

# 골다공증성 골절의 영상 진단

## Imaging Diagnosis of Osteoporotic Fracture

양 승 오 | 을지대 영상의학센터 | Seoung-Oh Yang, MD

Department of Radiology, Eulji University College of Medicine

E-mail : soyang@eulji.ac.kr

김 성 준 | 연세대 영상의학과 | Sungjun Kim, MD

Department of Radiology, Yonsei University College of Medicine

정 선 관 | 원광대 영상의학과 | Seon-Kwan Juhng, MD

Department of Radiology, Wonkwang University College of Medicine

J Korean Med Assoc 2010; 53(1): 67 - 75

### Abstract

Osteoporotic vertebral fractures suspected at clinical evaluation require radiological confirmation. Most radiologists make the diagnosis of vertebral fracture on the basis of a qualitative impression. However, unlike other fractures, vertebral fractures are commonly found on radiographs obtained for other reasons in patients who do not show signs or symptoms suggestive of fractures. Radiologists qualitatively analyze radiographs of the thoracolumbar spine to identify vertebral fractures in patients whose clinical indications suggest trauma, osteoporosis, malignancy, or acute back pain. The accuracy of decision-making process can be enhanced by additional radiographic projections or by complementary examinations including DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) morphometry, bone scan, CT, or MRI. The importance of imaging is highlighted by the fact that only about one in four vertebral fractures is recognized on the basis of clinical evaluations without radiographs. Radiographs may include lateral and AP (anterior/posterior) X-rays of the affected spinal segments. The physician may request bone scan and/or CT to help identify the location of the fracture, its status (stable versus unstable). Furthermore, an MRI scan may be performed if neurologic deficit, soft tissue trauma or hematoma are suspected.

**Keywords:** Osteoporosis; Vertebral fracture; Imaging diagnosis

**핵심용어:** 골다공증; 척추골절; 영상진단

**골**다공증(osteoporosis)은 정량적 골밀도 측정법으로 골 감소를 증명하고, 질적 이상을 배제하여 진단하며 다른 질환과 감별할 필요가 있다. 척추골절은 골다공증에서 흔히 발생하는 합병증으로 골다공증의 위험도를 예견하는 중요한 인자이다. 일단 척추골절이 발생하면 또 다른 척추골절이 발생할 위험도가 크며, 이는 여러가지 연구에서 입증되어 있다. 골다공증성 골절에 대하여 여러 가지 방사선

학적 검사 소견의 특징과 골다공증과 감별이 필요한 질환에 대해서 설명하고자 한다.

### 골다공증성 골절의 영상 진단

#### 1. 단순방사선학적 소견

단순방사선 사진을 이용하여 골감소의 유무를 진단할 수

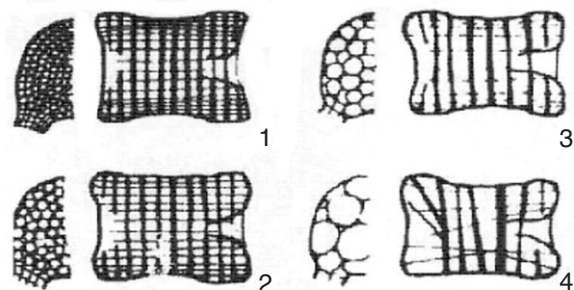


Figure 1. Diagram of Saville index (Insurance covered from Grade 3).

Table 1. Osteopenia score for vertebrae by Saville index

Radiographic appearance of vertebra	
0	Normal bone density
1	Minimal loss of density: endplates begin to stand out, giving a stencilled effect
2	Vertical striation is more obvious; endplates are thinner
3	More severe loss of bone density than grade 2; endplates becoming less visible
4	Ghost-like vertebral bodies; density is no greater than soft tissue; no trabecular pattern is visible

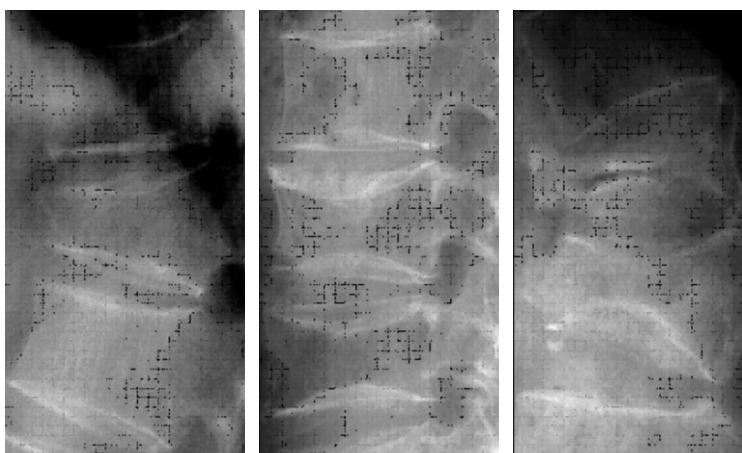


Figure 2. Various type of vertebral compression fractures: From left, wedge type, biconcave type, and pancake-like crushed vertebral fracture.

있으며 척추, 대퇴골 경부, 중수골과 종골 등을 검사한다. 단 순방사선사진에서 골 감소를 평가하는 평가법으로 단순 척 추사진에서 골 결핍증의 정도를 점수화하여 구분한 Saville index가 있다(Table 1, Figure 1)(1).

골다공증이 진행될 경우 골소주의 감소는 척추체의 횡단 골 소주가 종단 골소주에 비하여 먼저 소실된다. 골다공증의 단순 방사선학적 소견은 다음과 같지만 특이적 소견은 아니다(2~6).

1) 골음영의 감소: 척추의 압박골절이 동반된 경우에는 골소주의 밀집과 가골(callus) 형성으로 인하여 골밀도가 오�히려 증가할 수 있다.

2) 골피질 두께의 감소: 골피질 내층의 흡수와 골피질 내 부의 골다공증이 발생한다.

3) 골소주의 감소와 형태 변화: 각각의 골소주는 얇아지

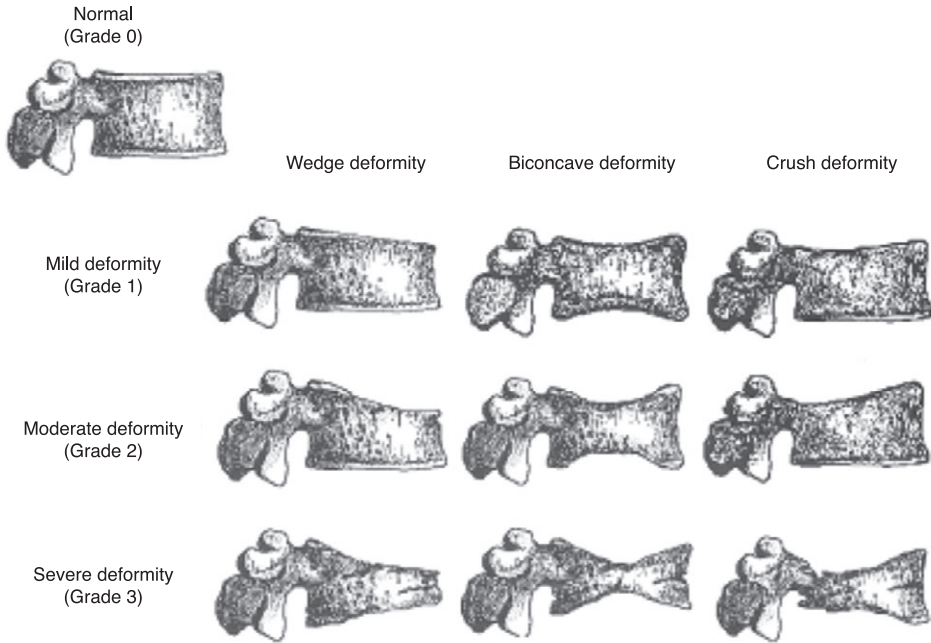
거나 소실되며, 이러한 변화는 수평방향의 골소주에 좀 더 뚜렷하여, 상대적으로 수직 방향의 골소주가 강조되어 혈관종 (hemangioma)과 비슷한 모습으로 나타 나기도 한다. 척추체의 상하 연결하 골종판 (subchondral bone plates)은 가늘지만 뚜렷해진다.

4) 골절로 인한 형태 변화: 척추체 앞 부 분의 쐐기형(wedge) 골절 혹은 척추체와 디스크 연결부의 나비형 함몰(biconcavity) 등의 압박골절이 발생한다. 쐐기형 척추체는 척추체의 전연의 높이는 감소되 었으나 후연의 높이는 정상이고, 압축은 척추체의 중앙부위를 포함한 후연 높이의

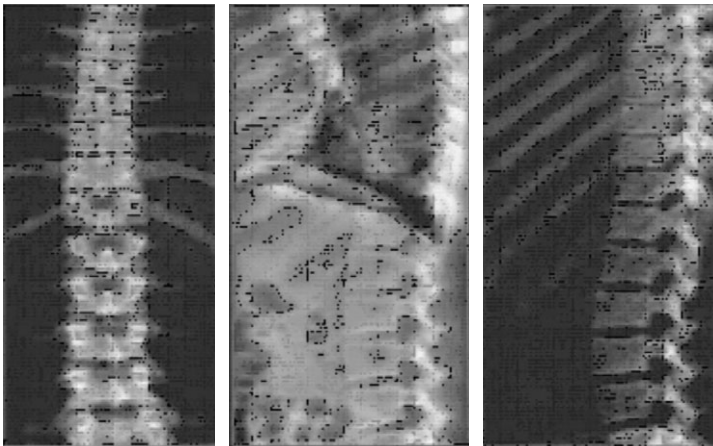
감소가 있으며, 압축이 심하고 일정하게 되면 팬케이크형 척추체(pancake vertebrae)가 된다(Figure 2). 척추체의 압축골절은 한 번 또는 여러 번의 외상으로 발생할 수 있고, 만성적인 미세골절(microfracture)로부터 점진적으로 구조 적인 재형성에 의하여 발생할 수 있다. 만성적인 미세골절 에 의한 압축이 척추체의 중앙부위에만 국한되어 발생된 척 추체의 변형을 나비형 혹은 fish vertebrae라고 한다.

골다공증을 비롯한 많은 대사성 질환은 골조직을 약화시 켜 연결하 골종판이 파괴되어 추간관 디스크 물질의 일부 가 척추체 내로 이동된 연결성 혹은 Schmorl 결절이 보일 수 있다.

척추 전방의 길이가 감소된 척추는 흉요추 이행부위에 많 으며, 80%는 제11 흉추에서 제2 요추에 걸쳐서 관찰된다.



**Figure 3.** Semiquantitative method to assess vertebral fractures. (Genant HK, et al. J Bone Mineral Res 1993; 8(9):1137-1148).



**Figure 4.** AP and lateral images of DXA vertebral morphometry.

척추 중앙이 함몰된 고기 모양의 변형은 대부분 요추에서 볼 수 있으며 제12 흉추에서 제4 요추까지 거의 균등하게 분포되어 있다. 심한 골다공증 환자에서도 척추체의 골절은 일곱 번째 흉추의 위에서는 드물기 때문에 이보다 상부에 나타난 척추체의 골절이 있을 때에는 다른 병적 골절의 가

능성을 의심하여야 한다.

요추 측면 방사선 촬영의 시각적 분석에는 단순 판독보다는 표준화된 계량적 방법에 의한 반정량적(semiquantitative) 방법이 더욱 정확하다(Figure 3)(7).

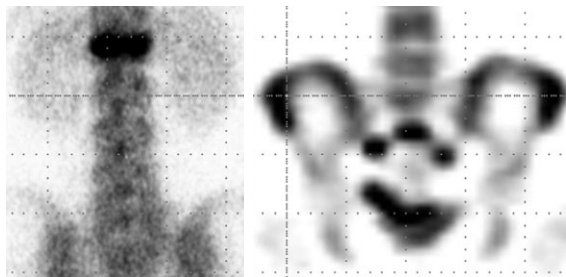
## 2. 이중에너지 방사선 흡수법

### (Dual Energy X-ray Absorptiometry, DXA)

DXA의 형태 계측(morphometry)은 흉추와 요추를 동시에 정량적으로 측정할 수 있어 골밀도 측정과 함께 척추골절을 진단(Vertebral Fracture Assessment, VFA)할 수 있다. 최근에는 초창기 DXA 영상보다 많이 개선된 해상도의 기계가 개발되어 척추골절의 평가에 널리 이용될 전망이다(Figure 4)(8, 9).

## 3. 뼈스캔 (Bone Scan)

골다공증의 합병증으로 나타나는 골절(척추압박골절, 부



**Figure 5.** Compression fracture of the 1st lumbar vertebral body by bone scan (left) and sacral insufficiency fracture by bone SPECT (right).

전골절), 무혈성 괴사와 급성 괴사 등의 진단에 방사선학적 소견을 보완하기 위하여 뼈스캔이 흔히 사용된다.

방사선학적으로 이상이 관찰되지 않는 미세골절에 의한 요통 환자에서도 뼈스캔 방사성 의약품의 이상 집적을 흔히 볼 수 있다. 전신 뼈스캔은 요추의 이상소견 이외에 대퇴골, 손목, 늑골, 치골 등의 병변을 일목요연하게 진단할 수 있다 (Figure 5). 또한 골절에 동반할 수 있는 골수염이나 예상하지 못한 임상 병변의 발견에도 도움이 된다.

뼈스캔은 척추압박골절의 섭취 증가가 대개 18 내지 24 개월에 소실된다고 알려져 있어서 골절의 발생시기(age or dating of the fracture)를 짐작할 수 있는 유용한 방법이다. 바늘구멍 뼈스캔이나 SPECT는 척추골절보다는 대퇴골두의 무혈성 괴사의 진단에 효과적이다. 뼈스캔의 추적검사로 점점 심한 섭취 증가가 보이면 악성일 가능성이 높다(3, 4). SPECT/CT 장비가 보급되기 시작하였으므로 우리나라에서도 골다공증성 골절의 조기 진단에 SPECT/CT가 이용될 것으로 기대된다.

#### 4. 전산화단층촬영(CT)

CT는 관심영역(Region of interest, ROI)을 잘 설정하는 것이 중요하다. 다검출기 CT가 보편화 되면서 CT 3차원 영상이 팔복할 만큼 발전되었으나, 골다공증성 골절 자체의 진단보다는 외상성 골절의 진단에 흔히 이용되고 있다(Figure 6)(10).

#### 5. 자기공명영상(MRI)

척추골절의 진단에 있어 MRI의 유용성은 ① 양성파 악성

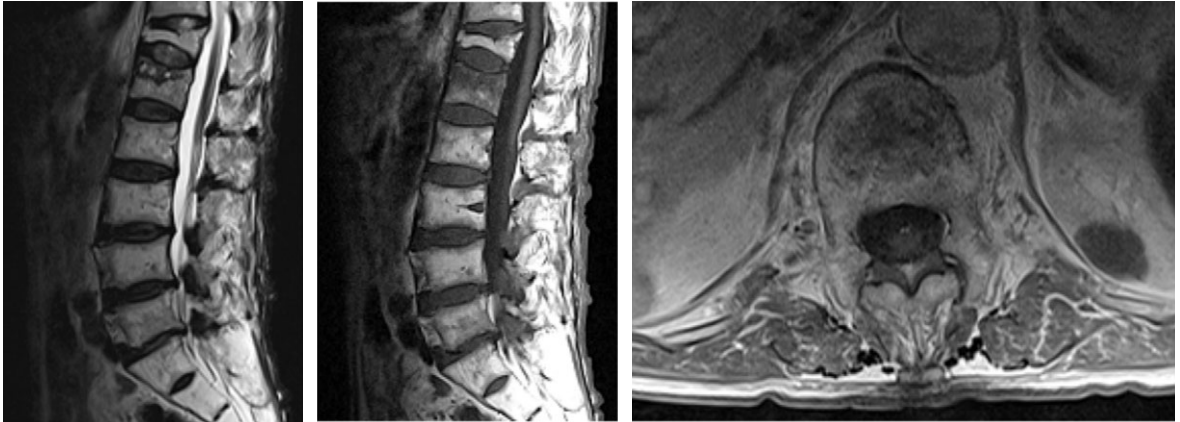


**Figure 6.** CT sagittal reconstructed image and 3 D reformation of L2 vertebral fracture in 62 year-old male.

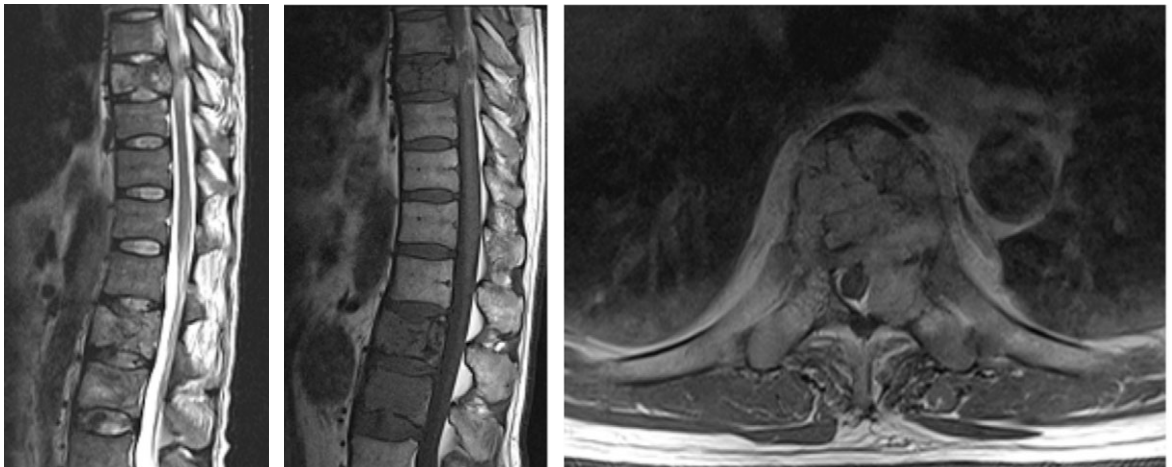
병변의 감별, ② 급성과 만성에 구별에 있다. 양성 골절의 MRI 소견은 이상 신호 병변이 골절선을 따라서 관찰되거나 골절된 추체 내부에 일부의 정상 신호강도를 보이는 부분이 포함되어 보이며, 연부종괴의 형성이 드물며, 몇 개월 내에 이상 신호 병변이 정상으로 변하며, 확산강조영상(diffusion-weighted images)에서 저신호강도를 보이는 것 등이다(Figure 7). 악성 골절은 골절이 없는 척추에도 이상 신호를 보이는 병변이 흔하며, 골절된 추체의 전체에 이상 신호를 보이고, 척추 후방이 등글게 튀어나오거나(convex) 연조직 종괴를 흔히 나타내며, 시간 경과에 따라 신호 강도의 이상이 심해지고, 골파괴가 보이며, 확산 강조영상에서 고신호강도를 보이는 특징이 있다(Figure 8)(11~13).

양성 골절의 MRI 소견은 경과된 시간에 따라 다르다. 오래된 골절은 정상 척추체와 같은 정도의 골수 신호강도가 모든 영상에서 보인다. 최근의 골절의 경우는 골수의 부종에 의한 신호강도의 변화를 보이며 골수의 신호강도가 T1 강조영상에서 저신호강도를 보이고 액체에 민감한 펄스열(fluid sensitive sequence)인 지방억제 T2 강조영상이나 STIR 영상에서 고신호 강도를 보인다. 여기서 '최근' 이라는 것은 바로 직전에 골절이 발생하였을 수도 있고 수 개월이 지났을 수도 있는 매우 다양한 범위의 시간 경과를 말하





**Figure 7.** MRI finding of benign vertebral fracture: T2 WI, T1 WI, T1 contrast enhanced image (from left).



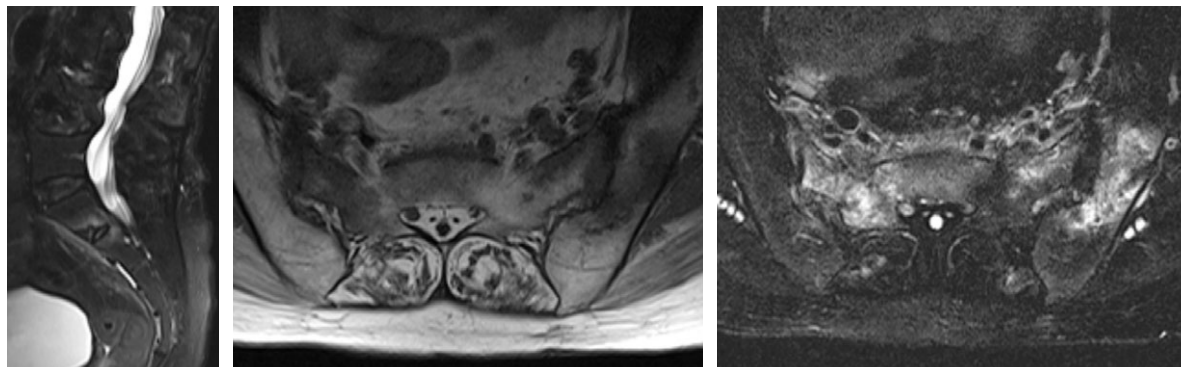
**Figure 8.** MRI finding of malignant vertebral fracture: T2 WI, T1 WI, T1 contrast enhanced image (from left). Note the exophytic soft tissue mass and signal changes in the whole spine.

는 것이며 환자 개인의 체질, 골절의 형태, 골절의 정도 등에 따라 다양할 수 있다는 것을 알아두어야 한다. 한 연구에 의하면 골절이 생기면 지도상(geographic)의 골수 부종이 MRI에서 대부분 보이게 되고, 이 환자 중 40%에서 골절이 일어난 후 3개월까지는 MRI상 골수의 부종이 점점 증가하는 것으로 보고하고 있으며, 그 이후에는 점점 골수의 부종이 줄어들면서 정상 골수의 신호강도를 매우 다양한 속도로 회복하는 것으로 보고하고 있다(14).

흉요추부에 골다공증성 압박골절이 있는 경우 천추에 기

능부전골절(insufficiency fracture)이 동반되는 빈도는 10% 내외로 보고되고 있어 드물지 않으므로 유의해야 한다(15). 천추의 기능부전골절은 매우 심한 골반통증을 일으키는데도 불구하고 때때로 간과되어 환자가 원인도 모른채 오랜 기간 고통스러움을 감내하여야 하는 상황에 빠지게 할 수도 있으므로 고령 환자의 MRI를 관찰할 때 이를 놓치지 않도록 주의하여야 한다.

MRI에서는 대부분 골부종(fat suppressed T2WI나 STIR와 같은 fluid sensitive sequence)을 동반하는 골절선



**Figure 9.** MRI finding of sacral insufficiency fracture: Fat suppressed sagittal T2 WI, axial T1 WI, axial fat suppressed T1 WI (from left).

(주로 T1WI에서)의 형태로 보이며, 골부종이 심한 경우에는 골감염이나 골전이 등과 감별이 어려운 경우가 간혹 있다. 그러나 특징적인 영상소견과 임상양상을 종합하면 어렵지 않게 진단할 수 있다. 천추의 기능부전 골절은 심한 통증을 유발하므로 이를 경감시킬 목적으로 척추성형술과 동일한 방법으로 골절 부위에 polymethylmethacrylate (PMMA)를 주입하는 천추성형술(sacroplasty)이 최근에 이용되어 환자의 고통을 줄이는 데 많은 도움을 주고 있다 (Figure 9).

## 골다공증의 감별진단

### 1. 악성 종양의 골전이

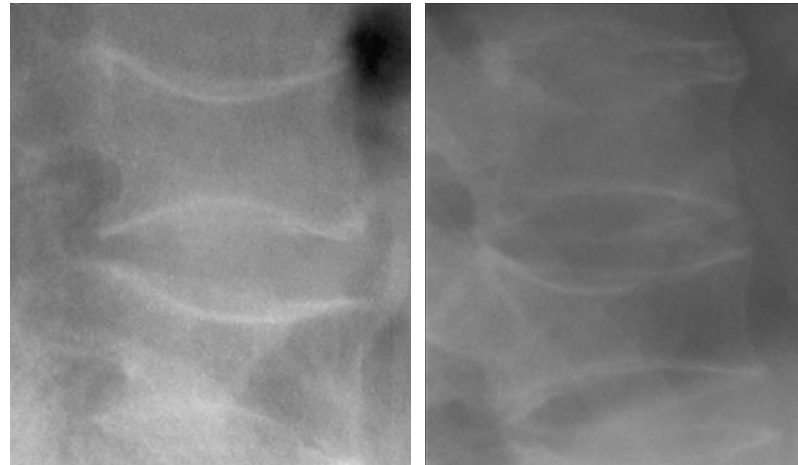
요배통의 감별이 임상적으로 중요하다고 생각되는데 골다공증의 급성기에 발생하는 요배통은 시간이 지나면 감소하는 경향을 나타내는 경우가 많고, 오히려 통증이 증가되는 경우에 암의 전이를 생각해 볼 필요가 있다. 일반적으로 악성 종양의 척추전이에서는 악성 종양에 수반되는 고칼슘증을 제외하고는 미만성의 골결핍증을 일으키는 경우는 적고, 국소적인 골결핍증을 보이며 골파괴가 나타나는 것이 골다공증과 기본적인 차이점이다. 특히 골전이에서는 척추 후방체(posterior element)의 파괴가 현저하기 때문에 이들 부위를 주의깊게 관찰할 필요가 있다. 전이 부위는 요추가 가장 많고 다음으로 흉추 하부이다. 추체의 골절모양 자체는 골다공증과 큰 차이가 없으나 골의 윤곽에 웨이퍼

(wafer) 모양의 압박골절이 관찰되면 골전이 등을 의심할 수 있다. 또 CT나 MRI에서 추체 후벽의 팽창이나 파괴가 관찰될 때 골전이를 의심해야 하며, 골전이에서는 종종 경추 전이를 볼 수 있다. 골다공증에서는 경추에 골절을 초래하는 일은 드물기 때문에 경추의 압박골절은 골다공증 이외의 다른 원인을 의심하여야 한다. 골전이가 의심될 경우 척추 이외에 늑골, 골반, 사지 장골의 골간단부를 방사선 촬영으로 관찰할 필요가 있으며, 뼈스캔을 바로 이용하여 쉽게 진단할 수 있다. 방사선학적으로 조기진단이 어려운 경우가 있으므로 의심이 갈 때는 뼈스캔과 CT, MRI 등의 영상진단을 병용해야 한다(16).

뼈스캔에서 이상 집적이 다발성으로 관찰되었을 때 골전이의 가능성이 높으며, MRI는 압박골절이 종양에 의한 것인지를 판단하는데 도움을 준다. 골전이 병소에서는 종양세포의 존재 때문에 T1 강조영상에서 저신호가 나타난다. 골전이는 추체전체가 저신호를 보이는 경향이 있다. 또한 CT, MRI로 추체 내부나 주위로 연조직 종괴의 형성이 관찰될 경우 골전이의 가능성이 아주 높다. 그러나 이러한 소견들은 양성파 악성사이아에 어느 정도 겹침(overlap)이 있어 환자의 병세가 좋아지는 쪽인지, 나빠지는 쪽인지에 대한 정보 등 전반적인 환자의 임상경과와 상관지어서 판독이 이루어지게 되며 감별이 거의 불가능한 경우도 적지 않게 만나게 된다. 이를 극복하기 위하여 현성확산계수 지도(ADC map)를 포함한 확산강조영상 등 여러 가지 영상기술을 시도하고 있으나 이들 기술의 효용성에 대해서는 아직 논란의 여지가 있다(17).



**Figure 10.** Simple radiographs of two cases with multiple myeloma: Heterogenous osteolytic bone loss and biconcave fractures.



**Figure 11.** Simple radiographs of osteomalacia: See the apparent vertebral end-plates with fuzzy appearance.

## 2. 다발성 골수종(Multiple Myeloma)

다발성 골수종은 모든 암의 1% 정도를 차지하는 흔한 종양으로 폐경기 이후에 호발하며 때로는 척추압박골절이 나타나므로 골다공증의 감별진단에 꼭 기억해야 한다. 다발성 골수종의 전형적 예는 두개골 등에 punched-out 형태의 선명한 골파괴와 변연부의 불규칙한 골결핍을 나타낸다(Figure 10). 요배통을 나타내는 증례에서 압박골절을 동반하는 수가 많기 때문에 이 경우에는 뼈스캔의 이상집적을 볼 수 있다. 다발성 골수종의 영상진단에는 CT나 MRI가 대

단히 유용하며(골다공증의 경우와 달리 MRI의 조영증강이 나타난다) 단순 방사선촬영에서 비특이적 소견을 보일 경우에 이 방법을 적극적으로 이용하는 것이 필요하다. 척추의 압박골절에서 다발성 골수종이 발견되는 수도 있으며 특히 척추압박골절과 빈혈, 골수종 신장(myeloma kidney)이 존재할 때 쉽게 진단할 수 있다. 다발성 골수종에서는 화학요법이 유효하기 때문에 의심되는 경우 혈액검사, 면역정지영동이나 골수천자 등을 실시하여 악성 림프종과 백혈병 등의 다른 세포침윤에 의한 질환과 감별하여야 한다.

## 3. 골연화증

골연화증은 골의 성분 중에서 유골의 양은 정상이나 상대적으로 골 무기질의 소실이 많은 경우를 말한다. 소아에서는 구루병(rickets)이라 하며, 칼슘과 인(phosphorus)의 대사에 이상이 생겨 골에 침착하는 것보다 빠져 나오는 양이 많은 질환은 모두 그 원인이 될 수 있으며 장, 간, 신장 등의 이상이 있을 때 발생할 수 있다. 드물게 종양과 관련되어 발생

하는 골연화증도 있다. 어느 연령에서도 발생 가능하며, 증상으로는 전신적인 골통증과 압통을 호소하며 중축골보다는 사지골에 증상을 동반한다. 골연화증의 방사선학적 소견은 골의 석회화가 장애를 받아 석회화골이 감소하기 때문에 현저한 골결핍을 보일 수 있다. 이 때 골다공증에서는 골소주나 추체중판의 음영이 선명한데 비하여 추체가 전체적으로 불확실하게 흐려지는(fuzzy, coarsened) 경향을 보인다(Figure 11). 현저한 골결핍 때문에 물고기척추체 모양의 척추변형(fish vertebrae)이 여러 추체에서 나타나는 경우



가 많고, 특히 흉추에 어추 변형을 보일 경우 골다공증보다는 오히려 골연화증을 생각하여야 한다(18).

#### 4. 화농성 척추염, 추간판염, 결핵성 척추염

고령자에서의 요배통이 화농성 척추염 등의 염증성 질환에 기인할 수도 있다. 고령자는 면역기능이 저하되어 있고 특히 당뇨병이나 악성 종양이 병발하는 경우는 이들 감염성 질환에 유의할 필요가 있으며, 일반적으로 이들 질환에 의한 동통은 골다공증보다 심하고 지속적이며 임상상태나 방사선 소견이 특징적이기 때문에 이 질환들을 염두에 둔다면 골다공증과의 감별은 쉽다. 방사선허적으로 추간판의 협착과 소실, 추체의 파괴 양상을 보이는 것이 감별점이 되며 골다공증에서는 일반적으로 추간판의 협착이 없는 것이 특징이다. 추체의 파괴 양상은 다양하며 화농성 척추염에서는 반응성인 골경화를 볼 수 있는데 비하여 결핵성 척추염은 골경화가 적은 것이 특징이다(19).

#### 5. 기타 감별질환

앞서 언급한 골전이와 다발성 골수종 이외에 골수를 침범하여 나타나는 방사선허적 양상이 골다공증과 유사한 질환으로 빈혈(특히 sickle cell anemia와 thalassemia), 저장성 질환(storage disease; Gaucher's disease와 Niemann Pick's disease), 백혈병(leukemia) 등이 있다. 청소년기의 idiopathic juvenile osteoporosis와 juvenile chronic arthritis, 골형성부전증(osteogenesis imperfecta), 괴혈병(scurvy) 등은 나이와 여러 임상 소견으로 진단 가능하다. 이 외에 부분적 골다공증을 나타내는 불용성(disuse) 골다공증, 일과성 국소 골다공증(transient regional osteoporosis), 반사성 교감신경 이영양증후군(reflex sympathetic dystrophy syndrome, RSDS) 등이 골다공증의 감별진단에 포함된다.

## 결론

골다공증은 전신성 질환으로 정량적 골밀도측정법을 이용하여 진단하는 것이 일반적이다. 골다공증 때문에 발생하

는 골절은 골밀도 측정과 함께 골다공증 진단에 중요하며 골다공증의 위험도를 예측할 수 있는 주 인자 중 하나이다. 특히 척추에 발생하는 골다공증성 골절은 가장 빈도가 높지만, 특별한 임상증상이 없는 경우가 많으므로 척추골절의 영상진단이 반드시 필요하다. 특히 골밀도 측정과 척추골절을 동시에 평가할 수 있는 DXA를 이용하는 VFA (vertebral fracture assessment)의 이용이 보다 활성화 되어야 한다. 한편 여러 이유로 촬영한 각종 영상진단법에서 관찰할 수 있는 골다공증의 소견에 익숙할 필요가 있다. 단순방사선 영상에서 골흡수에 의한 골음영의 감소, 골소주의 변화, 골절 등이 대표적인 소견이고 흉추 및 요추, 대퇴골 근위부에서 잘 관찰할 수 있다. 앞으로 골다공증성 골절의 진단에는 뼈스캔, SPECT/CT, CT, MRI가 상호보완적으로 사용될 것이고, 고해상도의 영상이 활발하게 적용될 것이다(20, 21).

#### 참고문헌

1. Saville PD. A quantitative approach to simple radiographic diagnosis of osteoporosis: Its application to the osteoporosis of rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 1967; 10: 416-422.
2. Rogers LF, Lenchik L. Metabolic, endocrine, and related bone disease. Juhl JH, Crummy AB, Kuhlman JE. *Essentials of radio-logic imaging*. 7th ed. Lippincot-Raven, 1998:199-236.
3. Yang SO, Choi MY. Diagnostic imaging features of osteoporosis. *Kor J Osteoporosis* 2004; 2: 1-8.
4. Cook GJ, Hannaford E, See M, Clarke SE, Fogelman I. The value of bone scintigraphy in the evaluation of osteoporotic patients with back pain. *Scand J Rheumatol* 2002; 31: 245-248.
5. Schousboe JT, DeBold CR, Bowles C, Glickstein S, Rubino RK. Prevalence of vertebral compression fracture deformity by X-ray absorptiometry of lateral thoracic and lumbar spines in a population referred for bone densitometry. *J Clin Densitom* 2002; 5: 239-246.
6. Mayo-Smith W, Rosenthal DI. Radiographic appearance of osteopenia. *Radiol Clin North Am* 1991; 29: 37-47.
7. Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, Nevitt MC. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Mineral Res* 1993; 8: 1137-1148.
8. Yang SO. Clinical use of dual-energy X-ray absorptiometry. *J Korean Bone Miner Metabolism* 1996; 3: 128-135.
9. Schousboe JT, Vokes T, Broy SB, Ferrar L, McKiernan F, Roux C, Binkley N. Vertebral fracture assessment: The ISCD official positions. *J Clin Densitom* 2008; 11: 92-108.
10. Haller J, André MP, Resnick D, Miller C, Howard BA, Mitchell



- MJ, Schils JP, Sartoris DJ, Trudell D. Detection of thoracolumbar vertebral body destruction with lateral spine radiography. Part II. Clinical investigation with computed tomography. *Invest Radiol* 1990; 25: 523-532.
11. Kim JI, Yang SO, Choi JC. MRI findings of vertebral compression fractures. *J Korean Radiol Soc* 1995; 33: 667-672.
  12. Cuénod CA, Laredo JD, Chevret S, Hamze B, Naouri JF, Chapaux X, Bondeville JM, Tubiana JM. Acute vertebral collapse due to osteoporosis or malignancy: appearance on unenhanced and gadolinium-enhanced MR images. *Radiology* 1996; 199: 541-549.
  13. Baur A, Stabler A, Arbogast S, Duerr HR, Bartl R, Reiser M. Acute osteoporotic and neoplastic vertebral compression fractures: fluid sign at MR imaging. *Radiology* 2002; 225: 730-735.
  14. Yamato M, Nishimura G, Kuramochi E, Saiki N, Fujioka M. MR appearance at different ages of osteoporotic compression fracture of the vertebrae. *Radiat Med* 1998; 16: 329-334.
  15. Kong JH, Park JS, Ryu KN. Osteoporotic compression fracture of the thoracolumbar spine and sacral insufficiency fracture: incidence and analysis of the relationship according to the clinical factors. *J Korean Radiol Soc* 2006; 55: 495-500.
  16. McAfee JG. Radionuclide imaging in metabolic and systemic skeletal disease. *Semin Nucl Med* 1987; 17: 334-349.
  17. Karchevsky M, Babb JS, Schweitzer ME. Can diffusion-weighted imaging be used to differentiate benign from pathologic fractures? A meta-analysis. *Skeletal Radiol* 2008; 37: 791-795.
  18. Favus MJ. Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996: 152-163.
  19. Dass B, Puet TA, Watanakunakorn C. Tuberculosis of the spine (Pott's disease) presenting as 'compression fractures'. *Spinal Cord* 2002; 40: 604-608.
  20. Osteoporosis. Korean Soc of Bone and Mineral Metabolism. Hanmi Publishing Company, 2006: 134-147.
  21. Kalpakcioglu BB, Morshed S, Engelke K, Genant HK. Advanced imaging of bone macrostructure and microstructure in bone fragility and fracture repair. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90: 68-78.



### Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 노인 인구의 증가로 인하여 골다공증성 골절의 중요성이 강조되는 시점에서 골다공증성 골절의 영상진단은 시기 적절한 주제로 생각되며 골다공증성 골절의 영상 진단에 대하여 영상 방법에 따라서 진단할 수 있는 특징적인 소견들과 정상적인 방법들에 대한 검토와 골다공증성 골절과 감별해야 할 질환에 대하여 열거하고 소견을 적절히 고찰하였다. 이러한 내용은 임상의학들에게 골다공증성 골절이 의심이 되는 경우에 검사해야 할 방법들을 알려주고 감별진단에 포함하는 질환에 대한 고려를 할 수 있도록 하는 논문이다.

[정리: 편집위원회]