

관동맥우회로술 전후의 디피리다몰 부하/휴식 심근 SPECT를 이용한 수술 결과의 평가

서울대학교병원 핵의학과, 흉부외과*

이동수 · 이원우 · 강건욱 · 현인영
김기봉* · 정준기 · 이명철 · 고창순

= Abstract =

Evaluation of Result of CABG by Comparison of Pre- and Post-operative Myocardial SPECT

Dong Soo Lee, M.D., Won Woo Lee, M.D., Keon Wook Kang, M.D.
In Young Hyun, M.D., Ki Bong Kim, M.D., June-Key Chung, M.D.
Myung Chul Lee, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

*Department of Nuclear Medicine and Department of Thoracic Surgery,
Seoul National University Hospital, Seoul, Korea*

Coronary angiography should be performed to verify the patency of bypass graft if coronary artery disease is said to be surgically corrected. Rest/stress myocardial SPECT could be used as a noninvasive alternative to prove patency of bypass graft and functional significance of graft patency by showing improvement of rest perfusion and perfusion reserve after operation.

We evaluated the outcome of coronary artery bypass graft surgery by comparing rest/dipyridamole-stress myocardial SPECT before and after operation. Myocardial SPECT were performed 19 ± 23 days before and 108 ± 19 days after operation in 44 patients (M:F=25:19). Segmental perfusion were scored with 0(normal) to 3(defect) independently for each image set of rest and stress.

Perfusion scores were compared between pre and postoperative images. Rest/stress images of pre and post-operative SPECT were compared in paired sets. Postoperative change of perfusion was determined as no change, improvement or aggravation for each artery territory. Postoperative outcome of patients were analyzed.

Overall, 74%(158 segments) of 215 segments which had perfusion decrease before operation showed improvement. Among 60 artery territories, 37 territories(62%) improved. Among 42 patients with perfusion decrease in preoperative SPECT, 21 patients(47%) improved after operation. Severe persistent defects improved in 43%(6/14).

We concluded that bypass surgery improved myocardial perfusion in dipyridamole stress induced or persistent decrease and that rest/stress myocardial SPECT could be used as a guide for which artery should be operated.

Key Words : Dipyridamole, Myocardial SPECT, Coronary artery bypass graft

서 론

관동맥우회로수술의 목적은 협심증 증상을 완화시키고 활동능력을 향상 시키며 생존률을 증가시키는데 있다¹⁻⁴⁾. 수술후에 심근관류가 개선되어 증상이 좋아질 수도 있지만 반대로 허혈부위가 경색화하여 흉통이 사라질 수도 있어^{5, 6)} 증상의 완화로 수술효과를 평가하기는 어렵다. 수술전의 휴식기의 활동능력과 운동부하시의 운동능력이 수술 후에 호전되었는지 보아 호전을 판정할 수 있다. 운동능력을 평가하는 것은 심근혈류 여유량의 개선여부를 반영하긴 하지만 객관적이지 않다. 관상동맥조영술을 이용한 혈관이식편의 개통도를 보는 것이 표준이지만 침습적이며 쉽게 적용할 수 없으며 조영술에 확인된 개통여부만으로 혈류 여유량까지 평가하지는 못한다.

수술전에는 Tl-201 또는 Tc-99m-MIBI를 이용한 휴식/부하 SPECT로 협착관상동맥 공급 심근의 휴식기 혈류와 혈류여유량을 적절하게 평가할 수 있다^{7, 8)}. 수술후의 휴식기 심근혈류와 혈류여유량을 평가하는데 운동부하 Tl-201 신티그라피와 SPECT가 도움이 된다는 보고가 있지만⁹⁻¹⁴⁾ 혈관이식편이 약물부하에 대하여도 같은 반응을 보이는지 아직 확실하지 않다. 따라서 수술후에도 휴식/부하 심근SPECT를 수술 전과 같은 기준으로 평가하여도 좋은지 불분명하다. 운동부하 Tl-201 SPECT로 관동맥우회로수술을 실시하고 여러해 지난 혈관이식편의 협착을 평가한 보고가 있으며¹⁴⁾ 관동맥우회로수술 후 여러해 후의 운동부하 Tl-201 SPECT가 환자의 예후 예측에 도움이 된다¹⁵⁾는 보고가 있어 수술후 이식편을 통한 심근혈류의 여유량도 심근SPECT로 평가할 수 있을 가능성이 크다.

이 연구에서 우리는 관상동맥우회로 수술의 효능을 평가하기 위하여 수술전과 수술후의 심근 SPECT를 비교하였다. 디피리다몰 부하와 휴식기 심근SPECT에 나타난 허혈과 관류감소가 수술후에 호전되는 지 여부로 분절, 동맥영역 및 증예의 각 수준에서 수술효과를 평가하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

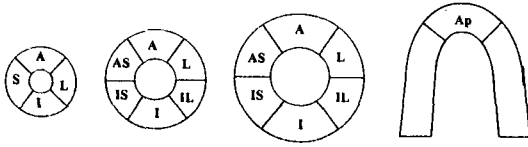
1994년 4월 이후 서울대학교병원에서 관동맥우회로술을 받은 환자중 수술 전후에 디피리다몰 부하/휴식 심근 SPECT를 모두 실시한 44명 (남자 25명 여자 19, 평균나이 57세±8.2)을 분석하였다. 심혈관조영술을 수술전 심근 SPECT와 같은 시기에 시행하여 수술대상여부를 판정하였다. 심근 SPECT는 수술전과 수술후 3개월에 시행하였다. 심혈관조영술 소견은 2명의 판독자가 합의하여 50%이상의 협착이 확인된 경우 의미있다고 보았다. 세혈관 질환이 20예, 두혈관 질환이 9예, 단일혈관 질환이 8예, 좌주동맥 질환이 2예, 좌주동맥질환과 혈관질환이 함께 있는 경우가 5예이었다. 좌주동맥에 세혈관 질환이 함께 있는 예가 하나, 두혈관 질환이 함께 있는 예가 둘, 단일혈관 질환이 함께 있는 예가 둘이었다.

2. 방 법

수술전에 평균 19일±23일에, 수술후에는 평균 108일±19일에 심근 SPECT를 실시하였고 모두 디피리다몰 부하법을 사용하였다. 삼중 헤드 회전형 카메라 (Prism 3000, Picker)를 이용하여 3도간격의 120단위 영상획득법으로 투사상을 얻었다. 오전에 0.56 mg/kg의 디피리다몰을 주사하고 부하검사를 먼저하였으며 370 MBq(10 mCi)의 Tc-99m-MIBI를 사용하였다. 오후에 휴식기 검사로써 1110 MBq(30 mCi)의 Tc-99m-MIBI를 주사하고 휴식기영상을 얻었다.

모두 44예 중 수술전 예 10예는 Tl-201 휴식/Tc-99m-MIBI 부하 방법으로 검사하였다. 수술후 22예는 Tl-201 휴식/Tc-99m-MIBI 부하 방법으로 검사하였다. Tl-201 휴식/Tc-99m-MIBI 부하방법으로 검사하였을 때는 먼저 111 MBq(3 mCi)의 Tl-201으로 휴식기 검사를 한 후 370 MBq의 Tc-99m-MIBI를 주사하고 부하기 검사를 하였다. Tl-201 부하-휴식 검사를 한, 수술전 3예 수술후 1예가 포함되었다.

심근 SPECT는 관동맥우회로술의 수술 소견을 모르는 2명의 판독자(이동수, 이원우)가 합의하여 판정하였고 수술 전후의 심근 SPECT를 따로(unpaired)



좌전하행동맥영역(7 영역) : A, AS, S, Ap
 우관상동맥영역(5 영역) : I, IS
 좌회선동맥영역(5 영역) : L, IL

그림 1. 관상동맥영역별로 심근의 분절 분류.

표 1. 관상동맥영역별 혈관이식편의 수술조건

	내유방 동맥	요골 동맥	복재 정맥	성형술
좌전하행동맥영역	40*	1	23	
우관상동맥영역	2	1	29	1
좌회선동맥영역	0	0	29	
좌주동맥				3
	42	2	81	4

* 이 중 8개의 혈관이식편은 좌전하행동맥과 대각선분지에 연속적으로 이어준 경우이었다.

관독하여 심근분절들의 관류분절점수를 정하였다. 관류분절점수를 부하/휴식기 모두 참조하여 세 관상동맥영역별 관류감소의 유의성을 평가하였다. 그리고 다시 수술전후의 부하/휴식 영상을 함께(paired) 비교하여 수술후 호전 여부를 판정하였다.

심근은 단축영상을 주로하여 17개의 분절로 나누어(그림 1) 관류 정도를 0에서 3까지 등급화하여 관류분절점수를 매겼다(0:정상, 1:약간감소, 2:심한감소, 3:결손). 부하기와 휴식기의 차이로부터 지속적 관류감소, 가역적 관류감소 그리고 정상관류의 3가지 관류 유형으로 나누었다. 가역적 관류감소라 함은 부하기 관류분절 점수가 휴식기 관류 분절 점수보다 더 큰 경우를 모두 포함하였으므로 부분가역감소를 포함하였다.

혈관이식을 시행하지 않은 관상동맥영역의 심근분절들 중 관류분절점수가 호전 또는 악화되었던 예가 있었는데 이런 분절들은 분석에 포함하지 않았다.

3. 수술 (표 1)

약물 치료에 불응성인 흉통이 수술의 적응증이었다. 44명의 환자에서 모두 106개의 혈관영역을 수술하였다. 한 환자에서 1개 이상 4개까지의 혈관이식편을 연결하였다. 수술대상 동맥은 수술 전 관상동맥조영술결

과를 주로 참조하였다. 수술할지 여부를 결정하는데 심근SPECT를 사용하긴 하였지만 SPECT결과를 수술할 동맥을 정하는데 사용하지는 않았다. 특히 수술 전 Tl-201 휴식/Tc-99m-MIBI 부하 방법으로 검사한 10예 중에는 7예에서는 Tl-201 24시간 지연영상을 얻기는 하였으나 이 조건을 근거로 수술대상동맥을 선정하지는 않았다.

44명의 44개 좌전하행동맥영역 중 중 43개의 영역을 수술하였고 64개의 이식편을 사용하였다. 좌전하행동맥, 대각선동맥, 큰 중격분지 등 큰 동맥분지에 41개의 동맥이식편과 23개의 정맥이식편을 사용하여 우회로를 연결하였다. 44개 우관상동맥영역 중 32개의 영역에 수술하였고 3개의 동맥이식편과 29개의 정맥이식편을 사용하였다. 44명중 31개의 좌회선동맥영역에 수술하였고 모두 29개의 정맥이식편을 사용하였으며 동맥이식편은 쓰지 못했다. 이 외에도 좌주동맥의 성형수술을 3예, 우관상동맥성형술을 1예에서 실시하였다.

좌전하행동맥영역 1곳, 우관상동맥 12곳, 좌회선동맥 13곳은 수술하지 않았다. 이중 각각 1곳, 12곳, 8곳은 혈관협착이 없는 부위라서 수술하지 않았고, 좌회선동맥의 5곳은 미만성 협착, 원위부 혈관의 내경이 1.5 mm이하, 완전폐색 등 기술적인 어려움 때문에 수술대상에 포함하지 않았다.

결 과

1. 전체 분절의 수술후 관류호전

관동맥우회로술 전후의 분절의 관류호전 등의 관류유형을 비교하면 15가지 관류 유형의 변화로 세분할 수 있다. 이 들을 크게 나누어 호전된 경우, 변화가 없는 경우, 악화된 경우로 나눈결과가 표 2와 같았다.

관동맥우회로술 전후에 부하기 관류점수는 호전되었으나 휴식기 관류점수가 나빠지는 불일치가 있는 경우가 있었다(예:3/0->2/2, 3/0->1/1). 이런 분절은 오직 2분절이었으며 부하기를 기준으로 삼아 호전되었다고 판정하였다.

전체 관심대상분절은 106대상동맥영역의 616분절 중 158분절이 호전되었다. 616분절 중 수술전 정상이면서 수술후에 변화가 없던 357분절을 제외한 259분절 중에는 158분절이 호전되어 61%의 호전율을 보였

— 이등수 외 7인 : 관동맥우회로술 전후의 디피리다몰 부하/휴식 심근 SPECT를 이용한 수술 결과의 평가 —

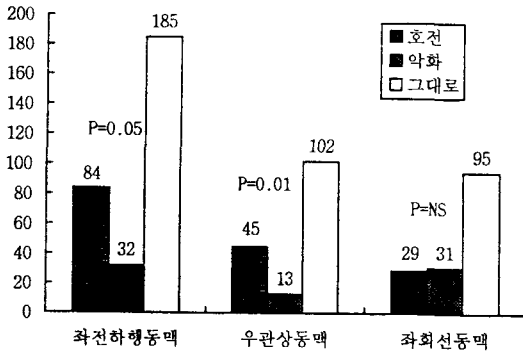


그림 2. 수술 후 심근분절들의 관류변화.

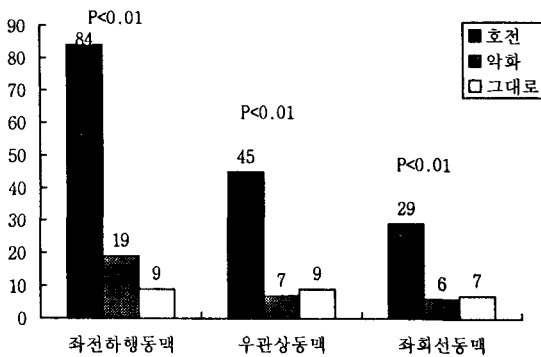


그림 3. 수술 전에 관류감소가 있던 분절들의 수술 후 관류변화.

다. 25분절(10%)은 변화가 없는 것으로, 76분절(29%)이 악화된 것으로 판정되었다. 전체 616 분절 중 수술 전에 정상이었던 401분절을 제외한, 즉 수술 전에 가역적 혹은 지속적 관류감소를 보였던 215분절 중에서는 158분절(74%)에서 수술 후 관류가 호전되었다.

2. 관상동맥영역별 수술 후 분절의 관류 변화

(그림 2, 3)

각 관상동맥영역별로 해당되는 심근분절들의 관동맥우회로술 후 관류유형의 변화를 모았더니 표 2와 같았다.

1) 좌전하행동맥

43혈관영역(7분절/영역)을 수술한 좌전하행동맥의 경우 전체 301분절에서 호전되는 경우가 84분절, 악화되는 경우가 32분절로 호전되는 경우가 유의하게 많았고(p=0.05) 변화가 없는 경우가 185분절이었는데

표 2. 수술전후 관류의 변화유형

호전 예	
가역 → 정상	
가역 → 지속 (예 3/1 → 1/1)	
가역 → 가역 (예 3/1 → 1/0)	
지속 → 정상	
지속 → 지속 (예 3/3 → 1/1)	
지속 → 가역 (예 2/2 → 1/0)	
불변 예	
정상 → 정상	
가역 → 가역 (예 2/1 → 2/1)	
지속 → 지속 (예 2/2 → 2/2)	
악화 예	
정상 → 지속 (예 0/0 → 2/2)	
정상 → 가역 (예 0/0 → 2/1)	
가역 → 가역 (예 1/0 → 3/1)	
가역 → 지속 (예 2/1 → 3/3)	
지속 → 지속 (예 1/1 → 3/3)	
지속 → 가역 (예 2/2 → 3/2)	

변화가 없는 경우의 대부분(176분절/185분절=95%)이 관동맥우회로술전후 모두 정상관류를 보이는 분절들이었다.

수술전에 정상이 아니었던 112분절만을 분석했을 때의 호전율은 84분절/112분절로서 75%이었고 악화가 17%, 불변인 경우가 8%이었다. 수술전에 정상이었으나 악화된 13분절은 분석에서 제외하였다.

2) 우관상동맥

32혈관영역(5분절/영역)을 수술한 우관상동맥은 전체 160분절에서 호전되는 경우가 45분절, 악화되는 분절이 13분절로 호전되는 경우가 유의하게 많았으며 (p=0.01) 변화가 없는 경우가 102분절이었다. 수술전에 정상이 아니었던 61분절을 대상으로 계산한 호전율은 45분절/61분절로서 74%, 악화가 11%, 불변인 경우가 15%이었다. 수술전에 정상이었으나 악화된 6분절은 분석에서 제외하였다.

3) 좌회선동맥

31혈관영역(5분절/영역)을 수술한 좌회선동맥은 전체 155분절중에서 29분절이 호전, 31분절이 악화되어 악화된 분절이 오히려 많았다. 악화된 31분절중 25분절이 수술전에 정상관류이었던 예이었다. 수술전후 변화가 없는 예가 95분절이었다.

수술전에 정상이 아니었던 42분절의 호전율은 29분

절/42분절로 69%, 악화가 14%, 불변이 17%이었다. 수술전에 정상이었으나 악화된 25분절은 분석에서 제외하였다.

4) 악화된 분절

수술전에 비해 관류등급이 나빠진 분절 들 즉 좌전 하행동맥 32분절, 우관상동맥 13분절, 좌회선동맥 31 분절 들 중, 수술전에 정상이었는데 악화된 분절이 각각 13분절, 6분절, 25분절이었다. 좌회선동맥은 대부분 수술전에 정상인 25분절이 수술후에 나빠진 예이었다.

3. 관상동맥영역별 수술후 영역의 관류호전

분절분석에 이어 44환자의 106개의 혈관영역에서 분절을 종합한 영역별 호전여부를 보았다.

좌전하행동맥영역은 대상 43영역 중 16영역이 호전되었고 10영역이 악화되었다. 17영역은 변화가 없었다. 수술전에 정상관류를 보이던 15혈관영역을 제외하였을 때 모두 28영역 중 호전을 보이는 영역이 16영역, 악화를 보이는 영역이 7영역, 변화가 없는 영역이 5영역으로 수술후 호전율은 16/28=57%였다. 한 영역에 호전된 분절과 악화된 분절이 섞여 나타나 판정이 어려운 경우가 있었다. 이 경우 수술전후 SPECT를 함께 보아(paired) 판독하여 호전 여부를 판정하였다.

우관상동맥영역은 영역별로는 대상 32영역 중 14영역이 호전되었고 8영역이 악화되었으며 10영역은 변화가 없었다. 수술전에 정상관류를 보이던 12혈관영역을 제외하였을 때 호전을 보이는 영역이 14영역, 악화를 보이는 영역이 4영역, 변화가 없는 영역이 2영역으로 수술후 호전율은 14/20=70%였다.

좌회선동맥영역도 영역별로는 대상 31영역 중 7영역이 호전되었고 7영역이 악화되었다. 17영역은 수술전후 변화가 없었다. 수술전에 정상관류를 보이던 19영역을 제외하였을 때 호전을 보이는 영역이 7영역, 악화를 보이는 영역이 3영역, 변화가 없는 영역이 2영역으로 수술후 호전율은 7/12=58%였다.

세 동맥영역을 모두 합한 106영역 중 수술전에 영역이 정상이었던 46영역을 제외하고 60영역중에서 수술후에 37영역이 호전되어 62%의 호전율을 보였다.

4. 증례별 수술효과

44명의 환자증례에서 분절관류점수의 변화와 이에

표 3. 수술 전 증중 지속적 관류결손인 분절들의 수술 후 관류변화

	좌전하행 동맥	우관상 동맥	좌회선 동맥
정상이 됨	1	1	1
정상은 아니라 호전	1	1	1
변화가 없음	1	5	2

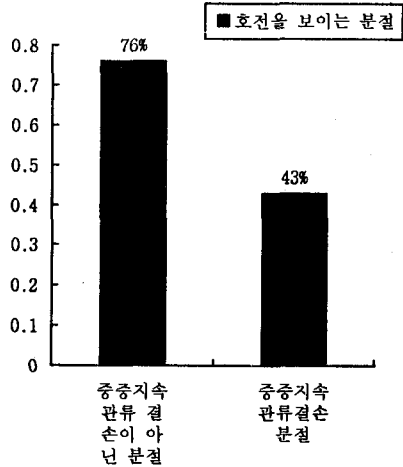


그림 4. 수술전 관류가 중중지속관류결손이 아닌 분절 들과 중중지속관류결손들의 관류호전.

다른 관상동맥영역별관류의 호전여부를 참고하여 수술의 효능을 평가하였을때 20예는 수술이 도움이 된 것으로 15예는 더 나빠진 경우로 9예는 변화가 없었던 경우로 분류되었다. 수술전에 정상 SPECT소견인데 수술하였던 2예를 제외하고 42명 중 20예가 호전, 14예가 악화 8예가 변화가 없어 환자 증례의 47% (20/42)가 수술후 호전되었다.

호전된 관상동맥영역과 악화된 관상동맥영역이 혼재해 있는 7예가 있었다. 1예는 호전된 것으로 4예는 악화된 것으로 2예는 변화가 없는 것으로 판단하였다. 판단 기준은 호전 혹은 악화된 혈관영역의 수나 분절 점수에만 의존하지 않고 관동맥우회로술 전후를 서로 비교(paired)하여 분석하고 판단하였다.

관동맥우회로술을 실시할 때 혈관이식편이 이식되지 않은 영역은 분절점수를 분석할 때나 혈관영역별로 분석할 때 논의의 대상이 아니었으나 환자 증례를 분석할 때는 전체 모든 혈관영역을 포함하여 수술의 성적을 판단하였다.

5. 중증지속관류결손 분절의 수술효과

관동맥우회로수술 중증 지속적 관류결손(3/3)인 분절들만을 분석하였을 때(표 3) 8 명의 환자, 10 개의 혈관영역이 해당되었다. 3개의 좌전하행동맥과 5개의 우관상동맥과 2개의 좌회선동맥의 모두 14개의 분절들이 분석대상이었다. 수술 후에 정상이 된 경우가 3분절, 정상은 아니나 호전된 경우가 3분절로써 6분절(43%)이 호전되었고 변화가 없었던 분절이 8분절이 있었다.

중증 지속 관류결손을 보인 14분절을 제외한 201분절과 중증지속관류결손을 보인 14분절의 호전율을 비교하였다. 76%에 비해 43%로 차이가 있었다. 중증결손부위도 뚜렷이 호전된 예가 있었다(그림 4, 표 3).

고 찰

어떤환자에게 관상동맥우회로수술을 시행할 것인가를 논의할 때 고려할 것 중 하나가 수술의 효능 즉 수술이 환자에게 얼마나 도움이 되었는지이다. 우회로수술은 수술의 술식, 외과의사의 수술기술, 그 기관에서 연간 수술하는 수술중례수, 이식편의 크기, 동맥이식편인지 정맥이식편인지 여부 등에 의해 좌우된다¹⁶⁾. 수술전후의 시기에 수술과 직간접으로 관련되어 발생한 심근경색 또는 일단 성공적으로 연결된 이식편 혈관의 재협착 또는 폐색 때문에 수술의 효능을 평가하는 것이 쉽지 않다^{5, 6)}. 수술이 성공적인 것은 이식편이 개통되어 있는 것으로 증명할 수 있으나 수술후 환자에서 관상동맥혈관조영술을 되풀이 시행할 수 없으므로 비침습적인 방법으로 이식편의 상태를 알아볼 필요가 있다. 휴식/부하 심근 SPECT는 휴식기혈류량 뿐 아니라 부하기의 혈류여유량도 함께 평가하므로 적절한 비침습적 평가검사법이 될 수 있다.

협착동맥이 여럿이라 통선성형술이 쉽지 않을 때 수술전에 시행한 심근SPECT에 혈류여유량의 감소 즉 부하유발성 허혈이 나타나면 수술하게 된다. 이 연구에서는 수술전 심근 SPECT에 허혈이 발견되지 않았다 하더라도 50%이상의 협착이 있었던 예들을 수술하였고 수술전 심근 SPECT에 지속결손인 부분도 동면심근일 가능성이 있으므로 수술 대상에서 제외하지 않고 수술하였다. 즉 심근 SPECT로 수술필요성

을 평가하기는 하였으나 심근 SPECT로 수술대상 동맥을 선정하지는 않았다. 따라서 이 연구의 대상 집단은 수술의 일반적 효능을 평가하는 데 필요한 무작위 선정(random sampling)의 표본선정방법을 채용한 것과 다르지 않았다고 생각한다.

수술 후의 이식편동맥이나 정맥이 원래 관상동맥만큼 부하에 반응하는지는 알려져 있지 않다. 운동부하검사로 평가하였을 때 이식혈관도 심근신티그라피에 원래혈관과 같이 허혈부위를 보여주고 혈관협착여부를 반영한다¹²⁾. Tl-201심근 신티그라피와 수술후 심혈관조영술과 비교한 연구 결과 신티그라피가 혈관이식편의 상태를 객관적으로 보여주며 연속적으로 시행하면 혈관이식편의 협착을 발견해 내는 데 우수하였다¹²⁾. 수술하기 전 허혈성심질환을 진단하는 성능이 우수한 것 같이 단층촬영인 심근 SPECT가 혈관이식편의 협착을 찾는 민감도도 평면영상인 심근 신티그라피보다 더 높았다¹⁴⁾.

이식편혈관이 원래 관상동맥과 꼭 같은 부하반응성을 보이지 않는다 하더라도 통과혈관(conductance vessel)역할만 해 준다면 연결된 원래의 혈관이 같은 반응을 보일 것이므로 이 효과가 휴식/부하 심근 SPECT에 나타날 것이라 추측된다. 만약에 이식편혈관과 원래 관상동맥의 혈관반응성차이가 뚜렷하다면 수술 후 휴식/부하 심근SPECT가 나타내는 것은 협착을 일으킨 원래혈관과 이식혈관을 통해 관류되는 휴식기혈류와 혈류여유량을 관찰하는 것이므로 수술전의 상태와 직접 비교하는데는 무리가 없다고 생각한다. 이 연구에서 우리는 이런 추론을 바탕으로 수술전후의 심근 휴식/부하 SPECT를 직접 비교하였다.

이 연구에서 우리는 운동부하대신 수술 전후 모두 디피리다몰을 부하약물로 사용한 부하 SPECT를 얻어 비교하였다. 디피리다몰에 대한 아데노신 상승정도가 사람에 따라 조금씩 다르다는 것이 알려져 있으나¹⁷⁾ 같은 환자에서 수술전 후에 검사한 경우는 같은 정도의 자극이 가해졌다고 볼 수 있다. 운동부하가 검사 때마다 표준화하기 어려운 것을 고려하면 디피리다몰 부하 방법이 검사에 따른 변이가 적고 따라서 수술의 효능을 평가하는 데 더 적합할 수 있다.

디피리다몰부하를 이용한 심근SPECT를 수술 후에 시행하면 수술의 효능을 평가할 수 있을 뿐 아니라 수술 후 이식편의 협착을 추적할 수 있는 기저 검사 역

할 수 있다. 관동맥우회로술에서 혈관이식편은 시간이 흐를수록 일정한 비율로 협착되나¹⁸⁾ 수술 후 1년까지는 대개 개통도가 잘 유지된다 한다. 수술 후 1년 이내에 검사한 수술 후 검사와 비교하여, 증상이 나타나거나 재협착/폐색이 의심되는 경우 심근 SPECT를 다시 시행하여 비교 판정할 수 있다. 관동맥우회로술을 실시한지 5년이 지난 환자들을 대상으로 한 연구에서 관동맥우회로술을 받은 환자의 예후를 예측하는데 심근 SPECT가 도움이 되었다고 한다¹⁵⁾.

재협착이나 폐색을 고려하면 관동맥우회로술 자체를 평가하기 위한 수술 후 심근 SPECT를 수술 후 가능한 일찍 실시하는 것이 좋다. 그러나 수술한 심근은 아직 회복기에 있고 일시적인 기절(stunning)상태에 있는 경우가 있다. 심근 SPECT가 해상력이 낮기 때문에 부분체적효과의 영향을 크게 받으며 특히 기절심근처럼 수축기비후화(systolic thickening)가 나쁜 경우에 실제보다 영상의 심근 방사능농도가 낮아보여 혈류가 과소평가될 수 있다. 뿐 아니라 심근의 추출분획도 Tc-99m-MIBI나 Tl-201의 평시 추출분획보다 낮을 수 있어 실제보다 혈류를 과소평가할 수 있다¹⁹⁾. 이 연구에서는 수술에 따르는 급성효과가 사라진 후에 심근혈류를 평가하는 것이 바람직 하다고 보아 수술 후 3개월 만에 수술 후 심근 SPECT를 시행하였다.

관동맥우회로술전과 수술후의 심근 SPECT를 비교 분석하는 방법으로 세가지 수준의 분석을 시행하였다.

첫째, 수술전 후에 대한 정보없이 분절의 관류를 등급화하여 점수를 매겼고 이를 직접 비교하였다. 모두 616분절 중 오직 2분절 만이 수술전후의 부하/휴식관류점수가 표 2에 요약한 범주에 속하지 않아 따로 해석할 필요가 있었다. 수술전 가역적 혹은 지속적 관류감소를 보이던 심근분절들의 74%가 수술 후 심근관류상태가 호전되었다.

둘째, 수술전 후 쌍으로 놓고 세 주동맥 공급영역의 관류를 부하/휴식 모두 함께 비교하여 호전 여부를 판단하였다. 한 동맥영역에 호전과 악화가 함께 있었던 예는 호전으로 보아야 할 지 악화 또는 불변으로 보아야 할지 따로 해석하였다. 이렇게 해석하였을 때 대상 106영역 중 수술전에 SPECT에 이상이 있던 영역들 중에 62%가 호전되었다.

셋째, 증례별 수술 효과를 판정하였다. 서로다른 동맥영역에 한 곳은 호전되고 한곳은 악화되어 해석하여

야 하는 7 경우를 해석하고 보니 44명 환자 중에서 47%에서 수술이 도움이 되었다고 할 수 있었다.

관동맥우회로술전 중증 지속적 관류결손을 보이는 분절들은 섬유조직으로 대체된 경색반흔으로 간주할 수 있으나 살아있는 동면심근도 이렇게 나타날 수 있다²⁰⁾. 이런 부위의 40%가량은 재관류술이나 수술 후에 심근관류가 회복되고 벽운동도 호전된다고 알려져 있다. 이 연구에서도 중증 지속 관류결손을 보이는 분절들의 43%의 관류가 호전 또는 일부에서는 정상화된 것을 관찰하였다. 수술전 10예에 적용한 휴식기 Tl-201/부하 Tc-99m-MIBI SPECT에서 Tl-201 24시간 지연영상을 분석하면 이렇게 호전되는 부위를 찾을 수 있을 지 알 수 있을 것으로 생각하였다. 앞으로 규명하여야 할 부분이라 생각한다.

Tc-99m-MIBI 부하/휴식 SPECT와 Tl-201/Tc-99m-MIBI SPECT를 함께 자료로 사용하여 수술 효과를 분석하였다. Tl-201/Tc-99m-MIBI SPECT의 진단능과 판독에 미치는 영향이 아직 널리 공인되어 있지 않지만 저자 등의 연구 결과²¹⁾를 참조하여 특히 디피리다몰 부하후의 심근관류 평가성능은 같다는 가정하에 분석하였다. 수술전후의 Tl-201/Tc-99m-MIBI SPECT로 수술효능을 평가할 수 있을지는 실증하여야 한다고 생각한다.

이 연구에서 관동맥우회로술후에 심근관류가 나빠지는 분절이 무시하지 못할 만큼 많다는 것을 알았다. 수술전 명백히 정상인 심근 부위가 수술 후 심근 SPECT에 지속결손으로 나타난 곳은 수술관련 심근경색(periooperative myocardial infarction)이었을 가능성이 크다. 특히 좌회선동맥영역에서는 심근관류가 나빠지는 분절들의 81%가 수술전 정상관류를 보이는 분절들이었고 좌회선동맥이나 우관상동맥에 비해 구성비율이 높았다. 좌회선동맥영역에는 특히 정맥 혈관이식편을 이식하였기 때문에 이식편과 관련되지 않았을까 생각해볼수 있지만 우관상동맥도 거의 전례(90%)에서 정맥 이식편을 썼으므로 그럴 가능성이 떨어졌다.

수술전에 관류이상인 부위가 관류이상인 심해졌을 때는 혈관이식편의 조기 협착 또는 원래 동맥의 협착진전이나 폐색을 뜻한다. 좌회선동맥영역에서는 전체적으로는 관류유형이 악화되는 분절들이 호전되는 분절들보다 많았다. 정맥혈관이식편의 조기 협착의 가

능성을 있으며 이 가능성은 앞으로 심혈관조영술로 협착을 확인하고 심근 SPECT를 시행하여 비교하여 확인하여야 한다고 생각한다.

수술중 심근경색의 진단방법이 뚜렷한 것이 없다. 수술후 재협착을 심근 SPECT로 알 수 있기 바라므로 수술 후 관류약화분절에 대하여는 따로 분석하여야 할 것으로 생각한다.

생존심근은 수술대상을 선정하는데 기본이 되는 개념이다. 생존심근은 수술전후의 벽운동개선을 확인하여 정의한다. 이때 수술후의 벽운동개선은 수술하였을 때 수술 대상 부위의 심근관류가 당연히 호전되었을 것이라는 가정을 전제로 한다. 수술의 효능은 각 기관의 성적과 관련있으며 외과의사의 술기가 크게 좌우한다. 따라서 우리는 우리 기관의 효능에 관한 성적을 심근 SPECT에 나타난 관류 호전여부로 평가하여 보고한다. 수술후 관류가 호전되지 않은 분절이 수축력이 개선되지 않는 것은 당연하므로 수술전에 생존하였다고 판정한 검사방법이 틀리게 예측하였다고 할 수 없다. 이와같이, 이 연구의 결과는 우리 병원에서 앞으로 연구할 생존심근 연구의 기초 자료로 인용되어야 할 것이다.

수술전후의 심근 SPECT가 혈관이식으로 인해 심근관류가 개선된 것을 잘 보여주기는 하나 이 결과로부터 수술전 심근 SPECT로 수술대상동맥을 선별해야 할 지, 또는 수술후 관류이상이 조금 호전된 것이 정말 환자의 운동 능력이나 구혈률의 개선에 도움이 되었는지, 또는 도움이 되었는지 여부를 판정하는 수단으로 적절하였는지, 또는 관류호전이 이식편을 통한 혈류공급의 적절성을 나타내고 예측할 수 있는지 등은 앞으로 다시 검토할 필요가 있다.

수술후 심근 SPECT는 심근 SPECT소견이 나빠졌을 경우 침습적인 심혈관조영술을 시행하여야 할 환자들을 선별하는 데 좋은 검사이다. 이식편의 폐색이 확인되면 재수술을 하여야 하거나 또는 재수술이 곤란한 경우는 심장이식수술을 하여야 할지 가려낼 수 있다면 도움이 된다고 할 수 있다. 이런 뜻에서 수술후 심근 SPECT는 수술의 효능을 평가함과 아울러 치료 방침을 세우는데 도움이 된다.

심근 SPECT를 시행할 때 게이트방식으로 얻고 여기서 구혈률과 심근벽운동 수축율, 확장율 등의 정보를 함께 얻을 수 있다면 수술후 환자상태를 비침습적

으로 평가하는데 더욱 도움이 될 것이다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 심근분절들을 특정 혈관영역에 고정배치하여 분석하였으므로 실제 환자에서 나타나는 관상동맥 공급 영역의 다양성을 감당하지 못하였다. 분석을 쉽게하기 위하여 혈관이식이 시행되지 않은 영역의 심근분절들은 관류분절점수의 변화가 있더라도 분석에서 제외하였다. 환자 개인의 개인차를 분석하기 위하여는 관상동맥조영술결과를 입체로 표현하는 방법이 개발 도입되어야 할 것이다. 혈관이식을 시행하였더라도 이식편을 연결한 부위를 정확히 표시하여 역시 입체로 표현한 심근 관류의 양상과 비교할 수 있도록 여러 방법을 개발하여야 한다고 생각한다.

요 약

디피리다몰부하 및 휴식기 심근 SPECT를 통해 수술결과를 평가하였다. 수술전 관류감소를 보이는 분절들의 74%에서 심근관류가 호전되었으며 중증 지속적 관류결손을 보였던 분절도 일부(43%) 수술후 관류가 호전되었다. 관상동맥영역별로는 62%의 영역이 수술후 관류가 호전되었으며, 환자예를 기준으로하면 수술환자 47%가 수술후 심근관류가 호전되었다. 수술전에 정상이었던 관류가 악화된 예와 수술전관류보다 나빠진 관류소견을 보이는 예가 있었다. 수술대상 관상동맥을 결정하는데 수술전 부하/심근SPECT를 참고하여야 할 것인지 조사하여야 한다고 생각하였다.

REFERENCES

- 1) McIntosh HD, Garcia JA: *The first decade of aortocoronary bypass grafting. Circulation 1967-1977: a review.* 1978;57:405-431
- 2) European Coronary Surgery Study Group: *Prospective randomized study of coronary artery bypass surgery in stable angina pectoris. Lancet 1980;2:491-495*
- 3) Assad-Morell JL, Frye RL, Connolly DC, Davis GD, Pluth JR, Wallace RB, Barnhorst DA, Elveback LR, Danielson GK: *Aorta-coronary artery saphenous vein bypass surgery: Clinical and angiographic results. Mayo Clin Proc, 1975; 50:379-386*
- 4) Kouchoukos NT, Kirklin JW, Oberman A: *An*

- appraisal of coronary bypass grafting. *Circulation* 1974;50:11-16
- 5) Benchimol A, Dos Santos A, Desser KB: Relief of angina pectoris in patients with occluded coronary bypass grafts. *Am J Med* 1976;60:339-43
 - 6) Di Luzio VD, Roy PR, Sowton E: Angina in patients with occluded aorto-coronary vein grafts. *Br Heart J* 1974;36:139-47
 - 7) 김상은, 남기병, 최창운, 최기준, 이동수, 손대원, 안규리, 정준기, 이명목, 이명철, 박영배, 최윤식, 서정돈, 이영우, 고창순: Thallium-201 심근단층영상의 정량적분석. *대한핵의학회지* 1991;25:165-176
 - 8) 이명철, 이동수, 이명용, 최창운, 손대원, 정준기, 이명목, 박영배, 서정돈, 이영우, 고창순: 관동맥질환에서 디피리다몰부하 Tc-99m-MIBI 심근SPECT극성지도와 관동맥조영술의 비교. *대한핵의학회지* 1993;27:51-58
 - 9) Verani MS, Marcus ML, Spoto G, Rossi NP, Ehrhardt JC, Razzak MA: Thallium-201 myocardial perfusion scintigrams in the evaluation of aorto-coronary saphenous bypass surgery. *J Nucl Med* 1978;19:765-772
 - 10) Iskandrian AS, Haaz W, Segal BL, Kane SA: Exercise thallium-201 scintigraphy in evaluating aorto-coronary bypass surgery. *Chest* 1981;80:11-15
 - 11) Ritchie JL, Narahara KA, Trobaugh GB, Williams DL, Hamilton GW: Thallium-201 myocardial imaging before and after coronary revascularization. Assessment of regional myocardial blood flow and graft pateny. *Circulation* 1977;56:830-836
 - 12) Pfisterer M, Emmenegger H, Schmitt HE, Mueller-Brand J, Hasse J, Graedel E, Laver MB, Burckhardt D, Burkart F: 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
 - 13) Hirzel HO, Nuesch K, Sialer G, Horst W, Krayenbuehl HP: Thallium-201 exercise myocardial imaging to evaluate myocardial perfusion after coronary artery bypass surgery. *Br Heart J* 1980;43:426-435
 - 14) 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
 - 15) Palmas W, Bingham S, Diamond GA, Denton TA, Kiat H, Friedman JD, Scarlat D, Maddahi J, Cohen I, Berman DS: Incremental prognostic value of exercise Thallium-201 myocardial single photon emission computed tomography late after coronary artery bypass surgery. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:403-9
 - 16) 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* 1989;48:19-25
 - 17) Botvinick EH, Dae MW: Dipyridamole perfusion scintigraphy. *Sem Nucl Med* 1991;21:242-265
 - 18) Fitzgibbon GM, Leach AJ, Kafka WJ, Keon WJ: Coronary bypass graft fate: long term angiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1991;17:1075-80
 - 19) Beller GA, Watson DD: Physiological basis of myocardial perfusion imaging with the technetium-99m agents. *Sem Nucl Med* 1991;21:173-181
 - 20) 이동수: 심장핵의학. *순환기* 1995;25:19-26
 - 21) 여정석, 이동수, 강건욱, 손대원, 오병희, 이명목, 정준기, 박영배, 이명철, 서정돈, 이영우, 고창순: 휴식 Tl-201/부하 Tc-99m-MIBI 심근 SPECT의 관상동맥질환 진단 정확성(초록). *대한내과학회지* 1995;47 Suppl I:196