

급성 전층 심근 경색증시 Gated Blood Pool Scan에 의한 좌·우심실의 기능에 대한 평가

한양대학교 의과대학 내과학교실

노임환 · 안광무 · 김정현 · 임헌길 · 이방헌 · 이정균

한양대학교 의과대학 핵의학교실

조 석 신

=ABSTRACT=

Assessment of Left and Right Ventricular Performance by Gated Blood Pool Scan in Acute Transmural Myocardial Infarction

Im Hawn Roe, M.D., Kwang Moo Ahn, M.D., Jung Hyun Kim, M.D.
Heon Kil Lim, M.D., Bang Hun Lee, M.D., Chung Kyun Lee, M.D.
Suk Shin Cho, M.D.*

Department of Internal Medicine, Department of Nuclear Medicine,
College of Medicine, Han-Yang University*

Ventricular performance was evaluated in 21 patients with uncomplicated acute transmural myocardial infarction(10 anterior and 11 inferior).

Left ventricular global and regional ejection fraction, ejection rate and right ventricular ejection fraction were assessed using radionuclide ventriculography.

The results were as follows :

- 1) In anterior infarction, left ventricular global ejection fraction was more significantly depressed than in inferior infarction(mean \pm SD : 33.0 \pm 15.4% versus 48.6 \pm 7.0%, $P<0.01$).
- 2) In inferior infarction, right ventricular global ejection fraction was more depressed than in anterior infarction(33.3 \pm 9.8% versus 45.0 \pm 13.2%, $P<0.05$).
- 3) Regional ejection fraction of septal, apico-inferior and posterolateral wall were found to be depressed in anterior infarction than in inferior infarction, but no significant differences were present.

It is concluded that the magnitude of right and left ventricular dysfunction was affected by the location of acute transmural infarction.

급성 심근 경색증시 좌심실의 기능은 이환 및 사망 등 장기 예후에 중요한 인자이다¹⁾. 급성 심근 경색증의 기능 평가에는 주로 카테터를 이용한 심장 혈관 촬영술이 이용되었고 충만기 압력과 구혈을 등의 혈동학적 검사로 예후를 판정하여 왔다²⁻⁴⁾. 그러나 심장 혈관 촬영술은 관혈적인 방법으로 반복 조사가 적합치 않고 장기 추적 관찰에도 어려움이 있으며⁵⁾, 또한 우심실의 기능을 평가하는 데도 난점이 있다. 따라서 심에코도^{6, 7)} 및 방사성 동위 원소를 이용한 영상 진단⁸⁾ 이 도입되어 경색의 진단, 심실 기능의 평가, 국소벽 운동 형태, 합병증의 발견, 치료에 대한 모니터, 그리고 예후 판정에 많이 이용되어 왔다. 특히 Coronary care unit에서 시간의 제약과 위험성이 없이 침상에서 언제나 안전하게 시행할 수 있는 장점이 있다⁹⁾. 그 중에서도 방사성 혈관 조영술은 2면성 심 에코도 보다 국소벽의 운동 형태 및 우심실의 기능을 평가하는데 더욱 정확한 방법으로 알려져 있다^{10, 11)}.

여러 보고에 의하면 급성 전벽 심근경색증 환자에서는 하벽 경색증에 비해 좌심실의 구혈율이 더 감소하여 있으며^{12, 13)}, 하벽 심근 경색증시에는 우심실의 기능 이상이 잘 동반되어 약 40~50%에서 우심실의 경색증을 동반한다고 보고 되어 있다^{14, 15)}.

저자들은 방사성 혈관 조영술을 이용하여 전벽 및 하벽 경색증시 좌심실의 구혈율, 박출속도 및 국소벽 운동과 우심실의 구혈율 등의 변화를 평가하고자 본 연구를 시행하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

1986년 2월 부터 1987년 7월까지 한양의대 내과에 입원하였던 급성 전층 심근 경색증 환자 21예를 대상으로 하였으며, 이전에 경색이 있었던

환자, 협심증, 판막성 심장병, 폐성심, 급성 비전층 심근 경색증 환자는 연구 대상에서 제외하였다.

급성 전층 심근 경색증의 진단은¹⁶⁻¹⁸⁾,

1) 전형적이고 지속적인(20분 이상) 흉통이 있거나,

2) 혈청 Creatine kinase와 CPK-MB isoenzyme, 혈청 GOT, LDH와 LDH-isoenzyme의 전형적인 상승과 하강이 있는 경우,

3) 심전도에서 최소한 2개의 유도에서 Q파가 0.04초 이상 지속하면서 ST절과 T파의 변화가 있는 경우의 3가지중 적어도 2가지 이상을 만족할 때를 기준으로 정하였다. 또한 경색 부위는 심전도의 진단 기준에 의거하여 전벽(전중격 혹은 전측벽) 경색증과 하벽(하측벽과 하후벽) 경색증으로 나누었다. 환자의 연령은 42세 부터 77세 까지로 평균 59.5세며 전벽 및 하벽 심근 경색증 간의 연령 차이에 유의한 차는 없었다. 입원 당시에 Killip과 Kimball의 방법¹⁹⁾에 따라 임상적으로 분류하였다. 13명이 Class I이었고 그 중 전벽 경색증은 3명, 하벽 경색증은 3명이었다. 4명이 class II이며 그 중 전벽 경색증 2명, 하벽 경색증이 2명이었으며 class III 이상은 5명으로 모두 전벽 경색증이였다.

2. Gated blood pool 스캔

^{99m}Tc로 표지된 인혈청 알부민 ²⁰¹Pb를 우측 전주정맥에 순간 주사하였으며 심실의 국소적 벽 운동 상태를 정확히 측정하기 위해 고해상력(high resolution)을 지닌 collimator를 사용하였다. 사용된 기기는 Israel 제, ELSINT사 Apex 415w gamma camera였다. 정맥 주사한 방사성 동위원소 추적자가 혈액 내에 고루 퍼져 평형을 이룬 후 anterior, LAO 45° 및 left lateral view에서 상을 얻었다. 심전도상 심박주기의 R파의 시작을 기점으로 하여 하나의 R-R 간격을 24화면으로 등분하여 자료를 통합 수록 후 좌우심실의 전체 구혈율, 국소 벽운동 등을 구하였다^{20, 21)}.

1) 심실 구혈율(Ventricular ejection fraction: EF)
컴퓨터에 수록된 각 화면에서 심실에 관심 영역(region of interest)과 심실 주위에 배후 방사능의 제거를 위한 관심 영역을 각각 정하여 심실내 방사능에서 배후의 방사능을 뺀 후 시간-방사능 곡선(time-activity curve)에서 구혈율 및 구혈 속도, 그리고 충만 속도를 구하였다.

$$\text{구혈율} = \frac{\text{확장기말 방사능치} - \text{수축기말 방사능치}}{\text{확장기말 방사능치}}$$

2) 심실벽 운동

확장기 말과 수축기 말의 화면에서 심실의 윤곽을 그려서 서로 겹치면 심실의 부위별 수축 상태를 볼 수 있는바 무운동증, 저운동증 및 기이성 운동증으로 구분하였다.

자료는 평균치±표준편차로 하였으며, 각 군에 분포된 환자 수와 평균치 간의 차이는 Student t test를 이용하여 p 값을 구하였고 p<0.05인 경우를 의의가 있다고 판정하였다.

성 적

전벽 심근 경색증 10명에서 연령 분포는 46세 부터 77세 까지였고(평균 연령 62.2세), 성별은 남자 7명, 여자 3명이었다. Killip class에 의한 분류로는 I이 3명, II가 2명, IV가 5명이었다.

하벽 심근 경색증 환자 11명에서 연령 분포는 42세 부터 70세 까지였고(평균 연령 57세), 성별은 남자 9명, 여자 2명이었으며 Killip class I이 9명, II가 2명이었고 III 이상은 없었다. 이들 환자에서 각각 방사성 혈관 조영술을 이용해 좌우심실의 구혈율(전체 및 국소별), 박출 속도, 충만 속도, 심실벽 운동을 구하여 심·폐질환이 없는 14명의 정상 대조군과 비교 관찰하였다(표 1).

1) 좌심실의 구혈율

전벽 경색증시 좌심실의 전체 구혈율은 $33.0 \pm 15.4\%$ (9.6~61.4%)였으며, 10명 중 9명이 정상 대조군과 비교하여 낮은 구혈율을 나타냈다. 이에 반해 하벽 경색증에서는 평균 구혈율은 $48.6 \pm 7.0\%$ (35.3~61.1%)로서 전벽 경색증에서는 하벽 경색증에 비해 통계적으로 유의하게 감소하였다(Fig. 1) (p=0.007).

2) 국소별 좌심실 구혈율

중격 부위의 구혈율을 보면 전벽 심근 경색증이 $17.6 \pm 9.0\%$, 하벽 경색증이 $22.0 \pm 6.0\%$ 로 정상 대조군에 비해서 유의한 감소가 있었으나 전벽 및 하벽 경색증 양 군 간에는 유의한 차이가 없었다(Fig. 2). 심첨 하부의 구혈율 및 후측부의 구혈율도 전벽 경색증 환자에서 각각 $32.0 \pm 17.9\%$, 37.2

Table 1. Radionuclide data in anterior and inferior myocardial infarction

	LV global EF (%)	Regional EF (%)			RVEF (%)	LV ejection rate	LV filling rate
		septal	apico-inferior	posterolateral		(/sec)	(/sec)
Control (N=14)	65.3 ± 7.2	33.2 ± 7.6	59.8 ± 12.7	56.9 ± 14.0	45.2 ± 8.0	3.2 ± 0.5	2.6 ± 0.6
Anterior infarction (N=10)	33.0 ± 15.4	17.6 ± 9.0	30.2 ± 17.9	37.2 ± 22.3	45.0 ± 13.2	1.8 ± 0.8	1.5 ± 0.4
Inferior infarction (N=11)	48.6 ± 7.0	22.0 ± 6.0	37.6 ± 15.7	40.9 ± 13.2	33.3 ± 9.8	2.4 ± 0.5	1.8 ± 0.4
P-value*	0.007	NS	NS	NS	0.02	0.036	NS

*P-value between anterior and inferior infarction

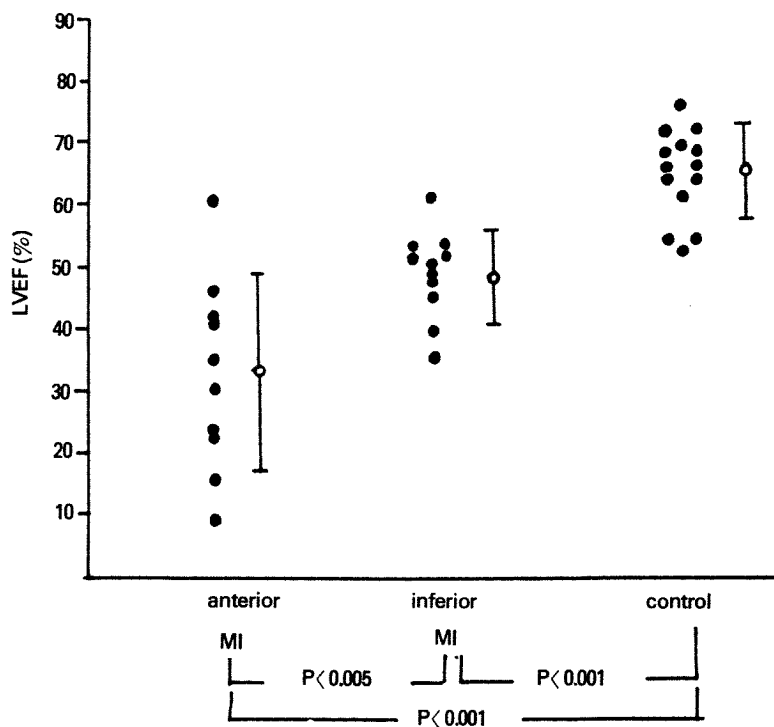


Fig. 1. Left ventricular ejection fraction in three groups.

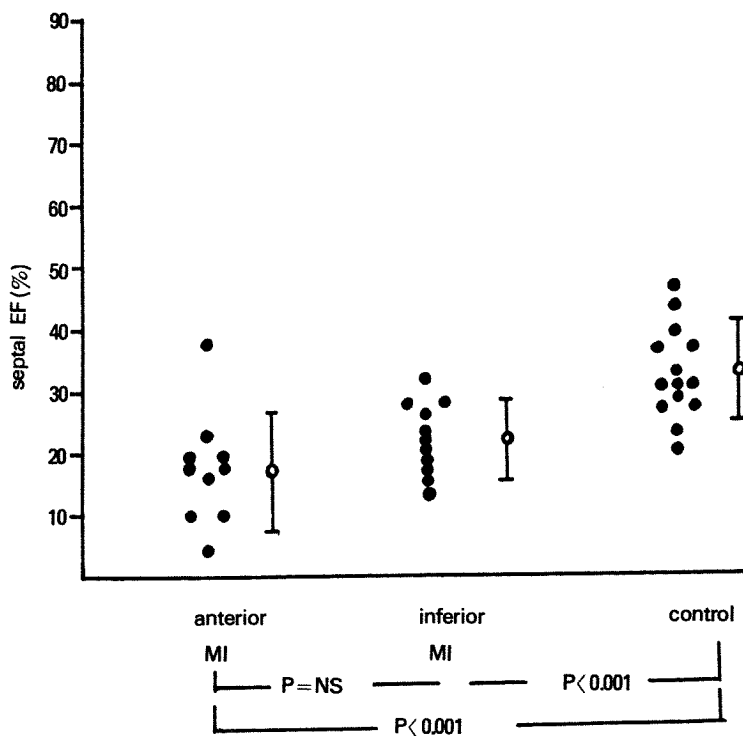


Fig. 2. Regional ejection fraction of left ventricular septal wall in three groups.

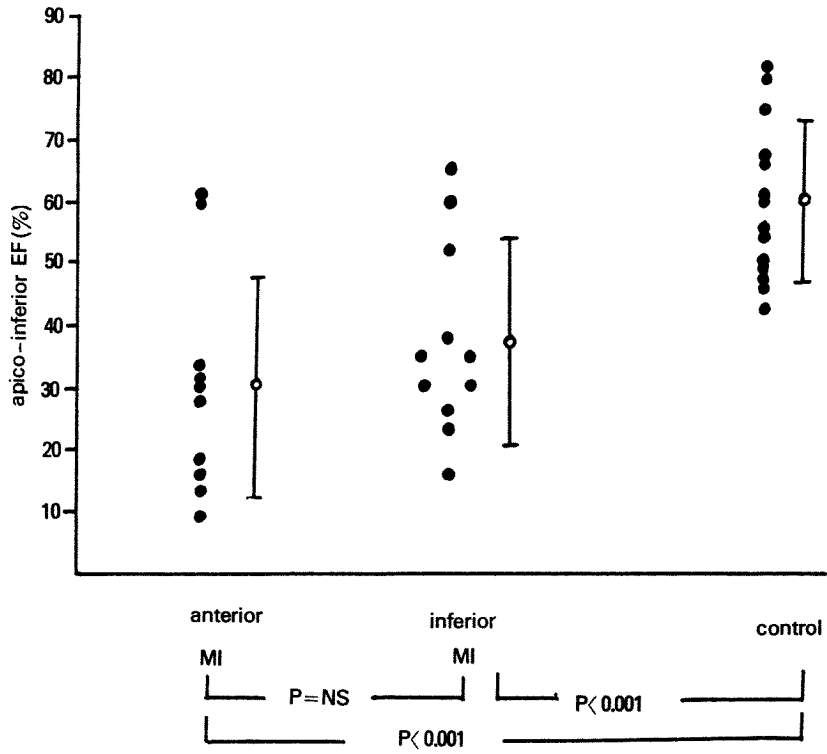


Fig. 3. Regional ejection fraction of left ventricular apicoinferior wall in three groups.

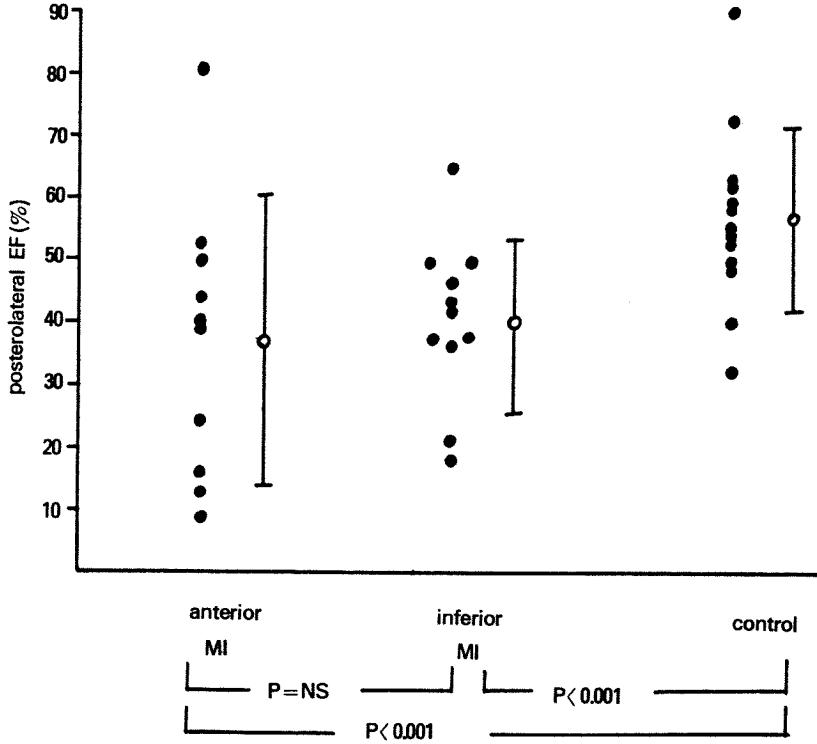


Fig. 4. Regional ejection fraction of left ventricular posterolateral wall in three groups.

$\pm 22.3\%$, 하벽 경색증 환자에서는 $37.6 \pm 15.7\%$, $40.9 \pm 13.2\%$ 로 양군간에 유의한 차는 관찰되지 않았다(Fig. 3, Fig. 4).

3) 좌심실의 박출 속도

전벽 경색증시 $1.8 \pm 0.8/\text{초}$, 하벽 경색증시는 $2.4 \pm 0.5/\text{초}$ 로 양 군 간에 유의한 차이를 보였으며($p = 0.036$), 이는 좌심실의 전체 구혈율과도 일치되는 결과를 보였다(Fig. 5).

4) 좌심실의 충만 속도

정상 대조군인 $2.6 \pm 0.6/\text{초}$ 에 비해 전벽 및 하벽 경색증에서 $1.5 \pm 0.4/\text{초}$ 및 $1.8 \pm 0.4/\text{초}$ 로 경색증 환자에서 이완 기능까지 저하되어 있으나 양 군 간에는 유의한 차이는 관찰되지 않았다(Fig. 6).

5) 우심실의 구혈율

전벽 경색증 환자 10명에서는 우심실의 구혈율이 $45.0 \pm 13.2\%$ ($41.3 \sim 75.6\%$)였으며 정상군의 우심

실 구혈율인 $45.2 \pm 8.1\%$ 와 비교시 거의 차이가 없었다. 이에 반해 하벽 경색증 11명에서는 우심실의 구혈율이 $33.3 \pm 9.8\%$ ($18.7 \sim 48.2\%$)로서 정상 대조군에 비하여 6명이 감소된 구혈율을 보였으며 전벽 경색증과도 유의한 차이($p=0.02$)로 하벽 경색증시 우심실의 기능 이상이 더 흔히 동반됨을 관찰할 수 있었다(Fig. 7).

고 안

심근 경색증은 심근의 산소 공급과 수요의 불균형에 기인하며^{22,23)} 경색의 크기는 임상적으로 예후와 관계가 있다²⁴⁾. 실제 Page²⁵⁾는 심근 경색증으로 인한 심인성으로 사망한 환자에서 전체 좌심실 질량의 40%이상의 괴사 혹은 반흔이 있었음을 보고하였다. 그래서 경색의 크기를 인위적으로 조절하는 실험적인 연구가^{26,27)} 시행되어 산소의 공급이 감소시, 대사 기질의 공급이 감소시,

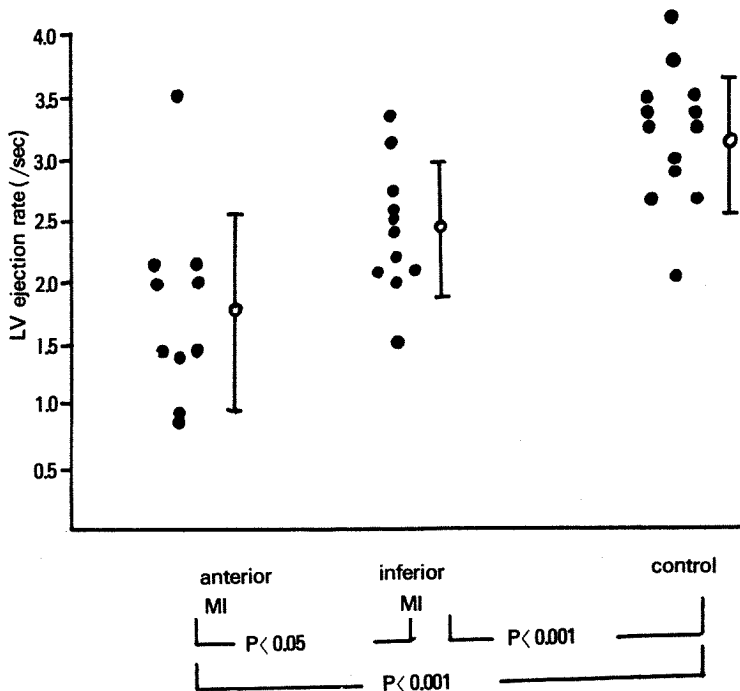


Fig. 5. Left ventricular ejection rate in three groups.

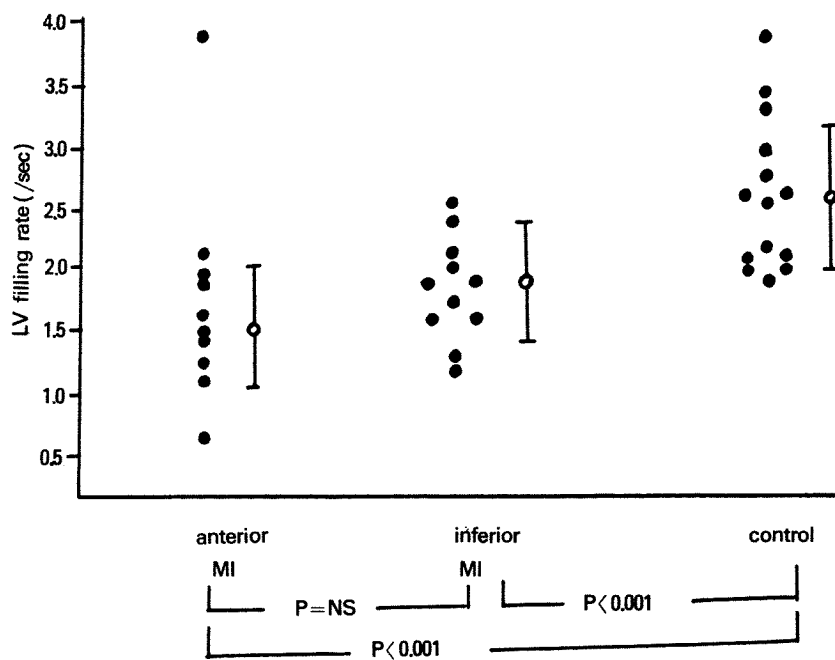


Fig. 6. Left ventricular filling rate in three groups

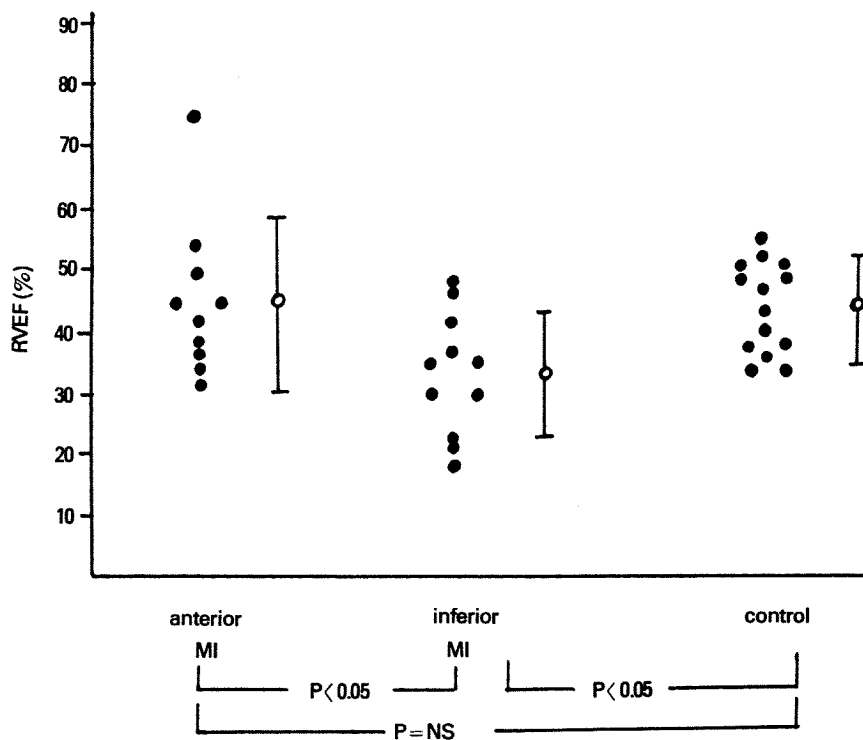


Fig. 7. Right ventricular ejection fraction in three groups.

그리고 심근의 산소 소모율이 증가시에는 경색의 크기가 확장됨이 관찰되었다. Sobel²⁶⁾은 심근 경색증으로 생존한 사람들이 사망한 경우보다 확실히 경색의 크기가 적었음을 보고하였다. 그러므로 정상적인 좌심실의 기능 및 경색의 크기가 작은 환자들은 과사가 심한 경색증에 비해 매우 낮은 사망율을 보인다.

급성 심근 경색증의 진단, 정도 및 예후의 판정은 환자의 치료에 중요하며 이들을 위한 검사법은²⁶⁾ 심전도, 혈청내 creatine kinase 특히 CK MB, 심혈관 촬영술, 방사선 동위원소 스캔 및 2면성 심에코도 등이 있다. 최근에는 심근 경색증의 진단, 심실 기능의 평가, 국소 벽운동 형태, 합병증의 발견, 치료에 대한 효과, 그리고 예후를 판정하는데 2면성 심에코도 및 방사성 동위원소를 이용한 스캔이 흔히 이용되고 있다. 그 중 방사성 동위원소를 이용한 검사³⁰⁾로는 방사성 심실 조영술, infarct avid scan, 심근 관류 스캔³¹⁾이 있어 좌심실의 기능, 관류 및 대사 등을 파악하여 심근 경색증 환자의 예후를 평가할 뿐 아니라 합병증을 발견할 수도 있었다. 방사성 혈관 조영술은 심실내 blood pool의 크기와 형태에서의 변화에 따라 특히 좌우심실의 전체 및 국소별 기능에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있다. 특히 급성 심근 과사나 반흔 조직이 있는 심근 부위에서 비 정상적인 국소별 운동을 나타냄으로써 손상된 심근 위치를 알 수 있다³²⁾. 물론 심근 자체를 직접 관찰할 수는 없지만 급성 심근 경색증이 의심되는 환자에서 심실 기능의 국소 및 전체 기능 이상이 있는 것으로 그 부위를 추정하게 된다. 그러나 이러한 전체적인 심실 기능의 장애 및 국소별 심실 장애는 경색이 아닌 심근 과사 만으로도 같은 경과를 보이므로 현재의 급성 심근 경색증 자체만을 그대로 반영한다고 할 수는 없다. 그러므로 방사성 혈관 조영술로는 좌심실의 국소적인 이상이 있는 위치를 정확히 알 수는 있으나 그 이상을 일으킨 원인이 급성 경색인지 아닌지는 알 수 없다. 방사성 혈관 조영술보다 경색의 위치를 잘 정해 주는 것은 ²⁰¹Thallium을 이용한 심근 관류 스캔이

나 ^{99m}Tc-pyrophosphate를 이용한 infarct avid scan으로서 부검해 본 결과 경색의 해부학적 위치와 잘 일치하며³³⁾ 방사성 혈관 조영술과 함께 실시하면 경색의 위치는 물론, 크기와 기능까지도 자세히 알 수 있다. 본 연구에서는 심근 관류 스캔이나 infarct avid scan을 실시하지 못했지만 첫 증상 발현인 심근 경색증만을 대상으로 하였으므로 방사성 혈관 조영술에서 보이는 손상의 위치와 실제 경색의 위치가 비교적 잘 일치되었을 것으로 생각된다.

여러 보고^{5,6,14)}에 의하면 급성 전벽 심근경색증 환자에서는 하벽 경색증에 비하여 좌심실의 구혈율이 더 감소해 있다. Reduto¹⁴⁾는 급성 전벽 경색증에서 좌심실의 구혈율이 34%, 하벽 경색증의 구혈율은 50%로 이들 사이에는 유의한 차이로 급성 전벽 경색증 환자에서 수축 기능이 더욱 저하되어 있다고 하였다. 전벽 심근 경색증은 하벽 경색증이나 비전층 경색증에 비하여 더 많은 심근 과사를 초래하여 CK-MB도 더욱 증가하며 혈동학적 변화도 현저하다. Hamby 등³⁴⁾은 협심증이나 전구성 경색증이 있었던 환자에서 카테터를 이용한 심혈관 촬영술을 실시해 본 결과, 전구성 전벽 경색증이 있던 경우 좌심실의 구혈율이 41%로서 전구성 하벽 경색증의 좌심실 구혈율인 56%에 비하여 의미 있는 차이를 보여 방사성 혈관 촬영술로 인한 좌심실 구혈율과 거의 일치되는 결과를 볼 수 있다. 본 연구에서도 전벽 경색증의 좌심실 구혈율은 33.0%, 하벽 경색증에서는 48.6%로서 유의한 차를 보였으며 서양의 보고와도 일치함을 관찰할 수 있었다. 또한 국소별 구혈율은 전벽 경색증시 하벽 경색증보다 중격부, 심첨-하부, 후 측부의 기능이 모두 저하되어 있기는 하지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

심실의 확장기말과 수축기말 사이의 국소별 운동을 보면 21명 중 2명을 제외한 모두에서 비정상적인 운동이 관찰되었고 이들 2명의 전체 구혈율은 정상 범위에 해당하였다. 또한 이들은 임상적으로 Killip class I에 해당하였고 다른 검사 소견도 정상 범위인 심근 경색증으로 방사성 혈관 조

영술의 결과와 잘 일치함을 볼 수 있었다.

급성 심근 경색증에서 우심실의 기능 이상이 동반됨은 방사성 동위원소를 이용한 여러 연구에서 밝히고 있다³⁵⁾. Reduto와 Tobinick 등³⁶⁾의 보고 이후 특히 하벽 심근 경색증에서 우심실의 기능 이상이 더 자주 동반됨이 알려졌다. Starling³⁵⁾과 Hirsowitz³⁸⁾의 보고에서는 하벽 심근 경색증 환자의 50%에서 우심실의 기능 이상이 동반된 다하며 Rigo³⁹⁾는 하벽 경색증의 43%에서 우심실의 기능 이상을 초래한다고 보고하였다. 물론 우심실의 과사 및 경색증이 전벽 경색증에서도 동반될 수 있는데 Cabin⁴⁰⁾은 방사성 혈관 조영술상 우심실의 기능 이상을 동반한 전벽 경색증 환자 13명을 부검한 결과, 실제로 아주 심한 정도의 좌심실 과사는 물론이고 우심실의 과사까지 관찰할 수 있었다고 보고하였다. 본 연구에서는 우심실의 기능 이상은 하벽 경색증 환자의 11예 중 6예에서 전벽 경색증에서는 10예 중 1예에서 관찰되었고 하벽 경색증시 우심실의 기능 이상이 잘 동반된다는 서양의 보고와 거의 일치하였다. 특히 하벽 경색증에서도 심전도 상 고도의 방실 차단이 있는 경우 흔히 우심실의 기능 이상이 잘 동반된다고 한다⁴¹⁾. 우심실의 구혈율이 35%이하일 때는 의미있는 혈동학 적인 변화를 초래한다⁴²⁾고 하나 본 연구에서는 우심실의 구혈율이 35% 미만인 7예에서 killip class와의 뚜렷한 연관성은 관찰할 수 없었다. 이러한 방사성 혈관 조영술에서 우심실의 기능 이상이 있는 모든 환자가 반드시 우심실의 심실 경색증을 가지고 있는 것은 아니다⁴¹⁾. 또한 좌심실의 기능 이상이 더 심하게 일어난 경우 우심실의 기능을 판단하기 모호하게 되므로 더 자세한 평가가 필요하다하겠다. 최근에는 급성 하벽 경색증시 방사성 심실 조영술상 우심실의 기능 이상이 있는 환자에서 관상동맥 활영술 검사를 시행했을 때 우측 관상 동맥의 폐쇄가 있던 환자 19명을 recanalization하여 이중 12명에서 우심실의 구혈율이 통계적으로 유의하게 증가하였다는 보고도 있다⁴³⁾.

급성 심근 경색증시 방사성 혈관 조영술에 의

해 좌 우심실의 구혈율과 이완기 및 수축기의 국소적인 심실 운동의 상태, 그리고 우심실의 기능 상태들을 반복 측정할 수 있어서 치료 및 예후 판정에 도움이 될 것으로 사료된다.

결 론

1986년 2월부터 1987년 7월까지 한양대학병원 내과에 입원한 급성 전층 심근 경색증 환자 21예(전벽 10예, 하벽 11예)를 대상으로 경색 각 부위에 따른 방사성 혈관 조영술을 실시하여 좌 우심실의 전체 구혈율 및 좌심실의 국소 구혈율과 총만 속도를 비교 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 급성 전벽 심근 경색증 10명의 평균 연령은 62.2세였고 성별은 남자 7명, 여자 3명이었으며 killip class로는 I군 3명, II군 2명, IV군이 5명이었다. 또한 급성 하벽 심근 경색증 11명의 평균 연령은 57.0세였고 성별은 남자 9명, 여자 2명이었으며 killip class I군은 9명, II군은 2명이고 III군 이상은 없다.

2) 전벽 경색증의 좌심실의 전체 구혈율은 $33.0 \pm 15.4\%$ 로서 정상 대조군과는 물론, 하벽 경색증의 구혈율인 $48.6 \pm 7.0\%$ 와 비교하였을 때도 유의한 차이를 보여 전벽 경색증에서 더 심한 좌심실 수축 기능 장애가 있음을 관찰하였다.

3) 좌심실의 국소별 구혈율을 중격부, 심첨-하부, 후 측부로 나누어 조사한 바 전벽 경색증에서 각각 $17.6 \pm 9.0\%$, $30.2 \pm 17.9\%$, $37.2 \pm 22.3\%$ 였고 하벽 경색증에서는 $22.0 \pm 6.1\%$, $37.6 \pm 15.7\%$, $40.9 \pm 13.2\%$ 로 전벽 경색증시 하벽 경색증에 비하여 감소되어 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4) 우심실의 구혈율은 전벽 경색증시 $45.0 \pm 13.2\%$ 로 정상 대조군과 거의 유사하였으며 1명만이 우심실 구혈율이 35% 이하로 감소하였다. 이에 반해 하벽 경색증시의 우심실 구혈율은 $33.3 \pm 9.8\%$ 였다. 즉, 하벽 심근 경색증에서 기능 이상을 더 흔히 동반함을 관찰하였다.

이와같이 방사성 혈관 조영술은 비관혈적으로 좌심실의 수축 및 이완기능, 국소별 심실 벽운동 상태, 우심실의 기능 정도를 구함으로써 급성 심근 경색증의 예후 판정과 치료 결정에 유용한 검사로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Weber RT, Ratshin RA, Janicki TS, Rackley CE, Russell RO : *Left ventricular dysfunction following acute myocardial infarction. Am J Med* 54 : 697, 1973
- 2) Cortina A, Ambrose JA, prieto-Granada J, Moris C, Simarro E, Holt J, Fuster V : *Left ventricular function after myocardial infarction : clinical and angiographic correlation. J Am Coll Cardiol* 5 : 619, 1985
- 3) Mathey D, Bleifeld W, Hanrath P, Effert S : *Attempt to quantitate relation between cardiac function and infarct size in acute myocardial infarction. Br Heart J* 36 : 271, 1974
- 4) Ratshin RA, Rackley CE, Russell RO : *Hemodynamic evaluation of left ventricular function in shock complicating myocardial infarction. Circulation* 45 : 127, 1972
- 5) Steele P, Kirch D, Lafree M, Battock D : *Measurement of right and left ventricular ejections by radionuclide angiography in coronary artery disease. Chest* 70 : 51, 1976
- 6) Chandraratna PAN, Ulene R, Nimalasuriya A, Reid CL, Kawanishi D : *Differentiating between acute and healed myocardial infarction by signal averaging and color encoding tow-dimensional echocardiography. Am J Cardiol* 56 : 381, 1985
- 7) Bhatnagar SK, Moussa MAA, Al-Yusuf AR : *The role of prehospital discharge two dimensional echocardiography in determining the prognosis of survivors of first myocardial infarction. Am Heart J* 109 : 472, 1985
- 8) Kelly MJ, Thompson PL, Quinlan MF : *Prognostic significance of left ventricular ejection fraction after acute myocardial infarction : A bedside radionuclide study. Br Heart J* 53 : 16, 1985
- 9) Plotnick GD, Becker LC, Fisher ML : *Value and limitations of exercise radionuclide angiography for detecting myocardial ischemia in healed myocardial infarction. Am J Cardiol* 56 : 1, 1985
- 10) Schwartz H, Leiboff RL, Katz RJ, Wasserman AG, Bren GB, Varghese PJ, ross AM : *Arteriographic predictors of spotaneous improvement in left ventricular function after myocardial infarction. Circulation* 71 : 466, 1985
- 11) Lieberman AN, Weiss JL, Jgdutt BI : *Two-dimensional echocardiography and infarct size : Relationship of regional wall motion and thickening to the extent myocardial infarction in the dog. Circulation* 63 : 739, 1981
- 12) Maisel AS, Gilpin E, Hoit B, Lewinter M, Ahnve S, Henning H, Collins D, Ross Jr J : *Survival after hospital discharge in matched populations with inferior or anterior myocardial infarction. J Am Coll Cardiol* 6 : 731, 1985
- 13) Weiss JL, Bulkley BH, Hutchins GM : *Two-dimensional echocardiographic recognition of myocardial injury in man : Comparison with post-mortem studies. Circulation* 63 : 401, 1981
- 14) Reduto LA, Berger HJ, Cohen LS : *Sequential radionuclide assessment of left and right ventricular performance after acute transmural myocardial infarction. Ann Intern Med* 89 : 441, 1978
- 15) Tobinick E, Schelbert HR, Henning H : *Right ventricular ejection fraction in patients with acute inferior and anterior myocardial infarction assessed by radionuclide angiography. Circulation* 57 : 1078, 1978
- 16) Hoffman JR, Igarashi E : *Influence of electrocardiographic findings on admisson decisions in patients with acute chest pain. Am J Med* 79 : 699, 1985

- 17) Ingwall JS, Kramer MF, Fifer MA, Lorell BH, Shermin R, Grossman W, Allen PO : *The creatine kinase system in normal and diseased human myocardium*. *N Engl J Med* 313 : 1050, 1985
- 18) Turi ZG, Rutherford JD, Roberts R, Muller JE, Jaffe AS, Rude RE, Parker C, Raabe DS, Braunwald E : *Cooperating investigator from the MILIS study group : Electrocardiographic, enzymatic and scintigraphic criteria of acute myocardial infarction as determined from study of 726 patients (a MILIS study)*. *Am J Cardiol* 55 : 1463, 1985
- 19) Killip T, Kimball JT : *Treatment of myocardial infarction in a coronary care unit*. *Am J Cardiol* 20 : 457, 1967
- 20) Burow RD, Strauss HW, Singleton R, Pond M, Rehn T, Bailey IK, Griffith LC, Nickoloff E, Pitt B : *Analysis of left ventricular function from multiple gated acquisition cardiac blood pool imaging comparison to contrast angiography*. *Circulation* 56 : 1024, 1977
- 21) Borer JS, Bacharach SL, Green MV, Kent KM, Epstein SE, Johnston GS : *Real-time radionuclide cineangiography in the non invasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary artery disease*. *N Engl J Med* 296 : 839, 1977
- 22) Radvany P, Maroko PR, Braunwald E : *Effect of hypoxemia on the myocardial necrosis after experimental coronary occlusion*. *Am J Cardiol* 35 : 795, 1975
- 23) Libby P, Maroko PR, Braunwald E : *The effect of hypoglycemia on myocardial ischemic injury during acute experimental coronary artery occlusion*. *Circulation* 51 : 621, 1975
- 24) Grande P, Nielsen A, Wagner GS, Christiasen C : *Quantitative influence of serum creatine kinase isoenzyme MB estimated infarct size and other prognostic variables on one year mortality after acute myocardial infarction*. *Br Heart J* 53 : 9, 1985
- 25) Page DL, Caulfield JB, Kastor JA : *Myocardial changes associated with cardiogenic shock*. *N Engl J Med* 285 : 133, 1971
- 26) Maroko PR, Braunwald E : *Modification of myocardial infarction size after coronary occlusion*. *Ann Intern Med* 79 : 720, 1973
- 27) Rude RE, Muller JE, Braunwald E : *Efforts to limit the size of myocardial infarcts*. *Ann Intern Med* 95 : 736, 1981
- 28) Sobel BE, Bresnahan GF, Shell WE : *Estimation of infarct size in man and its relation to prognosis*. *Circulation* 46 : 640, 1972
- 29) Haines DE, Beller GA, Watson DD, Nygaard TW, Craddock GB, Cooper AA, Gibson RS : *A prospective clinical, scintigraphic, angiographic and functional evaluation of patients after inferior myocardial infarction with and without right ventricular dysfunction*. *J Am Coll Cardiol* 6 : 995, 1985
- 30) Go RT, Doty DB, Chu CL : *A new method of diagnosing myocardial contusion in man by radionuclide imaging*. *Radiology* 116 : 107, 1975
- 31) Ahmad M, Dubiel JP, Logan KW : *Limited clinical diagnostic specificity of technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial imaging in acute myocardial infarction*. *Am J Cardiol* 39 : 50, 1977
- 32) Wisneski JA, Rollo FD, Gertz EW : *Correlation of 99m Tc-pyrophosphate myocardial accumulation with left ventricular wall motion abnormalities*. *Cardiology* 66 : 85, 1980
- 33) Cowley MJ, Mantle JA, Rogers WJ : *Technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial scintigraphy. Reliability and limitations in assessment of acute myocardial infarction*. *Circulation* 56 : 192, 1977
- 34) Hamby RK, Hoffman I, Hilsenrath J, Aintablian A : *Clinical, hemodynamic and angiographic as-*

- pects of inferior and anterior myocardial infarctions in patients with angina pectoris. Am J Cardiol 34 : 513, 1974*
- 35) Shah PK, Maddahi J, Berman DS, Pickler M, Swan HJC : *Scintigraphically detected predominant right ventricular dysfunction in acute myocardial infarction : Clinical and hemodynamic correlates and implications for therapy and prognosis. J Am Coll Cardiol 6 : 1264, 1985*
 - 36) Tobinick E, Schelbert HR, Henning H : *Right ventricular ejection fraction in patients with acute anterior and inferior myocardial infarction assessed by radionuclide angiography. Circulation 57 : 1078, 1978*
 - 37) Starling MR, Dell' Italia LJ, Chaudhuri TK : *First transit and equilibrium radionuclide angiography in patients with inferior transmural myocardial infarction : Criteria for the diagnosis of associated hemodynamically significant right ventricular infarction. J Am Coll Cardiol 4 : 923, 1984*
 - 38) Hirsowitz GS, Lakier JB, Goldstein S : *Right ventricular function evaluated by radionuclide angiography in acute myocardial infarction. Am Heart J 108 : 949, 1984*
 - 39) Rigo P, Murray M, Taylor DR : *Right ventricular dysfunction detected by gated scintiphotography in patients with acute myocardial infarction. Circulation 52 : 268, 1975*
 - 40) Cabin HS, Clubb KS, Wackers FJ : *Regional right ventricular dysfunction : An excellent predictor of right ventricular necrosis with anterior as well as inferior myocardial infarction. Circulation 72(suppl III) : III-413, 1985(abstr)*
 - 41) Lopez-Sendon J, Coma-Canella I, Gamallo C : *Sensitivity and specificity of hemodynamic criteria in the diagnosis of acute right ventricular infarction. Circulation 64 : 515, 1981*
 - 42) Baigrie RS, Haq A, Morgan CD : *The spectrum of right ventricular involvement in inferior wall myocardial infarction : A clinical, hemodynamic and noninvasive study. J Am Coll Cardiol 1 : 1396, 1983*
 - 43) Schuler G, Hofman M, Schwartz F : *Effect of successful thrombolytic therapy on right ventricular function in acute inferior wall myocardial infarction. Am J Cardiol 54 : 951, 1984*
-