대한방사선의학회지 2002;47:221 - 225

장골 병적 골절에서 자기공명영상의 유용성[1]

임효순 · 박진균 · 송재민 · 정태웅 · 윤 웅 · 강형근

목적: 장골(long bone)에 발생한 병적 골절에서 자기공명영상의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 단순촬영과 자기공명영상을 시행한 환자 중 수술과 조직검사를 시행하여 장골의 병적 골절로 확진된 18예를 대상으로 하였다. 연령은 4세에서 75세로 평균 25.8세이었다. 단순촬영에서 골절의 부위와 형태를 분석하였고, 병적 골절로 진단이 가능한지 알아보았다. 자기공명영상에서 기저 병변의 발견유무와 병변의 양상, 골외종괴 형성 유무, 연부조직 변화 등을 알아보았다.

결과: 병변 부위는 대퇴골 9예, 상완골 6예, 경골 3예였다. 기저질환은 골전이암 6예, 양성 골종양 5예, 원발성 악성 골종양 4예, 골수염 2예, 호산구성 육아종 1예였다. 단순촬영에서 전체 18예중 16예에서 골절이 관찰되었고, 2예에서 골절이 관찰되지 않았다. 골절부위는 골간단 10예, 골간 5예, 골간단골간이행부 1예였다. 골절의 형태는 횡상골절이 10예로 가장 많았으며, 사상골절 3예, 나선상골절 1예, 수직상골절 1예, 감입 골절이 1예였다. 단순촬영에서 골절을 보였던 16예 중 12예에서는 병적 골절로 진단이 가능한 병변이 관찰되었고 4예에서는 관찰되지 않았다.

자기공명영상으로 전체 18예 모두에서 병적 골절의 기저 질환을 발견할 수 있었다. 골전이암과 원발성 악성 골종양의 경우 고형 종괴의 형성이 있었으며 이중 5예에서는 골외 종괴 형성이 함께 있었다. 양성 골종양 5예의 경우, 순수한 낭성 종괴의 형태를 보인 경우가 2예, 조영증강되는 고형 성분을 지닌 낭성 종괴의 형태를 보인 경우가 2예, 약간 조영증강되는 고형 종괴의 형태를 보인 경우가 1예였다. 연부조직의 혈종을 형성한 경우는 전체 18예중 3예였으며 연부조직의 부종은 고도가 5예, 중등도가 7예, 경도가 6예였다.

결론: 장골의 병적 골절에서 자기공명영상은 기저 질환의 형태와 침범정도를 잘 평가할 수 있었으며 단순촬영에서 확신하지 못하는 병적 골절을 진단하는데 유용하였다.

병적 골절은 비정상적인 골에서 발생하는 골절로 정상인 골에서는 골절을 야기하지 않는 경미한 외력으로도 발생한다. 어떤 원인이든지 골조직, 특히 피질골이 약한 경우 모두 병적 골절이 일어날 수 있으며, 흔한 원인으로 종양과 골다공증이 있고, 감염, 대사성 질환, 방사선조사, 외과적 결손 등도 병적 골절을 일으킬 수가 있다 (1). 따라서 병적 골절의 치료는 원인질환에 따라 치료방향이 달라지며 예후와 합병증이 다르므로 정확한 진단이 먼저 이루어져야 한다.

단순촬영으로 단순 골절과 병적 골절을 감별하는 것이 항상 쉬운 것은 아니다. 특히 수일에서 수주가 지난 골절의 경우에 뼈의 흡수, 용해, 골절주위로의 회전 등에 의하여 마치 기저 질환이 있는 것처럼 보이기도 하고 (2), 작은 기저질환에 의한 병적 골절인 경우에는 골절로 인하여 병변 부위가 가려지기도 한다. 자기공명영상은 연부 조직 대조도가 우수하여 병변 및 주위 변화를 잘 알 수 있으며, 또한 다면 촬영이 가능하므로 보다 많은 정보를 얻을 수 있어 근골격계 질환에서 많이 이용되고 있다. 지금까지 척추의 병적 골절에서는 양성 골절과 전이성 골절의 감별에 자기공명영상의 유용성이 알려져 왔으나 (3, 4), 이에 비하여 장골(long bone)의 병적 골절에 대한 자기공명영상 소견은 드물게 보고되고 있다.

이에 본 연구는 장골에 발생한 병적 골절에서 자기공명영상 소견과 병적 골절을 진단하는데 자기공명영상의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

1994년 1월부터 2001년 6월까지 단순촬영과 자기공명영상을 시행한 환자 중 수술과 조직검사를 시행하여 장골의 병적

[1]전남대학교병원 진단방사선과
이 논문은 2002년 2월 25일 접수하여 2002년 5월 2일에 채택되었음.

골절로 확진된 18예를 대상으로 하였다. 연령은 4세에서 75세로 평균 25.8세이었으며 남자와 여자가 각각 9명이었다.

단순 X선 사진은 전후면과 측면촬영을 시행하여 골절의 부위와 형태를 분석하였고, 병적 골절로 진단이 가능한 병변이 있는지를 알아보았다. 자기공명영상은 1.5T 초전도 MR 기기 (GE Medical Systems, Milwaukee, WI, U.S.A.)를 이용하여 고식적 스핀에코기법으로 T1강조영상(TR/TE=400 600/10 20)을 얻었으며, 고속 스핀에코기법으로 T2강조영상 (TR/TE=3000 3500/90 110)을 얻었다. Echo train length 8, matrix 크기 256×192, 절편두께 3 - 5 mm, 절편간격 1 - 2 mm로 하여 횡단영상, 시상영상 및 관상영상을 얻었다. 18예 모두에서 Gd - DTPA(Magnevist®, Schering, Germany)를 0.2 ml/kg씩 정맥 주사한 후 조영증강 T1강조영상을 얻었다.

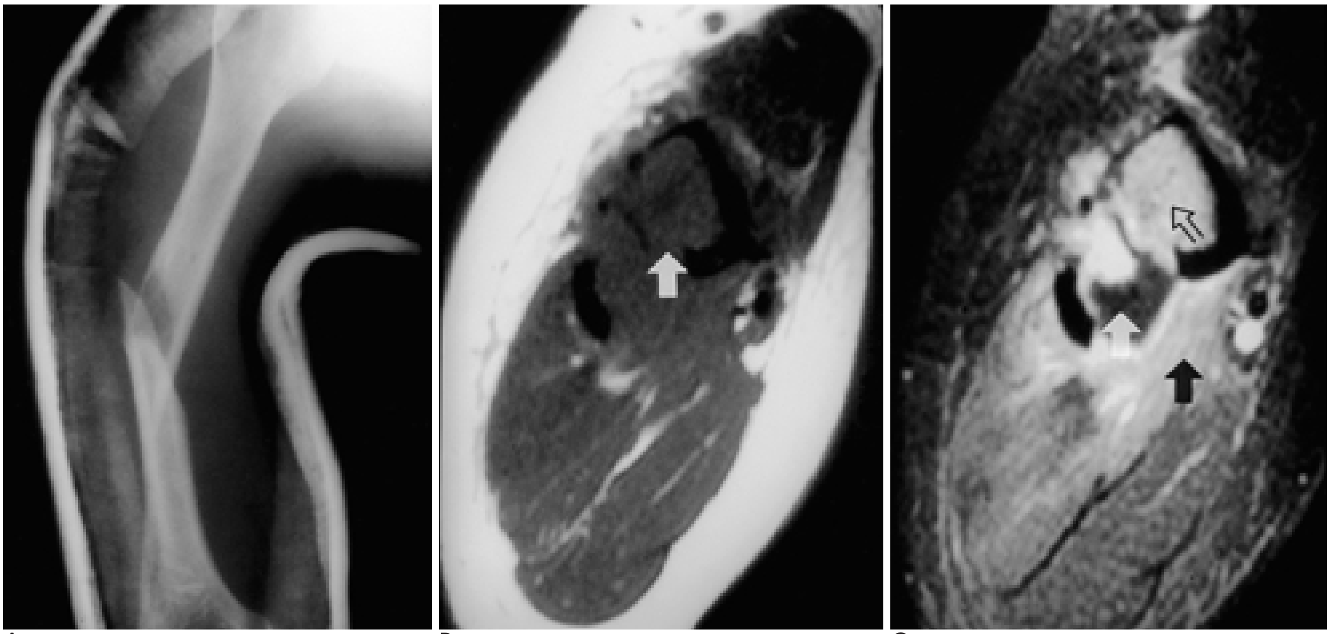
자기공명영상에서 기저 병변의 발견유무와 병변의 양상, 골외종괴 형성 유무, 연부조직의 혈종 및 연부조직 부종을 알아보았으며, 또한 골절의 발견유무를 알아보았다.

결 과

병변 부위는 대퇴골 9예, 상완골 6예, 경골 3예였다. 기저질환은 골전이암 6예, 양성 골종양 5예, 원발성 악성 골종양 4예, 골수염 2예, 호산구성 육아종 1예였다. 양성 골종양은 단순 골낭종 2예, 섬유성 이형성증 1예, 골섬유성 이형성증 1예와 동맥류성 골낭종 1예였고, 골전이암의 경우 원발성 종양은 간암이 2예, 유방암, 악성 흉선종, 갑상선암, 직장암이 각각 1예였다. 원발성 악성 골종양은 골육종 3예, 유잉 종양 1예였다.

단순촬영에서 전체 18예중 16예에서 골절이 관찰되었고, 2예에서 골절이 관찰되지 않았다. 골절부위는 대퇴골의 경우 골간단 6예, 골간 2예, 골간단골간이행부가 1예였으며 상완골의 경우 골간단 4예, 골간 2예였고, 경골의 경우 1예에서는 골간에 골절이 관찰되었으나, 2예에서는 골절이 관찰되지 않았다. 골절의 형태는 횡상골절이 10예로 가장 많았으며, 사상골절이 3예, 나선상골절이 1예, 수직상골절이 1예, 감입 골절이 1예였다. 단순촬영에서 골절을 보였던 16예 중 12예에서는 병적 골절로 진단이 가능한 병변이 관찰되었으나, 4예(골전이암 2예, 골수염 1예, 골섬유성 이형성증 1예)에서는 관찰되지 않았다.

자기공명영상으로 전체 18예 모두에서 병적 골절의 기저 질환을 발견할 수 있었다 (Fig. 1, 2). 골전이암과 원발성 악성 골종양의 경우 모두에서 T1강조영상에서 저, 혹은 등신호강도를 보였고 T2강조영상에서 다양한 정도의 고신호강도를 보였으며, 조영제 주입 후 영상에서 조영증강이 되는 고형 종괴의 형성이 있었다. 이중 5예에서는 골외 종괴 형성을 함께 보였다. 특히 골전이암의 경우 3예에서 골절부위와 떨어진 동일 골내에 작은 크기의 다른 전이성 병변을 관찰할 수 있었으며 1예에서 인접한 관절부위로의 침범을 확인할 수 있었다. 양성 골종양 5예의 경우 단순 골낭종 2예는 내부에 수면위를 갖는 낭성 종괴의 형태를 보였으며, 섬유성 이형성증과 동맥류성 골낭종은 낭성 성분과 고형 성분을 함께 보였고 (Fig. 3), 골섬유성 이형성증 1예는 고형 종괴의 형태를 보였다. 골수염의 경우 1예에서는 병적 골절 주위에 연부조직 혈종이 관찰되었으



A B C

Fig. 1. Pathologic fracture of the humeral diaphysis in a 51-year-old woman with metastatic breast cancer.
A. AP view of the right humerus shows oblique fracture of the diaphysis without destruction or sclerosis.
B. Axial T1-weighted image shows cortical disruption and replacement of normal bone marrow with low signal intensity mass(white arrow).
C. Gd-DTPA enhanced, fat-suppressed axial T1-weighted image shows enhanced bone marrow mass(open arrow), non-enhanced hematoma (white arrow), and surrounding soft tissue hyperemia (black arrow).

며 (Fig. 2), 다른 1예에서는 골간단의 골수염이 성장판을 지나 골단으로 파급되어 관찰되었다. 호산구성 육아종의 경우 T1강조영상에서 저신호강도를 보였고 T2강조영상에서 고신호강도를 보였으며, 조영제 주입 후 영상에서 주변부 조영증강을 보였다. 연부조직의 혈종은 골전이암 2예와 골수염 1예에서 관찰되었고 연부 조직의 부종은 전 예에서 관찰되었으며 고도가 5예, 중등도가 7예, 경도가 6예였다. 단순촬영에서 골절선이 보이지 않았던 2예중 1예는 단순촬영에서 골막반응만이 관찰되는 단순 골낭종으로 골절을 추측할 수 밖에 없었으나 자기공명영상에서는 골절선이 관찰되었다. 나머지 1예는 자기공명영상에서도 골절선은 보이지 않았으나 내부에 출혈에 의한 수면위를 보이고 주위 연부 조직에 부종이 있어 골절을 추측할 수 있었다.

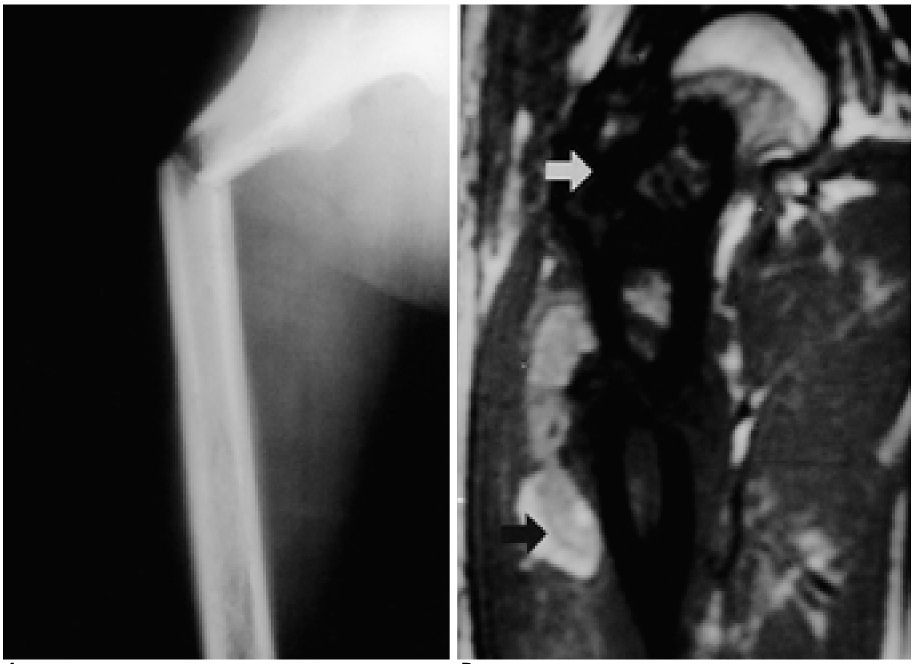

A B

Fig. 2. Pathologic fracture of the right proximal femur in a 19-year-old man with acute osteomyelitis.
A. AP view of the right femur shows transverse fracture at the proximal diaphysis with angular deformity. Permeative bone destruction and periosteal reaction are seen in the mid and distal diaphysis, but there is no destruction or periosteal reaction at the fracture area.
B. T1-weighted coronal image shows osteomyelitis of the fracture area with low signal intensity (white arrow). Soft tissue hematoma with high signal intensity (black arrow) is seen.

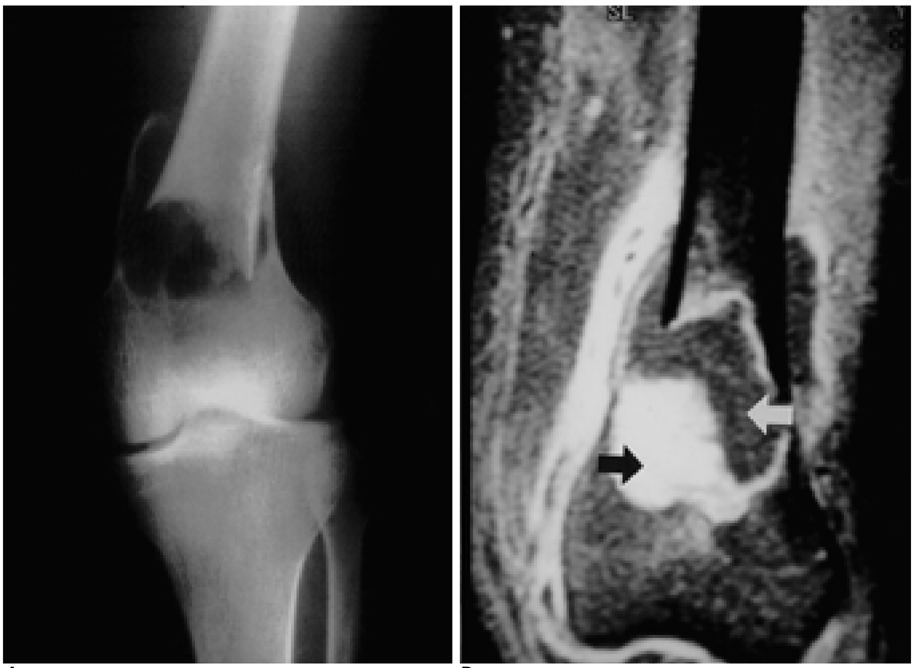

A B

Fig. 3. Pathologic fracture of the left distal femur in a 17-year-old woman with aneurysmal bone cyst.
A. AP view of the left knee shows telescopic fracture through an expansile osteolytic lesion in the distal metaphysis of the femur.
B. Gd-DTPA enhanced, fat-suppressed T1-weighted coronal image shows an expansile mass containing enhanced solid (black arrow) and non-enhanced cystic(white arrow) components. Surrounding hyperemic change is seen.

고 찰

병적 골절은 국소성 골변화나 전신성 골질환으로 약해진 비정상적인 골에 생기는 골절로 가장 많은 기저 질환은 종양과 골다공증이며 종양에서 가장 많은 것은 골전이암이다 (1). 장골 중에는 대퇴골과 상완골에 골전이가 많고 골전이를 보인 환자의 10 - 15%에서 병적 골절이 발생한다 (5). 병적 골절인 경우는 일반적인 골절에 비하여 치료에 대한 반응이 지연되거나 보이지 않을 수 있고, 합병증의 유발도 많으므로 먼저 병적 골절의 여부가 중요하다. 또한 병적 골절의 치료는 원인 질환과 병변의 범위에 따라 치료가 달라지므로 정확한 진단이 필요하다. 골파괴 부위에 골절이 생긴 경우나 골절 주위로 다른 병변 부위가 있는 경우에는 단순촬영으로 병적 골절을 진단하는 것이 어렵지 않다. 병적 골절의 방향은 대개 횡상인 경우가 많으며 골절단이 매끄러운 경우도 자주 있다. 본 연구에서는 횡상 골절이 10예로 전체 18예중에서 가장 많은 빈도를 보였으나 6예는 사상, 나선상, 수직상 및 감입 골절을 보였다. 장골의 골간이 아닌 곳에 횡상골절이 있고 골절편들을 맞추어 보아 전체 골모양이 이루어지지 않을 때 병적 골절을 의심해야 한다. 또한 성인에서 외상이 없이 발생한 대퇴골 소전자부의 견연골절은 전이성 병변에 의한 이차적인 것을 먼저 생각하고 외상에 의한 견연골절과는 달리 수술을 통한 예방적 내고정이 필요하다는 보고가 있다 (6, 7).

그러나, 병적 골절과 골절을 단순촬영으로 감별하는 것이 항상 쉬운 것은 아니다. 병적 골절의 발견뿐만 아니라 병변이 있을 때 병적 골절의 발생을 예상할 수 있는 것도 임상적으로 중요한 문제이다. 병적 골절의 발생에 있어서 병변의 크기도 중요하지만 가장 중요한 것은 골피질의 파괴 정도로 (8), 일반적인 단순촬영은 골피질의 파괴를 예측하는데 부적절하다고 알려져 왔다 (9). 그러므로, 단순촬영에서 병적 골절이 의심되는 경우는 물론이고 임상적인 소견으로 병적 골절이 의심되나 단순촬영상 골절외에 특이한 소견이 없을 때에는 추가 검사를 시행하여 기저 질환의 유무와 병변의 범위를 알아보아야 한다.

동위원소 골스캔은 단순촬영으로 불확실한 골절, 골절 없이 골막 손상만 있는 경우와 골좌상을 발견하는 데 매우 예민한 검사법이다. 골종양에 있어서도 단순촬영에서 분명하지 않는 병변의 발견과 단일 병변과 다발성 병변의 구분에 가치가 있다. 그러나, 양성과 악성종양의 골스캔 소견이 상당히 중복되므로 감별진단에는 유용한 방법이 아니며, 원발성 병변의 평가에는 전반적으로 사용하지 않는다. 또한 단순골절과 병적 골절의 감별에 있어서도 골절 자체에 의해 작은 기저 병변은 발견하지 못할 수 있고 비특이적이기 때문에 골스캔 소견만으로는 감별이 어렵다. 전산화단층촬영에서는 골피질의 변화 및 골막 반응과 연부조직의 석회화 등이 잘 관찰되므로 단순촬영에서 보이지 않거나 놓친 병변을 찾는데 도움이 된다. 그러나, 초기의 골수의 병변이나 전위가 없는 골절의 경우는 정상으로 보일 수 있다. 또한 연부조직간 대조도가 자기공명영상에 비하여 상대적으로 낮다. 자기공명영상은 인접 연부조직과 대조도가 높고 다중 평면 영상이 가능하므로 보다 많은 정보를 얻을 수 있어 수술 전 종양의 병기 결정에 가장 민감한 방법으로 알려져 있으며 (10, 11), 골절의 진단에 있어서도 손상의 정도 및 범위를 평가할 수 있고 연골 손상 및 골단판 손상의 감별에 유용하므로 골절 자체의 평가에도 많이 이용된다 (12).

본 연구에서 단순촬영에서 골절이 있었던 16예 중에서 12예는 단순촬영에서 병적 골절로 의심되는 병변이 관찰되었으나 4예에서는 골절외에 병변을 알기 어려웠던 경우로 자기공명영상을 시행하여 원인 병변을 발견할 수 있었다. 병변의 침범정도에 있어서도 악성 골전이의 경우 작은 크기의 위성 병변과 관절의 침범을 확인할 수 있었으며 모든 악성 골종양 중 5예에서는 골외종괴 형성이 관찰되어 단순촬영에 비해 월등하게 침범 범위를 잘 알 수 있었다. 골수염의 경우 단순촬영에서 보였던 병소와 떨어진 곳에 존재한 골절부위에 골수염이 파급되어 병적 골절이 발생하였음을 확인할 수 있었다. 단순촬영에서 골절선이 보이지 않았던 2예중 1예는 자기공명영상에서도 골절선은 관찰되지 않았으나 내부에 출혈에 의한 수면위를 보이고 주위 연부조직에 부종이 있어 골절을 추측했던 단순 골낭종의 경우로 팽창성 골병변으로 인해 골피질이 얇아져서 골절선을 찾지 못한 경우이었다.

장골의 병적 골절에서 자기공명영상은 단순촬영에 비하여 골절을 야기하는 기저 질환의 발견은 물론 기저 질환의 형태와 침범 범위, 주위 연부 조직 변화를 잘 평가할 수 있었고 단순촬영에서 보이지 않았던 골절의 확인도 가능하였다. 그러므로, 단순 촬영에서 병적 골절이 의심되는 경우는 물론이고 임상적인 소견으로 병적 골절이 의심되나 단순촬영에서 골절 외에 특이한 소견이 없을 때는 자기공명영상을 시행하여 기저 질환의 유무와 병변의 범위를 알아보는 것이 치료방향을 설정하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Walker LG, Meals RA. Pathologic fracture of the proximal ulna through a bone graft donor site. *J Hand Surg[A]* 1990;15:781-784
2. Schwappach JR, Murphey MD, Kokmeyer SF, Rosenthal HG, Simmons MS, Huntrakoon M. Subcapital fractures of the femoral neck: prevalence and cause of radiographic appearance simulating pathologic fracture. *AJR Am J Roentgenol* 1994;162:651-654
3. Yuh WTC, Zachar CK, Barloon TJ, Sato Y, Sickels WJ, Hawes DR. Vertebral compression fracture: distinction between benign and malignant causes with MR imaging. *Radiology* 1989;172:215-218
4. Baur A, Stabler A, Bruning R, et al. Diffusion-weighted MR imaging of bone marrow: differentiation of benign versus pathologic compression fractures. *Radiology* 1998;207:349-356
5. Sherry HS, Levy RN, Siffert RS. Metastatic disease of bone in orthopedic surgery. *Clin Orthop* 1982;169:44-52
6. Bertin KC, Horstman J, Coleman SS. Isolated fracture of the lesser trochanter in adults: an initial manifestation of metastatic malignant disease. *J Bone Joint Surg [A]* 1984;66:770-773
7. Phillips CD, Pope TL Jr, Jones JE, et al. Nontraumatic avulsion of the lesser trochanter: a pathognomonic sign of metastatic disease? *Skeletal Radiol* 1988;17:106-110
8. Mirels H. Metastatic disease in long bones. A proposed scoring system for diagnosing impending pathologic fractures. *Clin Orthop*

1989;249:256-264
9. Keene JS, Sellinger DS, McBeath AA, et al. Metastatic breast cancer in the femur. A search for the lesion at risk of fracture. *Clin Orthop* 1986;203:282-288
10. Zimmer WD, Berquist TH, McLeod RA, et al. Bone tumor: magnetic resonance imaging versus computed tomography. *Radiology* 1985;155:709-718
11. Aisen AM, Martel W, Braunstein EM, McMilllin KI, Phillips WA, Kling TF. MRI and CT evaluation of primary bone and soft-tissue tumors. *AJR Am J Roentgenol* 1986;146:749-756
12. Bassett LW, Grover JS, Seeger LL. Magnetic resonance imaging of knee trauma. *Skeletal Radiol* 1990;19:401-405

J Korean Radiol Soc 2002;47:221 - 225

Usefulness of MR Imaging in Pathologic Fracture of Long Bone[1]

Hyo-Soon Lim, M.D., Jin-Gyoon Park, M.D., Jae-Min Song, M.D., Tae-Woong Chung, M.D., Woong Yoon, M.D., Heoung-Keun Kang, M.D.

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Chonnam University Hospital*

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the usefulness of MR imaging of pathologic fractures of the long bones.

Materials and Methods: In 18 patients aged between four and 75 (mean, 25.8) years with histologically confirmed pathologic fractures of the long bones, plain radiographs and MR images were retrospectively analyzed. The former were examined with regard to location and type of fracture, and the presence or absence of underlying disease causing fracture; and the latter in terms of underlying disease, extraosseous mass formation, and soft tissue change.

Results: The long bones involved were the femur in nine patients, the humerus in six, and the tibia in three. Underlying diseases were metastatic tumor ($n=6$), benign bone tumor ($n=5$), primary malignant bone tumor ($n=4$), osteomyelitis ($n=2$), and eosinophilic granuloma ($n=1$).

Plain radiographs showed the fracture site as the metaphysis in ten cases, the diaphysis in five, and the metadiaphysis in one. Fractures were either transverse ($n=10$), oblique ($n=3$), spiral ($n=1$), vertical ($n=1$), or telescopic ($n=1$). In two cases, the fracture line was not visible.

MR images revealed underlying diseases in all cases. A solid mass was present in all cases of malignant bone tumor, and an extraosseous mass in five such cases. Two benign bone tumors took the form of a cystic mass, two were a cystic mass containing an enhanced solid portion, and one was a solid mass. A soft tissue hematoma was seen in three cases.

Conclusion: Where pathologic fracture of a long bone had occurred, or a pathologic fracture in which the findings of plain radiography were equivocal, MR imaging was useful for evaluating the pattern and extent of an underlying lesion.

Index words : Fractures, MR
Fractures, pathologic

Address reprint requests to : Hyo-Soon Lim, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Chonnam University Hospital,
8, Hak-dong, Dong-gu, Kwangju 501-757, Korea.
Tel. 82-62-220-5751-3 Fax. 82-62-226-4380