



¿ES LA RADIOGRAFÍA SIMPLE VERDADERAMENTE IMPORTANTE EN EL DIAGNÓSTICO DE TUMORES ÓSEOS?

Is Conventional Radiography Truly Important for Bone Tumors Diagnosis?

Juan Fernando Llano¹
 Juan Fernando Moreno¹
 José Gabriel Lotero²
 Jorge Mario Sastoque²



Palabras clave (DeCS)

Neoplasias óseas
 Imagen por resonancia
 magnética
 Radiografía

Key words (MeSH)

Bone neoplasm
 Magnetic resonance
 imaging
 Radiography

Resumen

Objetivo: Hacer una revisión del abordaje diagnóstico por imágenes de los tumores óseos y resaltar la importancia de la radiografía convencional y sus debilidades. **Métodos:** Se realizó una búsqueda de artículos en PubMed con términos MeSH de tumores óseos relacionados con radiografía simple y resonancia magnética, seleccionando los de mayor relevancia para este trabajo. **Conclusiones:** A pesar de las limitaciones que tiene la radiografía convencional y todas las ventajas que tiene la resonancia magnética, sigue siendo la “placa simple”, junto con la edad del paciente, el estudio de elección para una adecuada aproximación diagnóstica en tumores óseos.

Summary

Objective: A review of the radiologic diagnostic approach and the importance and limitations of conventional radiography are discussed in this paper. **Methods:** An article search was performed in PubMed with MeSH terms including bone neoplasms, conventional radiography and magnetic resonance. The most relevant articles were selected for this paper. **Conclusions:** Despite the limitations of conventional radiography and the advantages of magnetic resonance imaging, conventional radiography along with the age of the patient are still the initial approach to diagnosis of bone tumors.

Introducción

Los tumores de hueso y articulaciones son neoplasias raras. En Estados Unidos se estima que en el 2014 se diagnosticaron alrededor de 3000 casos de cáncer de hueso o articulación de los cuales, alrededor del 55 % fueron de sexo masculino y 45 % femenino. Estos 3000 casos corresponden, aproximadamente, a un 0,18 % del total de casos de cáncer diagnosticados en Estados Unidos en el mismo año (1,2). Cuando se tienen en cuenta solo niños y adolescentes, el porcentaje puede subir a 4 % y 7 %, respectivamente (3,4).

Diagnóstico por radiografía

Las características más importantes para la evaluación de los tumores óseos incluyen la localización del tumor, la edad del paciente y las características radiográficas de la lesión (5-7).

La radiografía es la modalidad de elección en el abordaje inicial para el estudio de tumores óseos. Esta técnica permite crear una imagen sumando la densidad de todos los puntos de una lesión en una imagen de dos dimensiones (8-11).

Los aspectos por evaluar al abordar una radiografía cuando se analiza una lesión ósea, incluyen: localización, edad del paciente, márgenes de la lesión, reacción perióstica, tamaño, mineralización y compromiso de tejidos blandos (5,12-16).

Localización: Al evaluar una lesión ósea solitaria se deben tener en cuenta la localización de la lesión en el esqueleto y la ubicación específica en el hueso afectado. La consideración de estos factores ayudará a reducir los diagnósticos diferenciales (tablas 1 y 2) (5,12-19).



¹Médico radiólogo IATM. Medellín, Colombia.

²Residente de Radiología, CES. Medellín, Colombia.

Tabla 1. Localizaciones comunes de tumores óseos

| Tumor | Localización | Tumor | Localización | Tumor | Localización | Tumor | Localización |
|------------------|--------------|---------------------------|--------------|------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| Osteocondroma | Fémur | Tumor de células gigantes | Fémur | Osteosarcoma | Fémur | Displasia fibrosa | Cráneo |
| | Tibia | | Tibia | | Tibia | | Fémur |
| | Húmero | | Radio | | Húmero | | Costillas |
| Encondroma | Mano | Quiste óseo unicameral | Húmero | Sarcoma de Ewing | Fémur | Quiste óseo aneurismático | Fémur |
| | Fémur | | Fémur | | Pelvis | | Vértebra |
| | Húmero | | Tibia | | Húmero | | Tibia |
| Condroblastoma | Fémur | Fibroma no osificante | Fémur | Adamantinoma | Tibia | Condrosarcoma | Pelvis |
| | Húmero | | Tibia | | Peroné | | Fémur |
| | Tibia | | Húmero | | Cúbito | | Húmero |
| Osteoma osteoide | Fémur | Linfoma | Fémur | Mieloma | Vértebra | Osteoblastoma | Vértebra |
| | Tibia | | Pelvis | | Costillas | | Mandíbula |
| | Vértebra | | Húmero | | Fémur | | Fémur |

Fuente: Pommersheim y Chew (7).

Tabla 2. Localización típica de lesiones óseas

| Localización | Benignas | Malignas |
|------------------|---|--|
| Epífisis | Condroblastoma | Condrosarcoma de células claras |
| | Tumor de células gigantes | |
| | Osteomielitis | |
| | Enfermedad de Paget | |
| | Ganglión intraóseo/geoda | |
| | Lesión osteocondral | |
| Metáfisis | | |
| Medular | Quiste simple unicameral | Osteosarcoma convencional |
| | Quiste aneurismático óseo | Condrosarcoma |
| | Encondroma | Enfermedad metastásica |
| | Displasia fibrosa | Mieloma (> 40 años) |
| | Osteomielitis | Linfoma |
| | Histiocitosis de células de Langerhans localizada | Tumores vasculares (angiosarcoma y hemangiopericitoma) |
| | Fibroma condromixóide | |
| Cortical | Defecto cortical fibroso/fibroma no osificante | Enfermedad metastásica |
| | Osteoma osteoide | |

Continúa

Continuación

| | | |
|-----------------|---|--|
| Yuxtacortical | Condroma yuxtacortical | Osteosarcoma periosteal |
| | | Osteosarcoma paraosteal |
| | | Condrosarcoma yuxtacortical |
| Diáfisis | | |
| Medular | Displasia fibrosa | Sarcoma de Ewing |
| | Histiocitosis de células de Langerhans localizada | Linfoma |
| | | Mieloma |
| | | Enfermedad metastásica |
| | | Tumores vasculares (angiosarcoma y hemangiopericitoma) |
| Cortical | Fibroma osificante | Adamantinoma |
| | | Enfermedad metastásica |

Fuente: Van Driel y van Leeuwen (3).

Edad: La edad es el factor más importante para hacer un diagnóstico diferencial cuando un radiólogo se enfrenta a una lesión ósea (20). Esto es principalmente útil en los extremos de la vida, pues en los pacientes de edad media hay un solapamiento mayor de los posibles diagnósticos lo que hace más difícil el enfoque de estas lesiones. En general, en los pacientes adultos hay mayor probabilidad de malignidad que

en los niños (17). El sexo masculino es un factor predominante en la mayoría de los casos con excepciones ya establecidas, en donde hay mayor riesgo para las mujeres que incluyen tumor de células gigantes (1,5:1), encondroma (1,5:1), displasia fibrosa (1,2:1) y osteosarcoma parosteal (1,7:1) (tabla 3) (5,9,21,22).

Tabla 3. Edad pico en las lesiones de hueso

| Edad | Benigno | Maligno |
|---------------------------|--|------------------|
| < 20 años | Defecto cortical fibroso | Leucemia |
| | Fibroma no osificante | Sarcoma de Ewing |
| | Quiste óseo simple | Osteosarcoma |
| | Quiste óseo aneurismático | Metástasis |
| | Condriblastoma | Neuroblastoma |
| | Histiocitosis de células de Langerhans | Retinoblastoma |
| | Osteoblastoma | Rabdomiosarcoma |
| | Osteoma osteoide | Linfoma Hodgkin |
| | Displasia osteofibrosa | |
| | Fibroma condromixioide | |
| | Displasia fibrosa | |
| | Encondroma | |
| | 20-40 años | Encondroma |
| Tumor de células gigantes | | Adamantinoma |
| Osteoblastoma | | |
| Osteoma osteoide | | |
| Fibroma condromixioide | | |
| Displasia fibrosa | | |

Continúa

Continuación

| | | |
|-----------|------------------------------|------------|
| > 40 años | Displasia fibrosa | Metástasis |
| | Enfermedad de Paget | Mieloma |
| | Linfoma no Hodgkin | |
| | Condrosarcoma | |
| | Histiocitoma fibroso maligno | |
| | Osteosarcoma | |

Márgenes: Es la característica que más se relaciona con la agresividad del tumor y es un indicador de la tasa de crecimiento del mismo (8,23-26). Las lesiones óseas menos agresivas son las *tipo I* o geográficas de forma ovoide y, a su vez, se dividen en tres subtipos según las características de sus bordes: A. Bordes nítidos con anillo esclerótico (figura 1a). B. Bordes nítidos sin anillo (figura 1b), y C. Lesión lítica de bordes mal definidos (figura 1c). Las lesiones tipo IA son las menos agresivas, las B, son de naturaleza indeterminada y las IC, las de mayor agresividad.

Las lesiones *tipo II* y *III* son lesiones no geográficas y de bordes mal definidos. Las lesiones óseas *tipo II* (figura 2) se describen como lesiones apolilladas y se componen de múltiples focos osteolíticos que varían en forma y tamaño.

Las lesiones óseas *tipo III* (figura 3) son las más agresivas y se describen como lesiones permeativas, múltiples y de carácter lítico, generalmente, sin áreas de respeto entre las mismas (17).

Reacción perióstica: Esta representa extenso compromiso de la región cortical por el tumor o su anillo reactivo (23,27-30). La reacción perióstica puede ser positiva en donde el periostio se eleva por formación de nuevo hueso o puede ser negativa, cuando existe reabsorción del hueso como en el caso en la reabsorción subperióstica en el hiperparatiroidismo (17,31). Existen varios tipos de reacción perióstica que incluyen: *sólida o unilaminada, multilaminada o en cebolla, espiculada o en sol naciente* y el *triángulo de Codman*. La interrupción del periostio en las formas multi o unilaminadas sugieren procesos agresivos que rompen el periostio (5).

- **Reacción sólida o unilaminada:** Indica crecimiento lento, por lo que el hueso tiene la oportunidad de crecer y formar una pared alrededor de la lesión. Indica poca agresividad (5).
- **Reacción multilaminada o en cebolla:** Es un proceso de agresividad intermedia y se da por lesiones intermitentes con periodos de latencia y actividad en donde el hueso trata continuamente de formar una pared, pero no lo logra de forma ordenada (5).
- **Reacción espiculada:** Es perpendicular a la corteza y se denomina también “en sol radiante”. Es la apariencia que sugiere mayor agresividad y por lo tanto, tiene el mayor riesgo de malignidad (figura 4) (5).
- **Triángulo de Codman:** Se refiere a una elevación del periostio por encima de la corteza, con la formación concomitante de un ángulo entre el periostio y el hueso en su punto de unión. Este se asocia, comúnmente, a osteosarcoma, pero cualquier proceso agresivo que levante el periostio puede causar este hallazgo, inclusive, los benignos (5).

- **Tamaño y número:** Se puede asumir que las lesiones mayores de 6 cm tienen mayor probabilidad de malignidad. Sin embargo, para algunos tipos específicos de tumores el tamaño puede ser una pista para el diagnóstico. El osteoma osteoide y el osteoblastoma son lesiones histológicamente similares, pero difieren en su tamaño, el osteoma osteoide es menor a 1,5 cm de diámetro, el osteoblastoma es mayor a 1,5 cm (32). El condroma periosteal y el condrosarcoma pueden verse similares en la radiografía (17). Lesiones de menos de 3 cm en patología macroscópica son, principalmente, condromas benignos, mientras que las mayores de 5 cm, son condrosarcomas (5,17,33,34).

Mineralización: El término *matriz* se refiere al tipo de tejido del tumor (osteoide, condral, fibroso, adiposo) y *mineralización*, a la calcificación de la matriz. Este concepto de mineralización de la matriz es importante, ya que este patrón puede ser útil en el diagnóstico. Diferentes tejidos presentan un patrón determinado al mineralizarse dependiendo de su componente cartilaginoso, óseo o fibroso, entre otros (5,8,34-37).

- **Matriz osteoide:** Su mineralización es esponjosa, en forma de nube o densa, con apariencia de marfil.
- **Matriz cartilaginosa:** Es de mineralización con patrón de arcos y anillos que se forman alrededor del cartílago globular o puede ser punteada.
- **Matriz fibrosa:** Puede mostrar un aumento en la densidad radiográfica con apariencia de vidrio esmerilado o una mineralización densa que puede ser homogénea o heterogénea.

Compromiso de tejidos blandos: Los tumores pueden generar una destrucción franca de la cortical ósea a medida que se expanden, o pueden penetrar los tejidos blandos a través de los canales de Havers. Una masa de tejidos blandos asociada a una lesión ósea es altamente sugestiva de malignidad. Las tres lesiones malignas más comunes con componente de tejidos blandos son osteosarcoma, sarcoma de Ewing y linfoma (38-40). Sin embargo, otras lesiones benignas, como la osteomielitis, pueden tener hallazgos similares (17). La ausencia de una masa evidente de tejidos blandos en la radiografía convencional no sugiere benignidad, dada la limitada capacidad de esta modalidad para detectar lesiones de tejidos blandos. Si hay evidencia radiográfica de una lesión agresiva de hueso o disrupción cortical se sugiere correlacionar el hallazgo con resonancia magnética (RM) (figura 5) (5,17).

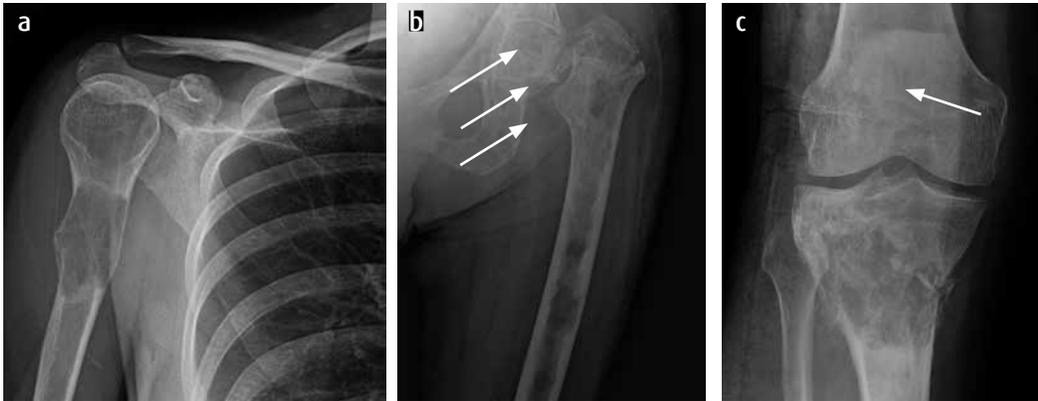


Figura 1. a) Lesión lítica de bordes nítidos con anillo esclerótico que compromete la cabeza humeral. b) Lesiones múltiples líticas de bordes nítidos en la diáfisis femoral en donde no se observa anillo esclerótico (flechas). c) Lesión lítica en la metaepifisiaria de la tibia derecha de bordes mal definidos. (flecha).

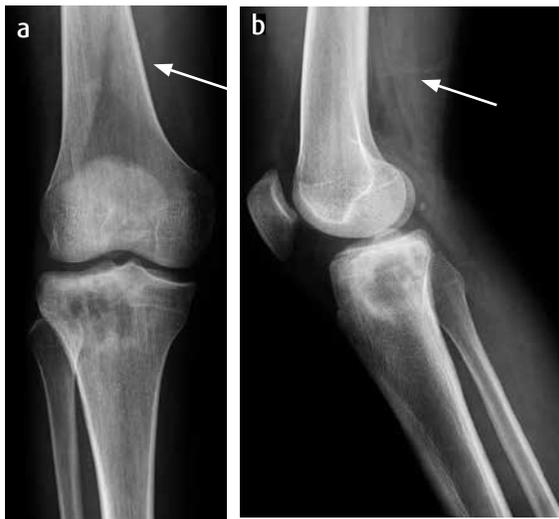


Figura 2. a y b) Lesión apofisaria de la tibia proximal tipo II.



Figura 3. Lesión lítica del húmero distal, mal definida, de aspecto permeativo, tipo III (flecha).



Figura 4. Reacción perióstica espiculada o "en sol radiante" en la diáfisis humeral, en un paciente con osteosarcoma (flecha).

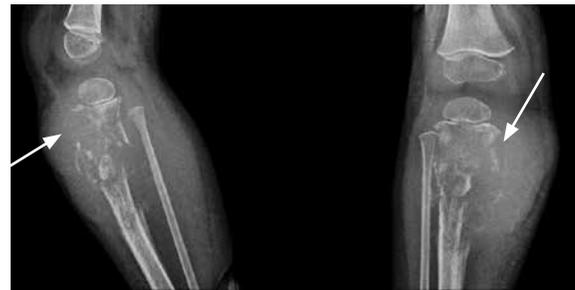


Figura 5. Neuroblastoma metastásico con compromiso óseo: Lesión lítica con patrón permeativo en la cortical de la tibia proximal, asociada a fractura patológica y lesión de tejidos blandos que afecta el tendón rotuliano (flechas).



Figura 6 a y b) Radiografía AP y lateral: Se insinúa lesión lítica mal definida (flechas) y fractura de la unión metadiáfisiaria de la tibia con edema de tejidos blandos (flecha curva).

RM: Este método se ha convertido en una herramienta fundamental para continuar la evaluación de tumores óseos, después de contar con la radiografía. Permite caracterizar detallada y finamente la extensión y el compromiso de una lesión ósea; sin embargo, al igual que la radiografía, no es un estudio que logre identificar de forma específica la histología de un tumor. Es una técnica altamente sensible para la evaluación de lesiones que contengan grasa, para la identificación de anomalías en la médula ósea y tiene un papel importante en la evaluación de la respuesta al tratamiento (41-46).

Limitaciones de la radiografía: La interposición de estructuras anatómicas en la radiografía puede ocultar anomalías. Los tejidos blandos y la cavidad medular son pobremente evaluados por este método, por lo que requiere correlación por RM. Todas las mediciones extraóseas, incluyendo el volumen del tumor extraóseo, la relación con estructuras circundantes, y la extensión de la enfermedad a la cavidad medular, son pobremente definidos por la radiografía. La RM es la modalidad de elección para suplir estas debilidades (47-49); sin embargo, el bajo costo y la alta disponibilidad de la radiografía le dan ventajas importantes que la mantienen como el primer estudio en el abordaje de este tipo de tumores.

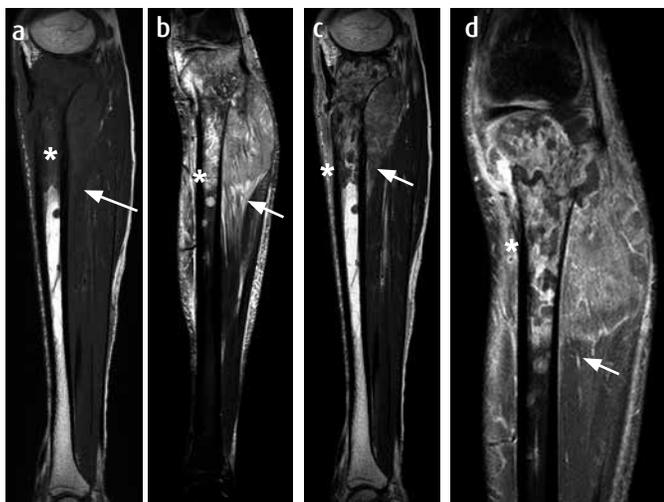


Figura 7. RM secuencias sagitales: a) T1, b) STIR, c) T1 postgadolinio, d) T1 postgadolinio FS. Se observa un tumor infiltrando el hueso (*) acompañado de una masa de tejidos blandos (flecha).



Figura 8. Radiografía AP de pierna izquierda, muestra fractura de la diáfisis tibial sin otros signos que sugieran proceso neoplásico (flecha).

A pesar de las limitaciones que tiene la radiografía convencional y todas las ventajas que tiene la RM, sigue siendo la radiografía simple, junto con la edad del paciente, el estudio de elección para una adecuada aproximación diagnóstica en tumores óseos (48,50).

A continuación se presentan ejemplos de casos en los que la radiografía convencional, como estudio inicial, tiene signos sutiles o ausentes que puedan sugerir un diagnóstico de neoplasia ósea:

- **Caso 1:** Paciente con diagnóstico de osteosarcoma en quien el estudio radiológico convencional solo demuestra sutil lesión lítica mal definida, con fractura patológica y edema de tejidos blandos anterior (figura 6). A este paciente se le realiza una RM con medio de contraste un día después, que muestra una lesión neoplásica que infiltra completamente la región metaepifisiaria y gran masa de tejidos blandos, especialmente posterior (figura 7).
- **Caso 2:** Paciente que ingresa a urgencias por fractura de tibia; en estudio radiográfico inicial solo se evidencia la fractura (figura 8). Un día después se le realiza RM con medio de contraste (figura 9), la cual evidencia la gran extensión de la lesión por proceso infiltrativo de tipo metastásico, por sarcoma pleomórfico.

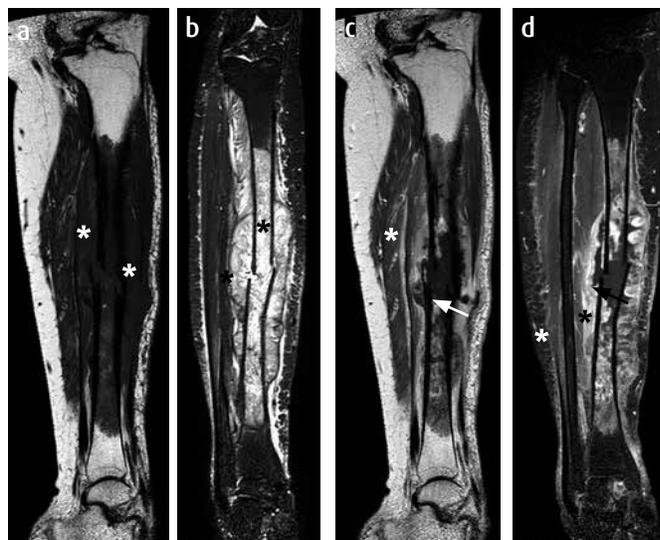


Figura 9. a) Secuencia sagital T1. b) Coronal STIR. c) Sagital T1, postgadolinio con realce heterogéneo del compromiso de tejidos blandos. d) Coronal, T1 postgadolinio FS, con realce heterogéneo del compromiso de tejidos blandos. Se observa fractura patológica (flecha) asociada a infiltración de gran parte de la diáfisis tibial con compromiso de planos musculares y tejidos blandos adyacentes (*) por metástasis de sarcoma pleomórfico.

Referencias

1. Siegel R, Ma J, Zou Z, Jemal A. Cancer statistics, 2014. *CA Cancer J Clin.* 2014;64:9-29.
2. Copeland G, Lake A, Firth R, et al. *Cancer in North America: 2006-2010. Vol 1. Combined cancer incidence for the United States, Canada and North America.* Springfield, IL: North American Association of Central Cancer Registries Inc; 2013.
3. Van Driel M, van Leeuwen JP. Cancer and bone: a complex complex. *Arch Biochem Biophys.* 2014;561:159-66.
4. Ward E, DeSantis C, Robbins A, Kohler B, Jemal A. Childhood and adolescent cancer statistics, 2014. *CA Cancer J Clin.* 2014;64:83-103.

5. Miller TT. Bone tumors and tumorlike conditions: analysis with conventional radiography. *Radiology*. 2008;246:662-74.
6. Priolo F, Cerase A. The current role of radiography in the assessment of skeletal tumors and tumor-like lesions. *Eur J Radiol*. 1998;27(Suppl 1):S77-85.
7. Pommersheim WJ, Chew FS. Imaging, diagnosis, and staging of bone tumors: a primer. *Semin Roentgenol*. 2004;39:361-72.
8. Costelloe CM, Madewell JE. Radiography in the initial diagnosis of primary bone tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200:3-7.
9. Berquist TH, Dalinka MK, Alazraki N, Daffner RH, DeSmet AA, el-Khoury GY, et al. Bone tumors. American College of Radiology. ACR Appropriateness criteria. *Radiology*. 2000;21(5 Suppl):261-4.
10. Costelloe CM, Rohren EM, Madewell JE, Hamaoka T, Theriault RL, Yu TK, et al. Imaging bone metastases in breast cancer: techniques and recommendations for diagnosis. *Lancet Oncol*. 2009;10:606-14.
11. Costelloe CM, Chuang HH, Madewell JE. FDG PET/CT of primary bone tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;202:W521-31.
12. Levine SM, Lambiase RE, Petchprapa CN. Cortical lesions of the tibia: characteristic appearances at conventional radiography. *Radiographics*. 2003;23:157-77.
13. Balach T, Stacy GS, Peabody TD. The clinical evaluation of bone tumors. *Radiol Clin North Am*. 2011;49:1079-93.
14. Dorfman HC, Czerniak B. Bone tumors. 1st edition. St Louis, MO: CV Mosby; 1998.
15. Simon MA, Springfield DS. Surgery for bone and soft tissue tumors. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998.
16. Bredella MA, Stoller DW, Johnston JO. Bone and soft tissue tumors. En: Stoller DW, editor. *Magnetic resonance imaging in orthopedics and sports medicine*, vol. II. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
17. Nichols RE, Dixon LB. Radiographic analysis of solitary bone lesions. *Radiol Clin North Am*. 2011;49:1095-114.
18. Resnick D. Diagnosis of bone and joint disorders. 4th ed. Philadelphia, PA: Saunders; 2002.
19. Kricun ME. Radiographic evaluation of solitary bone lesions. *Orthop Clin North Am*. 1983;14:39-64.
20. Jokerst C, McFarland W, Swanson J, Mohammed TL. Thoracic bone tumors every radiologist should know. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2016;45:71-9.
21. Murphey MD, Nomikos GC, Flemming DJ, Gannon FH, Temple HT, Kransdorf MJ. From the archives of AFIP. Imaging of giant cell tumor and giant cell reparative granuloma of bone: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*. 2001;21:1283-309.
22. Unni KK, Inwards CY. Dahlin's bone tumors. 6th edition. Philadelphia: Lippincott; 2010.
23. Sanders TG, Parsons TW 3rd. Radiographic imaging of musculoskeletal neoplasia. *Cancer Control*. 2001;8:221-31.
24. Oudenhoven LF, Dhondt E, Kahn S, Nieborg A, Kroon HM, Hogendoorn PC, et al. Accuracy of radiography in grading and tissue-specific diagnosis--a study of 200 consecutive bone tumors of the hand. *Skeletal Radiol*. 2006;35:78-87.
25. Rodallec MH, Feydy A, Larousserie F, Anract P, Campagna R, Babinet A, et al. Diagnostic imaging of solitary tumors of the spine: what to do and say. *Radiographics*. 2008;28:1019-41.
26. Donald L, Resnick & Mark J, Kransdorf. Bone and joint imaging, 3 ed. Elsevier; 2005.
27. Ragsdale BD, Madewell JE, Sweet DE. Radiologic and pathologic analysis of solitary bone lesions. Part II: periosteal reactions. *Radiol Clin North Am*. 1981;19:749-83.
28. Edeiken J, Hodes PJ, Caplan LH. New bone production and periosteal reaction. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*. 1966;97:708-18.
29. Yochum TR, Rowe LJ. Essentials of skeletal radiology. Philadelphia: Lippincott; 2005.
30. Rana RS, Wu JS, Eisenberg RL. Periosteal reaction. *Am J Roentgenol*. 2009;193:W259-72.
31. Lehrner HZ, Maxfield WS, Nice CM. The periosteal "sunburst" pattern in metastatic bone tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 1970;108:154-61.
32. Greenspan A. Orthopedic imaging a practical approach, 6 ed. Wolters Kluwer; 2014.
33. White LM, Kandel R. Osteoid-producing tumors of bone. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2000;4:25-43.
34. Murphey MD, Flemming DJ, Boyea SR, Bojeskul JA, Sweet DE, Temple HT. Enchondroma versus chondrosarcoma in the appendicular skeleton: differentiating features. *Radiographics*. 1998;18:1213-37.
35. Mulligan ME, Kransdorf MJ. Sequestra in primary lymphoma of bone: prevalence and radiologic features. *AJR Am J Roentgenol*. 1993;160:1245-8.
36. Cerase A, Priolo F. Skeletal benign bone-forming lesions. *Eur J Radiol*. 1998;27(Suppl 1):S91-7.
37. Sweet DE, Madewell JE, Ragsdale BD. Radiologic and pathologic analysis of solitary bone lesions. Part III: matrix patterns. *Radiol Clin North Am*. 1981;19:785-814.
38. Murphey MD, Robbin MR, McRae GA, Flemming DJ, Temple HT, Kransdorf MJ. The many faces of osteosarcoma. *Radiographics*. 1997;17:1205-31.
39. Kransdorf MJ, Smith SE. Lesions of unknown histogenesis: Langerhans cell histiocytosis and Ewing sarcoma. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2000;4:113-25.
40. Stacy GS, Mahal RS, Peabody TD. Staging of bone tumors: a review with illustrative examples. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;186:967-76.
41. Mintz DN, Hwang S. Bone tumor imaging, then and now: review article. *HSS J*. 2014;10:230-9.
42. Morrison WB, Zoga AC, Daffner RH, et al. Primary bone tumors. En: ACR Appropriateness criteria. Reston (VA): American College of Radiology; 2009. p. 1-6.
43. Howe B, Johnson G, Wenger D. Current concepts in MRI of focal and diffuse malignancy of bone marrow. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2013;2:137-44.
44. Costa FM, Canella C, Gasparetto E. Advanced magnetic resonance imaging techniques in the evaluation of musculoskeletal tumors. *Radiol Clin N Am*. 2011;6:1325-58.
45. Simpfendorfer CS, Ilaslan H, Davies AM, James SL, Obuchowski NA, Sundaram M. Does the presence of focal normal marrow fat signal within a tumor on MRI exclude malignancy? An analysis of 184 histologically proven tumors of the pelvic and appendicular skeleton. *Skeletal Radiol*. 2008;37:797-804.
46. Fayad LM, Jacobs MA, Wang X, Carrino JA, Bluemke DA. Musculoskeletal tumors: how to use anatomic, functional, and metabolic MR techniques. *Radiology*. 2012;265:340-56.
47. Berquist TH. MRI of the musculoskeletal system, 6 ed. Wolters Kluwer; 2012.
48. Hwang S, Panicek DM. The evolution of musculoskeletal tumor imaging. *Radiol Clin North Am*. 2009;47:435-53.
49. Dalinka MK, Zlatkin MD, Chao P, et al. The use of magnetic resonance imaging in the evaluation of bone and soft tissue tumors. *Radiol Clin North Am*. 1990;28:461-70.
50. Chew FS. Skeletal radiology. The bare bones, 3 ed. Wolters Kluwer; 2010.

Correspondencia

José Gabriel Lotero
 Universidad CES
 Calle 10A # 22-04
 Medellín, Antioquia
 jglotero87@gmail.com

Recibido para evaluación: 23 de febrero de 2016

Aceptado para publicación: 28 de junio de 2016