

수축기 벽운동이상을 동반한 관상동맥 질환 환자의 심근생존도 규명에 있어서 Thallium-201 재주사법의 임상적 의의*

가톨릭대학 의학부 내과학교실

윤호중 · 윤광무 · 정옥성 · 백상홍 · 김종진 · 김재형 · 최규보 · 홍순조

가톨릭대학 의학부 방사선과학교실

박 정 미 · 김 춘 열

= Abstract =

Clinical Value of Thallium-201 Reinjection for the Identification of Myocardial Viability in Patients with Coronary Artery Disease and Left Ventricular Dysfunction

Ho Joong Youn, M.D., Kwang Moo Yoon, M.D., Wook Sung Chung, M.D.,
Sang Hong Back, M.D., Chong Jin Kim, M.D., Jae Hyung Kim, M.D.,
Kyu Bo Choi, M.D. and Soon Jo Hong, M.D.

Department of Internal Medicine, Catholic University, Medical College, Seoul, Korea

Jeong Mi Park, M.D. and Choon Yul Kim, M.D.

Department of Radiology, Catholic University, Medical College, Seoul, Korea

Background : The reinjection of a small dose of thallium-201 after stress and delayed imaging often shows new redistribution in the region with persistent defect.

The purpose of this study was to determine the incidence of incomplete redistribution on conventional delayed image and to compare the left ventricular wall motion abnormality with myocardial viability in patients with coronary artery disease.

Methods : We studied 12 patients with chronic coronary artery disease, using exercise Thallium-201 Single Photon Emission Tomography(Tl-201 SPECT) and coronary angiography with contrast ventriculography. Patients received 2mCi of thallium intravenously during exercise, redistribution images were performed 4 hour later and a second dose of 1mCi of thallium was injected at rest immediately thereafter. The three sets of image(stress, redistribution and reinjection) were analyzed. The left ventricular myocardium was divided into 7 segments and regional wall motion was scored on scale from 2(normal) to -1(dyskinesis).

Results :

1) The redistribution was obtained in 42.9% of the segments with persistent Tl-201 defect

*본 논문은 1992년 가톨릭중앙의료원 임상의학 연구보조비로 이루어 졌음.

on 4 hour delayed image.

2) Myocardial viability was observed in 38.9% of regions with wall motion abnormality on contrast ventriculography.

3) The wall motion score was lower in the segments with persistent TI-201 defect on reinjection image than those with transient defect($p<0.05$).

4) In 42.9% of the regions with wall motion abnormality on contrast ventriculography before coronary artery bypass graft, normal TI-201 image was observed after coronary artery bypass graft.

Conclusion : Thallium-201 reinjection image can be used to identify viable myocardium in segments that demonstrate a persistent thallium defect on conventional delayed images in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction.

KEY WORDS : Thallium-201 reinjection · Myocardial viability · Left ventricular dysfunction.

서 론

운동부하 Thallium-201 단일 광자방출 전산화단층촬영(Single Photon Emission Computed Tomography ; 이하 TI-201 SPECT로 약함)은 관상동맥질환 환자에서 가역적인 심근 허혈부위를 찾아내고 재관류 치료후 치료효과를 평가할 수 있는 유용한 비관혈적 검사방법이다¹⁻⁸⁾.

Pohost등³⁾은 운동부하 4시간후에 얻어진 지연영상에서 재분포를 보이는 초기관류결손은 심근허혈은 있으나 살아있는 심근으로 간주하였고, 지연영상에서 재분포를 보이지 않는 지속적 관류결손은 심근경색으로 인한 심근반흔(myocardial scar)으로 간주하였다. 즉 운동부하 영상과 지연영상은 가역적 심근허혈과 비가역적인 심근경색부위를 구별하는데 그 가치가 있는 것으로 알려져 왔다.

그러나 최근에 재분포를 보이지 않는 지속적 관류결손 부위가 재관류 치료후 심근관류 및 심기능에 있어서 회복이 되었다는 여러 보고들이 있었다^{5,9-14)}.

지연영상에서 지속적인 관류결손을 보이는 부위 중에서 잠재적으로 심근 생존도(myocardial viability)를 갖고 있는 부위가 있으나 기존의 TI-201 심근

관류 스캔 방법으로는 그것에 대한 규명이 어려웠기 때문에^{13,15,16)} 24시간 지연 영상법^{11,17)}, 4시간 지연영상후 TI-201의 재주사법¹⁸⁾ 및 운동부하 영상을 얻은후 1~2주후 휴식기 영상을 얻는 방법^{19,20)} 등이 그동안 보고 되었다.

저자들은 관상동맥질환 환자에게 운동부하 TI-201 SPECT를 실시하여 4시간 지연 영상을 얻은후 즉시 소량의 thallium을 주사하여 재주사 영상을 얻음으로써, 재주사 영상이 기존의 운동부하-재분포 영상에서의 경색심근에 대한 과대평가를 줄일수 있는지를 비교해 보고, 재주사영상을 통하여 심근의 국소 벽운동 이상과 심근 생존도와와의 관계를 알아 보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

관상동맥질환 의심하에 성모병원에 내원한 환자 중 관상동맥조영술 및 운동부하 TI-201 SPECT를 모두 시행한 12명의 환자를 대상으로 하였다.

환자의 평균연령은 57.8 ± 7.6 세 였고, 남녀 비는 8 : 4이었다. 임상적 진단은 안정성 협심증 6명, 심근경색후 협심증이 6명이었다(Table 1). 대상환

Table 1. Characteristics of study patients

	Total (n=12)	Angina (n=6)	Infarction (n=6)*
Age (Year)	57.8 ± 7.6	55.2 ± 7.4	60.5 ± 7.5
Gender (M : F)	8 : 4	3 : 3	5 : 1

*previous infarction with post myocardial infarction angina

자들은 모두 관상동맥 조영 소견상 한 혈관 이상에서 50% 이상의 의미있는 협착 소견을 보였으며, 단일 혈관 질환이 4명, 두혈관 질환이 3명, 세 혈관 질환이 5명이었다.

대상환자중 4명에서 관상동맥 우회수술을 받았는데 3명은 안정성 협심증 환자였고, 한명은 심근경색후 협심증 환자였다.

관상동맥조영술과 운동부하 Tl-201 SPECT의 평균시행 간격은 14개월이었다.

2. 방 법

1) 운동부하 Tl-201 SPECT 방법

환자들은 검사전 24~48 시간부터 베타 차단제나 칼슘 길항제의 투약을 중지하였고, nitrate 제제는 6시간 전부터 투약을 중지하였다. 공복 상태에서 부루스 프로토콜에 따라 기립자세로 3분 간격으로 25 watt씩 운동량을 증가시켜 가면서 트레드밀운동을 시행하였다. 검사동안 지속적인 심전도 감시와 혈압 및 맥박을 측정하였으며 운동 종료의 기준은 심한 흉통, 심전도상 ST절의 하강, 심한 호흡곤란, 저혈압, 심각한 부정맥의 발생 및 연령대비 최대 심박동수의 85% 이상에 도달한 경우 등으로 하였다.

운동종료 1분전에 thallium 2mCi를 정맥 주사하고 그상태에서 1분간 운동을 계속시킨후 즉시 반듯이 누운 자세에서 부하 영상(stress image)을 얻었다.

Thallium 영상은 고 해상도-저 에너지 조준기

(collimator)가 장착된 회전형 감마 카메라(ORBITER 750-ZCS/Digitrac)를 이용하여 45도 우전사위(RAO)에서 45도 좌후 사위(LPO)까지 180도를 6도 간격으로 매영상마다 40초씩 32화면의 투사영상을 얻었다. 4시간 후에 동일한 방법으로 안정시 재분포 SPECT 영상(redistribution image)을 얻었다. 재분포 영상을 얻은후 즉시 1mCi의 thallium을 재 주사하고 10분 이내에 동일한 방법으로 재 주사영상(reinjection image)을 얻었다. 각 투사 영상은 64×64 매트릭스(matrix)로 컴퓨터에 수록하고, 데이터는 filtered back projection technique으로 영상으로 재구성하여 심근에서 심첨(apex)과 심저(base)를 연결하는 장축에 수직으로 횡단면(transverse axis; short axis)을 얻고, 장축을 연결 하면서 심근과 수직인 장축면(vertical long axis; sagittal oblique), 심근과 수평인 장축면(horizontal long axis; coronal oblique)의 세면의 단층영상을 얻어 분석하였다.

2) 단층영상의 분석

각 방향의 단면중 관상사위(coronal oblique)와 시상사위(sagittal oblique)는 Fig. 1와 같이 7분절로 세분하여 조영제심실 조영술 상의 벽운동 구역과 일치시켰다.

부하영상, 4시간 지연영상 및 재주사 영상은 각 방향의 단면별로 따로따로 관찰한 후 부하영상과 4시간 지연영상, 부하 영상과 재주사영상의 동일한 부위 단면을 동시에 비교할 수 있게 합성영상을 만들었다(Fig. 2).

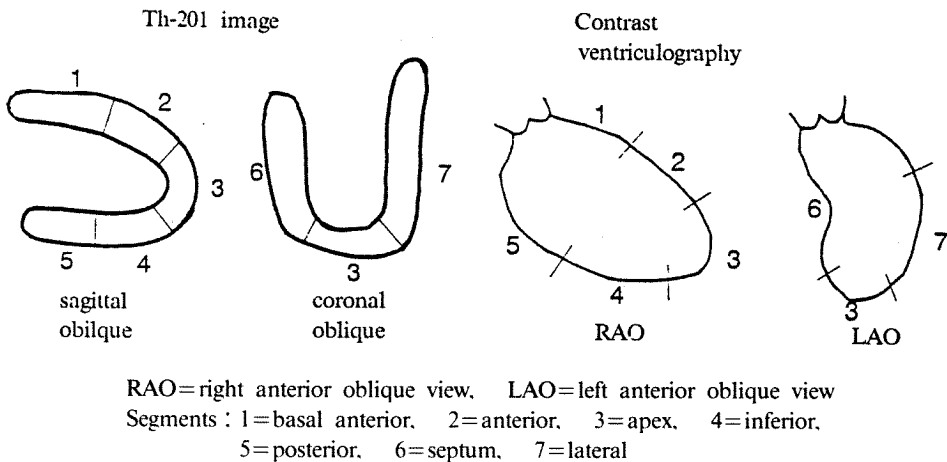


Fig. 1. Schematic representation of left ventricular segments of Th-201 image and contrast ventriculography.

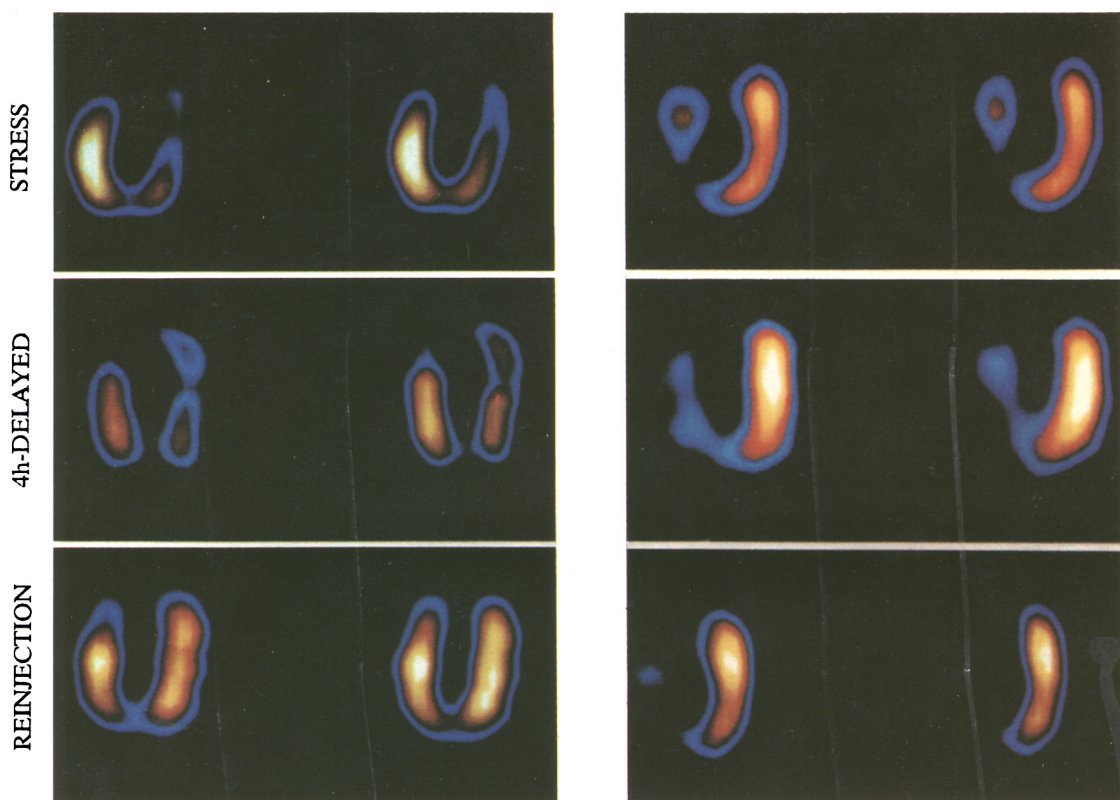


Fig. 2. Tl-201 SPECT images in coronal oblique(left) and sagittal oblique(right) views of a patient with triple vessel disease showing a severe decrease in Tl-201 activity in the apical, inferior, posterior and lateral wall in post-stress image(top row). The apical, inferior and posterior wall defects remain fixed in both 4h-delayed(middle row) and reinjection image(bottom row) ; however, the lateral wall defect improves in the reinjection image.

각 분절에서의 단층영상은 관상동맥 조영 소견을 모르는 2명의 관측자에 의해, thallium의 흡수 정도에 따라서 육안적으로 분석하였다.

부하영상에서 thallium의 흡수가 감소되어 있으나 4시간 지연영상에서 재분포를 보일때는 Group A로, 부하영상과 4시간 지연영상에서 thallium의 흡수가 감소되어 있으나 재주사 영상에서는 재분포를 보일때는 Group B로, 부하영상, 4시간 지연영상 및 재주사 영상 모두에서 지속적으로 thallium의 흡수가 감소되어 있을 때를 Group C로 분류하였다.

3) 관상동맥 조영술 및 판정

관상동맥 조영술은 Judkins 방법을 이용하여 투사면을 여러각도에서 시행하였다. 관상동맥 조영 소견은 2명이 관찰하여, 한개 이상의 주관상동맥 또는 그것의 주분지에 50% 이상의 내경협착이

있을때 유의한 협착으로 정의하였으며 관상동맥 질환의 범위는 단일혈관 질환, 두혈관 질환 및 세혈관 질환으로 정하였다.

4) 국소 벽운동의 분석

안정시 수축기 좌심실의 벽운동을 분석하기 위하여 우전사위 30도와 좌전사위 60도로 조영제심실 조영술을 시행하였다.

좌심실은 Fig. 1와 같이 7개의 구역을 나누어 관찰하였고 각 구역의 벽운동은 정상(normokinesis) = 2, 운동저하(hypokinesis) = 1, 운동불능(akinesis) = 0, 및 운동이상(dyskinesis) = -1로 점수를 주었다.

5) 통계처리

결과는 평균±표준편차로 하였고 student's t-test로 유의성을 검증하였다. P-value<0.05을 유의

수준으로 하였다.

결 과

1. 운동부하 TI-201 SPECT의 육안적 분석

관상동맥 우회수술을 시행하지 않은 8명의 환자의 총 56개 분절중 부하영상에서 관류 결손을 보인 분절이 26개 있었으며 이 가운데 5개 분절이 4시간 지연 영상에서 재분포를 보였고 21개 분절은 지속적 관류 결손을 보였다. 4시간 지연 영상후 얻어진 재 주사 영상에서는 관류 결손을 보이던 21개의 분절중 9개분절(42.9%)에서 재분포를 보였다 (Table 2).

2. 조영제 심실 조영술에 의한 국소 벽운동의 분석

국소 벽운동 점수는, 부하영상, 4시간 지연영상 및 재주사 영상에서 모두 지속적인 관류결손을

보이는 Group C가 Group A나 Group B에 비하여 통계학적으로 유의하게 감소되어 있었고($p<0.05$). 재 주사시 재분포를 보이는 Group B는 부하영상에서만 관류결손을 보이는 Group A에 비하여 국소 벽운동점수는 감소되어 있었으나 둘사이에 통계학적인 유의성은 없었다(Table 3).

한편 벽운동장애를 보이는 18개 구역 중 7개(38.9%)에서 TI-201 SPECT상 정상소견, Group A 또는 Group B의 소견을 보였다(Table 4).

관상동맥 우회수술을 받았던 4명의 환자에서 평균 27개월후 운동부하 TI-201 SPECT를 시행하였는데 수술전 조영제 심실 조영술상 벽운동 이상을 보이던 7개 구역중 3개(42.9%)에서 수술후 정상 SPECT 소견을 보였고, 수술전 벽운동장애를 보이던 4개 구역에서는 수술후 시행한 thallium 재주사후에도 지속적 관류결손을 보이는 Group C의 소견을 보였다(Fig. 3).

고 안

운동부하 TI-201 심근 관류스캔은 관상동맥질환 환자에서 심근 생존도(myocardial viability)를 알아 보는데 사용되는 유용한 검사방법이다^{2-8,21,22}).

1977년 Pohost등³⁾은 운동부하 후 즉시 얻은 thallium 영상에서 나타난 관류결손이 수시간 후 영상이 반복되면 thallium의 재분포를 보일수 있다고 보고하였다. 초기분배(initial distribution)시에는 thallium의 섭취가, 국소 혈류량의 정도와 혈액으로 부터 thallium을 섭취할 수 있는 심근세포의 능력에 의해서 좌우되지만^{3,6-8,23-25}), 심근세포가 살아있는 한 thallium은 세포막을 통해 지속적으로 교환이 일어나기 때문에 혈류량이 적은 허혈심근부위에서는 thallium의 제거(washout)가 완만하게 일어나거나 시간이 경과된 후에야 thallium이 축적됨으로써 thallium의 절대농도가 증가하게 되고, 정상심근부

Table 2. Comparison of Th-201 redistribution obtained by 4-hour delayed image and reinjection image

Delayed Image	Reinjection image		
	RD	PD	Total
RD	5	0	5
PD	9	12	21
Total	14	12	26

RD=Redistribution, PD=Persistent defect

Table 3. Mean wall motion score in stress, 4-hour delayed and reinjection image

	No. of Segment	Mean wall motion Score
Group A	5	$1.83 \pm 0.41^{**}$
Group B	9	$1.56 \pm 0.53^{**}$
Group C	12	0.50 ± 0.91

* $p<0.05$ vs Group C; ** $p<0.05$ vs Group C; #Not significant vs Group B

Table 4. Analysis of TI-201 SPECT image in asynergic regions on contrast ventriculography

Wall Motion	TI-201 Image				
	Normal	Group A	Group B	Group C	Total
Hypokinesis	1	0	4	6	11
Akinesis	1	0	0	3	4
Dyskinesis	1	0	0	2	3
Total	3	0	4	11	18

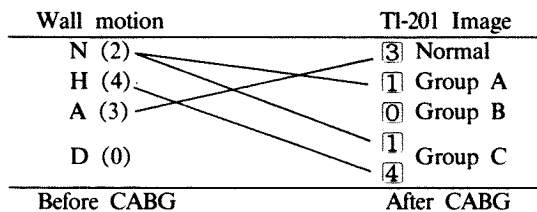


Fig. 3. Comparison of segmental wall motion abnormality and TI-201 SPECT image before and after coronary artery bypass graft.

N=normal wall motion H=hypokinesia
A=akinesia D=dyskinesia

위에서는 제거가 급격하게 일어나 thallium의 절대농도가 감소되므로 지연영상에서 재분포가 나타나게 된다^{3,10,26-31}). 이처럼 초기 분배영상에서 thallium의 농도가 감소되었던 부위가 지연영상에서 재분포를 보일때 가역성 심근허혈 즉 살아있는 심근으로 간주하였고, 지연영상에서도 재분포를 보이지 않을때 비가역적 심근허혈 즉, 심근경색으로 인한 반흔으로 간주하였다^{3,4,8,25,26,31}).

그러나 지연영상에서 관류결손을 보이는 부위중 일부에서 재관류 치료후 국소 심근관류 및 심근 기능이 회복되었다는 보고들이 나오면서 경색심근으로 간주하였던 부위의 심근생존도에 대한 논란이 있게 되었다^{4,5,9-11,32,33}).

비가역적인 경색심근으로부터 기능은 저하되어 있지만 살아있는 심근을 구별해내는 것은 재관류 치료로 심근기능을 회복시킬 수 있다는 점에서 매우 중요한 문제라 할수 있다.

기존의 운동부하 후 3~4시간에 얻어진 지연영상에 나타난 관류 결손 부위는 경색 심근 뿐만이 아니라 살아있는 심근도 포함하고 있기 때문에 허혈심근을 경색심근으로 과대평가하는 경우가 많았다^{11,15,33-35}). 이처럼 허혈심근부위에서 관류결손이 지속적으로 나타나는 것은 thallium의 재분포가 일어나기 위해서는 관상동맥의 협착정도 뿐 아니라 thallium의 혈중농도가 관여하기 때문인 것으로 보고 있다^{5,10,16,36,37-39}).

즉 혈중 thallium의 농도가 계속해서 감소한다면 thallium의 운반이 불충분해져서 심근자체에 경색이 없더라도 관류결손이 지속적으로 나타날 수 있으며 이러한 부위가 혈중 thallium의 농도를 증가시키게 되면 가역적으로 재분포가 일어날 수 있다¹⁵).

혈중 thallium의 농도뿐 아니라, 관상동맥협착의 정도와 thallium의 재분포가 일어나는 시간사이에도 통계학적으로 유의한 역관계가 있다는 보고들이 있었다^{16,35}). 그러므로 혈중 thallium의 농도를 증가시키거나, 시간이 지연된 후 얻은 영상에서 관류 결손 부위가 부분적으로 또는 완전히 소멸되게 되면 그 심근은 살아있다고 볼 수 있다^{11,15,35}).

심근 생존도를 알아보기 위해, 8~24 시간후 지연촬영하는 방법^{11,17}), 안정시 주사 및 재분배 촬영방법^{19,20}) 그리고 최근에는 포도당 유사체인 FDG (fluorodeoxyglucose)를 이용하여 심근의 대사를 알아보는 양전자 방출 단층촬영(positron emission tomography : PET)등^{12,40})이 소개되었으나 지연촬영으로 후기 재분포를 이용하는 방법들은 검사시간이 너무 오래 걸려 사용에 불편하고 영상의 질이 좋지 않았으며 PET는 비용이 비싸고 현재로서는 쉽게 이용할 수 없다^{35,40}).

최근 Rocco등¹⁸)은 3~4시간 지연영상을 얻은 후 소량의 thallium을 재 주사하여 혈중 thallium의 농도를 증가시켰을 때 관류 결손을 보이는 부위에서 재분포가 일어날 수 있다고 보고하였다.

보고자에 따라 차이는 있으나 지연영상에서 관류결손을 보이는 부위의 40% 이상에서 재 주사후 재분포가 일어남을 관찰할 수 있었다^{15,18}). 재 주사후 재분포되는 부위에서는 재관류 치료후 80% 이상에서 심근기능이 회복되었으며 PET를 이용하여 이러한 부위에 심근대사가 있음을 확인할 수 있었다^{15,18,34}).

저자들의 성적에서도 만성 관상동맥질환 환자에서 시행된 운동부하 TI-201 SPECT상 4시간 지연영상에서 관류결손을 보이던 부위 가운데 thallium 재주사후 42.9%에서 재분포를 보여 기존의 심근 관류스캔상 고정결손을 보이는 부위가 경색심근으로 과대평가되었음을 알 수 있었다.

만성 관상동맥질환 환자에서 심실 벽운동이 정상일때는 문제가 되지 않으나 좌심실의 기능저하 즉 벽운동 이상을 동반하고 있을 때 그 부위가 과연 재관류 치료로 기능을 회복할 수 있는 잠재적인 심근 생존도를 갖고 있는지에 대한 의문이 제기될 수 있다.

Rahimtoola등⁴¹⁻⁴³)이 보고한 동면하는 심근(hibernating myocardium)은 수개월에서 수년간 만성적

인 심혈류 저하로 심기능이 저하되어 있는, 살아 있지만 심근 수축을 일으킬 만큼 충분히 영양이 공급되지 않는 상태를 말하며, Braunwald등^{43,44)}이 보고한 기절한 심근(stunned myocardium)은 잠시 동안 국소허혈 상태에 있다가 재관류 후 허혈 상태가 풀렸으나 수시간에서 수주간 심기능이 저하되어 있는 상태를 말한다. 임상적으로 기절한 심근은 급성 심근 경색증에서 재관류 치료후에 또 관상동맥 경련이나 혈소판 혈전등에 의해 이차적으로 관상동맥 폐색이 반복되는 불안정협심증 환자에서 수일에서 수주후에 좌심실 기능이 회복되므로써 관찰 할 수 있다²¹⁾.

이처럼 만성 관상동맥질환 환자에서 좌심실의 기능저하는 섬유화된 경색 심근으로부터 올 수도 있지만 부분적으로는 허혈심근에서도 올 수 있기 때문에 그러한 환자에서는 재관류 치료후 심실기능의 회복을 기대해 볼 수 있다⁴⁵⁾.

그러나 조영제 심실 조영술, 방사선 동위원소 심혈관 조영술 및 심장 초음파 등을 이용한 벽운동 분석을 통해서 심근 생존도를 정확히 평가하기 어렵다^{41,42,45)}.

Rozanski등⁴⁾은 운동저하(hypokinesis), 운동불능(akinesis) 및 운동이상(dyskinesis)을 보이는 심근 부위가 심근 관류스캔상에서 정상으로 나타날 수 있다고 보고하여 살아있는 허혈심근 부위에서도 벽운동 장애가 나타날 수 있음을 시사한 바 있다. 심한 벽운동 이상을 보이더라도 재분포가 되는 부위는 생존도를 갖고 있는 심근 소실의 정도가 적은 부위라고 할 수 있다. 다시 말해서 재분포되는 부위는 심근관류량이 적어서 만성적인 심기능 저하를 초래할 수는 있지만 조직괴사를 일으킬 만큼 관류상태가 낮지는 않다고 할 수 있다.

또 심근 관류스캔상 재분포가 일어나지 않는 부위가 재분포를 보이는 부위 사이에 관상동맥협착의 정도나 측부순환의 유무에 있어서 차이는 없었으나²⁰⁾ 재분포를 보이는 부위에서 벽운동이상의 정도가 더 경하게 나타났으며³⁷⁾ 특히 thallium 재 주사후 재분포되는 부위에서 재분포되지 않는 부위에 비하여 벽운동이 잘 보존되어 있다는 보고가 있었다⁴⁶⁾.

저자들의 성적에서도 벽운동 이상을 보이던 부위의 38.9%에서, 운동부하 Tl-201 SPECT상 정상

소견, 4시간 지연영상에서 재분포(Group A) 및 thallium 재주사후 재분포(Group B)를 보이는 허혈심근으로 나타나 Rozanski등의 보고를 확인할 수 있었다. 한편 재주사후에도 재분포가 일어나지 않는 부위(Group C)에서는 Group A와 Group B에 비하여 벽운동이 통계학적으로 유의하게 감소되어 있어($p<0.05$) 심실 벽운동이상의 정도와 심근생존도간에 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 또 관상동맥 우회 수술후에 시행한 운동부하 Tl-201 SPECT상에서 수술전 벽운동 이상을 보이던 심근 부위중 42.9%에서 정상 thallium 영상을 보임으로써 운동부하 Tl-201 SPECT가 재관류 치료의 평가에도 이용될 수 있음을 알 수 있었다.

이상에서 언급한 바와 같이 Tl-201 재주사법은 기존의 심근 관류스캔상의 고정관류 결손을 경색 심근으로 과대 평가하는 오류를 줄여 줌으로써, 관상동맥질환 환자에서 재관류 치료로 도움을 줄수 있는 즉, 허혈심근을 재생시켜 심기능을 회복시킬 수 있는 심근부위를 찾아낼 수 있음은 물론, 재관류 치료후 관류상태를 평가하고 예후를 판정할 수 있는 효과적이고 편리한 비관혈적 검사방법이라고 할 수 있다.

그러므로 재관류 치료 전후로 수축기 좌심실 벽운동 분석과 Tl-201 SPECT를 시행하여 비교하는 것이 심근관류상태의 평가에 더욱 바람직 할 것이며 육안에 의존하는 정성적 분석 방법과 아울러 정량분석을 함께 실시하여 진단의 정확도를 높여야 될 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

관상동맥질환 환자에서 운동부하 Tl-201 SPECT를 실시하여 4시간 지연영상을 얻은 후 즉시 소량의 thallium을 주사하여 재주사영상을 얻으므로써, 재주사영상이 기존의 운동부하-재분포영상의 경색 심근에 대한 과대평가를 줄일 수 있는지를 알아 보고 재주사 영상을 통하여 심근의 국소 벽운동 이상과 심근생존도와의 관계를 비교해 보고자 본 연구를 시행하였다.

방 법 :

12명의 관상동맥 질환 환자를 대상으로 운동부하

Thallium-201 SPECT와 관상동맥 조영술 및 조영제 심실조영술을 시행하였다. 재주사영상은 재분포영상을 얻은 후 즉시 1mCi의 thallium을 재주사하여 얻어졌다. 운동부하영상, 재분포영상 및 재주사영상을 비교 분석하였고 국소벽운동은 조영제심실조영술상 7개의 구역으로 나누어 관찰하였다.

결 과 :

1) Thallium 재주사후 4시간 지연영상에서 관류 결손을 보이는 부위중 42.9%에서 재분포를 보였다.

2) 조영제 심실조영술상 벽운동 이상을 보이던 부위중 38.9%에서 운동부하 Tl-201 SPECT에서 정상 또는 가역적인 허혈심근으로 나타났다.

3) Thallium 재주사후 재분포되지 않는 부위에서는 좌심실 벽운동이 통계학적으로 유의하게 감소되어 있었다($p < 0.05$).

4) 관상동맥 우회술 전에 벽운동 이상을 보이던 부위중 42.9%에서 수술후 시행한 운동 부하 Tl-201 SPECT에서 정상 심근관류스캔 소견을 보였다.

결 론 :

Thallium-201 재주사법은 좌심실 수축기 벽운동 이상을 동반한 관상동맥 질환 환자에서 심근생존도 규명 및 재관류 치료후 관류 상태의 평가등에 유용한 비관혈적 방법임을 알 수 있었다.

References

- 1) Bailey IK, Griffith LS, Rouleau J, Strauss W, Pitt B : *Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise : comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease.* Circulation 55 : 79-87, 1977
- 2) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, et al : *Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise : comparison with coronary arteriography and resting and stress electrocardiography.* Circulation 56 : 66-71, 1977
- 3) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, McKusick KA, Guiney TE, Beller GA : *Differentiation of transient ischemia from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201.* Circulation 55 : 294-302, 1977
- 4) Rozanski A, Berman DS, Gray R, et al : *Use of*

thallium-201 redistribution scintigraphy in preoperative differentiation of reversible and nonreversible myocardial asynergy. Circulation 64 : 936-944, 1981

- 5) Gibson RS, Watson DD, Taylor GL, et al : *Prospective assessment of regional myocardial perfusion before and after coronary revascularization surgery by quantitative thallium-201 scintigraphy.* J Am Coll Cardiol 3 : 804-815, 1983
- 6) Nielsen AP, Morris KG, Murdock R, Bruno FR : *Linear relationship between the distribution of thallium-201 and blood flow in ischemic and non-ischemic myocardium during exercise.* Circulation 61 : 797-801, 1980
- 7) 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 : 641-645, 1976
- 8) Beller GA, Watson DD, Ackell P, Pohost GM : *Time course of thallium-201 redistribution after transient myocardial ischemia.* Circulation 61 : 791-797, 1980
- 9) Berger BC, Watson DD, Burwell LR, Crosby IK, Wellons HA, Teates CD, Beller GA : *Redistribution of thallium at rest in patients with stable and unstable angina and the effect of coronary artery bypass surgery.* Circulation 60 : 1114-1125, 1979
- 10) Liu P, Kiess MC, Okada RD, Block PC, Strauss HW, Pohost GW, Boucher CA : *The persistent defect on exercise thallium imaging and its fate after myocardial revascularization does it represent scar or ischemia?* Am Heart J 110 : 996-1001, 1985
- 11) Cloninger KG, DePuey EG, Garcia EV, et al : *Incomplete redistribution in delayed thallium-201 single photon emission computed tomographic (SPECT) images : an overestimation of myocardial scarring.* J Am Coll Cardiol 12 : 955-963, 1988
- 12) Brunken R, Schwaiger M, Grover-Mckay M, Phelps ME, Tillisch J, Schelbert HR : *Positron emission tomography detects tissue metabolic activity in myocardial segments with persistent thallium perfusion defects.* J Am Coll Cardiol 10 : 557-567, 1987
- 13) Tamaki N, Yonekura Y, Yamashita K, Senda M, Saji H, Hashimoto T, Fudo T, Kambara H, Kawai C, Ban T, Konishi J : *Relation of left ventricular perfusion and wall motion with metabolic activity*

- in persistent defects on thallium-201 tomography in healed myocardial infarction. Am J Cardiol* 62 : 202-208, 1988
- 14) Tamaki N, Yonekura Y, Yamashita K, Senda M, Saji H, Konishi J, Hirata K, Ban T, Konishi J : *Value of rest-stress myocardial positron emission tomography using nitrogen-13 ammonia for the preoperative prediction of reversible asynergy. J Nucl Med* 30 : 1302-1310, 1989
 - 15) Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NM, Leon MB, Bonow RO : *Enhanced detection of thallium after stress-redistribution imaging. N Engl J Med* 323 : 141-146, 1990
 - 16) Gutman J, Berman DS, Freeman M, et al : *Time to completed redistribution of thallium-201 in exercise myocardial scintigraphy : relationship to the degree of coronary artery stenosis. Am Heart J* 106 : 989-995, 1983
 - 17) Ziessman HZ, Keyes JW, Fox LM, Green CE, Fox SM : *Delayed redistribution in thallium-201 SPECT myocardial perfusion studies. Chest* 96 : 1031-1035, 1989
 - 18) Rocco T, Dilsizian V, MaKusick, et al : *Comparison of thallium redistribution with rest "reinjection" imaging for the detection of viable myocardium. Am J Cardiol* 66 : 158-163, 1990
 - 19) Ritchie JL, Albro DC, Caldwell JH, Trobaugh GB, Hamilton GW : *Thallium-201 myocardial imaging : a comparison of the redistribution and rest images. J Nucl Med* 20 : 477-483, 1979
 - 20) Mori T, Yamabe H, Yoshida H, Maeda K, Fukuzaki H : *The significance of resting thallium-201 delayed SPECT for assessing viability of infarcted regions : comparison with exercise thallium-201 SPECT. J Jap Circ J* 55 : 99-108, 1991
 - 21) Moor CA, Cannon J, Watson DD, Kaul SK, Beiler GA : *Thallium 201 kinetics in stunned myocardium characterized by severe postischemic systolic dysfunction. Circulation* 81 : 1622-1632, 1990
 - 22) Gewirtz H, Beller GA, Strauss HW, Dinsmore RE, Zir LM, McKusick KA, Pohost GM : *Transient defects of resting thallium scans in patients with coronary artery disease. Circulation* 59 : 707-713, 1979
 - 23) Weich H, Strauss HW, Pitt B : *The extraction of thallium-201 by the myocardium. Circulation* 56 : 188, 1977
 - 24) 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
 - 25) Pohost GM, Alpert NM, Ingwall JS, Strauss W : *Thallium-201 redistribution : mechanism and clinical utility. Semin Nucl Med* 10 : 70-93, 1980
 - 26) Grunwald AM, Watson DD, Holizgrafe HH, Irving JF, Beller GA : *Myocardial thallium-201 kinetics in normal and ischemic myocardium. Circulation* 64 : 610-619, 1981
 - 27) Beller GA, Holzgrafe HH, Watson DD : *Intrinsic washout rate of thallium-201 in normal and ischemic myocardium after dipyridamole induced vasodilation. Circulation* 71 : 378-388, 1985
 - 28) Khaw BA, Strauss HW, Pohost GM, Fallon JT, Katus AJ, Haber E : *Relation of immediate and delayed thallium-201 distribution to localization of iodine-125 antimyosin antibody in acute experimental myocardial infarction. Am J Cardiol* 51 : 1428-1432, 1983
 - 29) Goldhaber SZ, Newell JB, Alpert NM, Andrews E, Pohost GM, Ingwall JS : *Effects of ischemic-like insult on myocardial thallium-201 accumulation. Circulation* 67 : 778-786, 1983
 - 30) Schwartz JS, Ponto R, Carlyle P, Forstrom L, Cohn JN : *Early redistribution of thallium-201 after temporary ischemia. Circulation* 57 : 332-335, 1978
 - 31) Blood DK, McCarthy DM, Sciacca RR, Cannon PJ : *Comparison of single-dose and double-dose thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the detection of coronary artery disease and prior myocardial infarction. Circulation* 58 : 777-788, 1978
 - 32) Ratib O, Phelps ME, Huang SC, Henze E, Selin CE, Schelbert HR : *Positron tomography with deoxyglucose for estimating local myocardial glucose metabolism. J Nucl Med* 23 : 577-586, 1982
 - 33) Verani MS, Jhingran S, Attar M, Rizk A, Quinones MA, Miller RR : *Poststress redistribution of thallium-201 in patients with coronary artery disease with and without prior myocardial infarction. Am J Cardiol* 43 : 1114-1122, 1979
 - 34) Ohtani H, Tamaki N, Yonekura Y, Mohiuddin IH, Hirata K, Ban T, Konishi J : *Value of thallium-201 reinjection after delayed SPECT imaging for predic-*

- ting reversible ischemia after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 66 : 394-399, 1990
- 35) Kiat H, Berman DS, Maddahi JM, Yang LD, Train KV, Rozanski A, Friedman J : *Late reversibility of tomographic myocardial thallium-201 defects : An accurate marker of myocardial viability.* *JACC* 12 : 1456-1463, 1988
 - 36) Tamaki N, Yonekura Y, Yamashita K, Senda M, Saji H, Hashimoto T, Fudo T, Kambara H, Kawai C, Ban T, Konishi J : *Relation of left ventricular perfusion and wall motion with metabolic activity in persistent defects on thallium-201 tomography in healed myocardial infarction.* *Am J Cardiol* 62 : 202-208, 1988
 - 37) Mori T, Minamiji K, Kurogane H, Ogawa K, Yoshida Y : *Rest-injected thallium-201 imaging for assessing viability of severe asynergic regions.* *J Nucl Med* 32 : 1718-1724, 1991
 - 38) Angello DA, Wilson RA, Palac RT : *Effect of eating on thallium-201 myocardial redistribution after myocardial ischemia.* *Am J Cardiol* 60 : 528-533, 1987
 - 39) Nelson CW, Wilson RA, Angello DA, Palac RT : *Effect of thallium-201 blood levels on reversible myocardial defects.* *J Nucl Med* 30 : 1172-1175, 1989
 - 40) Brunken RC, Kottou S, Nienaber CA, et al : *PET detection of viable tissue in myocardial segments with persistent defects at Tl-201 SPECT.* *Radiology* 172 : 65-73, 1989
 - 41) Rahimtoola SH : *A perspective on the three large multicenter randomized clinical trials of coronary bypass surgery for chronic stable angina.* *Circulation* 72(Suppl V) : 123-135, 1985
 - 42) Rahimtoola SH : *The hibernating myocardium.* *Am Heart J* 117 : 211-221, 1989
 - 43) Klonér RA, Przyklenk K, Patel B : *Altered myocardial states. The stunned and hibernating myocardium.* *Am J Med* 86(Suppl 1A)14-22, 1989
 - 44) Braunwald E, Kloner RA : *The stunned myocardium : prolonged, postischemic ventricular dysfunction.* *Circulation* 66 : 1146-1149, 1982
 - 45) Bonow RO, Dilsizian V, Cuocolo A, Bacharach SL : *Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. Comparison of thallium scintigraphy with reinjection and PET imaging with ¹⁸F-Fluorodeoxy-glucose.* *Circulation* 83 : 26-37, 1991
 - 46) Rocco T, Dilsizian V, Maltais F, Strauss HW, Boucher CA, McKusick KA : *Thallium reinjection after delayed imaging demonstrates fill-in to regions with "fixed" defects(abstr).* *J Nucl Med* 29 : 769, 1988