

## 심근경색증에서 $^{99m}\text{Tc}$ MIBI 심장스캔의 임상적 평가\*

서울대학교 의과대학 내과학교실

김명아 · 고은미 · 홍석근 · 손대원 · 오병희 · 이명묵  
이명철 · 박영배 · 최윤식 · 서정돈 · 이영우 · 고창순

=Abstract=

### Myocardial Perfusion Imaging in Myocardial Infarction Using $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI : A New Myocardial Imaging Agent

Myung A Kim, M.D., Eun Mi Koh, M.D., Suk Keun Hong, M.D.,  
Dae Won Sohn, M.D., Byung Hee Oh, M.D., Myoung Mook Lee, M.D.,  
Myung Chul Lee, M.D., Young Bae Park, M.D., Yun Shik Choi, M.D.,  
Jung Don Seo, M.D., Young Woo Lee, M.D., Chang-Soon Koh, M.D.

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

Technetium-99m methoxyisobutylisonitrile( $^{99m}\text{Tc}$  MIBI), a new myocardial imaging agent, was used in myocardial perfusion scan in 23 patients who had been diagnosed as myocardial infarction to assess its usefulness in evaluation of coronary artery disease. All patients undertook left ventriculography (LVG) and coronary arteriography (CAG).

Gated blood pool scan, planar scintigraphy and SPECT were done using  $^{99m}\text{Tc}$  MIBI.

After then SPECT image was reconstructed to short axis view of the heart at the level of the base, mid and apex. The data from these studies were compared with the results of EKG, LVG and CAG. Diagnostic sensitivity of myocardial scan using  $^{99m}\text{Tc}$  MIBI was 91.3%.

In localization of infarction site and evaluation of its extent, myocardial scan was superior to EKG. CAG revealed significant stenosis at the arteries supplying the area in which the scan showed perfusion defect. In detecting abnormal wall motion, the sensitivity and the specificity were 81.9% and 93.7% respectively. Perfusion defect were found in 75%, 82.5%, and 100% of hypokinetic, akinetic, and dyskinetic segments, respectively. Myocardial perfusion scan using  $^{99m}\text{Tc}$  MIBI was an useful noninvasive test in localizing the site and the extent of infarct and detecting the abnormal left ventricular wall motion.

KEY WORDS : Myocardial perfusion scan ·  $^{99m}\text{Tc}$  MIBI.

서 론

현재까지의 심근관류 스캔은 대부분 Thallium을

이용하여 시행하였다. 그러나 Thallium은 에너지가 낮고 연조직에서의 광량자 흡수가 많아 좋은 영상을 얻을 수 없었다. 이에 좀 더 좋은 영상을

\*본 논문은 1988년도 서울대학교병원 특진연구비의 일부 보조로 이루어진것임.

연구 위한 노력이 진행되어 왔고 1981년 부터는 방사선 의약품으로 Technetium Compound가 개발되었다. Technetium은 Thallium의 단점을 해결할 뿐 아니라 값싸고 쉽게 구할 수 있으며 새로운 시설 투자없이 사용할 수 있는 장점이 있다. 저자들은 이 중 하나인 Tachnetlum 99m-Methoxy Isobutyl Isonitrile(<sup>99m</sup>-Tc MIBI)의 관동맥 질환에서의 사용 가능성을 평가하기 위하여 서울대학교병원 내과에 입원한 심근경색 환자를 대상으로 심장 관류스캔을 실시하여 다음의 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

1988년 4월부터 1988년 8월까지 서울대학교병원 내과에 입원하여 좌심실조영술 및 관동맥조영술을 실시한 총 23예의 심근경색증 환자를 대상으로 하였다(표 1). 심근경색의 진단은 급성심근경색인 경우 흉통, 심전도소견 및 심장효소(Cardiac enzyme)에 의하였고, 진구성심근경색인 경우 경색을 시사하는 병력과 심전도상 Q파가 있는 경우를 기준으로 하였다.

### 2. 방 법

전예에서 관동맥조영술을 실시하였고 좌심실조영술은 1예를 제외하고 모두에서 실시하였다. 스캔은 <sup>99m</sup>-Tc MIBI를 24-40mCi 정맥주사한 후 30분에 Gated study를 전위, 좌전사위 45도에서 실시 하였고(그림 1). 60분에 위와 같은 위치 및 좌측위에서 Plannar Scintigraphy를 실시하였다(그림 2). 이 후에 단일광자방출 전산화단층스캔(Single Photon Emission Computed Tomography: SPECT)를 실시하였다. SPECT는 Siemens사의 Rota Camera를 사용하였고, 얻어진 data는 CDA Microdelta Computer로 심장의 첨부(Apex), 중간부위(Mid), 기저부(Base)에서 단층영상을 만들어 분석하였다(그림 3). 심근경색의 위치는 SPECT상 영상의 소실을 보인 부위와 심전도상 경색부위, 관동맥조영술상 협착이 있는 부위를 각각 비교하였다. 좌심실벽운동은 좌심실조영에서 비정상적 운동을 보인 부위와 SPECT에서 영상소실을 보인

표 1. 심근경색 환자의 구성

		Case
AMI	Subendocardial	2
	Transmural	14
OMI		5
AMI+OMI		2
Location (by ECG)	Anteroseptal	10
	Extensive anterior	4
	Anterolateral	1
	Inferior	6+2*
	No Q wave	2

AMI: Acute myocardial infarction

OMI: Old myocardial infarction

2\*: 전중격 급성심근경색 환자중 하벽에 진구성 심근경색이 있었던 2예.

부위와 비교 하였다.

## 결 과

총 23예중 21예에서 SPECT상 관류 결손을 보여(그림 3), 심근경색을 진단할 수 있는 예민도는 91.3%였다.

표 2는 경색부위를 발견함에 있어서 심전도와 SPECT를 비교한 것이다 하벽경색 환자 8예중 전예에서 후벽의경색이 동반되었고 이 중 3예에서는 후중격(Posteroseptal)의 경색이, 2예에서는 후측벽(Posterolateral)의 경색이 동반되어 있었으나 심전도로는 이들을 진단할 수 없었다. 또 심내막 하경색 2예중 1예에서도 측벽의 관류결손을 관찰

표 2. 심전도 진단과 SPECT의 비교

	ECG(+) ECT(+)	ECG(+) ECT(+)	ECG(-) ECT(-)	ECG(-) ECT(-)
Septal	10	4	4	-
Anterior	14	1	-	-
Lateral	1	4	2	-
Inferior	6+2*	-	1	-
Posterior	-	-	6+2*	-
Subendocardial	-	-	1	1

ECT: Emission computed tomography

2\*: 전중격 급성심근경색 환자중 하벽에 진구성 심근경색이 있었던 2예.

할 수 있었다.

표 3은 전층경색이었던 21예를 대상으로 관동맥 조영술상 유의한 협착을 보인 부위와 SPECT 소견을 비교한 것이다. 전벽과 중격에 관류결손을 보인 예는 모두 좌전하행지(Left Anterior Descending Artery : LAD)에 협착이 있었으며 후벽과 하벽에 결손이 있었던 예는 우측관상동맥(Right Coronary Artery : RCA)에 협착이 있어 스캔의 관

표 3. 관동맥 조영소견과 SPECT의 비교

		SPECT				
		Sep	Ant	Lat	Inf	Post
LAD	14	10	13	—	—	—
LCX	1	—	1	1	—	—
RCA	5	3	—	1(PL)	5+2*	5+2*
RCA+LCX	1	—	—	1(PL)	1	—

LAD : Left anterior descending artery

LCX : Left circumflex artery

RCA : Right coronary artery

PS : Posteroseptal

PL : Posterolateral

2\* : 전중격 급성심근 경색 환자중 하벽에 전구성 심근경색이 있었던 2예.

류결손 위치와 그 부위를 공급하는 동맥의 협착간의 좋은 상관관계를 보였다.

좌심실조영술을 시행한 22명의 환자를 대상으로 각 환자의 좌심실 영상을 9개의 분절로 나누어 총 198분절에 대하여 SPECT상 관류결손을 보이는

표 4. 좌심실 조영술에 의한 경색부위와 SPECT의 비교

	LVG(+) ECT(+)	LVG(+) ECT(+)	LVG(-) ECT(-)	LVG(-) ECT(-)
Anterobasal	—	—	2	20
Anterolateral	10	4	—	8
Apical	13	2	1	6
Inferior	9	2	1	10
Posterobasal	6	1	—	15
Basal septal	4	1	1	16
Apical septal	12	1	—	9
Posterolateral	2	2	1	17
Superolateral	3	—	2	17
Total	59	13	8	118

LVG : Left ventriculography

ECT : Emission computed tomography

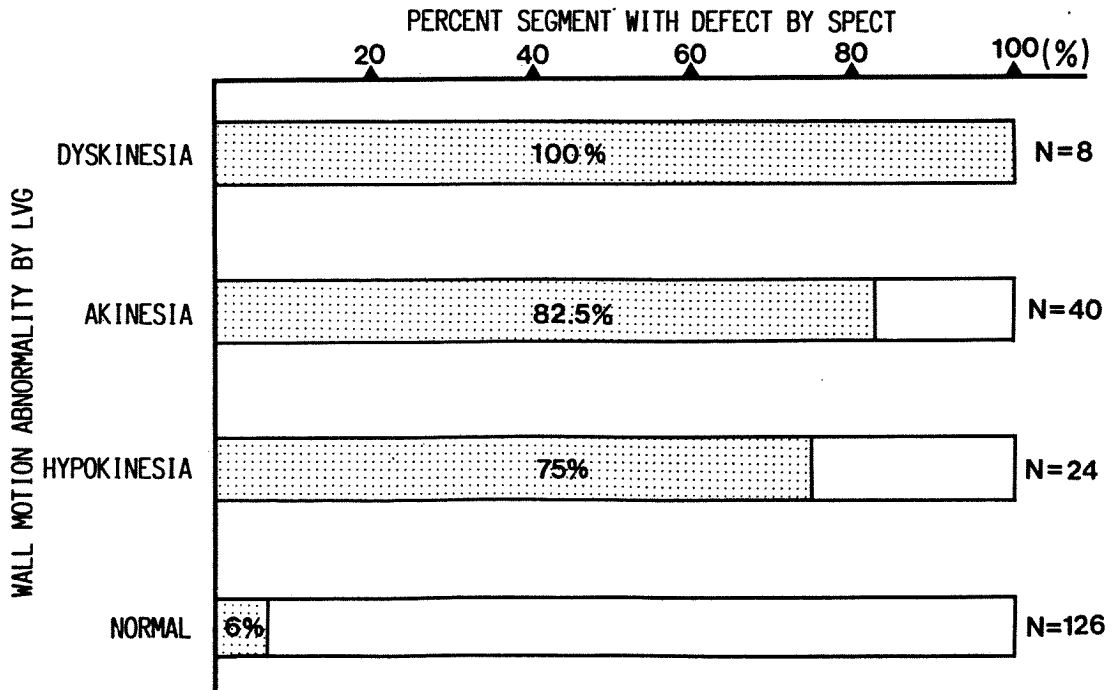


그림 4. 좌심실 조영술에 의한 비정상적 좌심실 벽운동과 SPECT의 관류결손의 비교.

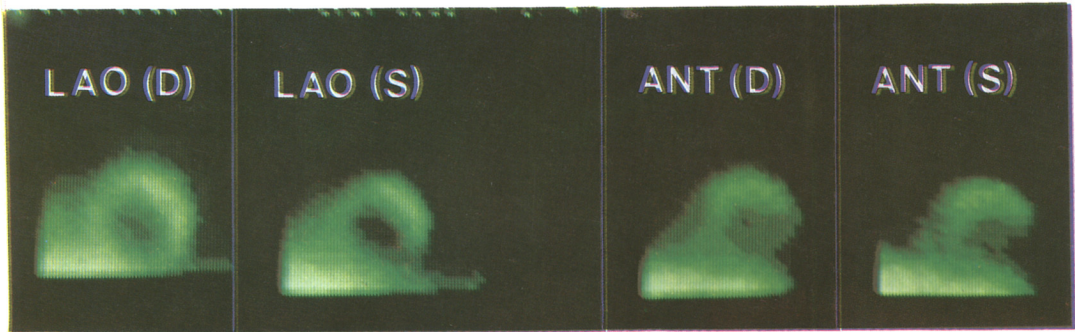


그림 1. 전중격 급성심근경색 및 하벽 진구성 심근경색이 있었던 환자의 gated blood pool스캔 소견 : 중격 및 하벽의 uptake 감소와 심첨부의 관류결손 및 이 위치의 무운동 소견이 보인다.  
 LAO : Left anterior oblique 45°  
 ANT : Anterior  
 D : Diastole, S : Systole

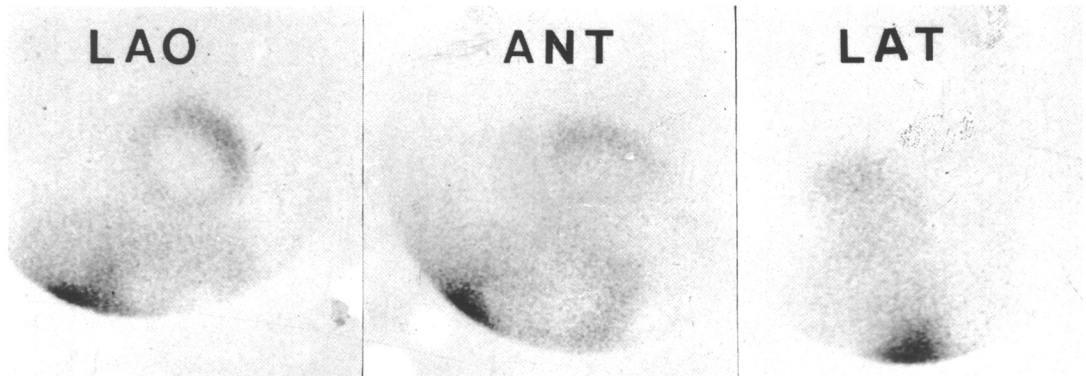


그림 2. 같은 환자의 planar scintigraphy 소견 : 중격 및 하벽의 uptake 감소와 심첨부의 관류결손이 보인다.  
 LAO : Left anterior oblique 45°  
 ANT : Anterior  
 D : Diastole, S : Systole

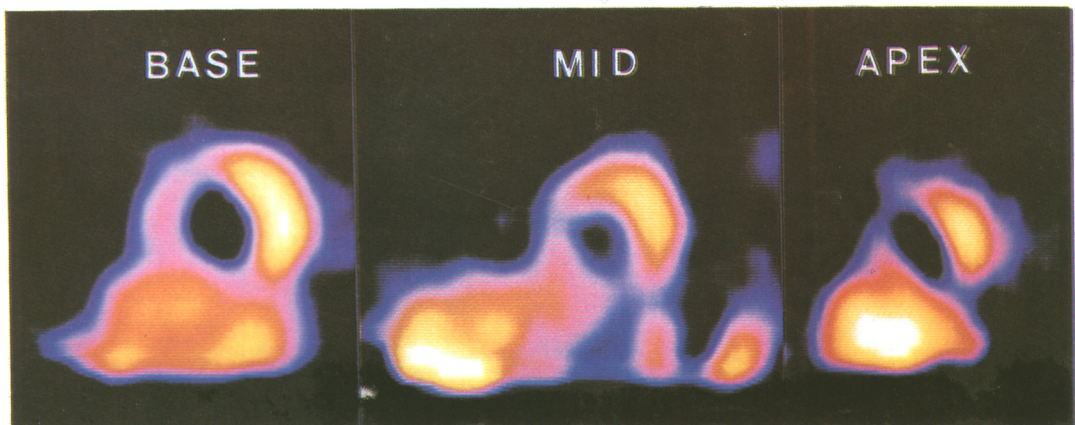


그림 3. 같은 환자의 SPECT 소견 : 각 분절에서 전벽의 일부, 중격, 하벽의 관류결손을 볼 수 있다.

부위가 좌심실조영상 비정상적 운동을 보이는 가  
를 관찰 하였다(표 4). 좌심실조영상 비정상적 운  
동을 보이는 총 72분절중 59분절에서 관류결손을  
보여, 비정상적운동을 진단하는 예민도는 81.9%였  
다. 또 정상운동을 보이는 126분절에 대한 특이도  
는 93.7%였다. 비정상적 심실벽운동을 각각 저운  
동(Hypokinesia), 무운동(Akinesia), 운동실조(Dy-  
skinesia)로 분류하였을 때 스캔상 결손을 보인 경  
우가 각각 75%, 82.5%, 100%였다(그림 4).

## 고 찰

심장관류스캔에 사용하는 동위원소로써 이상적  
인 조건은 혈류에서의 Clearance가 빨라야 하고,  
심장내 Uptake가 신속하고 높아야하며 Target대  
Nontarget의Uptake 비율이 높아야 한다. 이런 관  
점에서 볼 때 Technetium은 가장 합당한 동위원  
소이다. 또 Technetium은 그 물리적 특성때문에  
Blood Pool Image 및 Plannar Image를 동시에 얻  
을 수 있어 한번 검사로 많은 정보를 얻을 수 있  
다. 그러므로 Technetium를 이용한 심장관류측정  
제를 만드는 데 많은 노력을 기울여 왔다. 그 결과  
Technetium t-Butyl Isonitrile(Tc-TBI)를 비롯하  
여, 여러 Radiopharmaceutical을 이용한 Technetium  
제제가 개발되었다<sup>1-4</sup>). 그러나 이들 제제들은  
Blood Clearance가 낮고 심장내 Uptake가 낮아 영  
상을 제대로 얻을 수 없거나, 폐나 간의 방사능 분  
포가 높아 얻어진 심장 영상을 판독하는 데 제약  
이 있었다<sup>5-6</sup>. 본 연구에서 사용한 <sup>99m</sup>Tc MIBI는  
폐 분포가 무시할 정도이며 간의 분포는 심장보다  
높으나 심장에서의 반감기가 6.8시간인 데 비하여  
간에서의 반감기는 휴식시 1.2시간, 운동시 2.5시  
간으로 이 시간을 피하여 영상을 얻는다면 간 영  
상으로 인한 판독오류를 피할 수 있다. 이것은 <sup>99m</sup>Tc MIBI는 시간 경과에 따른 재분포가 없으므로 Delayed Image를 얻는 것이 가능하기 때문이다.

일반적으로 Plannar 영상은 병변부위에 정상관  
류영상이 겹쳐 경색부위의 판정이 어려우며 하벽  
의 병변은 간과 겹쳐 mask될 수 있다. 반면 To-  
mography는 좌심실이 주위 장기(간, 폐 등)와 분

명히 구별되고 또 혈류가 감소된 부위와 정상이  
부위의 구분이 용이하다. 이러한 사실은 이미  
Thallium을 이용하여 많은 보고가 되어 잘 알려진  
사실이며<sup>7-10</sup>), 본 연구에서도 Plannar 영상을 얻었  
으나 SPECT로 결과를 비교 하였다.

Wackers 등<sup>11</sup>)의 보고에 의하면, 심전도와 스캔  
의 결과를 각각 부검 소견과 비교하여 경색부위의  
진단에 심전도는 70%, 스캔은 91%의 일치율을  
보여 스캔이 더 우수함을 보고 하였다. 특히 하벽  
경색인 경우 후벽경색의 동반여부를 아는데 매우  
유용하다<sup>12,13</sup>). 본 연구에서는 심전도상의 경색의  
위치와 SPECT상의 결손이 비교적 좋은 일치율을  
보이면서 심전도상에서는 진단하기 어려운 후측벽  
이나 후중격을 포함한 심실후벽의 경색의 진단이  
용이 하였다. 또 각차단(Bundle Branch Block),  
WPW 증후군, 인공심박동율과같은 비정상적인 심  
실 Activation을 보일 경우 스캔이 더 도움이 된다.  
비Q파 경색에 대해서는 연구마다 Case가 적어 평  
가하기 어려운 상태이다<sup>6,14</sup>). 본 연구의 심전도상  
Q파가 없었던 2예의 경우 1예는 결손이 있었고 1  
예는 결손이 없었다. 비Q파 경색에서 MIBI를 사  
용한 진단의 정확성에 대하여는 논하기 어려우며  
향후 더 많은 연구가 필요하다고 하겠다.

관동맥조영술의 결과와 스캔상 결손을 보인 부  
위를 비교한 결과에서 경색이 발생한 부위의 동맥  
에 모두 의미있는 협착을 보였다는 것은 그 자체  
의 의미 뿐 아니라 Multivessel Disease의 관동맥  
질환일 경우 실제 허혈을 일으키는 동맥을 찾고  
적절한 치료 계획을 세울 수 있는 좋은 근거를 제  
시한다는 데 더 큰 의미가 있겠다. Thallium을 이  
용한 여러 연구의 결과를 보면<sup>15-18</sup>), 전반적 예민  
도는 협심증에서보다는 경색에서 더 높으며 각 관  
동맥에 대하여는 좌회선지(Left Circumflex Ar-  
tery; Lcx)에 대한 예민도가 가장 낮고 다음  
RCA, LAD의 순으로 나타난다<sup>16,17</sup>). 또 그 예민도  
는 협착이 있는 관동맥의 수보다는 협착의 정도에  
달라있다고 하겠다<sup>16,19</sup>).

<sup>99m</sup>Tc MIBI 스캔은 비정상적 좌심실벽 운동을  
평가하는 데 좋은 결과를 보였다. 비정상적 운동  
이 심할 수록 스캔상결손을 보이는율이 높아 운  
동실조의 경우는 100%였고, 이는 경색의 크기와

관련이 있다고 보겠다. 경색의 크기가 클 수록 스캔상 발견율이 높아진다<sup>20,22)</sup>, 위음성을 보인 경우는 모두 저운동과 무운동의 분절이었고 위치는 전측벽(Anterolateral wall)이 4예로 가장 많았다. 가능한 설명으로는 여러 측부순환혈류(Collateral flow)의 기여와, 좌심실의 넓은 허혈부위중 가장 심한 곳만 결손으로 보인 경우를 생각할 수 있겠다. 본 연구에서는 영상의 완전 소실만을 양성으로 보았으나 Uptake의 감소를 보인 분절까지 감안하면 저운동이나 무운동의 진단 예민도는 더 높을 것으로 기대된다.

## 결 론

<sup>99m</sup>-Tc MIBI의 관동맥 질환에서의 사용 가능성을 평가하기 위하여 심근경색증 환자를 대상으로 심장관류스캔을 실시하여 다음의 결과를 얻었다.

- 1) 심근경색을 진단할 수 있는 예민도는 91.3%였다.
- 2) 심근경색을 진단함에 있어 심전도보다 우수하였고 후벽의 경색 동반여부를 아는데 유용하였다.
- 3) SPECT상 관류결손을 보인 부위와 1 부위를 공급하는 동맥의 협착간에 좋은 상관관계를 보였다.
- 4) 좌심실조영술에서 보인 비정상적 운동을 진단할 수 있는 예민도와 특이도는 각각 81.9%와 93.7%였다. 이 중 저운동은 75%에서, 무운동은 82.5%에서 운동실조는 100%에서 관류결손을 보였다.

이상의 결과로 <sup>99m</sup>-Tc MIBI를 사용한 심근스캔은 심근경색의 위치 및 범위를 정하고 비정상적 좌심실운동을 발견하는데 매우 유용한 비관혈적 검사로 사료된다. 이 연구는 앞서도 언급한 바와 같이 <sup>99m</sup>-Tc MIBI의 사용 가능여부를 평가하기 위한 것이며 앞으로 협심증, 경색후 협심증 등 대상을 넓혀 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## References

- 1) Deutsch E, Bushong W, Glavan KA, Edder RC,

Sodd VJ, Scholz KL, Forman DL, Lukes SJ : *Heart imaging with cationic complexes of Technetium*. Science 214 : 85, 1981

- 2) Deutsch E, Glavan KA, Sodd VJ, Nishiyama H, Ferguson DL, Lukes SJ : *Cationic Tc-<sup>99m</sup> complexes as potential myocardial imaging agents*. J Nucl Med 22 : 897, 1981
- 3) Dudczak R, Angelberger P, Homan R, Kletter K, Schmoliner R, Frischman H : *Evaluation of <sup>99m</sup> Technetium-dichloro bis(1,2-Dimethylphosphino) Ethane(<sup>99m</sup>Tc-DMPE) for myocardial scintigraphy in man*. Eur J Nucl Med 8 : 513, 1983
- 4) Holman BL, Jones AG, Lister-James J, Savison A, Abrams MJ, Kirshenbaum JM, Tumeh SS, English RJ : *A new Technetium-<sup>99m</sup>-labelled myocardial imaging agent hexakis(t-butyl-isonitrile)-Technetium I(Tc-<sup>99m</sup>labelled myocardial imaging agent hexakis(t-butyl-isonitrile)-Technetium I(Tc-<sup>99m</sup> TBI) : Initial experience in the human*. J Nucl med 25 : 1350, 1984
- 5) Gerundini P, Savi A, Gilardi MC, Margonato A, Viccdomini G, Zecca L, Hirth W, Libson K, Bhatia JC, Fazio F, Dentsch E : *Evaluation in dog and humans of three potential Technetium-<sup>99m</sup> myocardial perfusion Agents*. J Nucl Med 27 : 409, 1986
- 6) Campbell S, Holman BL, Kirshenbaum JM, Antman EM, Vister-James J, Vavison A, Kozlowski J, English RJ, Jones AG : *The scintigraphic evaluation of myocardial infarction and regional ventricular performance using Technetium-<sup>99m</sup> hexakis(t-butylisonitrile) Technetium (I)(TBI) : A new myocardial agent*. Eur J Nucl Med 12 : 219, 1986
- 7) Tamaki S, Nakajima H, Murakami T, Yui Y, Kambara H, Kadota K, Yoshida A, Kawai C, Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, Torazaka k : *Estimation of infarct size by myocardial emission computed tomography with Thallium-201 and its relation to creatine kinase-MB release after myocardial infarction in men*. Circulation 66 : 994, 1982

- 8) Richie JL, Williams DL, Harp G, Stratton JL, Caldwell JH : *Transaxial tomography with Thallium-201 for detecting remote myocardial infarction : comparison with planar image*. *Am J Cardiol* 50 : 1236, 1982
- 9) Narahara KA, Thompson CJ, Maublart JC, Criley JM, Mena I : *Estimation of left ventricular mass in normal and infarcted canine hearts using Thallium-201 SPECT*. *J Nucl Med* 28 : 1315, 1987
- 10) Holman BL, Hill TC, Wynne J, Lovett RD, Zimmerman RE, Smith EM : *Single-photon transaxial emission computed tomography of the heart in normal subjects and in patients with infarction*. *J Nucl Med* 20 : 736, 1979
- 11) Wackers FJTH, Becker AE, Samaon G, Solole EB, vd Schoot JB, Vet AJTM, Lie KI, Durrer D, Wellens H : *location and size of acute transmural myocardial infarction estimated from Thallium-201 scintiscans*. *Circulation* 56 : 72, 1977
- 12) Wackers FJTH, Busemann SE, Samson G, vd Schoot JB, Wellens HJJ : *Myocardial imaging in coronary heart disease with radionuclides with emphasis on Thallium-201*. *Eur. J Cardiol* 3 : 273, 1976
- 13) Wacker FJTH : *Thallium-201 myocardial scintigraphy in acute myocardial infarction and ischemia*. *Seminars in Nucl Med* 10 : 127, 1980
- 14) Ritchie JL, Zaret BL, Strauss HW, Pill B, Berman DS, Schelbert HR, Ashburn WL, Berger HJ, Hamilton GW : *Myocardial imaging with Thallium-201 : Multicenter study in patients with angina pectoris or acute myocardial infarction*. *Am J Cardiol* 42 : 345, 1978
- 15) Lenaers A, Block P, van Thiel E, Lebedelle M, Becquevort P, Erbsmann F, Ermans AM : *Segmental analysis of Thallium-201 stress myocardial scintigraphy*. *J Nucl Med* 18 : 509, 1977
- 16) Massie BM, Botvinick LH, Brundage BH : *Correlation of Thallium-201 scintigrams with coronary anatomy : factors affecting region by region sensitivity*. *Am J Cardiol* 44 : 616, 1979
- 17) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau JR, Strauss W, Pitt B : *Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise*. *Circulation* 55 : 79, 1977
- 18) Ritchie JL : *Myocardial perfusion imaging*. *Am J Cardiol* 49 : 1341, 1982
- 19) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, Gould KL, Narahara KA, Murray JA, Williams DL : *Myocardial imaging with Thallium-201 at rest and during exercise*. *Circulation* 56 : 66, 1977
- 20) Mueller TM, Marcus MI, Jhrherdt JC, Chaudhuri T, Abboud FM : *Limitations of Thallium-201 myocardial perfusion scintigram*. *Circulation* 54 : 640, 1976
- 21) Wackers FJT, Sokole EB, Samson G : *Value and limitations of Tl-201 scintigraphy in the acute phase of myocardial infarction*. *N Engl J Med* 295 : 1, 1976
- 22) Parkey RW, Bonte FJ, Stokely EM : *Acute myocardial infarction imaged with <sup>99m</sup>Tc-Stannous Pyrophosphate and <sup>201</sup>Tl : a clinical evaluation*. *J Nucl Med* 17 : 771, 1976