

# 급성 심근 경색증에서의 $^{99m}\text{Tc}$ -Pyrophosphate Myocardial Scan의 양성율에 대한 연구

충북대학교 의과대학 내과학교실

공 성 수 · 김 승 택

서울대학교 의과대학 내과학교실

문대혁 · 정준기 · 이명철 · 조보연 · 고창순

= Abstract =

## Diagnostic Accuracy of $^{99m}\text{Tc}$ -Pyrophosphate Scan in Acute Myocardial Infarction

Sung Soo Koong, M.D. and Seung Taik Kim, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk, Korea*

Dae Hyuk Moon, M.D. June-Key Chung, M.D., Myung Chul Lee, M.D.

Bo Youn Cho, M.D. and Chang- Soon Koh, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea*

To evaluate diagnostic accuracy of  $^{99m}\text{Tc}$ -pyrophosphate (PYP) myocardial scan, we analysed 160  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP scans (acute transmural myocardial infarction 87 cases, acute subendocardial infarction; 20 cases, unstable angina pectoris; 7 cases, other disease; 46 cases). These scans were requested by the physician in Seoul National University Hospital from Sep. 1982 to Oct. 1987. And the diagnosis was confirmed by clinical course and laboratory examinations.

- 1) The diagnostic sensitivity of  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP scan in acute transmural myocardial infarction was 91.2% (62/68) if scintigraphy was performed within 7 days after infarction, 57.1% (8/14) between 8th and 14th day, 20% (1/5) and after 15 days.
- 2) The diagnostic sensitivity of  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP scan in acute subendocardial infarction was 75% (12/16) if scintigraphy was performed within 7 days after infarction and 0% after 8 days.
- 3) The diagnostic specificity of  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP scan in acute myocardial infarction was 94.3% (5/53). Among 5 cases of false positive scans, 1 case was unstable angina pectoris, 2 cases were old myocardial infarction with left ventricular aneurysm, 1 case was old myocardial infarction and the remaining 1 case was cardiomyopathy.

## 서 론

급성심근경색증은 일반적으로 임상증상, 심전도상의

변화 관찰 및 혈청 creatine kinase의 측정으로 쉽게 진단할 수 있다. 그러나 left bundle branch block, cardioversion, 심장 수술후 및 급성심내경막하 경색(acute subendocardial infarction)의 경우 심전도로 진단이

\*이 논문은 1989년도 서울대학교병원 임상연구비의 보조로 이루어진 것임.

어려우며, 심근경색 발생후 48시간이 지나면 혈청 CK-MB isoenzyme 값이 정상화되어 진단이 어려운 경우가 있어, 진단에 관여하는 기전이 심전도 및 혈청효소 측정과는 다른 새로운 진단방법이 요구되었다. 1973년 Bonte 등<sup>1)</sup>이 급성심근경색 부위에 calcium phosphate가 축적되는 것을 이용하여 골주사용으로 이용되던 <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate를 동물실험에 적용하여 급성심근경색의 진단시 유용가능성을 제시한 이후 급성경색증 진단시 <sup>99m</sup>Tc-PYP 이용에 관한 많은 논문이 발표되었다. 그러나 연구보고자에 따라 진단적 예민도(sensitivity) 및 특이도(specificity)에 차이가 많아 <sup>99m</sup>Tc-PYP 스캔의 유용성에 대하여 의문을 갖는 연구자도 있었다. 이러한 진단적 예민도 및 특이도의 차이의 발생요인으로는 여러가지가 있으나 양성판독 기준의 차이가 큰 역할을 하고 있다<sup>2)</sup>. 이에 저자 등은 <sup>99m</sup>Tc-PYP 스캔의 양성판독 기준을 보완하여, <sup>99m</sup>Tc-PYP 스캔이 갖는 진단적 유용성을 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

1982년 9월부터 1987년 12월사이에 서울대학교병원에서 임상증상이나 검사소견상 급성심근경색증이 의심되어 <sup>99m</sup>Tc-PYP 심근스캔을 시행하고, 임상경과 및 각종 검사에 의하여 진단이 확인된 160예를 대상으로 하였다. 급성심근관벽경색증 (acute transmural myocardial infarction)의 진단은 1) 병력상 심근허혈시 나타나는 전형적인 흉부동통을 호소하고 2) 혈청검사상 creatine kinase치가 의미있게 상승하였으며 MB fraction이 혈청 creatine kinase 치의 5%이상을 차지하였고, 3) 심전도상 특징적 변화를 보인 경우로 하였고, 급성심내경막하 경색의 진단은 상술한 1)2)의 조건은 만족시키나 심전도상 ST segment depression이나 symmetric T wave inversion이 48시간 이상 지속되며 pathologic Q wave는 보이지 않는 경우로 하였다. 불안정성협심증(unstable angina pectoris) 진단은 운동부하로 유발되는 심근허혈성 흉부동통 및 심전도변화가 있고, 최근 3개월에 흉부동통의 횟수, 지속시간 및 통증의 강도가 심해졌으나, 혈청검사와 심전도상 급성심근경색의 증거가 없는 경우로 하였다. 160예중 급성심근관벽경색증이 87예, 급성심내경막하경색이 20예, 불안

Table 1. Distribution of Patients

Acute transmural myocardial infarction	87
Acute subendocardial infarction	20
Unstable angina pectoris	7
Others	46
Total	160

정성 협심증이 7예 였으며, 상기 질환을 제외한 기타 심질환 및 혈관계 환자(예 : cardiomyopathy, dissecting aneurysm, 3도 방실펀막동)가 46예였다(Table 1).

### 2. 방 법

환자에게 15mCi <sup>99m</sup>Tc-PYP를 정맥주사하고 3시간 후에 Ohio Nuclear Sigma 420 카메라에 general purpose low energy collimator를 부착한 후, 140 KeV에 photopeak를 맞추고 20% window를 설정하여 전면, 좌전사위면 및 좌측면의 3면에서 영상을 얻었으며, 각 영상의 count는 400,000으로 하였다. 심근의 방사능 섭취는 Berman등<sup>3)</sup>이 제시한 바와 같이 Grade 0에서 4까지의 5단계로 분류하였는데 Grade 0은 심장부위에 방사능섭취가 없는 경우이며, Grade 1은 약간의 방사능섭취가 있으나 확실치 않은 경우이며, Grade 2는 확실하게 심근의 방사능섭취가 있으나 주위의 늑골에 비하여 상대적으로 방사능섭취의 정도가 낮은 경우이며 Grade 3는 주위의 늑골과 같은 섭취를 보인 경우, Grade 4는 주위늑골의 섭취보다 높은 경우이다. 각각의 grade는 방사능 섭취의 양상에 따라 미만형(diffuse) 및 국소유형(focal)으로 구분하였다. 미만형의 경우 심장 이외의 대혈관 부위에서 영상을 얻어 방사능섭취가 blood-pool 방사능에 의한 것인지 고려하였다. 양성판독은 Grade 2 이상의 방사능섭취를 보인 경우로 하였으나 Grade 2의 방사능섭취군중 미만형의 경우는 양성판독에서 제외하였다.

## 결 과

### 1. 급성심근관벽경색증

87예의 급성심근관벽경색증 환자에서 흉부동통후의 시간에 따른 스캔소견의 양성율은 24시간이내의 경우 66.7%(4/6), 24~48시간 경우 100%(12/12), 48시간

~7일의 경우 92%(46/50), 8~14일의 경우 57.1%(8/14), 15일 이후의 경우 20%(1/5)로서 7일이후에 스캔 양성율이 감소하였고 15일 이후의 경우 급격히 감소하였다(Table 2). 양성으로 판독된 스캔의 방사능섭취정도는 Grade 2 국소유형이 12예 였으며 Grade 3 국소유형이 7예, Grade 3 미만형이 1예, Grade 4 국소유형이 28예였고 Grade 4 doughnut형 이 3예로서, 17%(12/71)에서 Grade 2 방사능섭취가 관찰되었고, 83%(59/71)에서 Grade 3 이상의 방사능섭취가 관찰되었다. 양성으로 판독되었던 스캔중 미만형 방사능섭취를 보인 1예는 심전도상 inferior wall 심근경색 이었으며, gated blood pool 스캔상 심실박출계수(ejection fraction)이 38.5%였다(Table 3). 87예의 급성심근관벽경색증 환자 중 3예에서 Left bundle branch block이 있었고, 4예는 pace-maker를 달고 있었으며, 11예는 과거력상 심근경색의 병력이 있었다.

## 2. 급성심내경막하경색

20예의 급성심내경막하경색의 경우 흉부동통후 시간에 따른 양성율은 24~48시간이 100%(3/3), 48시간~7일이 62.9%(9/13), 8~14일이 0%(0/3) 14일 이후가 0

% (0/1)로서, 흉부동통후 7일이내에 스캔을 시행한 경우 75%(12/16)에서 양성소견을 보였으며, 8일이후에 시행한 경우 양성으로 판독된 예는 없었다(0/4)(Table 4). 양성으로 판독된 12예의 방사능섭취정도는 5예가 Grade 2 국소유형, 5예가 Grade 3 국소유형, 2예가 Grade 4 국소유형으로서 41.7%(5/12)가 Grade 2 국소유형의 방사능섭취를 보였으며, 58.3%(7/12)가 Grade 3이상의 방사능섭취를 보였다. 양성으로 판독된 스캔중 미만형 방사능섭취를 보인예는 없었다(Table 5).

## 3. 불안정성 협심증

7예의 불안정성협심증 환자중 스캔이 양성이었던 예는 1예였으며, 과거력상 스캔시행 9년전에 급성심근관벽경색을 앓았으며, 흉부동통 발생후 7일에 스캔을 시행하여 Grade 2 국소유형의 방사능섭취가 관찰되었다.

## 4. 기타 질환

급성심근경색증(관벽경색 및 심내경막하경색)과 불안정협심증을 제외한 46예의 기타 심질환 및 혈관계 환자에서 스캔이 양성으로 판독되었던 예는 4예였는데 이중 3예에서 과거력상 심근경색이 있었고 이중 2예는 좌심실류도 있었다. 나머지 1예는 cardiomyopathy로 진단되었

Table 2. Sensitivity of <sup>99m</sup>Tc Pyrophosphate scan in Detection of Acute Transmural Myocardial Infarction. (Classification according to Time Interval between Chest Pain and Scintigraphy)

Time interval	Sensitivity
— 24 hours	66.7% ( 4/ 6)
24 hours — 48 hours	100 % (12/12)
48 days — 7 days	92 % (46/50)
8 days — 14 days	57.1% ( 8/14)
15 days —	10 % ( 1/ 5)

Table 3. Grade of <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphate Uptake in Acute transmural Myocardial Infarction

Grade	Focal	Diffuse Doughnut	
0		8	
1	0	8	
2	12	0	
3	27	1	
4	28	0	3

Table 4. Sensitivity of <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphate scan in Detection of Acute Subendocardial Infarction (Classification according to Time Interval between Chest Pain and Scintigraphy)

Time interval	Sensitivity
24 hours — 48 hours	100% (3/ 3)
48 hours — 7 days	62.9% (9/13)
8 days — 14 days	0% (0/ 3)
15 days —	0% (0/ 1)

Table 5. Grade of <sup>99m</sup>Tc-Pyrophosphate Uptake in Acute Subendocardial Infarction

Grade	Focal	Diffuse
0		4
1		4
2	5	
3	5	
4	2	

던 예이다. 양성으로 판독된 4예의 심근방사능섭취정도는 좌심실류가 있었던 2예의 경우 Grade 3 국소유형이었으며, 나머지 2예는 Grade 2 국소유형이었다.

### 고 안

Bonte등이<sup>1)</sup> 괴사심근세포에 칼슘이 축적된다는 현상을 이용하여, 고양이에게 심근경색을 유발시킨후 <sup>99m</sup>Tc-PYP를 이용하여 심근경색의 영상화에 성공한 이후 심근경색에서의 <sup>99m</sup>Tc-PYP이용에 관한 많은 논문이 발표되었고 임상적으로 이용되고 있다. 괴사심근세포에 칼슘이 축적되는 기전은, anaerobic 상태에서 세포막의 칼슘에 대한 투과도(permeability)가 증가하여 칼슘이 외부에서 세포내로 유입됨으로써 발생하며, 세포내의 칼슘은 apatite-like crystal, crystalline granular amorphous calcium phosphate 등의 형태로 존재하는데 <sup>99m</sup>Tc-PYP를 정맥주사하면 PYP가 세포내로 들어가 칼슘과 결합하여 <sup>99m</sup>Tc-PYP에 의한 심근영상을 얻을 수 있다<sup>4)</sup>. 따라서 <sup>99m</sup>Tc-PYP의 괴사심근세포내로의 유입정도는 심근으로의 혈류량의 영향을 받게 되는데 혈류량이 정상의 20~40%로 감소되면 최대방사능섭취를 보이고 그후 5%까지 혈류량이 감소하는 경우 방사능 섭취도 감소하여 정상심근과 같은 정도의 방사능 섭취가 일어난다. <sup>99m</sup>Tc-PYP 스캔의 판독에는 여러가지 기준이 제시되고 있으나, 본 연구에서는 가장 널리 사용된 Bermans등<sup>3)</sup>의 기준을 따라서 Grade 0에서 4까지의 5단계 분류를 이용하였고, Grade는 국소유형 및 미만형으로 구분하는데 이들의 보고에 의하면 interobserver 일치율이 90% 이상으로서 판독의 기준에 객관성 및 재현성을 부여할수 있다고 주장하였다. 양성판독의 기준은 연구자에 따라서 다소의 차이가 있으나, Grade 2이상의 국소유형을 양성으로 판독하는데는 일치하고 있으며, 미만형 방사능섭취의 경우 Grade 2 미만형도 양성으로 판독하는 경우 진단의 예민도가 증가하는 반면 특이도가 68%로 낮아져<sup>2)</sup> 본 연구의 경우 Grade 2 방사능섭취의 경우 국소유형만을 양성으로 판독하였다. 또한 미만형의 방사능섭취를 보이는 경우 심장 이외의 대혈관에서의 영상을 얻어 방사능섭취정도를 결정하는데 참고로 하였다. 급성심근관벽경색에서 <sup>99m</sup>Tc-PYP 스캔의 진단적 예민도는 78~96%로 보고 되었는데<sup>6~8)</sup> 본 연구의 경우 흉부동통 발생이후 1주일 이내에 스캔을 시행

한 경우 91.2% (62/68)에서 양성조건을 보여 기종의 보고치에 근사하였으며 8~14일에 시행한 경우 양성율은 57.1% (8/14), 15일이후에 시행한 경우 20% (1/5)로 급격히 감소하여 <sup>99m</sup>Tc-PYP scan 이용에 심근경색이후의 시간경과가 매우 중요함을 알 수 있었다.

급성심근관벽경색에서 방사능섭취 정도는 Robert등의 보고에 의하면<sup>9)</sup> Grade 3이상의 방사능섭취가 80%, Grade 2의 방사능섭취가 20%로 보고하였으며, Massie등은<sup>10)</sup> 7% (3/43)에서 미만형 방사능섭취 양상을 보인다고 보고하였다. 스캔상 미만형 방사능섭취는 주로 계속 남아있는 blood-pool 방사능에 의해 나타나는데, PYP투여후 빠른 시간내에 영상을 얻거나, 신기능장애가 있을때, cardiomyopathy 등에 의하여 심실이 커져 있고 심실박출계수가 감소 되었을 때, <sup>99m</sup>Tc이 PYP로부터 분리되어 적혈구에 표지되었을때, 협심증등의 상태에서도 나타날 수 있어서 진단적 가치에 대해서 논란이 많다<sup>11)</sup>. 그러나 이러한 예에 있어서 대부분의 경우 Grade 2 미만형 이하의 방사능섭취를 보여<sup>10)</sup>, 본 연구에서 택한 양성판정기준에서는 대부분의 경우 배제되었을 것으로 사료된다. 본 연구에서 미만형 방사능섭취를 보인 1예는 심전도상 inferior wall 심근경색이 있었던 환자로 PYP 정맥주사후 5분에 심장의 blood-pool 방사능섭취 영상을 얻어 subtraction하였다면 방사능섭취 양상이 국소유형으로 나타났을 가능성이 있다<sup>12)</sup>. <sup>99m</sup>Tc-PYP 스캔상 doughnut양상의 방사능섭취는 예후와 관련이 있는 현상으로 보고 되었는데 Rude등<sup>13)</sup>에 의하면 67%에서 좌심실 부전이 발생하였고 다른 국소유형이나 미만형 방사능 섭취양상을 보인예에 비하여 합병증의 발생률이 높아, 전예에서 합병증이 관찰되었다. 본 연구에서는 3명의 환자에서 doughnut양상이 관찰되었는데 이들 환자에서의 경과 관찰은 본 연구가 후향성 연구여서 분석할 수 없었다.

<sup>99m</sup>Tc-PYP 스캔의 급성심내경막하경색 진단에서의 예민도는 일반적으로 급성심근 관벽경색에 비하여 떨어진다고 보고되었는데, 연구자에 따라 32%~80%로 보고되었고, 일반적으로 70~80%의 범위로 인정되고 있다<sup>10,14)</sup>. 본 연구의 경우 흉부동통 발생이후 7일내에 스캔을 시행한 경우 75% (12/16)에서 양성조건을 보여 기존의 보고치에 근사하였으며 심근경색 발생후 8일이후에 시행된 경우 양성으로 판독된 예는 전혀없었다. 급성심내경막하경색에서의 심근방사능 섭취정도는 Grade 3

이상의 방사능섭취가 40%, Grade 2의 방사능섭취가 60%로 보고되었는데<sup>9)</sup> 본 연구에서는 각각 58.3%, 41.7%였다. Massie등에<sup>10)</sup> 의하면 급성심내경막하경색의 경우 급성심근관벽경색에 비하여 미만형 방사능섭취 양상을 보이는 예가 19%로 많다고 보고하였으나 본 연구에서 양성으로 판독되었던 예중 미만형 방사능섭취 양상을 보인 예는 없었으며, Grade 1 미만형은 4예에서 관찰되었는데 이는 Massie 등과는 달리 미만형 방사능섭취를 보이는 경우 대혈관의 방사능섭취 영상을 찍어 교정하였기에 나타나는 차이로 사료된다.

급성심근경색증(관벽경색 및 심내경막하 경색)을 제외한 7예의 불안정 협심증과 기타 심질환 및 혈관계 환자에서 스캔이 양성으로 나왔던 예는 5예로서 1예는 불안정 협심증, 3예는 과거력상 심근 경색이 있었고 이중 2예는 좌심실류도 있었으며, 나머지 1예는 cardiomyopathy로 진단되었던 예로서  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 스캔의 급성심근경색증 진단에서의 특이도는 94.3%로서 본 연구에서 택한 진단기준을 이용하여 보고한 Lyons등<sup>2)</sup>의 결과와 유사하였다. 불안정협심증에서의  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 스캔은 12~41%에서 위양성 스캔소견을 보인다고 보고되어<sup>15,16)</sup> 급성심근경색증에서의 진단적 유용성에 대하여 많은 논란이 있었으나 Poliner등이<sup>7)</sup> 이들 예에서 조직병리학 검사를 시행하여 스캔이 양성으로 판독되었던 예의 경우 다발성, 비가역성 심근손상의 소견을 발견하였다. Holman등은<sup>17)</sup> 스캔이 양성으로 판독되었던 예의 경우 합병증 발생율이 높아 위양성 소견으로 간주할 수 만은 없으며, 12%의 위양성 스캔의 가능성은 있으나 이중 4%에서 과거력상 심근경색이 있었던 환자로서, 임상적으로 불안정협심증 환자라 하더라도 스캔이 양성이면 심근괴사가 있는 것이라고 주장하고 있다.

좌심실류에서의  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 스캔은, 과거에 발생한 심근경색에 의하여 좌심실류가 생겼던 환자의 90% (9/10)에서 Grade 3~4의 국소유형 방사능 섭취가 보인다고 보고되었다<sup>18)</sup>. 이들에의 경우 급성심근경색 발병과 스캔시행간의 시간간격은 8~60개월 사이였다. 좌심실류에 의한  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP의 섭취는 좌심실류내의 석회화, 진행성 혹은 재발성 심근괴사에 의한 것으로 해석되고 있는데, 본 연구에서의 160예중 8예에서 좌심실 조형술이나 심에코상 좌심실류가 발견되었으며 이중 4예는 급성심근관벽경색, 1예는 급성심내경막하경색, 3예는 과거력상 심근경색을 앓았던 환자였으며 5예의 급성심근

경색(관벽경색 및 심내경막하 경색) 환자 전예에서 좌심실류가 있는 부위에 스캔 양성 소견을 보였고 3예의 과거력상 심근경색을 앓았던 환자의 경우, 2예에서 Grade 3 국소유형의 방사능 섭취 양상을 보였다.

## 결 론

$^{99m}\text{Tc}$ -pyrophosphate (PYP) 스캔의 급성심근경색증 진단에서의 유용성을 알아보고자 1982년 9월부터 1987년 12월사이에 서울대학교병원에서  $^{99m}\text{Tc}$ -pyrophosphate 스캔을 시행하고, 임상결과 및 각종 검사에 의하여 진단이 확인된 160예를 조사하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 급성심근관벽경색 환자에서  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 스캔의 진단적 예민도는, 스캔을 심근경색 발생후 1주일 이내에 시행한 경우 91.2% (62/68)였으며, 1주일일이 지나면 8~14일의 경우 57.1% (8/14), 15일 이후의 경우 20% (1/5)로 급격히 감소하였다.

2) 급성심근내경막하경색 환자에서  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 스캔의 진단적 예민도는, 스캔을 심근경색 발생후 1주일 이내에 시행한 경우 75% (12/16)였으며, 1주일 이후에 시행한 스캔상 양성소견을 보인예는 없었다.

3) 급성심근경색증을 제외한 불안정협심증 및 기타의 심질환, 혈관계질환환자에서 조사한,  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 스캔의 급성심근경색증 진단에서의 특이도는 94.3% (5/53)였으며 위양성으로 판독되었던 5예중 1예는 불안정 협심증, 2예는 좌심실류가 동반된 과거력상의 심근경색, 1예는 과거력상의 심근경색, 나머지 1예는 cardiomyopathy였다.

이상의 결과로  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 스캔이 급성심근경색의 진단에 매우 유용한, 정확한 검사로서 특히 심전도상 진단이 어려운 경우와 심근경색 발생후 48시간 이상이 지난후에 병원에 내원한 환자의 경우 매우 유용한 검사방법으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) Bonte FJ, Parkey RW, Graham DK, et al: A new method for radionuclide imaging of myocardial infarcts. *Radiology* 110:473, 1974
- 2) Lyons KP, Olson HG, Aronow WS: *Sensitivity and*

- specificity of Tc-99m pyrophosphate myocardial scintigraphy for the detection of acute myocardial infarction. *Clin Nucl Med* 5:8, 1980
- 3) Berman DS, Amsterdam EA, Hines HH, et al: *New approach to interpretation of technetium-99m pyrophosphate scintigraphy in detection of acute myocardial infarction: Clinical assessment of diagnostic accuracy.* *Am J Cardiol* 39:341, 1977
  - 4) Buja LM, Tofe AL, Kulkarni PV, et al: *Sites and mechanism of localization of technetium-99m phosphorous radiopharmaceuticals in acute myocardial infarcts and other tissues.* *J Clin Invest* 60:724, 1977
  - 5) Zaret BL, DiCola VC, Donabedian RK, et al: *Dual radionuclide study of myocardial infarction. Relationships between myocardial uptake of potassium-43, technetium-99m stannous pyrophosphate, regional myocardial blood flow and creatinine phosphokinase depletion.* *Circulation* 53:422, 1976
  - 6) Rutherford JD, Roberts R, Muller JE, et al: *Comparison of enzymatic, scintigraphic and electrocardiographic methods of detecting acute myocardial infarction.* *Circulation* 64:10, 1981
  - 7) Poliner LR, Buja LM, Parkey RW, et al: *Clinicopathologic findings in 52 patients studied by technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial scintigraphy.* *Circulation* 59:257, 1979
  - 8) Turi ZG, Rutherford JD, Roberts R, et al: *Electrocardiographic, enzymatic and scintigraphic criteria of acute myocardial infarction as determined from study of 726 patients (a MILIS Study).* *Am J Cardiol* 55:1463, 1985
  - 9) Parkey RW, Bonte FJ, Buja LM, et al: *Myocardial infarct imaging with technetium-99m phosphates.* *Sem Nucl Med* 7:15, 1977
  - 10) Massie BM, Botvinick EH, Werner JA, et al: *Myocardial scintigraphy with technetium-99m stannous pyrophosphate: An insensitive test for nontransmural myocardial infarction.* *Am J Cardiol* 43:186, 1979
  - 11) Prasquier R, Taradash MR, Botvinick EH, et al: *The specificity of the diffuse pattern of cardiac uptake in myocardial infarction imaging with technetium-99m stannous pyrophosphate.* *Circulation* 55:61, 1977
  - 12) Cowley MJ, Mantle JA, Rogers WJ, et al: *Use of blood-pool imaging in evaluation of diffuse activity patterns of technetium-99m pyrophosphate myocardial scintigraphy.* *J Nucl Med* 20:496, 1978
  - 13) Rude RE, Parkey RW, Bonte FJ, et al: *Clinical implications of the technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial scintigraphic "doughnut" pattern in patients with acute myocardial infarcts.* *Circulation* 59:721, 1979
  - 14) Lyons KP, Olson HG: *Myocardial infarction imaging. In: Textbook of Nuclear Medicine, Harbert J (Ed) 2nd, Vol II, Chapt 18:437-447, 1984*
  - 15) Holman BL, Wynne J: *Infarct avid (hot spot) myocardial scintigraphy.* *Radiol Clin North Am* 18:487, 1980
  - 16) Jaffe AS, Klein MS, Patel BR, et al: *Abnormal technetium-99m pyrophosphate images in unstable angina: Ischemia versus infarction?* *AM J Cardiol* 44:1035, 1979
  - 17) Holman BL, Chisholm RJ, Braaunwald E: *The prognostic implications of acute myocardial infarct scintigraphy with <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate.*
  - 18) Ahmed M, Dubiel JP, Verdon TA Jr, et al: *Technetium 99m stannous pyrophosphate myocardial imaging in patients with and without left ventricular aneurysm.* *Circulation* 53:833, 1976