hematooncológicos, sino como estudio pivote en el abordaje de paciente con mieloma múltiple porque permite demostrar cambios de intensidad de señal focales o difusos, homogéneos y heterogéneos “sal y pimienta”, con alta sensibilidad y especificidad.⁸

La médula ósea normal varía de señal según la cantidad de médula grasa y roja. La médula grasa es isointensa al tejido subcutáneo, mientras que la roja es isointensa o mínimamente más brillante que el músculo.⁹

La secuencia STIR es sensible para detectar anomalías de los tejidos blandos y óseos debido a su añadida densidad de protones, así como al contraste en T1 y T2 con la inherente supresión grasa. La mayor parte de los tejidos del organismo son ricos en protones y tiene tiempos de relajación largos en las secuencias T1 y T2, lo que les confiere alta intensidad de señal en las imágenes STIR spin eco.⁹

En pacientes con mieloma múltiple el protocolo de cuerpo completo demostró más lesiones óseas en comparación con la tomografía, particularmente en regiones no osteolíticas y delimitó claramente a los tumores extramedulares de partes blandas. En un estudio practicado por Schlemmer y colaboradores se logró demostrar daño de la médula ósea en los cuerpos vertebrales, el hueso iliaco, el húmero y la tibia por medio de resonancia magnética, que ninguna otra técnica radiológica pudo demostrar.¹⁰

Las mayores desventajas del protocolo Body Mets en el pasado fueron el largo tiempo de examen causado por la reposición constante del paciente. Además, era difícil integrar las diferentes regiones anatómicas en una sola evaluación, debido a los cambios de antenas, secuencias, aplicación de medio de contraste, entre otros. Las recientes mejorías en el *hardware* y *software*, como el desarrollo de secuencias más rápidas, han minimizado continuamente estas limitaciones.¹¹⁻¹³

CASO CLÍNICO

Paciente masculino de 68 años de edad, agricultor, con diagnóstico de enfermedad pulmonar obstructiva crónica secundaria a tabaquismo. Inició su padecimiento seis semanas previas a su ingreso con dolor dorso-lumbar de inicio súbito, intensidad 9/10, incapacitante para ponerse de pie y deambular después de realizar un viaje prolongado. La tomografía axial computada de columna torácica reportó colapso parcial de los cuerpos vertebrales de la región torácica D5 y D6 y pérdida de volumen de D10 y D12 por lo que recibió tratamiento sintomático; 48 horas previas a su ingreso a nuestro hospital se agregó fiebre de 39°C asociada con tos productiva en accesos. Los estudios de laboratorio reportaron lo siguiente: anemia NN (Hb 10.7 g/dL, Ht 29.5%, VGM 96.7 fL, HCM 32.9 pg), leucocitosis ($22.0 \times 10^3/\text{mL}$, neutrófilos 61%, linfocitos 17%), VSG 14. El frotis de sangre periférica evidenció Rouleaux ++, lesión renal aguda (Cr 2.1 mg/dL, BUN 31 mg/dL). Proteínas séricas: hipoalbuminemia-hiperglobulinemia (11.8 g/dL total, globulinas 9.7 g/dL) y radiografía de tórax con infiltrado basal derecho. Ingresó con los diagnósticos de síndrome febril, por neumonía adquirida en la comunidad y sospecha de gammapatía monoclonal. Su estudio se complementó con: Beta 2 microglobulina (7.011 mcg/L), electroforesis de proteínas con pico monoclonal de 34.7% y 2.43 g/dL, inmunofijación en orina con patrón

monoclonal kappa, inmunofijación en suero con patrón monoclonal IgG-kappa y biopsia de médula ósea que evidenció médula ósea moderadamente hiper celular, con incremento notable de células plasmáticas distribuidas en patrón intersticial y nodular, que correspondía a 70% de la celularidad total, con restricción de cadenas ligeras kappa monoclonal (mieloma de células plasmáticas), con expresión focal de CD20 y morfología madura de aspecto linfóide con expresión parcial de CD20. La serie metastásica reportó lesiones líticas en el cráneo y los huesos largos. La resonancia magnética evidenció colapso parcial de D5, D6, D10, D11 y D12, con menor afectación de L1 a L4, además de cambios artrósicos facetarios generalizados en la región dorsal y lumbar (Figuras 3 y 4). Se comparó la serie metastásica vs la resonancia magnética y en esta última se observó un franco infiltrado de la médula ósea y lesiones líticas francas en los fémures que no se consideraron en la serie metastásica (Figura 5). Con base en todo lo anterior se concluyó el diagnóstico de mieloma múltiple y se inició tratamiento con lenalidomida, dexametasona y antitrombóticos, con lo que se obtuvo una respuesta clínica a la mejoría y estabilización de la enfermedad con el tratamiento a tres y seis meses.

Además de la resonancia magnética se decidió realizar desde un inicio la secuencia de resonancia magnética de cuerpo completo, que reportó incremento en la intensidad de señal en los cuerpos vertebrales de la región dorsolumbar y colapso vertebral de T5 a T12 y de L1 a L5, de mayor importancia de T10 a T12, además de incremento difuso en la señal en la secuencia de STIR en el tercio proximal de las diáfisis humerales y femorales e imágenes nodulares hiperintensas en occipital.

Durante su evolución a seis meses realizamos resonancia magnética de cuerpo completo que demostró la mejoría en los cambios de señal

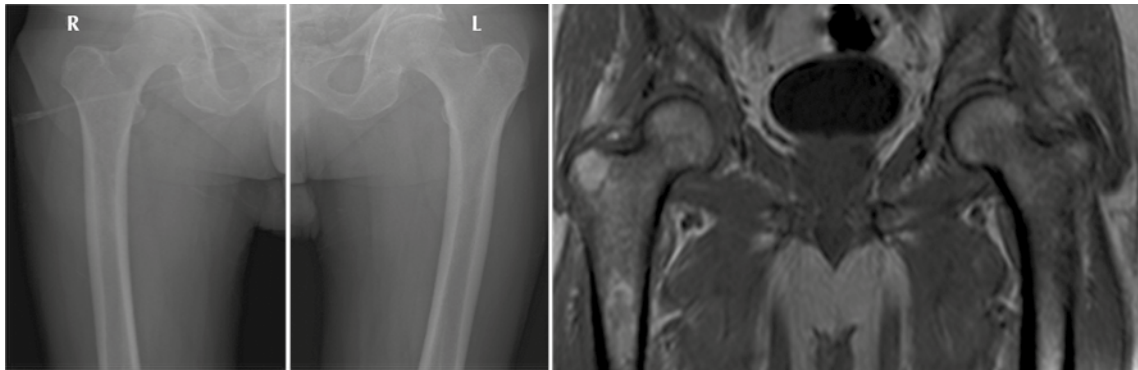


Figura 3. Valor de la imagen de resonancia magnética *versus* la radiología convencional (serie ósea metastásica). En las imágenes de resonancia magnética se evidencia la infiltración de la médula ósea, mientras que la serie ósea metastásica en los fémures se consideró sin alteraciones.

en los huesos largos, pero no en las lesiones vertebrales, donde se apreció incremento en el colapso vertebral de D5 a D12 y menor de L1 a L5, con franca mejoría en la infiltración ósea (Figuras 6 y 7).

DISCUSIÓN

Es importante insistir en que no todos los casos cumplen los criterios “clásicos” enumerados anteriormente, porque los cambios de edema se manifiestan como hipointensidad de señal en la secuencia de T1 e hiperintensidad en T2 y con saturación grasa, mismos que se pueden observar en procesos benignos y malignos, y el parámetro que nos permite diferenciar en algunos casos es el realce heterogéneo y la existencia de lesiones hipointensas en T1 e hipertensas en T2 asociadas, que representan procesos infiltrativos. El realce con el medio de contraste *per se* no es un criterio totalmente certero, porque las fracturas en estadio agudo tienen esta condición. El conocimiento de la historia clínica en el contexto de una neoplasia primaria conocida y en el de posibles enfermedades hematológicas es de

gran importancia, porque aunque existen estos patrones de comportamiento radiológico, no siempre se cumplen y, en este caso, debemos valernos de la correlación clínica.

La resonancia magnética en este campo es un método diagnóstico que permite la valoración adecuada de la médula ósea, al poder apreciar cambios incipientes y lesiones pequeñas vertebrales en comparación con la radiología convencional y la gammagrafía; la primera, por ejemplo, demuestra las lesiones hasta estadios avanzados de enfermedad, con gran destrucción ósea y cuando no existen muchas posibilidades terapéuticas para ofrecer al paciente. La gammagrafía es un método muy sensible para detectar enfermedad ósea, pero poco específica, por lo que el protocolo de cuerpo completo se ha posicionado como una herramienta muy útil que, además, no expone al paciente a las radiaciones ionizantes. Otros hallazgos, como la invasión tumoral a tejidos adyacentes para y prevertebrales, se manifiestan también en lesiones tumorales primarias y secundarias, pero de mayor evolución, mismas

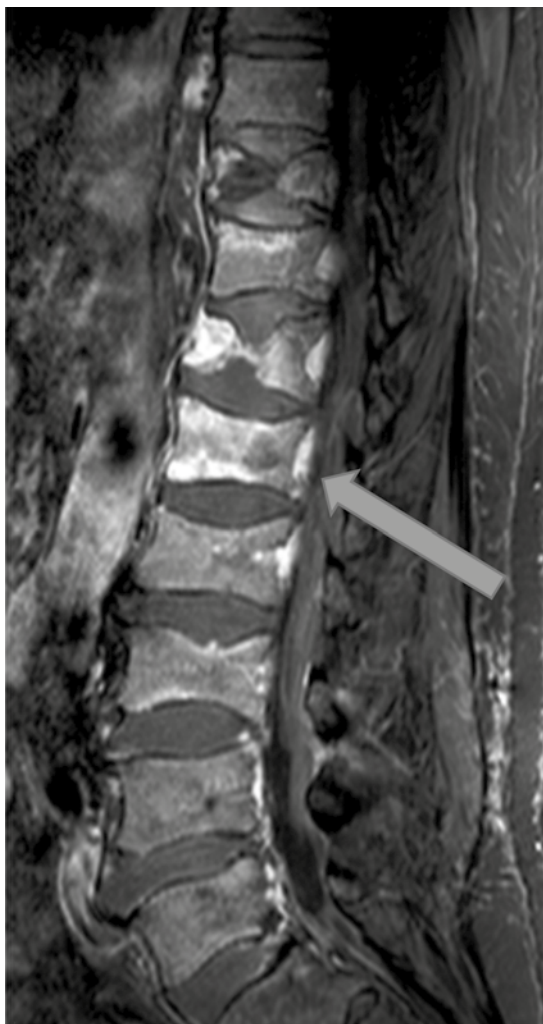


Figura 4. Fracturas por compresión en los cuerpos vertebrales D10 y D12 (flecha), sin daño del conducto raquídeo ni del disco intervertebral.

que no ocurrieron en este caso y que, por tanto, no pudieron utilizarse como un criterio diferenciador.

El protocolo de cuerpo completo es de gran utilidad para definir la extensión tumoral en pacientes hematooncológicos, debido a que representa un escaneo de cuerpo completo que

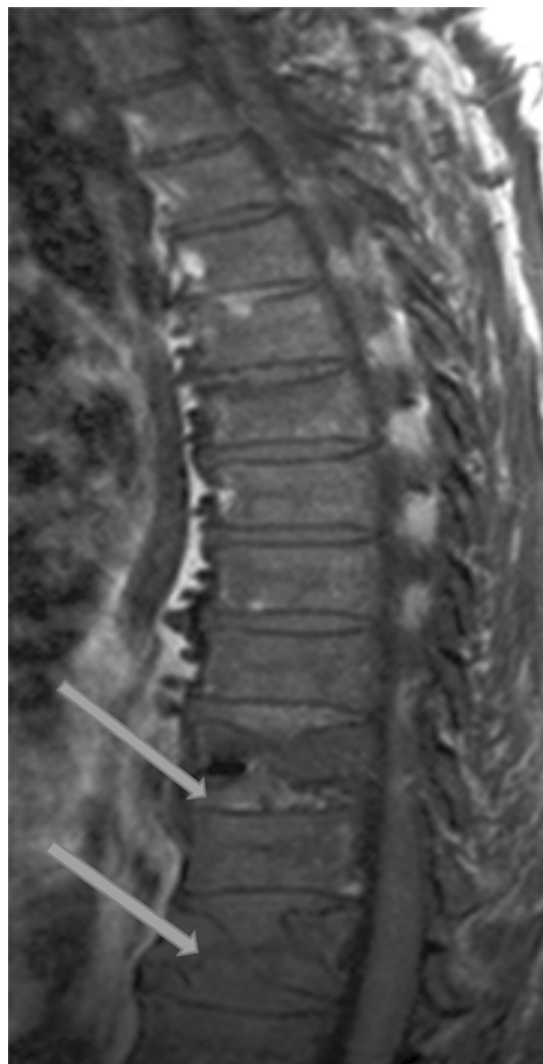


Figura 5. Proyección sagital en T1 con supresión grasa y tras la aplicación de medio de contraste (gadolinio). Se observa aumento de realce heterogéneo en los cuerpos vertebrales D10, D12 y L1 con lesión expansiva en la columna posterior de L1 (flechas), en el contexto de fracturas por compresión.

permite definir lesiones en los huesos planos, largos, el esqueleto axial y apendicular y que demuestra rápidamente la existencia o no de lesiones líticas, blásticas o ambas, como en



Figura 6. Fracturas vertebrales dorsolumbares (D10, D12, L1 y L4) en terreno patológico, con patrón heterogéneo vertebral sugerente de proceso maligno (mieloma múltiple), con afectación de apófisis espinosa y sin infiltración del cono medular ni el saco tecal. Existe disminución de la captación del medio de contraste en los elementos posteriores vertebrales, en relación con mejoría en la evolución. Compárese el estudio inicial diagnóstico: **A** vs **D**.

pacientes con tumores primarios conocidos (de mama, próstata, riñón, melanoma) o enfermedades linfó y mieloproliferativas, como el linfoma, el plasmocitoma (conocido también como mieloma solitario) y el mieloma múltiple.

La realización de este estudio comprende las secuencias de T1 y STIR, con las que podemos determinar si existe reemplazo de la médula ósea grasa normal, que es hiperintensa en T1 y es suprimida en las secuencias pesadas como el STIR. En el caso que nos compete no fue posible ver lesiones en la médula ósea de huesos largos por medio del estudio de serie ósea metastásica, por lo que la resonancia magnética prevaleció como el estudio más sensible para determinar esa situación.

Las radiografías de columna lumbar permitieron el diagnóstico de fracturas vertebrales; sin

embargo, no lograron determinar el tiempo de evolución, tampoco la caracterización de la médula ósea, que fue evidente en el cuerpo vertebral de L1 por medio de la resonancia magnética.

Se realizó la serie ósea metastásica en busca de lesiones líticas, destructivas, que no fueron demostradas por este método de imagen.

Debido a la sensibilidad de la resonancia magnética, mediante el protocolo de cuerpo completo se demostró la imagen nodular hiperintensa en la secuencia STIR en el hueso occipital derecho, además de afectación de la médula ósea en el tercio proximal de las diáfisis humeral y femoral, donde hubo incremento en la intensidad de señal en la secuencia STIR y tras la aplicación de gadolinio en T1; misma situación ocurrió en los cuerpos vertebrales y en las costillas.

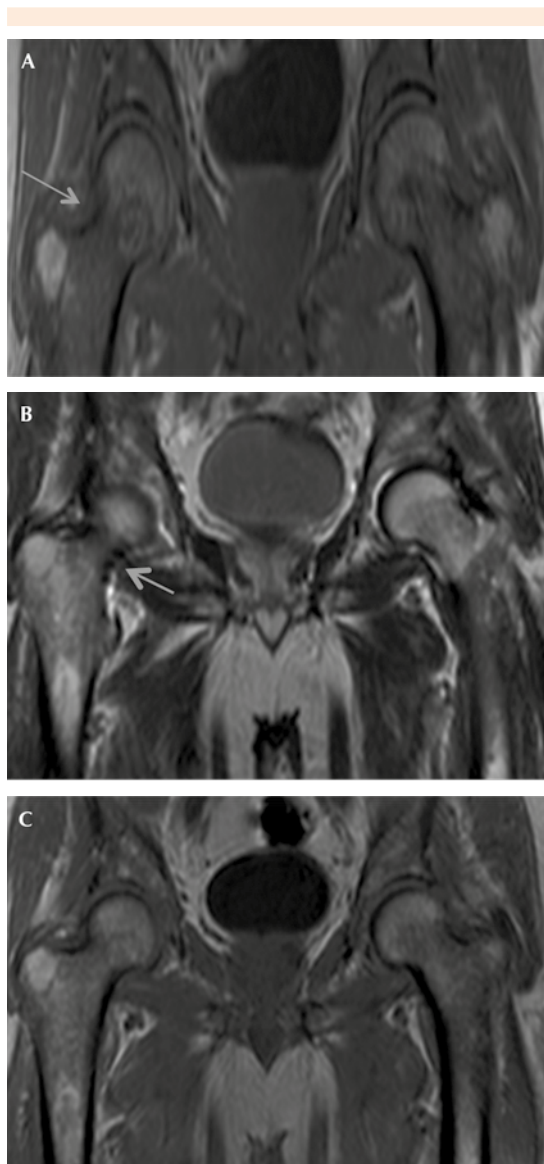


Figura 7. Proyecciones coronales del protocolo de cuerpo completo en el fémur con infiltración de la médula ósea ponderada en T1. Estudio inicial (A) y de control a los tres y seis meses (B y C). Nótese la leve mejoría en los cambios de señal del estudio diagnóstico (A), con los estudios de control (B y C).

De manera objetiva, podemos concluir que el escaneo de cuerpo completo en el caso comunicado fue primordial para realizar el diagnóstico oportuno y determinar la extensión

de la enfermedad, lo que permitió el inicio del tratamiento de primera línea con talidomida y ácido zolendrónico, así como el tratamiento antiinflamatorio y analgésico. El diagnóstico en estadio temprano mejora la evolución y supervivencia de los pacientes.

CONCLUSIÓN

La serie metastásica seguirá siendo el patrón de referencia en relación con el mieloma múltiple y las enfermedades hematológicas que se distinguen por afectación del esqueleto axial y apendicular.

La resonancia magnética es en este momento un estudio de imagen muy sensible y específico para el diagnóstico temprano de enfermedad localizada ósea y de médula ósea. La resonancia magnética permite llegar al diagnóstico de manera más temprana por su alta sensibilidad y cuantificar de manera más fidedigna la extensión de la enfermedad ósea (proceso lítico) y documentar la invasión a la médula ósea. El escaneo de cuerpo completo incrementa aún más la sensibilidad y especificidad de estas lesiones óseas y, sobre todo, en la médula ósea, proporcionando directamente la evaluación certera de la mala o buena evolución de los pacientes con la correlación de los estudios de laboratorio y patología, lo que justifica su solicitud.

REFERENCIAS

1. Brauck K, Zenge O, Vogt F, Quick H, et al. Feasibility of whole body MR with T2- and T1-weighted real-time steady-state free precession sequences during continuous table movement to depict metastases. *Radiology* 2008;246.
2. Angtuaco E, Fassas A, Walker R, Sethi R, Barlogie B. Multiple myeloma: Review and diagnostic imaging. *Radiology* 2004;231:11-23.
3. Meyer C, Vagal A, Seaman D. Put your back into it: Pathologic conditions of the spine at chest CT. *Radiographics* 2011;31:1425-1441.
4. Jung H, Lee WH, Mc Cauley T, Ha KY, et al. Discrimination of metastatic from acute osteoporotic compression spinal fractures with MR imaging. *Radiographics* 2003;23:179-187.

5. Hanrahan CJ, Christensen C, Crim J. Currents concepts in the evaluation of multiple myeloma with MR imaging and FDG PET/CT. *Radiographics* 2010;30:127-142.
6. Katsuyuki N, Kobayashi M, Takahashi S, Nakata S, et al. Whole body MRI for detecting metastatic bone tumors: Comparison with the bone scintigraphy and FDG PET. *AJR* 2001;177:229-236.
7. Cascini G, Falcone C, Console D, Restuccia A, et al. Whole-body MRI and TC/PET in multiple myeloma patients during staging and after treatment: personal experience in a longitudinal study. *Radiol Med* 2013;118:930-948.
8. Daldrup-Link H, Franzlus C, Link T, Laukamp D, et al. Whole-body MR imaging for detection of bone metastases in children and young adults, comparison with skeletal scintigraphy and FDG PET. *AJR* 2001;177:229-236.
9. Kellenberger C, Epelman M, Miller S, Babyn P. Fast STIR whole-body MR imaging in children. *Radiographics* 2004;24:1317-1330.
10. Schaemmer HP, Schafer J, Pfannenbergs C, Radny P, et al. Fast whole-assessment of metastatic disease using a novel magnetic imaging system, initial experiences. *Invest Radiol* 2005;40:64-71.
11. Schmidt G, Baur-Melnyk A, Herzog P, Schmid R, et al. High-resolution whole-body magnetic resonance image tumor staging with the use of parallel imaging versus dual-modality positron emission tomography-computed tomography. Experience on a 32-channel system. *Investigative Radiology* 2005;40:743-753.
12. Barreras M. Clasificación de fracturas toracolumbares. *Ortho-tips* 2010;6:114-121.
13. Vahlensieck M, Reiser M. Tumores óseos y de partes blandas. En: Vahlensieck, Reiser, editores. 3ª ed. *Resonancia magnética músculo-esquelética*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2003;514-516.