

^{99m}Tc-MIBI 운동부하 심근관류 SPECT에서 정상소견을 보인 환자의 예후: 운동부하 심전도와 관동맥 조영소견과의 비교

경북대학교 의과대학 핵의학과, 내과¹

이상우 · 이재태 · 천경아 · 강도영 · 김동환¹ · 조용근¹ · 채성철¹ · 이규보

Prognostic Value of Normal Exercise ^{99m}Tc-MIBI Myocardial Perfusion SPECT: Comparison with Exercise Electrocardiography and Coronary Angiography

Sang Woo Lee, M.D., Jaetae Lee, M.D., Kyung Ah Chun, M.D., Do Young Kang, M.D., Dong Hwan Kim, M.D.¹, Yong Keun Cho, M.D.¹, Shung Chull Chae, M.D.¹ and Kyu Bo Lee, M.D.

Department of Nuclear Medicine and Internal Medicine,¹
Kyungpook National University Hospital, Taegu, Korea

Abstract

Purpose: Myocardial perfusion scintigraphy is a useful technique to diagnose and to predict prognosis in patients with suspected or known coronary artery disease. The purpose of the present study is to evaluate the prognostic value of normal exercise ^{99m}Tc-MIBI myocardial perfusion single photon emission computed tomography (SPECT) and to analyze results with regard to those of exercise electrocardiography or coronary angiography. **Materials and Methods:** We evaluated 301 patients (mean age 52±10 years, 166 males and 135 females) with normal exercise ^{99m}Tc-MIBI myocardial perfusion SPECT performed for suspected coronary artery disease. Subjects were evaluated for cardiac events and followed for 8-55 months (mean 19±10 months) after imaging. **Results:** During the follow-up period, there was no cardiac death but only one non-fatal myocardial infarction (event rate 0.21% per year). In addition, only one patient underwent coronary revascularization. There was no significant difference in cardiac event rate between patients with positive (n=27) and negative (n=235) exercise electrocardiography (p:NS). There was no cardiac event in 17 patients who underwent coronary angiography (4 patients with >50% luminal narrowing, 2 patients with vasospasm and 11 patients with no significant lesion). **Conclusion:** Patients with normal exercise ^{99m}Tc-MIBI myocardial perfusion SPECT has a very low risk for cardiac events regardless of exercise electrocardiographic and coronary angiographic findings. (Korean J Nucl Med 2000;34:199-206)

Key Words: Normal exercise myocardial perfusion scintigraphy, ^{99m}Tc-MIBI, Prognosis, Exercise ECG, Coronary angiography

Received Jan. 21, 2000; revision accepted June 14, 2000
Corresponding Author: Jaetae Lee, M.D., Department of Nuclear Medicine, Kyungpook National University Hospital, Samduck 2-Ga 50, 700-721, Taegu, Korea
Tel: 82-53-420-5586, Fax: 82-53-422-0864

E-mail: jaetae@kyungpook.ac.kr

* 본 연구는 1997년도 원자력 연구개발 중장기 계획사업 연구비 지원으로 이루어졌음.

서 론

1983년 Brown 등¹⁾이 thallium을 이용한 운동부하 심근관류스캔이 관동맥 질환 환자의 예후를 예

측하는데 중요한 검사법임을 처음으로 보고한 이래, ²⁰¹Tl 또는 ^{99m}Tc 표지 심근관류평가용 방사성의약품을 이용한 운동부하 또는 약물부하 심근관류스캔이 관동맥질환의 예후를 예측하는데 매우 유용한 검사로 보고되어 왔다.^{2,24)} 최근 새로운 방사성의약품의 개발 및 심근관류 뿐만 아니라 심장기능을 동시에 평가할 수 있는 정량화 프로그램의 도입으로 심근관류스캔의 관동맥질환 진단능이 개선되었을 뿐만 아니라 심장사건의 발생을 예측할 수 있는 새로운 임상지표를 제시하고 있으므로 관동맥질환의 영역에서 심근관류스캔의 임상적인 적용이 더욱 증대될 전망이다.

심근관류스캔에서 정상소견을 보인 경우, 그 예후가 매우 양호하여 흉통이 있거나 심지어 관동맥 조영술상 병변이 있음에도 불구하고, 향후 심장사건 발생률이 정상인과 비슷하다고 보고되어 왔다.²⁵⁻³³⁾ 그러나 실제 임상에서 환자를 진료하는 임상가들 중 상당수는 흉통이 있는 환자에서 운동부하 심근관류스캔을 시행하여 그 결과가 정상임에도 불구하고, 흉통이나 다른 임상소견이 관동맥질환을 암시하거나 운동부하 심전도에서 양성소견을 보이면 심근스캔의 결과를 위음성으로 판단하며, 관동맥 조영술을 시행하는 경우가 많다. 그러므로 이러한 환자들의 예후에 대한 보다 객관적인 증거를 제시하고자 하는 연구들이 시행되어왔다. 국내연구는 송 등³⁴⁾이 심근관류 SPECT에서 정상소견을 보인 환자들을 추적 조사한 결과, 연간 심장사건 발생률이 0.66%로 그 예후가 양호함을 보고하였다. 그러나 이 연구는 모든 환자에서 디피리다몰 약물부하를 시행하였고, 일부의 환자에서만 스캔에 독립적인 운동부하 심전도 검사를 시행하였으므로, 증상 제한적 운동부하 검사와 같이 시행한 심근관류스캔에서 정상을 보인 환자들의 예후예측능을 직접적으로 판단하기가 어렵다.

저자들은, ^{99m}Tc-methoxyisobutyl isonitrile (MIBI)를 이용한 운동부하 심근관류 SPECT에서 정상소견을 보인 우리나라 환자들을 장기간 추적 조사하여 이들의 예후를 알아보려고 하였으며, 특히 SPECT와 같이 시행한 운동부하 심전도 검사 결과나 이후에 선별적으로 시행한 관동맥 조영술 소견에 따라 예

후에 차이가 있는 지를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1994년 1월부터 1997년 12월 사이에 관동맥질환이 의심되어 시행한 ^{99m}Tc-MIBI 운동부하 심근관류 SPECT 검사상 정상 소견을 보인 환자들 중 검사 이전에 심근경색이 진단되었거나 관동맥 재관류술을 시행한 경우, 그리고 관동맥질환이 있었던 경우 등을 제외한 400명에서 추적조사가 가능하였던 301명을 대상으로 하였다(Table 1).

연령은 20세에서 78세의 분포를 보였고(52±10세), 남녀 수는 각각 166명과 135명이었다.

검사를 의뢰한 이유에 따라 분류하면 전형적 흉통이 있었던 경우는 141명(46.8%)이었으며, 비전형적 흉통은 131명(43.5%), 그리고 허혈성 흉통은 없었으나 심전도 이상으로 관동맥 질환을 감별하기 위하여 검사를 시행한 경우가 29명(9.6%)이었다.

안정시 심전도 소견은 정상인 경우가 197명(65.4%), Q파가 있었던 경우는 9명(3%), ST-T분절의 변화가 있었던 경우는 74명(24.6%)이었다.

2. 운동부하

부하 방법은 답차에서 Bruce 또는 수정된 Bruce

Table 1. Characteristics of Patients with Normal Exercise Myocardial Perfusion SPECT (n=301)

Age	20-78 years (52±10)
Men : Women	166:135 (55%:45%)
Angina type	
Typical	141 (46.8%)
Atypical	131 (43.5%)
Nonanginal	29 (9.6%)
Resting ECG	
Normal	197 (65.4%)
Q wave	9 (3.0%)
ST-T change	74 (24.6%)
Others	25 (8.3%)
Follow-up time	8-55 months (19±10)

의 방법을 이용한 증상 제한적 운동부하 방법을 이용하였다. 안정시 심전도를 기록하였으며, 운동시 심전도와 심박수, 그리고 혈압을 지속적으로 관찰하였다.

연령에 따른 최대예측 심박수의 85% 이상에 도달한 경우에 운동부하가 적절히 되었다고 판단하였다. 운동부하 심전도에서 ST분절이 수평 또는 하향으로 1 mm 이상 하강되었을 때를 양성으로 판독하였고, 최대예측 심박수의 85%에 도달하지 못하였거나 안정시 심전도 이상으로 ST분절 하강을 판단하기 어려운 경우를 판독 불가로 정의하였다.

3. ^{99m}Tc -MIBI 심근관류 SPECT

^{99m}Tc -MIBI 심근관류 SPECT는 휴식-부하 1일 또는 2일 검사법을 이용하였다. 1일 검사법에서 휴식기 영상은 333 MBq, 부하기 영상은 1,295 MBq의 ^{99m}Tc -MIBI를 정맥주사한 후 각각 1시간 뒤에 영상획득을 하였고, 2일 검사법의 경우 각각 555 MBq씩의 ^{99m}Tc -MIBI를 사용하였다. 1일 검사법의 경우에는 휴식기 영상을 얻고 나서 4시간 후에 운동부하를 시행하였고, 부하기 영상은 운동종료 약 1분전에 ^{99m}Tc -MIBI를 주사하여 획득하였다.

저에너지 고분해능 평행구멍 조준기가 장착된 3중 헤드 감마카메라(Prism 3000, Picker, USA)를 이용하여 15% 에너지 창을 140 keV에 설정한 후, 각각의 검출기를 3도씩 120도로 전체 360도 회전시키면서 각 투사영상당 64×64 행렬로 20초 또는 25초씩(부하기 영상은 20초, 휴식기 영상은 25초) 총 120개의 투사영상을 얻었다. 영상의 재구성에는 low pass 여과기를 사용하여 여과 후 역투사방법을 이용하였으며 2.8 mm 두께로 심장의 단축단면상, 수평장축단면상, 수직장축단면상을 얻었다. 게이트 영상획득은 시행하지 않았다.

4. 관동맥 조영술

관동맥 조영술은 Judkins씨 방법으로 시행하였고, 여러 투사면을 관찰하여 좌전하행지, 좌회선지, 우관동맥, 그리고 이들의 주요 분지에서 인접한 정상 부위보다 내경이 50% 이상 감소한 경우를 유의한 협착이 있다고 판정하였다.

5. 추적조사

추적조사는 의무기록열람과 전화설문을 통해 시행하였다. 400명 중 추적조사가 가능한 경우는 301명으로 75.25%의 추적조사율을 보였고 추적기간은 8개월에서 55개월로 평균 19개월(19±10)이었다.

예후 평가를 위하여, 심장사건의 발생은 hard event와 soft event로 구분하여 조사하였다. Hard event는 심장의 원인으로 인한 사망과 비치명적 심근경색의 발생으로 정의하였고, soft event는 관동맥우회술이나 관동맥확장술 등의 재관류술이 필요한 관동맥병변의 악화로 정의하였다.

6. 통계분석

통계학적 분석은 chi square test를 이용하였으며, 0.05 미만의 p 값을 유의한 차이로 간주하였다.

결 과

1. 정상 심근관류 SPECT 소견을 보인 환자의 예후

301명의 정상 심근관류 SPECT 소견을 보인 환자를 평균 19개월 추적조사한 결과, 심장사와 비치명적 심근경색으로 정의한 hard event는 1례가 발생하여 0.21%의 연간 발생률을 보였고, 관동맥재관류술이 필요한 관동맥병변의 악화로 정의한 soft event 역시 1례가 발생하여 0.21%의 연간 발생률을 보였다.

Hard event가 발생한 경우는 47세의 남자로서 운동부하 심전도상 13 METs의 운동량에서 심전도상의 변화가 없어 음성으로 판독되었고 스캔도 정상이었다. 검사 후 132일에 비치명적 심근경색이 발생하였으며 관동맥 조영술상 우관동맥에 100% 폐쇄가 관찰되어 직접적 경피적 관동맥확장술을 시술받았다. Soft event가 발생한 경우는 62세 남자로서 운동부하 심전도상 7 METs의 운동량에서 양성으로 판독되었으나 스캔은 정상소견을 보였다. 검사 후 189일에 불안정 협심증이 발생하였고 관동맥 조영술상 세혈관질환이 관찰되어 관동맥우회로술을 시행받았다.

2. 운동부하 심전도와 관동맥 조영술과의 비교

운동부하 심전도 결과(Table 2), 28명(9.3%)의 환자에서 1 mm 이상의 ST분절 하강이 있어 양성으로 판독되었으며 236명(78.4%)은 음성이었고 양

성으로 판독된 환자 중 8명에서는 관동맥 조영술을 시행하였다. 최대예측심박수의 85%에 도달하지 못하였거나 안정시 심전도의 이상으로 판독이 불가능한 경우는 각각 16명(5.3%)와 21명(7.0%)이었다. 운동량은 평균 10±2.4 METs (2~19 METs 범위)

Table 2. Results of Exercise Electrocardiography of Patients with Normal Exercise Myocardial Perfusion SPECT (n=301)

		Cardiac event (n=2)
Positive	28 (9.3%)	1
Negative	236 (78.4%)	1
Not diagnostic due to suboptimal heart rate	16 (5.3%)	0
due to baseline ECG abnormality	21 (7.0%)	0
Exercise capacity	10±2.4 METs (2-19 METs)	

Table 3. Characteristics of Patients who underwent Coronary Angiography in spite of Normal Exercise Myocardial Perfusion SPECT (n=17)

Patients No.	Sex/Age	Angina type	Resting ECG	Exercise ECG	SPECT	CAG*	Cardiac event
1	F [†] /59	typical	normal	negative	normal	normal	no
2	F/58	atypical	normal	negative	normal	normal	no
3	F/49	atypical	Q wave	not diagnostic	normal	normal	no
4	M [‡] /57	typical	normal	positive	normal	normal	no
5	M/57	nonanginal	atrial fibrillation	positive	normal	normal	no
6	M/54	atypical	ST-T change	positive	normal	normal	no
7	F/45	typical	ST-T change	positive	normal	normal	no
8	F/47	atypical	normal	negative	normal	normal	no
9	F/69	typical	ST-T change	negative	normal	normal	no
10	F/50	atypical	normal	negative	normal	normal	no
11	F/52	typical	normal	positive	normal	normal	no
12	M/52	typical	ST-T change	negative	normal	LAD [§] 70%	no
13	M/53	atypical	ST-T change	positive	normal	LAD 75%	no
14	M/59	atypical	normal	negative	normal	LAD 75%	no
15	M/67	typical	ST-T change	positive	normal	DI of LAD	no
16	M/67	typical	ST-T change	positive	normal	ERG [¶] (+)	no
17	M/66	atypical	normal	negative	normal	ERG (+)	no

* CAG, coronary angiography

† F, female

‡ M, male

§ LAD, left anterior descending artery

|| DI, diffuse irregularity

¶ ERG, ergonovine test

었다.

17명에서는 심근관류 SPECT 소견이 정상이었으나, 임상적으로 관동맥 질환이 의심되어 관동맥 조영술을 시행하였고, 이들 중 11명(64.7%)에서는 정상소견을 보였으며 4명(23.5%)에서는 단일혈관에 50% 이상의 유의한 협착이 관찰되었고 2명(11.8%)에서는 ergonovine test시 관동맥 경련을 보였다 (Table 3). 유의한 협착이 관찰된 4명에서도 임상적인 판단으로 재관류술은 시행하지 않았으며 항협심증 약물치료만을 시행하였다.

추적기간 중 관동맥 조영술을 시행한 경우도 6명 있었으나, 4명에서는 50% 이상의 유의한 관동맥 협착이 관찰되지 않아 재관류 시술을 시행하지 않았고 2명은 심장사건이 발생한 경우였다.

운동부하 심전도에서 양성인 27명과 음성인 235명의 비교에서 예후의 차이는 없었으며(p:NS), 관동맥 조영술을 시행한 17명의 환자 모두에서 추적 조사상 심장사건은 발생하지 않았다.

고 찰

²⁰¹Tl 또는 ^{99m}Tc-MIBI를 이용한 운동부하 또는 약물부하 심근관류스캔은 운동부하 심전도보다 관동맥 질환의 진단에 우수한 예민도와 특이도를 보이며, 관동맥 조영술에 비해 비침습적이고 시술에 따르는 부작용이 거의 없어, 허혈성 심질환이 의심되는 환자나 만성 관동맥질환 환자, 또는 심근경색이나 불안정 협심증 후 재관류 시술을 받은 환자 등에서 진단과 예후 예측뿐 아니라 위험에 처한 심근 평가 또는 재관류 시술 후 재협착의 평가와 생존심근의 진단 등에 있어서 필수적인 검사로 알려져 있다.²³⁾

Brown 등¹⁾이 139명의 환자를 대상으로 한 ²⁰¹Tl 운동부하 심근관류스캔 연구에서는, 과거력상 심근경색이 없었던 환자들의 경우, 일시적인 관류결손을 보이는 심근의 분절수가 심장사건 발생을 예측하는데 있어 유일하게 통계적으로 유의한 인자임을 보고하여, 심근관류스캔이 관동맥질환 환자의 예후를 예측할 수 있을 것이라는 가능성을 제시하였다. 이후, ²⁰¹Tl을 이용한 운동부하 또는 약물부하 심근

관류스캔에서 가역성 관류 결손의 유무,^{2,7)} 가역성 관류 결손의 숫자,^{3,8-10)} 가역성 관류 결손의 크기 및 정도,¹¹⁻¹⁴⁾ 부하시 폐 섭취의 증가^{2,15,16)} 등이 중요한 예후 예측 인자임이 여러 연구에서 확인되었다.

또한, 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 경우에는 그 예후가 매우 양호하여 향후 심장사건 발생률이 정상인과 비슷하다고 보고되어 왔다.²⁵⁻³²⁾ 특히, Fagan 등¹⁷⁾은 운동부하 심전도에서 비정상소견을 보인 경우라도 심근관류스캔에서 정상으로 나타나면 그 예후가 매우 양호함을 보고하였고, Schalet 등²⁵⁾은 운동부하 심전도에서 강양성(2 mm 이상의 ST분절 하강)을 보였으나 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 154명의 환자를 34±17개월간 추적 조사한 결과 심장사나 비치명적 심근경색으로 정의되는 심장사건은 단 한 건도 발생하지 않았음을 보고하였다. 또한, Fatuh 등²⁶⁾은 관동맥 조영술에서 병변이 발견되었으나 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 97명의 환자를 평균 32개월간 추적 조사하여 연간 심장사건 발생률이 1.1%로 그 예후가 양호함을 보고하였고, Brown 등²⁷⁾은 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 환자에서 심장사건 발생률이 관동맥조영술상 병변이 있었던 군에서 연간 0.7%, 병변이 없었던 군에서 연간 1%로, 두 군간에 차이없이 예후가 양호함을 보고하였다.

최근, ²⁰¹Tl보다 우수한 물리적인 성질을 가진 ^{99m}Tc-MIBI가 심근관류스캔에 많이 사용되고 있어, 이들의 예후인자로서의 가치에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. Stratmann 등¹⁸⁾은 ^{99m}Tc-MIBI를 이용한 운동부하 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 환자들의 심장사건 발생률이 연간 0.5%, 비정상인 경우에는 연간 7%로, ²⁰¹Tl과 마찬가지로 ^{99m}Tc-MIBI에서도 가역적인 관류결손이 중요한 예후인자임을 보고하였고, Brown 등³³⁾도 역시 ^{99m}Tc-MIBI를 이용한 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 234명의 환자를 추적 조사하여 그 예후가 양호함을 보고하였다. 또한, ^{99m}Tc-MIBI를 이용한 약물부하 심근관류스캔에서도 역시 유사한 결과를 보임이 보고되었다.^{19,20)}

본 연구에서도, ^{99m}Tc-MIBI를 이용한 운동부하 심근관류 SPECT에서 정상소견을 보인 301명을 대

상으로 평균 19 ± 10 개월간 추적 조사한 결과 그 예후가 매우 양호하여, 심장사는 없었으며 비치명적 심근경색이 1례 발생하여 심장사건 발생률이 연간 0.21%이었다. 또한 1례에서 불안정협심증이 발생하여 관동맥우회로술을 시행하였다. 특히, SPECT와 동시에 시행한 운동부하 심전도 검사상 양성인 군과 음성인 군의 예후에는 차이가 없었으며, 관동맥 조영술을 시행한 17명 모두에서 추적상 심장사건이 발생하지 않아 기존의 외국의 연구들과 유사한 결과를 보였다.^{18,33)} 본 연구에서는 운동부하 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 경우에는 관동맥 조영술을 시행하지 않는 경우가 대부분이어서 관동맥 조영술과 심근관류스캔의 결과를 독립적으로 비교하기는 어렵겠으나, 심근관류스캔상 정상소견을 보인 증례에서 임상적으로 관동맥질환이 의심되어 관동맥 조영술을 시행받은 환자에서도 정상인과 유사하게 예후가 양호함을 나타내어 주는 자료라 하겠다.

한편, Fattah 등²⁶⁾은, 관동맥질환은 서서히 진행되는 질환이므로 관동맥질환이 확인된 환자들은 심근관류스캔이 정상이더라도 시간이 지남에 따라 변할 수 있으므로, 18개월 후에 재검사를 받는 것이 바람직하겠다는 의견을 제시하였다. 또한, American Society of Nuclear Cardiology³⁵⁾에서는 정상 심근관류스캔 후 12개월간은 관동맥 조영술이 필요하지 않다고 발표한 바 있다. 그러나, Steinberg 등²⁸⁾은 평균 10.3년의 장기간의 추적 조사에서도 여전히 낮은 심장사건 발생률을 보인다고 보고하여 정상 심근관류 SPECT의 인증기간에 대해 이견이 있었다. 최근, 이 등²¹⁾은 디피리다몰 부하 심근관류 SPECT의 장기예후 예측능에 관한 연구에서 심근관류 SPECT가 정상일 때 장기추적 중 4.4년 후에는 예후 예측 위험도가 유의하게 증가함을 발표하여 구체적인 인증기간을 제시하였다. 본 연구에서는 이러한 분석을 시행하지는 않았으나, 이 등²¹⁾의 결과를 바탕으로 이러한 내용을 실제 임상에서 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

기존의 보고들과 본 연구의 결과를 종합해볼 때, 정상 심근관류스캔을 보인 환자들은 향후 심장사건 발생률이 현저히 낮았고, 특히 본 연구에서는, 비록

그 수가 많지는 않지만, 운동부하 심전도나 관동맥 조영술에서 비정상소견을 보이더라도 심근관류스캔이 정상이면 그 예후가 양호하였다. 이것은 관동맥 조영술에서의 해부학적 결과보다도 심근관류스캔에서의 혈액학적 중요성이 더욱 강조되는 부분이라 하겠다. 또한, 최근 심근관류스캔의 기술이 발전되어 게이트 심근 SPECT가 개발되었다. 게이트 심근 SPECT를 이용하면 좌심실 구혈률을 정확하게 측정할 수 있어 한 번의 검사로 심근관류와 심실기능을 동시에 측정할 수 있으므로,³⁶⁾ 심근 관류 SPECT의 예후 예측능이 더욱 향상될 것이다.

이러한 결과들을 바탕으로 장차 임상에서 운동부하 심전도나 관동맥 조영술이 양성이더라도 심근관류스캔이 정상이면 이것이 위음성이 아니고 양호한 예후를 제시하는 결과일 뿐 아니라 관동맥 조영술과 같은 더 이상의 침습적인 검사가 의미가 없음을 판단할 수 있는 소견으로 이용되어야 할 것이다.

요 약

목적: 운동부하 심근관류스캔은 관동맥질환의 진단과 흉통 환자의 예후 예측에 유용하게 이용되고 있다. 본 연구는 ^{99m}Tc-MIBI를 이용한 운동부하 심근관류 SPECT에서 정상소견을 보인 환자의 예후를 알아보고, 또한 이러한 환자들에서 운동부하 심전도나 관동맥 조영술 소견에 따라 예후가 달라지는지를 알아보고자 하였다. **대상 및 방법:** 1994년 1월 1일부터 1997년 12월 31일 사이에 흉통 등을 주소로 운동부하 심근관류스캔을 시행하여 정상소견을 보인 400명 중 추적조사가 가능한 301명을 대상으로 하였다(추적조사율: 75.25%, 추적기간: 8~55개월, 평균: 19 ± 10 개월). 연령의 분포는 20~78세(52 ± 10 세), 남녀 수는 각각 166명과 135명이었다. 운동부하 심전도검사는 Bruce 또는 수정된 Bruce 방법에 의한 답차검사를 시행하였고, ^{99m}Tc-MIBI 심근관류 SPECT는 휴식-부하 1일 또는 2일 검사법을 이용하였다. **결과:** 연간 심장사건 발생률(hard event rate)은 0.21%로 1례의 환자에서 검사 후 132일에 비치명적 심근경색이 발생하였다. 허혈사건은 1례로 검사 후 189일에 불안정협심증이 발

생하여 관동맥우회로술을 시행하였다. 운동부하 심진도 검사상 양성인 군(27명, 8.97%)과 음성인 군(235명, 78.07%)의 예후에는 차이가 없었다(p:NS). 관동맥 조영술을 시행한 17명 중, 11명에서 정상, 4명에서 유의한 병변, 2명에서 ergonovine test상 양성을 보였으나, 이들 모두에서 추적상 심장사건이나 허혈사건은 발생하지 않았다. **결론:** 운동부하 심근관류스캔에서 정상소견을 보인 환자들은, 비록 운동부하 심진도 검사가 양성이거나 관동맥 조영술에서 병변이 발견되더라도, 그 예후가 양호하므로 더 이상의 침습적인 검사가 필요 없을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) Brown KA, Boucher CA, Okada RD, Guiney TE, Newell JB, Strauss HW, et al. Prognostic value of exercise thallium-201 imaging in patients presenting for evaluation of chest pain. *J Am Coll Cardiol* 1983;1:994-1001.
- 2) Gibson RS, Watson DD, Craddock GB, Crampton RS, Kaiser DL, Denny MJ, et al. Prediction of cardiac events after uncomplicated myocardial infarction: a prospective study comparing predischarge exercise thallium-201 scintigraphy and coronary angiography. *Circulation* 1983;68:321-36.
- 3) Iskandrian AS, Heo J, Decoskey D, Askenase A, Segal BL. Use of exercise thallium-201 imaging for risk stratification of elderly patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1988;61:269-72.
- 4) Younis LT, Byers S, Shaw L, Barth G, Goodgold H, Chaitman BR. Prognostic importance of silent myocardial ischemia detected by intravenous dipyridamole thallium myocardial imaging in asymptomatic patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1989;14:1635-41.
- 5) Bairey CN, Rozanski A, Maddahi J, Resser KJ, Berman DS. Exercise thallium-201 scintigraphy and prognosis in typical angina pectoris and negative exercise electrocardiography. *Am J Cardiol* 1989;64:282-7.
- 6) Hendel RC, Layden JJ, Leppo JA. Prognostic value of dipyridamole thallium scintigraphy for evaluation of ischemic heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:109-16.
- 7) Shaw L, Chaitman BR, Hilton TC, Stocke K, Younis LT, Caralis DG, et al. Prognostic value of dipyridamole thallium-201 imaging in elderly patients. *J Am Coll Cardiol* 1992;19:1390-8.
- 8) Iskandrian AS, Hakki AH, Kane-Marsch S. Prognostic implications of exercise thallium-201 scintigraphy in patients with suspected or known coronary artery disease. *Am Heart J* 1985;110:135-43.
- 9) Iskandrian AS, Hakki AH, Kane-Marsch S. Exercise thallium-201 scintigraphy in men with nondiagnostic exercise electrocardiograms. *Arch Intern Med* 1986;146:2189-93.
- 10) Kaul S, Lilly DR, Gascho JA, Watson DD, Gibson RS, Oliner CA, et al. Prognostic utility of the exercise thallium-201 test in ambulatory patients with chest pain: comparison with cardiac catheterization. *Circulation* 1988;77:745-58.
- 11) Ladenheim ML, Pollock BH, Rozanski A, Berman DS, Staniloff HM, Forrester JS, et al. Extent and severity of myocardial hypoperfusion as predictors of prognosis in patients with suspected coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:464-71.
- 12) Iskandrian AS, Chae SC, Heo J, Stanberry CD, Wasserleben V, Cave V. Independent and incremental prognostic value of exercise single-photon emission computed tomographic (SPECT) thallium imaging in coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:665-70.
- 13) Machecourt J, Longere P, Fagret D, Vanzetto G, Wolf JE, Polidori C, et al. Prognostic value of thallium-201 single-photon emission computed tomographic myocardial perfusion imaging according to extent of myocardial defect. Study in 1926 patients with follow-up at 33 months. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:1096-106.
- 14) Iskandrian AS, Johnson J, Le TT, Wasserleben V, Cave V, Heo J. Comparison of the treadmill exercise score and single-photon emission computed tomographic thallium imaging in risk assessment. *J Nucl Cardiol* 1994;1:144-9.
- 15) Gill JB, Ruddy TD, Newell JB, Finkelstein DM, Strauss HW, Boucher CA. Prognostic importance of thallium uptake by the lungs during exercise in coronary artery disease. *N Engl J Med* 1987;317:1485-9.

- 16) Kaul S, Finkelstein DM, Homma S, Leavitt M, Okada RD, Boucher CA. Superiority of quantitative exercise thallium-201 variables in determining long-term prognosis in ambulatory patients with chest pain: a comparison with cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12:25-34.
- 17) Fagan LF, Shaw L, Kong BA, Caralis DG, Wiens RD, Chaitman BR. Prognostic value of exercise thallium scintigraphy in patients with good exercise tolerance and a normal or abnormal exercise electrocardiogram and suspected or confirmed coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1992;69:607-11.
- 18) Stratmann HG, Williams GA, Wittry MD, Chaitman BR, Miller DD. Exercise technetium-99m sestamibi tomography for cardiac risk stratification of patients with stable chest pain. *Circulation* 1994;89:615-22.
- 19) Stratmann HG, Tamesis BR, Younis LT, Wittry MD, Miller DD. Prognostic value of dipyridamole technetium-99m sestamibi myocardial tomography in patients with stable chest pain who are unable to exercise. *Am J Cardiol* 1994; 73:647-52.
- 20) Heller GV, Herman SD, Travin MI, Baron JJ, Santos-Ocampo C, McClellan JR. Independent prognostic value of intravenous dipyridamole with technetium-99m sestamibi tomographic imaging in predicting cardiac events and cardiac-related hospital admissions. *J Am Coll Cardiol* 1995;26:1202-8.
- 21) Lee DS, Cheon GJ, Jang MJ, Kang WJ, Chung JK, Lee MM, et al. Long-term prognostic value of dipyridamole stress myocardial SPECT. *Korean J Nucl Med* 2000;34:39-54.
- 22) Staniloff HM, Forrester JS, Berman DS, Swan HJC. Prediction of death, myocardial infarction, and worsening chest pain using thallium scintigraphy and exercise electrocardiography. *J Nucl Med* 1986;27:1842-8.
- 23) Brown KA. Prognostic value of thallium-201 myocardial perfusion imaging: a diagnostic tool comes to age. *Circulation* 1991;83:363-81.
- 24) Stratmann HG, Younis LT, Kong B. Prognostic value of dipyridamole thallium-201 scintigraphy in patients with stable chest pain. *Am Heart J* 1992;123:317-23.
- 25) Schalet BD, Kegel JG, Heo J, Segal BL, Iskandrian AS. Prognostic implications of normal exercise SPECT thallium images in patients with strongly positive exercise electrocardiograms. *Am J Cardiol* 1993;72:1201-3.
- 26) Fattah AA, Kamal AM, Pancholy S, Ghods M, Russell J, Cassel D, et al. Prognostic implications of normal exercise tomographic thallium images in patients with angiographic evidence of significant coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1994;74:769-71.
- 27) Brown KA, Rowen M. Prognostic value of a normal exercise myocardial perfusion imaging study in patients with angiographically significant coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993;71:865-7.
- 28) Steinberg EH, Koss JH, Lee M, Grunwald AM, Bodenheimer MM. Prognostic significance from 10-year follow-up a qualitatively normal planar exercise thallium test in suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993;71:1270-3.
- 29) Wahl JM, Hakki AH, Iskandrian AS. Prognostic implications of normal exercise thallium 201 images. *Arch Intern Med* 1985;145:253-6.
- 30) Wackers FJ, Russo DJ, Russo D, Clements JP. Prognostic significance of normal quantitative planar thallium-201 stress scintigraphy in patients with chest pain. *J Am Coll Cardiol* 1985;6: 27-30.
- 31) Pamela FX, Gibson RS, Watson DD, Craddock GB, Sirowatka J, Beller GA. Prognosis with chest pain and normal thallium-201 exercise scintigrams. *Am J Cardiol* 1985;55:920-6.
- 32) Brown KA, Rowen M. Impact of antianginal medications, peak heart rate and stress level on the prognostic value of a normal exercise myocardial perfusion imaging study. *J Nucl Med* 1993;34:1467-71.
- 33) Brown KA, Altland E, Rowen M. Prognostic value of normal technetium-99m-sestamibi cardiac imaging. *J Nucl Med* 1994;35:554-7.
- 34) Song HC, Min JJ, Bom HS, Kim JY. Prognostic implication of normal myocardial perfusion scintigraphy in patients with chest pain. *Korean J Nucl Med* 1997;31:67-72.
- 35) Bateman TM. Clinical relevance of a normal myocardial perfusion scintigraphic study. *J Nucl Cardiol* 1997;4:172-3.
- 36) Bom HS. Pulling bowstring of gated myocardial SPECT. *Korean J Nucl Med* 1998;32:433-5.