

급성심근경색환자의 심근생존능 평가에 있어서 Tl-201 재분포영상과 24시간 재주사영상의 역할

아주대학교 의과대학 핵의학교실, 순환기내과학교실¹

윤석남 · 배문선 · 박찬희 · 윤명호¹ · 최병일¹

= Abstract =

Role of Redistribution and 24 Hour ReInjection Images to assess Myocardial Viability in Patients with Acute Myocardial Infarction

Seok Nam Yoon, M.D., Moon Sun Pai, M.D., Chan H Park, M.D.
Myung Ho Yoon, M.D.¹ and Byung IL William Choi, M.D.¹

Department of Nuclear Medicine and Internal Medicine¹ Ajou University, Suwon, Korea

Purpose: We evaluated the importance of redistribution and 24 hour reinjection images in Tl-201 SPECT assessment of myocardial viability after acute myocardial infarction (AMI). **Materials and Methods:** We performed dipyridamole stress-4 hour redistribution-24 hour reinjection Tl-201 SPECT in 43 patients with recent AMI (4-16 days). The myocardium was divided into 16 segments and perfusion grade was measured visually with 4 point score from 0 to 3 (absent uptake to normal uptake). A perfusion defect with stress score 2 was considered moderate. A defect was considered severe if the stress score was 0 or 1 (absent uptake or severe perfusion decrease). Moderate defect on stress image were considered viable and segments with severe defect were considered viable if they showed improvement of 1 score or more on redistribution or reinjection images. We compared the results of viability assessment in stress-redistribution and stress-reinjection images. **Results:** On visual analysis, 344 of 688 segments (50%) had abnormal perfusion. Fifty two (15%) had moderate perfusion defects and 292 (85%) had severe perfusion defects on stress image. Of 292 severe stress defects, 53 were irreversible on redistribution and reversible on reinjection images, and 15 were reversible on redistribution and irreversible on reinjection images. Two hundred twenty four of 292 segments (76.7%) showed concordant results on stress-redistribution and stress-reinjection images. Therefore 24 hour reinjection image changed viability status from necrotic to viable in 53 segments of 292 severe stress defect (18%). However, myocardial viability was underestimated in only 5% (15/292) of severe defects by 24 hour reinjection. **Conclusion:** The 24 hour reinjection imaging is useful in the assessment of myocardial viability. It is more sensitive than 4 hour redistribution imaging. However, both redistribution and reinjection images are needed since they complement each other. (Korean J Nucl Med 1998;32:325-31)

Key Words: Tl-201, Acute myocardial infarction, Redistribution, ReInjection, Viability

Corresponding Author: Seok-Nam Yoon, M.D., Department of Nuclear Medicine, Ajou University Hospital
San 5, Wonchon-dong, Paldal-gu, Suwon, 442-749, Korea
Tel: (0331) 219-5939, 5947, Fax: (0331) 219-5950, E-mail: snyoon@madang.ajou.ac.kr

서 론

급성 심근경색 후에 생존 심근을 찾는 것은 이러한 생존 가능심근은 혈관확장술이나 관상동맥우회로술과 같은 재관류치료를 함으로써 심근벽 운동의 호전과 같은 심근의 기능이 호전되어 일상생활에서 도움을 얻을 수 있기 때문이다. 생존 가능심근을 찾는 데 TI-201을 이용하여 부하-재분포-재주사 방법이 보편적으로 이용되고 있고 그 역할을 인정받고 있다. 하지만 검사소요 시간이 많이 걸리고 또한 3번에 걸친 영상을 시행해야하는 단점이 있다. 3번의 검사에서 재분포 영상이 가장 많은 시간을 필요로 하기 때문에 이런 재분포영상을 생략하자는 의견도 제시되고 있다. 그러나 부하 후 재분포영상에서는 가역적인 변화를 보이나 재주사 후에 방출로 인해서 부하-재주사에서는 고정된 관류결손을 보이는 현상이 일어나기도 하는데 이는 재주사 시행 후에 정상 관류의 심근부위에서 섭취보다 허혈부위에서의 TI-201 섭취가 상대적으로 적게 일어나기 때문이라고 하였다¹⁾. TI-201을 이용한 심근관류를 평가하는 여러 방법이 제시되어 있으며 이 중 재주사의 한 방법으로 Iskandrian 등²⁾이 24시간 재주사법을 소개하였으나 24시간 재주사법을 이용한 논문은 없었다.

3-4시간 재주사법은 재분포 영상의 직후에 하게 되므로, 재주사의 시행여부의 결정과, 예약되지 않은 추가 검사가 바로 시행되어야 하는 기술상의 문제가 있을 수 있다. 반면 24시간 지연 재주사는 이러한 기술적인 문제가 없으며, 24시간 재분포영상과 휴식기 심근혈류를 반영하는 장점이 있다. 본 연구에서는 급성 심근 경색환자에서 부하-3-4시간 재분포영상과 부하-24시간 후 재주사 TI-201 단일광자방출 단층촬영(Single photon emission computed tomography, 이하 SPECT) 영상에서 가역성을 비교하여 재분포영상과 재주사 후 영상의 심근생존능의 진단에 있어서의 차이를 알아보았다.

대상 및 방법

1. 대 상

흉통, 심근효소의 증가, 심전도의 변화 중 2가지 이상의 급성 심근경색의 진단에 합당하여 입원하여 재관류술 시행 전 핵의학과에 심근관류 영상을 의뢰한 43명의 환자를 대상으로 하였다. 43명의 환자는 남자 39명, 여자 4명으로 나이는 55 ± 12 세였다. 심전도상 Q파 심근경색이 39명(91%)였으며 심근경색의 부위는 전벽이 32명(74%), 하벽이 9명(21%), 측벽이 2명(5%)였다. 37명에서 관상동맥조영술을 시행하였고, 이 중 단일 혈관질환이 22명(59%), 두 혈관질환이 6명(16%), 세 혈관질환이 6명(16%)였고 나머지 3명은 50%이하의 협착을 보였다. 27명에서 관상동맥확장술을 시행하였다. 심초음파에 의한 좌심실 구혈율은 $45 \pm 10.4\%$ 였다.

2. TI-201 SPECT

모든 대상환자는 혈관 확장술이나 관동맥우회로술 이전에 급성심근경색 발생 후 평균 10 ± 5 일에 약 물부하 TI-201 SPECT를 시행하였다. 부하는 모든 환자에서 디피리다몰을 분당 0.56 mg/kg 를 4분간 정맥주사하고, 3분 뒤에 TI-201 111 MBq을 주사하였다. TI-201 투여 10분 후부터 누운자세로 촬영을 시작하였다. 저에너지, 고해상도 조준기가 장착된 회전형 3중 헤드 감마카메라(Multispect 3, Siemens)를 이용하여, 20% 에너지 창 및 15% 에너지 창의 중심을 각각 70 KeV X선 에너지 최고점과 166 KeV의 감마선 에너지 최고점에 위치시키고, 360도에 걸쳐 4도 간격으로 헤드당 30방향의 투사 영상을 얻었다. 각 투사영상마다 부하시는 20초 동안 계수를 얻었다. TI-201 주사 후 4시간째 같은 회전방식으로 25초 동안 계수를 얻어 재분포 영상을 얻었다. 부하-재분포 촬영 후 다음날 모든 환자에 37 MBq의 TI-201을 재주사하고 재주사 후 30분에 재주사 영상을 얻었다.

3. 심근관류와 심근생존능의 평가

심근관류 SPECT은 환자에 대해 알지 못하는 2명

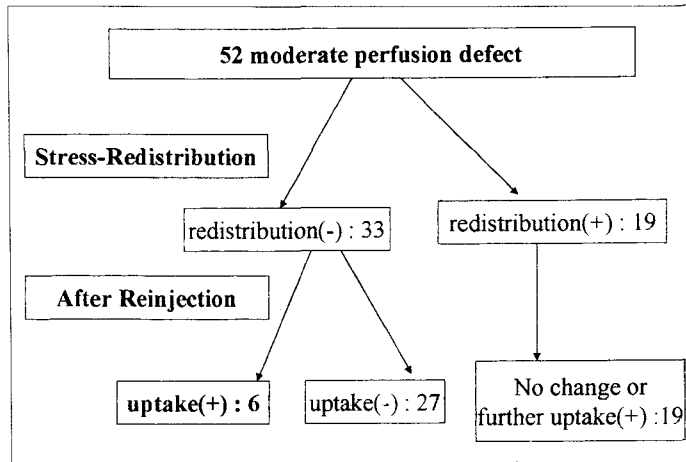


Fig. 1. Segmental analysis of 52 segments with moderate Tl-201 perfusion defects on stress image. Of these, 6 were reversible on reinjection images only, and 46 (88.5%) segments showed concordant results on redistribution or 24hour reinjection images.

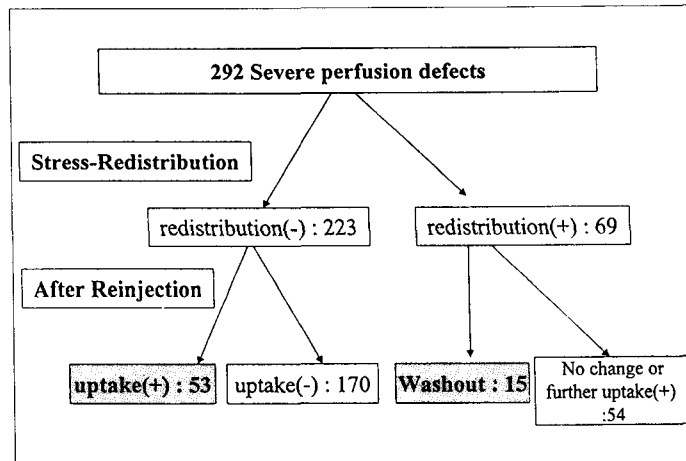


Fig. 2. Segmental analysis of 292 segments with severe Tl-201 perfusion defects on stress image. Fifty three segments were irreversible on redistribution but reversible on reinjection images, whereas 15 segments were reversible on redistribution but irreversible on reinjection images.

의 관찰자에 의해 육안적으로 평가하였고 두 사람의 평가가 불일치할 경우 협의에 의해 결정하였다. 심근의 영역을 단축영상에서 심기저부를 6개, 중간 부위를 6개, 심첨부를 4개 총 16개 영역으로 나누었다. 각 분절의 관류상태는 부하-재분포 및 부하-재주사 영상에서 Van Eck-Smit 등³⁾이 제시한 4등급분류

(0=섭취없음, 1=심한 관류감소, 2=중등도 관류감소, 3=정상섭취)에 의해 육안적으로 평가하였다. 가역성이 있다는 평가는 부하에 비해 재분포나 재주사 영상에 1등급 이상 관류의 호전이 있을 때로 정하였다.

심근생존능은 부하영상에서 중등도나 정상섭취를

보이는 경우와, 부하영상에서 섭취가 없거나 심한 관류결손을 보이거나 가역성이 있을 때로 정의하였다.

결 과

43명의 688분절이 평가되었고 이중 부하영상에서 344 (50%) 분절이 비정상인 Tl-201 섭취를 보였다. 이 중 52분절(15%)는 중등도의 관류감소를 보였고 나머지 85%는 심한 관류감소나 관류결손을 보였다. 부하-재분포 및 부하-재주사 영상에서의 육안 분석에 의한 가역성평가는 Fig. 1과 2에 표시하였다.

육안분석에 의한 가역성평가에서 부하영상에서 중등도 관류감소를 보인 분절 중 19분절은 부하-재분포 및 부하-재주사에서 모두 가역적인 분절로, 27분절은 모두 비가역적인 분절로 판정되어 46 (88.5%)가 일치된 소견을 보였다. 결과차이를 보인 분절이 5명의 6개 분절이었는데 부하-재분포에서는 비가역적이었지만 부하-재주사에 의해서는 가역성을 보였다.

부하영상에서 심한 관류 감소나 관류결손을 보인 292분절 중 54분절은 부하-재분포 및 부하-재주사에서 모두 가역적인 분절로, 170분절은 모두 비가역적인 분절로 판정되어 224 (76.7%)에서 일치율을 보였다. 부하-재분포 및 부하-재관류 영상에서 결과차이를 보인 분절은 68분절이었다(심한 결손의 23.3%). 53개 분절은 부하-재분포에서 비가역적인 결손을 보였으나 부하-재주사에서 가역성이 있는 것으로 평가되었다. 이와 반대로 15분절은 단지 부하-재분포에서만 가역성이 있는 것으로 평가되었고 부하-재주사 영상으로는 비가역성을 보였다.

고 찰

Tl-201은 부하 유발로 허혈성 심근을 찾는 것과 생존 가능심근을 찾는 데 가장 널리 사용되는 동위원소이다⁴⁾. Tl-201을 이용한 부하-재분포-재주사법이나 휴식시 주사 후 재분포검사법이 심근생존능을 평가할 수 있는 가장 적절한 검사법으로 이용되고 있다⁵⁻⁸⁾. 재관류술이 고려되는 심한 좌심실부전의 경우와 울혈성심부전의 경우에 있어서는 특히 생존 가능심근

을 찾아내는 것이 중요하다.

재주사의 방법은 재주사가 시행되는 시기에 따라 부하 후 즉시 시행하는 방법에서부터 본 연구에서와 같이 24시간 후에 시행하는 방법에 이르기까지 다양하다. 부하 후 4시간 재분포영상은 안정시 영상보다 더 적은 수의 가역적인 결손이 있고⁹⁾, 생존가능심근을 발견하는데 과소평가할 수 있다¹⁰⁾. 즉 부하-재분포영상에 심한 지속적인 관류감소가 있을 때 Tl-201 재주사영상은 이 부위가 생존가능하지 아닌지를 찾는 데 유용하여서, 재주사 후에 심근 관류결손 영역에 Tl-201의 섭취가 증가되면 혈관성형술 후에 관류가 개선되면서 심근벽의 운동이 호전됨을 보이고 이와는 반대로 재주사 후에도 지속적인 관류감소부위에 Tl-201 섭취 증가소견이 없으면 심근벽 운동의 이상이 지속된다¹¹⁻¹³⁾. 초기의 심근 Tl-201의 섭취는 국소부위의 혈류량을 반영하지만 관류결손부위의 지연 재분포는 이런 결손의 중증도 뿐만 아니라 생존 가능심근의 존재여부에 달려있다¹⁴⁾. 그러나 재분포되는 율은 혈중의 Tl-201 농도^{15,16)}에 의해 결정되므로 혈중농도가 영상을 얻는 사이에 감소된다면 생존 가능한 심근이라도 결손은 지속될 것이고 이는 24시간 지연에도 혈중농도가 증가되지 않는 한 재분포가 없을 수 있다. 이는 24시간 지연 재분포영상에서도 가역성이 없던 분절의 44%에서 재주사 후에 비로소 관류결손부위의 Tl-201 섭취가 증가되었다는 보고¹⁷⁾에서 확인할 수 있다.

24시간 재주사를 실시하였을 때 재분포에서는 비가역성을 보인 256분절 중 59분절 즉 22.8%에서 재주사 후 Tl-201의 섭취가 증가되었고 이는 다른 보고들의 결과들¹¹⁻¹³⁾과는 달리 섭취 증가되는 율이 적었다. 낮은 섭취증가의 이유로는 환자의 대상이 만성 관동맥질환이 아니고 급성 심근경색 환자였으며, 급성 심근경색군의 관류 감소상태가 관동맥질환군과 다를 수 있고, 급성심근경색증에서 있을 수 있는 역재분포 등을 들 수 있을 것이다¹⁸⁾.

본 연구와 기존의 부하-재분포-재주사검사법의 차이는 부하 후 24시간에 재주사가 시행된 점이다. 디피리다몰을 이용한 부하검사 후 4시간에 재분포를 실시하였고, 다음날 Tl-201 37 MBq을 다시 정맥 주사한 후 30분부터 재주사 영상을 얻었다. 24시간

에 재주사를 시행한 이유는 3-4시간 재주사의 경우 재분포 영상을 얻은 후에 바로 시행여부를 결정해야 하는 것이 바쁜 임상환경에서 어렵고, 이미 검사에 약이 되어있는 다른 검사 때문에 이를 시행하기가 어려운 실제적인 문제 때문이었다. 이러한 24시간 재주사를 이용한 논문은 발표된 바 없다. Taki 등은 3 시간 재분포 영상에서 비가역적인 분절을 대상으로 24시간 지연 재분포 영상을 얻어서, 국소 심근운동이 좋아지는 것을 분석하였다. 24시간 재분포 영상에서 TI-201 섭취의 증가를 보였던 23분절 중 22분절이 국소 심근벽 운동이 향상되었으며, 24시간에도 여전히 고정된 관류결손을 보인 22분절 중 3분절만 국소 심근벽운동이 향상되어 24시간 재분포 영상이 유용함을 증명하였다¹⁹⁾. 본 연구가 24시간 재주사를 하였으므로 직접 비교할 수는 없었으나, 24시간 재주사 영상이 24시간 재분포 영상과 안정시의 심근 관류영상을 모두 반영한다는 사실과 TI-201을 재주사 하기 때문에 재분포 영상보다 좋은 영상을 얻을 수 있는 점을 고려한다면, 24시간 재주사 영상이 유용하리라는 시사를 얻을 수 있었다.

부하영상에서 심한 관류결손을 보였으나 재주사와 재분포 영상에서 심근생존능의 평가에 차이를 보인 68개의 분절 중 53개 분절은 부하-재분포에서 비가역적인 결손을 보였으나 부하-재주사에서 가역성이 있는 것으로 평가되었다. 이와 반대로 15분절은 단지 부하-재분포에서만 가역성이 있는 것으로 평가되었고 부하-재주사영상으로는 비가역성을 보였다. Scherrer-Crosbie⁷⁾ 등은 급성 심근경색 환자에서의 부하-재분포 및 부하-재주사검사법의 비교에서 48개의 분절이 재주사 영상에서만 가역적 관류감소로 심근생존력이 있다고 판단된 반면, 단지 4개의 분절만이 부하-재분포에서는 가역성을 보이는 부위에 재주사후 비가역성을 보여서 재주사 영상이 심근생존력을 평가하는데 우수하며, 재분포 영상을 얻는 것의 필요에 대한 의문을 제기하였다. 그러나 Dilisizian 등¹⁾은 만성관상동맥질환에서 재주사 후에 오히려 재분포시보다 관류가 더 나빠질 수 있고, 그 이유는 정상심근부위는 재주사 후에 섭취가 잘되는 반면에 허혈심근부위의 낮은 섭취율이 재주사 후 나타나기 때문에 오히려 재주사 후의 영상에서는 비가역성

으로 그릇된 판단을 할 수 있다고 하였다. 본 연구에서 재주사 영상이 보다 많은 심근생존력이 있는 심근 분절을 찾았으나, 재분포 영상을 생략하고 재주사 영상만을 시행하였을 때 가역적인 부위를 비가역적으로 판단하여 심근 생존능의 평가가 잘못 될 수 있는 심근 분절이 15개가 되었으므로 재분포영상을 생략할 수 있다는 결론은 내리지 못하였다.

이 연구의 제한점은 생존심근을 평가하는 가장 기본적인 방법인 심근벽운동의 호전여부를 평가한 것이 아닌 점이다. 단지 급성 심근경색환자에서 부하-재분포 및 부하-재주사법에 의한 영상을 통해 생존 가능심근을 예측하는데 재분포와 재주사의 역할을 비교하였다. 이 환자군의 대부분에 재관류술을 시행했기 때문에 술전과 술후의 심초음파상 심근벽운동의 개선 여부와 부하-재분포 및 부하-재주사법에 의한 생존 가능심근의 예측과 심근벽운동의 호전여부와 관계는 현재 연구가 진행 중이다.

요 약

목적: 급성 심근 경색환자에서 생존 가능심근을 찾는데 있어서 부하-재분포와 부하-24시간 재주사 TI-201 SPECT 영상을 비교분석하였다. **대상 및 방법:** 급성 심근경색의 진단으로 입원하여 재관류술 시행 전 핵의학과에 심근관류 영상을 의뢰한 43명의 환자를 대상으로 하였다. 혈관 확장술이나 관동맥우회로술 이전에 급성 심근경색 발생 후 평균 10±5일에 디피리마몰 TI-201 SPECT를 시행하였다. 심근의 영역을 16개 영역으로 나누어서 부하-재분포 및 부하-재주사 영상을 4등급으로 육안적으로 평가하였다. 심근생존능은 부하영상에서 중등도나 정상섭취를 보이는 경우와, 부하영상에서 섭취가 없거나 심한 관류결손을 보이지만 재분포나 재주사 영상에 1등급이상 관류의 호전이 있어서 가역성 관류결손이 있을 때로 정의하였다. 각 분절의 부하-재분포 및 부하-24시간 후 재주사 영상에서 관류상태를 평가하여 두 평가방법에 의한 차이를 알아보았다. **결과:** 육안 분석에 의한 가역성평가에서 중등도 관류감소를 보인 52 분절 중 46 (88.5%)가 부하-재분포 및 부하-재주사 영상에서 일치된 소견을 보였다. 차이를 보

인 분절은 5명의 6개 분절이었는데 부하-재분포에서는 비가역적이었지만 부하-재주사에 의해서는 가역성을 보였다. 심한 관류감소나 관류결손을 보인 292 분절 중 224 (76.7%)에서 일치율을 보였다. 차이를 보인 68 분절 중 53개 분절은 부하-재분포에서 비가역적인 결손을 보였으나 부하-재주사에서 가역성이 있는 것으로 평가되었다. 이와 반대로 15분절은 단지 부하-재분포에서만 가역성이 있는 것으로 평가되었고 부하-재주사 영상으로는 비가역성을 보였다. 결론: 급성 심근경색증에서 Tl-201 24시간 재주사는 심근생존력을 평가하는데 유용하며, 재분포 영상에 비하여 예민하게 하게 심근생존력을 평가할 수 있다. 그러나 재분포 영상없이 재주사영상만 시행할 경우 생존심근이 비가역적으로 평가될 수 있으므로 재분포 영상과 같이 함께 시행하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) Dilsizian V, Bonow RO. Differential uptake and apparent Tl-201 washout after thallium reinjection. Opinions regarding early redistribution imaging before reinjection or late redistribution imaging after reinjection. *Circulation* 1992; 85:1032-8.
- 2) Iskandrian AS. Thallium reinjection imaging: The search for an optimal protocol (editorial). *J Nucl Med* 1993;34:743-6.
- 3) Van Eck-Smit B, Van Der Wall E, Kujiper A., Zwindermand A, Pauwels E. Immediate thallium-201 reinjection following stress imaging: a time saving approach for detection myocardial viability. *J Nucl Med* 1993;34:737-43.
- 4) Dilsizian V, Bonow RO. Current diagnostic techniques of assessing myocardial viability in patients with hibernating and stunned myocardium. *Circulation* 1993;87:1-20.
- 5) Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, Leon MB, Bonow RO. Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution image. *N Engl J Med* 1990;323:141-6.
- 6) Mori T, Minamiji K, Kurogane H, Ogawa K, Yoshida Y. Rest-injected Tl-201 imaging for assessing viability of severe asynergic regions. *J Nucl Med* 1991;32: 1718-24.
- 7) Scherrer-Crosbie M, Rosso J, Monin J-L, Dubois-Rande J-L, Castaigne A, Gueret P, et al. Usefulness of redistribution images in viability detection after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1996;77:922-6.
- 8) Galassi AR, Centamore G, Fiscella A, Coppola A, Liberti F, Franco M, et al. Comparison of rest-redistribution thallium-201 imaging and reinjection after stress-redistribution for the assessment of myocardial viability in patient with left ventricular dysfunction secondary to coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1995;75: 436-42.
- 9) Ritchie JL, Albro PC, Caldwell JH, Trobaugh GB, Hamilton GW. Thallium-201 myocardial imaging: a comparison of the redistribution and rest images. *J Nucl Med* 1979;20:477-83.
- 10) Brunken R, Schwaiger M, Grover-Mckay M, Phelps M, Tillisch J, Schelbert H. Positron emission tomography detects tissue metabolic activity in myocardial segments with persistent thallium perfusion defects. *J Am Coll Cardiol* 1987;10:557-67.
- 11) Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, Leon MB, Bonow RO. Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution image. *N Engl J Med* 1990;323:141-6.
- 12) Dilsizian V, Freedman NMT, Bacharach SL, Perrone-Filardi P, Bonow RO. Regional thallium uptake in irreversible defects; Magnitude of change in thallium activity after reinjection distinguishes viable from nonviable myocardium. *Circulation* 1992;85:627-34.
- 13) Inglese E, Brambilla M, Dondi M, Pieri P, Bisi G, Sara R, et al. Assessment of myocardial viability after thallium reinjection of rest-redistribution imaging: A multicenter study. *J Nucl Med* 1995;36:555-63.
- 14) Goldhaber SZ, Newell JB, Alpert NM, Andrews E, Pohost GM, Ingwall JS. Effects of ischemic-like insult on myocardial thallium-201 accumulation. *Circulation* 1983;67:778-86.
- 15) Budinger TF, Pohost GM. Thallium redistribution-an explanation (abstract). *J Nucl Med* 1986;27:996P.
- 16) Budinger TF, Pohost GM. Indication for thallium reinjection by 3 hour plasma levels (abstract). *Circulation* 1993;88:1.
- 17) Kayden DS, Sigal S, Soufer R, Mattera J, Zaret BL, Wackers FJ. Thallium 201 assessment of myocardial viability: Quantitative comparison of

- 24-hour redistribution imaging with imaging after reinjection at rest. *J Am Coll Cardiol* 1991;18:1840-6.
- 18) Weiss AT, Maddahi J, Lew AS, Shah PK, Ganz W, Swan HJ, et al. Reverse redistribution of thallium-201: A sign of nontransmural myocardial infarction with patency of the infarct related coronary artery. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:61-7.
- 19) Taki J, Nakajima N, Bunko H, Kawasuji M, Tonami N, Hisada K. Twenty-four-hour quantitative thallium imaging for predicting beneficial revascularization. *Eur J Nucl Med* 1995;21:1212-7.
-