

# 관상동맥 질환에서 우회로 수술 전 Tl-201 휴식-24시간 지연 심근 관류 SPECT를 이용한 심근생존능의 평가

서울대학교병원 핵의학과, 흉부외과\*, 내과\*\*

윤석남 · 이동수 · 김기봉\* · 이원우 · 정준기 · 이명철 · 서정돈\*\* · 고창순

= Abstract =

## Viability Assessment with Tl-201 Rest-24 hour Delay Redistribution SPECT before Coronary Artery Bypass Graft in Coronary Artery Diseases

Seok Nam Yoon, M.D., Dong Soo Lee, M.D., Ki Bong Kim, M.D.\*  
Won Woo Lee, M.D., June-Key Chung, M.D., Myung Chul Lee, M.D.  
Jung Don Seo, M.D.\*\* and Chang-Soon Koh, M.D.

*Departments of Nuclear Medicine, Thoracic Surgery\* and Internal Medicine\*\*  
Seoul National University Hospital, Seoul, Korea*

To assess contribution of Tl-201 rest-24 hour delay redistribution in detection of viable myocardium, we studied the predictive value of this redistribution in 17 patients who performed rest-24 hour delay perfusion SPECT before bypass surgery. Regional wall motion was compared with gated SPECT in 10 patients and echocardiography in 7 patients before and after bypass surgery. Rest and 24 hour delayed uptakes were scored from 0 (normal perfusion) to 3 (defect). In rest SPECT, 56 segments showed perfusion decrease. Thirty four segments(61%) improved after surgery and were defined as viable. Nineteen(34%) segments had more uptake of Tl-201 at 24 hour delay, and the other 37 segments did not.

In 81%(25/31) of segments with mildly decreased perfusion, wall motion after bypass surgery improved, 57% (8/14) of segments with severely decreased perfusion improved, and 9%(1/11) of segments with defects improved. In 14 among 19 segments which had more Tl-201 uptakes at 24 hour delay, wall motion was improved(positive predictive value of redistribution: 74%). 20 among 37 segments which had persistent decreases in rest-24 hour redistribution improved and 17 did not(negative predictive value: 46%). Segments having severe perfusion decrease or defects showed improved wall motion after surgery in 64%(7/11), if it had redistribution at delay. Segments with either mildly decreased uptake in resting or rest-delayed redistribution showed improved wall motion in 76%(32/42).

Among the 14 segments which showed improvement in wall motion, 10 had partial reversibility in stress-rest images and the other 4 had persistent perfusion defects in stress-rest images. These 4 segments were found viable only with rest-24 hour delayed perfusion SPECT.

We concluded that rest Tl-201 uptake or redistribution at 24 hour delay should be referred as an evidence to warrant postoperative improvement of abnormal wall motion and

이 연구는 1995년도 서울대학교병원 지정 진료 연구비(02-95-201)의 보조로 이루어졌음.

통신저자 : 110-744 서울대학교병원 핵의학과 이동수

we could predict myocardial viability with preoperative rest-24 hour delay perfusion SPECT in the segments with rest perfusion decreases.

**Key Words :** Coronary artery bypass graft, Viability, Tl-201 rest-24 hour delay SPECT, Redistribution

## 서 론

심근생존능을 진단하는 금과옥조(gold standard)는 경과 관찰 후 심근 수축 기능이 회복되는지 여부를 보는 것이다. 관상동맥 질환에서 혈관성형술이나 우회로수술에 의한 재관류 후에 심근벽운동이 호전이 되면 이를 생존심근이라 진단한다<sup>1)</sup>.

양전자단층촬영술(positron emission tomography: PET)은 심근의 혈류와 심근 세포의 대사를 모두 평가할 수 있어 생존심근을 가장 예민하게 찾을 수 있다<sup>2)</sup>. 대사를 측정하는 대신 단지 혈류만 측정하여 생존심근을 평가할 수 있다는 보고가 있다<sup>3)</sup>. 심근 관류 단일광자단층촬영술(single photon emission computed tomography: SPECT)로 휴식기에 Tc-99m-MIBI<sup>4)</sup> 또는 Tl-201<sup>5)</sup> 섭취가 덜 감소된 심근이 생존 가능성이 높다고 한다. 부하-재분포 Tl-201 SPECT에서 혈류가 몹시 감소된 분절도 24시간 지연 영상에서 재분포 되면 생존능이 있다<sup>6, 7)</sup>. 부하/재분포/지연 영상 대신 Tl-201의 휴식/재분포 방법으로 휴식기 주사 후 4시간<sup>8-13)</sup> 또는 24시간<sup>14, 15)</sup> 지연 영상을 얻어 재분포 되는지 보아 생존심근을 진단할 수 있다.

이 연구는 휴식기 Tl-201/부하 Tc-99m-MIBI/24시간 지연 Tl-201 SPECT에서 휴식기 Tl-201 24시간 지연 Tl-201 SPECT가 생존심근을 예측하는 성능을 평가하였다. 이 검사 방법의 관상동맥 질환 진단 성능은 통상적인 SPECT 검사법과 비슷하였다<sup>17)</sup>. 이 연구에서는 이 검사 방법의 수술 전 Tl-201의 휴식-24시간 지연 영상으로 수술 후의 심근벽 운동의 호전 여부를 얼마나 예측할 수 있는지 알아보려 하였다. 관동맥우회로수술 전 휴식기 관류SPECT에서 결손이 있어 24시간 지연 영상을 얻은 환자를 대상으로 전향적으로 수술 후의 심근벽 운동의 호전을 예측하는 성능을 평가하였다.

## 대상과 방법

### 1. 연구 대상

서울대학교 병원에서 1995년 1월부터 96년 4월까지 흉통으로 입원하여 관동맥우회로수술을 실시한 환자 중 수술 전에 휴식기 Tl-201/지연 재분포 심근 관류 SPECT를 시행하였고 수술 후의 경과 관찰이 가능하였던 17명을 대상으로 하였다. 남자 15명, 여자 2명으로 평균 연령은 58세였다. 세혈관질환이 11예, 두혈관질환이 3예, 단일혈관질환이 3예였다. 17명의 환자에서 모두 48개의 혈관 영역을 수술하였다. 한 환자에서 1개이상 4개까지의 혈관이식편을 연결하였다.

이 환자들의 수술 후 심근벽 운동의 평가를 위한 경과 관찰 기간은 평균 2.9개월(0.5-6개월)이었다(0.5개월 3명, 1개월 1명, 3개월 12명, 6개월 1명).

### 2. 방 법

#### 1) 심도자 및 관동맥조영술

좌심실 및 관동맥조영술은 Judkin의 방법을 이용하여 여러 각도에서 35mm 시네필름으로 초당 30 단위 영상의 속도로 촬영을 하여 육안적 협착정도를 분석하였다. 좌심실조영술로 수술 전 심근벽운동을 평가하였다.

#### 2) Tl-201 휴식/지연 재분포 심근 관류 SPECT

111MBq(3mCi)의 Tl-201을 주사한 후 저에너지 고분해능 평행구명조준기를 이용하여 타원형으로 360도를 3도 간격으로 멈춤당 15초씩 총 120 투사 영상을 촬영하여 64X64 매트릭스의 휴식기 영상을 얻었다. 0.56mg/kg의 디피리다몰을 4분간에 걸쳐 주사하여 부하를 실시하고 370MBq(10mCi)의 Tc-99m-MIBI를 주사한 후에 1시간 경과 후에 휴식기 영상과 같은 방법으로 부하기 영상을 얻었다. 환자는 24시간 후에 Tl-201의 재분포 영상을 얻기 위해서 멈춤당 25초씩 지연 영상을 얻었다. 360도 타원형 회전하면서 얻은 투사 영상으로부터 좌전사위 45도에서 좌후사위

45도 데이터만을 골라 재구성하였다. 심근벽 운동을 평가하기 위하여 Tc-99m-MIBI 부하영상을 촬영할 때 게이트방식으로 얻었다. 게이트영상은 8 단위영상(frame)으로 전체 촬영 시간은 멈춤마다 따로 얻는 방식으로 총 16-17분 가량 획득하였다. Metz여과기로 재구성하여 동영상 표현 방식(cine)으로 모니터에 표시하여 심근벽 운동을 평가하였다. 심근의 영역을 단축 영상에서 심기저부를 6개, 중간 부분을 6개, 그리고 심첨부를 4개, 또한 수평 장축 단면상에서 심첨부를 1개로 구분하여 전체 17개의 분절로 나누었다<sup>17)</sup>. 각 분절의 관류 상태는 0에서 3까지의 4 단계로 등급화 하여 관류 분절 점수를 산정하였다(점수 0: 정상, 1: 약간 감소, 2: 심한 감소, 3: 결손). 부하-휴식 및 휴식-지연 영상을 비교하여 호전되는 분절, 변화가 없는 분절, 오히려 악화되는 분절들로 나누었다.

### 3) 심근 생존능의 판정

심근벽 운동을 정상(점수 0), 운동 저하(1), 무운동(2), 이상 운동(3) 4 단계로 판정하였다. 생존심근의 판정은 수술 전보다 1단계 이상이 호전된 경우로 하였다. 심근벽 운동의 평가는 10명의 환자에서는 시술 전후의 게이트 SPECT로 게이트 동영상을 판독하여 심근벽 운동의 호전 여부를 육안 판정하였고, 7명의 환자에서는 심초음파로 수술 전후의 심근벽 운동을 평가하여 비교하였다.

휴식기의 관류 상태에 따른 심근 분절의 심근벽 운동의 호전 여부를 관찰하였다. 휴식-지연 영상에서 재분포의 유무에 따라 심근벽 운동이 호전되는지 여부를 비교하였다.

수술 전 심근벽 운동은 총 289분절 중 운동 저하(점수 1)를 보인 분절이 17분절, 무운동(점수 2)을 보인 경우가 39분절로 총 56분절(19.3%)을 대상으로 하였다.

### 4) 통계 처리

군간 차이는 Student의 t 검정을 하였다.

## 결 과

### 1. 수술 전 운동 이상 심근의 수술 후 호전

관류 결손을 보인 분절의 수술 전 운동 상태는 운동 저하가 17분절 무운동이 39분절이었다. 운동 저하를 보인 분절 중에서 10분절이 수술 후 호전되었으며

표 1. 수술전 심근벽운동저하 정도에 따른 수술후 벽운동 호전여부의 비교

	심근 벽운동 호전	심근 벽운동 호전안됨	
저운동	10	7	17
무운동	24	15	39
계	34	22	56

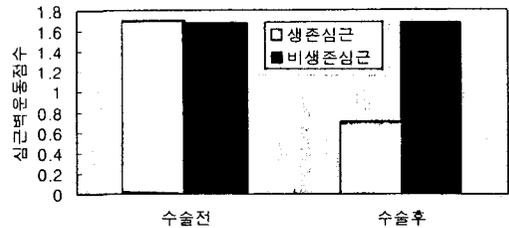


그림 1. 수술전과 수술후의 심근벽운동의 변화.

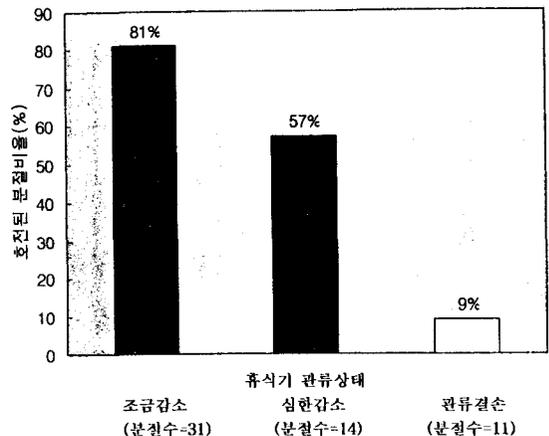


그림 2. 휴식기 관류상태에 따른 심근생존능.

7분절은 변화가 없었다. 무운동 39분절 중 24분절은 호전되었고 15분절은 변화가 없었다(표 1). 벽운동이 호전된 생존심근은 모두 34분절(61%)이었고 벽운동이 호전되지 않은 비생존심근이 22분절(39%)이었다.

수술 후에 심근벽 운동이 호전된 경우 생존심근이라 보았으며 생존심근과 비생존심근의 수술 전 심근벽 운동 장애 정도는 비슷하였다(그림 1).

### 2. 휴식기 관류와 심근생존능

휴식시 관류가 감소된 분절은 56분절 중 관류가 조금 감소된 분절(점수 1)이 31분절(55%), 감소가 심한

분절(점수 2)이 14분절(25%), 관류가 결손된 분절(점수 3)이 11분절(20%)이었다. 관류가 조금 감소된 31분절 중 25분절(81%), 심하게 감소된 분절 중 8분절(57%), 관류가 결손된 11분절 중 1분절(9%)이 수술 후 심근벽 운동이 호전되었다. 휴식기의 관류 감소가 가벼울수록 심근벽 운동이 많이 호전되었다(그림 2).

### 3. 휴식-24시간 지연 재분포와 심근생존능

휴식기 관류 감소를 보였던 56분절을 휴식-지연 영상에서의 재분포 여부에 의해서 나누어 보면 37분절(66%)에서 재분포가 없는 고정된 관류 감소를 보였으며 19분절(34%)에서 24시간 지연 재분포를 보였다. 재분포가 없었던 37분절 중 20분절(54%)에서 심근벽 운동이 호전되었다. 재분포를 보였던 19분절은 14분절(74%)에서 심근벽 운동이 호전되었다(그림 3).

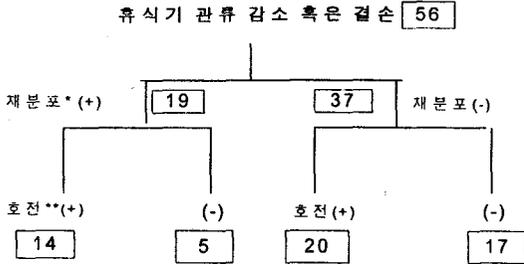


그림 3. 휴식-24시간 지연 재분포에 따른 심근 생존능. (\*: 24시간 지연 재분포, \*\*: 수술 후 심근벽 운동 호전)

### 4. 휴식기 관류와 지연 재분포에 따른 심근생존능 (그림 4)

휴식기에 관류가 조금 감소된 분절 31분절이었고 지연 재분포되지 않았던 23분절 중 18분절(78%)에서 심근벽 운동이 호전되었다. 휴식기 관류가 심하게 감소되고 지연 재분포를 보이지 않았던 7개 분절은 2개 분절(28%)만 호전되었다. 관류 결손이며 지연 재분포 않았던 7개 분절은 어떤 분절도 심근벽 운동이 호전되지 않았다.

휴식기 관류가 조금 감소된 8개 분절이 지연 재분포 보였는데 이중 7분절(88%)이 수술 후 호전되었다. 휴식기 관류감소가 심한 7개 분절이 지연 재분포되었는데 이중 6분절(86%)이 호전되었다. 관류 결손을 보였던 4개 분절이 지연 재분포 1분절만이 심근벽 운동이 호전되었다.

재분포 되었지만 심근벽 운동이 호전되지 않았던 분절이 5개 있었는데 이들 중 3개 분절이 수술 전 심근벽 장애가 무운동 상태를, 2개 분절은 운동 기능 저하를 보였다. 이들의 휴식기 관류는 3개 분절이 관류 결손이 있었고 관류감소가 가벼운 것이 1, 심한 것이 각각 1개이었다.

### 5. 휴식-24시간 지연 재분포 소견의 생존심근의 예측 성능

휴식기 관류가 조금 감소되었음으로 벽운동 호전을 예측하는 예측능은 81%(25/31)이었다. 심한 관류 감소(점수 2)나 결손(점수 3)을 보인 25분절 중에는 재분포가 있는 경우 64%(7/11)에서 수술 후 호전되었

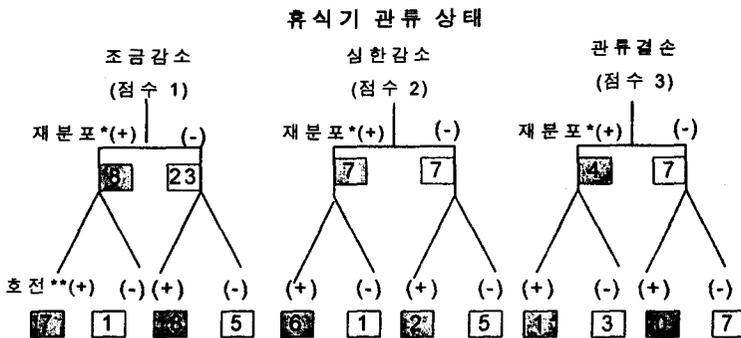


그림 4. 휴식기 심근관류 저하정도에 재분포여부에 따른 심근생존능의 비교. (\*: 24시간 지연 재분포, \*\*: 수술후 심근벽운동 호전)

**표 2. 휴식-24시간 지연영상 재분포소견의 생존심근 양성예측도비교(\*p<0.05, student t 검정)**

		양성 예측율
휴식기관류	조금감소(점수1)	81%
휴식기관류	심한감소(점수 2) 또는 관류결손(그림 3)	36% (9/25)
	재분포	64% (7/11)*
	재분포 없음	15% (2/14)*

**표 3. 휴식기 관류 및 지연재분포 유무의 양성 및 음성예측율**

	양성 예측율	음성 예측율
휴식기관류 조금감소	81%	64%
24시간 재분포	74%	46%
휴식기관류 조금감소 또는 24시간 재분포	76%	85%

으며 재분포가 없는 경우는 15%(2/14)에서 호전되어 유의한 차이가 있었다(p<0.05)(표 2).

재분포 유무만으로 벽운동 호전을 예측하는 예측 성능은 양성예측율 74%(14/19), 음성예측율 46%(17/37)이었다. 휴식기 관류가 조금 감소하였거나 24시간에 재분포하는 심근의 경우 양성예측율은 76%(32/42)이었다. 휴식기 관류 감소 정도가 가법지도 24시간에 재분포하지도 않는 경우 호전되지 않는 음성예측율은 85%(12/14)이었다(표 3).

## 6. 부하-휴식에 의한 생존능 검출 성능의 휴식-지연 재분포에 의한 향상

휴식기 관류 감소 후 지연 재분포 되었으며 수술 후에 벽운동이 호전된 14개 분절 중 10분절(71%)은 부하-휴식 사이에도 부분 가역성을 보였다. 그러나 4개 분절(29%)은 부하-휴식 영상에서 고정 관류 결손 또는 중증 관류 감소를 보였다. 3개의 분절은 부하기 중증 관류 감소(점수 2)에서 휴식기에도 중증 관류 감소이었고 1개 분절은 부하기에도 관류 결손(점수 3), 휴식기에도 관류 결손이었다.

부하-휴식기 영상에서 관류 감소의 가역성이 없었던 4개의 분절에서 24시간 지연 영상에서 재분포를 보였으며 수술 후 벽운동이 호전되었다. 이 분절은 부하-휴식 만으로는 심근생존능을 예측할 수 없었던 예

로 휴식-지연 재분포로 생존 여부가 판정되었다.

## 고 찰

Tl-201 부하/재분포/지연 SPECT나 Tl-201 휴식/재분포 SPECT로 생존심근을 진단할 수 있다<sup>6-15)</sup>. F-18-FDG PET과 저용량 도부타민 부하 초음파 검사가 모두 재주사법 Tl-201 SPECT 보다는 진단 성능이 조금 우수하다는 보고가 있었다<sup>18)</sup>. PET은 검사 가능한 곳이 적고 우리 나라에서는 현재 두 곳에서만 검사가 가능하다. 저용량 도부타민 심초음파 검사는 심근 혈류를 함께 평가할 수 없다는 단점이 있다.

생존심근은 수술 후에 심근 혈류와 아울러 심근벽 운동이 호전된다. 심근 벽 운동이 호전되는 것이 생존 심근을 판정하는 가장 엄격한 기준이다<sup>1)</sup>. 심근벽 운동이 호전되려면 관류개선이 동반되어야 한다. 그런데 우회로 수술을 시행한 심근의 혈류가 언제나 호전되는 것은 아니다. 수술로 오히려 악화되는 경우도 있다<sup>16)</sup>. 이럴 때 생존심근으로 판정한 심근의 벽운동은 관류가 개선되지 않았기 때문에 호전되지 않을 수 있다. 따라서 이론적으로 생존심근의 양성예측율은 100%일 수 없다. 우리 병원에서 관동맥우회로수술을 받은 환자들의 수술 전 관류 감소를 보이는 분절들 중에는 74-81%에서 수술 후 심근 관류가 호전되었다<sup>16, 19)</sup>.

이 연구에서 생존심근을 정의하기 위하여 관동맥우회로수술 후에 심근벽 운동이 호전되었는지를 보았다. 관동맥우회로수술 전에 정상 혈류를 보인 분절은 분석에서 제외하였으므로 이 연구에 포함된 분절 들은 휴식기 관류 이상이 있었던 56분절(19%) 들이었다. 이 56개의 분절은 전체 수술한 44동맥 영역의 48개의 혈관을 연결한 264분절들 중 21%에 해당하였다.

### 1. 휴식기 Tl-201 섭취

휴식기에 주사하여 섭취된 Tl-201의 양을 평가하여 심근 생존 여부를 예측할 수 있다<sup>20)</sup>. 그 근거로 Tl-201은 심근 세포의 Na-K-ATPase활성이 살아 있어야 조직에 저류될 수 있고 심근 관류에 비례하여 심근 세포에 섭취되긴 하지만 Tl-201이 섭취된다는 것은 세포가 생존하여 있음을 나타낸다. Zimmermann 등<sup>5)</sup>은 재분포 특히 Tl-201재주사법에서 보이는 관류 결손에서 분절의 잔여 Tl-201 섭취 정도가

심근에 유지된 살아 있는 심근 세포 수와 비례 관계가 있음을 보이고 관류 결손 분절의 Tl-201 섭취가 심근 생존능을 반영한다고 하였다. Tl-201을 재주사하였을 때 재주사 후 섭취가 증가된 분절이 섭취가 증가되지 않은 분절에 비해 섬유화가 훨씬 적었다.

이 연구에서 휴식기에 관류가 감소된 정도를 보아 생존심근을 예측할 수 있었다. 휴식기 Tl-201 섭취가 조금 감소한 분절이 관류 결손 분절 보다 생존심근일 빈도가 높았다. Tl-201 부하-재분포의 재분포 영상에서 재분포 영상을 휴식기 영상으로 간주하면 휴식기 관류를 과소평가하게 된다<sup>6, 7</sup>. 부하 후 재분포 때에는 휴식기만큼 Tl-201이 섭취되지 못하기 때문이다. 우리가 사용한 검사 방법은 휴식기에 주사하고 영상을 얻기 때문에 부하기의 분포에서 재분포된 것이 아니라 참으로 휴식기 영상을 얻은 것이다. 부하-재분포의 재분포 영상보다 우리 검사 방법에 따른 휴식기 영상인 심근 생존능을 더 잘 반영하였을 가능성이 크다.

## 2. 휴식 지연기의 Tl-201 재분포

휴식기에 주사한 Tl-201에 의한 섭취도 지연기 영상을 얻으면 재분포된다<sup>8-15</sup>. 휴식기와 지연 영상을 비교하였을 때 지연 영상에 Tl-201 섭취가 향상되는 분절이 재관류치료 후에 생존 가능성이 높았다<sup>8, 14, 20</sup>. Tl-201 휴식-재분포 영상을 근거로 심근생존능을 평가한 심근생존능의 양성예측도는 57-92%, 음성예측도는 62-100%로 상당한 차이가 있다<sup>2, 8, 14, 20</sup>. 이 연구의 양성예측도는 74%이었다.

휴식-지연기에 재분포된 분절은 부하-휴식 영상에 부분 가역성을 보였다가 24시간 지연기에 Tl-201 섭취가 더 좋아진 분절이 여럿 있었고 수술 후 호전되었다. 이중 4분절은 부하-휴식 사이에는 전혀 차이가 없는 고정 결손으로 보였었는데 지연 영상에서 재분포 소견을 보였고 수술 후 벽운동이 호전되었다. 이 때는 지연 영상을 얻었기 때문에 생존심근을 찾을 수 있었다고 생각한다.

휴식-재분포 스캔에서 재분포 유무만 보아서 재분포가 없다고 생존 심근이 아니라고 판정하면 46%만 맞으므로 반 수 이상에서 예측이 틀렸다. 휴식기 관류가 많이 감소되지 않았으면 재분포되지 않는다 하더라도 벽운동이 호전되기 때문이었다. 따라서 재분포 여부를 보기 이전에 휴식기 관류감소 정도를 평가하는

것이 중요하였다. 휴식기 관류가 중증 또는 결손이었던 분절이 재분포를 보이면 64%가 생존한 심근이고 재분포도 없으면 15%만이 수술 후에 벽운동이 호전되었다. 중증 이상의 관류 결손을 보이는 곳에 재분포마저 없는 경우 생존 가능성은 15%였다.

따라서 휴식기 관류감소가 심하며 동시에 지연기에 재분포되지 않은 경우 비생존심근임을 85%에서 예측할 수 있었다.

## 3. 휴식 4시간 지연과 24시간 지연의 비교

휴식기에 주사한 Tl-201이 심근에 섭취되는데 얼마나 시간이 걸리는지, 바꾸어 말하면, 주사 후 4시간과 24시간 사이에 재분포 정도 차이가 있는지를 비교한 보고는 없다. 그런데 휴식기 주사 후 4시간에는 휴식기 Tl-201 섭취와 별 차이가 없다는 보고<sup>22</sup>가 있다. 이들은 그 이유로 휴식기 Tl-201 영상을 주사 후 30분이 지난 후에 얻은 것을 휴식기 영상으로 보고 4시간 후에는 더 이상 재분포가 없고, 재분포될 분절은 30분-1시간 사이에 이미 재분포 완료하였기 때문이라고 해석하였다. 그러나 여러 저자들<sup>8, 20, 21</sup>이 4시간 재분포로 수술 후 심근벽 운동의 호전 가능성을 잘 예측할 수 있다고 하였다. 다른 저자들도<sup>9, 10-13, 23</sup> 휴식-재분포 Tl-201 SPECT의 생존심근 검출 성능을 제시하였다. 다만 이들은 수술 후 벽운동 호전 예측 성능은 언급하지 못하고 F-18-FDG 섭취 또는 관류 호전을 기준으로 삼았다. 이들 보고를 종합하면 4시간 재분포로도 어느 정도 생존심근을 찾을 수 있을 것으로 보인다.

그러나 4시간 재분포 영상에 Tl-201이 섭취되지 않은 분절도 반 수가 F-18-FDG를 섭취하므로 살아 있다는 보고<sup>22</sup>가 있다. 이들은 4시간 재분포가 충분하지 않다고 하였다. 우리가 사용한 검사 방법은 휴식기 Tl-201을 촬영한 후 이어서 부하기 Tc-99m-MIBI를 촬영한다. 따라서 4시간 지연 영상은 얻을 수 없는 대신 24시간 지연 영상을 얻을 수 있었다. 우리는 휴식기에 주사한 Tl-201의 24시간 지연 관류상에 Tl-201 섭취가 재분포를 보이는 환자 예가 50% 가까움을 보고하였다<sup>23</sup>. 이 연구에서 대상으로 삼은 56개의 분절 중에는 재분포를 보였던 분절이 33%이었다. 이런 분절이 우리 연구의 대상이었다.

Tl-201의 섭취를 향상시키기 위하여 포도당과 인

술린을 투여하는 법<sup>24)</sup>, 질산염(nitrate)제제를 투여하는 법<sup>25)</sup>이 제안되어 있다. 휴식기와 부하기 영상을 얻은 후 그 다음날 촬영하기 전까지 음식은 마음대로 섭취하고 투약을 재개하였다. 이런 자극이 Tl-201의 재분포에 도움이 되었을 것으로 생각한다.

Marzullo 등<sup>14)</sup>의 보고가 우리와 같이 휴식 24시간 Tl-201 SPECT로 수술 후 벽운동의 호전 가능성을 예측하였다. 이들의 양성예측도는 95%, 음성예측도는 77%이었다. 그러나 이들은 SPECT대신 평면 영상을 사용하였다.

이미 발표한 것처럼<sup>23)</sup> 휴식 Tl-201/부하 Tc-99m MIBI 관류SPECT방법이 관동맥 질환을 진단하는데 87%의 예민도를 보여 그 성능이 Tc-99m-MIBI부하/휴식이나 휴식/부하 검사 또는 Tl-201 부하/재분포 검사에 못지 않았다. 우리는 이 연구에서 Tl-201 휴식기 영상에서 휴식기 섭취를 평가하고 심한 관류감소를 보이는 분절은 24시간 지연 재분포 영상을 얻어 지속 관류감소 부위의 생존 여부를 평가할 수 있음을 보였다. 따라서 휴식 Tl-201/부하 Tc-99m MIBI/24시간 지연 Tl-201 SPECT는 두 가지 목적에 모두 적절한 검사 방법이었다. 이 검사 방법이 관상동맥 질환의 진단과 생존심근을 찾는 데 바람직한 검사로 생각하였다.

#### 4. 연구의 제한점

관동맥우회로수술 후의 좌심실 기능을 연속적으로 추적한 연구에서 수술 후 초기에 심근생존능을 평가하는 것은 심근 기절 현상 또는 지연 회복 현상으로 알려진 현상 때문에 심근 기능 회복의 빈도와 정도를 과소평가할 수 있다고 지적하였다<sup>26)</sup>. 이 연구에서 우리는 심근벽 운동을 평균 2.9개월 후에 평가하였지만 그 중에는 6분절은 수술 후 2주만에 평가한 환자가 있다. 평가 당시 2분절은 심근벽 운동이 수술 전에 비해 호전을 보였지만 4분절은 호전이 없어 비생존심근이라 단정할 수 없었다. 생존심근을 판정하는 경과 관찰의 기간은 3개월 후로 고정하는 것이 바람직하다. 수술 후 3, 6, 9, 12개월에 각각 지연 호전되는 분절이 있지만<sup>8)</sup> 수술 후 재협착 또는 우회로 폐색이 일어나는 것을 고려하여 원도우라 할 시기에 평가하는 것이 좋기 때문이다.

우리의 검사 방법은 휴식기 검사에 관류감소가 있

는지 판정하여 있는 예만 24시간 지연 분포 영상을 얻는다. 24시간 영상을 얻을 때 환자와 검사실이 겪는 불편을 고려하여 정한 검사 방법이다. 그러나 이 때문에 첫째 휴식기 관류는 정상인데 24시간에 섭취 감소되는 분절은 조사하지 못하였다. 휴식기 섭취는 정상이고 24시간에는 섭취가 주는 분절과 계속 정상인 분절은 그 의의가 다를 것이다.

분절 심근이 생존하였는지 예측하는 것과 생존심근 분절을 가진 어떤 한 환자에서 수술이 필요한지 여부를 판정하는 것이 같지 않다. 어떤 환자에 PET과 같은 검사를 하여야 하는지는 PET으로 얼마나 여러 환자가 수술해도 좋은지 또는 해야 하는지에 달려 있다. 그러나 Tl-201 휴식/지연 검사에도 생존능이 입증되지 않은 분절이 얼마나 많이 회복 가능 한지 조사한 자료가 도움은 될 것이다.

휴식기 벽운동만 평가하여 비교하였으므로 수술 전에 부하기 관류가 비정상이며 벽운동이 이상이 있는 경우는 분석 대상에서 제외하였다. 이 연구의 결과는 수술에 의해 부하 관류가 호전되었다든지 부하기 벽운동이 호전되었는지 여부를 평가하지는 않았다. 오히려 이 연구는 수술에 의해 휴식기 벽운동이 호전된 심근 분절을 휴식-지연 Tl-201 SPECT로 얼마나 예측 가능 한지 성능에 초점을 맞추었다.

#### 요 약

관상동맥 질환으로 관동맥 우회로 수술을 받은 환자에서 수술 전에 휴식-24시간 지연 영상을 얻어 휴식기 Tl-201 섭취와 24시간 후의 재분포 여부를 평가하여 수술 후 심근벽 운동이 호전되었는지 여부와 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 대상 환자 17명에서 휴식기 관류가 정상이 아닌 분절이 56분절이었으며 이 중 조금 감소된 분절이 31분절, 감소가 심한 분절이 14분절, 결손인 분절이 11분절이었다. 24시간 지연 영상에서 재분포를 보인 분절이 19분절, 재분포가 없었던 분절이 37분절이었다.

2) 56분절 중 수술 후에 호전된 분절이 34분절(61%), 호전되지 않은 분절이 22분절(39%)이었다. 호전된 분절을 생존심근 호전되지 않은 심근을 비생존심근으로 보았다.

3) 휴식기 Tl-201 섭취가 조금 감소한 경우 수술

후 심근벽 운동이 호전될 가능성이 컸다.

4) 휴식기 Tl-201섭취에 비해 지연기에 재분포된 19개 분절 중 74%에서 심근벽 운동이 호전되었다. 재분포가 없었던 37개 분절도 54%가 호전되었다.

5) 휴식기 관류감소가 심하지 않거나 재분포되었을 때 생존심근을 76%에서 예측할 수 있었다. 휴식기 관류감소가 심하며 동시에 지연기에 재분포되지 않은 경우 비생존심근임을 85%에서 예측할 수 있었다.

관동맥 우회로 수술 전에 얻은 휴식-24시간 지연 Tl-201 SPECT로 휴식기 Tl-201 섭취 정도와 지연기 재분포 여부를 관찰함으로써 수술 후 심근벽 운동의 호전 여부를 예측할 수 있었다. 휴식 Tl-201/디피리다몰 부하 Tc-99m-MIBI/지연 Tl-201 SPECT 검사로 관상동맥 질환을 진단할 수 있을 뿐 아니라 생존심근을 찾는 데 바람직한 검사로 생각하였다.

## REFERENCES

- 1) Gropler RJ, Bergmann SR: *Myocardial viability: what is the definition?*. *J Nucl Med* 1991;32:10-12
- 2) Maddahi J, Schelbert H, Brunken R, DiCarli M: *Role of thallium-201 and PET imaging in evaluation of myocardial viability and management of patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction*. *J Nucl Med* 1994;35:707-715
- 3) Bonow RO: *Assessment of myocardial viability in hibernating myocardium*. In: Murray IPC, Ell PJ, eds. *Nuclear medicine in clinical diagnosis and practice*. pp1199-1206 Edinburgh, Churchill Livingstone 1994
- 4) Soufer R, Dey HM, Ng CK, Zaret BL: *Comparison of sestamibi single-photon emission computed tomography with positron emission tomography for estimating left ventricular viability*. *Am J Cardiol* 1995;75:1214-1219
- 5) Zimmermann R, Mall G, Rauch B, Zimmer G, Gabel M, Zehelein J, Bubeck B, Tillmans H, Hagl S, Kubler W: *Residual Tl-201 activity in irreversible defects as a marker of myocardial viability. clinicopathological study*. *Circulation* 1995;91:1016-1021
- 6) Taki J, Nakajima K, Bunko H, Kawasuji M, Tonami N, Hisada K: *Twenty-four-hour quantitative thallium imaging for predicting beneficial revascularization*. *Eur J Nucl Med* 1994;21:1212-1217
- 7) Kiat H, Berman DS, Maddahi J, Yang LD, Van Train K, Rozanski A, Friedman J: *Late reversibility of tomographic myocardial Tl-201 defects: An accurate marker of myocardial viability*. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:1456-1463
- 8) Alfieri O, Canna G.L., Giubbini R, Pardini A, Zogno M, Fucci C: *Recovery of myocardial function. The ultimate target of coronary revascularization*. *Eur J Cardio-thorac Surg* 1993;7:325-330
- 9) Rosetti C, Landoni C, Lucignani G, Huang G, Bartorelli AL, Guazzi MD, Margonato A, Chierchia S, Galli L, Savi A: *Assessment of myocardial perfusion and viability with technetium-99m methoxyisobutylisonitrile and thallium-201 rest redistribution in chronic coronary artery disease*. *Eur J Nucl Med* 1995;22:1306
- 10) Anagnostopoulos C, Laney R, Pennell D, Proukakis H, Underwood R: *A comparison of resting images from two myocardial perfusion tracers*. *Eur J Nucl Med* 1995;22:1029-1034
- 11) Galassi AR, Centamore G, Fiscella A, Coppola A, Liberti F, Franco M, Palazzo G, Musumeci S, Galassi A: *Comparison of rest-redistribution thallium-201 imaging and reinjection after stress-redistribution for the assessment of myocardial viability in patients with left ventricular dysfunction secondary to coronary artery disease*. *Am J Cardiol* 1995;75:436-442
- 12) Cuocolo A, Maurea S, Pace L, Nicolai E, Nappi E, Imbriaco M, Trimarco B, Salvatore M: *Resting technetium-99m methoxyisobutylisonitrile cardiac imaging in chronic coronary artery disease: comparison with rest-redistribution thallium-201 scintigraphy*. *Eur J Nucl Med* 1993;20:1186-1192
- 13) Dondi M, Tartagni F, Fallani F, Fanti S, Marengo M, DiTommaso I, Zheng Q-F, Monetti N: *A comparison of rest sestamibi and rest-redistribution thallium single photon emission tomography: possible implications for myocardial viability detection in infarcted patients*. *Eur J Nucl Med* 1993;20:26-31
- 14) Marzullo P, Parodi O, Reisenhofer B, Sambucetti G, Picano E, Distanto A, Gimelli A, L'Abbate A: *Value of rest thallium-201/technetium-99m Sestamibi Scans and dobutamine echocardiography for detecting myocardial viability*. *Am J Cardiol* 1993;71:166-172

- 15) Tsukamoto T, Gotoh K, Yagi Y, Takatsu H, Terashima Y, Nagashima K, Yamamoto N, Hirakawa S: *Usefulness of resting thallium-201 delayed imaging for detecting myocardial viability in patients with previous myocardial infarction. Ann Nucl Med 1993;7:79-86*
- 16) 이동수, 이원우, 강건욱, 현인영, 김기봉, 정준기, 이명철, 고창순: 관동맥우회로술 전후의 디피리다몰 부하/휴식 심근 SPECT를 이용한 수술결과의 평가. 대한핵의학회지 1996;30:86-94
- 17) 여정석, 이동수, 강건욱, 손대원, 오병희, 이명묵, 정준기, 박영배, 이명철, 서정돈, 이영우, 고창순: 휴식 Tl-201/부하 Tc-99m-MIBI 심근 SPECT의 관상동맥질환 진단정확성. 대한핵의학회지 1996;30:112-117
- 18) Gerber B, Vanoverschelde JL, Robert A, D'Hondt Anne-M, DeKock M, Bol A, Melin JA: *Dobutamine echocardiography, thallium-201 SPECT and positron emission tomography. Which test for the prediction of myocardial viability? Circulation 1994;90:1-314(abstract)*
- 19) 이원우, 이동수, 김기봉, 정준기, 이명철, 고창순: 관동맥 우회로술 전후의 심근 SPECT로 평가한 심근관류의 호전. 대한흉부외과학회지 1996;(초록)
- 20) Ragosta M, Beller GA, Watson DD, Kaul S, Gimple W: *Quantitative planar rest-redistribution Tl-201 imaging in detection of myocardial viability and prediction of improvement in left ventricular function after coronary artery bypass surgery in patients with severely depressed left ventricular function. Circulation 1993;86:1630-1641*
- 21) Inglese E, Brambilla M, Dondi M, Pieri P, Sara R, Cannizzaro G, Cappagli M, Giordano A, Moscatelli G, Arrigo F, Tarolo GL: *Assessment of myocardial viability after thallium-201 reinjection or rest-redistribution imaging: a multicenter study. the Italian group of nuclear cardiology. J Nucl Med 1995;36:555-563*
- 22) Dilsizian V, Perrone-Filardi P, Arrighi JA, Bachrach SL, Quyyumi AA, Freedman NM, Bonow RO: *Concordance and discordance between stress-rest-reinjection and rest-redistribution thallium imaging for assessing viable myocardium. comparison with metabolic activity by positron emission tomography. Circulation 1993;88:941-952*
- 23) 이동수, 강건욱, 정준기, 이명철, 고창순: 휴식기 심근관류의 평가방법비교: 부하/휴식 Tc-99m-MIBI SPECT와 휴식 Tl-201 SPECT와 지연 Tl-201 SPECT. 대한핵의학회지(초록). 1995;29(2):197
- 24) Tartagni F, Fallani F, Corbelli C, Balletta A, Franchi R, Lombardi A, Bellanova B, Sardella A, Franco N, Monetti N: *Detecting hibernated myocardium with SPECT and thallium-glucose-insulin infusion. J Nucl Med 1995;36:1377-1383*
- 25) Senior R, Glenville B, Basu S, Sridhara BS, Anagnostou E, Stanbridge R, Edmondson SJ, Handler CE, Raftery EB, Lahiri A: *Dobutamine echocardiography and thallium-201 imaging predict functional improvement after revascularization in severe ischemic left ventricular dysfunction. Br Heart J 1995;74:358-364*
- 26) Ghods M, Pancholy S, Cave V, Cassel D, Heo J, Iskandrian AS: *Serial change in left ventricular function after coronary artery bypass: implications in viability assessment. Am Heart J 1995;129:20-23*