

급성 심근경색 후 휴식 / 24시간 지연 ^{201}Tl 심근 SPECT 상 역재분포를 보인 경색심근에서 관찰된 ^{18}F -FDG 섭취 결손

서울대학교 의과대학 핵의학교실¹, 내과학교실²
이호영¹ · 팽진철¹ · 오소원¹ · 김지영² · 정우영²

Defect of ^{18}F -FDG Uptake Observed in Infarcted Myocardium Showing Reverse Redistribution on Rest / 24-Hour Delayed ^{201}Tl Myocardial SPECT after Acute Myocardial Infarction

Ho-Young Lee, M.D.¹, Jin Chul Paeng, M.D.¹, So Won Oh, M.D.¹, Ji Yeong Kim, M.D.²,
and Woo Young Chung, M.D.²

Departments of ¹Nuclear Medicine and ²Internal Medicine, Seoul national University College of Medicine, Seoul, Korea

Reverse redistribution is frequently observed after revascularization in acute myocardial infarction, and usually regarded as a predictor of viable myocardium on stress/rest and 2- to 4-hour redistribution ^{201}Tl SPECT. However, there is not enough report of reverse redistribution in case of 24-hour delayed SPECT, which is commonly used for viability assessment. In this report, a case of reverse redistribution on rest and 24-hour delayed ^{201}Tl SPECT is reported with use of automatic segmental quantitative analysis. The myocardium of reverse redistribution was dysfunctional on gated SPECT, and diagnosed as non-viable on ^{18}F -FDG PET. (Nucl Med Mol Imaging 2008;42(6):478-481)

Key Words: Reverse redistribution, ^{201}Tl SPECT, ^{18}F -FDG PET, viability

서 론

^{201}Tl 심근 SPECT에서 역재분포(reverse redistribution)는, 부하-휴식 또는 휴식-지연 영상 프로토콜에서 부하기에 비해 휴식기가, 또는 휴식기에 비해 지연기가 더 낮은 섭취를 보이는 것을 의미한다.¹⁾ 이러한 역재분포는 급성 심근경색과 만성 관상동맥질환으로 나누어 그 임상적 의미를 고려해 볼 수 있는데, 급성 심근경색에서는 경색 관련 관상동맥이 재관류된 경우에 역재분포가 나타나고²⁻⁴⁾ 이는 생존심근의 지표가 된다는 보고가 많다.⁴⁻⁷⁾ 그러나 이러한 보고들은 평면 심근스캔을 이용한 것이거나⁵⁾ 육안분석,^{2,3)} 분절 별 병태생리가 다른 점을 고려하

기 어려운 전체 심장 단위의 연구^{4,7)} 등이어서 최근 개선된 영상 장비와 분절별 정량분석 소프트웨어를 적용하였을 때의 결과에 대해 새로운 분석이 필요할 것으로 보인다.

특히, 역재분포에 관한 기존의 보고들은 거의 대부분이 2~4 시간째 지연 영상에서의 역재분포에 관한 것이다.³⁻¹¹⁾ 현재 ^{201}Tl 심근 SPECT에서 24시간 지연 영상은 생존심근의 진단에 이용되고 있으므로,^{12,13)} 역재분포 현상에 의해 생존심근으로 판단하게 된다면 이는 24시간 지연 영상에서 지연 섭취의 결손에 따라 생존심근이 아닌 것으로 판단하는 것과 일치하지 않는 결과가 된다. 따라서 기존의 2~4시간 지연영상에서 조사된 휴식-지연 역재분포의 임상적 의미가 그대로 적용될 수 있는 지는 의문이다.

이 증례보고에서는, 휴식 및 24시간 지연 ^{201}Tl SPECT에서 기능이상과 더불어 역재분포 현상을 보인 심근분절을 정량적 분석으로 확인하고, 이렇게 역재분포를 보인 심근이 ^{18}F -FDG PET을 이용한 평가에서 ^{18}F -FDG의 섭취 결손을 보인 증례를 보고하고자 한다.

• Received: 2008. 10. 27. • Revised: 2008. 11. 3.

• Accepted: 2008. 12. 3.

• Address for reprints: Jin Chul Paeng, M.D., Department of Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine, 28 Yeongeong-dong Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

Tel: 82-2-2072-3793, Fax: 82-2-766-9083

E-mail: paengjc@snu.ac.kr

Table 1. Measurements on ²⁰¹Tl Rest and 24-Hour Redistribution Gated SPECT

Segment	Rest	Redistribution	Motion
Anterior apex*	79	66	5.5
Inferior apex*	87	69	3.6
Apical anterior	92	87	8.1
Apical anteroseptal*	85	75	2.7
Apical inferoseptal*	90	77	2.7
Apical inferior	87	82	5.7
Apical inferolateral	85	86	7.2
Apical lateral	88	90	9.3
Mid anterior	89	87	11.7
Mid anteroseptal	77	73	7.7
Mid inferoseptal	79	70	6.6
Mid inferior	76	78	7.4
Mid inferolateral	78	70	8.6
Mid lateral	91	92	8.5
Basal anterior	55	57	12.3
Basal anteroseptal	40	41	9.6
Basal inferoseptal	47	40	5.7
Basal inferior	51	50	4.4
Basal inferolateral	58	53	4.7
Basal lateral	58	66	7.5

*Segments of reverse redistribution (Redistribution-Rest ≤ -10)

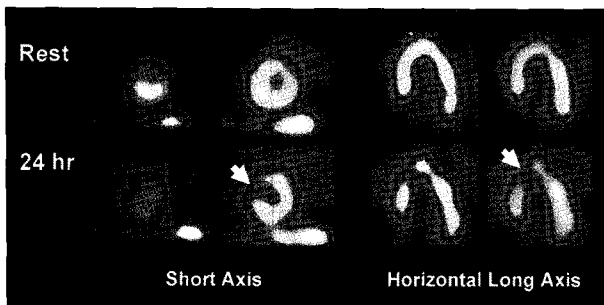


Figure 1. Reverse redistribution is observed in apex, apical anteroseptal and septal walls (arrows) on rest and 24-hour delayed redistribution ²⁰¹Tl SPECT.

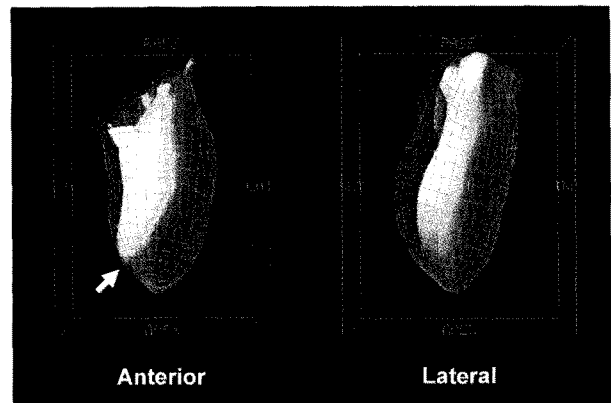


Figure 2. Gated SPECT image shows hypokinesia in apex, apical anteroseptal and septal walls (arrow). Mesh and volume represent end-diastolic and end-systolic endomyocardial borders, respectively.

결론

51세 남자 환자가 급성 흉통을 주소로 내원하였다. 환자는 내원 4일 전 흉통이 한 시간 가량 있었으나 니트로글리세린의 허탈 투여에 의해 증상이 호전되었다. 내원 1일 전 다시 한 시간 가량의 흉통이 있어 외부 의원을 방문하여 심전도와 creatine kinase (CK) 검사를 시행하였고, 당시 심전도 이상과 더불어 CK가 424 IU/mL로 상승되어 있음이 발견되었으나 혈전용해 치료 등은 시행하지 않고 다음 날 내원하였다. 환자는 과거병력 상 당뇨와 고혈압, 고지혈증이 있었으며 30 PY의 흡연력을 가지고 있었다. 내원 당시에 시행한 심전도 상에서는 V1~V3의 ST 상승과 V1~V5의 T 역위, QT 연장 등이 관찰되었고 혈청검사서 CK-MB는 8.9 ng/mL로 측정되었다. 급성 심근경색이 있었던 것으로 진단되어 환자는 입원하였으며, 심초음파에서 구혈률은 60%로 측정되었으나 심첨부 중격벽

(apical septum)에서 심한 국소적 운동저하가 관찰되었다.

환자는 입원 후 흉통의 증상 없이 안정을 유지하였으며, 재관류 시술의 필요성을 판단하기 위하여 입원 5일째 생존심근 평가를 위한 ²⁰¹Tl 휴식 - 24시간 지연 심근 SPECT를 시행하였다. 심근 SPECT는 저에너지 평행구멍조준기를 장착한 이중헤드 감마카메라(Vertex EPIC, ADAC labs, Milpitas, CA, USA)를 이용하여 촬영하였고, Butterworth 필터를 이용하여 재구성하였다. 먼저 111 MBq의 ²⁰¹Tl을 주사한 후 곧 이어 휴식기 게이트 ²⁰¹Tl 영상을 얻었고, 24시간 후 동일한 방식으로 지연 영상을 얻었다. 영상의 분석에는 QPS와 QGS를 내장한 AuoQUANT 프로그램을 이용하여 20분절 모델에서 각 분절별 관류와 기능을 정량하였다.

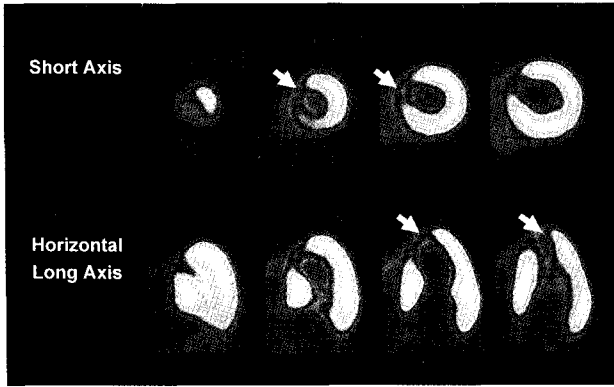


Figure 3. Defect of uptake is shown in apex, apical to mid anteroseptal and septal walls (arrows) on ¹⁸F-FDG PET. The area of defect is slightly wider than that of ²⁰¹Tl redistribution SPECT.

환자의 휴식기 SPECT 영상에서 관류는 전반적으로 정상이었다(Fig. 1). 그러나 게이트 영상에서 심첨부와 심첨부 전중격벽, 중격벽 등에서 운동저하가 관찰되었고(Fig. 2), 24시간 지연 영상을 촬영하였을 때 이러한 운동저하를 보였던 부위는 섭취 결손을 보이며 역재분포의 양상으로 나타났다(Fig. 1). 이러한 관류 감소는 정량적 분석에서도 뚜렷하게 관찰되어, 심첨 및 심첨부 전중격벽 및 하중격벽은 휴식기에 비해 재분포기에 관류 정량값이 10 이상 감소하는 역재분포 양상을 보였다(Table 1).

역재분포를 보인 심근의 생존능에 대한 정확한 평가를 위하여 지연영상을 시행한 날 ¹⁸F-FDG 심근 PET을 시행하였다. 검사를 위해 금식 후 경구 포도당 75 g을 투여하는 프로토콜에 따라 370 MBq의 ¹⁸F-FDG를 주사하였고,¹⁴⁾ 주사 40분 뒤 Biograph 40 PET/CT (Siemens, Knoxville, TN, USA) 시스템을 이용하여 영상을 얻었다. ¹⁸F-FDG PET 영상에서는, 앞서 역재분포 양상이 관찰되었던 심첨, 심첨부 전중격벽 및 하중격벽 등에서 매우 심한 섭취 결손이 넓게 관찰되었다(Fig. 3).

고 찰

이 증례는 휴식 및 24시간 지연 ²⁰¹Tl 심근 SPECT를 시행하였을 때 역재분포와 기능저하가 관찰되었고, ¹⁸F-FDG PET에서 이 부위가 섭취 결손을 보여 생존능이 없을 가능성을 시사한 급성 심근경색 환자의 증례이다.

²⁰¹Tl SPECT 상의 역재분포는 과거에 여러 보고가 있었으나 최근에는 관련 보고가 많지 않다. 급성 심근경색에서 보이는 이러한 역재분포는 경색에 의한 심근 손상 후 관상동맥의 재관류가 있을 때 나타나는 것으로 알려져 있는데, 재분포기에 비하여 부하기 또는 휴식기에 더 높은 섭취를 보이는 것은 경색심근과 혼재된 정상심근 부위의 과다 섭취 또는 간질(interstitium) 구획의 섭취 증가 등이 그 기전으로 추정된다.^{1,5,15)} 이러한 역재분

포의 임상적 의의는 주로 생존능과 관련하여 연구되었는데, 급성 심근경색이나⁴⁻⁷⁾ 만성 관상동맥질환 등에서^{8,10-11)} 모두 생존 심근과 관련이 있다고 보고된 바 있다.

그러나 이러한 보고들은 대부분 부하기 또는 초기 휴식기에 비하여 2~4시간 지연 영상에서의 역재분포에 관련된 연구이다.^{4,11)} 3시간과 24시간 지연영상을 비교한 연구에서는 3시간째 보이는 역재분포와 24시간째 보이는 역재분포의 양상이 같지 않음이 보고된 바 있다.²⁾ 또, 24시간 영상은 일반적으로 생존심근 평가에 사용하므로¹²⁻¹³⁾ 이 시점의 역재분포를 생존심근으로 평가하게 된다면 기존에 24시간 영상에서 생존심근을 평가하는 방법과 불일치가 있게 된다. 이에 대하여 본 증례와 가장 직접적으로 비교해 볼 수 있는 한 연구에서는, 24시간 영상에서 역재분포를 보이는 심근이 중등도의 ¹⁸F-FDG 섭취 감소를 보이며 심근 벽 운동 역시 일부 감소되어 있다고 보고하여 역재분포에서 보이는 지연 섭취 결손이 생존능의 상실과 연관되어 있다고 하였다.²⁾ 다만, 이 연구에서는 실제 생존능 평가가 필요한 기능이상 심근을 선택적으로 분석하지 않았고, 게이트 및 정량 분석법이 일반화되기 전 연구여서 심근 벽 운동 평가에서 사용한 좌심실조영술의 분절 구분이 SPECT와 차이가 있다는 점이 제한점이었다. 역재분포의 정의에 있어 정상변이를 배제하기가 쉽지 않으므로, 이런 면에서 정량분석이 도움이 될 수 있을 것이다.

본 증례는 게이트 심근 SPECT를 이용하여 각 분절의 관류, 지연섭취 및 국소운동을 동시에, 정량적으로 평가하여 높은 객관성과 타당성을 가지고 심근경색 분절에서 보이는 기능저하와 역재분포 양상을 확인할 수 있었다. 그리고 이 부위는 ¹⁸F-FDG PET에서 뚜렷한 섭취결손을 보여 생존심근이 아닌 것으로 진단되었다. 역재분포의 발생기전으로 알려져 있는 재관류와 관련하여, 이 증례에서는 혈전용해 치료나 관상동맥 중재술 등을 시행하지는 않았으나 자가용해에 의하여 폐색이 사라졌을 것으로 추정된다.

²⁰¹Tl의 휴식기 섭취와 24시간 지연 섭취는 모두 생존심근 진단능이 있는 것으로 알려져 있지만, 24시간 지연영상에서 ²⁰¹Tl의 섭취는 심근혈류보다는 심근세포의 온전성에 의하여 더 영향 받으므로 이것이 생존심근의 지표로서 더 높은 진단성능을 보이고 있다. 본 증례에서와 같은 역재분포는, 24시간 지연기의 섭취결손이므로 생존능이 없는 심근으로 해석하는 것이 24시간 지연 ²⁰¹Tl SPECT의 일반적인 판정 기준에는 부합하지만, 기존의 3~4시간 지연 역재분포에서 생존능에 관한 일부 보고들과는 일치하지 않는다. 그런데 이 증례에서는 ¹⁸F-FDG PET 상 섭취결손이 관찰되어 생존능 평가에 관한 한 ²⁰¹Tl SPECT의 24시간 지연영상 소견과 일치하여 나타났으며, 생존심근이 아닐 가능성을 시사하였다. 특히 이 증례에서는 SPECT에서 관찰

된 섭취 결손의 영역보다 PET에서 관찰된 결손의 부위가 더 넓었는데, 이는 급성 심근경색 후 재관류가 된 심근에서 휴식기 ^{201}Tl 섭취는 물론이고 24시간 지연섭취조차도 급성기의 생존심근 평가에는 정확성이 떨어질 수 있다는 점을 시사하는 것으로 볼 수 있다.

다만, 본 증례에서는 생존심근에 대해 현재 가장 진단능이 높은 검사로 알려진 ^{18}F -FDG PET을 생존능에 대한 기준 지표로 이용하였으나, ^{18}F -FDG PET 역시도 생존심근에 대해 완벽한 진단능을 가진 것은 아님을 고려해야 한다. 본 증례의 경우 생존능이 없는 것으로 판단하여 재관류 시술은 시행하지 않았으나 추후 심근 기능의 변화에 대한 추적관찰을 통해 생존능에 대한 확정을 하는 것이 필요할 것이다.

결론적으로, 급성 심근경색 후 ^{201}Tl 휴식 - 24시간 지연재분포 SPECT 상 역재분포의 양상이 나타났을 때 이는 생존심근을 시사하는 것으로만 판단할 수는 없으며, 따라서 생존심근 판단에 있어서는 24시간 지연재분포기의 소견에 더 중점을 두어 판단하거나 ^{18}F -FDG PET 등의 추가검사를 시행하는 것이 나을 것으로 보인다.

References

- Maddahi J, Berman DS. Reverse redistribution of thallium-201. *J Nucl Med* 1995;36:1019-21.
- Ohte N, Hashimoto T, Banno T, Narita H, Kobayashi K, Akita S, et al. Clinical significance of reverse redistribution on 24-hour delayed imaging of exercise thallium-201 myocardial SPECT: comparison with myocardial fluorine-18-FDG-PET imaging and left ventricular wall motion. *J Nucl Med* 1995;36:86-92.
- Koliakos G, Doulas A, Altas D, Louridas G. The clinical significance of reverse redistribution in ^{201}Tl cardiac SPET. *Int J Cardiovasc Imaging* 2001;17:29-35.
- Beygui F, Le Feuvre C, Maunoury C, Helft G, Metzger JP. Coronary vasodilator reserve: a clue to the explanation of ^{201}Tl redistribution patterns early after successful primary stenting for acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:877-81.
- 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.
- Marin-Neto JA, Dilsizian V, Arrighi JA, Freedman NM, Perrone-Filardi P, Bacharach SL, et al. Thallium reinjection demonstrates viable myocardium in regions with reverse redistribution. *Circulation* 1993;88:1736-45.
- Faraggi M, Karila-Cohen D, Brochet E, Lebtahi R, Czitrom D, Feldman L, et al. Relationship between resting ^{201}Tl reverse redistribution, microvascular perfusion, and functional recovery in acute myocardial infarction. *J Nucl Med* 2000;41:393-9.
- Soufer R, Dey HM, Lawson AJ, Wackers FJ, Zaret BL. Relationship between reverse redistribution on planar thallium scintigraphy and regional myocardial viability: a correlative PET study. *J Nucl Med* 1995;36:180-7.
- De Sutter J, Van de Wiele C, Dierckx R, Gheeraert P, De Buyzere M, Taeymans Y. Reverse redistribution on thallium-201 single-photon emission tomography after primary angioplasty: a one-year follow-up study. *Eur J Nucl Med* 1999;26:633-9.
- Sciagra R, Pupi A, Pellegrini M, Matteini M, Santoro GM, Bisi G, et al. Prediction of post-revascularization functional recovery of asynergic myocardium using quantitative thallium-201 rest-redistribution tomography: has the reverse redistribution pattern an independent significance? *Eur J Nucl Med* 1998;25:594-600.
- Roelants VA, Vanoverschelde JL, Vander Borght TM, Melin JA. Reverse redistribution on exercise-redistribution ^{201}Tl SPECT in chronic ischemic dysfunction: predictive of functional outcome after revascularization? *J Nucl Med* 2002;43:621-7.
- Dilsizian V, Arrighi JA, Diodati JG, Quyyumi AA, Alavi K, Bacharach SL, et al. Myocardial viability in patients with chronic coronary artery disease. Comparison of ^{99m}Tc -sestamibi with thallium reinjection and ^{18}F fluorodeoxyglucose. *Circulation* 1994;89:578-87.
- 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.
- Bacharach SL, Bax JJ, Case J, Delbeke D, Kurdziel KA, Martin WH, et al. PET myocardial glucose metabolism and perfusion imaging: part I - guidelines for patient preparation and data acquisition. *J Nucl Cardiol* 2003;10:543-54.
- Arrighi JA, Soufer R. Reverse redistribution: is it clinically relevant or a washout? *J Nucl Cardiol* 1998;5:195-201.