

TI-201 게이트 심근 SPECT에서 디피리다몰 부하로 유도된 일시적 좌심실 기능이상

계명대학교 의과대학 핵의학교실
원경숙

Dipyridamole Induced Transient Left Ventricular Dysfunction in the TI-201 Gated Myocardial SPECT

Kyoung Sook Won, M.D.

Department of Nuclear Medicine, Keimyung University School of Medicine

Abstract

Purpose : Recently the occurrence of dipyridamole stress-induced short term stunning was proven and it is reported that Bland Altman analysis by repeated acquisition TI-201 gated myocardial SPECT (gSPECT) revealed the 95% limit of agreement for LVEF was 10.3 %. The purpose of this study was to investigate the clinical value of dipyridamole induced transient LV dysfunction on TI-201 gSPECT. **Materials and Methods :** Total 93 patients were included and coronary angiography was performed in all patients less than 2 month from gSPECT. The patients with myocardial infarction were excluded. All patients underwent both dipyridamole stress and 4-h redistribution TI-201 gSPECT. Forty nine patients of total 93 showed normal coronary arteries (Group 1) and the remaining 44 patients had coronary artery disease (Group 2). We compared LV EF, EDV and ESV during post-stress and 4-h redistribution period calculated by gSPECT using quantitative gated SPECT software and the incidence of dipyridamole induced transient LV dysfunction between group 1 and 2. The criteria for transient LV dysfunction was defined more decrease $\geq 11\%$ of LVEF during post-stress than 4-h redistribution according to previous reported Bland Altman analysis. **Results:** During post-stress and 4-h redistribution average of 3.1% increment in LVEF, 6.6% increment in LVEDV and 0.7% decrement in LVESV were shown after stress in Group 1, whereas 4.1% decrement, 9.7% increment and 7.2% increment in Group 2 respectively. Dipyridamole induced transient LV dysfunction was only detected in group 2 (18.2%) and not in group 1. It was more frequently observed in triple vessel disease and left main disease (31.8%, N=22) than one and two vessel disease (4.5%, N=22). **Conclusion:** As with Tc-99m myocardial agent post-stress LV dysfunction was observed in dipyridamole TI-201 gSPECT. It was only detected in CAD and more frequently occurred in multivessel disease. Thus this finding seems to provide additional information in the diagnosis of coronary artery disease and prediction of prognosis.

Key Words : Gated myocardial perfusion SPECT, Dipyridamole, TI-201, Transient left ventricular dysfunction

서 론

게이트 심근관류 SPECT는 심근의 관류상태와 기능을 동시에 평가할 수 있어, 관상동맥질환의 진단적 정확성을 증가시키고, 심근경색의 예후를 예측할 수 있게 하며, 심근 생존능을 평가하는데도 도움이 되는 매우 비용효과적인 검사법이다.¹⁻⁵⁾ 수년 전까

Received April. 21, 2003; accepted June. 9, 2003
Corresponding author: Kyoung Sook Won, M.D.
Department of Nuclear Medicine, Keimyung university
Dongsan Medical Center, 194 Dongsan-dong Joong-gu,
Daegu 700-712, Korea
Tel 053-250-7022, Fax 053-250-7791,
E-mail won@dsmc.or.kr

지만 해도 게이트 심근관류 SPECT는 주로 운동부하와 Tc-99m으로 표지된 심근관류제제, 특히 세스타미비를 이용하여 시행되어 그 결과가 보고되어 왔다. 하지만 최근의 연구결과들은 TI-201 게이트 SPECT로 Tc-99m 표지 심근관류제제로 시행한 게이트 SPECT와 대등한 영상의 질과 좌심실 구혈률을 얻을 수 있고,^{6,9)} 이러한 좌심실 기능평가 결과는 또한 심초음파 결과와도 비슷하다고 보고되었다.¹⁰⁾

동물실험에서 처음으로 허혈이 풀린 후에도 좌심실 기능의 저하가 지속됨이 관찰되었고,¹¹⁻¹²⁾ 이어 이러한 현상이 또한 사람에게서도 관찰되어 허혈 후 심근기절이라 명명되었다.¹³⁾ 이러한 심근기절이 Tc-99m 표지 심근관류제제 게이트 SPECT를 부하 30분에서 한 시간 후 촬영하였을 때에도 관찰됨이 보고되었고, 이러한 소견은 심하고 광범위한 허혈을 시사하는 불량한 예후를 시사한다고 보고되었다.¹⁴⁻¹⁸⁾ 마찬가지로 이러한 연구의 대부분은 운동부하와 Tc-99m으로 표지된 심근관류제제, 특히 세스타미비를 이용하여 시행된 것들이다. 최근 디피리다몰을 이용한 약제부하로 단기간의 심근기절이 유도됨이 증명되었고,¹⁸⁾ Bland Altman 분석을 이용한 TI-201 게이트 심근 SPECT의 좌심실구혈률의 반복검사시 95% 일치율이 10.3%로 보고되었다.¹⁹⁾ 그러나 아직까지 이러한 기준을 적용하여 TI-201 게이트 SPECT에서 부하 후 심근기절을 평가한 보고는 없다.

TI-201으로 시행하는 부하 후 게이트 심근 SPECT는 부하 완료 후 10분이내에 영상을 얻기 시작한다. 디피리다몰은 수요 허혈(demand ischemia)를 야기하지는 않지만 20분 정도의 비교적 긴 반감기를 가지고 있어 심한 관상동맥협착이 있는 부위에 관상동맥 도실(coronary steal)이 일어나면 허혈성 벽운동 이상을 보일 수 있다.²⁰⁾ 따라서 디피리다몰 부하 TI-201 게이트 심근 SPECT는 같은 약제 부하를 한 경우라도 30분 내지 한 시간 후에 영상을 얻는 Tc-99m 표지 방사성의약품에 비해 허혈성 벽운동 이상을 보다 쉽게 관찰할 수 있을 것으로 예상된다.

이 연구의 목적은 디피리다몰 부하 TI-201 게이트 심근 SPECT에서 정상 대조군과 관상동맥질환이 있는 환자군 사이에 디피리다몰 부하로 심근기절로 인한 좌심실기능저하가 유도되는지, 또 그 빈도가 정상 대조

군과 관상동맥질환이 있는 환자군, 그리고 관상동맥질환의 개수와 연관이 있는지 알아보는데 있다.

대상 및 방법

1. 연구대상

이 연구는 후향적 연구로 2000년 1월부터 2001년 7월까지 관상동맥 질환이 의심되어 TI-201 게이트 심근 관류 SPECT를 시행하고 두 달 이내에 관상동맥조영술을 시행한 환자들을 대상으로 하였으며, 심근경색의 병력이 있거나, 병력이 없어도 심전도나 심초음파에서 강력하게 의심되는 경우는 제외하였으며, 게이트 심근 SPECT촬영시 움직임이 관찰되거나 영상의 질이 불량한 경우도 대상에서 제외하였다. 최종적으로 93명의 환자를 대상으로 하였으며, 관상동맥 조영술은 게이트 TI-201 SPECT로부터 평균 3.4±7.1일의 간격을 두고 시행되었고, 49명이 정상소견을 보였으며, 나머지 44명에서 한 개 이상의 유의한 관상동맥협착이 관찰되었다. 두군의 임상상에 유의한 차이는 관찰되지 않았다.(Table 1) 관상동맥 조영술상 정상 소견을 보인 49명의 심근 관류 SPECT소견은 35명이 정상, 2명에서 경한 역채분포, 나머지 12명에서 경한 가역성 혈류감소를 보였다. 관상동맥 조영술상 한 개 이상의 유의한 협착을 보인 44명의 심근 관류 SPECT소견은 5명이 정상, 1명에서 역채분포를 보였고 나머지 38명은 완전 또는 부분 가역성 혈류감소를 보였다.

Table 1. Clinical Characteristics of Study Population

	Normal (n=49)	CAD (n=44)
Age (y)	63.5±7.1	66.7±8.9
Male/Female	25/24	28/16
Diabetic (%)	9 (18.3)	14 (31.8)
Hypertensive (%)	43 (87.7)	36 (81.8)
Hyperlipidemic (%)	5 (10.2)	5 (11.4)
Smoker (%)	19 (38.7)	25 (56.8)

CAD: coronary artery disease

2. 관상동맥조영술

일상적인 Judkins 방법으로 시행되었으며 경험이 풍부한 시술자가 관상동맥협착정도를 평가하였다. 여러 투사면을 관찰하여 좌전하행지, 좌회선지, 우관상동맥 및 이들의 주요 분지에서 인접한 정상부위보다 내경이 50%이상의 협착을 보이는 경우를 유의한 협착으로 인정하였다.

3. TI-201 게이트 심근 SPECT 영상획득과 처리

합형심증약물은 검사 48시간 전에 끊도록 하였으며, 카페인 함유 약제나 음료도 중지시켰고, 검사 전날 밤부터 금식하도록 하였다. 4분간 디피리다몰을 정주한 후(0.14 mg/kg/min) 3분째에 TI-201 111 MBq 을 주사하였고 10분이내에 부하기 영상을 획득하였고, 4시간 후 재분포영상을 얻었다.

SPECT 검사는 대시야 이중 검출기에 저에너지용 일반목적(LEGP) 조준기를 장착한 감마카메라(Vertex, ADAC Laboratories, Milpitas, Calif., USA)로 실시하였다. TI-201에 대한 에너지 창은 70 keV를 중심으로 30%, 167 keV를 중심으로 20%로 설정하였고, 우전사위에서 좌후사위까지 비원형 180도로 회전시키면서 각 검출기당 16개의 투사영상, 합하여 32개의 투사영상을 각 투사당 50초간 64 × 64행렬로 영상을 얻었다. 심전도 게이트는 8 프레임으로 시행하였으며, R-R 간격이 50%이내인 경우만 영상처리자료로 이용하였다.

영상의 재구성은 Butterworth 여과기(0.27 cycles/pixel and order of 5.0)를 이용하여 여과 후 역투사방식을 이용하였으며, 6.5 mm 두께로 심장의 단축단면상, 수평장축단면상, 수직 장축단면상을 얻었다.

좌심실 구혈률과 이완기말/수축기말 좌심실 용적은 Germano 등²¹⁾에 의해 개발되어 현재 상업적으로 판매되는 프로그램인 Quantitative Gated SPECT (QGS) 소프트웨어(Cedars-Sinai Medical Center, Los Angeles, CA, USA)를 이용한 자동화된 방법으로 얻었다.

이전에 보고된 결과에 따라¹⁹⁾ 부하기의 좌심실 구혈률이 4시간 재분포기에 비해 11% 이상 감소된

경우 일시적인 부하 후 좌심실기능저하가 있는 것으로 간주하였다.

4. 통계 처리

측정값은 가능한 한 평균과 표준편차로 표현하였고, 두 군 간의 비교는 연속변수간의 차이는 unpaired t test로 검정하였으며, 범위형 변수는 Chi-square test를 사용하였다. 통계 분석 소프트웨어 SPSS (for Windows, Release 10)를 이용하였으며, 통계적 유의성은 p값 0.05를 기준으로 하였다.

결 과

1. 정상 대조군과 관상동맥질환 환자군에서 부하직후와 4 시간 재분포기의 좌심실 구혈률과 이완기말/ 수축기말 좌심실 용적의 비교(Table 2).

부하기 좌심실 구혈률은 정상대조군에서 관상동맥질환 환자군에 비하여 높았으며(p<0.01), 4 시간 재분포기의 좌심실 구혈률도 정상 대조군에서 높았다(p<0.05). 부하기 이완기말 및 수축기말 좌심실 용적은 관상동맥질환 환자군에서 컸으며(p<0.05), 4 시간 재분포기 수축기말 좌심실용적 역시 관상동맥질환 환자군에서 컸으나(p<0.05), 이완기말 좌심실 용적은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.

Table 2. Comparison of LVEF, EDV, ESV during Post-Stress Early and 4-h Delayed Period Calculated by Gated Myocardial SPECT Using Quantitative Gated SPECT Software Between Normal and CAD Group

	Normal		CAD	
	Early	Delayed	Early	Delayed
LVEF (%)	72.5±11.2*	69.4±12.9*	58.8±12.5	63.0±11.8
LVEDV (ml)	77.1±25.7	70.4±27.7	91.1±31.9	81.4±30.3
LVESV (ml)	23.3±16.1*	24.1±17.5*	40.0±23.2	32.8±20.6

LVEF : left ventricular ejection fraction, LVEDV: left ventricular end diastolic volume, LVESV: left ventricular end systolic volume, CAD: coronary artery disease, *: p<0.05, † : p<0.01

Table 3. The Evolution of LVEF, EDV, ESV Calculated by Gated Myocardial SPECT Using Quantitative Gated SPECT Software from Post-Stress Early to 4-h Delayed Period Between Normal and CAD Group

	Normal	CAD
(E-D) LVEF (%) [*]	3.1±6.1	-4.1±8.2
(E-D) LVEDV (ml)	6.6±12.2	9.7±14.5
(E-D) LVESV (ml) [*]	-0.7±6.7	7.2±12.2

LVEF: left ventricular ejection fraction, LVEDV: left ventricular end diastolic volume, LVESV: left ventricular end systolic volume, CAD: coronary artery disease, E: post-stress early, D: post-stress delayed, ^{*}: p<0.01

Table 4. Incidence of Dipyridamole Induced Transient LV Dysfunction^{*}

Result of CAG	Transient LV dysfunction (%)
Normal CAG	0/49 (0)
Abnormal CAG	8/44 (18.2)
1+2 VD	1/22 (4.5)
3+LM VD	7/22 (31.8)

LV : left ventricle, ^{*} : defined more decrease ≥11% of LVEF during post-stress than 4-h redistribution, CAG: coronary angiography, VD: vessel disease, LM: left main

2. 부하기에서 4 시간 재분포기로의 좌심실 구혈률 및 이완기말/수축기말 좌심실 용적의 변화(Table 3).

정상 대조군에서 좌심실 구혈률은 4시간 재분포기에 비하여 부하기에 평균 3.1% 증가하였으나, 관상동맥질환군에서는 평균 4.1% 감소하였다(p<0.01). 이러한 좌심실 구혈률의 변화량을 %로 바꾸어 보면 정상대조군에서는 5.5±10.2%, 관상동맥질환 환자군에서는 -6.1±13.4%로 역시 유의한 차이가 있었다(p<0.01). 이완기말 좌심실 용적은 두 군 모두 부하기에 증가를 보였으며, 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 수축기말 좌심실 용적은 정상 대조군에서는 부하기에 0.7% 감소하였으나, 관상동맥질환 환자군

에서는 7.2% 증가하였다(p<0.01). 이러한 변화량을 %로 표현하면 다음과 같다: 정상 대조군 8.0±37.8% vs. 관상동맥질환 환자군 33.4±46.3%, p<0.01.

3. 디피리다몰로 유도된 일시적 좌심실기능 이상(Table 4)

정상 대조군에서 부하 후 일시적 좌심실 기능이 상한 한 예도 관찰되지 않았다. 44명의 관상동맥질환 환자 중 8명에서 일시적 좌심실 기능이상 이 관찰되었는데 단일혈관 협착에서 1 예(9.1%), 2 혈관 협착에서 0(0%), 3혈관 협착에서 2 예(14.3%), 좌주간동맥협착에서 5 예(62.5%)였다. 일시적 좌심실기능 이상의 빈도는 정상 대조군과 환자군 사이에 유의한 차이를 보였으며, 관상동맥질환 환자군을 다시 단일과 두 혈관 협착군과 세 혈관 협착과 좌주간동맥 협착군의 두 군으로 나누어 일시적 좌심실기능 이상의 빈도를 비교하였을 때 4.5%와 31.8%로 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

고 찰

이번 연구에서 정상 대조군과 관상동맥질환 환자군 사이에 좌심실 지표들의 유의한 차이가 있음을 알 수 있었으며 부하 후에서 4시간 재분포기로의 이행도 다름을 알 수 있었다. 즉 부하 직후의 좌심실 구혈률과 확장기말 용적, 수축기말 용적이 두 군 사이에 유의한 차이를 보였는데, 관상동맥질환군에서 정상군에 비해 좌심실 구혈률이 더 낮았으며, 확장기말 및 수축기말 용적은 더 컸다. 또한 4시간 재분포기의 경우에도 비슷한 차이를 보였는데 확장기말 용적은 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 또한 두 군 간에 부하기 직후에서 4시간 재분포기로의 변화량을 비교하였을 때에도 좌심실 구혈률의 경우 정상군에서는 감소, 관상동맥질환군에서는 증가, 수축기말 용적도 정상군에서는 감소, 관상동맥질환군에서는 증가하였으며, 확장기말 용적의 변화는 마찬가지로 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과로 부하직후와 4시간 재분포기의 좌심실 구혈률의 차이에 확장기말 용적보다는 수축기말 용적이 기여하

는 부분이 더 큰 것으로 추정된다. 부하 후 일시적 좌심실 기능이상 의 빈도는 관상동맥질환군에서만 관찰되었으며 한 개나 두 개의 관상동맥협착군보다 3개 또는 좌주간지 협착이 있는 환자에서 더 많이 관찰되었다.

방법은 다르지만 Slutsky 등²²⁾은 방사성핵종 심혈관 촬영술을 이용하여 협심증 환자에서 운동으로 유도된 허혈이 일어나는 동안 수축기말 좌심실 용적이 증가하고 이에 따른 좌심실 구혈률의 감소를 관찰하였으나, 건강한 대조군에서는 운동함에 따라 오히려 수축기말 좌심실 용적이 감소하고 좌심실 구혈률은 증가함을 보고하였다. 두 군 모두 이완기말 용적의 변화는 없었는데 이는 물리적 좌심실 확장은 없음을 의미하여 디피리다몰 부하로 유도된 이번 연구에서도 같은 결과를 보였다. 게이트 방식으로 얻지 않은 종전의 심근관류스캔에서 이러한 현상은 일시적 좌심실 확장으로 관찰되었으며 운동 부하 뿐만 아니라, 아데노신, 디피리다몰 등의 약물 부하에서도 보고되었고 심하고 광범위한 허혈을 시사한다고 하였다.²³⁾ 이러한 소견이 보이는 기전으로 심근내막하 저관류,^{24,26)} 수축기 좌심실 기능이상^{27,28)}이 가장 가능성 있는 이론으로 거론되고 있으며, 일부에서는 실제 물리적 좌심실 확장을 보고하기도 하였다.^{29,30)}

허혈성 심근은 운동부하 중 심근벽운동이상을 보일 수 있으며, 이들의 대부분은 부하 후 빠르게 정상 휴식기 수축능을 회복한다. 최근 보고들에 의하면 일부 허혈성 심근은 그렇게 빨리 휴식기 수축능을 회복하지 못함이 보고되었다.¹⁴⁾ 운동부하 후 Tc-99m 표지 관류제제로 얻은 부하 후 게이트 심근 SPECT는 부하시의 관류, 휴식기의 심근벽운동을 나타낸다고 믿어져왔으나,³¹⁾ 일부 심근벽들은 부하 1시간 후 SPECT에서 진정한 휴식기 벽운동을 보이지 못한다. 한편 TI-201으로 시행하는 부하 후 게이트 심근 SPECT는 부하 완료 후 10분 이내에 영상을 얻기 시작한다. 디피리다몰은 수요 허혈(demand ischemia)를 야기하지는 않지만 20분 정도의 비교적 긴 반감기를 가지고 있어 심한 관상동맥협착이 있는 부위에 관상동맥 도실(coronary steal)이 일어난다면 허혈성 벽운동 이상을 보일 수 있다.²⁰⁾ 따라서

디피리다몰 부하 TI-201 게이트 심근 SPECT는 같은 약제 부하를 한 경우라도 30분 내지 한 시간 후에 영상을 얻는 Tc-99m 표지 방사성의약품에 비해 허혈성 벽운동이상을 보다 쉽게 관찰할 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 TI-201 게이트 심근 SPECT의 재현성은 낮은 계수율로 인해 Tc-99m 표지 관류제제로 얻은 부하 후 게이트 심근 SPECT에 비하여 좋지 않은 것으로 알려져 있다.³²⁾ 현 등¹⁹⁾도 얻어 얻은 게이트 심근 SPECT에서 Tc-99m MIBI가 TI-201에 비하여 좁은 일치범위(limit of agreement)를 가진다고 보고하였다. 그러나 검사자간 재현도는 서로 비슷하므로 Tc-99m MIBI gated SPECT의 우수한 재현성은 주로 높은 계수율에 의한 것이라고 하였다.

이러한 단점에도 불구하고 이번 연구에서 TI-201 게이트 SPECT는 부하 후 일시적인 좌심실 벽운동 이상을 보여주어 관상동맥질환의 중증도를 계층화할 수 있게 해주었다. 최근 Heiba 등³³⁾은 운동이나 도부타민 부하 후 조기 및 지연 게이트 TI-201 SPECT를 얻어 관류영상에서 허혈을 보이는 환자의 45%에서 조기에 비하여 지연시 5%이상의 좌심실 구혈률의 증가가 관찰됨을 보고하였다. 여기에서 사용한 5%의 차이는 Tc-99m 표지 심근관류제제를 이용한 게이트 연구에서 비롯한 것으로 보이나, 현 등¹⁹⁾의 연구에서처럼 TI-201의 경우에는 다른 기준이 적용되어야 한다. Santiago 등³⁴⁾은 심근 관류와 심근벽운동, 심근벽의 두꺼워짐을 20개 분절로 분석하여 일시적 허혈성 심근기질이 허혈의 정도와 비례하여 나타나고, 심근벽운동과 심근벽의 두꺼워짐이 대등한 상관관계를 가지고 있음을 보고하였다. 이번 연구에서는 좌심실 구혈률의 부하기와 재분포기의 차이를 관찰하는데 주안점을 두었으므로 이러한 분절 분석은 시행하지 않았다. 이들 연구는 모두 관상동맥조영술 소견과의 연관성은 조사하지 않고 단지 SPECT상의 관류이상을 기준으로 하여 분석하였다.

심근관류스캔상 관류결손이 있는 경우 이로 인한 계수율의 감소에 의해 좌심실 용적과 구혈률이 저평가될 수 있는지에 대하여 아직까지 논란이 있다.^{35,6)} 이번 연구 결과에서는 관류결손의 크기나 심

한 정도와 좌심실 구혈률의 변화를 평가하지는 않았으나, 대부분의 환자(38/44)에서 완전 또는 부분 가역성 관류결손을 가지고 있었다. 관상동맥질환군과 정상군에서 좌심실 용적의 부하 후 조기 및 지연시의 변화를 비교하였을 때 이완기말 용적은 유의한 차이가 없었으며, 수축기말 용적은 유의하게 관상동맥질환군에서 증가하였다. 관류결손이 영향을 끼쳤다면 이완기말 용적도 차이가 있었어야 할 것으로 생각한다. 최근 Gayed 등³⁷⁾은 QGS program을 이용하여 얻은 게이트 SPECT상의 좌심실 구혈률을 심초음파로 얻은 값과 비교하여, 관류결손의 크기가 좌심실 구혈률에 영향을 끼치지 않음을 보고하였다.

이번 연구의 제한점으로 좌심실 지표, 특히 좌심실 구혈률의 유의한 차이의 기준으로 현 등¹⁹⁾의 보고에 준하여 정한 점이다. 각 핵의학 영상실마다 쓰는 카메라가 다르고 영상획득방식의 차이가 있으므로 각 핵의학 영상실에서 얻은 일치범위를 근거로 함이 이상적이다. 또한 현 등의 연구에서는 휴식기 영상만을 본 것으로 이번 연구와 같이 부하기와 재분포기 영상을 얻은 것과는 차이가 있을 수 있다. 그러나 이번 연구의 정상대조군의 평균(3.1%)에 2 표준편차(6.1%)를 더하여 얻은 기준 역시 9.1%로 큰 차이는 없어 연구 결과에 큰 영향은 없을 것으로 생각한다. 두 번째 제한점으로 심근기절이 회복되는 시간은 다양하게 나타날 수 있으며 본 연구에서 시행한 TI-201 게이트 심근 SPECT는 임상에서 일상적으로 시행하는 부하와 4시간 재분포영상만을 얻었다. 즉 진정한 휴식기 게이트 영상은 얻지 않은 것이다. 따라서 심근기절이 회복되는 시간이 긴 심근은 심근 기절상태에 있음에도 불구하고 본 연구의 일시적 허혈성 심근기절에 포함되지 못했을 가능성이 있다. 이번 연구에서 이러한 경우를 찾아내려는 시도는 하지 않았다. 검사원리가 달라 맞비교하기는 어려우나, 휴식기 심초음파나 좌심실 조영술의 구혈률과 비교하거나 또는 24시간 지연 게이트 심근 SPECT나 휴식기 게이트 영상을 얻어 확인하는 방법을 쓰면 이러한 기절심근을 더 찾아낼 수 있을 것이다.

결론적으로 이번 연구에서 디피리다몰 부하 후 조기 및 지연 게이트 TI-201 SPECT 영상으로 심근

경색을 제외한 관상동맥질환이 있는 환자는 정상군에 비하여 부하후 좌심실 구혈률이 감소되어 있으며 이러한 감소는 수축능의 감소에 기인함을 알 수 있었고, 11%기준을 적용하였을 때 18.2%의 환자에서 부하 후 심근기절이 나타남을 알 수 있었으며, 하나 또는 두 혈관질환보다는 세 혈관 질환 또는 좌주간지 협착에서 더 많이 관찰되므로 관상동맥질환에서 중증도의 계층화와 예후추정에 대한 부가적인 정보를 제공하는데 도움이 될 것으로 보인다.

요 약

목적 : 이 연구의 목적은 TI-201 게이트 심근 SPECT시 나타나는 부하 후 일시적 좌심실 기능 이상의 임상적 의미를 알아보려 하는 것이다. **대상 및 방법** : 연구대상은 디피리다몰 부하 게이트 심근 SPECT를 시행한 환자 중 관상동맥조영술을 두 달 이내에 시행한 환자로 이 중 심근경색이 있는 경우는 제외하였다. 게이트 SPECT는 부하기와 재분포기 모두 실시하였으며 부하시 좌심실 구혈률이 재분포기에 비하여 11%이상 감소한 경우에 부하 후 심근 기절이 있다고 정의하였다. 총 93명의 대상환자를 관상동맥조영술 결과에 따라 정상(1군)과 관상동맥 질환(2군)의 두 군으로 나누어 부하 후 좌심실 기능 이상의 빈도에 차이가 있는지 알아보았다. **결과** : 정상 대조군에서 좌심실 구혈률은 4시간 재분포기에 비하여 부하기에 평균 3.1% 증가하였으나, 관상동맥질환군에서는 평균 4.1% 감소하였다 ($p < 0.01$). 이완기말 좌심실 용적은 두 군 모두 부하기에 증가를 보였으며, 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 수축기말 좌심실 용적은 정상 대조군에서는 부하기에 0.7% 감소하였으나, 관상동맥질환군에서는 7.2% 증가하였다 ($p < 0.01$). 부하 후 좌심실 기능 이상은 1군 62명 중 0명, 2군 44명 중 8명(18.2%)으로 2군에서 유의하게 많았다 ($p < 0.01$). 정상 대조군에서 부하 후 일시적 좌심실 기능 이상은 한 예도 관찰되지 않았다. 44명의 관상동맥질환 환자 중 8명에서 일시적 좌심실 기능 이상이 관찰되었는데 단일혈관 협착에서 1 예(9.1%), 2 혈관 협착에서 0(0%), 3 혈관 협착에서 2 예(14.3%), 좌주간동맥협착에서 5

예(62.5%)였다. 관상동맥질환 환자군을 다시 단일과 두 혈관 협착군과 세 혈관협착과 좌주간동맥 협착군의 두 군으로 나누어 일시적 좌심실기능이상의 빈도를 비교하였을 때 4.5%와 31.8%로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). **결론** : 디피리다몰과 TI-201을 이용한 게이트 심근 SPECT에서 심근경색을 제외한 관상동맥질환이 있는 경우 약 20%에서 부하 후 심근기질이 나타남을 알 수 있었으며, 하나 또는 두 혈관질환보다는 세 혈관 질환 또는 좌주간지 협착에서 더 많이 발생하는 경향이 있어 관상동맥질환의 중증도 계층화와 예후추정에 대한 부가적인 정보를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구를 위해 TI-201 게이트 심근 SPECT의 영상 획득과 재구성을 도와준 강릉 아산병원 핵의학과 김승호, 박정균 기사와 변대홍 기사장에게 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Wackers FJTh, Maniawski P, Sinusas AJ. Evaluation of left ventricular wall function by ECG-gated Tc-99m-sestamibi imaging. In: Beller GA, Zaret BL, eds. Nuclear Cardiology: state of the art and future direction. St. Louis: Mosby, 1993:85-100.
- 2) Chua T, Yin LC, Thiang TH, Choo TB, Ping DZ, Leng LY. Accuracy of the automated assessment of left ventricular function with gated perfusion SPECT in the presence of perfusion defects and left ventricular dysfunction: correlation with equilibrium radionuclide ventriculography and echocardiography. J Nucl Cardiol 2000;7:301-11.
- 3) Taillefer R, DePuey EG, Udelson JE, Beller GA, Benjamin C, Gagnon A. Comparison between the end-diastolic images and the summed images of gated Tc-99m-sestamibi SPECT perfusion study in detection of coronary artery disease in women. J Nucl Cardiol 1999;6:169-76.
- 4) Beller GA, Zaret BL. Contribution of nuclear cardiology

- to diagnosis and prognosis of patients with coronary artery disease. Circulation 2000; 101:1465-78.
- 5) Leoncini M, Sciagra R, Maioli M, Bellandi F, Marcucci G, Sestini S, et al. Usefulness of dobutamine Tc-99m sestamibi-gated single-photon emission computed tomography for prediction of left ventricular ejection fraction outcome after coronary revascularization for ischemic cardiomyopathy. Am J Cardiol 2002;89:817-21.
- 6) Germano G, Erel J, Kiat H, Kavanagh PB, Berman D. Quantitative left ventricular ejection fraction and qualitative regional function from gated TI-201 perfusion SPECT. J Nucl med 1997;38:749-54.
- 7) Manoury C, Chen CC, Chua KB, Thompson CJ. Quantification of left ventricular function with TI-201 and Tc-99m sestamibi myocardial gated SPECT. J Nucl Med 1997;38:958-61.
- 8) He ZX, Cwaje E, Preslar JS, Mahmarian JJ, Verani MS. Accuracy of LVEF determined by gated myocardial perfusion SPECT with TI-201 and Tc-99m sestamibi: comparison with first pass radionuclide angiography. J Nucl Cardiol 1999;6:412-17.
- 9) Berman D, Kiat H, Friedman J, Wang FP, van Train K, Matzer L, et al. Separate acquisition rest TI-201/stress Tc-99m sestamibi dual isotope myocardial perfusion SPECT: a clinical validation study. J Am Coll Cardiol 1993; 22:1455-64.
- 10) Nichols K, Lefkowitz D, Faber T, Folks R, Cooke D, Garcia EV, et al. Echocardiographic validation of gated SPECT ventricle function measurements. J Nucl Med 2000; 41:1308-14.
- 11) Heyndrickx GR, millard RW, McRitchie RJ, Marko PR, Vatner SF. Regional myocardial function and electrophysiological alterations after brief coronary artery occlusion in conscious dogs. J Clin Invest 1975; 56:978-85.
- 12) Thaulow E, Guth BD, Heusch G, Gilpin E, Schulz R, Kroeger K, et al. Characteristics of regional myocardial stunning after exercise in dogs with chronic coronary stenosis. Am J Physiol 1989;257:113-9.
- 13) Brawnwald E, Kloner RA. The stunned myocardium: prolonged post ischemic ventricular dysfunction. Circulation 1982;66:1146-9.

- 14) Johnson LL, Verdesca SA, Aude WY, Xavier RC, Nott LT, Campanella MW, et al. Postischemic stunning can affect left ventricular ejection fraction and regional wall motion on post-stress gated sestamibi tomograms. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1641-8.
- 15) Paul AK, Hasegawa S, Yoshioka J, Tsujimura E, Yamaguchi H, Tokita N, et al. Exercise-induced stunning continues for at least one hour: Evaluation with quantitative gated single photon emission tomography. *Eur J Nucl Med* 1999;26:410-5.
- 16) Hashimoto J, Kubo A, Iwasaki S, Iwanaga S, Mitamura H, Ogawa S, et al. Gated single photon emission tomography imaging protocol to evaluate myocardial stunning after exercise. *Eur J Nucl Med* 1999;26:1541-6.
- 17) Bestetti A, DiLeo C, Alessi A, Triulzi A, Tagliabue L, Tarolo GL. Post-stress end-systolic left ventricular dilatation: a marker of endocardial post-ischemic stunning. *Nucl Med Comm* 2001;22:685-93.
- 18) Lee DS, Yeo JS, Chung JK, Lee MM, Lee MC. Transient prolonged stunning induced by dipyridamole and shown 1 in and 24 hour post-stress Tc-99m sestamibi gated SPECT. *J Nucl Med* 2000;41:27-35.
- 19) Hyun IY, Kwan J, Park KS, Lee WH. Reproducibility of Tl-201 and Tc-99m sestamibi gated myocardial SPECT measurement of myocardial function. *J Nucl Cardiol* 2001;8:182-7.
- 20) Picano E. Dipyridamole stress echocardiography. In: Picano E, ed. *Stress Echocardiography*. 3rd ed. Berlin, Germany:Springer; 1997:108-16.
- 21) Germano G, Kiat H, Kavanagh PB, Moriel M, Mazzanti M, Su HT, et al. Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med* 1995;36:1238-47.
- 22) Slutsky R, Karliner J, Ricci D, Schuler G, Pfisterer M, Peterson K, et al. Response of left ventricular volume to exercise in man assessed by radionuclide equilibrium angiography. *Circulation* 1997;60:565-71.
- 23) McLaughlin MG, Danias PG. Transient ischemic dilation: a powerful diagnostic and prognostic finding of stress myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 2002;9 ;663-7.
- 24) Iskandrian AS, Heo J, Nguyen T, Lyons E, Paugh E. Left ventricular dilatation and pulmonary thallium uptake after single-photon emission computer tomography using thallium-201 during adenosine-induced coronary hyperemia. *Am J Cardiol* 1990;66:807-11.
- 25) Takeishi Y, Tono-oka I, Ikeda K, Komatani A, Tsuiki K, Yasui S. Dilatation of the left ventricular cavity on dipyridamole thallium-201 imaging: a new marker of triple-vessel disease. *Am Heart J* 1991;121:466-75.
- 26) Marcassa C, Galli M, Baroffio C, Campini R, Giannuzzi P. Transient left ventricular dilation at quantitative stress-rest sestamibi tomography: clinical, electrocardiographic, and angiographic correlates. *J Nucl Cardiol* 1999;6:397-405
- 27) Van Tosh A, Hecht S, Berger M, Roberti R, Luna E, Horowitz SF. Exercise echocardiographic correlates of transient dilatation of the left ventricular cavity on exercise thallium-201 SPECT imaging. *Chest* 1994;106:1725-9.
- 28) Bestetti A, Di Leo C, Alessi A, Triulzi A, Tagliabue L, Tarolo GL. Post-stress end-systolic left ventricular dilation: a marker of endocardial post-ischemic stunning. *Nucl Med Commun* 2001;22:685-93.
- 29) Weiss AT, Berman DS, Lew AS, Nielsen J, Potkin B, Swan HJ, et al. Transient ischemic dilation of the left ventricle on stress thallium-201 scintigraphy: a marker of severe and extensive coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1987;9:752-9.
- 30) Chouraqui P, Rodrigues EA, Berman DS, Maddahi J. Significance of dipyridamole-induced transient dilation of the left ventricle during thallium-201 scintigraphy in suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1990;66:689-94.
- 31) Chua T, Kiat H, Germano G, Maurer G, van Train K, Friedman J, et al. Gated technetium-99m sestamibi for simultaneous assessment of stress myocardial perfusion, postexercise regional ventricular function and myocardial viability: correlation with echocardiography and rest thallium-201 scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:1107-14.
- 32) DePuey EG, Parmett S, Ghesani M, Rozanski A, Nichols K, Salensky H. Comparison of Tc-99m sestamibi and Tl-201 gated perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol* 1999; 6:278-85.

- 33) Heiba SI, Santiago J, Mirzaitehrane M, Jana S, Dede F, Abdel-Dayem HM. Transient postischemic stunning evaluation by stress gated Tl-201 SPECT myocardial imaging: Effect on systolic left ventricular function. *J Nucl Cardiol* 2002;9:482-90.
 - 34) Santiago JY, Heiba SI, Jana S, Mirzaitehrane M, Dede F, Abdel-Dayem HM. Transient ischemic stunning of the myocardium in stress thallium-201 gated SPET myocardial perfusion imaging: segmental analysis of myocardial perfusion, wall motion and wall thickening changes. *Eur J Nucl Med* 2002;29:979-83.
 - 35) Manrique A, Faraggi M, Vera P, Vilain D, Lebtahi R, Cribier A, et al. 201Tl and 99mTc-MIBI gated SPECT in patients with large perfusion defects and left ventricular dysfunction: comparison with equilibrium radionuclide angiography. *J Nucl Med* 1999;40:805-9.
 - 36) Shimotsu Y, Ishida Y, Murakawa K, Katafuchi T, Fukuchi K, Hayashida K, et al. Evaluation of the automatic quantification of left ventricular function using ECG gated 99mTc-MIBI myocardial SPECT. *Kaku Igaku* 1997;34:1093-9.
 - 37) Gayed I, Cid E, Boccalandro F, Podoloff D. Factors Affecting Left Ventricular Ejection Fraction Using Automated Quantitative Gated SPECT. *Clin Nucl Med* 2003;28:290-5.
-