

# Tc-99 m Pyrophosphate-骨스캔에 의한 急性骨髓炎의 早期診斷

가톨릭의과대학 방사선과학교실

金 春 烈 · 朴 龍 輝

= Abstract =

## Early Diagnosis of Acute Osteomyelitis by Tc-99 m Pyrophosphate Bone Imaging

Choon Yul Kim, M.D. and Yong Whee Bahk, M.D.

Department of Radiology, Catholic Medical College, Seoul, Korea

The radiographic diagnosis of osteomyelitis can be suspected early with soft tissue swelling, but the actual bone changes are usually not apparent as long as 10 to 14 days after onset or may be totally aborted by antibiotic therapy. Recognition of osteomyelitis by bone imaging is far more rapid than by conventional radiographic examination and can be used on admission to establish the diagnosis.

Ten patients suspected of having early, acute osteomyelitis were studied by Tc-99m Pyrophosphate bone imaging. Radiographs taken at the same time were all negative.

Of these 9 patients showed positive bone images. The bone imaging provides a safe, accurate, noninvasive technique for the early diagnosis of osteomyelitis.

### 머 리 말

급성골수염은 발병 후 최소한 10~14일이 경과되었을 때 비로소 X선상에 골의 변화를 나타내기 시작하며 이 때는 이미 심한 골의 파괴를 일으키게 된다<sup>1)</sup>.

그러나 골스캔에서는 발병 후 24시간이던 골의 변화를 나타낸다<sup>2)</sup>. 따라서 골스캔을 적절히 이용하면 급성골수염을 조기진단할 수 있을 뿐만 아니라 항생제 투여만으로 완쾌시킬 수 있는 계기를 마련해 줄 수 있다<sup>3)</sup>.

한편 골스캔은 안전, 정확하며 쉽게, 비관혈적으로, 급성골수염을 X선 검사에서 보다 더 조기에 진단할 수 있다.

저자들은 급성골수염이 임상적으로 의심되는 환자들 중 X선 검사를 시행하여 음성소견을 나타낸 10명에게

\* 본 논문의 요지는 1977년 5월 28일 대한핵의학회 학술대회에서 발표되었으며 이 연구는 1979년도 가톨릭 중앙의료원 학술연구조성비로 이루어졌음.

Technetium-99 m-pyrophosphate(Tc-PYP)-골스캔을 시행하여 급성골수염을 조기진단 할 수 있었기에 보고한다.

### 검사재료 및 방법

#### 1) 재 료

1975년 11월부터 1977년 3월까지 1년 4개월동안 가톨릭의대 부속 성모병원에서 임상적으로 급성골수염이 의심되어 X선 검사를 시행하였으나 골수염 소견을 나타내지 않았던 10명을 연구 대상으로 하였다. 연령 및 성별분포는 제 1표와 같다.

#### 2) 검사방법

저자들은 골스캔검사 2~3시간 전에 10~15 mCi의 Tc-PYP를 우측 견정맥(antecubital vein)에 투여하였다. 스캔은 엷드린 체위 및 바로 누운 체위에서 직선색타점식스캔(rectilinear scan)을 시행하였으며,

Table 1. Age and sex distribution

Age(year)	1~9	10~19	20~29	30~39	40~9	Total
Male	1	4	1	2	0	8
Female	0	0	1	0	1	2
Total	1	4	2	2	1	10

스캔직전에 배뇨를 시켰다.

골스캔에 사용된 장비는 Siemens 회사제 Scintimat-2 스캐너로서 3×3인치 크기의 옥소결정체(NaI crystal)를 가지고 있다.

Tc-99m의 조준장치(collimator)는 초점거리 100mm이고 396개의 구멍을 가지고 있다.

스캔시 최고계수율(maximum counting rate)은 천장관절(sacroiliac joint)에서 측정하였으며 光度는 100%에 일치시켰다. 이때 천연색 타점식스캔 및 전송식 사진스캔을 동시에 시행하였다.

### 성 적

임상적으로 급성골수염이 의심되어 X선 검사를 시행하였으나 음성소견을 나타낸 10명에게 Tc-PYP-골스캔을 시행하여 얻어진 성적은 제 2표와 같다. 즉 남자는 8예, 여자 2예로 도합 10예이었고 20세 이전이 5예 20세 이후가 5예이었다. 발병기간은 2~10일 범위

였으며 평균 6일이었다. 골수염을 의심했던 부위는 고관절부위가 8예로 대부분이었으며, 슬관절 및 선장관절부위가 각각 1예이었다.

고관절부위에서 열구(熱區, hot area)를 나타낸 부위는 대부분 골간단, 대전자, 골단 및 비구의 순서이었다.

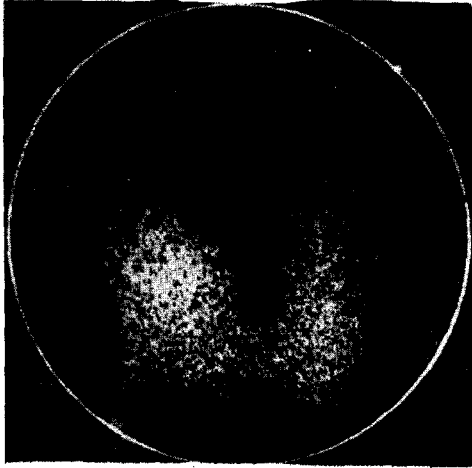
증례 1(골스캔 번호 75-20) : 11세 남자이며 10일 동안 우측슬관절부위에 통증이 있었다. 기본혈액검사에서 백혈구수는 10400/mm<sup>3</sup>이었으며 그중 분절호중구(segmental neutrophils)는 68%이었다. 임상적으로 우측슬관절활막염을 의심하였다. X선 검사에서 연부조직의 부종을 나타냈으나 뚜렷한 골의 변화는 없었다. 그러나 골스캔은 경골의 골간단에 열구를 나타냈다(그림 1).

증례 2(골스캔번호, 75-31) : 14세 남자이며 48시간 동안 우측 고관절부위에 통증이 있었다. 기본혈액검사에서 백혈구수는 9300/mm<sup>3</sup>이었으며 그중 분절호중구는 62%이었다. 임상적으로 화농성고관절염을 의심하

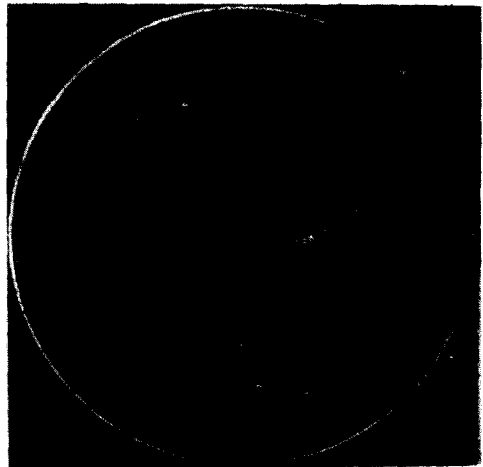
Table 2. Clinical data and positive scan finding of early osteomyelitis unrevealed in roentgenograms

Scan No.	Age (year)	Sex	Duration of symptoms(day)	Pain in	Area of abnormal nuclide uptake(hot area)
75-20	11	m	10	Rt. knee	Metaphysis of tibia
75-31	14	m	2	Rt. hip	Rt. femoral head, neck & greater trochanter
76-21	15	m	3	Lt. hip	Lt. femoral head, neck, greater trochanter & acetabulum
76-23	6	m	2	Rt. hip	Rt. femoral head, neck & greater trochanter
77- 4	22	m	6	Low back	Rt. s-i joint
77- 6	36	m	5	Rt. hip	Rt. femoral head, neck & greater trochanter
77~11	17	m	8	Rt. hip	Rt. femoral head, neck greater trochanter & rt. pubis
77-12	45	f	6	Rt. hip	Rt. femoral head, neck & greater trochanter
77-16	34	m	5	Lt. hip	Lt. femoral head, neck & acetabulum
77-24	25	f	10	Both hips	Unrevealing

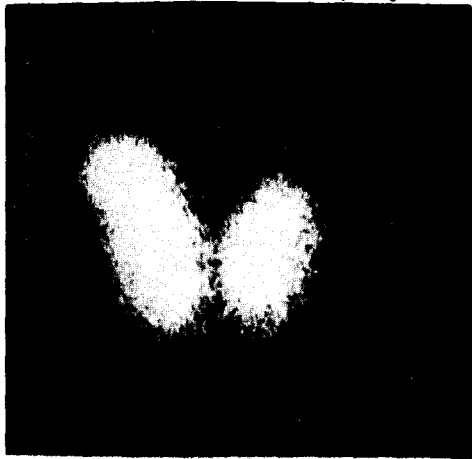
Fig. 1  $^{99m}\text{Tc}$ , or  $^{131}\text{I}$  scan of the thyroid



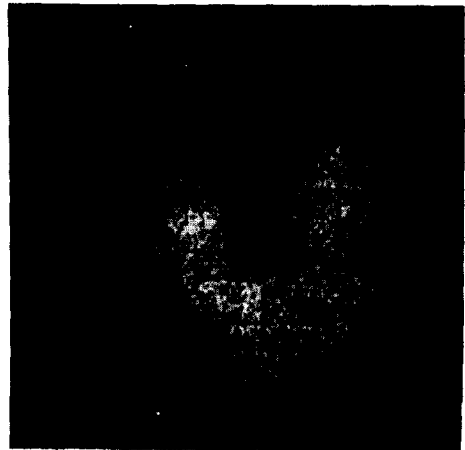
A. Diffuse enlargement with slightly decreased uptake. case 1, stage 2.



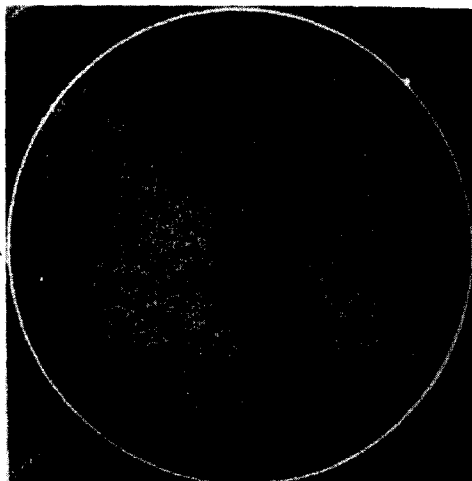
D. Unilaterally decreased uptake in stage 4, case 7.



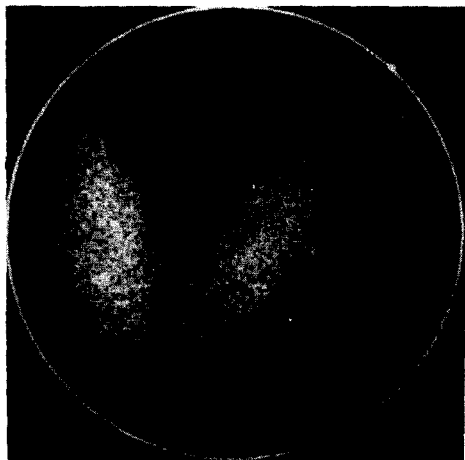
B. Increased uptake in stage 4, case 5.



E. Diffusely decreased uptake with focal defects. case 6, stage 1.



C. Diffuse enlargement with decreased uptake. case 2, stage 1.



F. Scan of case 6, 1 yr after (E) Restoration to normal uptake. stage 4.

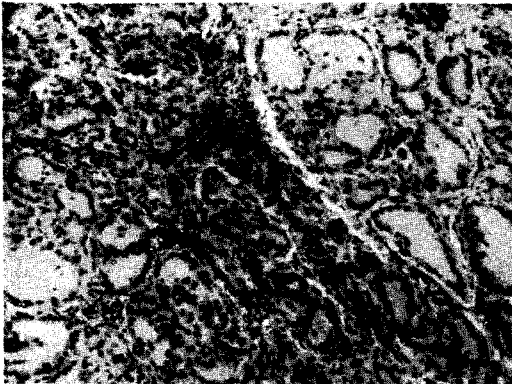
Fig 2. Pathologic findings of subacute thyroiditis.



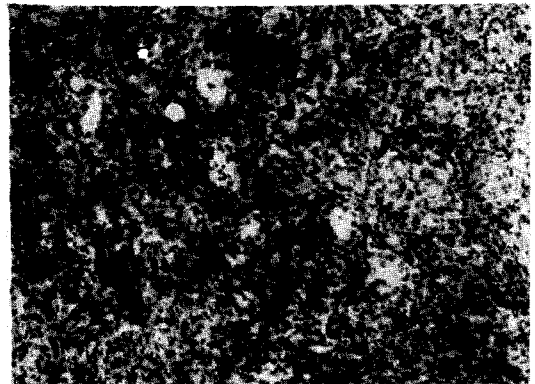
A. Slight interstitial fibrosis and moderate amount of cellular infiltrations with a giant cell in center. Case 4, x 400 (stage I)



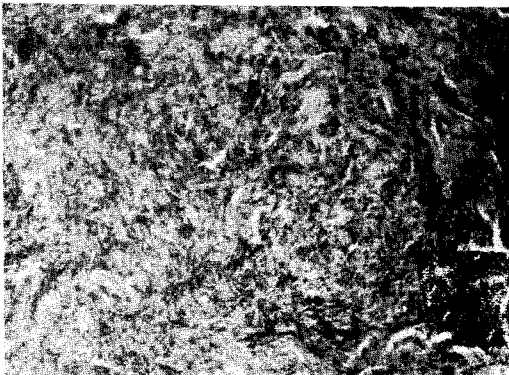
B. Follicles of variable size and thick irregular fibrosis and granuloma formation. case 4, x 1000 (stage I)



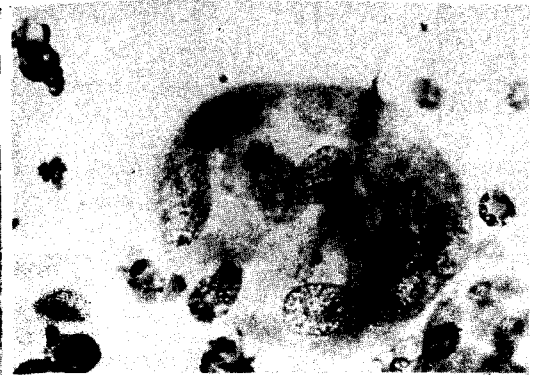
C. More heavy cellular infiltrations than B. mild destruction of follicular basement membrane. case 1, x 400, (stage II)



D. Thyroid parenchyma is largely replaced by fibrotic process, showing only a few scattered atrophic follicles. case 3, x 400 (stage III)



E. Virtual absence of follicular element and near total replacement by fibrotic tissue. case 7, x 400 (stage IV)



F. Multinuclear giant cell identified by aspiration needle biopsy. case 1, x 1000, Giemsa stain (stage I)

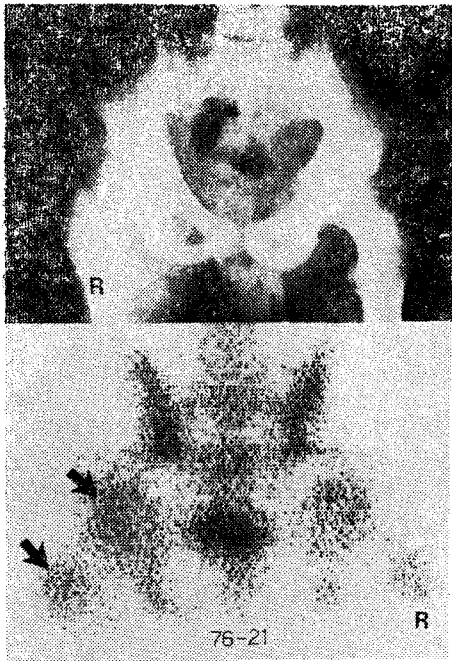


Fig. 3. Acute osteomyelitis. This 15-year-old boy had the left hip joint pain for 72 hours. The radiograph reveals soft tissue swelling over the left hip but no definite bony abnormality. The bone scan obtained the same day shows hot areas(↑) in the left femoral head, neck and greater trochanter.

고관절염을 의심하였다. X선 검사에서 뚜렷한 골의 변화는 없었으나 골스캔은 우측 대퇴두, 대퇴경, 대전자 및 우측치골에 열구를 보여 주었다.

증례 8(골스캔 번호, 77-12) : 45세 여자이며 6일 동안 우측 고관절부위에 통각이 있었다. 기본혈액검사에서 백혈구수는  $9300/\text{mm}^3$ 이었으며 그중 분절호중구는 71%이었다. 임상적으로 우측 고관절활막염을 의심하였다. X선 검사에서 뚜렷한 골의 변화는 인정할 수 없었다. 골스캔은 우측 대퇴두, 대퇴경 및 대전자에 열구를 나타냈다.

증례 9(골스캔 번호, 77-16) : 34세 남자이며 5일 동안 좌측 고관절부위에 통각이 있었다. 임상적으로 좌측고관절활막염을 의심하였다. X선 검사에서 뚜렷한 골의 변화는 없었다. 골스캔은 좌측 대퇴두, 대퇴경, 대전자 및 비구에 열구를 보여 주었다.

증례 10(골스캔 번호, 77-24) : 25세 여자이며 10일 동안 양측 고관절부위에 통각이 있었다. 기본혈액검사에서 백혈구수는  $9000/\text{mm}^3$ 이었으며 그중 분절호중구

는 67%이었다. 골 및 골수 생검조건도 정상 범위이었다. X선 검사에서 양측 고관절 주위의 연부조직이 약간 부어 있었으나 뚜렷한 골의 변화는 없었다. 골스캔에서도 뚜렷한 열구를 나타내지 않았다.

## 고 찰

골스캔은 Subramanian(1971)이 骨親和性물질인 인산복합체(phosphate complex)를 새로이 개발하여 여기에 Tc-99 m를 방사성 追跡子(radiotracer)로 부착시키는데 성공하므로써 골스캔은 획기적인 발전을 이룩하였다<sup>7)</sup>.

한편 Tc-99 m은 골스캔에 대단히 적합한 물리적 특성을 지니고 있기 때문에 일시에 다량을 주입할 수 있다. 따라서 단위면적 및 단위시간내에 더 많은 감마선속(gamma photon)을 체외로 방출하므로 골스캔의 속도를 빨리할 수 있다.

Tc-99 m은 또한 물리적 반감기가 6시간이고 순수한 감마선만을 방출하며 감마선의 강도가 140 KeV 이기 때문에 환자가 받는 방사선량이 대단히 적다. 그 뿐만 아니라 Tc-99 m은 Sr-87 m이나 F-18에 비해서 조준이 잘 되기 때문에 스캔시 계수율이 대단히 높다<sup>6,7,8,12)</sup>. 따라서 스캔영상의 질이나 해상력이 Sr-87 m이나 F-18에 비해서 더 좋기 때문에 방사성 추적자로서 호평을 받고 있다.

Tc-99 m의 운반체이며 골친화성 물질인 pyrophosphate는 화학적으로 안정하며 Kit로 포장되어 저장에 용이하고 편리하게 오랫동안 쓸 수 있다.

Pyrophosphate의 내용을 살펴보면 동결건조된 피로인산 나트륨 및 염화제일주석(lyophilized sodium pyrophosphate and stannous chloride)으로 이루어져 있다. PYP Kit는 섭씨 2~25도에서 보관해야 되며 사용할 때에는 냉장고에서 꺼내어 실온에 5분동안 방치했다가 Tc-99 m 5 ml(1~9ml)를 Kit vial에 주입한다. 조용히 흔든 후 5분간 실온에 방치한다. 이때 Tc-PYP 혼합액은 깨끗하고 무색의 용액이어야 한다.

Tc-PYP는 경정맥투여후 상당히 빨리 뼈에 섭취되며 섭취가 안된 것은 대부분 비노기계통을 통하여 배설되므로 전신 골스캔 직전에 방광에 모인 핵물질을 배뇨와 동시에 청소시켜야 한다.

Tc-PYP의 혈중제거율을 보면, 주사후 4시간까지는 혈중 청소가 빨리 진행되지만 4시간 이후부터는 서서히 제거된다<sup>6,7,9,13)</sup>. 따라서 골스캔은 Tc-PYP를 경정맥투여후 2~4시간에 시행하게 되며 질이 좋은 스캔像을 얻을 수 있다.

Tc-PYP가 혈행을 따라서 골병소에 운반되면 골병변으로 인해서 야기되는 보수과정 (repair process) 즉 골병소주위에 생기는 소위 반응성 신생골 (reactive bone formation)에 일시에 많은 핵물질이 섭취된다. 특히 골스켄제제는 보수과정에서 새로이 분화되는 미숙간질세포 (immature collagen) 및 石灰磷酸石 (apatite crystal)에 친화력을 가지고 있다<sup>13)</sup>. 따라서 골병소는 골스켄시 열구 (hot area)로 나타나게 되며, 인접 정상골조직과 시각적으로 크게 대조를 이루게 된다.

석회인산염은 뼈의 기본적 광물성분이다. 결정체내의 원자들은 기하학적으로 格子式배열을 하고 있으며 결정체는 이온 (ion)층으로 둘러싸여 있다. 이때 그 이온들과 반대荷電을 띤 異이온이 접근하면 서로 끌어 당기게 된다<sup>10)</sup>.

이와같이 석회인산결정체의 표면에서 일어나는 화학반응 (ion exchange 또는 surface activity)을 chemisorption이라 한다<sup>10)</sup>.

골스켄제제 (異이온)의 골섭취는 이러한 화학반응에 의해서 이루어진다. 즉 석회인산결정체를 둘러싸고 있는 水化殼 (hydration shell)의 이온과 반대荷電을 띤 핵제제-이온 (bone seeker ion)이 서로 끌려가서 교환되는 것이다 (heteroionic exchange)<sup>11)</sup>. 바로 이러한 원리가 새로이 밝혀진 골스켄의 기본적인 개념이다.

골화중심부 (ossification center)나 골수염이 있는 부위는 다른 곳에 비하여 혈관이 풍부하여 혈류량이 더 많으므로 여기서는 chemisorption이 더 왕성하게 진행된다<sup>12)</sup>. 따라서 골화중심부와 골수염병소는 핵제제의 섭취율이 높아지게 되며 스켄상 열구를 나타낸다.

이와같은 골의 광물질대사율 변화는 골수염의 시초에 나타나게 되며 골의 미세구조의 변화에 선행되어 나타난다. 따라서 골스켄은 X선 검사보다 더 조기에 골수염을 진단할 수 있으며, 나아가 심한 골의 파괴를 예방하는데 크게 기여할 수 있다고 생각한다.

그러나 골스켄은 골수염의 치유관정에는 잘 이용되지 않으며 이러한 것은 골수염이 일단 치유되었다도 최소한 6개월까지는 골수염주위에 신생골이 계속 형성되기 때문이다<sup>13)</sup>.

저자가 경험한 증례들은 20세 이전이 5명, 20세 이후가 5명이었으며 발병기간은 48시간~10일 범위이었으며 평균 6일이었다.

급성골수염이 있는 부위는 고관절이 7명, 슬관절 및 선장관절이 각각 1명이었다. 증례 2와 증례 4의 발병기간이 각각 48시간으로 가장 짧았다. 이러한 성적은 Duszynski 들(1975)이 보고한 48시간과 같았으며

Gilday 들(1975)이 보고한 24시간보다는 지연되었다. 환자들이 발병초기에 병원을 찾아와서 적시에 골스켄을 시행하면 이와같이 조기진단을 내릴 수 있으리라 믿는다.

혈행성 골수염은 20세 이전에 잘 발생되며 X선상 골의 변화를 나타내는 때에는 최소한 10~14일이 걸린다.

고관절부위에 나타나는 열구를 보면 대부분이 골간단, 대전자, 골단 및 비구에 나타났다.

골수염이 골격 성숙 이전에 혈행으로 올 때에는 골단선을 중심으로 골간단 및 골단을 동시에 침습하게 되고 골격이 성숙된 후에는 골간단의 골수를 먼저 침습하게 되며 병변이 진행됨에 따라서 골단 및 골간으로 번지게 된다. 아울러 골병변 주위의 골 및 연부조직에도 충혈을 일으키게 된다<sup>4)</sup>.

이러한 골수염의 병태생리는 본 연구성적을 잘 뒷받침해 주고 있다.

저자들이 경험한 환자들 중 증례 10은 양측 고관절 주위의 연부조직이 약간 부어 있었으나 골스켄상 열구를 나타내지 않았으며 이는 아마 관절활막염을 앓고 있었으리라 생각된다.

관절활막염, 연소기류 마토이드 관절염 및 봉소염 (cellulitis)은 임상적으로 급성골수염과 대단히 비슷하여 감별하기 어려우나 골스켄을 시행하면 골에 열구가 나타나지 않으므로 감별이 가능하다<sup>4)</sup>.

이 연구에서 한가지 아쉬운 것은 전체 증례를 생검 및 미생물학적으로 확인을 못했다는 점이다. 그러나 항생제 투여만으로 완쾌되었음을 확인하였다.

## 맺 음 말

1975년 11월부터 1977년 3월까지 1년 4개월동안 임상적으로 급성골수염이 의심되어 X선 검사를 시행하였으나 골수염소견을 나타내지 않았던 10명을 대상으로 Tc-PYP-골스켄을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 급성골수염을 의심했던 10명 중에서 9명이 급성골수염임을 Tc-PYP-골스켄으로 확인하였다.
2. 발병기간이 48시간부터 10일이었으며 골의 병변이 X선 검사에서 보다 훨씬 조기에 나타났다.
3. 급성골수염에 의해서 열구 (hot area)를 나타낸 부위는 대부분이 골단선주위의 골간단 및 골단이었으며 대퇴골의 대전자와 고관절의 비구에서도 나타났다.
4. Tc-PYP-골스켄은 급성골수염을 조기에 비관절적

으로 안전, 신속, 정확하게 확인하여 환생게 투여만으로 치료할 수 있음을 알았다.

참 고 문 헌

- 1) Duszynski, D.O., Kuhn, J.P., Afshani, E. and Riddlesberger, M.M.: *Early radionuclide diagnosis of acute osteomyelitis*, *Radiology*, 117: 337-340, 1975.
- 2) Gilday, D.L., Paul, D.J. and Paterson, J.: *Diagnosis of osteomyelitis in children by combined blood pool and bone imaging*, *Radiology*, 117: 331-335, 1975.
- 3) Treves, S.: *Osteomyelitis: Early scintigraphic detection in children*, *Pediatrics*, 57:173-176, 1976.
- 4) Hart, V.L.: *Acute hematogeneous osteomyelitis in children*, *J.A.M.A.*, 108:524-527, 1937.
- 5) Hertzler, A.E.: *Surgical pathology of the diseases of bones*, Chicago: Lakeside Press, 1930. Cited from Caffey's *Pediatric X-ray diagnosis*, 7th ed., Year Book Medical Publisher, Inc, Chicago, London, 1407-1415.
- 6) Barrett, J.J. and Smith, H.S.: *Bone imaging with Tc-99m polyphosphate: A comparison with F-18 and skeletal radiology*, *British J. Radiology*, 47:387-392, 1974.
- 7) Subramanian, G. and McAfee, J.G.: *A new complex of Tc-99m for skeletal imaging*, *Radiology*, 99, 192-196, 1971.
- 8) Charkes, N.D., Valentine, G. and Cravitz, R. T.: *Interpretation of the normal Tc-99m polyphosphate rectilinear bone scan*, *Radiology*, 107: 563-570, 1973.
- 9) Georgi, P.: *Die Knochenszintigraphie-methodische Grundlagen und klinische Indication*, *Roentgen-Bl*, 27:475-481, 1974.
- 10) Mulry, W.C. and Dudley, H.C.: *Studies of radiogallium as a diagnostic agent in bone tumors*, *J. Lab. Clin. Med.*, 37:239-243, 1951.
- 11) Rasmussen, H.: *Parathyroid hormone, calcitonin, and the calciferols*, In Williams, R.H., editor: *Textbook of endocrinology*, ed. 5, Philadelphia, 1974, W.B. Saunders Co.
- 12) 金春烈, 朴龍輝: *Fluorine-18 and Technetium-99m Bone Scintigraphy: A comparison by computer display and analysis of skeletal image*, *J. of Korean Med. Assoc.*, 20:59-64, 1977.
- 13) 金春烈: *骨疾患의 診療: Radionuclide imaging of bone diseases*, 22:29-34, 1979.
- 14) Genant, H.K.: *Bone-seeking radionuclides: An In vivo study of factors affecting skeletal uptake*. *Radiology*, 113:373, 1974.