

## 정형외과영역의 종양치료에서 MRI의 응용가치

서울대학교 의과대학 정형외과학교실 서울대학교 의과대학 방사선학과교실\*

이한구 · 이상훈 · 강홍식\* · 심종섭 · 이종서 · 한진수

=Abstract=

### The Evaluation of Magnetic Resonance Imaging Application in Treatment of Tumors in Orthopedics

Han Koo Lee, M.D., Sang Hoon Lee, M.D., Heung Sik Kang\*, M.D.,  
Jong Sup Shim, M.D., Jong Suh Lee, M.D. and Jin Soo Han, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Seoul National University*

*\*Department of Radiology, College of Medicine, Seoul National University*

It is essential to define the accurate location and extent of tumors for the treatment planning and evaluation of the prognosis of the musculoskeletal tumors.

Since Magnetic Resonance Imaging(MRI) provides excellent tissue contrast and multiplanar image. MRI could be applied to the diagnosis and the treatment planning of musculoskeletal tumors.

Thirty-one patients with bone and soft tissue tumors underwent MRI at Department of Orthopedic Surgery, Seoul National University Hospital, since Jun. 1986, and the applicability of MRI in treatment planning of bone and soft tissue tumors was evaluated.

Multiplanar image and excellent tissue contrast between soft tissue made it possible to define the location and the extent of tumor accurately. T1 weighted image was advantageous in intramedullary tumor extent, while T2 weighted image was helpful in soft tissue invasion. It was possible to guess histologic diagnosis of tumor in such cases as hemangioma, aneurysmal bone cyst, lipoma, and desmoid tumor.

Above advantages guided the treatment planning and determination of biopsy site. Especially in two cases of osteosarcoma, which were highly malignant, limb salvage operation was performed instead of amputation.

**Key Words :** Magnetic Resonance Imaging, Musculoskeletal tumor.

## 서 론

1973년 Lauterbur에 의해 처음으로 개발된 자기공명영상 (magnetic resonance imaging ; 이하 MRI라 함)은 1980년 뇌에서 처음으로 임

\*본 논문의 요지는 1987년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

\*본 논문은 1987년도 서울대학교병원 특진 연구비의 보조로 이루어진 것임.

상적 이용을 하였으며 이후 주로 뇌에서 많이 이용되어 왔으나, 최근에는 정형외과영역에서도 점차 그 가치가 인정되어 주목을 받고 있다. MRI는 CT보다 더 우수한 조직간의 대조도를 얻을 수 있으며, 시상, 관상 및 축상 등의 다평면영상 (multiplanar image)을 직접 얻을 수 있어 종양의 위치, 크기 및 유무를 정확히 알 수 있으므로 최근 정형외과 영역에서 많이 시행되고 있으며 근골격계 종양의 진단 및 병기결정(staging)에 그 이용 가능성이 매우 클 것으로 기대되고

있다.

근골격계 종양의 진단 및 치료계획의 결정을 위하여는 종양의 위치와 침범부위를 정확히 알아야 하는 것은 주지의 사실이며, 종래에는 이를 위하여 단순 방사선촬영, 단층촬영(tomography) 및 골주사(bone scan)를 이용하였으나 종양의 위치와 침범부위를 알기 어려웠다. 이후 혈관조영술(angiography), 전산화단층촬영(computerized tomography; 이하 CT라 함)과 초음파촬영술(ultrasonography) 등이 개발되어 종양의 위치 및 침범부위를 보다 잘 알 수 있게 되었으나 근골격계 종양의 진단 및 치료계획의 결정에는 역시 어려움이 있었다. 그러나 최근 MRI가 개발되어 우수한 조직간의 대조도와 다평면영상을 얻을 수 있게 되어 근골격계 종양의 위치와 종양의 골내 및 골의 연부조직의 침범부위를 정확히 알 수 있게 되었으며, 이로써 종양의 진단 및 병기 결정에 도움을 얻을 수 있고 생검부위 및 치료계획의 결정을 용이하게 할 수 있게 되었다.

근골격계의 악성 종양의 치료는 일반적으로 절단술이 많이 시행되고 있으나, 최근의 보고에 의하면 종양이 작고 국한되어 있는 경우에는 절단술을 시행하지 않고 광범위한 절제술을 시행하여 기능을 보전할 수 있으며, 이 경우 생존율에는 차이가 없다고 하였다. 이러한 결과를 얻기 위해서는 종양의 위치, 크기 및 침범부위를 정확히 알아야 하는 것은 필수적이며 MRI를 이용하여 이러한 조건을 만족시킬 수 있다는 보고들이 있다. 그러나 MRI는 아직 그 가치가 확립되어 있지 않고 개발의 여지가 많은 초보 단계이므로, 저자들은 근골격계 종양에서의 MRI의 가치를 평가해 보고자 하였다.

## 연구 목적

근골격계 종양의 정확한 진단 및 병기결정을 통한 치료계획은 일차적으로는 생명의 연장에 그 목적이 있으며 궁극적으로는 기능의 보존이라 할 수 있다. 종래에는 종양의 진단 및 병기결정을 위하여 단순방사선촬영, 단층촬영 및 골주사에 의존하였으나 종양의 위치와 침범부위를 정확히 알기 어려워 치료계획의 결정에 많은 어려움이 있었으며, 이후 혈관조영술, CT 및 초음파촬영술 등이 개발되어 종양의 진단 및 병기결정을 잘 알 수 있게 되었으나 치료계획의 결

정에는 어려움이 있었다. 그러나 최근 MRI가 개발되어 임상적으로 이용된 후 이러한 어려움이 많이 해결될 수 있게 되었으며 점차 그 가치가 인정되어 주목을 받고 있으며 이용이 증가되는 추세이다.

MRI는 조직간의 대조도가 우수하고 다평면영상을 얻기 용이하여 종양의 위치 및 침범부위를 정확히 알 수 있어 근골격계 종양의 진단 및 병기 결정을 정확히 할 수 있게 되었으므로 치료계획의 결정에 많은 도움을 받을 수 있을 것으로 판단되어 근골격계 종양의 치료계획의 결정에서 MRI의 가치를 평가하고자 본 연구를 시행하였다.

## 연구대상 및 방법

저자는 1986년 6월 이후 서울대학병원 정형외과에서 근골격계 종양으로 진단받은 31례에서 MRI를 시행하였으며, 종양의 위치 및 침범부위의 진단과 치료결정에 많은 도움을 받아 그 이용도가 매우 큰 것으로 판단되었으므로 근골격계 종양의 치료계획 결정에서 MRI의 가치를 평가하고자 하였다.

연령분포는 12세부터 60세 사이였으며, 남자는 16명 여자는 15명이었다. 종양의 분포는 다음과 같았다(Table 1). 골종양은 모두 17례이었으며, 골육종 9례, 골전이암(metastatic bone tumor) 3례와 거대세포종(giant cell tumor), 동맥류성 골낭종(aneurysmal bone cyst), 호산성육아종(eosinophilic granuloma), 연골점액성 섬유종(chondromyxoid fibroma) 각 1례이었다. 연부조직 종양은 모두 14례이었으며, 혈관종 4례와 유선양 섬유종(desmoid tumor), 색소성 용모결절활액낭염(pigmented villonodular synovitis) 각 2례와 지방종 및 농양 1례이었다. 부위별로는 하지 27례와 상지 및 척추 각 2례이었다.

사용한 기기는 한국과학기술원(KAIST)의 2.0 Tesla superconducting system(20례)과 산화병원의 0.15 Tesla resistive system(11례)을 사용하였으며 T1강조영상(short TR; Repetition Time / short TE; Echo Time)과 T2강조영상(long TR / long TE)을 얻고 시상, 관상 및 축상영상은 부위 및 필요에 따라 선택하였다.

MRI의 소견은 CT를 같이 시행한 경우에는 CT의 소견과 피질골 파괴, 골수강내 종양의 범

**Table 1.** Distribution of tumor

Bone tumor	No. of cases	Soft tissue tumor	No. of cases
Osteosarcoma	9	Hemangioma	4
Giant cell tumor	1	Desmoid tumor	2
Aneurysmal bone cyst	1	Baker's cyst	2
Eosinophilic granuloma	1	Soft tissue chondrosarcoma	2
Chondromyxoid fibroma	1	Pigmented villonodular synovitis	2
Non-ossifying fibroma	1	Lipoma	1
Metastatic bone tumor	3	Abscess	1
Total	17		14

**Fig. 1.** Osteosarcoma of right distal femur. MRI shows relatively localized tumor with low signal intensity in T1 weighted sagittal image (B) and increased signal intensity in T2 weighted sagittal image (C) Resection arthrodesis was done in this case (D).

위, 연부조직내 종양의 범위 및 크기와 조직간의 대조도를 비교하고자 하였고, 수술을 시행한 경우에는 수술소견 및 병리소견과 비교하여 치료계획의 결정에서 MRI의 가치를 평가하고자 하였다.

## 결 과

### 1. 골종양

#### 증 례 1

17세된 남자 환자로 3개월간 우측 슬관절부의 동통 및 종양을 주소로 본원에 내원하였으며 단

순방사선 사진상 원위대퇴골 내측에 석회화가 많은 종양이 발견되었고 골육종으로 판단되었다. MRI소견상 T1강조영상에는 검고, T2강조영상에는 신호강도가 약간 증가한 소견을 보였으며 종양의 침범부위가 비교적 작고 국한되어 있는 것을 알 수 있어 절단술을 피하고 종양의 광범위 절제술(wide resection)후 절제관절 유합술(resection arthrodesis)을 시행하여 기능의 보존을 꾀할 수 있었다. 또한 종양의 침범부위를 정확히 알 수 있었으므로 수술시 종양을 노출시키지 않는 수술적 도달법(surgical approach)을 결정할 수 있어 치료계획의 결정에 많은 도

**Fig. 2.** Aneurysmal bone cyst of right proximal humerus. Plain radiograph shows ballooning of proximal humerus (A) and CT shows multiseptated cystic lesion with intact cortex (B) With MRI, this tumor shows high signal intensity in both T1 weighted coronal (C) and T2 weighted axial (D) image. Histologic diagnosis of aneurysmal bone cyst was possible in this case because of fluid level in T2 weighted axial image. Resection and living fibular graft (E) was performed in the case.

음을 얻을 수 있었다(Fig. 1)

## 증 례 2

20세 여자 환자로 1년된 우측 건관절 부위 종창 및 동통을 주소로 본원 정형외과에 입원하였으며 단순방사선사진상 피질골이 얇아지고 팽창(ballooning)된 소견이 보였으며 CT에서는 다방성의 낭종(multiseptated cyst)으로 피질골은 온전함을 알 수 있었으나 종양의 성질은 잘 알 수 없었다. MRI로는 T1과 T2강조영상에서 모두 희게 보였으며, 특히 축상영상에서 유면(fluid level)이 보여 종양이 동맥류성 골낭종임을 추정할 수 있었다. 특히 CT에서 잘보이지 않았던 종양의 실질부(solid portion)를 MRI로 확인할 수 있어 생검부위를 정확히 선정할 수 있었으며 병

리소견상 동맥류성 골낭종으로 확인되었다. 종양의 정확한 위치 및 침범부위를 알 수 있었으며 종양의 절제후 비골의 생골이식술을 시행하였다(Fig. 2).

동맥류성 골낭종 1례를 제외한 모든 골종양은 T1에서 검게 보이고 T2에서는 희게 보였으며, 피질골의 파괴는 종양이 고신호강도를 보이는 T2강조영상에서 명확히 볼 수 있었다. 골육종 9례중 5례와 거대세포종, 동맥류성 골낭종 각 1례에서 MRI와 CT를 같이 시행하였다. 피질골 파괴 소견은 7례중 6례에서 관찰되었으며, 2례는 CT와 비슷하였으나 4례에서는 MRI에서 더 명확한 영상을 보여 주었고, T2 강조축상영상(T2 weighted axial image)에서 명확히 볼 수 있었

**Fig. 3.** Osteosarcoma of proximal tibia. (A) Anteroposterior and lateral radiograph of knee. (B) Bone scan shows increased uptake at proximal tibia and knee with poor demarcation. (C) T1 weighted sagittal image shows the tumor clearly in contrast to normal marrow and cancellous bone. The articular surface of knee joint dose not seem to be involved. (D) The tumor extent was coincident with MRI finding.

다. 피질골 파괴소견이 보이지 않았던 동맥류성 골낭종 1례에서는 CT에서도 보이지 않았으며 수술시 피질골의 파괴가 없음이 확인되었다.

종양의 골수강내 범위는 정상 골수와 뚜렷한 대조를 보이는 T1강조영상에서 잘 볼 수 있었으며, 시상 영상에서 잘 알 수 있었다. 골주사에서 보이는 종양의 침범부위와 비교한 2례에서는 모두 골주사 보다 명확한 범위를 보여주었으며 술 후 병리소견상 MRI소견과 일치하였다(Fig. 3). 또한 이 예에서는 골주사 소견상 슬관절 부위의 흡수가 증가된 양상이 보여 관절의 침범이 의심되었으나, MRI에서는 관절의 침범이 보이지 않았으며 수술 및 병리소견상 관절의 침범은 없는 것으로 확인되었다. 이로써 종양의 침범부위를 알기 위하여는 MRI가 골주사보다 나을 것으로 생각할 수 있었으며 절단부위의 결정에 MRI로 많은 도움을 받을 수 있음을 알 수 있었다.

종양의 연부조직 침범은 연부조직이 회색으로 보이고 종양이 고신호강도를 나타내는 T2강조영상에서 뚜렷하게 구별되었으며 특히 축상영상에서 잘 볼 수 있었다. 병적골절이 있어 금속 내고정을 시행한 1례에서는 단순방사선촬영만으로는 연부조직의 침범을 잘 알 수 없었고, CT에서는 금속으로 인한 beam hardening artifact로 인해 전혀 영상을 얻을 수 없었으나, MRI에서는

금속으로 인한 artifact가 적어 명확한 영상을 얻을 수 있어 진단 및 절단부위를 결정할 수 있었으며, 수술 및 병리소견과 일치하였다(Fig. 4). 이로써 체내에 금속등이 있는 경우에도 MRI를 이용하여 근골격계 종양의 치료계획의 결정에 많은 도움을 받을 수 있음을 알 수 있었다.

종양의 3차원적인 침범부위는 다평면영상이 가능하고 대조도가 뚜렷한 MRI에서 확실히 알 수 있었으며, 골육종 7례중 침범부위가 적고 국한되어 있으며 경계가 뚜렷한 것으로 확인된 2례에서는 절단술을 시행하지 않고 광범위 절제술(wide resection)후 절제관절유합술(resection arthrodesis)을 시행하였다.

골전이암(metastatic bone tumor) 3례중 1례에서 골주사(bone scan)상 우측 경골의 흡수가 증가한 소견이 관찰되어 전이가 의심되었으나 단순 방사선촬영 및 CT소견상 이상 소견이 발견되지 않았다. MRI로는 T1강조관상영상(T1 weighted coronal image)에서 골수가 침범된 것을 명확히 알 수 있었으며 종양의 골전이를 확인할 수 있었으며 이 환자는 화학요법을 시행하였다(Fig. 5).

거대세포종으로 수술을 시행한 후 재발된 예에서, CT로는 피질골 파괴는 알 수 있었으나 수술 후 상태이므로 재발여부는 잘 알 수 없었으나,

**Fig. 4.** Osteosarcoma with internal fixation. Plain radiograph cannot show tumor clearly (A) and CT cannot visualize this tumor due to beam hardening artifact by metal. With MRI huge soft tissue mass is visible in T1 weighted sagittal image (B) which is coincident with tumor (C).

**Fig. 5.** Metastatic bone tumor of tibia. In patient of breast cancer. Bone scan detect hot uptake at right tibia (A) With CT and plain radiograph, this lesion cannot be visualized (B) With MRI bone marrow involvement was clearly visible in T1 weighted coronal image (C).

MRI를 시행하여 T1강조영상에서는 저신호를 보이고 T2강조영상에서는 고신호를 보여 종양이 재발한 것을 알 수 있었으므로 종양의 재발을 알기 위하여는 MRI가 우수함을 알 수 있었다 (Fig. 6). 이 환자는 MRI를 이용하여 치료를 결정한 좋은 예로서 종양의 재발로 인해 재수술이 필요할 것으로 사료되었으므로 소파술 및 골이

식술을 시행하였다.

## 2. 연부조직 종양

### 증 례 3

35세된 여자 환자로 1.5년된 우측 근위대퇴골 내측의 종괴를 주소로 입원하였으며 단순방사선 촬영 및 CT소견상 석회화가 많은 연부조직의 종

**Fig. 6.** Recurred giant cell tumor of proximal tibia. (A) Initial radiograph before first operation. Plain radiograph (B) and CT (C) at post-operative 1.5 year show osteolytic lesion, but recurrence cannot be confirmed. MRI shows mixed high signal intensity in T2 weighted axial image, which means recurrence and cortex invasion. T1 (D) and T2 (E) weighted sagittal images show intramedullary extent.

양이 있는것을 알 수 있었으며 연부조직 연골육종으로 생각되었다. MRI에서는 T1강조영상에서는 검고 T2강조영상에서는 회게 보이며 석회화로 생각되는 검은 점들이 종양속에 보였으며 주위 연부조직과 뚜렷한 대조를 보여주었다. 특히 시상 및 관상 영상에서 대퇴혈관을 압박하는 소견을 보여주어 유착이 있을 것임을 알 수 있었고 수술시 대퇴혈관을 주의하여야 할 것임을 알 수 있었다. 수술시 종양과 대퇴초(femoral sheath)의 유착이 있는 것이 확인되었으며 혈관에 손상을 주지 않도록 주의하였으므로 혈관을 보존할 수 있었다(Fig. 7).

#### 증례 4

42세된 여자 환자로 2년된 우측 원위전박부위

의 종양을 주소로 입원하였다. 단순방사선 사진으로는 종양이 보이지 않았으며 CT로는 대조도가 뚜렷하지 않아 종양의 범위를 확실히 알 수 없었다. MRI로는 T1 및 T2강조영상에서 검게 보이고 주위 연부조직과 경계가 뚜렷하여 원위전박부의 골간막 전방에 있는 종양의 위치 및 범위를 확실히 알 수 있었으며, 섬유종으로 진단의 추정도 가능하였다. 또한 종양의 절제가 용이할 것으로 생각되었고 치료계획 및 수술적 도달법의 선정에 많은 도움을 받았으며 종양의 절제가 용이하였다(Fig. 8).

슬관절 부위에 생긴 혈관종 4례에서는 T1과 T2강조시상영상에서 고신호강도를 보이는 병소가 관찰되었으며 저신호를 보이며 혈관으로 생



**Fig. 7.** Soft tissue chondrosarcoma. Plain radiograph (A) and CT (B) show calcific lesion. MRI shows low signal intensity in T1-weighted coronal image (C) and high signal intensity mixed with multiple spots of calcification as low signal in T2-weighted coronal (D) and sagittal (E) image. T2-weighted coronal image also shows compression on the femoral vessels.

각되는 검은 점이 많이 있어 조직학적 진단의 추정도 가능하였다. 종양의 범위는 MRI로 정확히 알 수 있었고, 근육층 사이에도 침범한 소견이 보여 종양의 완전절제가 어려울 것임을 알 수 있었으며 절제가 가능하리라고 생각되는 부분만 절제하였다(Fig. 9).

연부조직 연골육종은 T1강조영상에서는 검게 보이고 T2강조영상에서는 신호강도가 증가하였으나 내부의 석회화는 모두 검게 보였으며, 이 석회화는 CT와 단순 방사선촬영에서 더 잘 볼 수 있었다. 이중 1례에서는 CT에서는 잘 보이지 않았던 혈관과의 관계를 잘 보여 주었으며 대퇴혈관과 인접하여 있으며 압박하는 소견을 보여주어 수술계획의 결정에 많은 도움을 받을 수 있었다.

섬유종 (desmoid fibroma) 2례에서는 CT와 MRI를 같이 시행하였으며 CT로는 종양을 확실히 알 수 없었으나 MRI에서는 T1과 T2강조영상에서 모두 검게 보이고 주위 조직과 대조가 뚜렷하고 경계가 명확하였다. 이 예에서는 조직학적 진단도 내릴 수 있었으며 종양의 위치 및 범위를 수술전에 정확히 알 수 있어 수술적 도달법의 선정이 용이하였다.

Baker낭종은 T1강조영상에서 검게 보이며 T2강조영상에서는 증가된 신호강도를 보였고, 경계가 뚜렷하여 종양의 정확한 위치를 알 수 있었으며 수술적 도달법의 선정이 용이하였다 (Fig. 10). 슬관절 부위의 종괴를 주소로 MRI를 시행한 1례에서는 T1과 T2강조영상에서 모두 고신호강도를 보이는 커다란 종양이 관찰되었다. 종

Fig. 8. Desmoid tumor. CT (A) shows poorly demarcated mass in axial image. T1 (B) and T2 (C) weighted images of MRI show round well defined mass as low signal intensity with better contrast.

양의 경계가 뚜렷하고 완전절제가 가능할 것으로 사료되었으며 수술 및 병리소견상 색소성 용모결절활액막염으로 진단되었다(Fig. 11). 요배부에 생긴 지방종에서는 T1과 T2강조영상에서 모두 고신호강도를 보이며 경계가 뚜렷한 피하종양을 볼 수 있어 정확한 위치를 알 수 있었으며 조직학적 진단의 추정도 가능하였다.

고관절 부위의 종괴로 MRI를 시행한 예에서는 단순방사선사진으로는 잘 나타나지 않았던 병소가 T1 및 T2강조영상에서 모두 희게 보이고 주위 조직과 뚜렷한 대조를 보이는 서로 연결되어 있는 커다란 종양임을 알 수 있었으며 종양의 위치 및 범위를 정확히 알 수 있었다. 이 종양은 수술시 농양(abscess)으로 확인되었다(Fig.12).

**Fig. 9.** Cavernous hemangioma of left knee. MRI shows multiple spots of low signal intensity in T1 (A) and T2 (B) weighted image. In this case, histologic diagnosis as hemangioma was possible which was proven surgically and by digital subtraction angiography(DSA) (C).

**Fig. 10.** Baker's cyst of left knee. This cystic lesion shows low signal intensity in T1 weighted image (A) and high signal intensity in T2 weighted image (B).

**Fig. 11.** Pigmented villonodular synovitis of left knee. MRI shows well defined mass as high signal intensity in both T1 (A) and T2 (B) weighted image.

**Fig. 12.** Abscess. Plain radiograph (A) shows poorly defined soft tissue mass. T1 weighted sagittal (B) and T2 weighted axial (C) images show interconnecting tumor as high signal intensity with sharp demarcation by rim of low signal intensity.

## 고 찰

근골격계의 원발성 악성종양의 치료는 최근까지 주로 절단술을 시행하였으나, 정형외과학, 생체공학(bio-engineering), 항암요법 및 방사선학의 발달로 인해 악성 종양에서도 절단술을 시행하지 않고 사지구제수술(limb salvage opera-

tion)을 시행 할 수 있는 방법이 개발되었으며 근골격계의 원발성 악성종양의 경우에도 종양이 국소에 국한되어 있는 경우에는 절단술을 시행하지 않고도 사지구제수술을 시행할 수 있게 되었다. 이 경우 환자의 생존율에는 차이가 없었다 하며 기능의 보존이 가능하여 절단술을 시행할 경우보다 우수한 결과를 얻을 수 있다고 하며<sup>3,16)</sup>,

이러한 결과를 얻기 위해서는 종양의 위치 및 범위를 정확히 알아야 한다는 것은 주지의 사실이다.

MRI가 개발되기 이전에는 주로 단순 방사선 촬영 및 CT와 골주사 등에 의존하여 종양의 위치 및 범위를 알고자 하였으나 어려움이 많았다. 그러나 MRI가 개발되어 정형외과 영역에서 이용되고부터 종양의 위치 및 범위를 정확히 알 수 있게 되었으며 이러한 문제점들을 해결할 수 있게 되었다.<sup>1,7,9,12,13</sup> MRI는 조직간의 대조도가 CT보다 우수하며 시상, 관상 및 축상의 다평면 영상을 용이하게 얻을 수 있고 방사선을 이용하지 않아 비침습적이라는 등의 장점이 있으며 체간부와의 달리 사지의 근골격은 호흡등에 다른 움직임이 없으므로 더 명확한 영상을 얻을 수 있다고 하였다.<sup>2,5,6,8,10,11,15,18</sup>

Zimmer 등<sup>18</sup>은 골종양에서 0.15 Tesla resistive type을 이용하여 CT와 MRI의 정확도를 비교하고자 하였으며, 골내 종양을 보는데는 98%에서 MRI가 CT와 비슷하거나 우수하다고 하였으며 연부조직의 침범을 보기 위하여는 100%에서 CT와 비슷하거나 우수하다고 하였다. 또한 MRI는 다평면영상을 직접 얻을 수 있고, 신경 혈관계를 포함한 정상 조직과의 관계를 잘 알 수 있으며, 사지골격 및 연부조직을 보기에 좋고 수술후 재발 여부를 잘 알 수 있다고 하였으며 CT는 석회화 또는 병적골절을 잘 알 수 있다고 하였다.

### 1) 골종양

대부분의 골종양은 T1강조영상에서는 검게 보이고 T2강조영상에서는 희게 보인다. T1강조영상에서는 종양이 검게 보이므로 종양의 골내 침범부위를 알기에는 좋으나, 주위 연부조직과의 대조도가 좋지 않아 연부조직의 침범을 알기 곤란하며, T2강조영상에서는 종양의 희게 보이므로 골내 침범은 뚜렷하지 않으나 주위 연부조직의 침범을 확실히 볼 수 있다. 그러나 골형성이나 석회화가 많은 부분은 T1 및 T2강조영상에서 모두 검게 나타나며, 동맥류성 골낭종은 T1과 T2강조영상에서 모두 희게 나타난다.

대부분의 골종양에서는 MRI의 특징적인 소견이 현재로는 알려진 바가 적으며 MRI로 조직학적 진단을 내리기는 어렵다. 그러나 Zimmer 등<sup>19</sup>은 동맥류성 골낭종은 특징적인 소견을 보여 조직학적 진단의 추정도 가능하다고 하였다.

MRI는 다평면영상을 얻기가 용이하며 축상영

상은 골의 횡단면을 보여주므로 피질골 파괴 및 연부조직 침범을 자세히 보기에 좋으며 시상 및 관상영상은 종양의 근위-원위 방향으로의 침범을 알기에 좋다.<sup>5,8,11~13,16,17</sup> 그러므로 시상, 관상 및 축상의 다평면영상을 이용하여 종양의 위치, 크기 및 침범부위를 정확히 알 수 있으며 생검 및 수술 부위를 정확히 결정할 수 있어 치료계획의 결정이 용이하다. 종양이 침범부위를 알기 위하여 종래에는 골주사를 주로 사용하였으나, Simon과 Kirchner과 Chew와 Hudson<sup>4</sup>은 골주사에서 보이는 종양의 침범부위와 실제와는 정확히 일치하지는 않는다고 하여 골주사만을 지표로 하여 수술 부위를 결정하면 필요이상의 절제를 시행하게 된다고 하였다. 그러나 MRI로는 종양의 경계를 더 정확히 알 수 있다고 하였으며, 절단술등의 수술부위의 결정을 하는데 많은 도움이 된다고 하였다. 본 연구에서도 골육종으로 절단술을 시행한 5례에서 MRI에서 보이는 종양의 범위가 골주사의 소견보다 정확함을 알 수 있었으며 MRI의 소견을 기준으로 절단부위를 결정할 수 있음을 알 수 있었다.

관절의 침범 및 skip metastasis는 골주사 및 CT로는 잘 알 수 없으며<sup>12,14</sup>, MRI로는 잘 알 수 있다고는 하나 본 연구에서는 관절침범 및 skip metastasis를 보이는 예는 1례도 없었다. 그러나 골주사로 관절침범이 의심되는 1례에서 MRI를 시행한 결과 관절침범의 소견이 보이지 않았으므로 수술소견상 관절이 깨끗한 것을 알 수 있었으므로 관절침범의 정확도를 추정할 수는 있었다.

수술후 종양의 재발은 CT로는 잘 알 수 없으나 Zimmer 등<sup>18</sup>은 MRI로 잘 알 수 있다고 하였으며 종양의 재발이 T1강조영상에서는 검고 T2강조영상에서는 희게 나타나 T1과 T2강조영상에서 모두 검게 나타나는 수술로 인한 섬유화와 구별이 된다고 하였다. 본 연구에서도 이것을 확인 할 수 있었으며 수술후 종양 재발의 진단에 많은 도움을 받을 수 있음을 알 수 있었고, 수술후 재발한 거대세포종 1례에서 MRI의 소견을 기준으로 치료 계획을 결정할 수 있었다.

종양의 조기 발견은 진단 및 치료결정에 중요하며 전이암등의 경우 골주사로는 종양의 전이 여부를 알 수는 있으나 종양의 범위 및 위치를 정확히 알기 어렵고<sup>4,14</sup>, CT 및 단순방사선촬영으로는 조기발견이 어렵다<sup>5,7,9</sup>. MRI로는 종양의 유무, 범위 및 위치를 조기에 정확히 알 수 있

었으며 진단 및 치료결정에 큰 도움을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

MRI는 CT와 달리 피질골이나 금속에 의한 beam hardening artifact가 없어 피질골이나 금속 주위의 종양을 잘 볼 수 있다고 하며<sup>2,8,10,18</sup>, 본 연구에서도 확인할 수 있었다. 그러므로 종양의 주위에 금속등이 있는 경우 MRI를 이용하여 종양을 잘 알 수 있어 치료계획 결정에 많은 도움을 받을 수 있음을 알 수 있었다.

이와 같이 MRI는 조직간의 대조도가 우수하고 시상, 관상 및 축상의 다평면영상을 얻기가 용이하며 CT와 달리 beam hardening artifact가 없으므로, 종양의 위치 및 크기를 조기에 정확히 알 수 있을 것으로 판단되었으며, 종양의 진단, 병기결정 및 치료결정에 MRI를 이용하여 많은 도움을 받을 수 있음을 알 수 있었다.

## 2) 연부조직 종양

연부조직 종양은 종래의 단순방사선촬영이나 CT로는 대부분 잘 보이지 않으나 MRI를 이용하여 대부분의 종양에서 CT보다 우수한 영상을 얻을 수 있으며, 일부 종양에서는 조직학적 진단의 추정도 가능하다고 한다<sup>5,6,9,12</sup>. 혈관종, 지방종 및 섬유종은 조직학적 진단의 추정이 가능하였던 예이며, T1 및 T2강조영상에서 각각 특징적인 소견이 관찰되었다.

Zimmer등<sup>18</sup>은 종양의 연부조직 침범을 알기 위하여는 MRI가 38%에서 CT보다 우수하였고, 62%에서는 CT와 비슷하다고 하여, 연부조직의 종양을 보기 위하여는 MRI가 좋다고 하였다. 본 연구에서는 혈관종등의 경우에서 종양의 연부조직 침범부위를 수술전에 정확히 알 수 있어 종양의 완전절제 가능성 여부를 수술전에 알 수 있었으며 연부조직 종양에서 MRI의 우수함을 알 수 있었고 치료계획의 결정에 많은 도움을 받을 수 있음을 알 수 있었다.

연부조직 종양의 진단 및 치료계획의 결정에는 종양의 위치 및 침범부위 이외에도 골 및 주위 연부조직과의 관계를 정확히 아는 것이 중요하다<sup>5,9,16</sup>. CT등의 기존 검사방법으로는 이러한 것을 잘 알 수 없었으나, 최근에 개발된 MRI는 다평면영상이 가능하고 연부조직과의 대조도가 뚜렷하여 혈관계등과의 관계도 잘 알 수 있어 진단 및 치료계획의 결정에 많은 도움을 얻을 수 있다고 한다. 본 연구에서도 혈관 및 연부조직과 종양이 뚜렷한 대조도를 보였으며 특히 연

부조직 연골육종에 의한 대퇴혈관의 압박소견을 수술전에 정확히 알 수 있어 치료 및 수술계획의 결정에 MRI가 유용함을 알 수 있었다. 이로써 다평면영상이 가능하고 연부조직과의 대조도가 뚜렷하여 혈관계등과의 관계도 잘 알 수 있는 등의 장점을 갖고 있는 MRI는, 연부조직 종양에서도 진단 및 치료결정에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단되었다.

## 결 론

근골격계 종양의 진단, 치료의 결정 및 예후 판정에는 종양의 위치 및 범위를 정확히 알아야 하는 것은 필수적이다. 최근에 개발된 MRI는 조직간의 대조도가 우수하며 다평면영상을 용이하게 얻을 수 있어 종양의 범위를 정확히 알 수 있는 등의 장점을 갖고 있으므로 종양의 진단 및 치료결정에 큰 도움을 얻을 수 있을 것으로 판단되어 본 연구를 시행하였다.

서울대학교병원 정형외과에서는 1986년 6월 이후 골 및 연부조직종양 31례에서 MRI를 시행하였으며, 골 및 연부조직 종양의 치료계획의 결정에서 MRI의 가치를 평가하고자 하였다.

MRI는 다평면영상을 얻기가 용이하고 조직간의 대조도가 우수하여 종양의 위치 및 범위를 정확히 알 수 있었으며, T1강조영상에서는 골수강내 종양의 범위를 잘 알 수 있었고, T2강조영상에서는 연부조직내 종양의 범위를 잘 알 수 있었다. 혈관종, 동맥류성 골낭종, 지방종과 섬유종에서는 조직학적 진단의 추정도 가능하였다.

이상과 같은 장점으로 진단, 생검부위의 선정, 치료 및 수술계획의 결정에 큰 도움을 받았으며, 특히 고등도의 악성종양인 골육종 2례에서는 절단술을 피하고 사지구제수술을 시행하여 기능을 보존할 수 있었다.

## REFERENCES

- 1) Berquist, T.H., Ehman, R.L. and Richardson, M.L. : *Magnetic resonance imaging of the musculoskeletal system*. New York, Raven, 1986.
- 2) Davis, P.L., Crooks, L., Arakawa, M., et al. : *Potential hazards of NMR imaging : Heating and effects of changing magnetic fields and RF fields on small metallic*

- implants. *A.J.R.* 137 : 857-860, 1981.
- 3) Enneking, W.F. : *Staging of musculoskeletal neoplasms.* *Skeletal Radiol.*, 13 : 183-194, 1985.
  - 4) Chew, F.S. and Hudson, T.M. : *Radionuclide bone scanning of osteosarcoma : Falsely extended uptake patterns.* *A.J.R.* 139 : 49-54, 1982.
  - 5) Hudson, T.M., Hamlin, D.J., Enneking, W. F., et al. : *Magnetic resonance imaging of bone and soft tissue tumors : Early experience in 31 patients compared with computed tomography.* *Skeletal Radiol.*, 13 : 134-146, 1975.
  - 6) Kiricuta, I. and Simplaceanu, V. : *Tissue water content and nuclear magnetic resonance in normal and tumor tissues.* *Cancer Res.*, 35 : 1164-1167, 1975.
  - 7) Lukens, J.A., Mcleod, R.A. and Sim, F.H. : *Computed tomographic evaluation of primary osseous malignant neoplasms.* *A.J.R.* 139 : 45, 1982.
  - 8) Moon, K.L. Jr., Genant, H.K., Helms, C. A., Chafetz, N.I., Crooks, L.E. and Kaufman, L. : *Musculoskeletal applications of nuclear of magnetic resonance.* *Radiology*, 147 : 161, 1983.
  - 9) Reis, N.D. and Ben-Arieh, Y. : *Localization of a small tumor in the leg by magnetic resonance imaging.* *J. Bone Joint Surg.*, 68-A : 929-931, 1986.
  - 10) Richardson, M.L., ampro, E.G., Gillespy, T., Ill, T.G., et al. : *Theoretical considerations for optimizing intensity differences between primary musculoskeletal tumors and normal tissue with spin-echo magnetic resonance imaging.* *Invest. Radiol.*, 20 : 424-497, 1985.
  - 11) Richardson, M.L., Genant, H.K., Helms, C. A., et al. : *Magnetic resonance imaging of the musculoskeletal system.* *Orthop. Clin. North Am.*, 16 : 569-587, 1985.
  - 12) Richardson, M.L., Kilcoyne, R.F., Ill, T.G., Helms, C.H. and Genant, H.K. : *Magnetic resonance imaging of musculoskeletal neoplasms.* *Rad. Clin. North Am.*, 24(2) : 259-267, 1986.
  - 13) Scott, J.A., Rosenthal, D.I. and Brady, T. J. : *The evaluation of musculoskeletal disease with magnetic resonance imaging.* *Radiol. Clin. North Am.*, 22 : 817-924, 1984.
  - 14) Simon, M.A. and Kirchner, P.T. : *Scintigraphic evaluation of primary bone tumors.* *J. Bone Joint Surg.*, 62-A : 758-764, 1980.
  - 15) Steiner, R.E. : *Nuclear magnetic resonance.* *J. Bone Joint Surg.*, 65-B : 533-535, 1983.
  - 16) Sundaram, M., McGuire, M.H., Herbold, D.R., Wolverson, M.K. and Heiberg, E. : *Magnetic resonance imaging in planning limb-salvage surgery for primary malignant tumors of bone.* *J. Bone Joint Surg.*, 68-A : 809-819, 1986.
  - 17) Zimmer, W.D., Berquist, T.H., McLeod, R. A., Sim, F.H., Pritchard, D.J., Shives, T.C., Wold, L.E. and May, G.R. : *Magnetic resonance imaging of osteosarcoma.* *Clin. Orthop.*, 208 : 289-299, 1986.
  - 18) Zimmer, W.D., Berquist, T.H., McLeod, R. A., Sims, F.H., Pritchard, D.J., Shives, T.C., Wold, L.E. and May, G.R. : *Bone tumors : Magnetic resonance imaging versus computed tomography.* *Radiology* 155 : 709, 1985.
  - 19) Zimmer, W.D., Berquist, T.H., Sim, F.H., Wold, L.E., Pritchard, D.J., Shives, T.C. and McLeod, R.A. : *Magnetic resonance imaging of aneurysmal bone cyst.* *Mayo Clin. Proc.* 59 : 633, 1984.