

관동맥우회술 전후의 심근 SPECT를 이용한 수술 결과의 평가

이 장 훈* · 한 승 세 · 이 정 철* · 이 동 협* · 정 태 은*

=Abstract=

Evaluation of Result of Coronary Artery Bypass Graft Surgery by Using Pre and Postoperative Myocardial SPECT

Jang Hoon Lee, M.D.* , Sung Sae Han, M.D.* , Jung Cheul Lee, M.D.*
Dong Hyup Lee, M.D.* , Tae Eun Jung, M.D.*

This study was purposed to assess the result of coronary artery bypass graft surgery by analyzing and comparing the pre and postoperative myocardial perfusion state quantitatively by using myocardial SPECT. Twenty patients who received coronary artery bypass graft surgery since 1993 underwent both preoperative and postoperative myocardial SPECT and the result were analyzed.

The mean age was 56.4 ± 9.0 years, and the patients were composed of thirteen males and seven females. For quantitative analysis, we used polar maps of SPECT generated by Cedars-Sinai Medical Center program and we calculated perfusion scores, ischemic myocardial area ratios and reperfusion scores from polar maps. Preoperative mean stress/rest perfusion score was $7.3 \pm 1.1/7.7 \pm 1.0$ and postoperative score was $8.1 \pm 1.1/8.3 \pm 1.1$. Preoperative mean stress ischemic myocardial area ratio was 0.32 ± 0.2 and postoperative ratio was 0.15 ± 0.1 . Postoperative mean perfusion score was significantly increased but, on the other hand, mean ischemic myocardial area ratio was significantly decreased as compared with preoperative values ($p < 0.01$). Preoperative mean perfusion score of patients with postoperative reperfusion score more than 1.5 was significantly higher ($p < 0.01$) than that of patients with postoperative reperfusion score less than 1.5. Preoperative perfusion scores of coronary artery territories that had fixed perfusion defect at myocardial SPECT were significantly low ($4.3 \pm 0.5/4.6 \pm 0.6$, stress/rest), nevertheless it proved quantitatively that there was improvement in myocardial perfusion after surgery by showing improved perfusion scores postoperatively. In conclusion, myocardial SPECT is useful method for quantitative analysis of the myocardial perfusion state after coronary artery bypass grafting surgery.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1997;30:1083-91)

Key words: 1. coronary artery bypass
2. myocardial ischemia
3. SPECT

* 영남대학교 의과대학 흉부외과학교실

* Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Yeungnam University

논문접수일 : 97년 5월 19일 심사통과일 : 97년 7월 9일

본 논문은 1996년 제28차 대한흉부외과학회 추계학술대회에서 구연되었음.

논문접수일 : 97년 5월 19일 심사통과일 : 97년 7월 9일

책임저자 : 한승세, (705-030) 대구광역시 남구 대명동 317-1, 흉부외과학교실. Tel. (053) 620 - 3880 FAX. (053) 626-8660

Table 1. Clinical characteristics in patients

	Sex	Age	Ischemic vessels	EKG findings
1.	M	54yr	LAD, LCX, RCA	T inversion in II, III, aVF
2.	M	41yr	RCA	Q in II, III, aVF
3.	M	47yr	LAD, LCX	T inversion in II, III, aVF
4.	F	59yr	LAD, LCX, RCA	T inversion in II, III, aVF
5.	M	66yr	LAD, LCX	NSR, TET(+)
6.	F	57yr	LAD, LCX, RCA	T inversion in II, III, aVF
7.	M	51yr	LAD, LCX, RCA	Q in V1, V2, V3
8.	M	69yr	LAD, LCX, RCA	T inversion in III, aVF, V3, V4, V5, V6
9.	M	62yr	LAD, LCX	T inversion in II, III, aVF
10.	F	63yr	LAD, LCX, RCA	NSR, TET(+)
11.	M	71yr	LAD, LCX, RCA	T inversion in V1, V2, V3
12.	F	63yr	LAD, LCX, RCA	T inversion in V1 ~ V5
13.	M	36yr	LAD, LCX	T inversion in V4, V5, V6
14.	M	53yr	LAD, RCA	Q in V1, V2, V3
15.	F	63yr	LAD, LCX	NSR, TET(+)
16.	M	52yr	LAD, RCA	T inversion in II, III, aVF, V4, V5, V6
17.	M	59yr	LAD, LCX, RCA	Q in II, III, aVF
18.	M	60yr	LAD, LCX, RCA	Q in II, III, aVF
19.	F	47yr	LAD, LCX, RCA	NSR, TET(+)
20.	F	56yr	LAD, LCX, RCA	T inversion in V4, V5, V6

LAD : Left anterior descending coronary artery.

LCX : Left circumflex coronary artery.

RCA : Right coronary coronary artery. NSR : Normal sinus rhythm.

TET : Treadmill exercise test.

서 론

관동맥우회술의 목적은 협심증 증상을 완화시키고 환자의 활동능력을 향상시키며 생존율을 증가시키는데 있다¹⁾. 수술 후에 대부분의 환자에서는 심근관류가 개선되어 증상이 호전되나 드물게는 허혈부위의 경색화로 인한 흉통의 완화도 있어²⁾ 증상의 완화만으로 수술효과를 평가하기는 어렵다. 관동맥우회술 후 수술성적을 평가하기 위해서는 관동맥 조영술을 이용하여 이식혈관의 상태를 보는 것이 가장 직접적인 방법이지만 이 방법은 침습적이며, 대부분의 환자들이 거부감을 가지고 있어 쉽게 적용할 수가 없다. 또한 관동맥 조영술은 혈관의 협착부위를 해부학적으로만 관찰할 수 있고 그에 따른 기능적인 관류의 이상정도를 측정하여 주지는 못하는 단점이 있으며, 허혈이 있는 환자에서 증상이 있을 때마다 관동맥 조영술을 반복적으로 시행할 수는 없을 뿐만 아니라 관동맥 조영술로 동맥협착을 확인하는 것만으로 운동 또는 스트레스시 허혈상태가 되는 심근부위를 판단할 수

없다. 이에 반하여 심근 SPECT는 비침습적이며 반복 검사가 용이할 뿐만 아니라 휴식기와 부하기의 심근 허혈상태를 간단히 비교할 수 있고 허혈부위를 판단할 수 있는 장점이 있다. 이 연구에서는 관동맥우회술 전후의 심근 SPECT로부터 극성지도를 만들어 술 전후 부하/휴식기 관류점수, 허혈심근비, 재관류점수를 구하여 술 후 심근의 관류호전여부, 심근의 재관류 정도, 술전 괴사가 의심되는 심근의 술 후 재관류 여부를 분석하여 관동맥우회술의 성적을 정량적으로 평가하여 그 유용성을 검토하였다.

대상 및 방법

1993년 이후 영남대학교 의과대학 부속병원에서 관동맥우회술을 받은 환자중 수술 전후에 부하/휴식기 심근 SPECT를 실시한 환자 20례를 대상으로 하였으며 술 후 심근 SPECT는 수술 3개월 이후 1년이내에 실시하였고 20례 모두에서 술 후 심근 허혈과 관련된 증상은 없었다. 환자는 여자가 7명 남자가

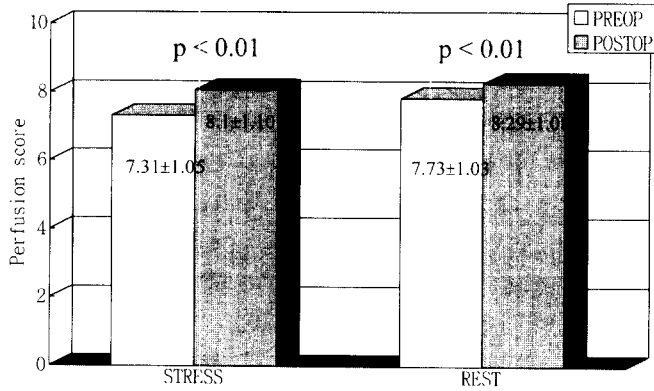


Fig. 1. Pre and postoperative myocardial perfusion scores.

가 13명이었으며 평균 연령은 56.4 ± 9.0 세 이었다(Table 1). 수술 대상동맥의 결정은 수술전 관동맥조영술 결과를 참고하였고 심근 SPECT의 결과는 수술할 동맥을 결정하는데 사용되지 않았다. 관동맥조영술 소견상 직경 75% 이상의 협착이 있는 경우를 의미있는 협착으로 보았고 이 범주에 속하는 관동맥은 모두 수술하였다. 전체 환자 20례중 세혈관 질환이 12례, 두혈관 질환이 7례, 단일혈관질환이 1례이었다. 20명의 환자에서 19개의 좌전하행동맥 영역, 15개의 우관동맥 영역 및 17개의 좌회선동맥 영역을 수술하였다. 환자들의 술 후 평균 재원기간은 19.4 ± 12.5 일 이었고 인공호흡기 처치시간은 평균 15.3 ± 5.7 시간 이었다. 1례에서 관동맥우회술과 승모판막 치환술이 동시에 시행되었고 1례에서는 술 후 수술관련 심근경색이 의심되었다. 심근관류스캔은 TI-201 또는 Tc-99m MIBI를 사용하였으며 수술 전후에 모두 dipyridamole 부하법을 사용하였다. 심근관류 SPECT의 촬영방법은 2개의 검출기를 이용하여 3도 간격으로 120개의 투사영상을 각각 15초씩 얻어 컴퓨터에 수록한 후 Butterworth low pass filter를 이용하여 여과후 역투사를 시행하여 수직장 축면상과 수평단축면상 및 단축면상을 얻고 Cedars-Sinai병원의 프로그램을 이용하여 극성지도를 구하였다³⁾. 정량분석을 위하여 극성지도에서 관류점수, 허혈심근비, 재관류점수를 구하였다. 관류점수는 극성지도에서 섭취정도를 10등급으로 나누고 가장 섭취정도가 높은 부위를 10점, 섭취정도가 가장 낮은 부위를 1점으로 하여 각 분절면적에 점수를 곱한 값의 합을 전체 심근면적으로 나눈 값으로 하였다. 허혈심근은 극성지도에서 섭취정도가 최고치의 60% 이하(6등급이하) 부위를 허혈부위로 판정하였다. 허혈심근비는 전체 심근면적에 대한 허혈부위로 판정된 심근면적의 비로 정의하였고 재관류점수는 극성지도에서 술 전 부하기 허혈심근비를 술 후 부하기 허혈심근비로 나눈 값으로 정의하였다. 술 후 심근의 관류호전 정도는 수술 전후 부하/

Table 2. Comparison of pre and postoperative stress/rest perfusion scores measured by myocardial SPECT

	PRE-OP		POST-OP	
	STRESS	REST	STRESS	REST
1.	5.73	5.9	6.41	6.59
2.	4.79	5.12	4.75	5.13
3.	7.09	7.61	8.46	9.64
4.	8.26	8.4	7.56	7.71
5.	8.01	9.07	9.23	9.45
6.	8.37	8.77	8.41	9.23
7.	7.37	7.56	8.03	8.17
8.	6.06	7.64	8.36	8.52
9.	8.74	9.36	9.13	9.35
10.	7.10	8.10	8.73	8.84
11.	8.04	8.46	9.01	9.13
12.	7.40	7.79	8.21	8.22
13.	7.47	7.64	8.68	8.82
14.	5.73	6.31	6.31	6.68
15.	7.93	8.82	8.97	9.42
16.	8.09	8.40	8.84	9.15
17.	7.10	7.31	8.08	8.27
18.	6.93	6.96	7.60	7.85
19.	8.21	8.22	8.85	8.92
20.	7.31	8.15	8.85	8.95
mean \pm SD	7.3 ± 1.1	7.7 ± 1.0	8.1 ± 1.1	8.3 ± 1.1

Perfusion score = (Total sum of segment area \times each uptake score) / Total segment area

휴식기 관류점수와 허혈심근비를 비교하였고 술 전 관류점수와 술 후 심근의 관류호전 정도를 정량적으로 평가하기 위해 재관류점수를 구하여 술 전 관류점수와 비교 분석하였다. 관동맥 영역별 관류점수를 구하여 수술이 시행된 관동맥 영역의 수술 전 후 심근 관류의 변화를 분석하였고 술 전 심근 SPECT에서 지속적 관류결손 부위를 가지는 관동맥 영역의 술 전후 관류점수와 허혈심근비의 변화를 분석하여 술 후 심근관류의 호전정도를 분석하였다. 통계처리는 paired t-test와 chi-square test를 이용하였고 p값은 0.01이하의 경우를 유의한 수준으로 하였다.

결 과

관동맥우회술후의 심근 관류호전 정도는 수술 전후의 부하/휴식기의 관류점수와 허혈심근비를 비교하여 결과를 분석하였는데 술 후 부하/휴식기 평균 관류점수가 $8.1 \pm 1.1/8.3$

Table 3. Comparison of pre and postoperative stress/rest ischemic myocardial areas measured by myocardial SPECT

	Pre-op		Post-op	
	Stress	Rest	Stress	Rest
1.	591 (0.65)	579 (0.64)	554 (0.61)	538 (0.59)
2.	183 (0.93)	176 (0.89)	185 (0.94)	179 (0.91)
3.	226 (0.44)	103 (0.2)	36 (0.07)	35 (0.06)
4.	141 (0.15)	41 (0.04)	280 (0.31)	279 (0.31)
5.	15 (0.01)	0	10 (0.01)	0
6.	134 (0.14)	16 (0.01)	83 (0.09)	0
7.	268 (0.29)	235 (0.26)	165 (0.18)	112 (0.12)
8.	626 (0.69)	177 (0.19)	53 (0.06)	45 (0.05)
9.	0	0	0	0
10.	380 (0.42)	117 (0.13)	94 (0.1)	51 (0.05)
11.	189 (0.21)	0	0	0
12.	295 (0.32)	216 (0.24)	181 (0.2)	174 (0.19)
13.	257 (0.28)	204 (0.22)	78 (0.08)	73 (0.08)
14.	648 (0.72)	526 (0.58)	527 (0.58)	423 (0.47)
15.	184 (0.2)	58 (0.06)	0	0
16.	163 (0.18)	0	0	0
17.	421 (0.46)	362 (0.4)	195 (0.21)	87 (0.09)
18.	367 (0.40)	364 (0.40)	277 (0.30)	252 (0.28)
19.	174 (0.19)	166 (0.18)	68 (0.07)	4 (0.00)
20.	329 (0.36)	175 (0.19)	0	0
mean ± SD	0.32 ± 0.2	0.23 ± 0.2	0.15 ± 0.1	0.15 ± 0.2

Ischemic myocardial area : myocardial area of uptake rate below 60%.

() : Ischemic myocardial area ratio.

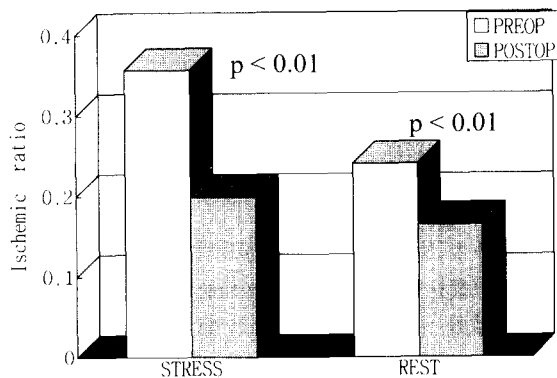


Fig. 2. Pre and postoperative ischemic myocardial area ratios.

±1.1로 술 전의 평균 관류점수 $7.3 \pm 1.1/7.7 = 1.0$ 에 비해 유의하게 증가하였으며(Fig. 1), 술 후 부하기 허혈심근비는 0.15 ± 0.1 로 술 전 부하기 허혈심근비 0.32 ± 0.2 에 비해 유의

하게 감소하여(Fig. 2, Table 3) 관동맥우회술후 심근의 관류에 호전이 있는 것으로 판정되었다. 관류점수는 전체 20례중 18례(90%)에서 부하/휴식기 모두에서 관류점수가 증가하여 호전된 것으로 판명되었고 2례(10%)에서는 관류점수가 감소하여 악화된 것으로 판명되었다. 관류점수가 감소하여 악화된 것으로 판명된 2례중 1례는 관동맥우회술 직후 수술관련 심근경색이 의심되었던 예였으며, 1례는 술 전 부하/휴식기 관류점수가 4.7/5.1로 다른 예들의 술 전 부하/휴식기 평균 관류점수 $7.4 \pm 0.9/7.8 \pm 0.8$ 에 비해 현저히 낮았던 예였다(Table 2). 허혈심근비는 17례에서 감소한 것으로 나타났고 술 전후 부하기 극성지도에서 허혈심근이 없는 것으로 나타난 1례는 술 전후 부하/휴식기 관류점수를 비교하여 재관류에 호전이 있는 것으로 분석하였다(Fig. 3). 술 후 수술관련 심근경색이 의심되었던 1례와 술 전 관류점수가 현저히 낮았던 1례는 술 후 허혈심근비가 증가하여 술 후 심근관류가 악화된 것으로 나타났다. 술 전 관류점수와 술 후 재관류

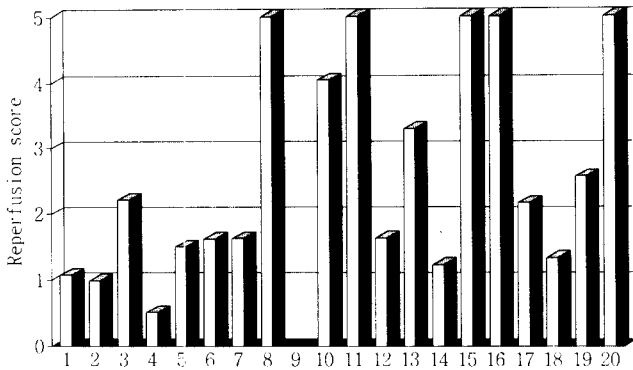


Fig. 3. Reperfusion scores. There was no pre and postoperative ischemic area in case 9. Reperfusion score of case 2 and case 4 was below 1. Case 2 showed the lowest preoperative perfusion score and case 4 was suspected to have perioperative myocardial infarction.

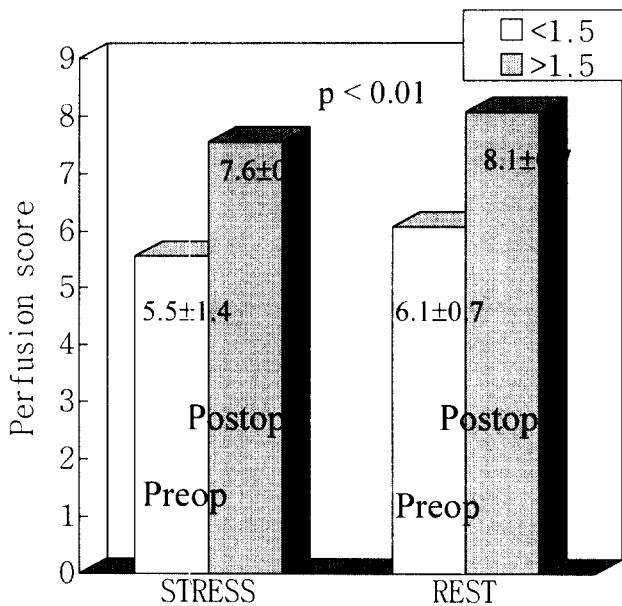


Fig 4. Comparison of preoperative perfusion scores in cases with reperfusion scores below 1.5 versus above 1.5.

정도의 관계를 보기위해 재관류점수가 1.5이하인 예와 1.5이상인 예로 나누어 분석하였다. 재관류점수가 1.5이상인 예의 술 전 부하/휴식기 평균 관류점수는 $7.6 \pm 0.6/8.1 \pm 0.7$ 로 재관류점수가 1.5이하인 예의 평균 관류점수 $5.5 \pm 1.4/6.1 \pm 0.7$ 보다 유의하게 높았다(Fig. 4). 따라서 술 전 관류점수가 높고 허혈심근의 비가 낮을수록 술 후 심근의 재관류정도가 높은 것으로 나타났다(Table 4). 혈관이 이식된 즉 수술대상 관동맥별로 분석해 보았을 때 좌회선동맥의 경우 17례에서 수술이 시행되었는데 술 후 부하/휴식기 평균 관류점수가

Table 4. Distribution of cases according to the relationship between preoperative perfusion scores and reperfusion scores

Perfusion score	Reperfusion score		Total
	< 1.5	> 1.5	
< 7	4	0	4
> 7	1	14	15
Total	5	14	19

The relationship between perfusion scores and reperfusion scores is statistically significant by chi-square test($p < 0.01$). A case of no ischemic myocardial area at preoperative stress myocardial SPECT was excluded.

$8.7 \pm 0.8/9.3 \pm 0.6$ 으로 술 전의 평균 관류점수 $8.4 \pm 1.4/8.8 \pm 1.5$ 보다 증가하였으나 통계적 유의성은 없었다. 개별적으로 보면 17례중 16례에서 술 후 관류점수가 증가하여 심근관류에 호전이 있는 것으로 판명되고 1례에서 술 후 관류점수가 감소하였으나 술 전 후 부하/휴식기 관류점수가 8점 이상이었고 술 후 허혈심근비는 감소한 것으로 나타나 술 후 심근관류에 호전이 있는 것으로 분석하였다. 좌회선동맥은 모두 19례에서 수술이 시행되었는데 17례에서 술 후 부하/휴식기 관류점수가 증가하여 심근관류에 호전이 있는 것으로 판명되었고 2례에서는 술 후 관류점수가 감소하였으나, 술 전 후 부하/휴식기 관류점수가 8점 이상이었고 술 후 허혈심근비는 술 전에 비해 감소한 것으로 나타나 술 후 심근관류에 호전이 있는 것으로 분석하였다. 좌회선동맥 영역의 술 후 부하/휴식기 평균 관류점수는 $8.3 \pm 0.9/8.6 \pm 0.7$ 로 술 전의 평균 관류점수 $7.3 \pm 1.1/8.1 \pm 0.9$ 보다 증가하였으나 통계학적 유의성은 없었다. 우관동맥은 모두 15례에서 수술이 시행되었는데 술 전 부하/휴식기 평균 관류점수가 $5.9 \pm 1.5/6.7 \pm 1.6$ 로 다른 관동맥 영역의 술 전 평균 관류점수보다 유의하게 낮았으나 술 후 부하/휴식기 평균 관류점수는 $7.1 \pm 1.7/7.6 \pm 1.7$ 로 술 전에 비해 유의하게 증가하였다($p < 0.01$). 개별적으로 보면 15례중 14례에서 술 후 관류점수가 증가하여 술 후 심근관류에 호전이 있는 것으로 판명되었고 1례에서 술 후 관류점수가 감소하고 허혈심근비도 증가하여 악화된 것으로 판명되었다. 악화된 것으로 판명된 1례는 술 전 심근 SPECT에서 우관동맥 영역에 지속적 관류결손을 가진 예였다.

술 전 심근 SPECT에서 지속적 관류결손을 가졌던 관동맥 영역은 우관동맥이 4례 였으며 좌회선동맥이 1례였다. 이들 영역의 술 전 부하/휴식기 평균 관류점수는 $4.3 \pm 0.5/4.6 \pm 0.6$ 으로 다른 관동맥 영역의 술 전 관류점수보다 유의하게 낮았다(Table 5, $p < 0.01$). 5례중 3례에서 술 후 허혈심근비가 술

Table 5. Infarction-related coronary arteries and perfusion scores

Case	Related artery	Perfusion score(stress/rest)
1	RCA	3.38 / 3.55
2	RCA	4.79 / 5.12
3	RCA	4.57 / 5.13
4	RCA	4.27 / 4.91
5	LCX	4.25 / 4.31
mean ± SD		4.25 ± 0.53 / 4.6 ± 0.67

RCA : right coronary artery.

LCX : left circumflex artery.

Table 6. Pre and postoperative changes of ischemic myocardial area ratios at pre-existing fixed perfusion defect areas

Case	Stress		Rest		
	Preop	Postop	Preop	Postop	
1	1.00	1.00	1.00	1.00	
2	0.93	0.94	0.89	0.91	
3	1.00	0.73	0.91	0.16	
4	0.92	0.80	0.91	0.71	
5	1.00	0	0.95	0	
mean ± SD		0.97 ± 0.03	0.71 ± 0.12	0.93 ± 0.04	0.56 ± 0.3

There was no change between pre and postoperative ischemic myocardial ratios in case 1, however, postoperative perfusion score was increased.

전에 비해 감소하였고 부하/휴식기 관류점수가 증가하여 술 후 심근관류에 호전이 있는 것으로 판명되었으며, 1례에서는 술 후 허혈심근비의 변화는 없었으나 관류점수가 증가하여 심근관류에 호전이 있음을 보여 주었다(Table 6, Fig. 5). 이들에게서 술 후 부하/휴식기 관류점수는 $5.6 \pm 1.3/6.1 \pm 1.3$ 으로 술 전에 비해 증가하였다(Fig. 6).

고찰

관동맥우회술의 예후는 수술의 술식, 외과의의 술기, 연간 시행하는 수술증례수, 이식혈관의 수, 이식혈관의 종류 등에 의해 좌우된다⁴⁾. 수술 전후에 수술과 직간접으로 관련되어 발생한 심근경색 또는 성공적으로 연결된 이식혈관의 재협착 또는 폐색 등의 인자들 때문에 수술의 결과를 평가하기는 쉽지 않다. 수술의 성공여부는 술후 관동맥 조영술을 실시하여 이식혈관이 개통되어 있는 것으로 증명할 수 있으나 이는 침습적이고 입원을 해야하는 등의 불편이 있어 환자들이 거부감을 가지고 있고 반복적으로 시행하기 어렵다. 이에 반해서 심근 SPECT는 휴식기 혈류량뿐 아니라 부하기의 혈류량도 함께 평가할 수 있고 심근의 기능적인 상태를 반영할 수 있을 뿐만 아니라 비침습적이고 반복적으로 시행이 가능하기 때문에 적절한 평가방법이라 할 수 있다. 허혈성 심질환이 있는 환자에서 극성지도에 의한 관동맥질환 발견의 예민도는 단일혈관 질환에서 95%, 두혈관질환 100%, 세

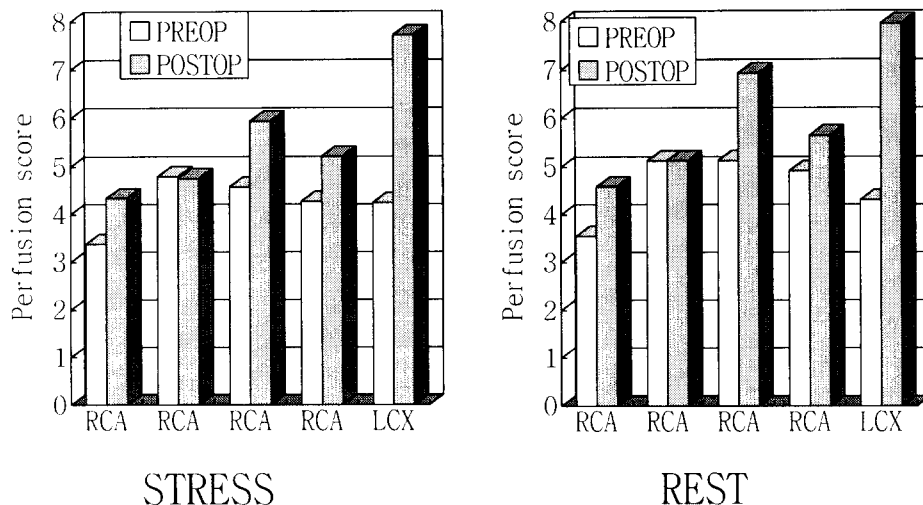


Fig. 5. Changes of pre and postoperative perfusion scores in fixed perfusion defect areas.

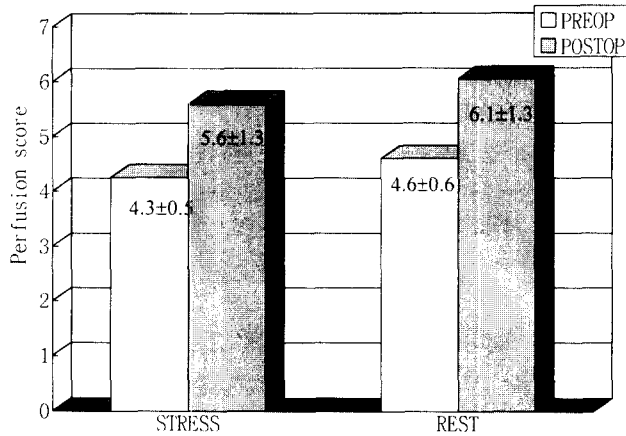


Fig. 6. Pre and postoperative mean perfusion scores in fixed perfusion defect areas.

혈관 질환에서 100%이고 전체적인 예민도는 97%라고 한다⁵⁾ 이러한 심근 SPECT의 높은 진단적 예민도는 술 후 관동맥 조영술을 실시하기 어려운 현실을 고려할 때 심근 SPECT만으로 술 후 심근의 관류상태를 분석하는 것이 매우 적절한 방법이라 생각된다.

심근관류스캔의 원리는 심근에서 높은 추출율(extraction rate)을 보이는 화합물의 심근내 분포가 심근의 상대적인 관류량과 정비례 함에 근거를 둔다⁶⁾. 심근관류스캔의 방법으로는 평면(Planar) 영상 촬영법과 단일광자방출 전산화단층촬영법(Single Photon Emission Computed Tomography, SPECT)이 있다. 평면영상 촬영법에 비해 단일광자방출 전산화단층촬영법(SPECT)은 작은 병소 부위를 찾을 수 있고 심근허혈이나 경색부위를 정량화할 수 있다는 장점이 있어 최근에 널리 이용되고 있다. 이러한 심근관류에 쓰이는 방사성 의약품으로는 1975년 Thallium-201이 도입되면서 임상에서 많이 이용되게 되었으며 특히 1990년 ^{99m}Tc-sestamibi (methoxyl isobutyl isonitrite)가 보급되면서 좀 더 선명한 영상을 얻을 수 있게 되었다⁷⁻⁹⁾. 단층촬영술로 구한 삼차원적인 영상을 평면으로 재편성한 정량적인 분석법으로 극성지도법이 흔히 쓰이고 있다. 이 표시법은 단층촬영의 횡단면 화면을 심점에서부터 심저까지 차례로 원주모양으로 중복시키는 것으로 삼차원적인 심근을 평면에 표시할 수 있게 된다. 이러한 극성지도는 일명 Bull's eye 표시법이라고도 한다^{10, 11)}. 극성지도에서는 각 관동맥의 관류영역 부위를 찾을 수 있어 관상동맥질환의 위치나 정도를 정량적으로 분석할 수 있다. 현재 흔히 쓰이고 있는 극성지도의 구성법은 Emory 대학과 Cedars-Sinai 병원에서 만든 것이다. Cedars-Sinai 병원의 방법은 각 횡단면 절편의 방사능치 중에서 가장 높은 것을 정상으로하고 나머지 부분은 이에 대한 비율로 표시하며, 정상군의 자료와 비교하

여 정상군 자료의 가장 최저 방사능치보다 낮은 부위를 비정상 부분으로 표시한다³⁾. 본 연구에서는 Cedars-Sinai 병원의 방법으로 만든 극성지도를 이용하여 술 전후 심근의 관류상태를 정량화하였다. 심근 SPECT는 수술 직후 초기에 실시하면 동면심근(hibernating myocardium)¹²⁾이나 기절심근(stunned myocardium)¹³⁾에 의해서 영향을 받을 수 있고 수술 후 1년 이상에 실시하면 이식된 혈관의 재협착에 의한 영향때문에¹⁴⁾ 정확한 수술자체의 평가가 어렵게 된다. 따라서 저자의 연구에서는 수술 3개월에서 1년 이내에 심근 SPECT를 실시하였다. 이 연구에서는 수술전 심근 SPECT에서 허혈이 발견되지 않았다 하더라도 관동맥 조영술에서 75% 이상의 협착이 있으면 수술을 하였고 술 전 심근 SPECT의 고정된 관류결손인 부분도 동면심근일¹²⁾ 가능성이 있으므로 수술 대상에서 제외하지 않았다. 즉 수술대상 동맥은 심근 SPECT로 선정하지 않았고 관동맥 조영술 소견으로 결정하였다. 수술 후의 이식혈관이 원래의 관동맥 만큼 부하에 반응하는지는 알려져 있지 않으나¹⁵⁾ 운동부하검사 하에서 이식혈관도 원래혈관과 같이 허혈부위를 보여주고 혈관협착 여부를 반영하였다고 한다¹⁵⁾. TI-201 심근 신티그라피와 수술후 관동맥 조영술을 비교한 결과 신티그라피가 이식혈관의 상태를 보다 객관적으로 보여주며 연속적으로 시행하면 이식혈관의 협착을 발견해 내는데 우수하다고 하였다¹⁵⁾. 단층촬영인 심근 SPECT는 이식혈관의 협착을 찾는 민감도에서 평면영상인 심근 신티그라피보다 더욱 높았다고 한다¹⁶⁾.

이 연구에서는 이런 보고들을 바탕으로 수술 전후의 극성지도에서 구한 부하/휴식기 관류점수, 허혈심근비를 비교하여 술 후 심근관류의 호전정도를 평가하였다. 술 전 관류점수가 8점이상으로 높은 예에서는 대부분 술 후에도 8점 이상으로 높았지만 소수에서는 감소하였다. 이때는 허혈심근비를 비교하여 호전 또는 악화 여부를 판정하였다. 2례에서 술 후 심근관류가 악화된 것으로 판명되었는데 2례중 1례는 술 전 관류점수가 현저히 낮은 예였고, 1례는 술 전 부하/휴식기 관류점수가 8점 이상인데도 술후 부하/휴식기 관류점수가 감소하였는데 이는 수술과 관련된 심근경색(periooperative myocardial infarction)이 발생하였던 경우였다. 술 전 관류점수가 현저히 낮았던 1례는 지속적 허혈결손이 심하여 술 후에도 재관류가 양호하지 않았던 것으로 추정된다. 본 연구에서 술 전 휴식기 관류점수가 높을수록 술 후 전체 심근의 관류점수가 증가하였고 재관류점수도 높은 것으로 나타나 술 전 관류점수가 높을수록 술 후 심근의 관류호전이 좋은 것으로 나타났다. 이는 휴식기의 허혈부위가 많을수록 심근의 생존능력이 떨어지며 재혈관화 후에 심근의 원래 기능을 회복할 확률이 떨어진다고 해도 될 것이다. 관동맥 영역별 관류점수를 구하였을 때 우관동맥 영역의 관류점수가 다른

두혈관 영역의 관류점수보다 유의하게 낮았다. 이는 우관동맥 영역에 지속적 관류결손(fixed perfusion defect)부위가 있었기 때문이라 생각된다. 술 전 심근 SPECT에서 지속적 관류결손이 있는 관동맥 영역은 우관동맥이 4례, 좌회선 동맥이 1례였는데 이들 관동맥 영역의 관류점수는 현저히 낮았음을 알 수 있었다. 그러나 지속적 관류결손을 갖는 관동맥 영역의 술 전 후 부하/휴식기 관류점수와 허혈심근비를 비교해 보았을 때 3례에서는 술 후 관류점수가 증가하고 허혈심근비는 감소하여 술 후 심근관류에 호전이 있는 것으로 판명되었다. 그러나 1례에서는 술 후 허혈심근비는 호전되지 않았으나 관류점수는 증가하여 심근관류에 호전이 있음을 보여 주었다. 이는 술 전 괴사가 의심되는 심근도 재혈관화 해주었을 때 심근관류에 호전이 올 수 있음을 보여준 것이었다.

결 론

본 연구에서는 심근의 관류 상태를 정량적으로 측정하기 위하여 심근 SPECT를 이용한 극성지도로 부터 술 전후의 관류점수, 허혈심근비, 그리고 재관류점수를 구하였고 이들을 각각 비교해 봄으로써 술 후의 심근 관류호전 정도를 분석해 보았다. 술 전의 관류점수가 높고 허혈심근비가 낮을수록 술 후 심근관류의 호전 정도가 좋았으며 술 전 심근경색이 의심되는 부위도 술 후 관류에 호전이 있는 것으로 분석되었다. 결론적으로 심근 SPECT는 관동맥우회술의 결과를 정량적으로 평가하는데 매우 유용하리라 사료되고 또한 술 전 관동맥 조영술에서 해부학적 협착부위를 찾아내고 심근 SPECT에서 생존심근(viable myocardium)을 진단하므로써 관동맥우회술시 수술범위를 결정하고 환자의 예후를 예측하는데 큰 도움이 되리라 사료된다.

참 고 문 헌

1. Kouchoukos NT, Kirklin JW, Oberman A. *An appraisal of coronary bypass grafting.* Circulation 1974;50:11-16
2. Benchimol A, Dos Santos A, Desser KB. *Relief of angina pectoris in patients in patients with occluded coronary bypass grafts.* Am J Med 1976;60:339-43
3. Van Train K, Berman DS, Garcia E. *Quantitative analysis of stress Tl-201 myocardial scintigrams: a multicenter trial validation utilizing standard normal limits.* J Nucl Med 1986;27:17-25

4. Johnson WD, Brenowitz JB, Kayser KL. *Factors influencing long term(10 year to 15 year) survival after a successful coronary artery bypass operation.* Ann Thorac Surg 1986;48:19-25
5. Kim SE, Nam GB, Choi CW, Choi KJ, et al. *Quantitative analysis of Thallium-201 myocardial tomograms.* Kor J Nucl Med 1991;25(1):165-176
6. Gould KL. *Noninvasive assement of coronary stenoses by myocardial perfusion imaging during pharmacologic coronary vasodilation. I. physiological basis and experimental validation.* Am J Cardiol 1978;41:207-213
7. Glowniak JV, Turner FE, Gray LL. *Iodine-123 metaiodobenzylguanidine imaging of the heart in idiopathic congestive cardiomyopathy and cardiac transplants.* J Nucl Med 1989;30: 1182-1187
8. Knapp FF Jr, Goodman MM, Callahal AP. *Radioiodinated 5-(p-iodophenyl)-3-dimethylpentadecanoic acid, A useful new agent to evaluate myocardial fatty acid uptake.* J Nucl Med 1986;27:521-529
9. Christian TF, Clements IP. *Noninvasive identification of myocardium at risk in patients with acute myocardial infarction and nondiagnostic electrocardiograms with technetium-99m-sestamibi.* Circulation 1991;83:1615-1620
10. Garcia EV, Maddahi J, Berman DS, Waxman A. *Space-time quantitation of Thallium-201 myocardial scintigraphy.* J Nucl Med 1981;22:309-317
11. Maddahi J, Garcia EV, Berman DS, Waxman A. *Improved noninvasive assement of CAD by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and washout of Thallium-201.* Circulation 1981;64: 924-935
12. Bom HS. *Scintigraphic assessment of myocardial viability.* Kor J Nucl Med 1993;27(2):155-160
13. Braunward E, Kloner RA. *The stunned myocardium ; prolonged, postischemic ventricular dysfunction.* Circulation 1982;66:1146-1149
14. Guthaner DF, Robert EW, Alderman EL, Wexler L. *Long-term serial angiographic studies after coronary artery bypass surgery.* Circulation 1979;60:250-258
15. Pfisterer M, Emmenegger H, Schmitt HE, et al. *Accuracy of serial myocardial perfusion scintigraphy with thallium-201 for prediction of graft patency early and late after coronary artery bypass surgery. A controlled prospective study.* Circulation 1982;66:1017-1024
16. Lakkis NM, Mahmarian JJ, Verani MS. *Exercise Thallium-201 single photon emission computed tomography for evaluation of coronary artery bypass graft patency.* Am J Cardiol 1995;76:107-111

=국문초록=

영남대학교 의과대학 흉부외과학교실에서 관동맥우회술을 받은 20례의 환자에서 수술 전후에 부하/휴식기 심근 SPECT를 실시하여 관동맥우회술 전후의 심근관류의 상태에 대한 정량적 분석을 시도하였다. 심근관류의 정량적 분석을 위해서 수술 전후의 심근 SPECT로부터 만든 극성지도를 이용하여 심근의 관류점수, 허혈 심근비, 재관류점수를 구하였다. 환자는 여자가 7명 남자가 13명이었으며 평균 연령은 56.4 ± 9.0 세 였다. 술 후 심근관류의 호전정도 평가를 위해서 수술 전후의 부하/휴식기 관류점수와 허혈심근비를 비교하여 보았다. 술 전 심근 SPECT에서 심근경색을 의심할 만한 지속적인 관류결손을 가지는 관동맥 영역에서도 술 전후의 관류점수와 허혈심근비의 변화를 비교하여 술 후 심근관류의 호전여부를 분석하였다. 관류점수는 극성지도에서 섭취정도를 10등급으로 나누고 가장 섭취정도가 높은 부위를 10점, 섭취정도가 가장 낮은 부위를 1점으로 하여 각 분절면적에 점수를 곱한 값의 합을 전체 심근면적으로 나눈 값으로 하였다. 허혈심근비는 극성지도에서 섭취정도가 최고치의 60% 이하(6등급이하) 부위를 허혈부위로 판정하였다. 허혈심근비는 전체 심근면적에 대한 허혈부위로 판정된 심근면적의 비로 정의하였고 재관류점수는 극성지도에서 술 전 부하기 허혈 심근비를 술 후 부하기 허혈심근비로 나눈 값으로 정의하였다. 20례의 환자중 18(90%)례에서 술전에 비하여 부하/휴식기 관류점수가 모두 증가하여 술 후 심근의 관류가 증가한 것으로 판명되었다. 2례(10%)에서 관류 점수가 감소하였는데, 1례는 술 후 수술과 관련된 심근경색이 의심된 예였으며 1례는 술 전 부하/휴식기 관류 점수가 4.8/5.1로 다른 예들의 평균 관류점수 $7.4 \pm 0.9/7.8 \pm 0.8$ 에 비해 현저히 낮은 예였다. 허혈심근비는 17례에서 감소한 것으로 나타났고 술 후 수술관련 심근경색이 의심되었던 1례와 술 전 관류점수가 현저히 낮았던 1례는 술 후 허혈심근비가 증가하였다. 술 후 부하/휴식기 평균 관류점수($8.1 \pm 1.1/8.3 \pm 1.1$)는 술 전 치($7.3 \pm 1.1/7.7 \pm 1.0$)에 비해 유의하게 증가하였고($p < 0.01$) 술 후 허혈심근비는($0.15 \pm 0.1/0.15 \pm 0.2$) 술 전 치($0.32 \pm 0.2/0.23 \pm 0.2$)에 비해 유의하게 감소하였다($p < 0.01$). 술 전 관류점수가 높을수록 술 후 재관류점수가 높은 것으로 판명되었다. 술 전 심근 SPECT에서 지속적 관류결손을 가지는 관동맥 영역의 술전 부하/휴식기 관류 점수는 $4.3 \pm 0.5/4.6 \pm 0.6$ 으로 다른 관동맥 영역의 관류점수보다 유의하게 낮았으며($p < 0.01$) 술 후 부하/휴식기 관류점수는 $5.6 \pm 1.3/6.1 \pm 1.3$ 으로 술 전에 비해 증가하였으나 통계학적 유의성은 없었다. 결론적으로 심근 SPECT로부터 극성지도를 만들어 술 전후의 관류점수, 허혈심근비를 정량적으로 측정하고 비교함으로써 관동맥우회술 전 후의 심근 관류정도를 파악할 수 있었고 수술로 인한 심근관류의 향상 정도를 정량적으로 알 수 있었다.