

F-18 FDG 양전자단층촬영을 이용한 생존심근 평가 후 수술한 허혈성 심근병증 환자의 수술 결과

세종병원 내과, 흉부외과,¹ 서울대학교 의과대학 핵의학교실²

김재성 · 이동수² · 홍석근 · 이영탁¹ · 김유경² · 김연중 · 문건식 · 원태경 · 황흥곤

Surgical Outcome of Patients with Ischemic Cardiomyopathy Selected by the Results of Myocardial Viability by Preoperative F-18 FDG PET

Jae Sung Kim, M.D., Dong Soo Lee, M.D.,² Suk Keun Hong, M.D., Young Tak Lee, M.D.,¹ Yu Kyeong Kim, M.D.,² Youn Jung Kim, M.D., Keon Sik Moon, M.D., Tae Kyoung Won, M.D. and Hweung Kon Hwang, M.D.

Departments of Internal Medicine and Thoracic Surgery,¹ Sejong Hospital, Puchon, Korea, Department of Nuclear Medicine,² Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

Purpose: We investigated the operative outcome after bypass surgery in patients selected using viability criteria on F-18 FDG PET. **Materials and Methods:** Rest-24hr delay redistribution imaging of Tl-201 SPECT and F-18 FDG PET were performed in 11 patients. Seven of these 11 patients (6 men, 1 woman) were evaluated to have viable myocardium by F-18 FDG PET. Changes in symptoms and left ventricular ejection fraction (LVEF) after operation were evaluated. **Results:** In seven of 11 patients, a significant amount of viable myocardium was found on F-18 FDG PET and Tl-201 SPECT. Severity of both chest pain and dyspnea improved markedly in all patients. Mean LVEF improved from 22% to 32%. **Conclusion:** F-18 FDG PET could be used to select the patients who will benefit from coronary artery bypass surgery. (Korean J Nucl Med 2000;34:276-84)

Key Words: Positron emission tomography, Coronary artery bypass graft surgery, Ischemic cardiomyopathy

서 론

관동맥질환에 심한 심부전이 동반한 허혈성 심근

병증 환자는 관동맥 우회로 이식술(coronary artery bypass graft: CABG)을 하여야 예후를 호전시킬 수 있으나¹⁻⁵⁾ 수술 사망률을 포함한 수술 위험부담이 높다.⁶⁾ 허혈성 심근병증 환자에서 CABG 수술을 하려면 수술 후 환자의 증상과 좌심실 기능이 호전될 가능성이 크다는 보장이 필요하다.

관동맥질환에서 심근 F-18 fluorodeoxyglucose (FDG) 양전자 단층촬영술(positron emission tomography; PET)이 생존심근을 찾는데 유용하다고 보고되었다.⁷⁻⁹⁾ 관동맥질환에서 생존심근을 찾기 위하여 심근 단일광자단층촬영(single photon emission

Received Apr 14, 2000; revision accepted Aug 10, 2000
Corresponding Author: Dong Soo Lee, M.D., Department of Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine 28 Youngun-Dong, Chongno-Gu, Seoul 110-744, Korea
Tel: 02-760-2501, Fax: 02-766-9083
E-mail: dsl@plaza.snu.ac.kr
Supported by SNUH research grant 02-1997-352-0

computed tomography; SPECT)도 쓰이지만 생존 심근을 찾는 SPECT의 예민도가 높지 않다.¹⁰⁾ FDG PET은 허혈성 심근병증 환자에서도 생존심근을 찾는데 유용하다고 보고되었다.¹¹⁾ 허혈성심근병증 환자에서도 생존 심근을 가진 경우에 수술 후 심근 분절의 수축능이 향상되어 좌심실기능이 호전된다.^{12,13)}

FDG PET은 저용량 도부타민 부하 심초음파나 TI-201 재 주사 또는 휴식-재분포 SPECT에 비해 수술 후 심실기능이 호전될 생존심근을 찾는 예민도가 높고 특이도가 낮다고 알려졌다.^{10,14)} 즉 TI-201 SPECT 또는 도부타민 심초음파 검사에서 생존심근을 발견한 경우 수술 후 호전될 가능성이 높는데 비하여 FDG PET으로는 생존심근을 발견한 경우 수술 후 호전을 예측하는 양성예측률이 이에 못 미친다고 한다. 따라서 FDG PET은 생존심근을 매우 예민하게 찾아내지만 생존심근을 찾았을 때 수술 후 호전 여부는 다른 검사보다 못 미친다 하므로 허혈성심근병증에서 FDG PET을 수술적응증을 찾는 검사로 쓰는 것이 적절한지 알아야 한다.

이 연구에서는 심한 심부전을 동반한 관동맥질환 즉 허혈성심근병증 환자에서 TI-201 휴식-재분포 SPECT 후에 FDG PET을 시행한 환자 중 심근관류와 TI-201 휴식-재분포에 불일치하는 FDG 섭취를 보인 심근을 찾아 CABG 수술을 시행하고 수술 후 좌심실 박출계수와 증상의 호전을 조사하였다. 심근관류와 TI-201 휴식-재분포에 불일치하는 FDG 섭취를 보인 심근을 찾아 CABG 수술을 시행하고

수술 후 좌심실 박출계수와 증상의 호전을 조사하였다. 이 결과로 허혈성심근병증 환자에서 FDG PET으로 생존심근을 찾아 CABG 수술 대상자를 선별하는 것이 적절한지 평가하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1997년 7월부터 1998년 10월까지 입원한 환자 중 좌심실 구혈률이 30%이하인 심한 심부전증을 동반한 관동맥질환 환자 중 CABG 예정자를 대상으로 시행하였다. 모두 11명에서 TI-201 휴식-24시간 지연 SPECT와 FDG PET을 시행하였고 생존심근이 있는 것으로 확인된 7명에서 CABG 수술을 시행하였으며 4명은 CABG를 시행하지 않았다. 수술 전 심근경색으로 1명은 사망하였고, 다른 3명은 TI-201 SPECT와 FDG PET에 생존 심근이 없는 것으로 확인되어 수술을 시행하지 않았다.

수술한 환자의 평균 나이는 58세(46~71세)이었고 7명 모두 흉통과 호흡 곤란을 호소하였다(Table 1). 흉통은 3명은 CCS IV, 2명은 CCS III, 2명은 II 이었고, 호흡곤란은 1명은 NYHA IV 1명, 4명은 NYHA III, 2명은 NYHA II 이었다. 내원시 진단은 급성 심근경색 3명, 불안정형 협심증 2명, 안정형 협심증 2명이었다. 1명은 수술 전 인공 호흡기 치료를 시행하였다. 관상동맥 조영술에서 6명이 세혈관 질환을, 1명은 좌측 주동맥 협착과 2혈관 질환을 가지고 있었다. 이들 환자는 관상동맥질환

Table 1. Clinical Characteristics of Operated Patients

subject	Age/Sex	CCS	NYHA	Diagnosis on Admission
1	46/M	IV	II	AMI
2	57/M	IV	IV	AMI
3	58/M	III	III	stable angina
4	60/F	IV	III	AMI
5	54/M	III	III	unstable angina
6	61/M	II	III	stable angina
7	71/M	III	II	unstable angina

M, male; F, female; CCS, Canadian Cardiovascular Society class; NYHA, NewYork Heart Association class
AMI, acute myocardial infarction.

의 위험인자(당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 흡연) 중 평균 1.4개를 가지고 있었다.

2. TI-201 휴식-지연 SPECT

휴식기에 TI-201를 111 MBq를 투여하여 15분 후에 Vertex (ADAC Labs, LA, U.S.A.) 카메라를 사용하여 휴식기 심근 SPECT를 촬영하였다. 심전도와 동조하여 주기당 16 단위영상을 얻도록 설정하고 RR 간격을 정한 후 40% 창을 열어 게이트 영상획득을 하였다. 저에너지 범용 조준기(VXHR, ADAC Labs, LA, U.S.A.)를 사용하여 우전사위 45도에서부터 좌후사위 45도까지 심장에서 가까운 180도 범위를 3도 간격으로 각각 25초씩 촬영하였다. 64화면의 촬영 영상을 컴퓨터에 64×64 매트릭스 양식으로 수록하였고 컴퓨터에서 여과 후 역투사 방법으로 Butterworth 여과기를 사용하여 차단주파수 0.35 차수 10으로 영상을 재구성하여 심근의 횡단면상을 얻었다. 이 횡단면상을 재정위하여 좌심실의 수평 장축단면상, 수직 장축단면상 및 단축단면상을 얻었다. 게이트 심근 SPECT를 재구성하여 Cedars Quantitative Gated SPECT(소프트웨어)를 이용하여 좌심실확장기말 부피와 수축기말부피를 구하고 심 박출계수를 구하였다. 11명 환자 중에서 9명, 수술한 7명 환자 중에서 5명에서 24시간 TI-201 재분포 SPECT 영상을 촬영하였다. 24시간 재분포 SPECT 영상은 Vertex 카메라와 VXHR 조준기를 사용하여 같은 방법으로 촬영하여 재구성하였다.

3. FDG PET

먼저 심장 및 흉부를 10분간 Ga-68/Ge-68 선원을 이용하여 투과스캔을 ECAT EXACT 47 (Siemens-CTI, Knoxville, U.S.A.)로 촬영하였다. N-13 NH₃를 370 MBq를 주사하여 128×128 매트릭스로 10초 2단위영상, 3초 10단위영상, 12초 10단위영상, 240초 2단위영상을 얻었다. 이어서 포도당 75 g을 경구복용한 후 FDG 370 MBq를 주사하고 15초 8단위영상, 30초 2단위영상, 120초 2단위영상, 180초 1단위영상, 300초 4단위영상, 600초 1단위영상의 순서로 동적영상을 얻은 후 다시 20분 동안 정

적영상을 얻었다.

N-13 NH₃ PET과 영상은 Shepp 여과기를 이용하여 차단주파수 0.35로 여과 후 역투사 방법으로 흉부 횡단면상을 재구성하였다. 포도당 경구섭취 전에 혈중 포도당 농도를 재고(Surestep lifescan, Johnson & Johnson, LA, U.S.A.) 촬영이 끝난 후 한번 더 촬영하였다. FDG 세구획 추적자 동태 모델을 이용하여 FDG 섭취와 인산화를 나타내는 상수 Ki를 구하고 FDG와 포도당의 섭취와 인산화의 차이를 보정하기 위하여 종합상수를 0.67로 가정하여 심근 포도당 대사율을 계산하였다. 심근 FDG 영상과 심근포도당 대사율 매개변수 영상(parametric image)을 수평 장축단면상, 수직 장축단면상 및 단축단면상으로 재정위하여 극성지도로 표현하였다. 9명에서 N-13 NH₃ PET를 시행하였고 11명 모두에서 FDG PET을 시행하였다. TI-201 휴식-지연 SPECT에 지속결손인 부분에 FDG 섭취가 뚜렷하여 불일치를 보일 때 생존심근으로 보았다.

4. 게이트 심장혈액풀스캔

수술 전에 환원제 주석이온(Stannous agent)을 주사하고 15~30분 지난 후에 과산화테크네튬(Tc-99m TcO₄) 1,110 MBq를 주사하고 심전도 게이트 방법으로 RR주기를 16단위영상으로 나누어 게이트 방법으로 영상을 획득하였다. 좌전사위를 이용하여 좌심실 관심영역을 그리고 좌심실 확장기말과 수축기말의 계수로부터 구혈률을 계산하였다. 수술 후에 평균 116일 후에 같은 방법으로 구혈률을 계산하였다.

5. CABG 수술

심근벽 운동 이상이 있는 심근벽에 TI-201 섭취가 감소하거나 N-13 NH₃ 섭취가 감소한 부위에 FDG 섭취가 증가한 경우 생존심근으로 보아 세 관상 동맥 영역 중 2개 관상 동맥 지배 영역에 생존 심근이 존재할 때 CABG 수술을 하였다. 11명 중에 7명에서 수술을 하였다. 수술 여부 결정 할 때 사용하는 심장 지수(cardiac index), 좌심실 이완기말 부피, 평균 폐동맥압은 수술의 절대적 금기를 판정하는데 사용하지 않았다. 7명 모두 이식편으로

내유 동맥을 사용하였으며 요골 동맥과 복재 정맥을 사용한 예도 있었다. 수술 후 5명의 환자에서 24시간 내에 기관지 삼관 튜브를 제거하였고 1명은 67시간 후 1명은 3일 후 튜브를 제거하였다. 중환자실 집중 치료시간은 평균 3.6일(1.6~7일) 이었고 모든 환자에서 도부타민을 사용하였고 2명에서는 에피네프린도 사용하였다. 수술 중 심근경색증이나 사망한 증례는 없었으며 7명 모두 수술 후 회복하였다.

결 과

1. 수술 전 심장 기능

관상 동맥 조영술을 시행한 5명 환자의 좌심실 이완기말 압력은 평균 33.8 mmHg (25~42 mmHg) 이었다(Table 2). 7명 환자의 평균 심장 지수는 2.4 L/min/m² (1~4.9 L/min/m²)이었고 좌심실 확장기말 부피는 평균 209 ml (157~307 ml)이었다.

2. TI-201 휴식-지연 SPECT와 FDG PET의 비교

7명 환자 모두에서 TI-201 휴식-지연 SPECT 검사에 나타난 지속결손 부위에 FDG PET 섭취가 유지된 분절 또는 N-13 NH₃과 섭취불일치를 보이는 부위가 발견되었다. 1명은 휴식-지연 SPECT에서 가리킨 생존심근 부위와 일치하는 FDG PET 생존심근이 발견되었다.

3. 수술 후 증상과 심장기능의 호전

수술 후에 흉통은 1명만이 캐나다 심혈관학회(Canadian Cardiovascular Society, CCS) 분류 IV에서 II로 호전되었고, 나머지 6명은 각각 IV, III, II에서 I로 수술 후에 흉통을 호소하지 않았다. 수술 후에 호흡곤란은 1명이 뉴욕 심장재단(New York Heart Association, NYHA) 분류 IV에서 II로 나머지 6명은 각각 III, II에서 I로 향상되었다. 수술 후 평균 116일에 시행한 심박출계수는 수술 전 22%에서 수술 후 32%로 향상되었다(Table 3).

증 례

수술 전에 흉통은 CSS 등급 III, 호흡곤란은 NYHA 등급 III인 58세의 남자 환자가 수술 전에 게이트 혈액풀스캔에서 측정된 심박출계수가 21%이었다. 관동맥 조영술 상 Fig. 1에 보는 것처럼 세 동맥 모두에 협착이 있는 세혈관질환임이 확인되었으며 전측벽과 심첨에 무운동과 횡격막부위의 심근에 운동저하가 관찰되었다. N-13 NH₃ PET 스캔에서 전벽 및 전측벽의 관류가 감소된 부위에 FDG PET에 대부분 포도당 대사가 유지되고 있는 것을 확인하였다. 세동맥 모두에 내유동맥과 정맥편을 이용한 우회로 수술을 시행하였다. 수술 후 추적 검사한 게이트 혈액풀스캔에 심박출계수는 24%로 증가하였고 흉통은 사라졌으며 호흡곤란도 NYHA

Table 2. Findings of Cardiac Catheterization and Coronary Angiography

Subject	Angiographic finding	LVEF	CI (L/min/m ²)	LVEDV (mL)	LVEDP (mmHg)
1	3 vessel disease	14%	1.0	176	-
2	3 vessel disease	28%	4.9	307	35
3	3 vessel disease	21%	1.9	197	25
4	left main and 2 vessel disease	21%	3.0	278	32
5	3 vessel disease	19%	2.3	157	42
6	3 vessel disease	30%	1.8	188	-
7	3 vessel disease	23%	2.0	163	35
mean		22%	2.4	209	34

LVEF, left ventricular ejection fraction; CI, cardiac index; LVEDV, left ventricular end diastolic volume; LVEDP, left ventricular end diastolic pressure.

Table 3. Postoperative Follow-Up of Left Ventricular Ejection Fraction and Clinical Symptoms

Subject	LVEF		NYHA class		CCS class	
	preop	postop	preop	postop	preop	postop
1	14%	37%	II	I	IV	I
2	28%	26%	IV	II	IV	II
3	21%	24%	III	I	III	I
4	21%	30%	III	I	IV	I
5	19%	30%	III	I	III	I
6	30%	45%	III	I	II	I
7	23%	30%	II	I	III	I
mean	22%	32%				

LVEF, left ventricular ejection fraction; NYHA, New York heart association class; CCS, canadian cardiovascular society class.

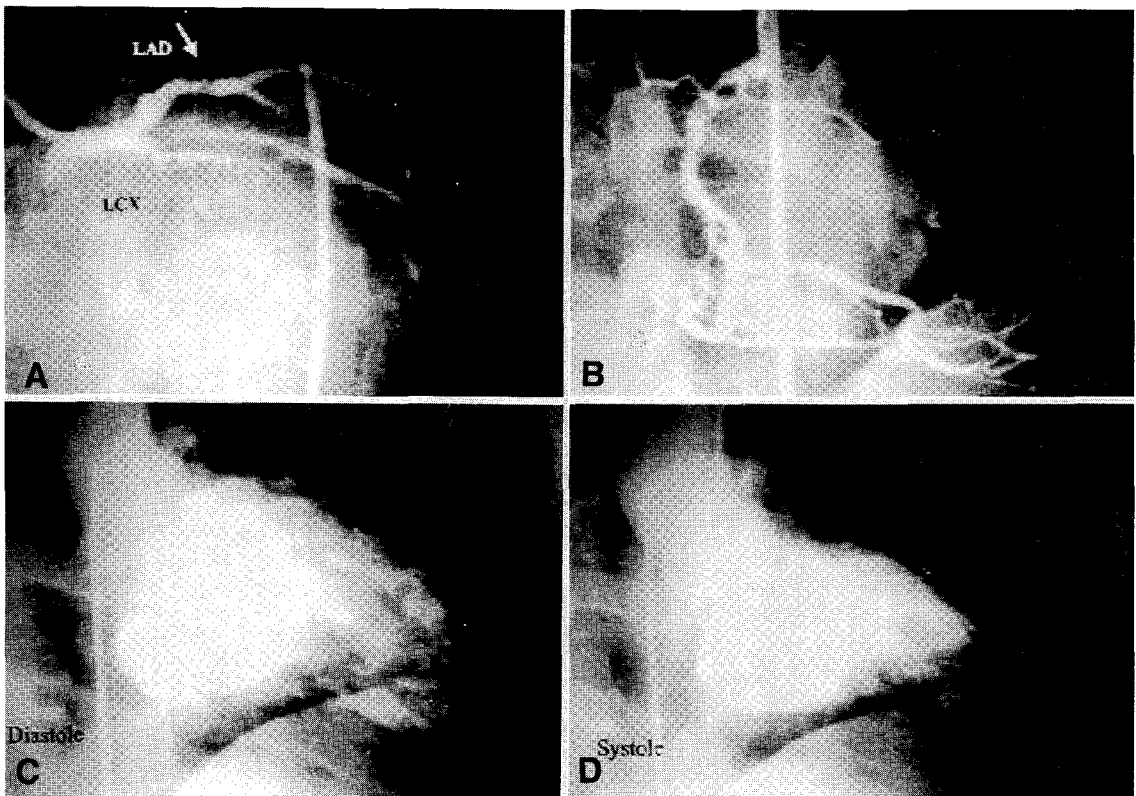


Fig. 1. Coronary angiography (A, B) and left ventriculography (C, D) of a 58 year-old male patient with 3 vessel disease. A. 100% obstruction at proximal left anterior descending artery 100% (arrow), 90% at major obtuse marginal, diffuse stenosis of 99% at distal left circumflex artery (AP caudal view). B. 90% stenosis at proximal right coronary artery, 75% at distal artery, 100% obstruction at posterior descending artery (RAO view). C&D. Wall motion is akinetic in the olateral and apical regions. Wall motion is hypokinetic in diaphragmatic region. Wall motion is preserved in the robasal and posterobasal regions.

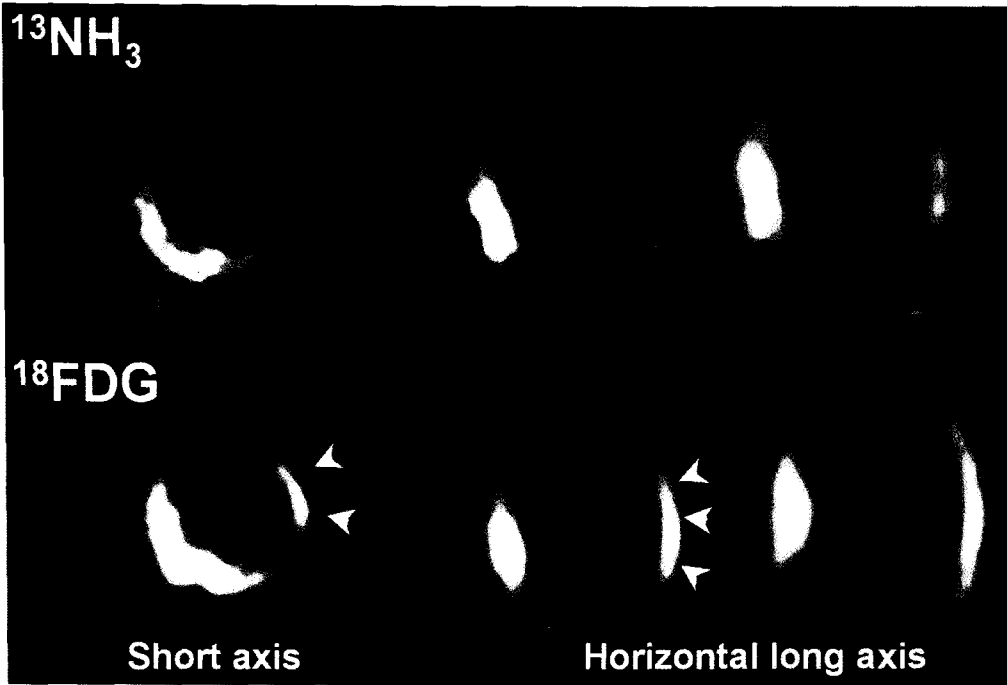


Fig. 2. N-13-Ammonia and F-18-FDG PET scan. N-13-Ammonia PET scan shows perfusion defects in the apical anterior and anterolateral wall (upper row). In F-18-FDG PET scan, glucose metabolism in these areas is preserved in the lateral wall (lower row). It means that these segments are possibly viable myocardium after coronary bypass surgery.

등급 I로 호전되었다.

고 찰

허혈성 심부전은 관상 동맥 우회술의 적응증이면서 수술 중 사망률 및 장기 예후 판단에 중요한 예측 인자이다.^{15,16)} Coronary artery surgery study (CASS) registry 연구에서는⁶⁾ 좌심실 기능 부전이 심하면 심할수록 수술 사망률이 증가하고 5년 생존율이 감소한다고 하였다. 그러나 반면에 CABG의 위험도가 높은 이런 심한 심부전 환자에서 적절한 생존 심근을 찾아 재관류 했을 때 평균여명과 예후가 뚜렷이 향상된다고 알려져 있다.¹⁻³⁾

허혈성 심근병증 환자에서 FDG PET으로 찾은 생존심근은 그 크기가 크면 수술 후에 심장기능과 증상이 호전될 가능성이 높다.¹⁷⁻¹⁹⁾ Haas 등²⁰⁾의 보고에 의하면 좌심실 기능 부전이 심한 환자에서 임상 및 혈관 조영 소견 외 FDG PET을 참고하여 생

존 심근을 찾은 후의 결과를 기준으로 CABG 수술을 시행한 경우는 그렇지 않은 경우에 비해 수술 중 사망률이 낮고 수술 후 단기간 생존율이 높았다.

심한 허혈성 심부전으로 약물 치료나 심장 이식의 대상이 되는 환자에게 FDG PET으로 CABG 수술할 환자를 선별하는 것이 적절하다고 한다. Paolini 등²¹⁾은 심근 허혈의 전형적인 증상이 없는 환자를 대상으로 하였고, Dreyfus 등²²⁾은 심장이식을 위해 전원되어 온 환자들 중에서 TI-201 SPECT로 생존심근을 찾지 못한 환자를 대상으로 FDG PET으로 생존심근을 찾아 CABG를 시행하여 좌심실 박출계수가 증가하고 증상이 호전되었음을 보고하였다.

1997년까지 보고된 결과를 메타분석한 결과 관상동맥질환에서 좌심실기능 저하를 동반한 환자에서 생존심근을 찾은 FDG PET의 예민도는 88% 특이도는 73% 이었다.¹⁰⁾ TI-201 SPECT는 재주사방법이나 휴식-재분포 검사나 모두 예민도는 비슷하

였으나 특이도가 낮아 수술 후 심장기능 호전을 예측하는 양성예측도가 조금 떨어진다고 하였다. 그러나 심한 심부전을 동반한 환자에서는 위의 결과^{21,22)}와 같이 TI-201 SPECT 보다 FDG PET으로 생존 심근을 평가하여 CABG의 적응 대상을 넓힐 수 있었다.

FDG PET에 생존 심근이 나타난 환자에서 수술하지 않고 보존적 치료를 한 경우에 연간 사망률이 50%에 달한다.^{12,13)} 이 때 수술을 한 경우는 첫째 생존률이 향상되고^{12,13)} 기능이 호전되며 둘째 환자의 증상이 호전되고 삶의 질이 향상되었다. 특히 FDG PET으로 생존심근을 찾았음에도 수술을 늦춘 환자는 사망률이 높고 수술 후 심장기능의 호전율도 낮다는 보고가 있다.²⁴⁾ 이 연구에서는 FDG PET으로 생존심근을 찾아 수술을 결정한 소수의 환자에서 수술 후 흉통과 호흡곤란 증상 호전과 함께 심박출계수가 향상된 것을 관찰하였다. 적은 수의 환자를 대상으로 한 결과이지만 FDG PET에서 생존심근이 발견된 환자를 보존적 치료만으로 관찰할 때 예후가 나쁘다는 문헌 보고와 비교하여 우리나라에서도 허혈성 심근병증 환자를 FDG PET으로 평가하여야 한다고 생각하게 되었다.

이 연구에 포함된 환자들은 흉통 등급이 모두 CSS II 이상이었고 수술 후 흉통의 경감을 경험하였으나 흉통이 없는 환자²¹⁾에서도 운동능력이 향상되거나 호흡곤란이 감소하는 것으로 미루어 FDG PET으로 생존심근을 찾는 것이 중요하다고 생각한다. 이 연구에 포함된 환자 7명 중 6명은 호흡곤란이 향상되면서 동시에 심박출계수가 증가하였으나 심박출계수가 증가하지 않은 경우에도 예후는 마찬가지로 향상되어 수술을 하는 것이 적절한 치료라 하는 최근 보고²⁵⁾가 있었다. 허혈성 심근병증 환자에서 FDG PET을 시행하여야 하는 중요한 이유라 생각한다.

CABG 수술에 의해 장기적인 생존율이 향상하였는가에 대하여는 구미 학계에 동의가 이루어져 있지는 않지만 5년 또는 8년까지는 생존율이 향상되고 10년 후에는 별 차이가 없게 되었다는 보고가 있다.⁴⁾ 우리나라의 경우는 전국 CABG 수술 환자 중에 심한 심부전증을 동반한 환자를 수술하는 비

율이 아직 크지 않다. FDG PET이 허혈성 심근병증 환자에 널리 적용되어 CABG 수술 대상환자를 선별하는데 기여하여야 한다고 생각한다. 이 연구의 결과는 이런 움직임을 위한 소수 환자를 대상으로 한 예비결과를 제시하였다. FDG PET 대신에 FDG SPECT를 할 수 있게 되면 여러 곳에서 허혈성 심근병증 환자의 생존심근을 평가할 수 있을 것으로 생각한다. 생존심근을 찾는 FDG SPECT의 성능이 FDG PET과 대등하다는 최근 보고²⁶⁾가 고무적이다. 허혈성 심근병증 환자에 283명에 대한 광범위 조사에서 55%에서 생존심근을 찾을 수 있었고 이 중 반 수 이상에서 수술 후 좌심실 기능이 호전되었기 때문이다.²⁷⁾

요 약

목적: 허혈성 심근병증 환자는 관동맥 우회로 이식술 위험도가 크므로 예민한 검사로 알려진 FDG PET으로 심근 생존능을 평가하여 수술 대상자를 선별하여야 한다. 이 연구에서는 FDG PET에 나타난 심근 생존능을 바탕으로 수술을 결정하고 관동맥우회로 수술 전 PET검사를 시행하여 수술 환자를 선택하고 수술 후 증상과 심장기능의 호전 여부를 평가하였다. **대상 및 방법:** 11명 환자에서 TI-201 휴식/24시간 지연 SPECT를 시행하고 FDG PET을 시행하여 생존 심근이 확인된 7명에서 관동맥 우회로 이식술을 시행하였다. 수술 후 환자의 흉통, 호흡곤란 증상의 호전과 좌심실 심박출계수의 호전을 조사하였다. **결과:** 7명 모두 FDG PET과 TI-201 SPECT에 생존심근이 확인되었고 6명에서는 TI-201 휴식/지연 SPECT에서 찾지 못한 생존심근 분절이 FDG PET에서 발견되었다. 수술 전에는 흉통이 CCS 분류 IV 3명, III 2명, II 2명 이었는데 수술 후 6명은 증상이 없는 CCS I 이었고 한 명은 CCS II 이었다(IV→II). 호흡곤란은 NYHA 분류 IV가 1명, III이 4명, II가 2명이었으며 수술 후 6명은 NYHA I이 되었으며 한 명은 NYHA II (IV→II)이었다. 수술 전 평균 좌심실 박출계수는 22%에서 수술 후 32%가 되었다. **결론:** 허혈성 심근병증 환자에서 FDG PET으로 생존심근을 평가하

여 관동맥 우회로 수술을 시행하였을 때 수술 후에 증상이 호전되고 좌심실 기능이 향상하였다. 허혈성 심근병증에서 FDG PET을 관동맥 우회로 수술로 호전될 환자를 선별하기 위한 생존심근 평가에 사용할 수 있을 것으로 생각한다.

중심단어: 양전자단층촬영술, 관동맥 우회로 이식술, 좌심실 기능 부전, 관동맥 질환

참 고 문 헌

- 1) Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, Kaiser GC, Myers WO, Maynard C, et al. Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation* 1983; 68:785-95.
- 2) Califf RM, Harell FE, Lee KL, Rankin JS, Mark DB, Hlatky MA, et al. Changing efficacy of coronary revascularization. Implication for patients selection. *Circulation* 1988;78(suppl II):185-95.
- 3) Bounous EP, Mark DB, Palloch BG, Harrell FE, Lee KL, Rankin S, et al. Surgical survival benefits for coronary disease patients with left ventricular dysfunction. *Circulation* 1988;78(suppl II): 151-7.
- 4) Scott SM, Deupree RH, Sharma GVRK, Luchi RJ. VA study of unstable angina; 10-year results show duration of surgical advantage for patients with impaired ejection fraction. *Circulation* 1994; 90:(suppl II):120-3.
- 5) Califf RM, Harrell FE Jr, Lee KL, Rankin JS, Hlatky MA, Mark DB, et al. The evolution of medical and surgical therapy for coronary artery disease; a 15-year perspective. *JAMA* 1989;261: 2077-86.
- 6) Myers WO, Davis K, Foster ED, Kaiser GC. Surgical survival in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) registry. *Ann Thorac Surg* 1985; 40:245-60.
- 7) Burt RW, Perkins OW, Oppenheim BE, Schaubeker DS, Stein L, Wellman HN, et al. Direct comparison of fluorine 18 FDG SPECT, Fluorine-18-PET and rest thallium 201 SPECT for detection of myocardial viability. *J Nucl Med* 1995; 36:176-9.
- 8) 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* 1987;10:557-67.
- 9) Tamaki N, Yonekura Y, Yamashita K, Senda M, Saji H, Hashimoto T, et al. 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* 1988;62:202-8.
- 10) Bax JJ, Wijns W, Cornel JH, Visser FC, Boersma E, Fioretti PM. Accuracy of currently available techniques for prediction of functional recovery after revascularization in patients with left ventricular dysfunction due to chronic coronary artery disease: comparison of pooled data. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1451-60.
- 11) Pagano D, Bonser RS, Townend JN, Ordoubadi F, Lorenzoni R, Camici PG. Predictive value of dobutamine echocardiography and positron emission tomography in identifying hibernating myocardium in patients with postischemic heart failure. *Heart* 1998;78:281-8.
- 12) Eitzman D, Al-Aouar Z, Kanter HL, Dahl J, Kirsh M, Deeb GM, et al. Clinical outcome of patients with advanced coronary artery disease after viability studies with positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:559-65.
- 13) Di Carli MF, Davidson M, Little R, Khanna S, Mody FV, Brunken RC, et al. Value of metabolic imaging with positron emission tomography for evaluating prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol* 1994;73:527-33.
- 14) Baumgartner H, Porenta G, Lau Y-K, Wutte M, Klaar U, Mehrabi M, et al. Assessment of myocardial viability by dobutamine echocardiography, positron emission tomography and thallium-201 SPECT. Correlation with histopathology in explanted hearts. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1701-8.
- 15) Christakis GT, Weisel RD, Fremes SE, Ivanov J, David TE, Goldman BS, et al. Coronary artery bypass grafting in patients with poor ventricular function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;103: 1082-92.
- 16) Elefteriades JA, Tolis G, Levi E, Mills LK, Zaret BL. Coronary artery bypass grafting in

- severe left ventricular dysfunction: excellent survival with improved ejection fraction and functional state. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:1411-7.
- 17) Carrel T, Jenni R, Haubold-Reuter S, Schulthess GV, Pasic M, Turina M. Improvement of severely reduced left ventricular function after surgical revascularization in patients with preoperative myocardial infarction. *Eur J Cardiothorac Surg* 1992;6:479-84.
 - 18) Tamaki N, Kawamoto M, Tadamura E, Magata Y, Yonekura Y, Nohara R, et al. Prediction of reversible ischemia after revascularization. *Circulation* 1995;91:1697-705.
 - 19) Di Carli MF, Asgarzadie F, Schelbert HR, Brunken RC, Laks H, Phelps ME, et al. Quantitative relation between myocardial viability and improvement in heart failure symptoms after revascularization in patients with ischemic cardiomyopathy. *Circulation* 1995;92:3436-44.
 - 20) Haas F, Haehnel C, Picker W, Nekolla S, Martinoff S, Meisner H, et al. Preoperative PET viability assessment and perioperative and postoperative risk in patients with advanced ischemic heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1693-700.
 - 21) Paolini G, Lucignani G, Zuccari M, Landoni C, Vanoli G, Di Credico G, et al. Identification and revascularization of hibernating myocardium in angina free patients with left ventricular dysfunction. *Eur J Cardiothorac Surg* 1994;8:139-44.
 - 22) Dreyfus GD, Duboc D, Blasco A, Vigoni F, Dubois C, Brodaty D, et al. Myocardial viability assessment in ischemic cardiomyopathy: Benefits of coronary revascularization. *Ann Thorac Surg* 1994;57:1402-8.
 - 23) Marwick TH, Zuchowski C, Lauer MS, Secknus M-A, Williams J, Lytle BW. Functional status and quality of life in patients with heart failure undergoing coronary bypass surgery after assessment of myocardial viability. *J Am Coll Cardiol* 1999;33:750-8.
 - 24) Beanlands RSB, Hendry PJ, Masters RG, deKemp RA, Woodend K, Ruddy TD. Delay in revascularization is associated with increased mortality rate in patients with severe left ventricular dysfunction and viable myocardium on fluorine 18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging. *Circulation* 1998;98:II51-II56.
 - 25) Samady H, Eleftheriades JA, Abbott BG, Mattera JA, McPherson CA, Wackers FJTh. Failure to improve left ventricular function after coronary revascularization for ischemic cardiomyopathy is not associated with worse outcome. *Circulation* 1999;100:1298-304.
 - 26) Bax JJ, Cornel JH, Visser FC, Fioretti PM, van Lingen A, Huitink JM, et al. Prediction of improvement of contractile function in patients with ischemic ventricular dysfunction after revascularization by fluorine-18 fluorodeoxyglucose single-photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:377-83.
 - 27) Auerbach MA, Schoeder H, Hoh C, Gambhir SS, Yaghoubi S, Sayre JW, et al. Prevalence of myocardial viability as detected by positron emission tomography in patients with ischemic cardiomyopathy. *Circulation* 1999;99:2921-6.