

부하-휴식 1일 영상법을 이용한 심근관류 SPECT에서 ^{99m}Tc-tetrofosmin과 ^{99m}Tc-MIBI의 관동맥질환 진단을 비교

전남대학교병원 핵의학과, 전남대학교 의학연구소¹

민정준 · 범희승¹ · 송호천 · 정환정 · 김지열¹

= Abstract =

Comparison of ^{99m}Tc-tetrofosmin and ^{99m}Tc-sestamibi Myocardial Perfusion SPECT in Detecting Coronary Artery Disease

Jung Jun Min, M.D., Hee Seung Bom, M.D.¹, Ho Cheon Song, M.D.
Hwan Jeoung Jeoung, M.D. and Ji Yeul Kim, Ph.D.¹

*Department of Nuclear Medicine, Chonnam University Hospital,
Chonnam University Research Institute of Medical Sciences¹, Kwangju, Korea*

Purpose: ^{99m}Tc-tetrofosmin(TF) is a recently proposed myocardial imaging agent which has similar biokinetic characteristics to ^{99m}Tc-sestamibi(MIBI). The aim of this study was to compare TF and MIBI myocardial perfusion SPECTs in detecting coronary artery disease. **Materials and Methods:** One hundred and sixty patients(101 males, 59 females, mean age 57±9 yr) who had undergone both myocardial perfusion SPECT(M-SPECT) and coronary angiography within 1 month were studied. M-SPECT was performed using TF in 115 patients and MIBI in 45 patients. Stress-rest one day protocol was used in all patients. A coronary stenosis was considered significant when the luminal diameter ≥50% was compromised. The chi square test was used to compare differences in sensitivity and specificity between the two groups. **Results:** There was no difference in age and diseased coronary artery branches between the two groups. There were more male patients in TF group: Male-to-female ratios of TF and MIBI groups were 78:37 and 23:22, respectively(p<0.05). The overall sensitivity of TF study was 92% and specificity 36%. The overall sensitivity and specificity of MIBI study were 93% and 30%, respectively. There was no difference between TF and MIBI groups in identifying individual diseased coronary artery branches. **Conclusion:** One day stress-rest myocardial SPECT using either TF or MIBI was comparable and was a very sensitive test in detecting coronary artery disease. (Korean J Nucl Med 1998;32:137-42)

Key Words: ^{99m}Tc-tetrofosmin, ^{99m}Tc-sestamibi, coronary artery disease, SPECT

Corresponding Author: Hee-Seung Bom, M.D., Department of Nuclear Medicine, Chonnam University Hospital, 8 Hakdong, Kwangju 501-757, Korea

Tel: (062) 220-5641, Fax: (062) 232-0232, E-mail: hsbom@chonnam.chonnam.ac.kr

※ 이 논문은 1997년 전남대학교병원 임상연구비의 지원을 받았음.

서 론

^{201}Tl 을 이용한 부하-재분포 영상은 관동맥질환의 진단과 심근생존율의 평가에 널리 이용되어왔으나^{1,2)}, 반감기가 길어 주사량에 한계가 있고 저에너지 방사선을 방출하여 선명한 영상을 얻기가 어려우며 연조직에 의해서 감쇠가 잘 된다는 단점을 가지고 있다. ^{201}Tl 의 이러한 한계를 극복하기 위해 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 표지 심근관류스캔용 방사성의약품이 개발되었다. 그 중 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi(이하 MIBI)는 isonitrile계 화합물로서 정맥주사된 MIBI는 심근세포막과 미토콘드리아 막을 통과하여 음성 막전하에 의해서 미토콘드리아 내에 포획되는데³⁻⁵⁾, 항상 쉽게 이용할 수 있고, ^{201}Tl 보다 10~15배의 선량을 투여할 수 있어 선명한 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또다른 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 제제로 최근 소개되고 있는 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin(이하 TF)은 MIBI와 비슷한 기전으로 심근세포내로 섭취되며, 끊이지 않아도 되고 간에서의 배설이 빠르다고 알려져 있다⁶⁻⁹⁾. 비록 이들 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 제제들이 ^{201}Tl 과 생물학적 특성은 다르지만 관동맥질환을 진단하는데 있어서 비슷한 진단율을 가지고 있다고 보고되고 있다¹⁰⁻¹⁷⁾. 국내에서도 MIBI 또는 TF를 이용한 심근관류 SPECT의 관동맥질환 진단율에 대한 연구가 보고된 바 있으나¹⁸⁻²¹⁾, 이 두 제제를 사용한 심근관류 SPECT의 관동맥질환 진단율을 직접 비교한 연구는 국내외적으로 아직 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 부하-휴식 1일 영상법을 이용한 심근관류 SPECT에서 MIBI와 TF의 관동맥질환 진단율을 비교해 보았다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

1996년 1월부터 6월 사이에 전남대학교병원에서 디피리다몰 부하 심근관류 SPECT과 관동맥조영술을 1개월 이내에 검사받은 160명(남:여=101:59, 평균연령 57±9세)을 대상으로 하였다. 이 중 115예에서는 TF를 사용하였고, 45예에서는 MIBI를 사용하였다. 두 약제는 요일에 따라 달리 사용했으며, 환자

개개인에 따른 선택은 없었다. 환자군의 임상양상을 보면 MIBI군에서 안정형 협심증이 13예, 불안정형 협심증이 26예, 심근 경색이 6예였고, TF군에서는 안정형 협심증이 44예, 불안정형 협심증이 52예, 이형 협심증이 5예, 심근 경색이 14예로 두 군간에 유의한 차이는 없었다($p=0.28$).

2. 심근관류 SPECT

모든 환자는 부하-휴식 1일 영상법에 따라 심근관류 SPECT을 시행하였다. 대상환자는 검사 전날부터 베타차단제 및 칼슘길항제 투여를 중지시키고, 검사당일 질산염 제제의 투약을 중단하였으며, 검사일 아침은 금식하도록 하였다. 부하기 촬영시 디피리다몰(한국 베링거인젤하임사 제품) 0.56 mg/kg을 4분간에 걸쳐 연속 정맥주사하였으며, 디피리다몰 주사 2분 째부터 손잡이(hand-grip) 운동을 시작하였다. 디피리다몰 주사가 끝난 후 3분째에 TF 또는 MIBI를 주사하고 1시간 후에 촬영하였다. 검사 중에는 심전도 감시를 계속하였고 만약 디피리다몰에 관련된 부작용이 나타날 경우 디피리다몰 정맥주사를 중단하고 심근관류제제 주사 후 아미노필린 125~250mg을 서서히 주사하였다. 연구기간 중 기관지 천식 환자가 1명 있었고, 이 환자에게는 도부타민을 사용하였으나, 이 환자는 대상에서 제외하였다.

심근관류제제로는 TF 또는 MIBI를 요일에 따라 임의로 사용하였고, 부하 후 370 MBq을 정맥주사하고, 4시간 후 휴식기에 1,110 MBq을 정맥주사하였다. 심근관류 SPECT은 부하기, 휴식기 주사 후 각각 60분 후에 시행했고 심근관류제제의 담낭배설을 촉진시키기 위해 각각의 주사 후 30분 후에 달걀과 우유를 포함한 지방식을 들게 하였다.

저에너지용 고분해능 조준기가 장착된 회전형 감마카메라(Sopha DSX, France)를 이용하여, 20% 에너지창을 140 KeV 감마선 피크에 설정하였고, 우전사위 45도부터 좌후사위 45도까지 180도 회전시키면서 각 투사영상당 64×64 행렬로 부하기 20초, 휴식기 15초씩 32개의 투사영상을 얻었다. 각 영상은 카메라에 내장된 컴퓨터에 수록하였고, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 플러드선원을 이용하여 균일성보정을 한 후 헤밍-헨 여과기를 이용하여 여과후역투사를 시행, 심장의 횡단

면상을 얻었다. 횡단면상을 재정위하여 4 mm 두께로 좌심실의 수평장축단면상, 수직장축단면상 및 단축단면상을 얻었다. 감쇠나 산란에 대한 보정은 시행하지 않았다.

3. 심근영상의 분석

대상환자에서 TF와 MIBI 각각의 부하, 휴식기 영상을 비교하였다. 좌심실의 수평장축단면상, 수직장축단면상, 단축단면상을 각각 심첨부, 전벽, 하벽, 격벽 및 측벽으로 나누고, 가역적 또는 고정 관류결손이 있는 영역이 전벽 또는 격벽에 있으면 좌전하행지(left anterior descending artery; 이하 LAD), 측벽에 있으면 좌회전지(left circumflex artery; 이하

LCx), 하벽에 있으면 우관동맥(right coronary artery; 이하 RCA) 질환으로 진단하였다.

심근관류 SPECT의 소견은 관동맥조영술과 비교하여 TF 및 MIBI 각각에서 관동맥분지에 따라 예민도, 특이도, 정확도, 양성예측도를 구했다. 또한 환자별로 심근관류 SPECT의 소견과 관동맥조영술 소견을 비교하여 같은 방법으로 예민도, 특이도, 정확도, 양성예측도를 구했다. 관동맥조영술에서 관동맥질환의 정의는 50%이상의 협착이 있는 경우로 하였으며, 관동맥조영술 결과보고서의 결과를 이용하였다.

4. 통계분석

두 군간의 평균연령의 비교는 Student's t-test를 사용하였고, 임상양상의 비교는 chi square test를 이용하였다. 두 군간의 진단율의 비교는 비울검정으로 하였고, p값 0.05 미만을 유의한 차로 간주하였다.

Table 1. Coronary Angiographic Findings according to ^{99m}Tc Myocardial Perfusion Imaging Agents

	TF	MIBI
Normal	55	18
Single vessel disease	29	16
LAD	15	10
LCx	5	1
RCA	9	5
Multivessel disease	31	11
Total	115	45

Abbreviations; TF: ^{99m}Tc-tetrofosmin, MIBI: ^{99m}Tc-sestamibi, LAD: left anterior descending artery, LCx: left circumflex artery, RCA: right coronary artery

결 과

MIBI를 사용한 환자군의 평균 연령은 57세(57±9), TF를 사용한 환자군의 평균 연령은 58세(58±9)로 두 군간에 유의한 차이가 없었으나, 남녀 성비는 TF군에서 남자의 비율이 높았다(MIBI군 남:여 23:22, TF군 남:여 78:37, p<0.05).

단일혈관질환은 전체 160명 중 45명이었고, 다혈관질환은 42명이었다. 관동맥 분지별로는 LAD가 단일혈관질환 예 중 25예(56%)로 가장 많았고, 다혈관질환에서는 세 혈관이 비슷하였다(Table 1).

환자별로 보았을 때 관동맥질환 예민도는 TF,

Table 2. Comparison of ^{99m}Tc-tetrofosmin(TF) and ^{99m}Tc-sestamibi(MIBI) in the Diagnosis of Coronary Artery Disease

	TF (n=115)				MIBI (n=45)			
	LAD	LCX	RCA	Overall	LAD	LCX	RCA	Overall
Sensitivity	75%	65%	80%	92%	75%	25%	100%	93%
Specificity	71%	85%	79%	36%	48%	77%	80%	30%
Accuracy	72%	81%	79%	65%	57%	71%	86%	57%
Positive predictive value	60%	55%	61%	61%	43%	13%	67%	50%

Abbreviations; see Table 1.

MIBI군에서 각각 92, 93%였고, 특이도는 36, 30%로 차이를 보이지 않았으며, 각 분지별 관동맥질환 진단율도 양 군간에 차이가 없었다(Table 2).

고 찰

^{99m}Tc 표지 심근관류스캔용 방사성의약품이 개발된 이래 그 물리적인 장점 때문에 사용량이 증가함에 따라 관동맥질환의 진단율에 관한 연구가 국내에서도 활발하게 이루어져 왔다. 본 교실에서는 관동맥조영술 소견을 기준으로 MIBI의 관동맥분지별 질환 진단의 예민도 및 특이도를 LAD의 경우 100%, 89%, LCx는 88%, 91%, RCA는 92%, 93%로 보고한 적이 있고¹⁸⁾, TF의 환자별 관동맥질환을 예민도 84.6%, 특이도 95%로 보고한 바 있다¹⁹⁾. 여 등²⁰⁾은 MIBI 심근 SPECT의 환자별 진단율을 조사하여 예민도와 특이도를 각각 70~73%, 54~58%로 보고하였다. 여 등²¹⁾은 MIBI를 이용한 단일헤드 SPECT의 예민도와 특이도가 각각 73%와 45%, 삼중헤드 SPECT의 경우 78%, 75%로 보고했다. Iskandrian 등¹⁰⁾은 39명의 환자를 대상으로 MIBI와 ²⁰¹Tl의 진단율을 조사했는데 예민도는 모두 82%, 특이도는 100%, 82%였고 정확도는 87%, 82%였다. Kiat 등¹²⁾은 36명의 환자를 대상으로 한 연구에서 MIBI와 Tl-201의 예민도를 각각 93%와 80%, 특이도를 75%와 50%로 보고했다. Tamaki 등¹⁷⁾은 TF와 Tl-201의 진단율을 비교했는데 25명의 환자에서 예민도는 각각 75%와 73%, 특이도는 각각 80%와 77%로 보고하였다. ²⁰¹Tl은 낮은 에너지로 인한 조적감쇠가 많지만 재분포를 한다는 특성이 있고, TF와 MIBI는 감마카메라로 촬영하기에 적당한 에너지를 가지고 있는 반면 재분포를 하지 않으므로 부하시와 휴식시에 각각 주사해주어야 한다는 점이 다를 뿐이다. 이처럼 MIBI와 ²⁰¹Tl, TF와 ²⁰¹Tl을 비교한 논문들은 모두 서로 비슷한 진단율을 보고하고 있어, TF, MIBI, ²⁰¹Tl을 이용한 심근관류 SPECT의 관동맥질환 진단율은 서로 차이가 없다고 생각된다. 그러나, TF와 MIBI의 관동맥질환 진단율을 직접 비교한 논문은 찾아보기 힘들다.

TF와 MIBI의 물리적 특성의 차이에 관한 보고는

많다³⁻⁸⁾. Flamen 등⁹⁾은 부하시와 휴식시 심장, 간, 폐의 섭취율을 비교했는데 부하시와 휴식시에 TF의 간, 폐 섭취율은 MIBI보다 낮았으나, 심근의 섭취율은 MIBI가 TF보다 높았다고 보고하였다. 이들의 보고에 의하면 TF와 MIBI 심근영상이 같은 소견을 보인 경우는 환자별로 78%였고, 심근 분절별 진단의 일치율은 94%로 높은 일치율을 보였다. 다만, 이 일치율은 관동맥조영술소견과 비교한 것이 아니고 TF와 MIBI의 소견만을 비교한 결과였으므로, 관동맥질환의 진단율에 대한 연구결과는 아니었다는 점이 본 연구와 다르다.

본 연구에서는 TF와 MIBI를 이용한 심근관류 SPECT의 관동맥질환 진단율을 비교하여 서로 진단율에 차이가 없었음을 밝혔다. TF 및 MIBI의 환자별 관동맥질환 진단의 예민도 및 특이도는 각각 92%와 36%, 93%와 30%였는데 이전의 연구^{18,19)}에 비해 예민도는 같으나 특이도가 훨씬 감소한 것을 알 수 있다. 이는 환자선택바이어스(selection bias, post-test referral bias) 때문인 것으로 생각된다. 즉, 심근관류 SPECT 소견이 정상인 환자가 관동맥조영술을 받는 경우가 드물기 때문에 심근관류 SPECT 소견의 진음성이 적어진 결과이다. Rozanski 등^{22,23)}은 관혈적 검사를 시행받은 환자를 선택하기 위하여 시행하는 비관혈적 검사의 빈도가 증가할수록 환자선택바이어스가 생긴다고 보고했는데, 관동맥조영술 전에 방사성핵종 심혈관 촬영술을 시행하는 빈도가 6%에 불과했던 1978년에는 위양성율이 19%에 불과하였으나, 관동맥조영술 전에 RNA를 시행하는 빈도가 85%로 증가된 1982년에는 위양성율이 무려 79%로 증가되었음을 보여 환자선택바이어스가 존재함을 밝혔다. Allman 등²⁴⁾은 아테노신부하 탈륨 심근관류 SPECT를 시행한 환자들의 소견과 관동맥조영술소견을 비교하여 예민도와 특이도를 각각 93%와 25%로 보고하였는데 낮은 특이도를 환자선택바이어스 때문으로 설명했다.

본 연구가 TF와 MIBI의 관동맥질환 진단율을 처음으로 비교하기는 하였으나, 적지않은 제한점을 가지고 있다고 생각한다. 첫째, TF와 MIBI의 환자군이 달랐고 남녀 비가 달랐기 때문에 진단율을 서로 정확하게 비교할 수 없었을 가능성이 있다. 하지만

모두 부하-휴식 1일 검사법을 사용했고, 같은 기간에 검사받은 환자들을 대상으로 했으며, 제제의 사용은 요일별로 무작위로 하였으므로, 결과에 큰 차이는 없을 것으로 생각된다. 둘째, MIBI를 사용한 환자군이 TF군에 비해 작았기 때문에 MIBI군에서 각 관동맥 분지의 진단율이 정확하지 않을 수도 있다. 좌회선지동맥의 예민도가 25%밖에 되지 않는 점이 그 예인데 앞으로 증례를 추가하면서 더 많은 수에서 관찰해보아야 할 것이다.

결론적으로, 본 연구에서는 부하-휴식 1일 검사법을 이용하여 TF와 MIBI 심근영상의 관동맥질환 진단율을 비교하였는데, 두 군 간에 진단율의 차이가 없었으므로, 부하-휴식 1일 영상법을 사용하는 경우 TF와 MIBI 어떤 것을 사용하더라도 관동맥질환을 매우 민감하게 진단할 수 있을 것으로 판단되었다.

요 약

목적: TF와 MIBI는 비슷한 성질을 가지고 있다고 보고되고 있는데 본 연구에서는 부하-휴식 1일 영상법을 이용한 심근관류 SPECT에서 TF와 MIBI의 관동맥질환 진단율을 비교해보고자 하였다. **대상 및 방법:** 1996년 1월부터 6월 사이에 심근관류 SPECT과 관동맥조영술을 1개월 이내에 검사받은 160명을 대상으로 하였는데 이 중 115명에서 TF를 사용했고, 45명에서 MIBI를 사용했다. **결과:** 양 군간에 연령, 관동맥질환의 임상양상과 병변이 있는 분지의 차이는 없었다. 환자별로 보았을 때 관동맥질환 예민도는 TF, MIBI군에서 각각 92, 93%였고, 특이도는 36, 30%로 차이를 보이지 않았으며, 각 분지별 관동맥질환 진단율도 양 군간에 차이가 없었다. **결론:** 이 연구에서는 높은 예민도에 비해 특이도가 현저히 낮았는데 이는 관동맥조영술 대상환자의 선택에 있어 심근관류 SPECT소견이 정상인 환자는 선택되지 않는 환자선택 바이어스에 의한 것으로 보였다. 결론적으로, TF와 MIBI 어떤 것을 사용하더라도 관동맥질환을 매우 민감하게 진단할 수 있을 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- 1) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, McKusick KA, Guinery TE, Beller GA. Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after single dose of thallium-201. *Circulation* 1977;55:294-302.
- 2) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleay J, Strauss HW, Pitt B. Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise: comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* 1977;55:79-87.
- 3) Jones AG, Abrams MJ, Davidson A, Brodack JW, Toothaker AK. Biological studies of a new class of technetium complexes: the hexakis(alkylisonitrile) technetium (I) cations. *Int J Nucl Med Biol* 1984;11:225-34.
- 4) Holman BL, Jones AG, Lister-James J, Davison A, Abrams MJ, Kirshenbaum JM, et al. A new Tc-99m labeled myocardial imaging agent, hexakis(t-butylisonitrile)-technetium(I)(Tc-99m TBI): initial experience in the human. *J Nucl Med* 1984;25:1350-5.
- 5) Cavalho PA, chiu ML, Kronauge JF, Kawamura M, Jone AG, Holman BL, et al. Subcellular distribution and analysis of Tc-99m MIBI in isolated perfused rat hearts. *J Nucl Med* 1992;33:1516-21.
- 6) Higley B, Smith FW, Smith T, Gemmell HG, Das Gupta P, Gvozdanovic DV, et al. Technetium-99m-1,2-bis(bis(2-ethoxy-ethyl) phosphino) ethane: human biodistribution, dosimetry and safety of a new myocardial perfusion imaging agent. *J Nucl Med* 1993;34:30-8.
- 7) Jain D, Wackers FJ, Mattera J, McMahon M, Sinusas AJ, Zaret BL. Biokinetics of technetium-99m tetrofosmin: myocardial perfusion imaging agent: implications for a one-day imaging protocol. *J Nucl Med* 1993;34:1254-9.
- 8) Kelley JD, Foster AM, Higley B, Archer CM, Booker FS, Canning LR, et al. Tc-99m tetrofosmin: a new radiopharmaceutical for myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med* 1993;34:222-7.
- 9) Flamen P, Bossuyt A, Franken PR. Tc-99m tetrofosmin in dipyridamole-stress myocardial SPECT imaging: intraindividual comparison with Tc-99m sestamibi. *J Nucl Med* 1995;36:2009-15.
- 10) Iskandrian A, Heo J, Kong B, Lyons E, Marsh S.

- Use of Tc-99m isonitrile(RP-30A) in assessing left ventricular perfusion and function at rest and during exercise in coronary artery disease and comparison with coronary arteriography and exercise Tl-201 SPECT imaging. *Am J Cardiol* 1989;64:270-5.
- 11) Kahn JK, McGhie I, Akers MS, Sills MN, Faber TL, Kulkarni PV, et al. Quantitative rotational tomography with Tl-201 and Tc-99m-2-methoxy-isobutyl isonitrile: a direct comparison in normal individuals and patients with coronary artery disease. *Circulation* 1989;79:1282-93.
 - 12) Kiat H, Maddahi J, Roy LT, Train KV, Friedman J, Resser K, et al. Comparison of Tc-99m methoxy-isobutyl isonitrile and Tl-201 for evaluation of coronary artery disease by planar and tomographic methods. *Am Heart J* 1989;117:1-11.
 - 13) Taillefer R, Dupras G, Sporn V, Rigo P, Leveille J, Boucher P, et al. Myocardial perfusion imaging with a new radiotracer, Tc-99m hexamibi(methoxy isobutyl isonitrile): comparison with Tl-201 imaging. *Clin Nucl Med* 1989;14:89-96.
 - 14) Taillefer R, Lambert R, Dupras G, Gregoire J, Leveille J, Essiambre R, et al. Clinical comparison between Tl-201 and Tc-99m methoxy isobutyl isonitrile(hexamibi) myocardial perfusion imaging for detection of coronary artery disease. *Eur J Nucl Med* 1989;15:280-6.
 - 15) Nakajima K, Taki J, Shuke N, Bunko H, Takata S, Hisada K. Myocardial perfusion imaging and dynamic with Tc-99m tetrofosmin. *J Nucl Med* 1993;34:1478-84.
 - 16) Rigo P, Leclercq B, Itti R, Lahiri A, Braat S. Tc-99m tetrofosmin myocardial imaging: a comparison with Tl-201 and angiography. *J Nucl Med* 1994;35:587-93.
 - 17) Tamaki N, Takahashi N, Kawamoto M, Torizuka T, Tadamura E, Yonekura Y, et al. Myocardial tomography using Tc-99m tetrofosmin to evaluate coronary artery disease. *J Nucl Med* 1994;35:594-600.
 - 18) Bom HS, Kim JY, Park JH, Chung MH, Park JC, Kang JC. Bullseye analysis of dipyridamole Tc-99m MIBI SPECT for identifying and localizing coronary artery disease. *Chonnam J Med Sci* 1992;5:47-52.
 - 19) 범희승, 정준기, 김덕윤, 양우진. 관동맥질환의 진단에 있어 Tc-99m tetrofosmin의 유용성 검토 *대한핵의학회지* 1994;28(초록):78-9.
 - 20) Yeo JS, Lee DS, Lee KH, Kim JH, Shon KS, Cho SW, et al. Interobserver reproducibility of segmental scoring of Tc-99m MIBI myocardial SPECT. *Korean J Nucl Med* 1994;28:317-25.
 - 21) 여정석, 이동수, 김종호, 손대원, 오병희, 정준기, 이명묵, 박영배, 이명철, 서정돈, 이영우, 고창순. Tc-99m MIBI 심근 SPECT의 관상동맥질환 진단 성능: 단일헤드 SPECT와 삼중헤드 SPECT 비교 *순환기* 1995;25(초록):154.
 - 22) Rozanski A, Diamond GA, Berman D, Forrester JS, Morris D, Swan HJC. The declining specificity of exercise radionuclide ventriculography. *N Engl J Med* 1983;309:518-22.
 - 23) Rozanski A, Diamond GA, Forrester JS, Berman D, Morris D, Swan HJC. Comparison of alternative referent standards for cardiac normality. Implications for diagnostic testing. *Ann Intern Med* 1984;101:164-71.
 - 24) Allman KC, Berry J, Sucharski LA, Stafford KA, Petry NA, Wysor W, et al. Determination of extent and localization of coronary artery disease in patients without prior myocardial infarction by Tl-201 tomography in combination with pharmacologic stress. *J Nucl Med* 1992;33:2067-73.