



Imaging Findings of Spinal Metastases with Differential Diagnosis: Focusing on Solitary Spinal Lesion in Older Patients

전이성 척추 종양의 영상 소견: 고령 환자의 단일병소를 중심으로 한 감별 질환

Sun-Young Park, MD* , Min A Yoon, MD , Min Hee Lee, MD , Sang Hoon Lee, MD , Hye Won Chung, MD

Department of Radiology and Research Institute of Radiology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

ORCID iDs

Sun-Young Park <https://orcid.org/0000-0001-6500-3411>
Min A Yoon <https://orcid.org/0000-0003-4033-9060>
Min Hee Lee <https://orcid.org/0000-0001-9481-2138>
Sang Hoon Lee <https://orcid.org/0000-0002-7089-536X>
Hye Won Chung <https://orcid.org/0000-0001-5597-8143>

If a solitary spinal lesion is found in an older patient, bone metastasis can be primarily considered as the diagnosis. Bone metastasis can occur anywhere, but it mostly occurs in the vertebral body and may sometimes show typical imaging findings, presenting as a single lesion. Therefore, differentiating it from other lesions that mimic bone metastases can be challenging, potentially leading to delayed diagnosis and initiation of primary cancer treatment. This review provides an overview of imaging findings and clinical guidelines for bone metastases and discusses its differences from other diseases that can occur as solitary spinal lesions in older patients.

Index terms Metastasis; Spine; Magnetic Resonance Imaging; Diagnosis, Differential

서론

악성 종양의 50%–70%는 뼈로 전이를 일으키게 되고 뼈는 폐와 간에 이어 세 번째로 흔한 전이 부위이다(1). 유방암과 전립선암의 골전이가 70%를 차지하고 그 외에도 폐암, 갑상선암, 신장암,

Received December 15, 2023
Revised January 6, 2024
Accepted January 18, 2024

*Corresponding author

Sun-Young Park, MD
Department of Radiology and
Research Institute of Radiology,
Asan Medical Center,
University of Ulsan
College of Medicine,
88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu,
Seoul 05505, Korea.

Tel 82-2-3010-4364

E-mail sunypark83@gmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

척추암, 위암 등에서 골전이(骨轉移)가 나타난다(2). 골전이는 악성 종양이 있는 환자에서 초기 검사 중에 발견될 수도 있고 치료 과정 중에 발생할 수도 있다. 혹은 척추 영상검사를 하었는데 뼈 병변을 우연히 발견하여 거꾸로 원발암을 찾게 되는 경우도 있다. 실제로 척추 골전이의 0.5%~12.5%에서 처음 발견 당시 원발암을 모른다고 한다(3).

골전이는 어느 부위든 전이 가능하지만 척추에서 가장 많이 발생하며 흉추에서 70%로 가장 흔하게 발생한다. 골전이로 확인된 원발 미상암 환자에서 다발성으로 뼈로 전이되는 경우가 전체 70%에 달하고 단일 병소로 나타나는 경우도 30% 정도였다. 그리고 단일 병소가 척추에만 관찰되었던 경우는 전체의 17.8%를 차지했다(4, 5). 원발암을 알고 있는 환자에서 영상검사를 하였을 때 다수의 병변이 용해성(osteolytic), 경화성(sclerotic) 혹은 두 소견이 혼합(mixed)되어 보이면 골전이를 진단하는데 큰 어려움이 없으나 병변이 한 개만 있으면서 비특이적으로 보이게 되면 골전이 진단이 쉽지 않고 여러 감별 질환을 요하게 된다. 결국은 원발암을 찾지 못하여 뼈조직검사를 통해서 진단까지 하게 되는 경우도 종종 있다. 본 종설에서는 고령 환자에서 척추에 전이가 의심되는 단일 병소가 발견되었을 때 어떻게 영상의학적 접근을 해야 하며 어떤 감별 질환을 할 수 있는지 기술하고자 한다.

본론

병태생리

골전이는 흔히 정상 뼈조직의 파괴가 뚜렷한 골용해성 전이(osteolytic metastasis)와 새로운 뼈의 형성이 뚜렷한 골형성 전이(osteoblastic metastasis)로 나뉜다. 대개는 두 가지 과정이 혼합되어 있어서 정상적인 뼈의 리모델링에 영향을 주게 된다(2, 6). 골용해성 전이의 대표적인 암이 유방암으로 알려져 있고 15%~20%의 경우는 골형성 전이로 나타날 수 있다(7). 골용해성 전이는 오랫동안 암세포가 뼈에 직접적인 영향을 끼쳐서 직접 골파괴를 일으켜서 골 용해를 일으킨다고 알려져 왔으나 최근 들어 골파괴세포(osteoclast)가 활성화되어 골용해작용(osteolysis)이 증가되고 골파괴현상을 악화시킨다는 증거가 늘어나고 있다. 골용해성 전이의 대표적으로 유방암, 폐암, 신장암, 간암, 갑상선암, 대장암 등이 있다(8). 골형성 전이의 대표적인 암은 전립선암으로 기전이 아직 명확하게 이해되지 않고 있으나 호르몬 분비와 종양의 직접적인 침범이 증상의 원인이라고 한다(9). 그 외의 골형성 전이의 대표적인 암으로 방광암, 위암, 림프종, 카르시노이드종양(carcinoid tumor), 비인두암 등이 있다(4, 8).

임상 증상과 이와 관련된 치료 방향

척추에 전이가 있을 때 증상이 없는 경우도 많이 있으나 환자들의 상당수가 전이 부위의 통증, 병적 골절, 고칼슘혈증, 혹은 전이성 척수 및 신경근 압박으로 인한 신경학적 결손으로 증상이 나타나게 된다(10). 전이 부위의 통증은 암으로 인한 통증 중 가장 흔한 유형으로 부위를 정확하게 가려내기가 어렵고 밤에 혹은 누었을 때 악화되고 수면으로 완화되지 않는다는 특징이 있다. 통증은 종종 만성적인 성격을 띠며 국한된 통증을 호소하기도 하나 때로는 움직임에 따른 돌발성 통증

의 성격을 보이기도 한다(9).

골용해성 전이는 골감소증을 초래하고 이어서 미세골절로 인하여 통증이 발생하고 병적 골절이 동반되게 되고, 골형성 전이의 경우는 조골세포가 생성하는 뼈의 질이 좋지 않아서 뼈 통증과 병적 골절이 발생하게 된다(2).

골전이 합병증의 치료로 호르몬요법이나 전신항암화학요법과 더불어 bisphosphonate가 유용하게 쓰이고 있는데 이는 골파괴세포의 활동을 직접, 간접적으로 억제시켜, 골 흡수를 줄여, 골전이로 인한 합병증을 줄이고 통증을 완화시킨다고 알려져 있다(7). 골전이가 계속 진행하게 되면 병적 골절이 일어나는데 이것에 대한 수술은 예방적 고정보다 이병률(morbidity)이 높아 골절이 발생하기 전 주의 깊은 병변의 관찰이 필요하다(10). 병적 골절이 되거나 척추 주변으로 전이된 암이 자라 들어오면서 전이성 척추 압박을 일으키게 되는데 점차 하지의 통증이나 저림, 이상 감각, 운동신경 마비, 대소변 실금 등으로 이어지기 때문에 정확한 영상검사와 함께 타 전문진료과와 통합진료를 통해 치료가 적절하게 이뤄져야 한다.

영상검사

단순촬영

단순촬영은 골전이를 진단하기 위한 기초 영상검사이다. 다른 영상검사와 함께 골전이가 진단된 경우에는 기초 영상검사 결과 확보 및 골절 위험성 평가를 위해서 병변 부위의 X-ray 촬영을 권고한다. 단순촬영은 척추에서 체중 부하시 환자의 척추 정렬 상태를 확인하기 위해서 필요하고 구조적 안정성 판단에 가장 기본적이고 중요한 검사이다.

척추에 골전이가 있어서 증상이 있는 경우에 환자의 90%에서 단순촬영 검사 시 이상 소견이 발견된다고 한다(11). 대부분이 골용해성으로 보이는 골전이가 주로 관찰되며 병적 척추체 압박골절 소견도 동반되게 된다. 하지만 골용해성 전이의 경우 단순촬영에서는 50%~70%의 골파괴가 있어야 진단 가능하며 민감도가 낮다(12). 단순촬영에서 척추체의 경계가 불분명하게 보이는 경우는 피질골이 전이에 의해 파괴된 경우로 특이도가 높은 소견이다. 전이는 주로 후방 척추부와 척추경을 먼저 침범하는 경향이 있고 추간판 공간을 지나지 않는다. 척추 전후 촬영영상에서 척추경이 보이지 않는 경우에 'absent pedicle sign' 혹은 'winkling owl sign'이라 하며 골전이 진단이 용이하고 특이도가 높은 소견이다(Fig. 1) (13, 14).

전산화단층촬영(CT)

전산화단층촬영(이하 CT)은 단순촬영보다 민감도가 더 높다. CT는 뼈 피질을 평가하고 병변이 경화성인지 혹은 용해성인지를 확인하는 가장 좋은 방법이다. 대부분이 다양한 크기의 다발성 골용해성 병변으로 보이며 경계는 분명하거나 분명하지 않을 수도 있고 천천히 자라는 양성병변과 달리 병변의 테두리의 골경화는 보이지 않는다(1, 13). 골형성 전이의 경우는 테두리가 잘 그려지는 원형 또는 결절성의 골경화로 보이게 된다(15). 간혹 골형성 전이에서 햇살모양의 골막반응을 관찰할 수 있으며 고령의 환자에서 이런 소견이 보이면 원발성 악성 골종양뿐만 아니라 전이암의

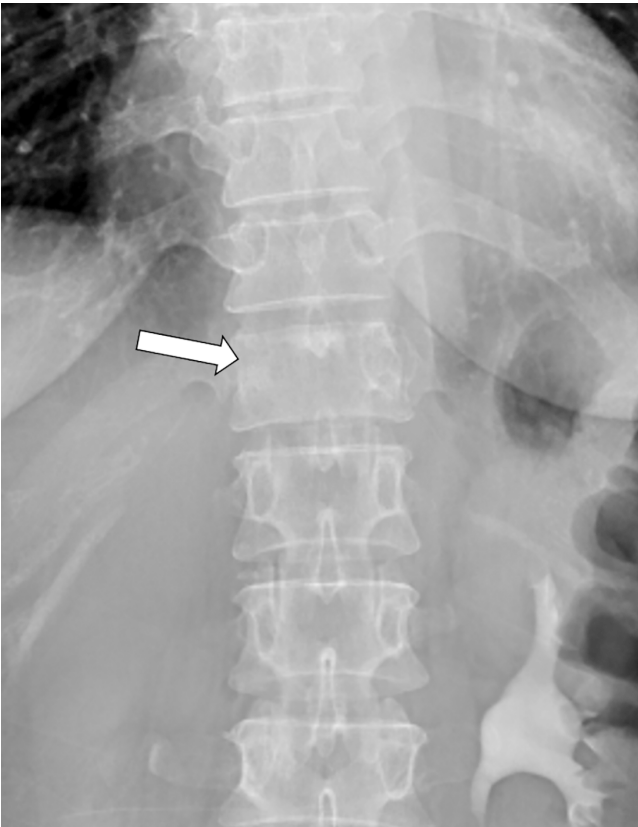


Fig. 1. A patient has a known history of breast cancer with bone metastasis at T12.

An absent pedicle (arrow) is a reliable sign of osteolytic spinal metastasis on antero-posterior view of spine.

가능성도 생각할 수 있다(16).

CT는 피질골의 파괴, 골절 유무의 판단에 가장 민감한 검사이나 골수 내의 병변, 경막 외 공간(epidural space), 척수(spinal cord), 척추 주변 연조직에 대한 평가에는 제한이 있다. 신경으로의 파급, 신경의 압박 등을 보는 데는 자기공명영상(이하 MRI)보다 민감도가 낮다(15). 척추 CT가 시행되는 않은 경우에 환자의 복부 CT와 흉부 CT를 함께 참고하면 원발암에 대한 stage 평가를 할 때와 동시에 포함된 척추의 평가가 가능해서 압박골절 유무와 impending fracture 등을 함께 평가할 수 있다.

자기공명영상(MRI)

MRI는 척추에 발생한 전이를 발견하는 데 있어서 진단의 민감도는 95%, 특이도는 90%이다(8, 17). 환자의 증상에서 척추압박, 뇌연수막 전이가 의심될 때 반드시 그리고 우선적으로 시행되어야 하는 검사이다. T1 강조영상을 통해서 정상 골수의 구조 및 내부의 지방성 골수를 확인함으로써 감별에 도움을 준다. MRI는 주변 연부조직, 신경과의 관계를 가장 잘 보여주는 영상진단 방법이고 초기 진단과 치료 후 추적 검사에도 용이하다(1, 18). 미국 영상의학과 의사협회(American College of Radiology)에 따르면 척추 전이 여부 평가에 있어서 MRI가 가장 중요한 검사로 제시되고 있다(19).

골전이 발생하면 암세포의 침윤에 의해서 지방성 골수 신호가 소실되게 되고 혈류증가로 인

해 조영증강을 보이게 된다(18). MRI에서 골용해성 병변은 주로 T1 강조영상에서 중등도 혹은 저신호, T2 강조영상에서 저신호 혹은 고신호강도로 보이며 대부분 조영증강이 잘된다(Fig. 2). 때로는 피질골을 파괴하여 척추 주변 연부 조직이나 경막 외 공간을 침범하기도 한다(20). 골경화성 병변은 T1 강조영상에서 저신호, T2 강조영상에서 중등도 혹은 저신호를 보이며 조영증강은 비균질 하거나 테두리만 되는 등 골경화 정도에 따라 다양하게 보인다(Fig. 3) (4).

골전을 진단하는데 있어서 확산강조영상(diffusion weighted imaging)은 기존의 고식적인 MRI 영상에 추가되었을 때 유용성이 입증되었고 척추 압박골절에 대한 평가에서 병적골절과 양성 골다공증성 골절의 감별에도 도움이 된다는 연구가 있다(21-25). 또한, 자기공명분광법(magnetic resonance spectroscopy) 외에도 최근에 개발된 modified Dixon 기법을 이용하여 골수내 지방을

Fig. 2. Lytic bone metastasis at L3 vertebral body in 79-year-old female with an unknown primary tumor. **A-C.** Sagittal T2-weighted (**A**), T1-weighted (**B**), and contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted (**C**) images show destructive bone mass with pathologic compression fracture at L3. Mass shows T2 hyperintense, T1 hypointense with diffuse enhancement. **D, E.** Axial T2-weighted (**D**) and CT image (**E**) show lytic bone metastasis with expansile extraosseous mass extending epidural space, causing thecal sac compression. **F.** CT-guided biopsy was performed and histologic analysis demonstrated bone metastasis from thyroid cancer.



Fig. 3. Sclerotic bone metastasis at L4 in 78-year-old male with unknown primary tumor.

A, B. Axial T2-weighted (A) and T1-weighted (B) images show hypointense bone marrow signal change of vertebral body (arrows).

C. Axial contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows faint and rim enhancement (arrows).

D. CT-guided biopsy was performed and histologic analysis demonstrated bone metastasis from pancreatic cancer.



정량화하면 골전이와 양성 골병변의 구분에 유용하게 이용될 수 있다는 보고가 있다(25, 26).

임상 지침

골전이를 진단하기 위해서는 먼저 의심 부위의 단순촬영을 권고한다. 구조적 안정성(mechanical stability) 평가는 단순촬영을 바탕으로 이뤄지므로 척추 전후/측면 영상을 시행한다. 진찰과 혈액학적 검사를 시행하고 임상적 필요성에 따라서 CT, MRI, 뼈스캔(bone scan) 또는 양성자단층촬영(PET-CT)을 시행할 수 있다(8).

척추 골전이의 경우에 통증이나 저림, 이상감각, 마비, 대소변 실금 등 신경학적 증상이 있을 경우 즉시 MRI를 촬영하여야 하고 이에 따른 치료 방침을 결정하여야 한다. 골절 등의 합병증은 삶의 질에 큰 영향을 주므로 이를 예방하기 위한 치료가 필요하다.

원발암이 진단되지 않은 환자에서 골전이 병변이 확인된 경우 원발암에 대한 진단이 우선이다.

흉부와 복부 CT를 통해서 원발암을 찾고 가능하면 골전이 이외의 병변에서 조직검사를 시행하고 골전이 병변 이외에 원발암을 확인할 수 없거나 원발암에 대한 조직검사가 임상적으로 불가능한 경우 골전이 병변에서 조직검사를 시행한다. 골전리로 확인된 원발 미상암은 폐암(25.2%), 골수종(14.3%), 전립선암(9.1%), 유방암(4.2%)이 상당 부분 차지한다고 알려져 있다(5). 남성의 경우 전립선암에 대한 검사, 여성의 경우 유방암에 대한 검사를 추가할 수 있다.

단일 병소일 때 감별해야 할 질환

척추에 발생하는 대부분의 종양은 전이암이거나 림프세포성 증식 질환이다. 영상검사에서 병변을 발견했을 당시 환자의 질환 여부를 알고 있는 상태에서 다발성으로 병변이 관찰되거나 전반적으로 골수의 신호강도의 변화가 보이면 진단이 어렵지 않다. 하지만 고령의 환자에서 과거의 암 진단력이 없거나 단 하나의 병소가 우연히 영상에서 발견되게 되면 진단이 어렵고 전이암뿐만 아니라 척추에 생길 수 있는 원발성 골종양도 반드시 고려해야 한다.

Schmorl's Node

Schmorl's node는 디스크가 척추체 종판을 통해 척추체로 탈출하는 것을 말한다. 흉요추에 잘 생기는 Schmorl's nodes는 척추의 골전이와 더불어 나이 든 환자에서 흔하게 보이는 소견이고 남자에서 흔하다. 어느 부위나 발생 가능하나 아래 흉요추부위나 흉요추 이행부위에 호발한다(27). Schmorl's node는 척추의 하부 종판의 뒤쪽 1/3에서 흔하게 보이거나 상부와 하부 종판에서 모두 다 잘 생기게 된다(28). 대부분은 multiple하게 나타나나 단일 병변으로 발현하면서 주변에 골수 부종 혹은 염증성 형태를 보이는 신호강도의 변화가 보이면 골전이와 감별이 어려운 경우가 있다.

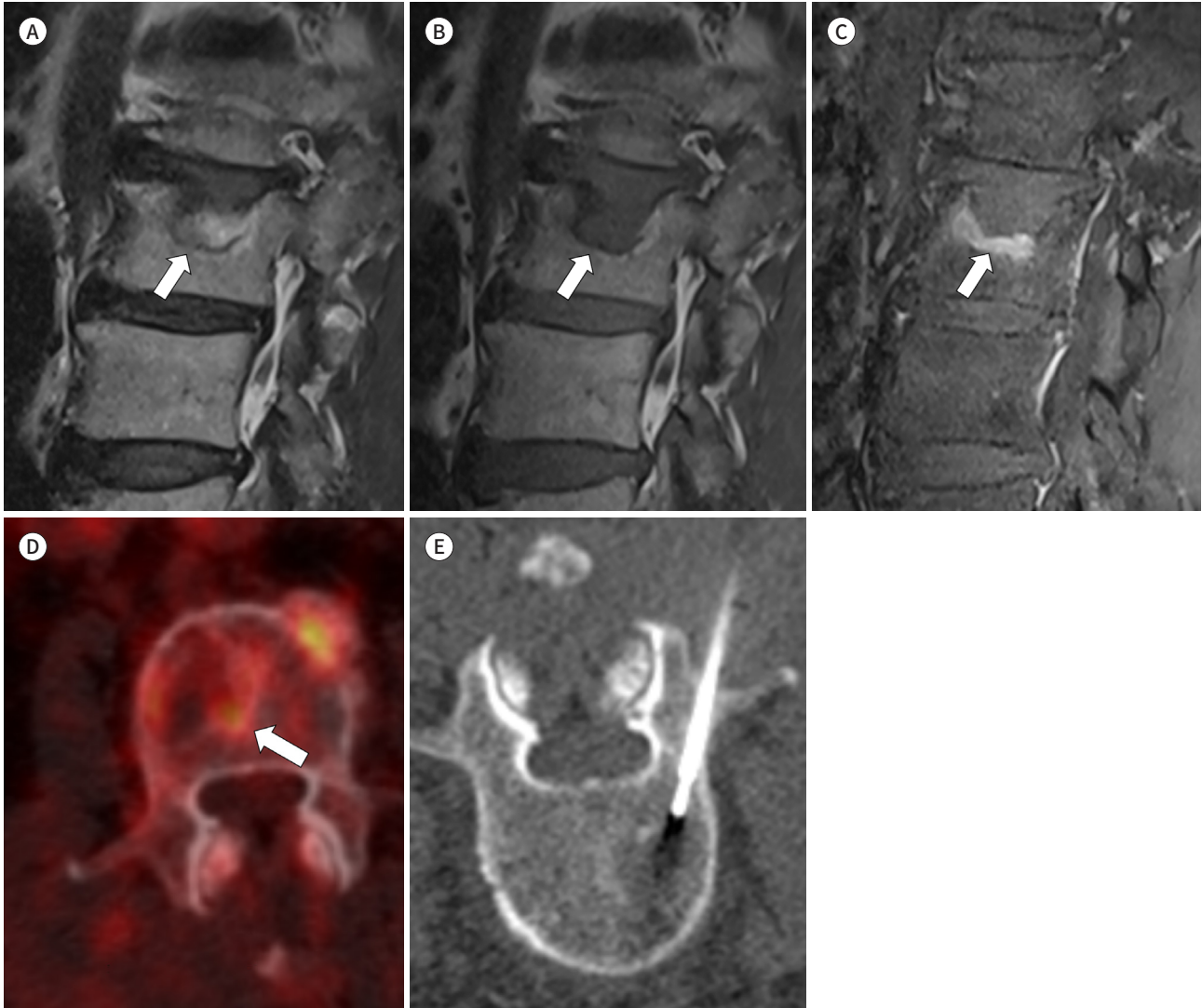
MRI에서 T1 강조영상이 정확한 진단에 도움이 되며 추간판의 척추종판을 통한 탈출을 인지하는 것이 중요하다. 탈출 초기에는 T2 강조영상에서 동심원의 주변부 부종 및 조영증강을 보이며 이 시기의 부종과 조영증강은 통증과 연관성이 있는 것으로 알려져 있다. 수개월에 걸쳐 점점 중심부 수핵이 균일하게 조영증강 되는데 이는 인접 골수에서 탈출된 수핵으로 혈관증식과 섬유화가 일어나기 때문이다. 만성기에는 섬유화로 T2 강조영상에서 탈출된 수핵과 골수의 고신호가 감소하고 주변 골수의 조영증강도 감소한다(Fig. 4) (28).

Schmorl's node는 척추종판의 퇴행성 변화와 연관이 있기 때문에 인접한 척추종판에도 변화가 있는 경우가 흔하고 비교적 경계가 명확한 경화성 테두리로 보인다는 점이 골전이와 감별점이다(27, 29). 하지만 한 시점의 영상에서 주변에 신호강도의 변화를 동반한 단일병변으로 발견되었거나 혹은 척추종판에 골절이 동반되는 경우에는 골전이와 감별이 어려워 조직검사까지 시행하게 되는 경우가 종종 있다(30, 31).

적색 골수(Hematopoietic Marrow)

정상 골수는 크게 적색 골수(hematopoietic marrow, red marrow)와 지방 골수(fatty mar-

Fig. 4. Schmorl's node at L2 upper endplate in 69-year-old male with a history of hepatocellular carcinoma.
A-C. Sagittal T2-weighted (A), T1-weighted (B), and contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted (C) images show well-defined osteolytic lesion (arrows) with peripheral rim enhancement in L2 upper endplate. No remarkable findings in opposite L1 lower endplate.
D. FDG PET/CT image shows mild hypermetabolism (arrow) in L2 (maximum standard unit value 3.1).
E. CT-guided biopsy was performed and histologic analysis demonstrated Schmorl's node.



row)로 나뉘는데 적색 골수는 조혈작용이 활발한 골수를 말하고 지방 골수는 주로 지방세포로 구성되어 조혈작용이 활발하지 않은 골수를 말한다(32). 성인이 되면 비만, 흡연, 심한 운동 후나 만성 염증, 빈혈 등의 상황에 의해 충분한 혈액 공급을 받지 못한 골수 조직이 지방 골수에서 적색 골수로 바뀌는 재전환(reconversion)을 보이게 된다. 정상적인 조건에서 적색 골수는 일반적으로 척추체 내에서 균질한 패턴으로 분포하게 되는데 척추종판 근처와 척추체 전면에서 더 많이 보이게 되고 지방 골수는 척추체 후면 중앙부의 basivertebral vein 주변에서 더 현저하게 관찰된다(33). 반면에 granulocyte-colony stimulating factor (G-CSF) 치료를 받은 암 환자 혹은 만성 빈혈이 있는 고령의 환자의 경우 일부 골수에만 부분적으로 재전환이 일어나는 국소 적색골수증식(hemato-

poietic bone marrow hyperplasia)이 드물지 않게 생길 수 있다(34, 35). 이는 타원형 혹은 원형 모양의, 경계가 불분명한, 단일 혹은 다발성 병변으로 요추에서 가장 흔하게 생기며 PET/CT에서 FDG 섭취 증가 소견으로 보여서 골전이와 감별이 어려울 수 있다(Fig. 5) (15, 34-36).

MRI에서 T1 강조영상은 척추의 골수를 보는데 있어서 가장 좋은 시퀀스이다. 적색골수증식은 T1 강조영상에서 디스크나 근육보다는 높고 피하지방보다는 낮은 신호강도를 보인다. 적색골수

Fig. 5. Hematopoietic bone marrow hyperplasia at L4 vertebral body in 68-year-old female.
A-C. Sagittal T2-weighted (A), T1-weighted (B), and contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted (C) images show ill-defined T2 and T1 isointense lesion compared to muscle involving L4 vertebral body with enhancement.
D. CT-guided biopsy was performed and histologic analysis demonstrated hypercellular marrow.



증식이 의심될 때 골성 병변의 중심에 T1 강조영상에서 고신호강도로 보이는 지방 성분이 보이게 되면 이를 'Bull's-eye sign'이라고 하며 정상 적색 골수로 진단하는데 도움이 된다(32, 37). 내부에 적은 양의 지방성분을 발견하면 감별에 도움을 주는데 지방억제기법 중 chemical shift 기반 기법은 역위상(opposed-phase)에서 적색골수 내부의 지방신호 감소를 확인함으로써 도움을 받을 수 있다(38). 혹자는 적색골수증식의 90%에서 지방성분에 의해 정위상(in-phase)과 역위상(opposed-phase)에서 20%를 초과하는 신호강도의 저하가 관찰된다고 하였다(34). 최근 연구에서는 Multi-echo Dixon method를 이용한 물-지방신호분율(water-fat fraction; fat fraction) 측정 기법이 골전이와 적색골수증식의 감별진단에 도움이 된다고 보고하였다(25, 39).

적색골수증식은 T2 강조영상에서 포함하고 있는 조혈세포와 수분의 양에 따라 지방 골수보다 약간 낮은 또는 비슷한 신호를 보이고 지방 골수와 구분이 잘되지 않을 수도 있다. STIR 시퀀스 혹은 지방억제 T2 강조영상에서는 중등의 혹은 약간 높은 신호강도를 보이면서 약하게 조영증강이 되기도 하고 안되기도 한다(34, 40). 반면에 골전이는 높은 세포성과 수분 함량 때문에 T1 강조영상에서 디스크나 근육보다 낮은 신호강도를 갖게 되고 T2 강조영상 혹은 지방억제 T2 강조영상에서 고신호강도로 보이는데, 특히 병변 주위의 부종이 T2 고신호의 rim으로 보이면 'halo sign'이라고 하고 골전이를 시사하는 소견이다(34, 37). 최근 연구에 의하면 지방 억제 T2 강조영상에서 주변의 정상 골수의 T2 신호강도를 절대치로 하였을 때 골전에서 적색골수증식보다 의미 있게 높은 신호 비율을 보였다고 한다(41).

또한 후방 척추부를 침범했거나 경막의 종괴를 형성했을 경우 골전이 가능성이 높아진다. 하지만 척추체에만 골전이가 국한되어 있는 경우는 위에서 설명된 영상 기법을 참고하여도 적색골수증식과 감별이 쉽지 않아 결국에는 조직검사까지 필요로 하게 되는 경우가 종종 있다(25, 38, 39). 적색골수증식은 CT 영상에서 경미한 골경화로 보이거나 이상이 없어 보이기 때문에 적색골수증식인지 골용해성 혹은 골경화성 전이인지를 감별하는데 도움을 받을 수 있다(42).

내골증, 경화성 골섬(Bone Island)

내골증 혹은 경화성 골섬은 척추의 흔한 양성 종양이고 부검 연구에 따르면 전체의 14%에서 발견이 되었다고 한다(43). 대부분은 무증상으로 우연히 발견되고 가장 흔한 위치는 T1-T7, L2-L3로 알려져 있다. 단순촬영과 CT에서 주변의 정상 골소주를 따라 불규칙하고 침상의 경계를 보이는게 특징적이다 대부분 수질골 내의 섬처럼 위치하지만 가끔 피질골 내측면에 위치하기도 한다. 자기 공명영상에서는 T1 강조영상과 T2 강조영상에서 모두 저신호로 보이며 조영증강되지 않는다. 대부분 전형적인 영상 소견을 보여 진단은 어렵지 않으나 가끔 골경화성 전이와 감별을 요한다. 이런 경우에 CT 감쇠계수(Hounsfield unit; 이하 HU) 측정, 이중 에너지 CT (dual-energy CT), 뼈 스캔 등이 내골증과 골경화성 전이의 감별에 도움을 줄 수 있다는 보고가 있다(43-46). CT에서 발견된 경화성 골병변에 대해서 평균감쇠계수 885 HU, 최대감쇠계수 1060 HU를 역치로 적용하였을 때 내골증과 치료받지 않은 골경화성 전이의 진단에 95% 이상의 민감도, 특이도, 정확도를 보여주었다(45). 이중 에너지 CT는 어떤 물질의 유효원자번호, 전자밀도, 이중 에너지 index를 추출

할 수 있는데 이를 통해 내골증과 골경화성 전이를 감별하는데 도움을 줄 수 있다는 연구 결과가 있다(44). 크기가 큰 내골증인 경우는 골경화성 전이와 감별이 어려울 수 있으나 내골증은 뼈스캔에서 섭취가 거의 정상이거나 경미하게 증가된다는 점이 감별점이다. 하지만 만약 6개월에서 1년 사이에 크기가 25%에서 50%까지 증가했다면 조직생검까지 고려해야 한다(43).

혈관종(Hemangioma)

혈관종은 가장 흔한 척추의 양성 종양으로 부검 연구에 따르면 전체의 약 11%에서 발견된다고 한다(43). 연령이 증가함에 따라 혈관종의 빈도가 올라가고 30대에서 50대까지 peak age를 보인다. 대부분은 증상이 없고 우연히 발견이 되나 척추 연부조직성분이 신경관으로 파급되면 드물게 신경압박 증상으로 내원하기도 한다. 약 25%~30%는 다발성이고 반수 이상에서 흉추에서 호발하며 대부분은 척추체에서 발생하나 10%는 후방 척추부까지 침범한다. 단순촬영에서 골감소성 척추체에 세로의 골소주가 두꺼워져 있으며 이것을 'corduroy appearance'라고 하고 진단에 특징적이다. 이러한 세로의 두꺼워진 골소주를 CT 축상영상 단면에서 보면 다발성의 골경화성 점들로 보이며 이를 'polka dot sign'이라고 한다(Fig. 6) (47). MRI에서는 혈관종의 배경을 이루는 지방성분으로 인해 T1과 T2 강조영상에서 고신호강도로 보이는 부분을 포함하며 CT에서 보였던 다발성 골경화성 점들은 저신호강도로 보이게 된다(Fig. 6). T1 강조영상에서 조금이라도 보이는 지방성분의 고신호강도가 골전이랑 혈관종을 감별하는 중요한 감별 포인트가 된다(48). 하지만 이러한 특징적인 소견이 보이지 않은 비전형 혈관종인 경우에는 진단이 어려운 경우도 있다.

파제트병(Paget Disease)

Paget disease는 중년 이후에 발생하는 만성 대사성 질환으로 골모세포와 골파괴세포의 활성 증가로 인해서 뼈 형성과 재형성이 제대로 진행되지 못해서 생기는 질환이다. 서양인들에게는 골다공증 다음으로 흔한 대사성 골질환이며 동양인에게는 드물다(49). Paget disease는 약 70%에서 특별한 임상 증상이 없는 것으로 보고되어 있으며 우연히 영상에서 발견되거나 혈중 알칼리성 인산 분해 효소(alkaline phosphatase)의 증가로 인해 알게 되는 경우가 많다(50).

척추(53%)는 골반뼈(70%) 다음으로 가장 흔히 침범되는 곳으로 요추에서 가장 흔하게 발생한다(51). 그중에서도 4와 5번째 척추체(58%)에서 가장 흔히 보이며 척추체는 거의 항상 이상 소견이 관찰되고 후방 척추부는 다양한 정도로 침범된다. Paget disease의 진단은 임상증상, 혈액검사, 영상검사 소견 및 뼈스캔(bone scan) 소견만으로도 가능하며 골형성 전이나 골육종(osteosarcoma) 등의 악성 질환과 감별진단이 필요할 때는 골생검까지 시행해 볼 수 있다.

병의 초기에는 경화성 병변과 골용해성 병변이 혼합된 시기로 단순촬영과 CT에서 사방의 척추체 가장자리 피질골은 두꺼워지고 골소주가 거칠어지며 척추체 중심은 골결핍 형태로 보이는 전형적인 'picture-frame appearance'를 보인다(49). 다른 척추체와 비교시 전후와 측면이 모두 팽창하는 모습이 특징적이며 척추체의 높이는 변하지 않는다(51). 경화성 단계로의 진행은 'ivory

Fig. 6. Hemangioma at L4 vertebral body in 74-year-old male.

A-C. Sagittal T2-weighted (A), T1-weighted (B), and contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted (C) images show T1- and T2 hyperintense mass involving L4 vertebral body with enhancement.

D. Sagittal CT image show ‘corduroy’ appearance due to thicker and denser vertical trabeculae.

E. Axial CT image show a ‘polka-dotted’ appearance due to the thickened vertebra trabeculae.



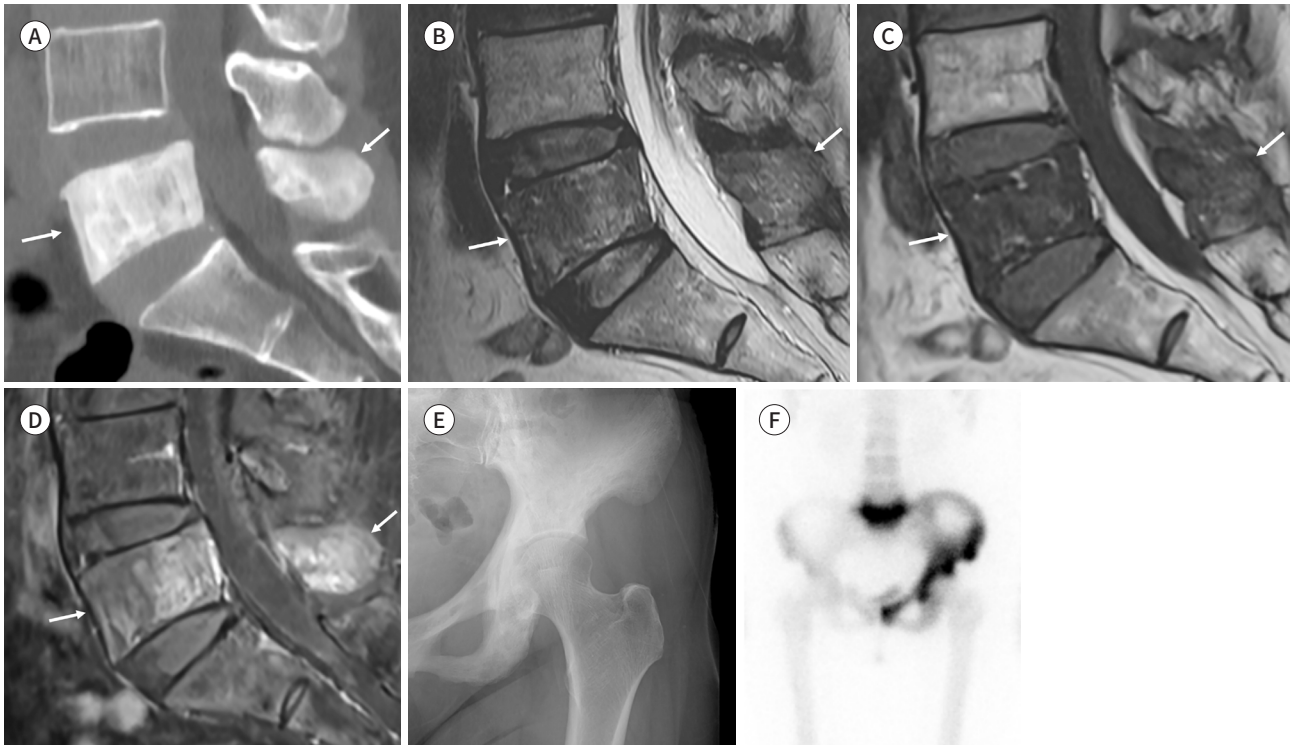
vertebra’를 초래한다(52). 이러한 소견은 MRI에서 T1과 T2 강조영상에서 모두 저신호강도를 보이며 흔하게 비균질한 신호강도로 나타나게 된다(Fig. 7). Ivory vertebra를 보일 때 골형성 전이, 골육종, 카르시노이드종양, 호르킨 림프종과의 감별을 요한다(51, 52). 척추체의 크기 증가가 Paget disease와 다른 척추종양과의 중요한 감별 포인트이다.

형질세포종(Plasmacytoma)

형질세포종은 다발성 골수종(multiple myeloma)의 초기 단계로 형질세포의 침윤이 국소적으

Fig. 7. Paget disease at L5 and left hemipelvis in 61-year-old female.

A. Sagittal CT of the lumbar spine shows predominant osseous sclerosis of L5 vertebral body (arrows), extending into posterior element.
B-D. Sagittal T2-weighted (**B**), T1-weighted (**C**), and contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted (**D**) images reveal T1 and T2 low signal intensity with diffuse marrow enhancement (arrows) at L5 vertebral body and spinous process.
E. Pelvic radiograph shows pagetic involvement of left hemipelvis with trabecular thickening and sclerosis in ilium.
F. Anterior bone scan shows increased radionuclide uptake in L5 and left hemipelvis, and confirmed as Paget disease.



로 발생한 것이다. 수년 후에야 다발성 골수종에서 보이는 형질/체액검사소견이 나타난다. 호발 연령은 40-50대이고 남성이 여성보다 좀 더 흔하다. 고립성 형질세포종(solitary plasmacytoma)은 형질세포이상증(plasma cell neoplasm)의 5%-10%를 차지하는 것으로 알려져 있고 더 예후가 좋은 것으로 알려져 있다(4, 53). 골전이와 마찬가지로 흉추가 가장 잘 호발하는 부위이며 척추체에서 발생하여 후방 척추부로 침범하는 경우가 흔하다(4).

임상적으로 국소 통증 혹은 방사통이 있으며 병적 골절이 생기는 경우 갑자기 매우 심한 통증과 척수 신경을 압박하여 생기는 신경학적 증상이 생길 수 있다. 대부분은 천천히 자라서 평균생존기간이 10년이다(4, 53).

단순촬영에서는 주로 골용해성 병변으로 보이고 대부분 골소주가 두꺼워지면서 다방성모양으로 골팽창성 병변으로 보이게 된다. 병적 골절이나 경미한 척추체의 허탈이 있기도 한다. MRI에서는 주변 근육의 신호강도와 비교하여 T1 강조영상에서 중등도 및 저신호, T2 강조영상에서 고신호를 보이면서 광범위하게 조영증강되며 때로는 테두리만 조영증강을 보이기도 한다(Fig. 8). 축상영상에서 척추체를 침범한 종양이 모든 시퀀스에서 저신호강도의 구불구불한 곡선의 경계를 보이기도 하는데 이를 ‘mini brain’ 모양을 보인다고 하며 이는 천천히 자라는 종양의 특성으로 인해 피질골이 두꺼워진 것을 반영하는 소견으로 CT에서도 관찰가능하다(Fig. 8E). 골전이와 구분

Fig. 8. Plasmacytoma at T8 vertebral body to posterior element in 66-year-old female.

A, B. Expansile lesion shows iso- to hyperintense on T2-weighted image (A) and iso- to hyperintense on T1-weighted image (B) involving vertebral body and posterior element with pathologic compression fracture.

C. Sagittal fat-saturated T2-weighted image shows homogeneous hyperintense mass.

D. Sagittal contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows diffuse and strong enhancement.

E. In the CT image of vertebral body, expansile lytic lesion with thinned out cortex and characteristic 'mini-brain' appearance is noted.

F. CT-guided biopsy was performed and histologic analysis demonstrated plasmacytoma.



하는 것이 어려운 경우도 있으나 이러한 소견이 보이면 형질세포종을 의심하고 진단할 수 있다.

연골육종(Chondrosarcoma)

연골육종은 전체 성인의 척추에 생긴 비립프증식 원발성 악성 종양 중에서 두 번째로 흔하다. 남자에서 더 흔하고 peak age는 30세에서 70세까지이다. 어느 부위나 생길 수 있으나 흉추에 가장 호발하며 척추체는 15%, 후방 척추부는 40%, 이 두 곳을 모두 침범하는 경우는 45%로 알려져 있다(31). 단순촬영과 CT에서 골파괴 소견과 함께 ring and arc calcification 같은 연골 석회화가 관찰되며 mineralization이 되지 않은 부분은 CT에서 낮은 음영으로 보이게 된다. MRI는 T1 강조 영상에서는 저신호강도, T2 강조영상에서 고신호강도로 보이며 관절연골의 엷상의 경계는 T2 강조영상에서 가장 잘 보인다(54). 조영증강시 변연부와 격막에 조영증강을 보이며 연골 석회화로 보이는 부분은 모든 시퀀스에서 저신호강도로 보이게 된다(Fig. 9). 추간판으로 침범하는 경우는 35%로 보고 되어 있다(55). 치료는 가능하다면 수술적 절제가 권장된다.

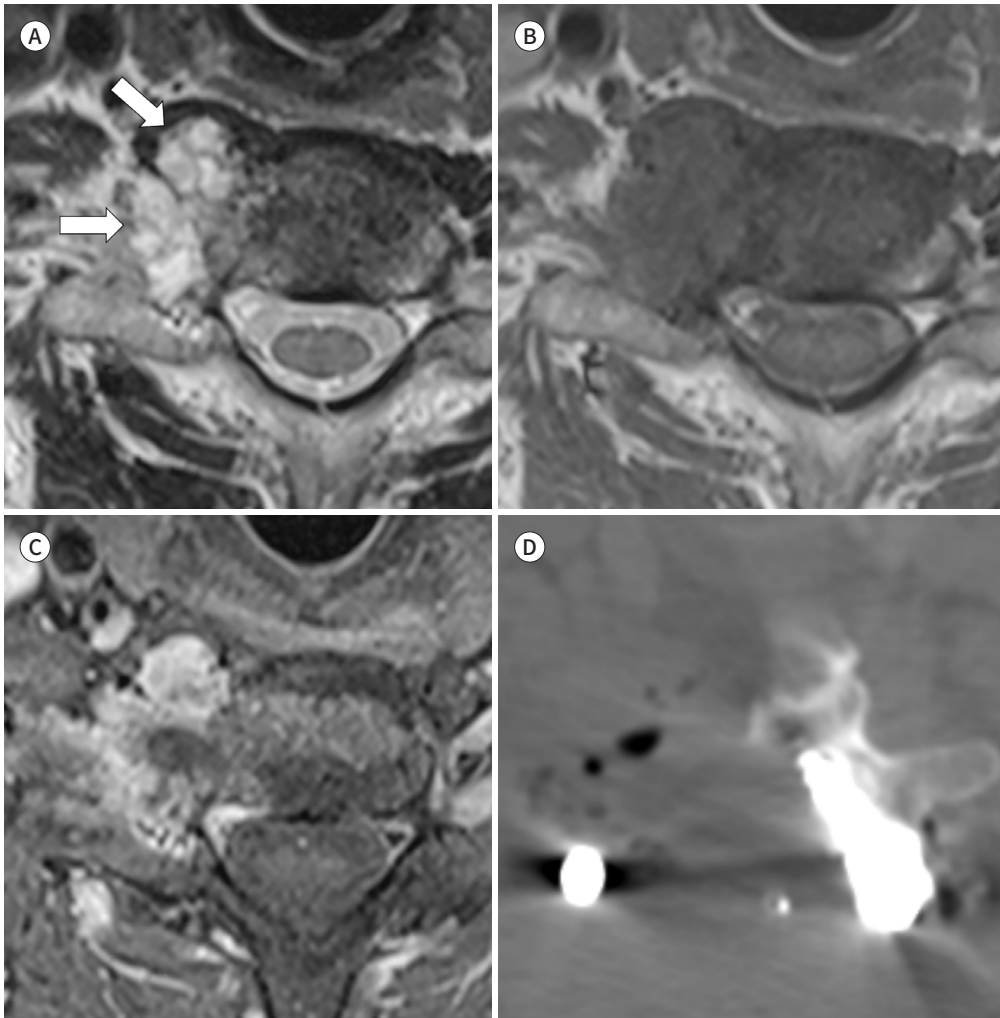
Fig. 9. Chondrosarcoma at C7 vertebral body in 62-year-old male.

A. Axial T2-weighted image shows T2 hyperintense, lobulated chondroid mass (arrows) involving right C6-7 neural foramen, right lateral aspect of C7 vertebral body and adjacent prevertebral muscle.

B. Axial T1-weighted image shows diffuse low signal intensity of the chondroid mass.

C. Axial contrast-enhanced fat-suppressed T1-weighted image shows heterogeneous enhancement.

D. A right-sided partial spondylectomy of C7 was performed and confirmed as chondrosarcoma grade 3.



결론

고령의 환자에서 척추에 단일 병소의 병변을 만나게 되면 골전이 외에도 다양한 감별 질환을 필요로 하는 경우가 종종 있다. 골전이가 의심되는 경우에는 환자의 영상검사 및 임상 지침을 기반으로 접근하여 정확한 진단 및 치료가 가능하도록 해야 한다. 또한 골전이로 오인할 수 있는 여러 감별 질환을 알고 특징적인 영상 소견을 숙지하는 것이 필요하다.

Author Contributions

Conceptualization, P.S.; data curation, P.S., L.M.H.; formal analysis, P.S.; investigation, P.S.; methodology, P.S.; resources, all authors; writing—original draft, P.S.; and writing—review & editing, P.S.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Funding

None

REFERENCES

1. Shah LM, Salzman KL. Imaging of spinal metastatic disease. *Int J Surg Oncol* 2011;2011:769753
2. Roodman GD. Mechanisms of bone metastasis. *N Engl J Med* 2004;350:1655-1664
3. An C, Lee YH, Kim S, Cho HW, Suh JS, Song HT. Characteristic MRI findings of spinal metastases from various primary cancers: retrospective study of pathologically-confirmed cases. *J Korean Soc Magn Reson Med* 2013; 17:8-18
4. Van Goethem JW, van den Hauwe L, Ozsarlak O, De Schepper AM, Parizel PM. Spinal tumors. *Eur J Radiol* 2004;50:159-176
5. Takagi T, Katagiri H, Kim Y, Suehara Y, Kubota D, Akaike K, et al. Skeletal metastasis of unknown primary origin at the initial visit: a retrospective analysis of 286 cases. *PLoS One* 2015;10:e0129428
6. Suva LJ, Washam C, Nicholas RW, Griffin RJ. Bone metastasis: mechanisms and therapeutic opportunities. *Nat Rev Endocrinol* 2011;7:208-218
7. Coleman RE, Seaman JJ. The role of zoledronic acid in cancer: clinical studies in the treatment and prevention of bone metastases. *Semin Oncol* 2001;28(2 Suppl 6):11-16
8. Tyrrell P, Cassar-Pullicino V, Lalam R, Tins B. *Bone metastases 1: spine*. In Davies A, Sundaram M, James S, eds. *Imaging of bone tumors and tumor-like lesions: techniques and applications*. Berlin, Heidelberg: Springer 2009:461-479
9. Mundy GR. Metastasis to bone: causes, consequences and therapeutic opportunities. *Nat Rev Cancer* 2002; 2:584-593
10. Aebi M. *Spinal metastasis in the elderly*. In Aebi M, Gunzburg R, Szpalski M, eds. *The aging spine*. Berlin, Heidelberg: Springer 2005:120-131
11. Jacobs WB, Perrin RG. Evaluation and treatment of spinal metastases: an overview. *Neurosurg Focus* 2001; 11:e10
12. Jacobson AF, Stomper PC, Cronin EB, Kaplan WD. Bone scans with one or two new abnormalities in cancer patients with no known metastases: reliability of interpretation of initial correlative radiographs. *Radiology* 1990;174:503-507
13. Guillemin R, Vallee JN, Lafitte F, Menuel C, Duverneuil NM, Chiras J. Spine metastasis imaging: review of the literature. *J Neuroradiol* 2007;34:311-321
14. Algra PR, Heimans JJ, Valk J, Nauta JJ, Lachniet M, Van Kooten B. Do metastases in vertebrae begin in the body or the pedicles? Imaging study in 45 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1992;158:1275-1279
15. Nouh MR, Eid AF. Magnetic resonance imaging of the spinal marrow: basic understanding of the normal marrow pattern and its variant. *World J Radiol* 2015;7:448-458
16. Lee GK, Chung HW, Kang HS, Park JG, Cho KH, Lee YH, et al. Metastatic bone tumors with sunburst periosteal reaction. *J Korean Radiol Soc* 2005;52:419-425
17. Vanel D. MRI of bone metastases: the choice of the sequence. *Cancer Imaging* 2004;4:30-35
18. O'Sullivan GJ, Carty FL, Cronin CG. Imaging of bone metastasis: an update. *World J Radiol* 2015;7:202-211
19. Roberts CC, Daffner RH, Weissman BN, Bancroft L, Bennett DL, Blebea JS, et al. ACR appropriateness criteria on metastatic bone disease. *J Am Coll Radiol* 2010;7:400-409
20. 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;10:606-614
21. Kim YJ, Lee JW, Lee E, Park C, Kang Y, Ahn JM, et al. Diagnosis of spinal metastasis: usefulness of additional diffusion-weighted imaging. *J Korean Soc Radiol* 2019;80:1145-1159
22. Sung JK, Jee WH, Jung JY, Choi M, Lee SY, Kim YH, et al. Differentiation of acute osteoporotic and malignant compression fractures of the spine: use of additive qualitative and quantitative axial diffusion-weighted MR imaging to conventional MR imaging at 3.0 T. *Radiology* 2014;271:488-498
23. Park HJ, Lee SY, Rho MH, Chung EC, Kim MS, Kwon HJ, et al. Single-shot echo-planar diffusion-weighted MR

- imaging at 3T and 1.5T for differentiation of benign vertebral fracture edema and tumor infiltration. *Korean J Radiol* 2016;17:590-597
24. Yoon YC. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of spine. *J Korean Soc Radiol* 2020;81:58-69
 25. Baik JS, Jung JY, Jee WH, Chun CW, Kim SK, Shin SH, et al. Differentiation of focal indeterminate marrow abnormalities with multiparametric MRI. *J Magn Reson Imaging* 2017;46:49-60
 26. Lee SH, Yoo HJ, Yu SM, Hong SH, Choi JY, Chae HD. Fat quantification in the vertebral body: comparison of modified Dixon technique with single-voxel magnetic resonance spectroscopy. *Korean J Radiol* 2019;20:126-133
 27. Pfirrmann CW, Resnick D. Schmorl nodes of the thoracic and lumbar spine: radiographic-pathologic study of prevalence, characterization, and correlation with degenerative changes of 1,650 spinal levels in 100 cadavers. *Radiology* 2001;219:368-374
 28. Diehn FE, Maus TP, Morris JM, Carr CM, Kotsenas AL, Luetmer PH, et al. Uncommon manifestations of intervertebral disk pathologic conditions. *Radiographics* 2016;36:801-823
 29. Oh E, Kim HJ, Kwon JW, Yoon YC, Kim HS. Differentiation between spinal subchondral bone metastasis with focal pathologic endplate fracture and oedematous Schmorl's node. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2022;66:913-919
 30. Lee JH, Park S. Differentiation of schmorl nodes from bone metastases of the spine: use of apparent diffusion coefficient derived from DWI and fat fraction derived from a Dixon sequence. *AJR Am J Roentgenol* 2019;213:W228-W235
 31. 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;28:1019-1041
 32. Shah LM, Hanrahan CJ. MRI of spinal bone marrow: part I, techniques and normal age-related appearances. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:1298-1308
 33. Ricci C, Cova M, Kang YS, Yang A, Rahmouni A, Scott WW Jr, et al. Normal age-related patterns of cellular and fatty bone marrow distribution in the axial skeleton: MR imaging study. *Radiology* 1990;177:83-88
 34. Rajakulasingam R, Saifuddin A. Focal nodular marrow hyperplasia: imaging features of 53 cases. *Br J Radiol* 2020;93:20200206
 35. Bordalo-Rodrigues M, Galant C, Lonneux M, Clause D, Vande Berg BC. Focal nodular hyperplasia of the hematopoietic marrow simulating vertebral metastasis on FDG positron emission tomography. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:669-671
 36. Kim HJ, Ryu KN, Choi WS, Choi BK, Choi JM, Yoon Y. Spinal involvement of hematopoietic malignancies and metastasis: differentiation using MR imaging. *Clin Imaging* 1999;23:125-133
 37. Schweitzer ME, Levine C, Mitchell DG, Gannon FH, Gomella LG. Bull's-eyes and halos: useful MR discriminators of osseous metastases. *Radiology* 1993;188:249-252
 38. Zampa V, Cosottini M, Michelassi C, Ortori S, Bruschini L, Bartolozzi C. Value of opposed-phase gradient-echo technique in distinguishing between benign and malignant vertebral lesions. *Eur Radiol* 2002;12:1811-1818
 39. Jung Y, Jeon SW, Kwack KS, Yun JS, Lee HD, Park S. Differentiation of vertebral metastases from focal hematopoietic marrow depositions on MRI: added value of proton density fat fraction. *AJR Am J Roentgenol* 2021;216:734-741
 40. Alyas F, Saifuddin A, Connell D. MR imaging evaluation of the bone marrow and marrow infiltrative disorders of the lumbar spine. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2007;15:199-219
 41. Park S, Huh JD. Differentiation of bone metastases from benign red marrow depositions of the spine: the role of fat-suppressed T2-weighted imaging compared to fat fraction map. *Eur Radiol* 2022;32:6730-6738
 42. Chow LT, Ng AW, Wong SK. Focal nodular and diffuse haematopoietic marrow hyperplasia in patients with underlying malignancies: a radiological mimic of malignancy in need of recognition. *Clin Radiol* 2017;72:265.e7-265.e23
 43. Vidal JA, Murphey MD. Primary tumors of the osseous spine. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2007;15:239-255
 44. Xu C, Kong L, Deng X. Dual-energy computed tomography for differentiation between osteoblastic metastases and bone islands. *Front Oncol* 2022;12:815955
 45. Ulano A, Bredella MA, Burke P, Chebib I, Simeone FJ, Huang AJ, et al. Distinguishing untreated osteoblastic metastases from enostoses using CT attenuation measurements. *AJR Am J Roentgenol* 2016;207:362-368
 46. Dong Y, Zheng S, Machida H, Wang B, Liu A, Liu Y, et al. Differential diagnosis of osteoblastic metastases from bone islands in patients with lung cancer by single-source dual-energy CT: advantages of spectral CT imag-

- ing. *Eur J Radiol* 2015;84:901-907
47. Liu SZ, Zhou X, Song A, Wang YP, Liu Y. The corduroy appearance and the polka dot sign. *QJM* 2020;113:222-223
 48. Erlemann R. Imaging and differential diagnosis of primary bone tumors and tumor-like lesions of the spine. *Eur J Radiol* 2006;58:48-67
 49. Langston AL, Ralston SH. Management of Paget's disease of bone. *Rheumatology (Oxford)* 2004;43:955-959
 50. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Kakitsubata Y. Imaging of Paget disease of bone and its musculoskeletal complications: review. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196(6 Suppl):S64-S75
 51. Dell'Atti C, Cassar-Pullicino VN, Lalam RK, Tins BJ, Tyrrell PN. The spine in Paget's disease. *Skeletal Radiol* 2007;36:609-626
 52. Graham TS. The ivory vertebra sign. *Radiology* 2005;235:614-615
 53. Nguyen TT, Thelen JC, Bhatt AA. Bone up on spinal osseous lesions: a case review series. *Insights Imaging* 2020;11:80
 54. Kim JH, Lee SK. Classification of chondrosarcoma: from characteristic to challenging imaging findings. *Cancers (Basel)* 2023;15:1703
 55. Shives TC, McLeod RA, Unni KK, Schray MF. Chondrosarcoma of the spine. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:1158-1165

전이성 척추 종양의 영상 소견: 고령 환자의 단일병소를 중심으로 한 감별 질환

박선영* · 윤민아 · 이민희 · 이상훈 · 정혜원

고령의 환자에서 척추에 단일 병소의 병변을 만나게 되면 골전이를 가장 먼저 염두하게 된다. 골전이는 어느 부위든 가능하지만 척추체에서 가장 많이 발생한다. 그러나 항상 골전이에 전형적인 영상 소견을 보이지 않을 수도 있고 단일 병소로 발견하게 되면 다른 모방하는 병변과 감별이 어려울 수 있다. 그러면 원발암의 진단 및 치료가 늦어지게 된다. 본 종설에서는 골전이의 영상검사 및 임상지침에 대해서 살펴보고 골전이 외에도 고령 환자에서 척추에 단일 병소로 생길 수 있는 다양한 질환들의 영상 소견 및 감별 포인트에 대해서 알아보하고자 한다.

울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상의학과