

## 혈관 수술 후 심장 합병증 발생을 예측하기 위한 선별 검사로서 심근 관류 단일 광자 단층촬영의 유용성에 대한 연구

이형재\* · 황윤호\* · 위진홍\* · 전희재\* · 이양행\* · 조광현\*

### Myocardial Perfusion SPECT as a Screening Test before Planned Vascular Surgery for Predicting Perioperative Cardiac Complications

Hyung-chae Lee, M.D.\* , Youn-Ho Hwang, M.D.\* , Jin-Hong Wi, M.D.\* ,  
Hee Jae Jun, M.D.\* , Yang-Haeng Lee, M.D.\* , Kwang-Hyun Cho, M.D.\*

**Background:** Patients with vascular diseases commonly have coronary artery disease and associated cardiac problems. Therefore, their underlying heart diseases may be induced or exacerbated after vascular surgery. The effectiveness of SPECT imaging, which is a relatively simple and non-invasive imaging modality, for assessing these underlying heart diseases is still controversial. This study was performed to evaluate the clinical effect of tests and treatment based on SPECT imaging prior to vascular surgery on the development of post-operation cardiac complications. **Material and Method:** Sixty three patients who were treated at Inje University Pusan Paik Hospital between April 2004 and September 2007 and who underwent adenosine infusion technetium-99m (Tc-99m) tetrofosmin SPECT imaging prior to vascular surgery were selected for this study and we retrospectively reviewed their records. **Result:** The sensitivity and specificity of detecting a perfusion defect on SPECT to predict the development of cardiac complications was relatively low at 41.2% and 52.2%, respectively. However when coronary angiographies were done on the patients with abnormal SPECT and this was followed by aggressive treatment such as coronary artery intervention and coronary artery bypass grafting based on the angiography results, there was a tendency for lower cardiac complication rates. **Conclusion:** SPECT imaging shows low effectiveness as a screening test for predicting cardiac complications after vascular surgery.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2010;43:25-32)

**Key words:** 1. Vascular diseases  
2. Complication  
3. Heart  
4. Emission-computed tomography

### 서 론

혈관 질환으로 수술을 받는 환자는 관상동맥의 협착이나 폐쇄증이 동반되는 경우가 많아 수술 후 심장 합병증의 혐도에 따라 적절한 처치를 한 후 혈관 수술을 시행함으로서 수술 후 심장 합병증의 발생위험이 높다고 알려져

있다[1,2]. 따라서 혈관 수술이 계획된 환자를 대상으로 수술에 앞서 심장 합병증의 발생 가능성을 측정, 평가하는 것이 필수적이며 수술 전 평가된 위험을 줄일 수 있을 것이다[3].

심근관류 단일광자단층촬영은 관상동맥질환을 진단하는 검사로 그 예민도와 특이도가 각각 65~67%와 67~75%이

\*인제대학교 의과대학 부산백병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Busan-Paik Hospital, College of Medicine, Inje University  
논문접수일 : 2009년 5월 19일, 논문수정일 : 2009년 11월 10일, 심사통과일 : 2009년 11월 11일  
책임저자 : 황윤호 (614-735) 부산시 부산진구 개금동 633-165, 부산백병원 흉부외과

(Tel) 051-890-6834, (Fax) 051-891-1297, E-mail: ctshyh@inje.ac.kr  
본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

며[4], 협심증 환자에게 심근경색의 이환율 또는 사망율을 예측하는데 유용한 정보를 제공하는 비침습적인 검사방법 중 하나로 알려져 있다[5,6]. 그러나 혈관 수술 전 심장 합병증의 발생위험을 예측하는 선별검사로서  $99m\text{Tc}$  표지 테트로포스민 단일광자단층촬영에 대한 임상적인 효용성은 현재까지 확립되어 있지 않다.

본 연구를 통해 혈관 수술을 시행할 환자들을 대상으로 수술 전 아데노신 부하  $99m\text{Tc}$  표지 테트로포스민 단일광자단층촬영(SPECT 촬영)을 하여 그 결과에 따라 수술 전 추가 검사 및 치치를 한 후, 이러한 검사 및 치치가 혈관 수술 후 심장 합병증 발생에 미치는 임상적인 효과를 평가하고, SPECT 촬영의 이상 소견이 심장 합병증의 발생 위험을 예측할 수 있는 선별 검사로서 유용한지를 확인 검정하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1) 연구대상

2004년 4월부터 2007년 9월까지 약 3년 6개월간 본 병원에서 혈관수술 전 SPECT를 촬영받은 63명의 환자를 대상으로 하였다. 위험요인, 이학적 검사, 이전의 시술 및 치치, 그리고 일반혈액검사 및 방사선검사 등을 포함한 임상적 정보를 환자의 입원 기록을 참조하여 후향조사 하였다.

상하지 동맥 협착증 및 혈전, 색전증, 경동맥 협착증, 복부 대동맥류 등의 질환으로 상, 하지 혈관 수술, 복부 대동맥 수술, 경동맥 수술 등을 시행받은 환자들을 대상으로 하였다(Table 1). 신동맥 상부를 포함하는 복부 대동맥 수술 및 흉부 대동맥 수술, 하지정맥류 수술 및 혈액투석을 위한 동정맥루 재건술은 제외하였으며, 스텐트 삽입이나 풍선확장술 등의 중재적 시술을 받은 환자도 제외하였다.

### 2) 연구방법

(1) 위험인자: 수술 전 심장 합병증 발생 위험인자를 고령(70세 이상), 당뇨병, 심근경색의 과거력, 비정상 소견의 심전도(Q-파, ST-분절의 변화), 심부전의 과거력, 복부대동맥 수술로 정하고 이 여섯 항목에 대해 조사하였다.

#### (2) SPECT의 촬영

① SPECT 촬영조건: 예정된 혈관 수술 전 6개월 이내에 촬영한 것으로 제한하였으며 같은 날 부하-휴식 순서로 SPECT를 촬영하였다. 6시간 이상 금식 후 검사를 시행하였으며 기관지 천식, 저혈압(수축기 혈압  $90 \text{ mmHg}$  이하)이 있는 환자는 검사에서 제외하였고 원래 aminophyl-

Table 1. Vascular surgery performed in patients

Procedures	n (%)
Limb vascular surgery	42 (66.7)
Bypass graft reconstruction	24 (38.1)
Thromboembolectomy	12 (19.0)
Both	6 (9.5)
Carotid artery endarterectomy	5 (7.9)
Aorto-iliac or Aorto-femoral bypass graft surgery	16 (25.4)
Total	63 (100)

line을 복용 중인 환자에게는 24시간 이상 약 복용 중지 후 검사를 실시하였다.

② 부하기 영상: 검사 대상 환자를 심전도 감시 하에 혈압을 주기적으로 측정하면서, 아데노신을 분당 체중  $\text{kg}$ 당  $0.14 \text{ mg}$ 을 6분간 주입펌프로 정맥 투여하였다. 아데노신 투여 3분 후  $99m\text{Tc}$  표지 테트로포스민  $10 \text{ mCi}$ 를 정맥 투여하였고, 아데노신 투여 20분 후 환자는 치즈 2조각과 함께 찬물 1컵 섭취하여  $90m\text{Tc}$  표지 테트로포스민의 담도, 담낭 배설을 촉진하였다. 이로부터 약 1시간 후 부하기 영상을 얻었다.

③ 휴식기 영상: 휴식기 영상을 얻기 위해 2~3시간 후  $99m\text{Tc}$  표지 테트로포스민  $25 \text{ mCi}$ 를 정맥 투여하였고 이로부터 30분 후 환자는 치즈 2조각과 함께 찬물 1컵 섭취하였으며 2시간 후 SPECT를 촬영하였다. 부하검사와 휴식검사 사이에 최소 3~4시간 이상의 간격을 두었다.

#### (3) SPECT 촬영소견에 따른 처치

① 허혈성 심근 소견이 없는 경우: 검사 결과 허혈성 심근 소견이 없는 경우 특별한 전 치치 없이 예정대로 혈관 수술을 시행하였다.

② 허혈성 심근 소견이 있는 경우: 허혈성 심근 소견이 있는 경우 환자의 동의를 얻어 관상동맥 조영술을 시행하였다. 임상적으로 유의한 결과(좌주동맥, 좌전하행동맥, 좌회선동맥, 우측관상동맥 등에 50% 이상의 협착이 있을 때)가 나온 경우 예정된 혈관 수술을 연기하고, 허혈성 심장질환에 대한 약물치료를 시작함과 동시에 필요에 따라 경피적 관상동맥 시술(풍선 확장술, 스텐트 삽입술)이나 관상동맥 우회수술을 시행하였다. 이후 심장 기능의 재평가(경흉부 심장초음파, 관상동맥 조영술, SPECT 촬영 등)를 실시하여 허혈성 심장질환에 대한 적절한 치료가 이루어졌음을 확인한 후 예정된 혈관 수술을 시행하였다. 한편, 허혈성 심근 소견이 있음에도 불구하고 환자가 관상동맥 조영술 촬영을 거부하거나 좌전하행동맥이 관상하

이형재 외  
혈관 수술 후 심장 합병증 발생 예측을 위한 심근 관류 단일 광자 단층촬영 시행의 임상적 효과

**Table 2.** Risk factors (N=63)

Characteristics	N (%)
Age > 70	31 (49.2)
Diabetes mellitus	15 (23.8)
History of prior MI*	1 (1.6)
Abnormal ECG findings <sup>†</sup>	24 (38.1)
History of CHF	1 (1.6)
Abdominal aortic surgery	16 (25.4)

\*=Myocardial infarction, CHF=Congestive heart failure; <sup>†</sup>=Q-wave on baseline ECG, ST-segment changes on baseline ECG.

는 심근관류의 이상이 없으면서 흉통이나 호흡곤란 등의 증상이 없는 경우는 허혈성 심장질환에 대한 약물치료를 관상 동맥 조영술 없이 바로 시작하였으며, 예정된 혈관 수술을 시행하고 수술 후에도 약물치료를 지속하였다.

(4) 수술 전, 후의 환자관리: 혈관수술 이전에 허혈성 심장질환으로 약물을 투여받고 있던 환자의 경우 항혈소판 제제(aspirin, clopidogrel 등)를 제외한 나머지 심장질환 약물은 혈관수술 전날까지 투여하였으며, 혈관 수술 후 경구 섭취가 가능한 시점부터 이전에 복용하던 약물 투여를 다시 시작하였다. 항혈소판 제제의 경우 혈관수술 4~7일 전에 중단하였으며, 혈관수술 후 경구투여 가능하고 수술 부위 출혈이 없다고 판단될 때 다시 투여를 시작하였다.

혈관 수술 중 혈역학적인 집중감시를 지속적으로 실시 하였으며, 수술 후에는 12시간 이상 중환자실에서 혈역학적인 집중감시와 함께 임상적, 혈액학적, 방사선학적인 검사를 실시하여 심장 합병증의 발생유무를 감시하였다. 이후 일반병실로 전실하여 퇴원할 때까지 주기적인 임상적, 혈액학적, 방사선학적인 검사를 실시하였다.

(5) 심장 합병증: 연구에 포함된 심장 합병증은 심부전, 불안정형 협심증, 심근경색이며, 이로 인한 사망까지 연구에 포함하였다. 수술 후 심장 합병증의 발생기간은 수술을 위한 마취유도 시작시간부터 퇴원하는 시간까지 혹은 퇴원이 지연되는 경우 수술 후 30일 이내까지로 제한하였다.

심부전은 수술 후 임상적 그리고 방사선학적인 폐부종이나 흉막삼출이 발생하여 이뇨제를 새로 투여할 필요가 있거나 이전에 이뇨제를 사용하고 있던 환자에게 이뇨제 용량을 증가시켜야 하는 경우로 정의하였으며 불안정형 협심증은 심근허혈을 나타내는 심전도 소견과 함께 심근 허혈성 흉통이 있는 경우로 정의하였다. 급성심근경색은 심근효소(Troponin-I 등)의 증가가 심근경색을 나타내는 심전도 소견과 함께 나타거나 흉통의 발생과 함께 나타나

**Table 3.** Perioperative cardiac complications

Events	N (%)
CHF*	14 <sup>†</sup> (22.2)
Unstable angina	2 (3.2)
MI <sup>‡</sup>	1 (1.6)
Total	17 (27)

\*=Congestive heart failure; <sup>†</sup>=Including 1 death; <sup>‡</sup>=Myocardial infarction.

는 경우로 정의하였다[7].

### 3) 자료의 분석 및 통계처리

결과는 SPSS version 12.0을 사용하여 분석하였다. 합병증 유무에 따라 각각 빈도분석을 실시하였으며, Chi-square test 및 Fisher's exact test를 사용하였다. 각 분석의 결과는 p-value가 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 하였다.

## 결과

### 1) 연령, 성별 분포 및 위험인자

평균 연령은  $69.1 \pm 8.5$ 세(40~85)이고 남성이 58예(92.1%), 여성 5예(7.9%)였으며 남녀 비는 약 12 : 1로 남성이 대부분을 차지하였다. 이 중 위험인자인 70세 이상의 고령인 환자는 31예(49.2%)였으며 그 외 당뇨병이 있었던 경우는 15예(23.8%), 심근경색의 과거력이 있던 환자는 1예(1.6%), 비정상 소견의 심전도(Q-파, ST-분절의 변화)를 보인 환자는 24예(38.1%), 심부전의 과거력이 있었던 경우는 1예(1.6%), 복부대동맥을 수술한 경우가 16예(25.4%)였다 (Table 2).

### 2) 심장 합병증의 발생

63예의 환자 중 혈관수술 후 심장 합병증이 발생한 경우가 17예(27.0%)였으며, 이 중 대부분은 심부전이 차지하였고(14예, 사망환자 1예 포함), 그 외 불안정형 협심증이 2예, 심근경색이 1예 발생하였다(Table 3).

### 3) 심장 합병증 발생 위험인자

수술 전 측정한 SPECT가 혈관수술 후 심장 합병증 발생에 미치는 영향을 분석하기에 앞서, 위험인자가 심장 합병증 발생에 미치는 영향을 분석하였다.

(1) 연령: 심장 70세 이상의 고령인 환자는 31예 중 9예

**Table 4.** Risk factors and perioperative cardiac events

		Event (+)	Event (-)	Total
Age	≥70	9 (29.0%)	22 (71.0%)	31 (100%)
	<70	8 (25.0%)	24 (75%)	32 (100%)
DM	+	0 (0%)	15 (100%)	15 (100%)
	-	17 (35%)	31 (65%)	48 (100%)
ECG	Abnormal	8 (33.3%)	16 (66.7%)	24 (100%)
	Normal	9 (23.1%)	30 (76.9%)	39 (100%)
MI	+	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)
	-	17 (27%)	45 (73%)	62 (100%)
CHF	+	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)
	-	17 (27%)	45 (73%)	62 (100%)
Abdominal aortic surgery	+	7 (43.8%)	9 (56.2%)	16 (100%)
	-	10 (23.1%)	37 (76.9%)	47 (100%)

Perioperative cardiac events: CHF=Unstable angina; MI=Death; DM=Diabetes mellitus; MI=Myocardial infarction; CHF=Congestive heart failure; Abnormal ECG findings=Q-wave on baseline ECG, ST-segment changes on baseline ECG.

(29.0%)의 심장 합병증이 발생하여 70세 미만 환자의 발생률(32예 중 8예, 25.0%)보다 약간 높았으나 통계학적인 유의성은 없었다( $p=0.718$ )(Table 4).

(2) 당뇨병: 당뇨병의 경우 15명의 환자 중 심장 합병증 발생은 없었으며 당뇨병이 없던 48명의 환자 중 17명의 환자에게 심장 합병증이 발생하여 당뇨병 유무가 심장 합병증의 발생에 별 영향을 미치지 않은 것으로 보인다( $p=0.006$ )(Table 4).

(3) 비정상적인 심전도 소견: 비정상 소견의 심전도(Q-파, ST-분절의 변화)를 보인 환자 24예 중 8예(33.3%)에서 심장 합병증이 발생하여 정상의 심전도를 가진 환자(39예 중 9예, 23.1%)에 비해 발생률이 높았으나 통계학적인 유의성은 없었다( $p=0.373$ )(Table 4).

(4) 심근경색, 심부전의 과거력: 심근경색, 심부전의 과거력이 있었던 경우 또한 심장 합병증 발생 차이에 대한 통계학적인 유의성이 없었다(각각  $p=1.00$ ,  $p=1.00$ )(Table 4).

(5) 복부대동맥 수술: 복부대동맥을 수술한 경우가 16예였는데 이 중 7예에서 심장 합병증이 발생하여(43.8%), 복부대동맥을 제외한 혈관수술을 한 경우(47예 중 10예, 21.3%)에 비해 심장 합병증의 발생률이 높았으나 통계학적인 유의한 차이는 없었다( $p=0.106$ )(Table 4).

#### 4) SPECT 촬영소견과 심장 합병증 발생과의 상관 관계

수술 전 촬영한 SPECT 촬영소견이 혈관수술 후 심장 합

**Table 5.** SPECT\* results and perioperative cardiac events<sup>†</sup>

	Events (+)	Events (-)	Total
Abnormal SPECT	7 (24.1%)	22 (75.9%)	29 (100%)
Normal SPECT	10 (29.4%)	24 (70.6%)	34 (100%)
Total	17	46	63

\*SPECT=Single photon emission computed tomography; <sup>†</sup>=Perioperative cardiac events; CHF=Unstable angina; MI=Death.

병증 발생에 미치는 영향을 분석하였다. 비정상 SPECT 촬영소견을 보인 29예 환자 중 7예의 환자에게 심장 합병증이 발생하여(24.1%, 양성예측도), 정상소견을 보인 경우의 심장 합병증 발생률(34예 중 10예, 29.4%)과 비슷한 결과를 보였으며 통계학적인 유의한 차이 또한 없었다( $p=0.638$ ) (Table 5). SPECT 촬영 유소견의 심장 합병증 발생 예측에 대한 민감도와 특이도는 각각 41.2%와 52.2%였다.

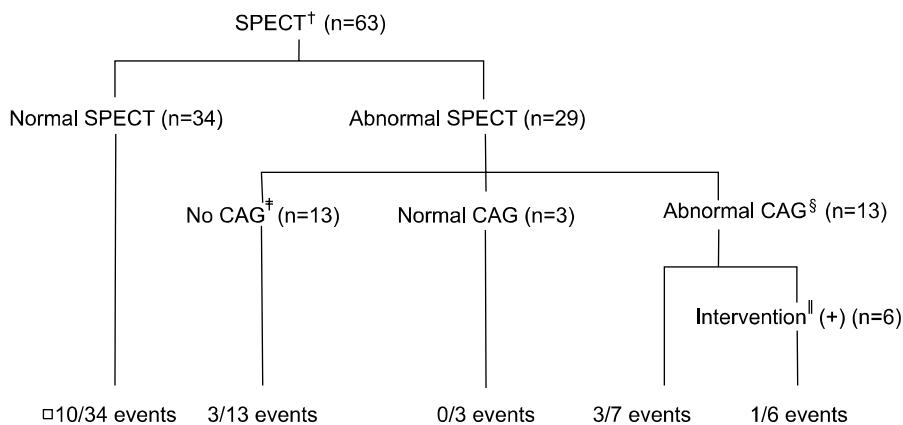
#### 5) 사망

63예의 환자 중 혈관수술 후 사망한 경우가 1예 있었는데, 70세의 고령환자로 복부 대동맥류 수술 후 심부전의 진행으로 인해 수술 후 29일째 사망하였다. 심부전 및 심근경색의 과거력, 당뇨병은 없었으며 심전도 및 SPECT 촬영결과는 정상이었다.

#### 6) SPECT 촬영소견에 따른 관상동맥 조영술 시행 여부와 심장 합병증 발생 유무

정상적인 SPECT 촬영소견을 보인 환자 34예는 추가 검사 및 수술 전 쳐치 없이 혈관 수술을 시행하였으며 이 중 10예(29.4%)에서 심장 합병증이 발생하였다. 비정상적인 SPECT 촬영소견을 보인 29예 환자 중 16예에서 관상동맥 조영술을 시행하였는데, 이 중 비정상적인 관상동맥 조영술 결과를 보인 경우가 13예였다. 그 중 혈관수술 전 관상동맥 중재적 시술이나 관상동맥 우회로술을 시행한 6예 중 심장 합병증이 1예(16.7%)에서 발생한 반면, 시술이나 수술을 시행하지 않은 7예 중 심장 합병증은 3예(43.9%)에서 발생하여 합병증 발생률이 2.5배이상 차이가 났으나 통계학적인 유의성은 없었다( $p=0.56$ ). 심장 합병증이 발생한 3예 모두 관상동맥 우회로술이 필요한 환자였으나 2예는 80세 이상의 고령환자로 심장수술의 위험성이 높아 수술을 하지 않았고 1예는 관상동맥 우회로술의 시행을 거부한 환자였다. 반면 관상동맥 조영술 결과가 정상이었던 환자는 3예였는데, 3예 모두 심장 합병증이 발생하지 않

## 이형재 외 혈관 수술 후 심장 합병증 발생 예측을 위한 심근 관류 단일 광자 단층촬영 시행의 임상적 효과



**Fig. 1.** Perioperative cardiac events categorized by evaluations and treatments\*. \* =CHF, unstable angina, MI, death; <sup>†</sup> =Single photon emission computed tomography; <sup>‡</sup> =Coronary angiography; <sup>||</sup> =PCI (percutaneous coronary intervention) or/and CABG (coronary artery bypass graft); □=Including 1 death.

았다. 한편 비정상적인 SPECT 촬영소견을 보이면서 관상동맥 조영술을 시행하지 않은 환자가 13예였는데 이 중 3예의 환자에게 심장 합병증이 발생하였고 3예 모두 좌전하행동맥이 관장하는 심근의 이상이 있음에도 관상동맥 조영술의 시행을 거부한 환자였다(Fig. 1).

### 고 찰

허혈성 심장질환을 가진 환자에게 성공적인 혈관수술을 시행하기 위해서는 선행 기저질환에 대한 수술 전 진단과 그에 따른 적절한 치료가 요구된다. 혈관수술이 예정된 환자에게 수술 부위 이외에 동맥경화 발생의 빈도가 높은 것은 이미 여러 문헌을 통해 잘 알려진 사실이다 [1-3,8]. 이와 관련된 초기 연구 중의 하나인 Framingham Study에서 과행 환자는 뇌혈관 질환 및 고혈압과 더불어 관상동맥질환의 빈도가 정상인에 비해 훨씬 높다고 보고하였다[8]. 대동맥류, 뇌혈관 질환, 하지 허혈성 질환이 있는 환자를 대상으로 관상동맥 조영술을 실시한 결과 각각 31%, 26%, 21% 환자에게서 수술적 치료가 요구되는 심한 관상동맥 질환이 있음을 보고한 연구도 있다[9].

심근 경색은 혈관수술 후 이환율과 사망률을 결정하는 가장 큰 위험요소이다. 특히 대동맥류 수술의 경우 원래 기능이 떨어져 있는 심근이 대동맥 겹자 및 체액저류 등으로 부하를 많이 받기 때문에 수술 후 심장 합병증의 발생률이 높은 것으로 알려져 있다[3]. 그러나 혈역학적인 이해, 수술을 전후한 수액요법 및 감시 장치, 마취기술의 발전으로 혈관수술 후 심장 합병증의 발생률 및 사망률은 점차 감소하고 있다[10].

혈관수술 후 심장 합병증으로 인한 사망률을 줄이기 위해서 수술 전 고위험 집단을 확인하고 그 결과에 따라 적

절한 치료를 달리해야 한다. 심장 합병증에 대한 임상적 위험 지표를 정성, 정량화할 수 있는 검사를 수술 전에 시행하고, 이를 통해 심장합병증의 발생률 및 사망률을 감소시키고자 하는 노력들이 계속되어 왔다. 심장기능을 측정하는 검사법으로는 점수 평가법, 좌심실 구축율, 운동부하검사, 보행성 Holter감시, 심근관류 심티그라피, 관상동맥 조영술 등을 들 수 있다[3].

본 연구에서 혈관수술 전에 시행한 심근관류 단일광자 단층촬영은 관상동맥질환을 진단하는 예민도와 특이도가 각각 65~67%와 67~75%인 검사로 알려져 있다[4]. 이 검사는 관상동맥질환 환자에게서 협착이 있는 관상동맥이 관장하는 심근의 관류 감소 유무와 범위 그리고 질환의 중증도를 평가할 수 있다.

진단용으로 쓰는 방사성 의약품으로는 탈륨(thallium-201: <sup>201</sup>Tl), <sup>99m</sup>Tc 표지 세스타미비(cestamibi; methoxyl isobutyl isonitrile; MIBI), 그리고 <sup>99m</sup>Tc 표지 테트로포스민(tetrofosmin) 등이 있다. 본 연구에서 쓰인 <sup>99m</sup>Tc 표지 테트로포스민은 지질친화성이 양이온 화합물로 심근 세포막과 미토콘드리아 막을 통과하여 음성 막전하에 의해 미토콘드리아 내에 포획되어 심근 혈류에 비례하여 축적되며 투여량의 약 2% 이하만이 심근에 축적된다. <sup>99m</sup>Tc 표지 테트로포스민의 섭취 및 배설은 세포의 생존 능력과 세포막의 온전성 여부에 따라 영향을 받기 때문에 섭취 정도는 심근 생존 능력을 반영한다. 탈륨과 달리 재분포 현상이 없으며 담낭과 간에 많이 농축되고 장으로 배설된다[11].

심근을 부하하는 방법에는 운동부하, 약물부하가 있으며, 약물 부하에 쓰이는 약물에는 디페리다몰, 아데노신, 도부타민이 있다. 본 연구에서 약물 부하에 쓰인 아데노신은 관상동맥을 확장시켜 관상동맥 혈류를 증가시킬 수 있다. 아데노신은 분당 체중 kg당 0.14 mg을 총 6분간 정

맥 주사하며 주사 후 효과가 바로 나타나 2분 내에 최대 효과가 나타난다[11].

단일광자단층촬영(single photon emission computed tomography, SPECT) 또는 평면 영상(planar imaging)의 부하기 영상과 휴식/재분포기 영상을 촬영하여 비교한다. SPECT 촬영은 평면영상에 비하여 미미한 비정상 심근관류 소견까지 예민하게 검출할 수 있는 반면 특이도가 떨어진다[7]. 부하검사와 휴식기 검사를 이틀에 나누어 할 수도 있고 같은 날에 할 수도 있으며, 휴식기 영상을 먼저 얻고 부하기 영상을 얻는 법과 부하기 검사를 먼저하고 휴식기 검사를 할 수 있는 방법이 있는데 관상동맥질환과 심근허혈 동맥 영역을 찾는 성능은 두 방법이 거의 대등한 것으로 알려져 있다[11].

본 연구에서는 같은 날 부하-휴식 순서로 각각  $^{99m}\text{Tc}$  표지 테트로포스민을 정맥주사후 SPECT 촬영을 시행하였다. 그 결과 SPECT 촬영 유소견의 심장 합병증 발생 예측에 대한 민감도와 특이도는 각각 41.2%와 52.2%로 비교적 낮게 나왔다. 그리고 비정상 SPECT 촬영소견을 보인 29예 환자 중 7예의 환자에게 심장 합병증이 발생하여(24.1%, 양성예측도), 정상소견을 보인 경우의 심장 합병증 발생률(29.4%)과 비슷한 결과를 보였으며 통계학적인 유의한 차이가 없었다( $p=0.638$ )(Table 5). 심장 합병증 발생에 대한 중요한 지표중 하나가 심부전이었고 심부전 발생에 대한 기준을 폐부종 및 늑막삼출의 발생으로 정하였는데, 심장 합병증 외 수술 중과 수술 후의 수액요법, 기존의 폐질환, 고령 및 복부 대동맥 수술 등의 변수가 폐부종 및 늑막 삼출의 또 다른 중요한 요인으로 작용하였기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 판단된다. 또한 SPECT 촬영에서 비정상적인 결과가 나온 경우 예정된 혈관수술을 지연시키고 혈관수술 전 추가적인 검사 및 처치가 이루어졌기 때문에 민감도와 특이도가 비교적 낮게 나온 것으로 사료된다.

본 연구에서는 고령, 비정상적인 심전도 소견, 심근 경색 및 심부전의 과거력, 복부 대동맥 수술 등의 위험요인들과 심장 합병증의 발생 유무와는 특이한 상관관계를 보이지 않았지만 당뇨병의 경우는 심장 합병증의 발생이 오히려 유의하게 낮았다. 이는 당뇨병을 제외한 다른 위험요인들과 수술 전 처치들이 변수로 작용했기 때문으로 판단된다. 더욱이 당뇨병을 지닌 대부분의 환자들은 혈당조절이 비교적 잘 되고 있었으며, 수술을 전후하여 혈당수치를 적절히 조절하였기 때문으로 사료된다.

혈관 수술 전 심장질환 위험의 평가를 위해  $^{99m}\text{Tc}$  표지 SPECT 촬영을 시행한 연구가 몇 차례 보고되었다. Cohen

등[7]은 혈관 수술 전 디피리다몰 부하  $^{99m}\text{Tc}$  표지 세스타미비 SPECT 촬영을 시행하고 그 결과를 발표하였는데 검사 결과가 정상일 경우 수술 중과 수술 후 심장질환이 발생하지 않아 좋은 예후를 예측하는 지표가 될 수 있으며, 좌전하행동맥이 분포하는 심근에 비정상 소견이 있을 경우 부정적인 장기 결과를 예측할 수 있는 지표가 될 수 있음을 보고하였다. Stratmann 등[12]도 혈관 수술 전 디피리다몰 부하  $^{99m}\text{Tc}$  표지 세스타미비 SPECT 촬영을 시행하였는데 비정상 검사결과를 보인 환자가 정상 검사결과를 보인 환자에 비해 심장 합병증이 발생할 확률이 유의하게 높음을 보고하였다. 이 연구에서 위험증가 예측인자로 비정상 검사소견 및 가역적 결손, 그리고 당뇨병의 과거력을 보고하였다.

한편  $^{99m}\text{Tc}$  표지 SPECT 촬영에 대한 연구 이전에 탈륨( $^{201}\text{TI}$ ) 표지 평면영상에 대한 많은 연구들이 보고되어 왔다[13-16]. 이들 문헌들은 혈관 수술 전에 시행한 탈륨 표지 평면영상이 수술 후 심장 합병증 발생 및 이와 관련된 예후를 예측하는 유용한 검사로서 가치가 있음을 입증하고 있다. 그러나 최근 문헌들은, 이보다 나중에 개발되어 현재 각 병원에서 많이 사용되고 있는  $^{99m}\text{Tc}$  표지 SPECT 촬영이 탈륨 표지 평면영상에 비해 혈관 수술 후 발생 가능한 심장 합병증에 대한 예후를 예측하는 지표로서 그 효용이 떨어짐을 보고하고 있다[7]. 이는 수술 및 마취기술의 발전으로 과거에 비해 수술 후 심장 합병증의 발생이 감소하였고, 기타 검사 장비의 발달로  $^{99m}\text{Tc}$  표지 SPECT 촬영을 시행하기 전에 혈관 수술에 부적합한 환자들을 이전보다 많이 선별해낼 수 있기 때문으로 설명할 수 있다[7].

## 결 론

SPECT 촬영 유소견의 심장 합병증 발생 예측에 대한 민감도와 특이도는 각각 41.2%와 52.2%로 비교적 낮아 검사의 타당성이 떨어지므로 선별검사로서의 유용성은 낮다고 할 수 있다.

그러나 SPECT 촬영결과 이상소견이 있을 경우 관상동맥조영술을 시행하여 기저 심장질환을 확인하여 비정상 소견이 있을 시, 혈관수술 전 허혈성 심장질환에 대한 약물치료를 시작함과 동시에 필요에 따라 경피적 관상동맥 시술이나 관상동맥 우회수술을 적극적으로 시행한 후 혈관수술을 함으로서, 수술 후 심장 합병증의 발생 위험을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

1. Gersh BJ, Rihal CS, Rooke TW, Ballard DJ. *Evaluation and management of patients with both peripheral vascular and coronary artery disease.* J Am Coll Cardiol 1991;18:203-14.
2. Wong T, Detsky AS. *Preoperative cardiac risk assessment for patients having peripheral vascular surgery.* Ann Intern Med 1992;116:743-53.
3. Moore WS. *Vascular surgery: comprehensive review.* In: Belkin M, Whittemore AD, Donaldson MC, Mannick JA. *Evaluation of cardiac risk in the patient with vascular disease.* 6th ed. Philadelphia, Pennsylvania: Saunders Company. 2002; 409-18.
4. Miller TD, Hodge DO, Christian TF, et al. *Effects of adjustment for referral bias on the sensitivity and specificity of single photon emission computed tomography for the diagnosis of coronary artery disease.* Am J Med 2002;112: 290-7.
5. Stratmann HG, Tamesis BR, Younis LT, Witty 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.
6. Stratmann HG, Tamesis BR, Younis LT, Witty MD, Amato ME, Miller DD. *Prognostic value of pre-hospital discharge dipyridamole technetium-99m sestamibi myocardial tomography in patients with unstable angina who respond to medical therapy.* Am Heart J 1995;130:734-40.
7. Cohen MC, Siewers AE, Dickens JD, Hill T, Muller JE. *Prognostic value of dipyridamole Tc-99m sestamibi myocardial tomography.* J Nucl Cardio 2003;10:464-72.
8. Kannel WB, Skinner JJ Jr, Schwartz MJ, et al. *Intermittent claudication: incidence in the framingham study.* Circulation 1970;41:857.
9. Hertzler NR, Beven EG, Young JR, et al. *Coronary artery disease in peripheral vascular patients. A classification of 1000 coronary angiograms and results of surgical management.* Ann Surg 1984;199:223-33.
10. Golden MA, Whittemore AD, Donaldson MC, Mannick JA. *Selective evaluation and management of coronary artery disease in patients undergoing repair of abdominal aortic aneurysm.* Ann Surg 1990;212:415-23.
11. Kho CS. *Nuclear medicine.* 2nd ed. Seoul: Korea Medicine. 1997;394-414.
12. Stratmann HG, Younis LT, Witty 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 1996;131:923-9.
13. Leppo J, Plaja J, Gionet M, et al. *Noninvasive evaluation of cardiac risk before elective vascular surgery.* J Am Coll Cardiol 1987;9:269-76.
14. Lane SE, Lewis SM, Pippin JJ, et al. *Predictive value of quantitative dipyridamole-thallium scintigraphy in assessing cardiovascular risk after vascular surgery in diabetes mellitus.* Am J Cardiol 1989;64:1275-9.
15. 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.
16. Brown KA, Rowen M. *Extent of jeopardized viable myocardium determined by myocardial perfusion imaging best predicts perioperative cardiac events in patients undergoing noncardiac surgery.* J Am Coll Cardiol 1993;21:325-30.

=국문 초록=

**배경:** 혈관질환 환자는 관상동맥질환 및 심장질환을 많이 동반함으로 인하여 혈관 수술 후 잠재되어 있는 심장질환이 악화 또는 유발될 수 있는 가능성이 있다. 이러한 심장질환을 확인하기 위한 검사 중 비교적 간단하고 비침습적인 SPECT 촬영에 대한 효용성은 아직 논란이 되고 있다. 본 연구에서는 수술 전 SPECT를 촬영하고, 그 결과에 따른 검사 및 처치들이 혈관 수술 후 심장 합병증 발생에 미치는 임상적인 효과를 평가하고자 한다.

**대상 및 방법:** 2004년 4월부터 2007년 9월까지 3년 6개월간 본 병원에서 혈관 수술 전 아데노신 부하 Tc-99m 테트로포스민 SPECT를 촬영한 63명의 환자를 대상으로 하였다.

**결과:** SPECT 촬영 유소견의 심장 합병증 발생 예측에 대한 민감도와 특이도는 각각 41.2%와 52.2%로 비교적 낮게 나왔다. 그러나 비정상적인 SPECT 촬영결과를 보인 환자에게 관상동맥 조영술을 시행하고 관상동맥 병변에 대한 비정상 소견이 있을 때 관상동맥 중재적 시술 및 관상동맥 우회로술 등의 적극적인 처치를 한 경우 심장 합병증의 발생률이 낮은 경향을 보였다.

**결론:** SPECT 촬영은 혈관수술 후 심장 합병증 발생위험을 예측하기 위한 선별검사로서 효용성이 떨어진다.

- 중심 단어 : 1. 혈관질환  
2. 부작용  
3. 심장  
4. 광자 단층 촬영