

장골 골수염 골막반응: 자기공명영상과 단순촬영의 비교¹

노상천 · 성미숙 · 노명호 · 황성수 · 정선옥 · 김선교 · 임정익 · 신경섭

목 적: 단순촬영과 비교하여 자기공명영상(MR)의 골막반응의 발견율과 단순촬영에서 보이지 않는 골막하 농양에 대한 MR 소견을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 임상적 혹은 방사선학적 소견상 급성 혹은 아급성 골수염으로 진단된 28명(남자 18, 여자 10)을 대상으로 단순촬영 및 MR 영상에서의 골막반응을 후향적으로 분석하였다. MR과 단순촬영상 골막반응의 형태, 증상 발현일로부터 골막반응이 나타나는 기간 및 소실되는 시기를 조사하였다. 총 28예중 23예는 수술로 확진 되었으며, 5예는 임상 및 방사선학적 소견으로 진단하였다.

결 과: 골막반응은 T1과 T2 강조영상에서 한층 혹은 여러 층의 저신호강도의 띠 모양으로 보였다. 증상 발현 후 3-7일 사이에 MR을 시행한 모든 예에서 골막하 농양과 골막반응이 나타났지만, 단순 촬영 영상에서는 11예 중 2예에서만 있었다. 증상 발현 후 8-14일 사이의 13예는 MR상 전예에서 골막반응이 나타났지만 단순촬영상에서는 9예에서만 보였다. 증상 발현 후 8-27일 사이에 MR과 단순 촬영상 모두 골막반응을 보인 예는 11예 있었다. 이는 조직학적으로 골막하 신생골의 형성 혹은 골화와 일치되는 소견이었다. 수술 및 치료후 방사선학적 추적 검사상 골막반응은 2-3개월 지속되었다.

결 론: 골수염에서 MR은 단순촬영보다 골막반응을 조기에 알 수 있으며, 단순촬영상 보이지 않는 골막하 농양을 찾는 데 유용하였다. 골막반응은 MR에서 증상발현 3일 후에 보였고, 단순사진에서는 8-14일 사이에 나타나기 시작하였으며, 수술 및 치료 후에도 2-3개월간 관찰되었다.

장골의 급성 골수염은 소아 및 영유아에서 흔한 골 감염 질환이다. 항생제의 보급과 치료법의 발달로 발생률 및 사망률은 매우 감소하였으나 최근 내성균의 증가로 이환율이 증가하는 추세에 있다(1). 급성 골수염의 임상 경과를 빠르게 진행하므로 골 괴사 전에 치료를 시작하기 위해서는 조기진단이 필수적이다. 골막 반응은 많은 질환과 연관되어 있으며 그 자체는 비특이적인 소견이다. 하지만 이 반응은 병소의 파괴도를 평가하고 다른 질환과 감별 진단하는데 유용하게 사용할 수 있다(2). 자기공명영상(이하 MR로 약함)은 근골격계 특히 연조직과 골수의 병변을 진단하는데 유용하며(3, 4), 이제까지의 MR 연구는 주로 이러한 부분에 중점을 두었고 골막반응에 대한 MR 보고는 매우 적다. 본 연구에서는 단순촬영과 비교하여 MR상 골막반응의 유무 및 나타날 때까지의 기간과 그 형태를 알아보았으며, 추적 단순 촬영상 골막반응이 소실되는 시기도 조사하였다.

대상 및 방법

1991년 1월부터 94년 7월까지 장골의 급성 또는 아급성 골수염으로 진단 받은 28명의 환자를 대상으로 하였으며 합병증이 동반된 경우는 제외하였다. 남자가 18예, 여자가 10예로 남녀 비는 1.8:1이었다. 이들의 연령 분포는 생후 20일에서 14세였으며 평균 6세이었다. 증상 발현후 6일 이내에는 11명, 7-14일 사이는 12명, 15일 이후 47일까지는 5명이었다. 총 28명의 환자 중 23명은 수술로 확진되었고, 5명은 국소적 부종, 동통, 발열 및 행동 장애 같은 임상 증상과, 백혈구의 증가 및 적혈구 침강속도(ESR)의 증가 등 말초혈액 소견 및 배양 검사 그리고 방사선학적 소견으로 진단하였다.

28명의 환자 중 9명은 단순 촬영만 하였고, 19명은 MR과 단순촬영을 함께 시행하였다. 단순촬영과 MR 시행 사이의 기간 차이는 1-2일이었다. 증상 발현 이후 단순 촬영 및 MR상 골막반응의 형태 및 유무, 골막반응이 나타날 때까지의 기간에 대하여 후향적으로 분석하였으며 방사선학적 추적 검사상 그들이 소실되는 기간을 조사하였다. 사용

¹가톨릭대학교 의과대학 진단방사선과학교실

이 논문은 1995년도 가톨릭 중앙의료원 학술연구비의 보조로 이루어진 것임.

이 논문은 1995년 4월 14일 접수하여 1995년 7월 5일에 채택되었음

한 MR 기기는 0.5 Tesla(Gyrosan T5, Philips, Netherlands)장치로 스핀에코기법으로 T1-강조영상(TR/TE, 440-650/20), proton과 T2-강조영상(TR/TE, 1800/20, 90)을 횡단면, 축상단면 그리고 시상단면의 영상을 얻었다. 절편 두께는 4-9mm로, 간격은 0.4-0.9mm로 하였다.

추적 단순촬영은 23예에서 시행하였다. 추적 기간은 최단 15일, 최장 124일로 평균 3회 추적하였다.

결 과

골수염이 발생한 위치는 대퇴골이 16예로 가장 많았으며 그 외 경골 7예, 상완골 4예 그리고 척골이 1예 있었다. 침범한 부위는 골간단(metaphysis)이 17명으로 가장 많았으며, 그 외 골간단과 골간(diaphysis)을 같이 침범한 6예, 골간에만 국한된 4예, 그리고 1예에서 골단(epiphysis)

과 골간단을 침범하였다(Table 1).

수술을 시행한 25예에서 수술시 채취한 조직의 배양 검사는 19예에서 시행하였으며 이중 12예에서 포도상구균이 배양되었고, 7예에서는 수술시 농이 발견되었으나 균은 배양되지 않았고 조직 소견상 골수염으로 진단되었다. 말초 혈액 소견상 백혈구의 증가는 22예(79%)에서, 적혈구 침강속도의 증가는 26예(93%)에서 나타났다.

최초 단순 촬영은 증상 발현 후 3일에서 47일 사이에 시행하였다. 골막반응은 피질골을 따라 단층 혹은 여러 층의 선상의 증가된 음영으로 나타났으며, 일부에서는 이들 선상의 증가된 음영이 단락되었다. 골수내 저 음영과 연조직의 부종을 볼 수 있었다. 최초 단순 촬영상 골막 반응이 없는 경우가 13예 있었다. 골막반응을 보이지 않은 13예 중 9예는 증상 발현 후 1주일 이내에 단순 촬영을 시행하였고 가장 늦게는 12일째 검사한 경우였다. 골막반응을 보인 15예 중 2예에서 가장 빠리는 6일째부터 보였다. 증상 발현 후 8일에서 14일 사이에 단순사진을 얻은 13예 중 4예에서는 골막반응 없었으며, 9예에서는 있었다.

MR영상은 증상 발현 후 3일에서 27일 사이에 얻었다. MR상에서는 증상 발현 3일째부터 골막반응이 나타났으며(Fig. 1), MR을 시행한 19명의 환자 모두에서 보였다. 골수염의 소견, 즉 T1강조영상에서 저신호강도를 보이며 T2강조영상에서는 고신호강도로 나타나는 골수의 신호강도 변화가 있었으며(Fig. 1, 2), 주위 연조직의 부종과 골막하 농양이 T2강조영상에서 고신호강도로 나타났다(Fig. 2). 골막반응은 T1 강조영상에서는 중등도의 저신호강도로 T2 강조영상에서 분명한 저신호강도로 보이며, 특히

Table 1. Age and Site of Osteomyelitis

Age	Site of Involvement					Total
	E	E + M	M	M + D	D	
0-12 month		1	2	1	1	5
13 month-4 year			5	1		6
5-10 year			10	1	2	13
11-14 year				3	1	4
Total		1	17	6	4	28

E: ephyphysis M: metaphysis D: diaphysis

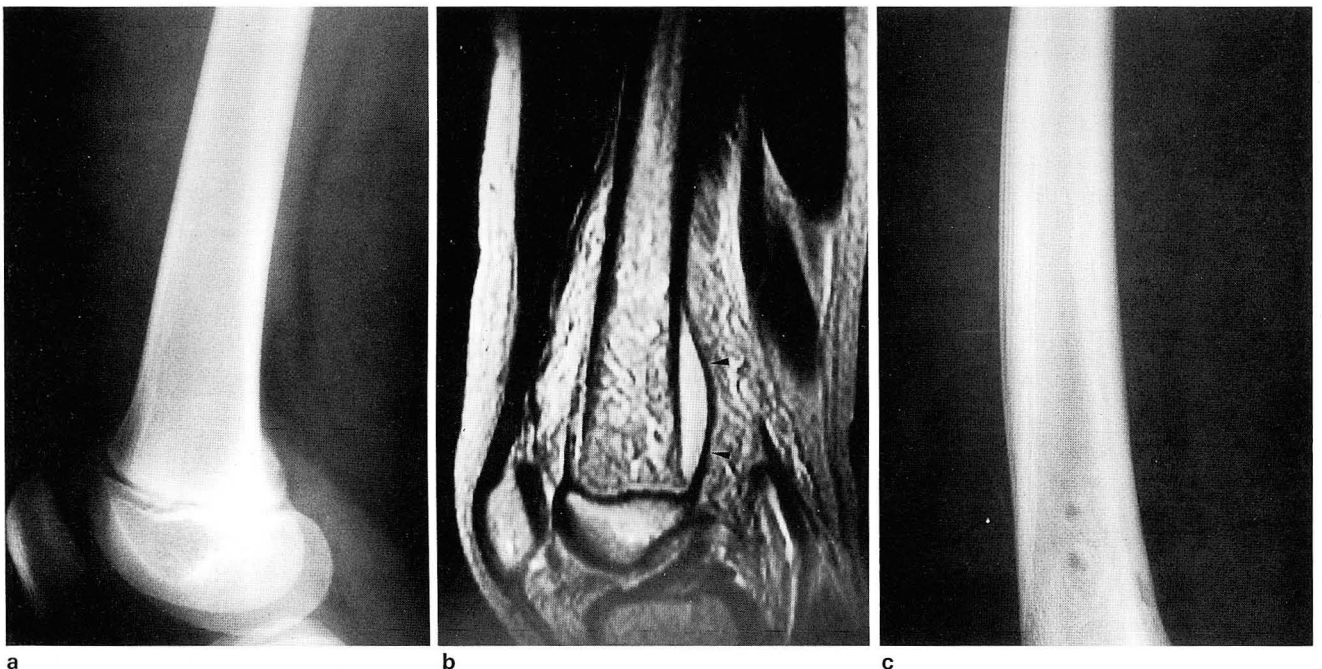


Fig. 1. A 10 year-old girl with left leg pain for 3 days. The initial radiograph(a) is normal. T2 weighted sagittal MR image(b) reveals the subperiosteal abscess as a lesion of high signal intensity and linear low signal rim, representing periosteum (arrowheads). Twenty-four days follow up radiograph(c) demonstrates multiple lamellated periosteal reactions.

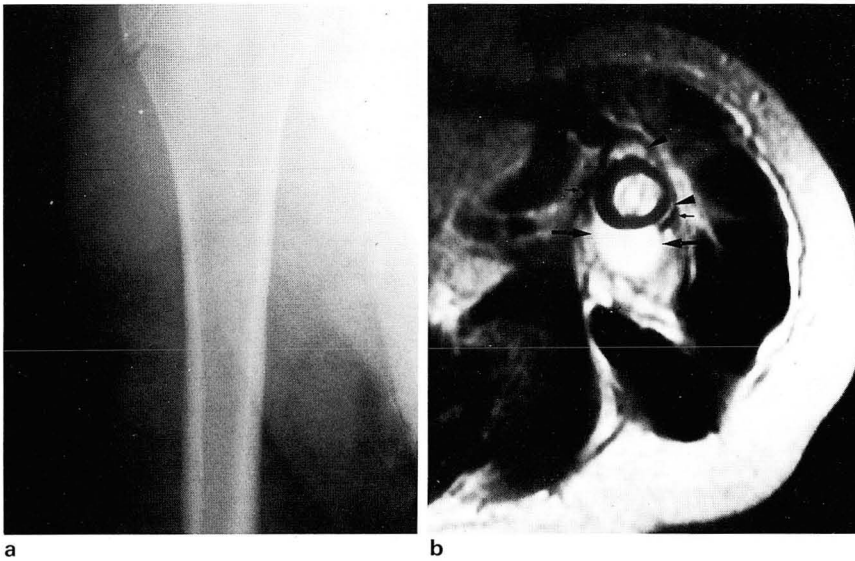


Fig. 2. A 2 year-old male patient with left arm pain for 10 days. The initial radiograph(a) shows no definite abnormality. T2 weighted axial image(b) depicts intramedullary abnormal high signal intensity, subperiosteal inflammation(arrowheads) and low signal arc of periosteal reaction(arrows). Focal disruption of this rim and soft tissue extension of pus are also noted(large arrow).

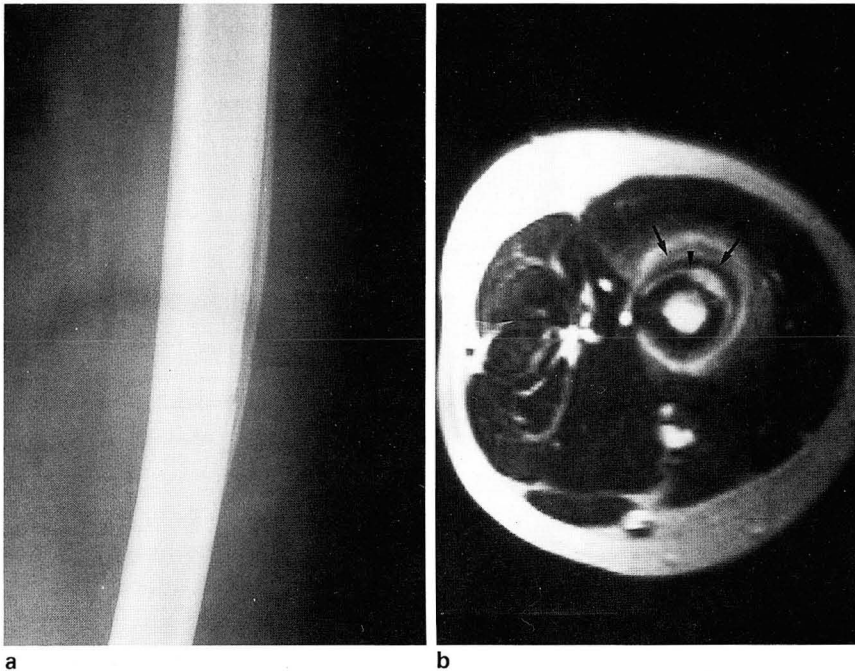


Fig. 3. A 11 year-old female patient with left thigh pain for 15 days. The initial radiograph(a) demonstrates two layers of lamellated periosteal reaction and cortical irregularity. Alternating high signal subperiosteal inflammation(arrowhead) and low intensity of periosteal arcs(arrows) can be seen at axial T2- weighted image(b), representing multiple periosteal reaction. Soft tissue edema is also noted.

T2강조영상에서 뚜렷하였다. 골피질과 같은 정도의 저신호강도를 가지는 선상 또는 환상의 둘러진 골막이 골피질을 둘러싸고 있었고 그 사이에 농 또는 삼출액의 저류로 인한 고신호강도가 보였다. 거상된 골막의 부분적인 단락으로 인해 연조직 내로 저류된 농양을 볼 수 있었다. 주변 조직의 부종은 T2강조영상에서 명확하게 고신호강도로 나타났다. 골막의 거상, 부분적인 골막의 단락과 연조직 내의 농양을 볼 수 있었다(Fig. 2). MR에서 염증에 의해 둘러진 골막은 매끄러운 막과 같은 저신호강도로 보이고 골화된 골막은 다소 불분명한 경계의 굵은 저신호강도로 보였다. 수술 소견상 골막에 석회 침착된 경우는 딱딱하게 만져

졌고 골화되지않은 경우엔 골막이 얇은 막과 같은 감촉이었다.

골막반응은 단순 촬영 및 MR상 한 층의 골막반응을 가지는 단층형(single lamella type)과 여러 층의 골막반응을 보이는 복층형으로 나눌 수 있었다. 단순 촬영상 단층형이 28예 중 25예로 대부분을 차지하였고, 복층형은 3예에서 나타났다. MR에서는 단층형이 17예 그리고 복층형(Fig. 3)이 2예 있었다.

추적 단순 촬영은 23예에서 얻었다. 평균 3회의 추적 검사를 시행하였으며 15일에서부터 124일까지 추적하였다. 추적 검사상 11예가 골막반응이 소실되었으며 이들의 평균

소실 시기는 증상 발현 후 60일이었다. 12에는 마지막 추적 사진까지 골막반응이 있었고 평균 추적 기간은 35일이었다. 골막반응이 소실되는 시기는 가장 빠리는 증상 발현 38일 후부터 가장 늦게는 124일까지 분포하였다.

고 찰

골막은 피질골을 덮고 있는 2개 층, 즉 외섬유층(outer fibrous layer)과 내골형성층(inner osteogenic layer)으로 구성된 매우 얇은 막이다. 소아나 영유아에서는 두꺼우며, 혈관이 풍부하고, 활성이 강하고, 피질골과 약하게 결합되어 있으나 성인이 되면 얇아지고, 활력이 떨어지며 강하게 피질골과 연결된다. 따라서 미성숙 골에서는 두 층이 잘 구분되나 성숙 골에서는 이 두 층이 융합되어 하나의 막을 형성한다(5).

Edeiken 등(6)은 골막반응을 여러 형태로 분류하였고, Volberg 등(8)에 의하면 층판골막 반응은 골막의 골형성 층에 의해 한층의 골판(superficial subperiosteal lamella)이 형성된 다음, 골판에 수직으로 골아(bony bud)가 생성되면서 골막이 들리게 되고, 다시 골막 하방에 새로운 한층의 골판이 형성된 후 골아가 형성되면서 골판이 들리는 과정을 거쳐서 형성된다고 하였다. 정상 골아 형성 과정에서는 조직학적으로는 층판이 관찰되지만 방사선학적으로는 보이지 않는다고 하였다. 하지만 성장이 빠른 유소아나 병적인 상태에서는 골막반응이 사진상 나타난다고 하였다(7).

MR에서는 골막 아래에 염증 또는 섬유성 조직의 축적으로 골막이 들리거나 골막의 골화가 있는 경우 골막을 볼 수 있었다. Joseph(8)의 동물 실험에서는 골수염을 유발시킨 4일 후 골막염을 가진 모든 예에서 조직학적으로 골막의 거상이 있었고 이중 85%에서는 골막의 골화가 있었으며 나머지는 골막에 석회 침착은 없고 단지 염증 세포의 침윤만 있었다. 골막반응은 단순촬영에서 78%, MR에서는 100% 보였다. Joseph는 MR에서 골막반응이 2가지 형태로 나타난다고 하였다. 첫째는 T2 강조 영상에서 골피질을 둘러싸는 하나의 환상의 고신호강도로 나타나는 halo sign으로 이는 골막하 섬유조직 또는 염증조직의 침윤으로 골막이 들리게 되고 이 축적 성분이 MR상 고신호강도로 나타난다 하였다. 두 번째 형태는 halo sign 밖에 다른 하나의 선상 또는 환상의 저신호가 둘러싸는데, 이는 골막하 염증, 섬유조직과 골막 사이에 신생골이 형성되어 저신호강도로 보인다고 하였다. 이 실험에서 대부분(63%) 두 번째 형태의 골막반응을 보였는데, 이러한 골화를 동반한 골막반응은 단순촬영에서도 모두 골막반응을 보였다. 소수에서 MR상 한층의 고신호강도로 보였던 첫 번째 형태는 조직학적으로는 골막염이 있었으나 단순촬영에서는 골막반응이 보이지 않았다. 본 연구에서는 Joseph이 말한 halo sign만 있는 형태는 볼 수 없었고, 피질밖 고신호강도 외측에 저신호강도의 골막이 보이는 두 번째 형태만 있었

다. 저자들의 증례의 수술 소견 및 병리학적 소견과 Joseph의 실험 결과에 의하면 MR에서는 골막반응이 보이지만 단순 촬영에서는 보이지 않는 것은 조직학적으로 골막하 염증, 섬유조직의 축적에 의한 골화를 동반하지 않는 골막의 거상이나 미약한 정도의 골막 골화 혹은 골화의 초기 단계에서는 단순 촬영에서 감지되지 않고 MR에서만 저신호강도로 보이기 때문이라고 생각된다. 복층형 골막반응(Fig. 3)은 Joseph이 보고하지 않은 형태의 골막반응으로, 이는 골수염 유발 후 4일에 MR을 시행한 동물실험 결과와는 달리 저자들의 실제 임상 증례에서는 다양한 임상 경과 및 시간 경과에 의한 여러 층의 골판이 형성되기 때문으로 생각된다.

본 연구에서는 증상 발현 6일 이내에 촬영한 단순 촬영에서는 골막반응을 인지할 수 없었으나 MR에서는 전 예에서 골막하 농양에 의해 거상된 골막을 볼 수 있었다. 증상 발현 후 8-14일 사이에 단순 촬영을 시행한 13예중 5예에서는 골막반응이 없었고 8예는 보였으므로 이 시기는 골막에 신생골의 형성되는 과정이고, 14일 이후에는 모든 예에서 골막반응이 나타나므로 골막하 신생골의 형성이 완성되는 단계라고 생각된다. 이는 골수염의 골막반응은 단순 촬영상 증상 발현후 1-2주 후에 보인다는 지금까지의 보고와 일치한다(9). 즉 단순 촬영에서는 골수염 초기에 골막 그 자체나 골막하 농양을 보기 힘들지만 골막의 내골형성층에 신생골이 형성되는 경우 여러 형태의 석회화 혹은 골화된 골막, 즉 골막반응을 볼 수 있다. MR에서는 골막하 염증, 섬유조직의 침윤등이 T2 강조영상에서 고신호강도로 보이므로 그 외측에 둘러 올려진 저신호강도의 골막을 조기에 볼 수 있었다.

추적 단순 촬영상 골막반응은 증상발현후 최단 38일에서 최장 124일로 평균 소실 시기는 60일이었다. 골막반응은 급성 골수염의 치유 과정의 일부이며 추적 검사에서 골막반응의 소실은 급성 골수염이 만성 골수염으로 이행되거나 다른 합병증으로 발전되지 않는, 골수염이 치유되는 증거의 하나로서 또한 치료에 잘 반응하고 있음을 시사한다.

결론적으로 MRI는 단순촬영보다 골막반응을 조기에 발견할 수 있고, 단순촬영에서 보이지 않는 골막하 농양을 조기에 찾는 데 유용하였다. 골막반응은 MR에서는 증상 발현 3일 후에, 단순 촬영에서는 8-14일 사이에 나타나기 시작하였고 치료 후에도 2-3개월간 관찰되었다.

참 고 문 헌

1. Waldvogel FA, Medoff G, Swartz MN. Osteomyelitis: A review of clinical features, therapeutic considerations and unusual aspects. *N Engl J Med* 1970; 282(4):198-205
2. 박승용, 이종문, 김정혁, 차인호, 정규병, 서원혁; 골수염에 수반되는 Lamellar Nodular 골막반응에 대한 고찰: 악성 골종양과의 감별에 유용: 대한방사선의학회지 1990; 26(4): 776-782
3. Sartoris DJ, Resnick DM. Imaging of the musculoskeletal sys-

- tem: current and future status. *AJR* **1987**;149:457-467
4. Ehman RL, Berquist TH, McLeod RA. MR imaging of the musculoskeletal system: a 5-year appraisal. *Radiology* **1988**;166:313-320
5. Resnick D, Niwayama G. *Basic sciences of musculoskeletal disease* In: Resnick D and Niwayama G, 2eds. Diagnosis of bone and joint disorders. Philadelphia: Saunders, **1988**;1940-1964
6. Jack Edeiken, Philip J. Hodes, Lawrence H. Caplan. New Bone Production and Periosteal Reaction. *AJR* **1966**;97:708-718
7. Frank M. Volberg, JR., Joseph Whalen, Lennart Krook, and Patricia Winchester: Lamellated periosteal reaction: A radiologic and histologic investigation. *AJR* **1977**;128:85-87
8. H. Joseph Spaeth, Vijay P. Chandnani, Javier Beltran, et al. Magnetic Resonance Image Detection of Early Experimental Periostitis. *Invest Radiol* **1991**;26:304-308
9. Resnick D, Niwayama G. *Osteomyelitis, septic arthritis, and soft tissue infection: mechanism and situations*. In: Resnick D and Niwayama G, 2eds. Diagnosis of bone and joint disorders. Philadelphia: Saunders, **1988**;2044-2129

Journal of the Korean Radiological Society 1995; 33(2): 301~305

Periosteal Reaction of Osteomyelitis: MRI Findings Compared with Plain Radiographs¹

Sang Chen Rho, M.D., Mi Sook Sung, M.D., Myong Ho Roh, M.D., Sung Su Whang, M.D.,
Seon Ok Jung, M.D., Jung Ik Yim, M.D., Kyung Sub Shinn, M.D.

¹ Department of Radiology Catholic University Medical College

Purpose: To evaluate MR characteristics of periosteal reactions and subperiosteal abscesses in osteomyelitis as compared with radiographs.

Materials and Methods: We retrospectively reviewed 28 patients (18 males, 10 females) with osteomyelitis. Nineteen patients underwent MR imaging with 0.5 T. We analyzed for morphologic patterns, intervals of appearance and disappearance of periosteal reactions after symptom onset. Twenty-three patients were confirmed by surgery and 5 patients by the radiologic findings, clinical and laboratory data.

Results: Periosteal reaction appeared as low signal intensity arc on the T1- and T2-weighted axial images. In 3-7 days after symptom onset, periosteal reactions and subperiosteal abscesses were noted on MR imaging, and only two of eleven patients were noted in radiographs. Periosteal reactions of 8-14 days after symptom onset were demonstrated in all of 13 patients on MR, and 9 on plain radiographs. All patients with 2 weeks after symptom onset showed periosteal reaction in plain film and MR. The periosteal reactions persisted until approximately 2 to 3 months after treatment on follow up radiographs.

Conclusion: Periosteal reactions in osteomyelitis are detected on the MR imaging earlier than plain film. MR is valuable in detecting subperiosteal abscess which is not apparent in simple radiographs. Periosteal reactions can be seen on MR in 3 days after symptom onset and persist for 2-3 months after treatment.

Index Words: Bones, infection
Periostitis
Bones, MR

Address reprint requests to: Sang Chen Rho, M.D., Department of Radiology Kangnam St. Mary's Hospital, Catholic University Medical College, # 505 Banpo-dong, Socho-ku, Seoul Korea. 137-701
Tel. 82-2-590-1114 Fax. 82-2-532-2649

국제 학술대회 일정표 [Ⅷ]

- 1996/09/23-26 15th Annual Congress Eur. Soc. for Therapeutic Radiology and Oncology**
venue: Hofburg Congress Centre Vienna, Austria.
contact: ESTRO Iffice, UH Gasthuisberg,
Herestraat 49, B-3000 Leuven, Belgium. (tel: 32-16-347680; fax: 32-16-347681)
- 1996/09/28-02 Annual Meeting American Coliege of Radiology**
venue: San Antonio, TX, USA.
contact: Mr. John J. Curry, EX. Dir., ACR,
1891 Preston White Drive, Reston, VA 22091, USA.
(tel: 1-703-6488900; fax: 1-703-6489176)
- 1996/10/01-05 Euroson '96-9th Congr. of The Eur. Fed. of Soc. For Ultrasound in Med. & Bio**
venue: Convention Centre Budapest, Hungary.
contact: Dr. G. Harmat, The Mad. Str. Ch. Hosp.,
Madarasz u. 22-24, POB 51, 1388 Budapest, Hungary.
(tel: 36-11-408751; fax: 36-11-296680)
- 1996/10/04-10 47th Annual Gen. & SC. Meeting Royal Australasian College of Radiologists**
venue: Burswood Convention Ctr. Perth, Australia.
contact: Marg Scarlett, Convention Network,
224 Rouse Street, Port Melbourne, Australia. (tel: 61-3-6464122; fax: 61-3-6467737)
- 1996/10/17-20 Annual Meeting Central Chapter Society of Nuclear Medicine**
venue: Swissotel Atlanta, Georgia, USA.
contact: Dr. V.J. Sodd, Soc. of Nuclear Medicine,
5987 Turpin Hills Drive, Cincinnati, OH 45244, USA.
(tel: 1-513-2316955; fax: 1-513-2315274)
- 1996/10/27-01 38th Annual Meeting American Society for Therapeutic Radiology and Oncology**
venue: Los Angeles Conv. Center Los Angeles, CA, USA.
contact: Mrs. B. Rapp/Mrs. S. Aubin, Astro,
1891 Preston White Drive, Reston, Virginia 22091, USA.
(tel: 1-703-6488900; fax: 1-703-6489176)
- 1996/12/01-06 82nd Meeting Radiological Society of North America (RSNA)**
venue: McCormick Place Chicago, USA.
contact: Michael P. O Connell, Director of Exhibits,
2021 Spring Road, s.600, Oak Brook, IL 60521, USA.
(tel: 1-708-5712670; fax: 1-708-5717837)
- 1996/12/13-15 Imaging Diagnostic Course-Prof. Feres Secaf**
venue: Maksoud Plaza Hotel Sao Paulo, Brazil.
contact: Regina Carvalho, Soc. Paulista Radiologia,
Av. Paulista 491, 40 andar, Cjs. 41 e 42, CEP 01311-909 Sao Paulo, Brazil.
(tel: 55-11-2843988; fax: 55-11-2843152)
- 1997/00/00-00 11th Annual Congress European Society of Head and Neck Radiology**
venue: Strasbourg, France.
contact: Dept. of Radiology Univ. of Brescia, Spe. Civ.,
Policlinico Satellita, I-25123 Brescia, Italy. (tel: 39-30-395900; fax: 39-30-395900)

제공 : 대한방사선의학회 국제협력위원회