

## 관상동맥질환에서 운동부하심전도 검사와 Thallium-201 운동부하심근관류 영상술의 비교연구

연세대학교 의과대학 내과학교실

정남식 · 조승연 · 장양수 · 박금수 · 심원흠 · 이웅구

= ABSTRACT =

### Comparative Study on Stress Electrocardiography and Thallium-201 Stress Myocardial Scintigraphic Imaging in Coronary Artery Disease

Namsik Chung, M.D., Seung Yun Cho, M.D., Yang Soo Jang, M.D.,  
Kum Soo Park, M.D., Won Heum Shim, M.D. and Woong-Ku Lee, M.D.

*Cardiology Section, Department of Internal Medicine, Yonsei University,  
College of Medicine*

To evaluate the diagnostic value of thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging and stress electrocardiography, sensitivity, specificity and predictive value of thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging were compared to simultaneously recorded 12 lead electrocardiography in 17 normal subjects and 30 patients with coronary artery disease who were proved by coronary arteriography.

The following results were obtained.

- 1) The mean age was  $49.5 \pm 10.7$  years (mean  $\pm$  SD) in subjects with normal coronary arteries and  $53.1 \pm 8.8$  years in patients with stenotic coronary arteries.
- 2) Fourteen patients had one-vessel disease, 10 two-vessel disease and 6 three-vessel disease.
- 3) Sensitivity of thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging was higher than that of stress electrocardiography (86.7% vs 76.7%).
- 4) Specificity of both tests was same (70.6% vs 70.6%).
- 5) Sensitivity of thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging and stress electrocardiography in relation to the extent of coronary artery disease showed 78.6% vs 64.3% in one vessel disease, 90% vs 80% in two-vessel disease and 100% vs 100% in three-vessel disease.
- 6) Predictive value of thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging and stress electrocardiography revealed 83.9% vs 82% in the positive test and 75% vs 63.2

% in the negative test.

In conclusion, even though thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging was superior to stress electrocardiography in diagnosing coronary artery disease, scintigraphic defects were noted in 5 subjects with normal coronary arteries which could mislead to erroneous diagnosis of coronary artery disease. This point should be taken into consideration in the interpretation of thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging.

## 서론

Thallium-201을 이용한 운동부하심근관류영상술(Thallium-201 stress myocardial scintigraphic imaging)은 운동부하심전도검사와 함께 관상동맥질환의 비관혈적 진단방법으로써 구미에서는 이미 널리 이용되고 있으며 일반적으로 thallium-201 운동부하심근관류영상술은 운동부하 심전도검사에 비해 그 예민도 및 특이도가 더 높은 것으로 알려져 있다<sup>1-5)</sup>. 또한 이 두 검사는 서로 보완적이면서 두검사가 동시에 양성을 보일 경우 의의있는 협착의 가능성이 더욱 높은 것으로 보고되고 있다<sup>5)</sup>.

저자들은 한국성인의 관상동맥질환 환자에서 이 두 검사의 진단적 가치로 비교하고자 1984년 10월부터 1985년 8월까지 연세대학교 의과대학 부속 세브란스 병원 내과에 입원하여 관상동맥조영술과 운동부하심전도검사 및 thallium-201 운동부하심근관류영상술을 시행한 47례를 대상으로 이 두가지 비관혈적 진단검사의 예민도, 특이도 양성 및 음성검사의 기대치를 관찰하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1) 연구대상

1984년 10월 1일부터 1985년 8월 30일까지 연세대학교 의과대학 부속 세브란스병원 내과에 입원하여 관상동맥질환이 의심되었던 환자중 관상동맥조영술과 운동부하심전도검사 및 동시에 thallium-201 운동부하심근관류영상술을 시행한 105례에서 안정시 심전도 소견이나 기왕의 병력에서 심근경색증을 앓았던 사람을 제외하고, bicycle ergometer를 이용한 증상제한 최대운동부하검사를 실시하여 심전도상 심근허혈에 합당한 ST절의 변화가 있든지 또는 변화가 없더라도 연령대비 최대심박동수의 85%이상에 도달한 사람 47례(정상관상동맥 17례, 협착관상동맥 30례)를 대상으로

하였다.

### 2) 관상동맥조영술 및 판정

선택적관상동맥조영술은 Judkins<sup>6)</sup> 방법을 이용하여 투사면을 여러각도로 시행하였으며(좌관상동맥은 RAO 30°, LAO 60° with or without cranial angulation, left lateral view, 우관상동맥은 RAO 45°, LAO 45°에서 투사), 좌심실조영술은 RAO 30°와 LAO 60°에서 각각 시행하였다. 각각의 영상은 3인이 관찰하여 관상동맥 주요 3간지나 분지중 내경의 50% 이상이 좁아졌을 때를 유의한 협착으로 정하였으며 관상동맥질환의 범위는 단일혈관질환 두혈관질환 그리고 세혈관질환으로 정하였다.

### 3) 운동부하심전도검사 및 판정

운동부하심전도검사는 Lead II와 V<sub>5</sub>의 2개 전극을 이용하였으며 bicycle ergometer를 사용하여 처음 3분은 50 watt에서 그 다음은 3분간격으로 25 watt 씩 부담을 증가시켜 증상제한 최대심박동수에 도달하게 하였으며 심전도상 심근허혈에 합당한 ST절의하강이 있든지 연령대비 최대심박동수에 도달하든지 흉통 호흡곤란 하지통통 저혈압등으로 운동을 더 지탱할 수 없을때 중단하였다. 연령대비최대심박동수는 Ellestad<sup>7)</sup>의 기준(표 1)을 사용하였고, 심전도는 운동중 그리고 운동후 6분까지 2분간격으로 기록하였으며 심전도검사의 양성판정기준도 역시 Ellestad<sup>8)</sup>의 기준(표 2)에 의거하였다.

### 4) Thallium-201 운동부하심근관류영상술 및 판정

Thallium-201을 최대운동시에 2mCi를 정주한 후 생리식염수 20cc로 flushing을 하였으며 운동은 그 상태에서 1분을 더 시킨후 영상촬영은 thallium-201을 투여후 7분부터 시작하였다. 영상촬영은 CGR 사제품인 저에너지 다목적 collimator를 지닌 scintillation camera를 이용하여 window는 80 KeV energy peak의 20%에 고정시키고 통상적으로 누운상태에서 AP, LAO 40°, LAO 60°, left lateral view에서 각각 10

분석 시행하였으며 일부 환자에서는 좌심실의 회전 정도에 따라 각도를 적절히 조정하였다 (그림 1). 재분배영상촬영 (redistribution imaging)은 3시간후에 처음 검사와 같은 방법으로 반복시행하였다. 모든 자료는 computer에 의해  $256 \times 256$  matrix의 magnetic disc에 저장한 후에 background subtraction 없이 시각적으로 판독하였다. 가역성 심근허혈은 운동시 thallium-201의 국소적인 분배영상결손이 재분배영상에

서 증가한 경우로 하였으며 3인이 판독하여의견이 동일하게 일치할때 채택이 되는것으로 판정하였고 판독자간의 의견일치율은 96%이었다.

## 연구 성적

### 1) 연령 및 성별 분포

연령 분포는 19세에서 74세까지 이었으며 40대에서

Table 1. Age and maximal heart rate

AGE	NHR	AGE	NHR	AGE	NHR
20	200	37	185	54	171
21	199	38	184	55	171
22	198	39	183	56	170
23	197	40	182	57	170
24	196	41	181	58	169
25	195	42	180	59	168
26	194	43	180	60	168
27	193	44	180	61	167
28	192	45	179	62	167
29	191	46	177	63	166
30	190	47	177	64	165
31	190	48	177	65	164
32	189	49	176	66	163
33	188	50	175	67	162
34	187	51	174	68	161
35	186	52	173	69	161
36	186	53	172	70	160

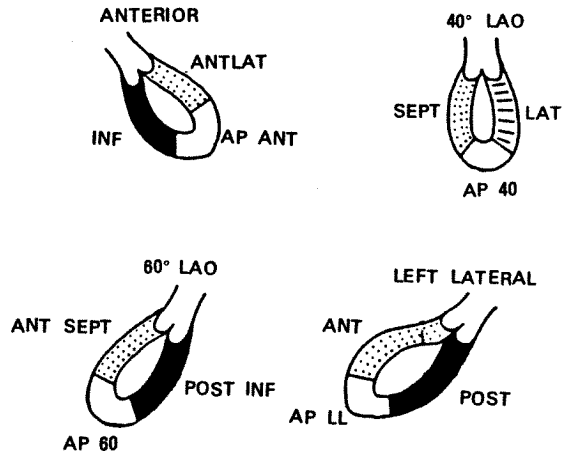


Fig. 1. Diagrams of the left ventricle showing the four views of the thallium scan. ANT= anterior; ANT LAT= antero lateral; ANT SEPT= antero-septal; AP ANT= apical segment, anterior view; AP 40 and AP 60 = apical segment, 40° and 60° left anterior oblique view; AP LL= apical segment, left lateral view; INF= inferior; LAO= left anterior oblique; LAT= lateral; POST= posterior; POST INF= posteroinferior; SEPT= septal.

Table 2. Recommended criteria for significant S-T segment depression with maximal exercise

Resting ST-T configuration	Exercise or postexercise S-T configuration	S-T depression in mm and point of measurement
Normal	Horizontal	1.0 mm at 60 msec from J point
	Upsloping	1.5 mm at 80 msec from J point
	Downsloping	1.0 mm more depressed than at rest
Flat or sagging S-T and T	Horizontal	1.0 mm more depressed than at rest
	Upsloping	1.5 mm more depressed than at rest at 80 msec from J point
	Downsloping	1.0 mm more depressed than at rest
Inverted T	Horizontal	1.5 mm at 60 msec from J point
	Upsloping	1.5 mm at 80 msec from J point
	Downsloping	1.5 mm at 20 msec from J point

60대가 대부분을 차지하였고 평균연령은 정상관상동맥군이  $49.5 \pm 10.7$  세 협착관상동맥군은  $53.1 \pm 8.8$  세이었다. 남녀비는 2.6:1로서 남자가 많았다 (표 3).

## 2) 임상적 특징

불안정성 협심증이 27례로 가장 많았으며 안정성 협심증이 7례 그리고 이형협심증이 2례이었다. 원인을 정확히 설명할 수 없는 흉통을 호소한 사람이 8례였

Table 3. Age and sex distribution

Age	Normal coronary artery	Abnormal coronary artery
- 29	1	0
30 - 39	1	1
40 - 49	6	11
50 - 59	8	10
60 - 69	0	8
70 -	1	0
Total	17	30

male : female = 2.6 : 1

mean age : NL coronary artery  $49.5 \pm 10.7$   
AbNL coronary artery  $53.1 \pm 8.8$

Table 4. Clinical profiles

Unstable angina	27
Stable angina	7
Variant angina	2
Unexplained chest pain	8
Others	3

Table 5. Angiographic findings

	1VD (n = 14)	2VD (n = 10)	3VD (n = 6)	Total
PRCA	3	2	2	7
MRCA	0	1	5	6
DRCA	1	2	0	3
PLAD	5	5	6	16
MLAD	4	2	4	10
DLAD	1	0	0	1
DIAG	1	3	2	6
LCFX	0	4	6	10
OBTU	0	1	3	4

으며 그외 기타 3례로서 이중 1례는 운동부하검사에 ST절의 하강을 보였다 (표 4).

## 3) 관상동맥질환의 범위

관상동맥질환의 범위는 단일혈관질환이 14례 두혈관질환이 10례 세혈관질환이 6례였으며, 병소는 좌전하행지근위부 (proximal left anterior descending artery)가 16곳 좌전하행지 중간부 (mid left anterior descending artery)가 10곳 그리고 회선지 (left circumflex artery)가 10곳 그외에 우관상동맥 근위부 (proximal right coronary artery)가 7곳 우관상동맥 중간부 (mid right coronary artery) 6곳 우관상동맥원위부 (distal right coronary artery)가 3곳이었다. 관상동맥별 병소는 좌전하행지가 33곳 우관상동맥이 16곳 회선지가 14곳 이었다 (표 5).

## 4) 운동부하심전도 및 Thallium-201 운동부하 심근 관류영상술 소견

정상관상동맥군 17례중 5례에서 운동부하심전도 소견상 ST절의 하강을 나타냈는데 이중 4례가 상향성 하강, 1례가 수평형하강을 나타내어 운동부하심전도 검사의 특이도는 70.6%이었다. 협착관상동맥군 30례에서는 모두 23례에서 ST절의 하강을 보였는데 상향성하강이 15례, 수평형하강이 4례, 그리고 하향성하

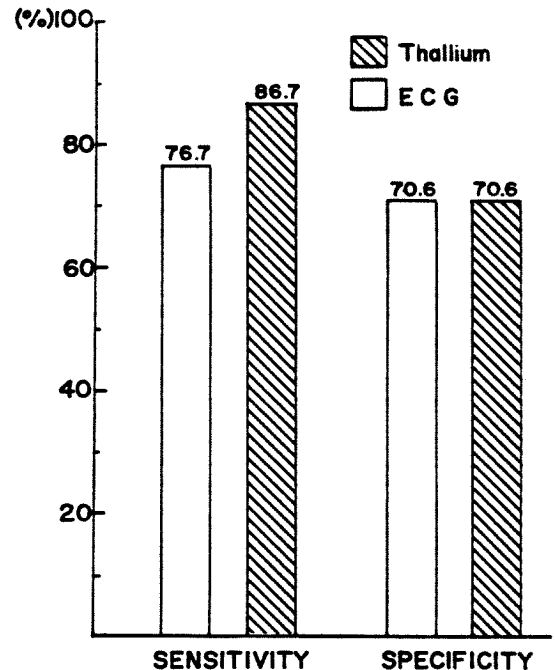


Fig. 2. Sensitivity and specificity.

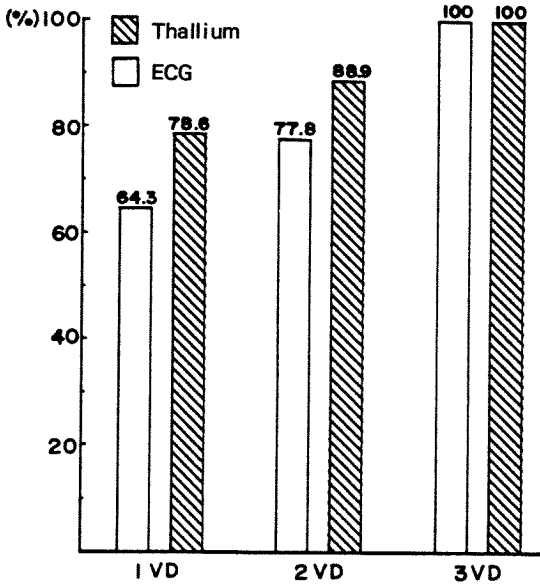


Fig. 3. Comparison of sensitivity related to the extent of coronary artery disease.

강이 4례였다. 따라서 운동부하심전도검사의 예민도는 76.7%였다. 한편 thallium-201 운동부하심근관류 영상술소견은 정상관상동맥군 17례중 5례가 심근허혈의 소견을 보였고 이중 3례는 동시에 심전도상 ST절의 하강을 나타내어 thallium-201 심근관류영상술의 특이도는 70.6%이었다. 협착관상동맥군 30례중에서는 26례에서 심근허혈의 소견을 보여 예민도는 86.7%이었다. 그러므로 예민도는 thallium-201 운동부하 심근관류영상술이 운동부하심전도검사에 비해 10% 높은 경향을 보였으며 특이도는 두검사가 같은 경향을 보였다 (그림 2).

관상동맥질환의 범위에 따라 운동부하심전도 검사와 thallium-201 운동부하심근관류영상술의 예민도를 비교하였을때 단일혈관질환에서는 64.3%와 78.6%, 두혈관질환에서는 80.6%와 90% 그리고 세혈관질환에서는 모두 100%였다. 따라서 thallium-201 운동부하심근관류영상술이 운동부하심전도검사에 비해 단일혈관질환 및 두혈관질환에서 예민도가 높은 경향을 보였다 (그림 3).

두검사의 기대치는 양성검사시에는 운동부하심전도검사가 82.1%, thallium 운동부하심근관류영상술이 83.9%로서 두검사가 비슷하였으나, 음성검사시에는 전자가 63.2%, 후자가 75%로서 thallium-201 운동부하심근관류영상술이 운동부하 심전도검사보다 약 12% 높은 경향을 보였다 (그림 4).

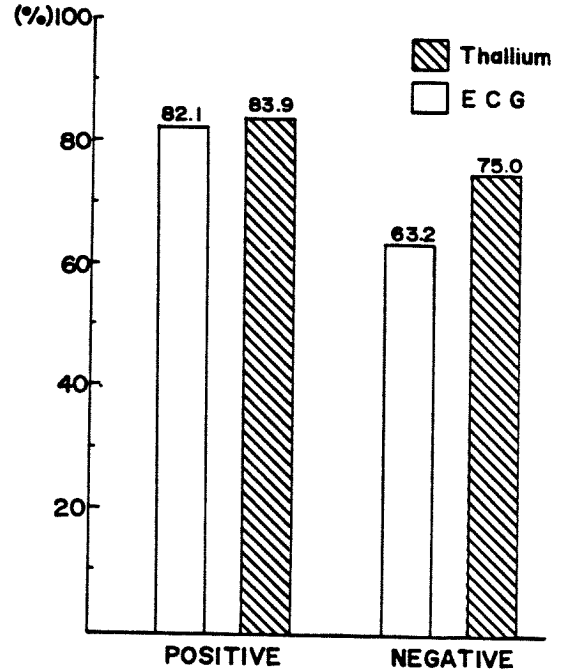


Fig. 4. Predictive value of positive and negative test.

### 총괄 및 고안

심근경색증을 제외한 관상동맥질환 환자의 대부분에서는 안정시에 심근의 관류장애를 뚜렷히 보이지 않는다. 이는 국소적인 관상동맥혈류는 관상동맥의 협착이 상당히 진행되어 있더라도 안정시에는 정상으로 유지되는 수가 많기 때문이다. 따라서 심근허혈에 있어서 중요한 병리생리학적 기전은 심근의 증가된 산소요구량에 대해 관상동맥이 적절히 심근의 혈류량을 증가시킬수 없는 것이라 하겠다<sup>9)</sup>. 그러므로 일시적인 심근허혈이나 협심증이 의심되는 환자에서 안정시에만 검사를 시행하는 것은 이 질환을 진단하는데 있어서 매우 미흡한 결과를 초래하므로 운동부하검사가 널리 이용되고 있다<sup>10)</sup>. 현재 널리 이용되고 있는 비관혈적인 운동부하검사는 treadmill이나 bicycle ergometer를 이용한 운동부하심전도검사와 thallium-201 운동부하심근관류영상술이라 하겠다. 구미에서는 이 두검사 방법에 대한 진단적가치를 비교한 보고가 많으나<sup>2,11-14)</sup>, 아직 우리나라에서는 관상동맥조영술을 시행하여 해부학적 병변유무를 확인한 사람을 대상으로 이 두검사의 진단적가치를 비교한 보고는 없는 실정이다.

Table 6. Comparison of exercise electrocardiography (ECG) and thallium-201 scintigraphy related to the extent of coronary artery disease

Study (year)	No. of patients	Sensitivity (%)			
		1 - Vessel disease ECG: Th-201	2 - Vessel disease ECG: Th-201	3 - Vessel disease ECG: Th-201	Total ECG: Th-201
Ritchie (1977)	76	46: 71	93: 93	93: 93	65: 76
Bodenheimer (1979)	84	47: 68	79: 76	83: 86	74: 79
Corne (1979)	26	50: 100	82: 91	82: 91	81: 96
Iskandrian (1980)	59	26: 59	63: 84	54: 100	55: 76
Chung (1985)	30	64: 78	78: 89	100: 100	77: 87

방사성 thallium의 이용은 1970년 Kawana<sup>15)</sup>에 의해서 처음 시도되었으며, thallium-201은 1975년에 Lebowitz 등<sup>16)</sup>에 의해 처음 소개된 이래 널리 이용되고 있다. Thallium-201의 반감기는 73시간이며 비교적 낮은 energy spectrum을 지니고 있고 일반적으로 80 KeV mercury X-ray photopeak에 window를 집약시킨 상태에서 영상촬영을 진행한다<sup>10)</sup>. Thallium-201을 정맥주사하면 심근에서 섭취를 하게되는데 이는 2가지의 연속적인 기간으로 나눌 수 있다. 첫째는 초기분배 (initial distribution)이고 둘째가 재분배 (redistribution)이다<sup>10)</sup>. Thallium-201을 정맥주사하면 심근에서 섭취를 하게되는데 이는 2가지의 연속적인 기간으로 나눌 수 있다. 첫째는 초기분배 (initial distribution)이고 둘째가 재분배 (redistribution)이다<sup>17)</sup>. 초기분배시에는 심근의 thallium-201의 섭취가 국소적인 혈류량과<sup>18-20)</sup> 혈액으로부터 thallium-201을 섭취할 수 있는 심근세포의 능력<sup>21-22)</sup>에 좌우된다. 심근세포가 섭취한 thallium-201은 심근세포내에 고정적으로 남아있지 않고 지속적으로 세포막을 통하여 내외교환이 일어나 더 일정한 분배양상을 보이게 된다. 이러한 현상은 재분배현상이라 하는데 이는 결국 정상 부위에서는 급격한 세척 (washout)이 일어난고 허혈 부위에서는 혈류량의 감소에 의해 완전한 세척 (washout)이나 또는 시간이 경과한 후에 thallium-201의 축적이 일어나기 때문이다<sup>23)</sup>. Thallium-201의 이러한 특성을 이용하여 심근의 가역성허혈과 심근경색으로 인한 심근의 비가역적인 심근반흔(myocardial scar)을 구분할 수가 있는데 즉 가역성 심근허혈은 초기분배영상에서 국소적으로 thallium-201의 농도가 떨어졌던 부위가 재분배영상에서는 다른부위에 비해 농도가 증가되는 경우를 말하며 재분배영상에서도 지속적으로 떨어져 있을때는 심근경색에 의한 반흔으로 본다.

보고자들에 따라 차이는 있지만 thallium-201 부하 심근관류영상술은 운동부하심전도검사에 비해 관상동맥질환에 대한 예민도 및 특이도가 높게 보고되고 있다<sup>1-5)</sup>. 본 연구에서는 예민도가 운동부하 thallium-201 심근관류영상술이 86.7% 운동부하심전도 검사가 76.7%로서 전자가 후자보다 10%높은 경향을 보였으며, 특이도는 운동부하 thallium-201 심근관류영상술과 운동부하심전도검사가 같이 70.6%이었다. 기대치는 양성검사시에 운동부하 thallium-201 심근관류영상술이 83.9%, 운동부하심전도검사가 82.1%로서 별차이가 없었으나 음성검사시에는 운동부하 thallium-201 심근관류영상술이 75%, 운동부하심전도검사가 63.2%로서 전자가 약 12%높은 경향을 보였다. 관상동맥질환의 범위에 따른 예민도는 두검사가 모두 병변 혈관이 많아질수록 같이 높아지는 경향을 보였는데 이는 외국의 보고와 일치하는 소견이었다 (표 6).

3개월관절환이 있더라도 thallium-201의 심근섭취가 일률적으로 일양하게 감소될 경우에는 국소적인 구간별 농도의 차이로 보이지 않을 수 있기 때문에 위음성으로 판독될수도 있는데<sup>24)</sup> 본 연구에서는 이러한 위음성소견은 보이지 않았지만 이러한 시각적판정에 의한 오차를 가능하면 제거하고 객관적인 판정으로 정확도를 증가시키고자 thallium-201 운동부하 심근관류영상술의 정량적분석방법이 시도되어 근래에는 이 방법들이 널리 이용되고 있다<sup>25-29)</sup>. 저자들은 이러한 정량적분석방법을 computer 시설의 미비로 인하여 사용하지 못하였으나 이러한 방법을 이용하였더라면 더 높은 진단적정확도를 얻었을수 있었으리라 생각한다. 특이도 역시 보고자에 따라 차이가 있고 대부분 thallium-201 운동부하심근영상술에서 높은 특이도를 보고하고 있으나, 최근 Berger 등<sup>32)</sup>은 특이도를 73%, Pacold 등<sup>33)</sup>은 67%로서 낮게 보고한 바가 있다. 저자

등의 연구에서는 70.6%로서 다른 보고자에 비해 비교적 낮은 특이도를 나타냈는데 이는 대상군의 특성에 의한 때문이 아닌가 사료된다. 즉 이들이 관상동맥조영술 소견상 정상소견을 보였더라도 13례에서 협심증과 아주 구분이 어려운 흉통을 호소하였으며 3례는 thallium-201 운동부하심근관류영상술소견에서 심근허혈을 보이면서 동시에 심전도에서도 심근허혈에 합당한 ST 절의 하강을 보였다. 따라서 이들을 관상동맥조영술소견을 기준으로 할때 운동부하 thallium-201 심근관류영상술소견이 위양성으로 분류될지 몰라도 실제 이러한 사람들이 정상관상동맥을 지니면서도 다른 기전에 의해 심근허혈을 나타낼 가능성을 전혀 배제할 수가 없다.

Thallium-201 운동부하심근관류영상술은 전해질 장애, 전도장애, 좌심실비대, 약물 특히 digitalis에 의한 영향, 과호흡, Wolff-Parkinson-White 증후군 처럼 안정시 심전도에 이상이 있음으로서 운동시 허혈성변화를 심전도 소견으로 측정할 수 없는 경우와<sup>2,34)</sup> 운동부하심전도검사서 위양성이 의심이 많은 사람에서 관상동맥질환의 유무를 판정하는데 많은 도움이 된다<sup>4,35-37)</sup>. 반면에 관상동맥에 협착이 없더라도 운동부하 thallium-201 심근관류영상술 소견상 이상을 보일 수 있다는 것이 여러 보고자에 의해 확인되었는데<sup>32,38-40)</sup> 그 기전에 대해서 여러가지 가설이 제기되고 있다.

첫째 운동시에 유발되는 관상동맥경련에 의한 심근허혈<sup>41,42)</sup>, 둘째 myocardial bridge<sup>43)</sup>, 셋째 좌심 수축기능이상을 동반하는 심근섬유화(myocardial fibrosis)<sup>44)</sup> 네째 관상동맥의 혈류에는 장애가 없으면서 심근세포의 기능이상으로 인한 경우<sup>45)</sup>, 다섯째 방사성동위원소 섭취의 비균질성(nonhomogeneity)<sup>46)</sup>, 여섯째 기술적인 요인으로서 field nonuniformity<sup>47)</sup>, 그리고 일곱째 가장 흔한 요인으로서 주위조직에 의한 약화(tissue attenuation)<sup>2,48)</sup>을 들 수 있다. 조직에 의한 약화(tissue attenuation)는 thallium-201의 물리적 특성과 낮은 energy 때문으로 풀이되고 있는데 특히 여성에서 유방에 의한 심근전벽의 이상소견<sup>2,48)</sup> 그리고 횡격막에 의한 심근하벽의 이상소견<sup>49)</sup> 등이 나타날 수 있다. 심첨부의 단독적인 이상소견은 심첨부의 해부학적인 형태에 의한 것으로 관상동맥질환에 합당치 않은 정상변이로 간주된다<sup>38,39)</sup>. 그외에 승모판탈출증(mitral valve prolapse)<sup>32,38,50)</sup>, 완전좌각차단(complete LBBB)<sup>32,40)</sup> 좌심실확장기말압의 증가<sup>31,51)</sup> 등이 있을때 정확한 기전을 설명할 수 없으나 운동부하 thallium-201 심근관류영상술소견상 비정상소견이 나타날 수 있는 것으로 보고되고 있다.

본 연구에서 운동부하 thallium-201 이 심근관류영상술소견에서 심벽운동장애는 전혀 없었으며 혈역학적 소견도 모두 정상이었고 완전좌각차단 및 승모판탈출증도 없었으나 단 1례에서 원인을 알수 없는 심방세동이 있었다. 운동유도 관상동맥경련(exercise induced vasospasm)이나 심근에 의한 동위원소 섭취의 비균질성(nonhomogeneity) 등의 가능성을 완전히 배제할 수 없었으나, myocardial bridge나 유방과 횡격막에 의한 tissue attenuation 등의 가능성은 완전히 배제할 수 있었다.

이상과 같이 운동부하 thallium-201 심근관류영상술은 운동부하심전도검사에 비해 비교적 높은 예민도를 보이나 대상환자에 따라 특이도가 달라질 수도 있으며 정상관상동맥이라도 비정상소견을 보일 수 있으므로 관상동맥질환의 유무를 판정하는데 있어서 특히 유의를 해야할 것으로 사료된다.

## 결 론

한국성인의 관상동맥질환에 있어서 비관혈적 진단방법인 운동부하심전도검사와 thallium-201 운동부하심근관류영상술의 진단적 가치를 비교하고자 1984년 10월부터 1985년 8월까지 연세대학교 의과대학 부속 세브란스병원 내과에 내원하여 관상동맥조영술과 운동부하심전도검사 및 동시에 thallium-201 운동부하심근관류영상술을 시행한 47례를 대상으로 이 두가지 비관혈적 진단방법의 예민도, 특이도, 양성 및 음성검사의 기대치를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 연령분포는 19세에서 74세까지였으며 평균연령은 정상관상동맥군이  $49.5 \pm 10.7$ 세 협착관상동맥군이  $53.1 \pm 8.8$ 세이었다. 남녀비는 2.6:1로서 남자가 많았다.

2) 관상동맥질환의 범위는 단일혈관질환이 14례, 두혈관질환이 10례, 세혈관질환이 6례였으며, 관상동맥별 병소는 좌전행지가 33곳, 우관상동맥이 16곳, 회선지가 14곳이었다.

3) 예민도는 운동부하심전도검사가 76.7% thallium-201 운동부하심근관류영상술이 86.7%로써 후자가 전자보다 10% 높은 경향을 보였다.

4) 특이도는 두검사가 각각 70.6%로서 모두 같은 경향을 보였다.

5) 관상동맥질환의 범위에 따른 운동부하심전도검사와 thallium-201 운동부하심근관류영상술의 예민도는 단일혈관질환에서 64.3%와 78.6%, 두혈관질환에서 80%와 90%, 그리고 세혈관질환에서 각각 100%로서 두검사가 관상동맥질환의 범위가 심할수록 모두 같이

예민도가 증가하는 경향을 보였으며 단일혈관질환과 두혈관질환에서는 thallium-201 운동부하심근관류영상술이 운동부하심전도검사에 비해 예민도가 높은 경향을 보였다.

6) 기대치는 양성검사시에 운동부하심전도 검사가 82.1% thallium-201 운동부하심근관류영상술이 83.9%로서 두검사가 비슷하였으나 음성검사시에는 전자가 63.2%, 후자가 75%로서 thallium-201 운동부하심근관류영상술이 운동부하심전도검사보다 약 12% 높은 경향을 보였다.

이상의 결과로 미루어보아 관상동맥질환의 진단에 있어서 thallium-201 운동부하심근관류영상술은 운동부하심전도검사에 비해 비교적 높은 예민도를 보이지만 정상관상동맥을 지닌 사람에서도 심근허혈에 합당한 소견을 보일 수 있으므로 이의 판정에 유의를 해야할 것으로 사료된다.

#### REFERENCES

- 1) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, Gould KL, Narahara KA, Murray JA, Williams DL: *Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise. Comparison with coronary arteriography and resting and stress electrocardiography.* Circulation 56:66, 1977
- 2) Botvinick EH, Taradash ME, Shames DM, Parmley WW: *Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the clinical clarification of normal, abnormal and equivocal electrocardiographic stress test.* Am J Cardiol 41:43, 1978
- 3) Bodenheimer MB, Banka VS, Fooshee CM, Halfant RC: *Extent and severity of coronary heart disease. Determinations by thallous chloride TI-201 myocardial perfusion scanning and comparison with stress electrocardiography.* Arch Intern Med 139:630, 1979
- 4) Iskandrian AS, Wasserman LA, Anderson GS: *Merits of stress thallium-201 myocardial perfusion imaging in patients with inconclusive exercise electrocardiograms: Correlation with coronary angiograms.* Am J Cardiol 46:553, 1980
- 5) Melin JA, Piret LJ, Vanbutesle RJM, Rousseau MF, Cosyns J, Brasseur LA, Beckers C, Detry JMR: *Diagnostic value of exercise electrocardiography and thallium myocardial scintigraphy in patients without previous myocardial infarction: A Bayesian approach* Circulation 63:1019, 1981
- 6) Judkins MP: *Percutaneous transfemoral selective coronary arteriography.* Radiol Clin N Am 6:467, 1968
- 7) Ellestad MH: *Stress testing protocol: In stress testing, Principles and practice* (Ellestad MH, Eds.) P58, Philadelphia, FA Davis Company, 1976
- 8) Ellestad MH: *Electrocardiographic patterns and their significance: In stress testing, Principles and practice* (Ellestad MH, Eds.) P100, Philadelphia, FA Davis Company, 1976
- 9) Gould KL, Lipscomb K, Hamilton GW: *Physiologic basis for assessing critical stenosis.* Am J Cardiol 33:87, 1974
- 10) Zaret BL, Berger HJ: *Techniques of nuclear cardiology: In the heart* (Hurst JW, Eds.) P1831 New York, McGraw-Hill Inc, 1986
- 11) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J, Strauss HW, Pitt B: *Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise: comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease.* Circulation 55:79, 1977
- 12) Berger BC, Watson DD, Taylor GJ, Graddock GB, Martin RP, Beller GA: *Sensitivity of quantitative thallium-201 scintigraphy following nondiagnostic exercise stress (abstr).* Circulation 60:172, 1979
- 13) Corne RA, Gotsman MS, Atlan H: *Radionuclide assessment of regional myocardial perfusion with thallium-201.* Am Heart J 97:112, 1979
- 14) McCarthy DM, Blood DK, Sciacca RR, Cannon PJ: *Single dose myocardial perfusion imaging with thallium-201: application in patients with nondiagnostic electrocardiographic stress tests.* Am J Cardiol 43:899, 1979
- 15) Kawana M, Krizek H, Porter J: *Use of TI<sup>199</sup> as a potassium analog in scanning.* J Nucl Med 11:333, 1970
- 16) Lebowitz E, Greene MW, Fairchild R, Bradley-Moore PR, Atkins HC, Ahasari AN, Richar-



- ds P, Belgrave E: *Thallium-201 for Medical use. J Nucl Med* 16:151, 1975
- 17) Beller GA, Watson DD, Pohost GM: *Kinetics of thallium distribution and redistribution: Clinical applications in sequential myocardial imaging. In cardiovascular Nuclear Medicine (Strauss HW, Pitt B, Eds.) P225, St Louis CV Mosby, 1979*
- 18) Strauss HW, Harrison K, Langan JK, Lebowitz E, Pitt B: *Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of thallium-201 to regional myocardial perfusion. Circulation* 51:641, 1975
- 19) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, McKusick K, A Guiney TE, Beller GA: *Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. Circulation* 55:294, 1977
- 20) Nielsen AP, Morris KG, Murdock R, Bruno FP, Cobb FR: *Linear relationship between the distribution of thallium-201 and blood flow in ischemic and nonischemic myocardium during exercise. Circulation* 61:797, 1980
- 21) Weich H, Strauss HW, Pitt B: *The extraction of thallium-201 by the myocardium. Circulation* 56:188, 1977
- 22) Bergmann SR, Hack SN, Sobel BE: *"Redistribution" of myocardial thallium-201 without reperfusion. Implications regarding absolute quantification of perfusion. Am J Cardiol* 49:1691, 1982
- 23) Okada R, Leppo JA, Boucher CA, Pohost GM: *Myocardial kinetics of thallium-201 after dipyridamole infusion in normal canine myocardium and in myocardium distal to a stenosis. J Clin Invest* 69:199, 1982
- 24) Rouleau J, Griffith L, Strauss HW, Pitt B: *Detection of diffuse coronary artery disease by quantification of thallium-201 myocardial images(abstr.). Circulation* 51, 52: Suppl 2:2-111, 1975
- 25) Burrow RD, Pond M, Schafer AW, Becker L: *"Circumferential Profiles": A new method for computer analysis of thallium-201 myocardial perfusion images. J Nucl Med* 20:771, 1977
- 26) Berger BC, Watson DD, Taylor GJ, Graddock GB, Martin RP, Teates CD, Beller GA: *Quantitative thallium-201 exercise scintigraphy for detection of coronary artery disease. J Nucl Med* 22:585, 1981
- 27) Garcia E, Maddahi J, Berman D, Waxman A: *Space/ Time quantitation of thallium-201 myocardial scintigraphy. J Nucl Med* 22:309, 1981
- 28) Maddahi J, Garcia EV, Berman DS, Waxman A, Swan HJG, Forrester J: *Improved noninvasive assessment of coronary artery disease by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and washout of thallium-201. Circulation* 64:924, 1981
- 29) Watson DD, Campbell NP, Read EK, Gibson RS, Teates CD, Beller GA: *Spatial and temporal quantitation of plane thallium myocardial images. J Nucl Med* 22:577, 1981
- 30) Carrillo AP, Marks DS, Pickard SD, Khaja F, Goldstein S: *Correlation of exercise thallium-201 myocardial scan with coronary arteriograms and the maximal exercise test. Chest* 73:321, 1978
- 31) Dash H, Massie BM, Botvinick EH, Brundage BH: *The noninvasive identification of left main and three-vessel coronary artery disease by myocardial stress perfusion scintigraphy and treadmill exercise electrocardiography. Circulation* 60:276, 1979
- 32) Berger BC, Abramowitz R, Park CH, Desai A, G, Madsen MT, Chung EK, Brest AN: *Abnormal thallium-201 scans in patients with chest pain and angiographically normal coronary arteries. Am J Cardiol* 52:365, 1983
- 33) Pacold I, Maler PT, Moran JF, Hale DJ, Henkin R, Gunner RM: *Exercise testing of women with chest pain with and without thallium-201 tomography (abstr). Am J Cardiol* 47:422, 1981
- 34) Iskandrian AS, Segal BL: *Value of exercise thallium-201 imaging in patients with diagnostic and nondiagnostic exercise electrocardiograms. Am J Cardiol* 48:233, 1981
- 35) Caralis DG, Bailey I, Kennedy HL, Pitt B: *Thallium-201 myocardial imaging in evaluation of asymptomatic individuals with ischemic ST segment depression on exercise electrocardio-*

- gram. *Br Heart J* 42:562, 1979
- 36) Uhl GS, Kay TN, Hickman JR: *Computer-enhanced thallium scintigrams in asymptomatic men with abnormal exercise test.* *Am J Cardiol* 48:1037, 1981
- 37) Guiney TE, Pohost GM, McKusick KA, Beller GA: *Differentiation of false-from true-positive ECG responses to exercise stress by thallium-201 perfusion imaging.* *Chest* 80:4, 1981
- 38) Meller J, Goldsmith SJ, Rudin A, Pichard AD, Gorlin R, Teichholz LE, Herman MV: *Spectrum of exercise thallium-201 myocardial perfusion imaging in patients with chest pain and normal coronary angiograms.* *Am J Cardiol* 43:717, 1979
- 39) Dunn RF, Wolff L, Wagner S, Botvinick EH: *The inconsistent pattern of thallium defects: A clue to the false positive perfusion scintigram.* *Am J Cardiol* 48:224, 1981
- 40) Hirzel HO, Senn M, Nuesch K, Buettner C, Pfeiffer A, Hess OM, Kraynebuehl HP: *Thallium-201 scintigraphy in complete left bundle branch block.* *Am J Cardiol* 53:764, 1984
- 41) Water DD, Chaitman BR, Dupras G, Theroux P, Mizgala HF: *Coronary artery spasm during exercise in patients with variant angina.* *Circulation* 59:580, 1979
- 42) Freedman B, Dunn RF, Kelly DT: *Exercise induced coronary spasm:adrenergic mechanism?* *Circulation* 60:Suppl II:II-264, 1979
- 43) Ahmad M, Merry SL, Harbach H: *Thallium-201 scintigraphic evidence of ischemia in patients with myocardial bridges.* *Am J Cardiol* 45:482, 1980
- 44) Gewirtz H, Grotte GJ, Strauss HW: *The influence of left ventricular volume and wall motion on myocardial images.* *Circulation* 59:1172, 1979
- 45) McKillop JH: *Abnormal thallium-201 myocardial images in patients with chest pain and normal coronary arteriograms.* *Am J Cardiol* 45:912, 1980
- 46) Cook DJ, Bailey I, Strauss HW, Rouleau J, Wagner HN, Pitt B: *Thallium-201 for myocardial imaging: Appearance of the normal heart.* *J Nucl Med* 17:583, 1976
- 47) Mueller TM, Marcus ML, Ehrhardt JC, Chaudhuri T, Abboud FM: *Limitations of thallium-201 myocardial perfusion scintigrams.* *Circulation* 54:640, 1976
- 48) Stolzenberg J, Kaminsky J: *Overlying breast as cause of false-positive thallium scans.* *Clin Nucl Med* 3:229, 1978
- 49) Johnstone DE, Wackers FJ, Berger HJ, Hoffer PB, Kelley MJ, Gottschalk A, Zaret BL: *Effect of patient positioning on left lateral thallium-201 myocardial imaging.* *J Nucl Med* 20:183, 1979
- 50) Staniloff HM, Huckell VF, Morch JE, Buda A J, Feiglin DH, Wigle ED, McLaughlin PR: *Abnormal myocardial perfusion defects in patients with mitral valve prolapse and normal coronary arteries (abstr).* *Am J Cardiol* 41:433, 1978
- 51) Bush CA, Fanning W, Kolibash AJ, Leier CV: *Elevated left ventricular filling pressure as a cause of angina in patients with normal coronary arteries (abstr).* *Am J Cardiol* 49:950, 1982