

# 비심장 수술 환자에서 수술 전후 심장사건의 위험도 평가를 위한 심근관류 SPECT의 유용성

서울대학교 의과대학 핵의학교실

임석태 · 이동수 · 강원준 · 정준기 · 이명철

## The Usefulness of Myocardial SPECT for the Preoperative Cardiac Risk Evaluation in Noncardiac Surgery

Seok Tae Lim, M.D., Dong Soo Lee, M.D., Won Jun Kang, M.D., June-Key Chung, M.D. and Myung Chul Lee, M.D.

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

### Abstract

**Purpose:** We investigated whether myocardial SPECT had additional usefulness to clinical, functional or surgical indices for the preoperative evaluation of cardiac risks in noncardiac surgery. **Materials and Methods:** 118 patients (M: F=66: 52, 62.7±10.5 years) were studied retrospectively. Eighteen underwent vascular surgeries and 100 nonvascular surgeries. Rest Tl-201/ stress Tc-99m-MIBI SPECT was performed before operation and cardiac events (hard event: cardiac death and myocardial infarction; soft event: ischemic ECG change, congestive heart failure and unstable angina) were surveyed through perioperative periods (14.6±5.6 days). Clinical risk indices, functional capacity, surgery procedures and SPECT findings were tested for their predictive values of perioperative cardiac events. **Results:** Peri-operative cardiac events occurred in 25 patients (3 hard events and 22 soft events). Clinical risk indices, surgical procedure risks and SPECT findings but functional capacity were predictive of cardiac events. Reversible perfusion decrease was a better predictor than persistent decrease. Multivariate analysis sorted out surgical procedure risk (p=0.0018) and SPECT findings (p=0.0001) as significant risk factors. SPECT could re-stratify perioperative cardiac risks in patients ranked with surgical procedures. **Conclusion:** We conclude that myocardial SPECT provides additional predictive value to surgical type risks as well as clinical indexes or functional capacity for the prediction of preoperative cardiac events in noncardiac surgery. (Korean J Nucl Med 1999;33:273-81)

**Key Words:** Cardiac risk evaluation, Myocardial ischemia, SPECT, Noncardiac surgery, Tl-201, Tc-99m MIBI

Received Nov. 12, 1998; revision accepted May 28, 1999  
Corresponding Author: Dong Soo Lee, M.D., Departement of Nuclear Medicine, Seoul National University college of Medicine, 28 Yunggundong Chongnogu, Seoul 110-744, Korea

Tel: (02) 760-2501, Fax: (02) 766-9083

E-mail: dsl@plasa.snu.ac.kr

※ 이 논문은 1997년도 서울대학교 의과대학 1998년 정책 연구비의 지원으로 이루어졌음.

### 서 론

수술 전 위험도를 평가하는 주목적은 수술 전후 심장사건이 생길 가능성을 예측하여 수술 중 또는 수술 직후 심장사건을 예방하고 안전하게 수술을 시

행하는데 있다. 여러 가지 새로운 수술방법이 개발되고 평균수명이 증가하여 관상동맥질환의 유병률이 높은 노인의 수술이 늘어 심장사건의 위험도를 평가할 필요성이 커졌다. 젊은 환자에서는 관상동맥질환의 유병률은 높지 않아 심장사건이 생길 가능성은 적지만 여명이 길기 때문에 장기추적 중 심장사건의 발생 가능성이 환자의 예후에 중요한 영향을 미친다.

수술 전 심장사건의 위험도는 비침습적인 방법과 침습적인 방법으로 예측할 수 있다. 비침습적인 방법<sup>1-3)</sup>으로는 환자가 호소하는 임상적인 증상과 진찰 소견 및 검사실 소견 등을 종합한 임상척도를 이용하거나 운동부하 심전도 또는 환자의 병력을 분석하여 평가한 운동능력을 기준으로 삼는 방법이 가장 쉽다. 심장초음파에서 얻은 좌심실구혈률, 24시간 또는 48시간동안 심전도 모니터하여 심근허혈의 발생 유무를 평가하는 방법과 더불어 약물부하 심근관류 SPECT로도 심장사건의 위험도를 추정한다. 침습적인 방법<sup>4)</sup>으로는 관상동맥조영술이 대표적이지만 비용이 많이 들고 자체의 합병증이 있으며 모든 수술 환자에 시행하기가 어렵기 때문에 가능하면 비침습적인 방법으로 고위험군 환자를 감별하는 것이 좋다.

우리는 비심장 수술 환자에서 수술 전후의 심장사건의 위험도를 미국 순환기학회/미국 심장학회(이하 ACC/AHA)에서 제시한 것<sup>5,6)</sup>을 토대로 하여 평가할 때 심근관류 SPECT가 임상적 여러 지표에 더하여 도움되는지 연구하였다. 임상적 척도, 운동능력, 수술 종류에 따라 심장사건의 위험도를 분류하였을 때 심근관류 SPECT가 위험도를 더 세분하여 계층화(risk stratification)할 수 있는지 조사하여 유의한 부가효용을 지니는지 조사하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

1997년 1월 1일부터 1997년 12월 31일까지 심근관류 SPECT를 시행한 1096명의 환자 중 비심장 수술 중 심장사건의 위험도를 평가하기 위하여 검사를 시행한 184명 중에서 후향적으로 입원기록지의 열

람이 가능한 147명을 대상으로 하였다. 대상 환자 147명 중에서 29명은 계획대로 수술을 시행하지 못하였다. 이유로는 수술급기가 발견된 예가 5명, 수술을 거부한 예가 12명, 수술을 연기한 예가 12명이었다. 이 29명을 제외하고 예정대로 수술이 진행된 118을 최종 분석하였는데 남자가 66명, 여자가 52명이었고 평균 연령은 62.7±10.5세였다. 수술 후 평균 입원기간은 14.6±5.6일이었다.

혈관수술을 한 레가 18명으로 우회로수술 11예, 풍선혈관성형술 2예, 동정맥루 구축수술 5예이었다. 비혈관 수술을 한 예는 100명이었고 안과와 비뇨기 수술을 포함한 저위험군이 27명, 복부수술 또는 두경부수술같은 중등도 위험도인 수술이 68예, 혈류역학적 변화 부담이 큰 비혈관 수술 고위험군이 5예이었다(Table 1).

## 2. 방 법

### 1) 심근 관류 평가

휴식기 심근관류 SPECT는 TI-201 111 MBq (3 mCi)을 정맥주사 후 5~15분 사이에 저에너지 고해상도 조준기를 장착한 직각형 SPECT (Prism 3000, Picker, USA)를 이용하여 15분간 영상을 얻었다. 부하기 심근관류 SPECT는 0.56 mg/kg의 디피리다몰

**Table 1.** Number of Noncardiac Surgical Procedures: Preoperative Cardiac Risk Evaluation by Myocardial Perfusion SPECT

	Number of patients
Vascular	
Bypass graft	11
Balloon angioplasty	2
AV fistula construction	5
Non-vascular	
Abdominal	43
Orthopedic	11
Thoracic	11
Head and Neck	9
Gynecologic	8
Ophthalmologic	7
Neurosurgical	6
Urologic	5

을 4분간에 걸쳐 정맥 주사하여 부하를 가하고 Tc-99m sestamibi 370 MBq (10 mCi)을 투여하고 1시간 뒤에 게이트 방식으로 영상을 획득하였다.

휴식기 심근관류 SPECT와 부하기 심근관류 SPECT 모두 각 스텝 당 15초씩 32스텝의 투사영상을 좌후사위에서 우전사위까지 180도 영상을 획득하였다. 게이트는 16단위 영상을 얻었으며 촬영 후 게이트 영상을 모두 합하여 게이트하지 않은 상태의 투사영상을 만들었다. 투사영상을 Butterworth 여과기를 이용하여 차단주파수 0.66과 차수 5로 재구성하여 횡축단면영상을 얻었고 방향을 조정하여 장축에 대한 단축, 수직장축, 수평장축의 단편을 만들어 부하기와 휴식기 영상을 쌍으로 놓고 비교하였다.

부하기와 휴식기 모두에서 심근관류 감소 또는 결손이 있는 경우를 지속적 심근관류 이상이라 정의하였고, 부하기에서 보이는 심근관류 감소 또는 결손이 휴식기에서 정상으로 되거나 감소되는 경우를 가역적 심근관류 이상이라 정의하였으며, 부하기와 휴식기에서 심근관류 감소 또는 결손이 없는 경우는 정상으로 판단하였다. 심근관류 SPECT상 병변의 크기에 관계없이 부분가역적 심근관류 이상이 있는 경우는 가역적 심근관류 이상에 포함하였다.

## 2) 임상적 척도, 운동능력, 수술 종류에 따른 위험도 평가

미국 순환기학회/미국 심장학회(ACC/AHA)에서 1996년에 제시한 비심장 수술 환자에서 수술 전후 심혈관검사에 대한 지침<sup>5,6)</sup>을 토대로 임상적 척도, 운동 능력, 수술 종류에 따라 각각 저위험군, 중등도 위험군과 고위험군으로 분류한 후 심장사건 발생률을 비교하였다.

임상적 척도에 따라서는, 최근 심근경색이 있으면서 불안정협심증이나 심한 협심증과 같은 중한 심허혈 소견이 있거나 비대상성심부전, 심한 부정맥 또는 심한 판막질환이 있는 경우를 고위험군으로, 경한 협심증, 당뇨병이나 대상성심부전 또는 심부전에 대한 기왕력이 있는 경우를 중등도 위험군으로, 고연령(70세 이상), 심전도 이상, 뇌졸중 병력 또는 조절이 안된 고혈압만 있는 경우를 저위험군으로 분류하였다.

운동능력에 따라서는 Hlatky 등<sup>7)</sup>과 Fletcher 등<sup>8)</sup>이 제시한 기준에 따라 식사, 옷입기, 설거지나 집 주위에서 산책 등을 할 정도의 활동도(1~4 METs)를 보이는 경우를 고위험군으로, 계단을 오르거나 단거리 달리기, 바닥 청소, 골프 등을 할 정도의 활동도(4~10 METs)를 보이는 경우를 중등도위험군으로, 수영 또는 단식 테니스, 축구와 같은 격렬한 운동을 할 수 있는 정도의 활동도(>10 METs)를 지닌 경우를 저위험군으로 정의하였다.

수술 종류에 따라서는 ACC/AHA 기준<sup>5,6)</sup>에 따라 심장사건의 위험도가 5% 이상이라고 보고된, 노인에서 중요 응급수술, 대동맥이나 주요 혈관수술, 다량의 체액소실이나 출혈이 있는 장시간을 요하는 수술군을 고위험군으로, 경동맥혈전제거술, 두경부수술, 흉부 또는 복강 내 수술, 전립선수술이나 정형외과적 수술과 같이 심장사건의 위험도가 5% 이하라고 보고된 수술군을 중등도위험군이라 하였다. 내시경이나 표면적수기, 백내장수술, 유방수술과 같은 심장사건의 위험도가 1% 이하라고 알려진 수술군을 저위험군으로 정의하였다.

## 3) 심장사건의 분류

수술 전후에 발생한 심장사건은 심장사, 심근경색과 같은 경우를 중한 사건(Hard event), 심전도상 심허혈 소견, 심부전증이나 불안정협심증이 나타난 것을 경한 사건(Soft event)으로 분류하였다.<sup>9)</sup> 심근경색은 최소 30분 이상 지속되는 흉통, 특징적인 심전도 변화, 심근효소의 증가와 같은 세 가지 소견 중에서 두 가지 이상이 나타난 경우로 정의하였고, 30분 이내의 일시적인 흉통이 있으면서 일시적인 T파의 역위나 ST분절의 수평 또는 하향성 감소가 인접한 최소 2개 이상의 lead에서 보이는 경우를 심허혈이라 하였으며, 30분 이상의 전형적 흉통이 지속되지만 심근경색의 기준에 충족하지 못한 경우를 불안정협심증이라고 정의하였다. 심부전증은 심초음파상 좌심실구혈률이 40% 이하로 감소되었거나 흉부X선촬영상 폐부종이 보이거나 심장음영이 증가하는 경우로 정의하였다.

4) 통계처리

수술 전의 심근관류 SPECT의 소견에 따른 심장사건의 발생률은 SPSS 프로그램의  $\chi^2$  검정, Student-t 검정을 이용하여 비교하였다. 임상적 척도, 운동능력, 수술 종류에 따라 각각 나눈 위험군과 심근관류 SPECT 사이에 심장사건 발생을 예측하는 예측능은 SAS 통계 패키지를 이용한 다변수 로지 회귀분석으로 분석하였다. p값이 0.05보다 작을 때 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 임상적 척도에 따른 심장사건 발생

ACC/AHA 기준<sup>5,6)</sup>에 따른 임상적 척도에 의한 분류상 고위험군은 2명, 중등도위험군은 57명이었고, 저위험군은 59명이었다. 전체의 심장사건은 118명 중에 25예가 발생하여 21%이었으며 중한 심장사건은 3예로 2.5%이었다.

중등도위험군에 해당하는 57명 중에서 심장사건이 17명에서 발생하였고(발생률 29.8%) 그 중 1명에서 중한 사건이었다. 저위험군에 해당하는 59명 중에서 심장사건은 7명(발생률 11.9%)에서 발생하였고 그 중 1명은 중한 사건, 나머지 6명은 경한 사건을 겪었다(Fig. 1). 중등도위험군의 경한 심장사건 발생률은 저위험군보다 유의하게 높았다( $\chi^2=6.3$ ,  $p=0.042$ ). 고위험군에 해당하는 2명은 1명이 중한 심장사건을 겪었고, 다른 1명은 심장사건을 겪지 않았다.

2. 운동능력에 따른 심장사건 발생

ACC/AHA 기준<sup>5,8)</sup>에 따라 운동능력의 분류하였을 때 고위험군은 30명, 중등도위험군은 46명이었고 저위험군은 42명이었다. 고위험군 30명 중에서 심장사건은 8명에서 발생하였고(발생률 26.7%) 그 중 중한 사건이 3명이었다. 중등도 위험군에 해당하는 46명 중에서 심장사건은 8명 모두 경한 사건으로 발생하였다(발생률 17.4%). 저위험군에 해당하는 42명 중에서 심장사건이 9명에서 모두 경한 사건으로 발생하였다(발생률 21.4%). 운동능력에 따른 심장사건은 운동능력에 따라 발생률이 다르지 않았다

( $p>0.05$ )(Fig. 2). 경한 심장사건의 발생에 있어서도 운동능력에 따라 발생률이 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

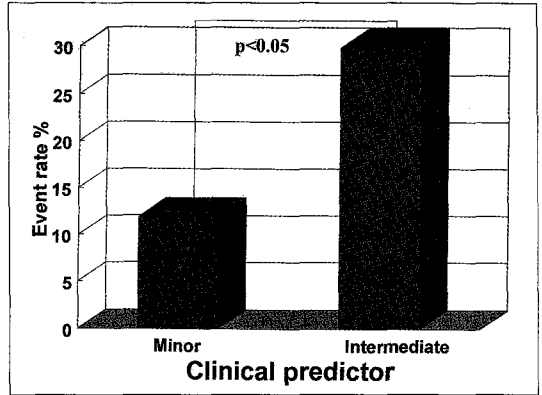


Fig. 1. Cardiac event rates were significantly different between patient groups having minor or intermediate clinical predictors. Intermediate risk predictors included mild angina pectoris, prior myocardial infarction by history or pathological Q wave, compensated or prior congestive heart failure, and diabetes mellitus. Low risk predictors included advanced age, abnormal ECG (left ventricular hypertrophy, left bundle branch block, ST-T abnormalities), low functional capacity, history of stroke or uncontrolled systemic hypertension.

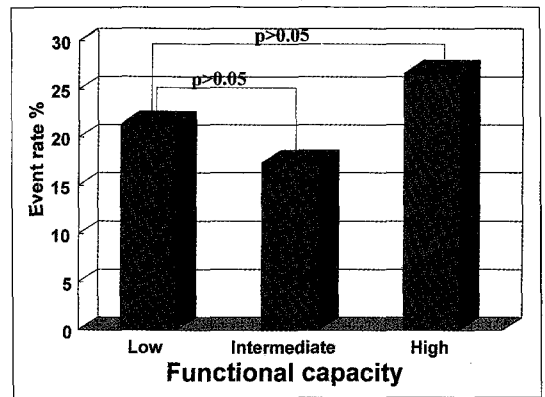


Fig. 2. Cardiac event rates were not different significantly between patient groups having low, intermediate and high functional capacity. Low capacity meant 1 to 4 METs of exercise capacity, intermediate capacity meant 4 to 10 METs and high capacity meant more than 10 METs. MET indicates metabolic equivalent.

3. 수술 종류에 따른 심장사건 발생

고위험군에 해당하는 수술을 시행한 18명에서 9명(발생률 50%)에서 심장사건(중한 사건 2명, 경한 사건 7명)이 발생하였다. 중등도위험군에 해당하는 수술을 시행한 68명에서 14명(발생률 20.6%)에서 심장사건이 발생하였다. 중한 사건이 1명, 나머지 13명에서는 경한 사건이었다. 저위험군에 해당하는 수술을 한 32명에서는 심장사건이 2명에서 모두 경한 사건으로 발생하였다(발생률 6.3%; Fig. 3). 경한 심장사건의 발생에 있어서도 수술유형에 따라 심장사건 발생률이 유의하게 달랐다( $\chi^2=9.70$ ,  $p=0.008$ ).

4. 심근관류 SPECT 소견에 따른 심장사건발생

수술 전 시행한 심근관류 SPECT검사서 가역적인 심근관류 이상은 32명, 지속적인 심근관류 이상이 8명에 나타났다. 78명은 정상 소견을 보였다. 가역적인 심근관류 이상을 보인 32명 중에서 심장사건은 14명에서 발생하였고(발생률 43.7%) 이 중 3명에서는 중한 사건(심근경색 3명, 심장사 0명)이 생겼다. 나머지 11명에서는 경한 사건(심전도 변화 7명, 불안정협심증 4명)이었다. 지속적인 심근관류 이상을 보인 8명 중에서 심장사건은 2명이 경한 사건(심부전 1명, 불안정협심증 1명)을 일으켰다(발생률 25%). 심근관류 SPECT에 정상 소견을 보였던 환자들도 9명이 경한 사건(불안정 협심증 2, 심전도 변화 7)을 일으켰다(발생률 11.5%)(Fig. 4). 경한 심장사건의 발생에 있어서도 SPECT 소견에 따라 발생률이 유의하게 달랐다( $\chi^2=9.71$ ,  $p=0.008$ ).

5. 심근관류 SPECT와 다른 예측인자들의 다변량 분석결과

임상적 척도, 운동능력, 수술 종류, 심근관류 SPECT 결과를 대상으로 사건 전체의 발생률을 종속변수로

다변량 로짓 회귀분석을 시행한 결과 수술 종류 ( $p=0.0018$ )와 심근관류 SPECT 소견( $p=0.0001$ )이 유의한 예측변수이었다(Table 2). 중한 사건으로 제

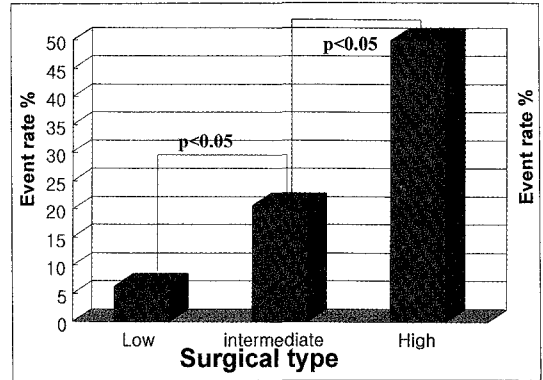


Fig. 3. Cardiac event rates increased significantly according to the cardiac risk stratification for noncardiac surgical procedures ( $\chi^2=13.2$ ,  $p=0.001$ ).

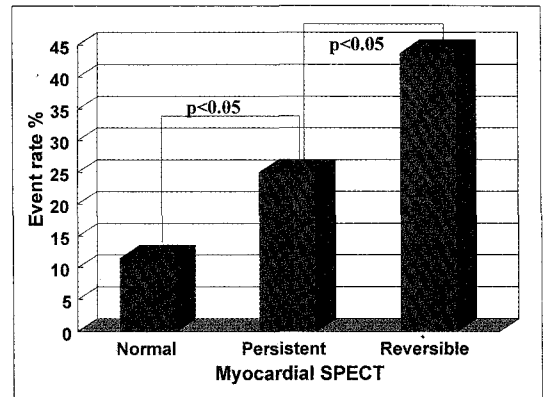


Fig. 4. Cardiac event rates increased when myocardial SPECT showed persistent decrease or reversible decrease ( $\chi^2=14.2$ ,  $p=0.001$ ). Event rates increased more in patients having reversible defects than in patients having persistent defects.

Table 2. Predictive Values of Clinical, Functional, Surgical, and SPECT Parameters Evaluated by Multiple Logistic Regression Analysis

	Clinical index	Functional capacity	Surgical type	SPECT
F value	3.02	0.00	10.23	17.19
P value	0.085	0.96	0.0018	0.0001

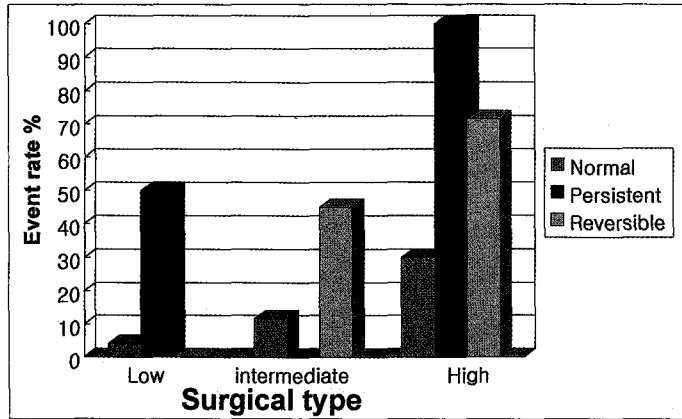


Fig. 5. Cardiac event rates of patients having reversible or persistent perfusion abnormalities were re-stratified in the patient sub-groups having low, intermediate and high risk surgical procedures.

외한 경한 심장사건의 발생률에 대한 다변량 로짓 회귀분석에서도 유사한 결과를 보였다.

수술 종류의 위험도에 따른 고위험 수술군, 중등도 위험 수술군, 저위험 수술군으로 나눈 군들에서 심근관류 SPECT 결과에 의하여 심장사건 발생률을 비교하였을 때 수술에 따라 분류한 세 군 모두에서 심근관류 SPECT에서 심근관류 이상이 있는 경우에 심장사건 발생률이 높았다( $\chi^2=14.2, p=0.001$ ).

### 고찰

심근경색의 기왕력, 흉통 유무, 휴식기 심전도 소견 등에 기초한 임상적 지표에 따라 수술 전 심장사건의 발생 가능성을 예측하는 것에 대하여 아직까지도 논란이 많다. 여러 연구자가 임상지표만으로 고위험군 환자와 저위험군 환자를 감별하려고 시도하였다. 그런데 복부대동맥류 수술 환자를 대상으로 임상지표로는 수술 전후 심장사건을 놓치는 수가 많다고 하였으며<sup>10)</sup> 반면에 임상지표 만으로도 저위험군 환자는 구별할 수 있어 비심장 수술 환자의 심장 위험도를 평가하기 위한 비용을 줄일 수 있다는 보고도 있다.<sup>4)</sup>

수술 전 심장사건의 위험도 평가에 심근관류 SPECT를 이용하여 고위험군과 저위험군을 구분할 수 있다. Eagle 등<sup>11)</sup>은 임상자료나 심전도 소견으로

미리 환자군을 분류하고 고위험군은 관상동맥질환에 대한 치료를 하고, 저위험군은 더 이상 검사를 할 필요가 없으며, 중등도 위험군에서만 심근관류 SPECT를 시행하는 것이 좋다고 보고하였다. 중등도 위험군 중에 Tl-201 재분포가 있는지 없는지를 보아 저위험군과 고위험군으로 더 분류할 수 있다고 하였다. 임상적 지표로도 예측 가능성이 크지만 관류스캔이 더 예측력이 우수하다는 보고도 있으며,<sup>12)</sup> 임상적 지표로 분류하는 것으로는 불충분하고 지속적 관류감소나 가역적 관류감소로 심장사건의 발생률을 예측하는 것이 더 낫다는 주장이 있다.<sup>13,14)</sup> 특히 중등도 위험군 뿐 아니라 고위험군의 경우에도 심근관류 스캔이 도움된다고 하였다.<sup>14-16)</sup>

특히 Coley 등<sup>15)</sup>은 저위험군 환자는 임상지표만으로 쉽게 갈라 낼 수 있으므로 심근관류 스캔이 필요 없다고 하였다. 더 나아가 심근관류 스캔이 비심장 수술의 심장사건 위험도를 예측하는데 도움되지 않는다는 비판적인 보고도 있었다.<sup>17,18)</sup> AHA/ACC의 권고안<sup>5,6)</sup>에도 임상적인 예측인자가 거의 없는 경우(저위험군) 운동능력이 충분한 환자 또는 운동능력은 모자라지만 수술이 가벼운 경우는 심근관류 검사가 필요 없다고 하였다.

이 연구결과에서는 임상적 지표상 저위험군 57명 중에 심근관류 SPECT에서 가역적 심근관류 이상이 있는 경우가 11명(19%) 있었고 그 중 2명이 중한

사건과 경한 사건을 겪었다. 심근관류 SPECT에서 정상이었던 46명 중에도 심장사건이 있었던 예가 5명 있었다. 비록 중한 사건은 1례에 불과하였으나 저위험군에서 심장사건이 12%나 발생하였다는 점이 특이하였으며 심근관류 SPECT는 이 사건을 예측하는데 도움되지 않았다. 수술이 고위험군 수술이었던 것으로 추측하였으나 증례수가 작아 부분집단 분석은 할 수 없었다.

ACC/AHA 기준<sup>5,6)</sup>에 임상적 지표상 고위험군인 경우를 제외하고는 운동 능력을 평가하도록 권고하였다. 이 권고안은 운동 능력이 떨어져 있는 경우에는 비침습적 심장검사를 시행하고, 운동 능력이 중등도 이상이라도 고위험 수술을 계획하고 있는 경우에는 역시 비관혈적 심장검사를 권유하였다. 운동 능력만으로 수술 전후 심장사건의 위험도를 예측할 수 있다는 보고가 있는 것은 아니지만 운동부하 심전도 검사결과가 음성 예측도가 훌륭하여 이 연구에서 독립적인 예측능력이 있는지 조사하였으나 발견하지 못하였다(Fig. 2).

노인 환자에서 응급수술을 하거나 대동맥이나 다른 중요 혈관수술, 또는 장시간 동안 혈류역학적 변화를 겪는 수술을 할 때 심장사건의 발생이 많을 것으로 추측된다. ACC/AHA 권고안<sup>5,6)</sup>은 수술을 고위험도 수술군, 중등도위험도 수술군과 저위험도 수술군으로 나누었다. 우리 연구에서 수술 종류에 따른 심장사건 발생률은 고위험 수술군, 중등도위험 수술군, 저위험 수술군 각각에서 50%, 21%, 6%로 군별 분류대로 사건 발생률을 경험하였다.

심근관류 SPECT는 정상인 경우에 12%, 지속적 관류감소가 있는 경우에 25%, 가역적 관류 감소가 있는 경우에 44%의 심장사건 발병률을 보였다. 특히 중한 사건은 모두 가역적 관류감소가 발견된 경우에 나타났다. 다변량 로지 회귀분석을 통해 각각의 예측지표가 독립적인 예측능력을 보이는지 조사하였더니 수술 종류와 심근관류 SPECT가 예측능력이 크게 나타났다. 전체적으로 심장사건의 발생률(23%)이 높은 것을 감안하고 임상적 지표에 의한 분류상 고위험군에 속한 환자는 심근관류 SPECT를 시행하지 않고 바로 관상동맥조영술에 이어 관상동맥질환의 치료 또는 비심장수술을 취소하거나 연기

하였을 것이므로 임상적 지표에 의한 분류상 저위험군과 중등도위험군에서는 심근관류 SPECT 결과가 수술 종류와 함께 가장 중요한 예측인자라고 생각한다. 수술의 종류에 따라 위험도를 분류한 후에 심근관류 SPECT를 참조하여 심장사건 발생을 예측하는데 도움이 되었다(Fig. 5).

저위험군의 비심장 수술 환자들을 무작위로 포함하여 대상으로 삼아 대상 환자군을 구성하지 않았으므로 이 연구의 결과가 심근관류 SPECT를 선별검사로 쓰는 것이 좋다는 의견을 지지한다고 생각하지 않는다. 그러나 이미 동의를 이룬 권고안에 따라 임상적 지표와 운동능력을 감안하여도 저위험군, 중등도위험군 모두에서 심근관류 SPECT 결과가 심장사건 발생률을 예측하는데 크게 도움이 되었다.

두 전향적 연구<sup>18,19)</sup>에서 혈관수술 또는 복부대동맥 수술 환자를 대상으로 심근관류 스캔이나 SPECT를 선별검사로 사용하는 것이 단변량 odds ratio가 충분하게 높지 않음을 보였기 때문에 저위험군의 환자에서 심근관류 SPECT를 확대 실시할 필요가 있는지를 주장할 수 없다고 생각한다. 그러나 이들의 결과를 포함한 Shaw 등<sup>9)</sup>의 메타분석 결과에 디피리다몰 TI-201 스캔의 요약 odds ratio가 4배이었으므로 심근관류 SPECT의 예측능력은 유효하다고 생각한다. 특히 이 연구에 후향적으로 포함된 증례에서는 예측능력이 뚜렷이 드러났다. 수술 전에 수술 중 심장사건의 위험도를 예측하기 위하여 검사를 실시한지 5년 이상 되었으며 마취과외사와 외과외사가 심근관류 SPECT 결과를 바탕으로 수술 전후 환자간호에 더욱 정성을 기울였을 것이라는 점을 감안하면 예측능력은 더욱 확실하다고 생각한다. 왜냐하면 위험도가 큰 환자를 정성스럽게 돌봄으로서 수술 전후의 심장사건 발생률을 줄였을 것이고 이것이 예측능력을 줄였을 것이기 때문이다.

우리 대상 환자군의 심장사건 발생률은 메타분석에 나타난 평균 11%보다 것보다 높았다(21%). 심장사건의 발생률이 수술전후 치료 방침이 개선되면서 줄어들어 수술 전후 심장사건을 예측하는 중요성이 점점 줄어들어가는 의견이 있다.<sup>19)</sup> 심장사건 발생률이 비교적 컸기 때문에 심근관류 SPECT의 성능이 크게 평가되었을 가능성이 있다. 수술 전 중등도 이상

의 위험군 환자에서 심근관류 SPECT의 효용이 수술전후 심장사건의 발생률 뿐 아니라 몇 해 후까지의 지연 심장사건을 예측하는데도 두어야 한다는 보고가 있다.<sup>3,20)</sup> 우리 대상 환자군에서도 도움되는지 앞으로 조사하여야 할 문제이다.

이 연구에서 우리는 비심장 수술 전체를 하나로 묶어 다루었다. 비심장혈관수술이 18예이고 나머지는 모두 비혈관수술 예이었다. 각 수술 환자 예들의 검사 전 관상동맥질환 유병 가능성이 다른 여러 집단을 한 집단으로 다룬데서 데이터 해석에 오류가 있었을 수 있다. 증례를 더 확보하여 부분집단으로 나누어 분석하여야 할 문제이다. 특히 베이스모델<sup>4,21)</sup>을 구성하여 수술 전 SPECT 검사 전 유병가능성을 종합한 것에 SPECT 검사결과가 부가효용이 있는지 조사할 필요가 있다. 한 집단에 대하여 부가효용이 있다는 결과를 얻은 것을 다른 집단을 통해 확립(validate) 하여야 한다고 생각한다.

심근관류 SPECT 이외에도 도부타민 심초음파, 24시간 심전도 모니터 등과 비교한 성능<sup>22)</sup> 또는 비용효과 연구<sup>23)</sup>를 앞으로 수행해야 심근관류 SPECT의 적절한 효용을 입증할 수 있다고 생각한다.

이 연구에서 심근관류 SPECT를 수술 전에 시행하고 결과를 가역적 관류 감소와 지속적 관류 감소로 나눔으로써 임상적 지표나 운동 능력과 독립적으로 수술 종류에 따라 심장사건의 발생을 예측하는데 도움이 됨을 알 수 있었다.

## 요 약

**목적:** 우리는 비심장 수술 환자에서 수술전후의 심장사건의 위험도를 평가할 때 미국 순환기학회/미국 심장학회(이하 ACC/AHA)에서 제시한 임상적 여러 지표에 더하여 심근관류 SPECT가 도움되는지 연구하였다. **대상 및 방법:** 1997년에 비심장 수술을 시행한 118명(혈관수술 18, 비혈관수술 100)을 대상으로 수술 전에 휴식 TI-201/부하 Tc-99m MIBI 심근관류 SPECT를 시행하고 중한 심장사건과 경한 심장사건의 발생을 조사하였다. 임상적 지표, 운동능력, 수술 종류에 따라 분류한 것의 심장사건 예측률과 심근관류 SPECT 소견을 가역관류감소, 지속관

류감소, 정상으로 나누었을 때 심장사건 예측률을 조사하였다. 임상적 지표들에 대해 심근관류 SPECT가 부가 효용이 있는지 다변량 로짓 회귀분석을 하였다. **결과:** 심장사건은 전체 환자의 21%에서 발생하였으며 심근관류 SPECT에 가역적 심근관류 이상 이 있는 경우에 심장사건의 발생빈도가 높았다. 임상적 분류와 수술 종류도 사건 발생을 예측할 수 있었으나 다변량 분석에 수술 종류(p=0.0018)와 심근관류 SPECT 소견(p=0.0001)이 유의한 예측지표이었다. 심근관류 SPECT 결과가 수술 종류에 따른 위험 예측을 더욱 계층화할 수 있었다. **결론:** 비심장 수술 환자에서 수술 종류에 더하여 심근관류 SPECT가 심장사건 발생을 예측하는 유용한 지표이었다.

## 참 고 문 헌

- 1) Maunoury C, Stone DA, Chen CC, Plotnick GD, Holder LE. Preoperative cardiac risk assessment with adenosine stress dual-isotope myocardial single-photon emission computed tomography. *Clin Cardiol* 1996;19:488-90.
- 2) Stratmann HG, Tamesis BR, Younis LT, Wittry MD, Miller DD. Prognostic value of dipyridamole technetium-99m sestamibi myocardial tomography in patients with stable chest pain who are unable to exercise. *Am J Cardiol* 1994;73:647-52.
- 3) Stratmann HG, Younis LT, Wittry MD, Amato M, Miller DD. Dipyridamole technetium-99m sestamibi myocardial tomography in patients evaluated for elective vascular surgery: prognostic value for perioperative and late cardiac events. *Am Heart J* 1995;131:923-9.
- 4) Paul SD, Eagle KA, Kuntz KM, Young JR, Hertzner NR. Concordance of preoperative clinical risk with angiographic severity of coronary artery disease in patients undergoing vascular surgery. *Circulation* 1996;94:1561-6.
- 5) Eagle KA, Brundage BH, Chaitman BR, Ewy GA, Fleisher LA, Hertzner NR, et al. Guidelines for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery). *J Am Coll Cardiol* 1996;27:910-



- 48.
- 6) Eagle KA, Brundage BH, Chaitman BR, Ewy GA, Fleisher LA, Hertzner NR, et al. Guidelines for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Committee on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery. *Circulation* 1996;93:1278-317.
  - 7) Hlatky MA, Boineau RE, Higginbotham MB, Lee KL, Mark DB, Califf RM, et al. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol* 1989;64:651-54.
  - 8) Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. Exercise standards: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association: Writing Group. *Circulation* 1995;91:580-615.
  - 9) Shaw LJ, Eagle KA, Gersh BJ, Miller DD. Meta-analysis of intravenous dipyridamole-thallium-201 imaging (1985 to 1994) and dobutamine echocardiography (1991 to 1994) for risk stratification before vascular surgery. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:787-98.
  - 10) McEnroe CS, O'Donnell TF, Yeager A, Konstam M, Mukey WC. Comparison of ejection fraction and Goldman risk factor analysis to dipyridamole-thallium 201 studies in the evaluation of cardiac morbidity after aortic aneurysm surgery. *J Vasc Surg* 1990;11:497-504.
  - 11) Eagle KA, Coley CM, Newell JB, Brewster DC, Darling RC, Strauss HW, et al. Combining clinical and thallium data optimizes preoperative assessment of cardiac risk before major vascular surgery. *Ann Intern Med* 1989;110:859-66.
  - 12) Hendel RC, Leppo JA. The value of preoperative clinical indexes and dipyridamole thallium scintigraphy for the prediction of myocardial infarction and cardiac death in patients undergoing vascular surgery. *J Nucl Cardiol* 1995;2:18-25.
  - 13) Takase B, Younis LT, Byers SL, Shaw LJ, Labovitz AJ, Chaitman BR, et al. Comparative prognostic value of clinical risk indexes, resting two-dimensional echocardiography, and dipyridamole stress thallium-201 myocardial imaging for perioperative cardiac events in major nonvascular surgery patients. *Am Heart J* 1993;126:1099-106.
  - 14) Vanzetto G, Machecourt J, Blendea D, Fagret D, Borrel E, Magne JL, et al. Additive value of thallium single-photon emission computed tomography myocardial imaging for prediction of perioperative events in clinically selected high cardiac risk patients having abdominal aortic surgery. *Am J Cardiol* 1996;77:143-8.
  - 15) Coley CM, Field TS, Abraham SA, Boucher CA, Eagle KA. Usefulness of dipyridamole-thallium scanning for preoperative evaluation of cardiac risk for nonvascular surgery. *Am J Cardiol* 1992;69:1280-5.
  - 16) Bartels C, Bechtel JF, Hossmann V, Horsch S. Cardiac risk stratification for high-risk vascular surgery. *Circulation* 1997;95: 2473-5.
  - 17) Mangano DT, London MJ, Tubau JF, Browner WS, Hollenberg M, Krupski W, et al. Dipyridamole thallium-201 scintigraphy as a preoperative screening test: a reexamination of its predictive potential. *Circulation* 1991;84:493-502.
  - 18) Baron J-F, Mundler O, Bertrand M, Vigaut E, Barre E, Godet G, et al. Dipiridamole-thallium scintigraphy and gated radionuclide angiography to assess cardiac risk before abdominal aortic surgery. *N Engl J Med* 1994;330:663-9.
  - 19) Abraham SA, Eagle KA. Preoperative cardiac risk assessment for noncardiac surgery. *J Nucl Cardiol* 1994;1:389-98.
  - 20) Hendel RC, Whitfield SS, Villegas BJ, Cutler BS, Leppo JA. Prediction of late cardiac events by dipyridamole thallium imaging in patients undergoing elective vascular surgery. *Am J Cardiol* 1992;70:1243-9.
  - 21) L'Italien GJ, Paul SD, Hendel RC, Fleisher LA, Brown KA, Zarich SW, et al. Development and validation of a Bayesian model for preoperative cardiac risk assessment in a cohort of 1,081 vascular surgical candidates. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:779-86.
  - 22) Mantha S, Roizen MF, Barnard J, Thisted RA, Ellis JE, Foss J. Relative effectiveness of four preoperative tests for predicting adverse cardiac outcomes after vascular surgery: a meta-analysis. *Anesth Analg* 1994;79:422-33.
  - 23) Bry JDL, Belkin M, O'Donnell Jr. TF, Mackey WC, Udelson JE, Schmid CH, et al. An assessment of the predictive value and cost-effectiveness of dipyridamole myocardial scintigraphy in patients undergoing vascular surgery. *J Vasc Surg* 1994;19:112-24.