운동 부하 및 약물 부하 게이트 심근 관류 SPECT에서 부하 전후의 좌심실 구혈률 차이

경북대학교 의과대학 내과학교실,[1] 핵의학교실[2]
박용휘[1] · 한주엽[1] · 안병철[2] · 박헌식[1] · 조용근[1] · 이재태[2] · 채성철[1] · 전재은[1] · 박의현[1]

Post-stress Measurements of Left Ventricular Function with Gated Perfusion SPECT : Comparison with Resting Measurements by Using Exercise and Adenosine Stress

Yong Whi Park, MD[1], Ju Yup Han, MD[1], Byeong Cheol Ahn, MD[2], Hun Sik Park, MD[1], Yongkeun Cho, MD[1], Jaetae Lee, MD[2], Shung Chull Chae, MD[1], Jae Eun Jun, MD[1] and Eu Hyun Park, MD[1]

[1]Department of Internal Medicine, [2]Nuclear Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : This study examined the relationship between myocardial perfusion defects in single photon emission tomography (SPECT) and the difference in the left ventricular functional parameters obtained after stress and at rest. **Materials and Method** : Eighty five patients known to have or were suspected to have coronary artery disease (CAD) underwent gated Tc-99m sestamibi SPECT using a one or separate day rest/stress protocol. The post-stress left ventricular ejection fraction (LVEF-s) was compared with that at rest (LVEF-r). Myocardial stunning was blieved to have developed when the LVEF was >5% lower than that at rest. **Results** : Forty one (48%) patients demonstrated reversible or irreversible perfusion defects in the gated perfusion SPECT (group 1). Forty four (52%) patients demonstrated a normal perfusion status (group 2). In group 1, the LVEF-s was significantly lower than that at rest ([mean±SD] 46±15.5 vs 48±16.0 respectively, $p<0.05$). In group 2, there was no significant difference among the LVEF-s and LVEF-r (60±7.6 vs 61 ±7.9, p=NS). In group 1, no difference was observed between the LVEF-s and the LVEF-r by the stress modes. In 13 (32%) out of 41 patients with perfusion defects, the LVEF-s was >5% lower than the LVEF-r. **Conclusion** : The LVEF obtained after stress with gated SPECT may not reflect the true resting values. It is recommended that gated myocardial perfusion SPECT should be performed also at rest especially in patients with myocardial perfusion defects. **(Korean Circulation J 2001;31(10):1019-1026)**

KEY WORDS : Tomogrophy, emission-computed, single-photon ; Ventricular function, left ; Myocardial stunning.

논문접수일 : 2001년 6월 18일
수정논문접수일 : 2001년 7월 31일
심사완료일 : 2001년 8월 18일
교신저자 : 전재은, 700 - 721 대구광역시 중구 삼덕2가 50번지 경북대학교 의과대학 내과학교실
전화 : (053) 420 - 5526 · 전송 : (053) 426 - 2046 · E - mail : jejun@knu.ac.kr

서 론

게이트 심근 관류 SPECT 법의 개발로 한번의 영상으로 심근의 관류 상태와 좌심실의 기능을 동시에 평가하는 것이 가능하게 되었으며,[1] 운동부하 게이트 심근 SPECT는 부하시 관류와 안정시 심실 기능을 대변한다고 알려져 있었다.[2][3] 그러나 부하로 인한 허혈성 좌심실 부전은 보통 부하 30분까지는 회복되지만 몇몇 실험적 연구에서는 좌심실 부전이 6시간까지 유지되는 예가 보고된 바 있으며,[4] 게이트 심근 관류 SPECT는 운동부하 30~60분 후에 영상을 촬영함으로 환자에 따라서는, 이 검사법이 부하시 관류 상태를 나타내나 진정한 안정 상태의 좌심실 기능상태를 나타낸다고 볼 수 없다. 또한 Johnson 등[4]은 허혈 후 심근기절이 운동부하 게이트 심근 관류 SPECT의 좌심실 수축기능에 영향을 미침으로써 안정시와 다른 결과를 나타낸다고 보고한 바 있다.

본 연구는 관상동맥질환이 있거나 의심되는 환자를 대상으로 부하 및 안정시 게이트 심근 관류 SPECT를 시행하여 심실 구혈률을 포함한 좌심실 기능지표들을 측정 비교함으로써, 부하시 게이트 심근 관류 SPECT가 안정시의 좌심실 기능을 대변할 수 있는지의 여부를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대상환자

85명의 관상 동맥 질환을 가지고 있거나 관상 동맥 질환이 의심되는 환자들을 대상으로 심근관류와 심실 기능을 평가하기 위하여 1일 또는 2일 안정/부하 프로토콜에 따라 게이트 심근 관류 SPECT 영상을 시행하였다.

Table 1. Characteristics of patients

	Group 1	Group 2
Sex (M/F)	41 (21/20)	44 (16/28)
Age (years)	60±13.1	57±9.7
Hypertension	10	20
Diabetes	4	8
Smoking history	6	17
Previous history MI (No)	10	0
Stress mode (Ex/Ad)	27/14	32/12

Group 1 : patients with perfusion defects in post-stress SPECT, Group 2 : patients without perfusion defects in post-stress SPECT, M : male, F : female, MI : myocardial infarction, No : number, Ex : exercise, Ad : adenosine

85명의 환자들 중 36명(42%)은 고혈압 및 안정형 협심증으로 약물을 복용하고 있었으며. 10명은(12%) 심근 경색증의 과거력이 있었다. 심혈관 조영술은 16명(19%)에서 시행하였다. 그들 중 11명(69%)은 단일 혈관 질환이었고, 3명(18%)은 두 혈관 질환이었으며, 2명(13%)은 세 혈관 질환이었다. 심근 관류 영상에서 가역적 또는 비가역적 관류 결손이 있는 환자는 41명(48%)이었으며 이 중 23명(56%)은 단일 혈관 질환이었고 나머지(44%)는 둘 또는 세 혈관 질환이었다(Table 1). 가역적 또는 비가역적 관류 결손이 있는 환자를 1군으로 정의하였고 관류 결손이 없는 환자를 2군으로 정의하여 두 군의 결과를 비교하였다. 1군의 환자들 중 부하 전후에 5% 이상 좌심실 구혈률의 감소를 보인 경우에 심근 기절이 발생한 것으로 간주하였다.

검사 방법

59명(69%)의 환자는 증상 제한적 답차운동을 이용하여 부하를 주었고 답차운동은 과거 본 교실에서 이 등[5]이 발표한 바 있는 방법에 준하여 시행하였으며 미국 심장 학회의 권고 기준에 따라[6] Bruce 프로토콜의 경우 1.7 mph, 10% 경사로 시행하였고 modified Bruce 프로토콜은 3분 동안 1.7 mph, 0% 경사로 준비운동 단계를 2단계 가진 후 1.7 mph, 5% 경사로 시행하였다. 검사 종료 시점은 심하게 지치거나 중등도 이상의 흉통, 호흡곤란, 혈압의 하강, 2 mm 이상의 ST절하강이 출현한 경우로 하였다. Tc-99m MIBI는 검사 종료 1분전에 정맥주사 하였다. 약물 부하 역시 본 교실에서 이 등[5]이 발표한 바 있는 방법에 준하였으며 26명(31%)의 환자에서 adenosine을 이용하여 부하를 주었다. Adenosine은 0.14 mg/kg/min의 용량으로 6분 동안 주사하였으며 Tc-99m MIBI는 adenosine 주사 시작 후 3분에 정맥에 주사하였다. 모든 환자는 1일 혹은 2일 안정/부하 프로토콜을 사용하였고 게이트 심근 관류 SPECT는 Tc-99m MIBI 투여 1시간 후에 시행되었다.

1일 프로토콜인 경우, 휴식기 영상은 333 MBq, 부하기 영상은 1295 MBq의 Tc-99m MIBI를 정맥 주사한 후 각각 1시간 뒤에 영상획득을 하였고, 휴식기 영상을 얻고 나서 4시간 후에 운동부하를 시행하였다. 2일 프로토콜의 경우 각각 555 MBq씩의 Tc-99m MIBI를 사용하였다.

SPECT 영상

SPECT 영상 획득은 삼중 헤드 prism 3000 camera와 이중 헤드 vertex camera를 이용하였다. 삼중 헤드 prism 3000 camera를 사용한 경우는 각 단계마다 20초씩 3도 간격으로 전체 360도 orbit로 촬영하였고, 이중 헤드 vertex camera에서는 180도 orbit로 각 단계마다 23초 동안 3도 간격으로 촬영하였다. 게이트는 두 카메라 모두에서 8 frames/cycle로 시행하였다. 촬영 후 게이트한 영상을 모두 합하여 게이트하지 않은 상태의 영상을 만들어 관류를 평가하였다. 관류는 전벽, 중격, 측벽, 하벽으로 나누어 판단한 후 좌전하행동맥과 좌회선동맥 그리고 우관상동맥 영역에 관류이상이 있다고 평가하였다.

심내막의 표면영상에서 확장기말 위치를 그물로 도시하고 수축에 따른 벽의 움직임을 시네루프로 보면서 벽운동을 관찰하였다. 심근은 심첨부 단축상 4분절, 중간부와 기저부 단축상에 6분절씩 16분절과 장축상에서 판단한 심첨부를 포함하여 17분절로 나누어 평가하였다. 심근 벽운동은 5등급으로 나눴다. 정상은 0, 가벼운 저운동은 1, 심한 저운동은 2, 무운동은 3, 운동이상은 4이었다.

통계 및 데이터 분석

전체 환자들에서 안정시와 부하 후의 구혈률의 상관성을 알아보기 위해 Pearson 상관분석을 시행하였다. 심근 관류 결손이 있는 군과 없는 군에서 안정시 및 부하 후의 좌심실 구혈률을 구하여 쌍을 이루지 않은 t 검정으로 비교하였다. SPECT 영상에서 가역적 또는 비가역적 심근 관류 결손이 있는 환자들 중 5%이상의 좌심실 구혈률 감소가 있는 환자와 그렇지 않은 환자들로 나누어 안정시 및 부하 후 좌심실 구혈률 사이에 차이를 알아보기 위해 다시 쌍을 이룬 t 검정을 시행하였다. 두 가지 모두 $p<0.05$의 경우 통계적으로 유의한 것으로 하였다. 관류 결손이 발생한 군과 발생하지 않은 군에서 부하 전후의 좌심실 구혈률 차이를 비교하기 위하여 독립 표본 t 검정을 시행하였고 $p<0.05$인 경우에 통계적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

대상환자 및 관류영상

85명의 대상 환자들 중 37명(44%)은 남자였고 48명(56%)은 여자였다(평균 연령 58세 ; 범위 46~81세). 관류 스캔에서 41명이 가역적 또는 비가역적 심근 관류 결손을 보였다(Table 1). 관류 영상에서 좌전하행지의 병변이 29명으로 가장 많았고 좌회선동맥의 병변이 6명, 우측관상동맥이 10명이었다. 32명에서 단일 혈관 질환이었고 2개의 혈관 병변이 있는 경우가 9명이었다. 가역적인 관류 결손을 보인 경우가 15명, 비가역적인 관류결손을 보인 경우가 12명이었으며 14명에서는 가역적 및 비가역적 관류 결손을 동시에 보였다.

안정시 및 부하 후의 좌심실 구혈률

85명의 환자 모두에게서 안정시 및 부하 후의 좌심실 구혈률 사이에 높은 일치도를 보였다(Fig. 1). Pearson 상관 분석법을 이용하여 안정시와 부하 후의 좌심실 구혈률의 상관을 구했을 때 $r=0.923$으로 나타났다. 전체 환자들을 대상으로 안정시와 부하 후의 확장기말과 수축기말 좌심실 용적 및 좌심실 구혈률을 비교했을 때 통계적으로 의미 있는 차이가 없었다(Table 2).

전체 85명중 41명(48%)은 가역적 또는 비가역적 심

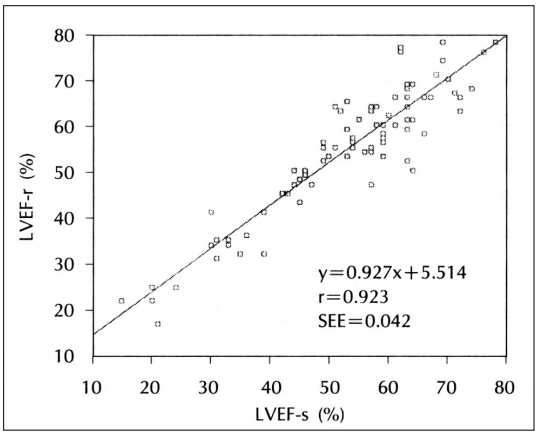

Fig. 1. Correlation between rest and poststress LVEFs obtained at gated SPECT in all patients. LVEF-r : left ventricular ejection fraction on rest SPECT, LVEF-s : left ventricular ejection on post-stress SPECT, SEE : standard error of the estimates.

Table 2. Results of gated perfusion SPECT in total patients

	Resting	Post-stress	p
EDV (mL)	96±57.5	97±57.9	NS
ESV (mL)	49±47.4	51±47.9	NS
LVEF (%)	55±14.0	53±13.9	NS

EDV : end-diastolic volume, ESV : end-systolic volume, LVEF : left ventricular ejection fraction, NS : not significant

Table 3. Results of gated perfusion SPECT by presence of perfusion defects

	Group 1	Group 2	p
Number (M/F)	41 (21/20)	44 (16/28)	NS
Stress mode (Ex/Ad)	27/14	32/12	NS
EDV-r (mL)	114±73.1	79±29.9	<0.01
ESV-r (mL)	67±61.2	32±17.1	<0.001
LVEF-r (%)	48±16.0	61± 7.9	<0.001
EDV-s (mL)	117±72.2	78±30.7	<0.01
ESV-s (mL)	71±60.6*	32±17.8	<0.001
LVEF-s (%)	46±15.5†	60± 7.6	<0.001

Group 1 : patients with perfusion defects in post-stress SPECT, Group 2 : patients without perfusion defects in post-stress SPECT, * : p<0.01 vs ESV-r of Group 1, † : p<0.05 vs LVEF-r of Group 2, NS : not significant, M : male, F : female, Ex : exercise, Ad : adenosine, EDV-r : end-diastolic volume of left ventricle on rest SPECT, ESV-r : end-systolic volume of left ventricle on rest SPECT, LVEF-r : left ventricular ejection fraction on rest SPECT, EDV-s : end-diastolic volume of left ventricle on post-stress SPECT, ESV-s : end-systolic volume of left ventricle on post-stress SPECT, LVEF-s : left ventricular ejection fraction on post-stress SPECT

근관류 결손이 있었고(1군) 44명(52%)은 정상 심근관류를 보였다(2군). 1군에서 부하 전 평균 좌심실 구혈률은 48±16.0%, 부하 후 평균 좌심실 구혈률은 46±15.5%로 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 2군에서는 안정시에 61±7.9% 부하 후에 60±7.6%로 유의한 차이가 없었다. 1군의 환자들에서 확장기말과 수축기말 심실용적을 부하 전과 부하 후에 비교했을 때에도 모두 유의한 차이를 보였다(p<0.01)(Table 3).

1군의 환자에서 부하 전후에 확장기말 용적의 차이는 -2.8±14.5(mL)였고, 수축기말 용적의 차이는 -3.6±8.5(mL)였으며, 좌심실 구혈률의 차이는 2.3±5.9(%)였다. 2군의 환자에서 확장기말 용적의 차이는 1.8±6.6(mL)였고, 수축기말 용적의 차이는 -4.5±5.4(mL)였으며, 좌심실 구혈률의 차이는 1.0±5.0(%)였다. 1군과 2군을 비교했을 때 수축기말 용적의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였으나(p<0.05) 확장기말 용적의 차이와 좌심실 구혈률의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 하지만 관류 결손이 발생한 1군에서 부하 전후의 좌심실 구혈률 차이가 관류 결손이 발생하지 않은 2군에서 보다 더 크게 나타났다(Table 4).

1군의 환자 41명중 허혈 후 심근 기절(post-ischemic myocardial stunning)이 발생했을 것으로 생각되어지는, 5% 이상의 좌심실 구혈률 감소를 나타낸 대상자는 13명(32%)이었다. 이중에서 운동부하를 이용한 경우가 27명중 7명(26%)이었고 adenosine 부하를 이용한 경우가 14명중 6명(43%)으로 adenosine 부하를 이용한 경우가 더 많았으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 5).

관류 결손이 발생한 환자에서 심근 기절이 발생한 것으로 생각되는 환자들과 그렇지 않은 환자들을 비교했을 때 안정시의 좌심실 구혈률은 의미 있게 차이가 있었으나 그 외의 지표는 통계적으로 의미 있는 것이 없었다(Table 6).

Table 4. Comparison of differences of results between post-stress and rest perfusion gated SPECT by perfusion defects

	Gruop 1	Group 2	p
ΔEDV-rs (mL)	-2.8±14.5	1.8±6.6	NS
ΔESV-rs (mL)	-3.6± 8.5	-4.6±5.4	p<0.05
ΔLVEF-rs (%)	2.3± 5.9	1.0±5.0	NS

Group 1 : patients with perfusion defects in post-stress SPECT, Group 2 : patients without perfusion defects in post-stress SPECT, ΔEDV-rs : differences of end-diastolic volume of left ventricle between resting and post-stress gated perfusion SPECT, ΔESV-rs : differences of end-systolic volume of left ventricle between resting and post-stress gated perfusion SPECT, ΔLVEF-rs : differences of ejection fraction of left ventricle between resting and post-stress gated perfusion SPECT, NS : not significant

Table 5. Results of gated perfusion SPECT in patients with perfusion defects by stress mode

	Exercise	Adenosine	p
Number (M/F)	27 (15/12)	14 (6/8)	NS
Age (years)	60±10.0	65± 6.8	NS
No. of diseased vessels (single/multiple)	21/6	11/3	NS
EDV-r (mL)	109±74.4	124±29.9	NS
ESV-r (mL)	62±60.5	77±63.8	NS
LVEF-r (%)	49±14.2	47±19.5	NS
EDV-s (mL)	110±72.5	131±72.2	NS
ESV-s (mL)	65±60.2	82±62.1	NS
LVEF-s (%)	47±14.0	44±18.3	NS
Post-ischemic stunning	7 (26%)	6 (43%)	NS

NS : not significant, M : male, F : female, No : number, EDV-r : end-diastolic volume of left ventricle on rest SPECT, ESV-r : end-systolic volume of left ventricle on rest SPECT, LVEF-r : left ventricular ejection fraction on rest SPECT, EDV-s : end-diastolic volume of left ventricle on post-stress SPECT, ESV-s : end-systolic volume of left ventricle on post-stress SPECT, LVEF-s : left ventricular ejection fraction on post-stress SPECT

Table 6. Results of gated perfusion SPECT by post-ischemic stunning in patients with perfusion defects

	Patients with post-ischemic stunning	Patients without post-ischemic stunning	p
Number (M/F)	13 (5/8)	28 (16/12)	NS
Age (years)	61± 7.0	61±10.3	NS
Stress mode (Ex/Ad)	7/6	20/8	NS
No. of diseased vessels (single/multiple)	12/1	20/8	NS
EDV-r (mL)	96±59.1	122±78.3	NS
ESV-r (mL)	51±53.2	75±64.1	NS
LVEF-r (%)	57±17.8	44±13.7	<0.05
EDV-s (mL)	99±55.4	125±78.3	NS
ESV-s (mL)	59±54.2*	76±63.5	NS
LVEF-s (%)	48±16.8†	45±15.0	NS

*: p<0.01 vs ESV-r of patients with post-ischemic stunning, †: p<0.001 vs LVEF-r of patients with post-ischemic stunning, NS: not significant, M: male, F: female, Ex: exercise, Ad: adenosine, No: number, EDV-r: end-diastolic volume of left ventricle on rest SPECT, ESV-r: end-systolic volume of left ventricle on rest SPECT, LVEF-r: left ventricular ejection fraction on rest SPECT, EDV-s: end-diastolic volume of left ventricle on post-stress SPECT, ESV-s: end-systolic volume of left ventricle on post-stress SPECT, LVEF-s: left ventricular ejection fraction on post-stress SPECT

고 찰

심혈관 질환 환자를 치료하는데 있어서, 그 위험도를 계층화(risk stratification)하고 향후 심인성 사망이나 심근 경색증으로의 이행 가능성을 예측하는 것이 무엇보다도 중요하다. 현재까지 연구되어진 여러 지표들 중 가장 객관적이고 쉽게 측정할 수 있는 것들 중 하나가 좌심실의 기능을 평가하는 것이다. 실제로 위와 같은 위험도를 평가함에 있어서 좌심실 기능의 중요성은 많은 연구를 통해 잘 입증되어 있다.[7-9] 최근 Sharir등[10][11]은 허혈성 심질환 환자에서 부하후 좌심실 구혈률이 심인성 사망을 예측할 수 있는 가장 좋은 지표라는 연구 결과를 발표하였으며 부하후 수축기말 좌심실 용적 또한 심인성 사망을 예측할 수 있는 좋은 지표가 된다고 하였다. 그들은 부하후 좌심실 구혈률을 기준으로 심인성 사망의 위험도를 계층화하여 구혈률이 50% 미만인 군에서 더 적극적인 치료를 권하고 있다.

급성 관동맥 증후군 환자에서 관상 동맥 질환의 유무를 판단하고 입원 여부와 약물 치료의 필요성을 결정하며 좌심실 기능을 평가하고 그 예후와 위험도를 계층화하는데 여러 가지 비관혈적 검사들이 이용되고 있다. 그 중 가장 널리 이용되고 있는 것들이 부하 심초음파도, 부하 심근 관류 SPECT, 운동 부하 심전도 등이다. 이 중 부하 심근 관류 영상은 기술적인 성공률이 가장 높고, 민감도가 가장 높으며 안정시 벽운동 이상이 동반되어 있는 경우에도 허혈 부위를 진단할 수 있다는 장점이 있으며, 특히 예후 평가에 대한 유용성이라는 측면에서 다른 검사들보다 훨씬 더 많은 연구가 되어있다.[12-14]

게이트 심근 관류 SPECT는 심근 관류와 심실 기능을 동시에 평가할 수 있다는 면에서 매우 유용한 검사이다. 하지만 Tc-99m MIBI를 이용하는 부하 게이트 심근 관류 SPECT는 간내 방사능이 장으로 배설되어 줄어들 때까지 기다려서 영상을 획득하기 때문에 일반적으로 부하 1시간 후에 영상 획득을 하게되므로 부하 당시의 심실 기능이라기보다는 부하 후 안정시의 심실 기능을 나타낸다. 또한 1일 안정/부하 프로토콜로 영상을 얻는 경우 부하 후 영상시 더 많은 양의 방사능 량이 주입되기 때문에 부하 후에만 게이트 단층 촬영을 시행하는 경우가 있다.[15] 실제로 운동 부하에 의해 심근의 허혈이 유발된 분절은 부하 중에는 분절 운동 이상이 발생하게 되지만, 부하 직후에 심초음파도를 시행해 보면 이미 관류증가 요구가 줄어들고 심근이 허혈 상태에서 회복됨에 따라 수축력이 반쯤 호전된 상태를 관찰하게 된다.[16] 이런 현상을 근거로 부하 후 1시간이 지나서 획득하게 되는 게이트 심근 관류 SPECT에서의 좌심실 구혈률은 안정시의 그것을 나타낸다고 생각하고 부하 후 좌심실 구혈률만을 측정해 왔다.

하지만, 최근의 연구에서 심근 허혈 후 발생한 수축력 이상이 회복되는 것을 관찰하였더니 심근에 따라 수축력 이상이 여러 시간 지속되어 일종의 단기적인 기절심

근상태(myocardial stunning)를 겪게 됨이 알려졌다.[17] 허혈후 심근 기절 현상은 심근 괴사가 없이 국소 기능의 장애가 발생하는 것을 나타낸다.[18][19] 이러한 심기능 장애의 지속은 허혈의 정도 및 기간과 비례하여 나타나게 되는데 길게는 수 주일까지 계속 되게 된다. 특히 다혈관 질환을 가진 환자들을 대상으로 심초음파도를 이용하여 검사했을 때 많은 예에서 운동 부하로 인한 허혈이 발생된 후 30분 이상 국소 벽운동 장애가 지속되어진다고 보고되고 있다.[20][21] 잘 알려진 바대로 부하 후 심근 허혈이 발생하게 되면 안정시보다 좌심실 구혈률이 낮게 나타난다. 따라서, 기절심근상태를 겪고 있는 심근이 부하 후 심근 관류 SPECT 영상 획득 당시에 있게 되면 기절 심근의 수축력이 회복될 때까지는 좌심실 구혈률이 안정시보다 낮게 측정될 가능성이 많다.

이러한 가정을 바탕으로 Johnson 등[4]은 81명의 환자를 대상으로 2일 안정/부하 프로토콜을 이용하여 게이트 심근관류 SPECT를 시행하였다. 가역적인 관류 결손(reversible perfusion defect)을 보인 61명중 22명(36%)에서 부하 후의 좌심실 구혈률이 안정시보다 5% 이상 감소되는 것으로 나타났으며, 고정 관류 결손 부위(fixed defect)와 비교했을 때 가역적인 관류 결손 부위에서 안정시와 부하 후의 건삭의 수축(chordal shortening)이 의미 있게 차이가 난다고 보고하였다. 그들의 연구에서는 나이, 성별, 과거 심근 경색증의 과거력이나 스트레스의 종류에 있어서는 통계학적으로 의미 있는 차이를 나타내지 않았다. 그들은 이러한 부하 후의 좌심실 구혈률 감소의 원인이 허혈후에 발생한 기절심근상태에 있을 것으로 생각하였다.

이후 Borges-Neto 등[15]도 부하 후에 가역적 관류 결손이 있는 대상에서 좌심실 구혈률이 안정시의 구혈률보다 의미 있게 낮게 나타난다고 보고하였다.

본 연구에서는 가역적 또는 비가역적 관류결손이 있는 41명과 관류 결손이 없는 44명으로 나누어 비교하였다. 이 때 관류 결손이 있는 군과 없는 군 사이에서 안정시 및 부하 후의 좌심실 구혈률 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 가역적 관류 결손과 비가역적인 관류 결손이 동반되어 있는 경우에도 역시 부하 후의 좌심실 구혈률이 안정시의 그것을 반영하지 못할 수 있다는 것을 보여주는 것이다.

관류 결손이 있는 환자들 중 심근기절이 발생했을 것으로 생각되는 5% 이상의 좌심실 구혈률 감소가 있는 환자는 13명(32%)으로 나타나 Johnson 등[4]의 보고와 거의 유사한 결과를 얻었다. 13명의 환자들 중 좌전하행지의 가역적 또는 비가역적인 관류결손이 있는 환자가 11명(85%)으로 심근 기절이 발생한 것으로 생각되어지는 대부분의 환자에서 좌전하행동맥의 병변이 동반되어 있었다. 이는 허혈의 정도가 심할수록 기절 심근의 발생이 더 많아진다는 것으로 설명될 수 있을 것이다. 하지만 가역적 또는 비가역적 관류 결손이 발생한 환자의 68%는 5% 이상의 좌심실 구혈률 감소를 보이지 않았다. 이는 관류 결손이 발생한 상당수의 환자에서 과거 생각했던 것과 같이 부하 후 1시간 이내에 국소분절운동이상과 좌심실 수축력 이상에서 회복되었기 때문으로 생각되며 부하 직후에 나타나는 높은 혈중 카테콜아민 농도에 의해 심실 수축력이 상승하게 되므로 좌심실 구혈률이 증가될 수 있었던 것도 일부 관계될 것으로 생각된다.[22-24]

이번 연구에서 게이트 SPECT와 1일 또는 2일 안정/부하 프로토콜을 이용했을 때 안정시 및 부하 후의 좌심실 구혈률 사이에 높은 상관성을 가지는 것으로 나타났다. 하지만, 안정시와 비교했을 때 부하 후에 얻은 좌심실 구혈률의 감소는 관류결손의 발생 여부와 관련이 있는 것으로 나타났다. 부하 후 게이트 심근 관류 SPECT에서 관류 결손이 발생한 경우의 좌심실 구혈률은 안정시의 측정치를 반영하지 못했다. 이러한 결과는 게이트 심근 관류 SPECT를 받게되는 환자들에게서 부하 후의 측정치로부터 안정시 좌심실 기능을 유추하는데 있어서 임상적 및 기술적으로 중요할 것으로 생각되며 일부 환자에서는 부하 후 1시간이 지나도 좌심실 기능이 정상화되지 못하므로 안정시 게이트 영상이 필요할 것으로 생각된다. 또한 임상적으로 심근 허혈이 의심되나 심근 관류 SPECT 이상이 없는 환자에서 부하 후와 안정시의 좌심실 기능 변수를 비교함으로써 심근 허혈의 예측에도 사용할 수 있을 것으로 생각되며 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

배경 및 목적 :

1일 또는 2일 안정 / 부하 프로토콜을 이용하여 Tc-99m 게이트 심근 관류 SPECT를 촬영하여, 관류 결손 여부에 따른 안정시와 부하 후의 좌심실 구혈률 차이를

연구하였다.

방 법 :

심혈관 질환이 있거나 있을 것으로 예상되는 85명을 대상으로 1일 또는 2일 안정 / 부하 프로토콜에 따라 Tc-99m MIBI 게이트 심근 관류 SPECT를 시행하였다. 부하는 답차를 이용한 증상 제한적 운동 부하 또는 adenosine 약물 부하를 이용하였고, 영상은 방사성 의약품 투여 1시간 후에 시행하였다.

결 과 :

심근 허혈이 발생한 41명(48%)의 환자에서 운동 부하 또는 adenosine 부하 후 1시간에 실시한 게이트 SPECT 상의 좌심실 구혈률과 수축기말 용적 등이 안정시의 측정치에 비해 통계적으로 유의한 차이가 있었고 그 중 13명(32%)에서 좌심실 구혈률이 5% 이상 감소하는 허혈 후 심근 기절 현상의 소견을 보였다. 부하 방법에 따른 심근 허혈 후 기절의 발생 빈도는 차이가 없었다.

결 론 :

심근 관류 SPECT상 관류 결손이 있는 환자에서 운동 부하 또는 adenosine 부하 1시간 후에 실시한 게이트 심근 관류 SPECT 상의 좌심실 구혈률과 좌심실 용적들은 안정시와 차이가 있었다. 부하 후 1시간이 경과하여도 일부 환자에서는 좌심실 기능이 정상화되지 않으므로 안정시 게이트 영상이 도움이 될 것으로 생각된다.

중심 단어 : Tc-99m 게이트 심근 관류 SPECT ; 좌심실 구혈률 ; 심근 기절 현상.

REFERENCES

1) Lee DS. *New diagnostic techniques in myocardial perfusion SPECT. Korean J Nucl Med 1998;32:1-9.*
2) Chua T, Kiat H, Germano G, Maurer G, van Train K, Friedman J, Berman D. *Gated technetium-99m sestamibi for simultaneous assessment of stress myocardial perfusion, postexercise regional ventricular function and myocardial viability: correlation and with echocardiography and rest thallium-201 scintigraphy. J Am Coll Cardiol 1994; 23:1107-14.*
3) Kim SW, Lee DS, Kim SH, Hyun IY, Chung JK, Lee MM, Koh CS. *Assessment of regional myocardial wall motion by gated 99mTc-MIBI myocardial SPECT. Korean J Nucl Med 1995;29:473-7.*
4) Johnson LL, Verdesca SA, Aude WY, Xavier RC, Nott LT, Campanella MW, Germano G. *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.*
5) Lee SC, LEE BR, Chae SC, Jun JE, Park WH, Lee JT, Lee KB, Kim KS, Kim YN, Kim KB. *Diagnostic value of Tc-99m MIBI myocardial perfusion scintig-raphy during maximal coronary artery dilatation with adenosine in coronary artery disease. Korean Circulation J 1992;22: 956-67.*
6) Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. *Exercise standards. A statement for healthcare professionals from American Heart Association. Circulation 1995;91:580-615.*
7) Lee KL, Pryor DB, Pieper KS, Harrell FE Jr, Calliff RM, Mark DB, Hlatky MA, Coleman RE, Cobb FR, Jones RH. *Prognositic value of radionuclide angiography in medically-treated patients with coronary artery disease. A comparison with clinical and catheterization variables. Circulation 1990;82:1705-17.*
8) Jones RH, Johnson SH, Bigelow C, Pieper KS, Coleman RE, Cobb FR, Pryor DB, Lee KL. *Exercise radionuclide angiocar-diography predicts cardiac death in patients with coronary artery disease. Circulation 1991;84:I52-8.*
9) Pryor DB, Harrel FE Jr, Lee KL, Rosati RA, Coleman RE, Cobb FR, Califf RM, Johes RH. *Prognostic indicators from radionuclide angiography in medically treated patients with coronary artery disease. Am J Cardiol 1984; 53:18-22.*
10) Sharir T, Germano G, Kavanagh PB, Lai S, Cohen I, Lewin HC, Friedman JD, Zellweger MJ, Berman DS. *Incremental prognostic value of post-stress left ventricular ejection fraction and volume by gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography. Circulation 1999;100:1035-42.*
11) Sharir T, Germano G, Kang X, Lewein HC, Miranda R, Cohen I, Agafitei RD, Friedman JD, Berman DS. *Prediction of myocardial infarction versus cardiac death by gated myocardial perfusion SPECT: risk stratification by the amount of stress-induced ischemia and the poststress ejection fraction. J Nucl Med 2001;42:831-7.*
12) Berman DS, Hachamovitch R, Kiat H, Cohen I, Cabico JA, Wang FP, Friedman JD, Germano G, Van Train K, Diamond GA. *Incremental value of prognostic testing in patients with known or suspected ischemic heart disease: a basis for optimal utilization of exercise technetium-99m sestamibi myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. J Am Coll Cardiol 1995;26:639-47.*
13) Hachamovitch R, Berman DS, Kiat H, Cohen I, Cabico A, Friedman J, Diamond GA. *Exercise myocardial perfusion SPECT in patients without known coronary artery disease: incremental prognostic value and use in risk stratification. Circulation 1996;93:905-14.*
14) Hachamovitch R, Berman DS, Shaw LJ, Kiat H, Cohen I, Cabico JA, Frieman J, Diamond GA. *Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. Circulation 1998;97:535-43.*
15) Borges-Neto S, Javaid A, Shaw LK, Kong DF, Hanson MW, Pagnanelli RA, Ravizzini G, Coleman RE. *Poststress measurements of left ventricular function with gated perfusion SPECT: comparison with resting measurements by using a same-day perfusion-function protocol. Radiology 2000;215:529-33.*

16) Crouse LJ, Harbrecht JJ, Vacek JL, Rosamond TL, Kramer PH. *Exercise echocardiography as a screening test for coronary artery disease and correlation with angiography. Am J Cardiol 1991;67:1213-8.*
17) Kloner RA, Bolli R, Marban E, Reinlib L, Braunwald E. *Medical and cellular implications of stunning, hibernation, and preconditioning: an NHLBI workshop. Circulation 1998;97:1848-67.*
18) Dilsizian V, Bonow RO. *Current diagnostic techniques of assessing myocardial viability in patients with hibernating and stunned myocardium. Circulation 1993;87:1-20.*
19) Vanoverschelde JL, Wijns W, Depre C, Essamri B, Heyndrickx GR, Borgers M, Bol A, Melin JA. *Mechanism of chronic regional postischemic dysfunction in humans. New insights from the study of noninfarcted collateral-dependent myocardium. Circulation 1993;87:1513-23.*
20) Robertson WS, Feigenbaum H, Armstrong WF, Dillon JC, O'Donnell J, McHenry PW. *Exercise echocardiography: a clinically practical addition in the evaluation of coronary artery disease. J Am Coll Cardiol 1983;2:1085-91.*
21) Kata A, Force T, Folland E, Aebischer N, Sharma S, Parisi A. *Echocardiographic assessment of ventricular systolic function. In: Marcus ML, Braunwald E, eds. Marcus cardiac imaging: a comparison to Braunwald's heart disease. Philadelphia, Pa: Saunders;1996. p.297-324.*
22) Rozanski A, Elkayam U, Berman DS, Diamond GA, Prause J, Swan HJ. *Improvement of resting myocardial asynergy with cessation of upright bicycle exercise. Circulation 1983;67:529-35.*
23) Nixon JV, Brown CN, Smitherman TC. *Identification of transient and persistent segmental wall motion abnormalities in patients with unstable angina by two-dimensional echocardiography. Circulation 1982;65:1497-503.*
24) Rozanski A, Berman D, Gray R, Diamond G, Raymond M, Prause J, Maddahi J, Swan HJ, Matloff J. *Preoperative prediction of reversible myocardial asynergy by postexercise radionuclide ventriculography. N Engl J Med 1982;307:212-6.*