

역재분포 소견과 심근조영 심초음파에서 보인 심내막하경색과의 관계

인하대학교 의과대학 핵의학과, 심장내과¹

김성은 · 최원식 · 권 준¹

Correlation between Reverse Redistribution and Subendocardial Myocardial Infarction Observed in Myocardial Contrast Echocardiography

Sungeun Kim, M.D., Wonsick Choe, M.D., M.P.H. and Jun Kwan, M.D.¹

Department of Nuclear Medicine and Division of Cardiology¹, Inha University Hospital, Incheon, Korea

Abstract

Purpose: The aim of this study is to better understand the pattern and nature of reverse redistribution (RR) in myocardial perfusion imaging. **Materials and Methods:** In consecutive 20 acute myocardial infarction (MI) patients, frequency of RR was correlated with that of subendocardial MI that was detected by myocardial contrast echocardiography (MCE). RR was judged to be present when there was more than one grade of worsening in perfusion at 24 hr delayed images compared with the initial rest images. MCE evaluated the significant lack of opacification in the subendocardial myocardium relative to the subepicardial myocardium to suggest the subendocardial MI. Kendall's nonparametric correlation coefficient was calculated. **Results:** Concordant cases were 15 of 20 (75%) and correlation was statistically significant ($p=0.0285$). **Conclusion:** Our results suggested that RR was correlated with MCE-detected nontransmural MI. (Korean J Nucl Med 2000;34:228-33)

Key Words: Reverse redistribution, Myocardial perfusion imaging, Myocardial contrast echocardiography, Subendocardial MI

서 론

Received Nov. 9, 1999; revision accepted June 9, 2000
Corresponding Author: Wonsick Choe, M.D., Department of Nuclear Medicine, Inha University Hospital, Incheon 400-103 South Korea
Tel: 82-32-890-3160, Fax: 82-32-890-3164
E-mail: wchoe@inha.ac.kr

※ 본 논문작성은 2000년 인하대학교내연구비 지원을 받았음.
※ 저자들은 황현숙씨와 김봉수씨의 기술적인 도움과 현인영, 박금수, 이우형 의사분들의 조언에 감사드린다.
※ 이 논문은 저자들의 논문인 Reverse Redistribution: Revisited with Myocardial Contrast Echocardiography.
※ Ann Nucl Med 14:63-7, 2000에 근거하여 2차 출간의 형태를 작성되었다.
555

역재분포(reverse redistribution)는 심근관류영상에서 초기 thallium 섭취가 정상이거나 정상에 가까운 지역이 재분포 영상에서는 결손으로 보이는 것으로 정의된다.¹⁾ 이 발견은 Tanasescu 등²⁾이 부하 평면영상에서 재분포 동안에 결손이 더 심해지는 것을 관찰하고 1979년에 처음으로 보고하였다. 그 이후 이런 기이한 현상에 대한 많은 설명이 있었는데 그 중 하나가 Weiss 등³⁾이 1986년에 제기한 경색관련 관동맥이 재개통된 비관벽 경색징후이다. 이 논문에서 그들은 파면현상(wavefront pheno-

menon)을 예로 들었는데, 이것은 Reimer 등⁴⁾이 시행한 동물실험에서 밝혀낸 것으로 심근의 괴사는 거의 늘 심내막하에서 시작하며 초기 재관류 후에는 심근의 심외막하 부위가 가장 광범위하게 구제된다는 것이다.

비관벽성을 보이는 영상이 비교적 새로운 진단방법인 심근조영 심초음파(myocardial contrast echocardiography; MCE)의 출현으로 점차 가능해졌다.⁵⁾ 심근조영 심초음파는 미세기포를 관상동맥내에 주입한 후 심근 미세혈관의 분포상태를 영상화할 수 있는 독특한 방법이다. 더욱이 심내막하에서 심외막하까지 심근 전층을 통한 미세혈관 분포를 동일한 평면영상에서 볼 수 있으므로 비관벽성 저관류 또는 무관류를 평가할 수 있다.

본 연구는 역재분포의 특성을 더욱 잘 이해하기 위하여 심근조영 심초음파에 의해 진단된 심내막하 심근경색과 심근 SPECT 영상에서 관찰되는 역재분포를 연관시켜 분석하였다.

대상 및 방법

환자들은 총 20명으로 흉통, 심근효소의 증가(CPK 최대치: 21961±955), 허혈성 심전도 변화(Q파 혹은 허혈성 ST변화)가 있어 급성심근경색으로 진단된 환자들이었다(Table 1).

평균 연령은 57.5±17.6(범위 44-79)세로 남자 13명, 여자 7명이었다.

환자들의 경색관련 관동맥은 초기 또는 지연 경피적 관동맥 성형술로 선택적으로 재혈관화 되었고 저자들은 경피적 관동맥 성형술 후에 의미있는 정도로 잔여 협착이 없어짐을 확인하였다. 재혈관화 후에 Hexabrix 3 ml가 포함된 미세기포를 경색관련 관동맥에 주입하고 심근조영 심초음파를 시행하였다. 심근조영 심초음파 후 24시간 이내에 심근 SPECT를 시행하였다. 111 MBq (3 mCi)의 thallium을 정맥 내 주사하고 15분 이내에 휴식기영상을 얻었고 24시간 지연영상을 얻었다. 차단 주파수 0.38과 차수 5를 적용한 저역통과 Butterworth 여과기로 여과하여 여과 후 투사 방법으로 영상을 재구성하였다. 심내막하 심근경색 유무를 보기 위하여

심근조영 심초음파를 시행하고 결과를 분석하였다.

미세혈관분포에 대한 조영증강 정도를 세 단계로 나누어 점수를 매기는데 조영 점수가 정상적인 경우 1점, 부분 조영증강 될 경우 0.5점, 조영증강이 없는 경우를 0점으로 하였다. 심내막하 경색의 진단은 심외막에만 국한되어 조영이 되고 심내막이 조영되지 않을 경우로 하였다.

심근관류영상에서 관류 결손을 준정량적으로 분석하여 경도, 중등도, 고도, 정상으로 나누었다. 또한 24시간 지연영상에서 심근관류가 1단계 이상 나빠지는 경우 역재분포가 존재한다고 판단하였다. 비모수적 Kendall 상관 계수는 SAS 통계 패키지를 이용하여 계산하였고, P값이 0.05 미만인 경우 의미있는 것으로 판단하였다.

결 과

초기 및 지연영상에서 관류결손이 있는 지역과 결손에 대한 등급은 Table 1에 자세히 언급하였다. SPECT에서 정상관류 소견을 보인 예는 없었다. 심근조영 심초음파에서 심내막하 경색으로 진단되지 않은 예는 관벽경색으로 각기 다양한 정도의 조영증강을 나타내었다. 20예 중 15예(75%)가 일치하였고, 양쪽 검사 모두에서 8예는 양성, 7예는 음성이었다(Fig. 1). 통계 분석상 심근조영 심초음파 양성인 예(심내막하 심근경색)와 SPECT 양성인 예(역재분포인 예)의 사이에는 유의한 상관 관계(Kendall 상관계수가 0.5025였고 P값이 0.0285였음)를 보였다.

Fig. 2는 심근조영 심초음파 양성이면서 SPECT 양성인 예를 보여 주고 있다. 이런 경우는 8예로 모두 심전도상 Q 파가 있었다(Fig. 2). Fig. 3은 심근조영 심초음파 음성이면서 SPECT 양성인 3예 중 1예를 보여 주고 있다. 이 3예는 모두 Q파가 없었으나 허혈성 ST 변화는 있었다(Fig. 3).

고 찰

역재분포 양상이 처음 관찰된 것은 부하 재분포 영상에서 관류 결손이 부하시 영상에서 보다 재분

Table 1. Patients' Demographic Data, Days of PTCAs and SPECT, PTCA Arteries, Locations and Grades of Perfusion Defects on the Initial and Delayed Images, and MCE Scores

No	Age/ Sex	Days from onset		Location		Grade		MCE
		PTCA	SPECT	PTCA	Defect on SPECT	Initial	Delayed	
1	F/51	7	7	d*-RCA	basal inferior	mild	moderate	SE [§]
2	M/64	5	16	m [†] -LAD	mid-anteroseptal	mild	moderate	SE
3	M/48	5	5	p [‡] -LCX	lateral & inferolateral	normal	mild	SE
4	M/67	6	6	d-LCX	mid-inferolateral	mild	moderate	SE
5	M/76	1	5	p-RCA	basal inferior	mild	severe	SE
6	F/66	4	6	p-LAD	mid-anterior	moderate	severe	SE
7	F/45	3	4	p-LAD	mid-anterior	mild	moderate	SE
8	M/44	6	6	d-RCA	apical & inferolateral	mild	moderate	SE
9	M/49	3	5	m-RCA m-LCX	mid-inferior	mild	moderate	1
10	F/79	3	3	m-LAD	apical & anteroseptal	mild	moderate	0.5
11	M/45	4	5	d-LCX	inferior apical	mild	severe	0.5
12	F/78	6	6	m&d-RCA	inferior	absent	absent	SE
13	M/56	3	8	m-RCA	inferior	absent	absent	SE
14	M/42	1	5	m-LAD	mid-anteroseptal & apical	moderate	mild	0.5
15	M/72	3	6	m&d-LAD p-LCX	anteroseptal & apical septal inferior	severe moderate severe	severe moderate severe	0.5
16	F/76	10	11	m-LAD	anteroseptal inferior	severe moderate	severe moderate	0.5
17	F/59	1	5	m-LAD d-LAD	anterior & apical	severe	severe	0
18	M/73	1	7	m-RCA	basal inferior	severe	sever	1
19	M/48	5	5	m-LAD	anterior & apical	absent	absent	0.5
20	M/52	8	9	m-LAD	anteroseptal & apical inferior	severe moderate	severe moderate	0.5

d* distal

m[†] mid

p[‡] proximal

SE[§] subendocardial MI by MCE

포 동안에 더욱 악화되는 것이었다.²⁾ 그러나 이와 같은 역재분포가 여러 가지 프로토콜 즉 운동 또는 약제 부하⁶⁾와 휴식기 영상, 휴식기와 재분포 영상^{7,8)}에서 재주입을 하거나^{6,9)} 하지않는 경우 또는 24 시간 지연영상 등에서^{10,11)} 보고되었다. 따라서 역재분포는 심근관류영상에서 정상적 혹은 거의 정상적인 초기 thallium 섭취 영역이 재분포 또는 지연영상에서 결손으로 나타나는 현상이라고 정의하는 것

이 바람직하다.¹⁾ Pace 등¹²⁾은 역재분포를 심근 생존능의 차이에 따라 RR-A(정상인 휴식기와 비정상인 재분포)나 RR-B(비정상인 휴식기와 더욱 악화되는 재분포)로 세분하였다. 역재분포는 MIBI 심근 관류영상에서도 관찰되었다.^{8,13,14)}

역재분포는 생존, 비생존 심근이 혼합되어 있는 경우 관찰되고 국소관류의 보존을 암시한다.¹⁾ 본 증례들에서 경색관련 관동맥들은 경피적 관동맥 성

형술에 의해 성공적으로 재혈관화 되었고 재관류도 확인되었다. 비관벽성 병변은 생존, 비생존 심근이 혼합된 것으로 늘 심내막하 심근경색의 형태로는 관

		MCE		
		+	-	
SPECT	+	8	3	11
	-	2	7	9
		10	10	20

Fig. 1. 2x2 table of myocardial contrast echocardiography that detected nontransmural MI and myocardial perfusion SPECT imaging that observed reverse redistribution. Correlation was significant (p=0.0285).

찰되나 심외막하 심근경색으로는 관찰되지 않는다.³⁾

본래 심근 SPECT 영상으로는 비관벽성의 특성을 평가할 수 없는데 그 이유는 관류 정도를 판단할 때 전체 심근벽을 통한 방사능의 총량만 측정되기 때문이다. 반면에 심근조영 심초음파는 비관벽성과 관벽성 모두에서 어떠한 관류결손도 상당한 확실성을 가지고 평가할 수 있다.

잘 알려진 대로 경색의 관벽성이 심전도상 Q파의 존재와 늘 부합되지는 않는다. 부검결과를 조사한 연구에 따르면 관벽성 심근경색이라 해서 모두 Q파가 존재하지는 않으며(67%에서 존재) 심내막하 심근경색의 상당한 부분(30%)에서도 Q파가 존재함이 밝혀졌다.¹⁵⁾ 이러한 불일치는 본 연구에서도 역시 관찰되었다.

흥미롭게도 역재분포 양상이면서 심근조영 심초음파 음성인 3예 모두에서 소위 ST 심근 경색(Q파는 없으나 ST 절에 허혈성 변화가 있는 심근경색)에서만 발견되는 허혈성 ST변화는 있었으나 Q파는 없었다. 이 예들은 추적 심초음파에서 모두 벽운동

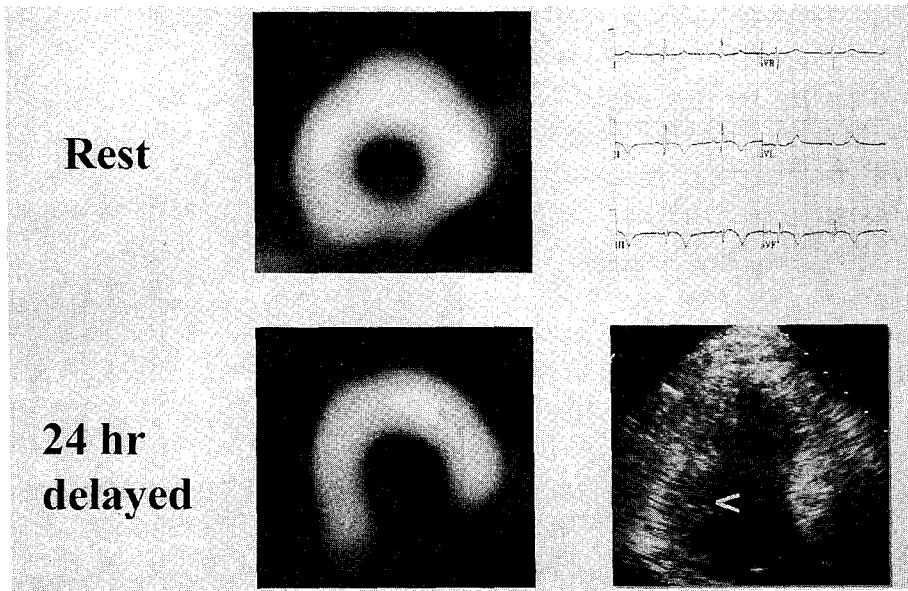


Fig. 2. RR with concordant nontransmural MI detected by MCE. There is a large moderate perfusion defect in the inferior wall on the rest images (left top) that is worsened to become a larger severe defect on the delayed images (left bottom). The MCE (right bottom) demonstrates no opacification of the subendocardium in the inferior wall (arrow) with intact microvasculature of the overlying subepicardial myocardium, representing a nontransmural MI. The ECG (right top) taken at this time shows the presence of Q-waves.

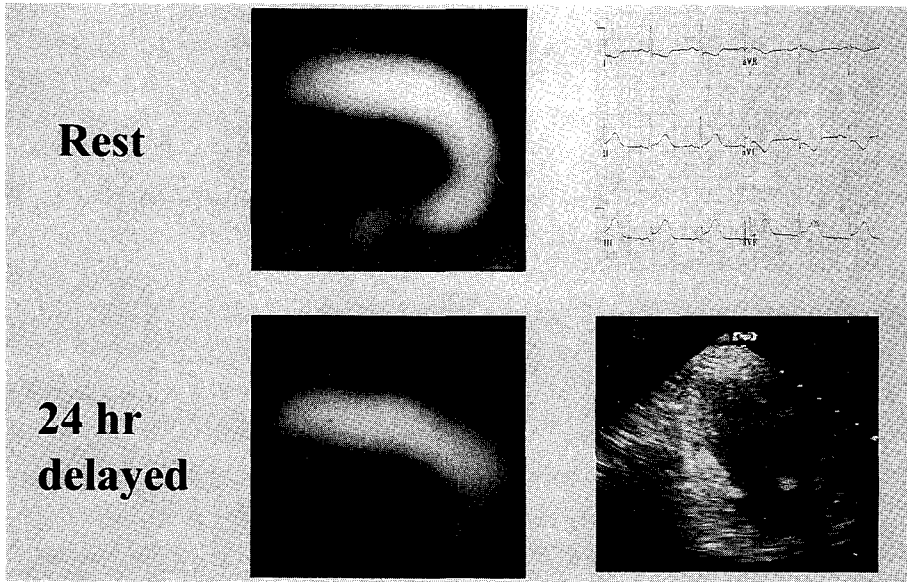


Fig. 3. PR with discordant MCE findings. Whereas there is RR in the inferior wall, the MCE shows intact microvasculature throughout the entirety of the myocardium. The ECG shows no Q-waves but ischemic ST changes.

이 호전되었다. 이는 심근 SPECT에서 보는 역재분포를 관찰함으로써 관벽성 경색 보다는 예후가 나은 정도의 심내막하 경색을 더 잘 볼 수 있지않나 하는 의문이 생긴다. 저자들은 심근조영 심초음파가 아무런 문제도 없이 모든 심내막하 경색을 발견해 내리라고 전적으로 확신하지는 않는다. 심근조영 심초음파는 준정량적인 육안적 평가에 의해 3단계의 등급으로 나누는데 중간의 0.5단계는 등급을 나누기가 쉽지 않다. 그러므로 저자들은 두 검사방법의 제한점을 고려해 볼 때 민감도나 특이도를 분석하는 것이 적절치 못하다고 보았다. 그 이유는 진성 비관벽 관류를 평가하는데 있어서 두 검사방법이 어느 것도 표준검사(gold standard)가 될 수 없기 때문이다. 그럼에도 불구하고 두 검사방법의 결과 사이에 유의한 상관관계가 있고, 과거 국내 학회에서 관심에 있었던 주제이므로^{16,17)} 향후 대규모의 연구로 재확인되었으면 좋겠다.

요 약

목적: 역재분포(reverse redistribution)는 심근관

류영상에서 초기 thallium 섭취가 정상이거나 정상에 가까운 지역이 재분포 영상에서는 결손으로 보이는 것으로 정의되는데 역재분포의 특성을 더욱 잘 이해하기 위하여 심근조영 심초음파(myocardial contrast echocardiography, MCE)에 의해 진단된 심내막하심근경색과 심근 SPECT 영상에서 관찰되는 역재분포를 연관시켜 분석하였다. **대상 및 방법:** 급성심근경색으로 진단된 20명의 환자들을 대상으로 경피적 관동맥 성형술로 재혈관화 한 후에 심근조영 심초음파를 시행 한 후 24시간 이내에 심근 SPECT를 시행하였다. 심근조영 심초음파로 미세혈관분포에 대한 조영증강 정도를 세 단계로 평가하였고(1: 정상 조영증강, 0.5: 부분 조영증강, 0: 조영증강 없음) 심내막하경색의 진단은 심외막에만 국한되어 조영이 되고 심내막이 조영되지 않을 경우로 하였다. 심근관류 결손은 4단계(경도, 중등도, 고도, 정상)로 나누었고 24시간 지연영상에서 1단계 이상 나빠지는 경우 역재분포가 존재한다고 판단하였다. 비모수적 Kendall 상관 계수를 SAS 통계 패키지를 이용하여 계산하였다. **결과:** 20에 중 15에 (75%)가 일치하였다(8예는 양쪽 검사 모두에서 양

성, 7예는 음성). 통계 분석상 심근조영심초음파 양성(심내막하 심근경색)인 예와 SPECT 양성(역재분포인 예)인 예의 사이에는 Kendall 상관계수가 0.5025였고 P값이 0.0285였다. 결론: 급성심근경색 환자에서 재혈관화치료 후에 관찰되는 역재분포 소견은 심근조영 심초음파에 보이는 심내막하 심근경색 소견과 유의한 연관이 있었다.

참 고 문 헌

- 1) Maddahi J, Berman DS. Reverse redistribution of thallium-201. *J Nucl Med* 1995;36:1019-21.
- 2) Tanesecu D, Berman D, Staniloff H, Brachman M, Ramanna L, Waxman A. Apparent worsening of thallium-201 myocardial defects during redistribution - what does it mean?[abstract] *J Nucl Med* 1979;20:688.
- 3) Weiss AT, Maddahi J, Lew AS, Shah PK, Ganz W, Swan HJC, 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.
- 4) Reimer KA, Lowe JE, Rasmussen MM, Jennings RB. The wavefront phenomenon of ischemic cell death - myocardial infarct size vs duration of coronary occlusion in dogs. *Circulation* 1977;56:786-94.
- 5) Kaul S. Myocardial contrast echocardiography - 15 years of research and development. *Circulation* 1997;96:3745-60.
- 6) Dey HM, Soufer R. Reverse redistribution on planar thallium scintigraphy: relationship to resting thallium uptake and long-term outcome. *Eur J Nucl Med* 1995;22:237-42.
- 7) Lew AS, Maddahi J, Shah PK, Cercek B, Ganz w, Berman DS. Critically ischemic myocardium in clinically stable patients following thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: potential implications for early coronary angioplasty in selected patients. *Am Heart J* 1990;120:1015-10.
- 8) Pace L, Cuocolo A, Maurea S, Nicolai E, Imbriaco M, Nappi A, et al. Reverse redistribution in resting thallium-201 myocardial scintigraphy in patients with coronary artery disease: relation to coronary anatomy and ventricular function. *J Nucl Med* 1993;34:1688-92.
- 9) Marzullo P, Gimelli A, Cuocolo A, Pace L, Marcassa C, Sambuceti G, et al. Thallium-201 reverse redistribution at reinjection imaging correlated with coronary lesion, wall motion abnormality and tissue viability. *J Nucl Med* 1996;7:735-41.
- 10) Dilsizian V, Bonow RO. Differential uptake and apparent ²⁰¹Tl washout after thallium reinjection-options regarding early redistribution imaging before reinjection or late redistribution imaging after reinjection. *Circulation* 1992;85:1032-8.
- 11) 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.
- 12) Pace L, Cuocolo A, Marzullo P, Nicolai E, Gimelli A, Luca ND, et al. Reverse redistribution in resting thallium-201 myocardial scintigraphy in chronic coronary artery disease: an index of myocardial viability. *J Nucl Med* 1995;36:1968-73.
- 13) Shih W-J, Miller K, Stipp V, Mazour S. Reverse redistribution on dynamic exercise and dipyridamole stress technetium-99m-MIBI myocardial SPECT. *J Nucl Med* 1995;36:2053-5.
- 14) Takeishi Y, Sukckawa H, Fujiwara S, Ikeno E, Sasaki Y, Tomoike H. Reverse redistribution of technetium-99m-sestamibi following direct PTCA in acute myocardial infarction. *J Nucl Med* 1996;37:1289-94.
- 15) Antalóczy Z, Barcsák J, Magyar E. Correlation of electrocardiologic and pathologic findings in 100 cases of Q wave and non-Q wave myocardial infarction. *J Electrocardiol* 1988;21:331-5.
- 16) Song HC, Bom HS, Kim JY, Jeong MH, Gill KC, Park JH, et al. Clinical significance of reverse redistribution on Tc-99m MIBI and Tl-201 myocardial perfusion SPECT images. *Korean J Nucl Med* 1996;30:95-102.
- 17) Yoon SN, Pai MS, Park CH. Assessment of viability in regional myocardium with reversed redistribution by thallium reinjection in patients with acute myocardial infarction. *Korean J Nucl Med* 1998;32:509-15.