

In-111-Antimyosin 항체를 이용한 심근경색의 정량적 평가

서울대학교 의과대학 내과학교실

이 명 철 · 이 경 한 · 최 윤 호
정 준 기 · 박 영 배 · 고 창 순

울산대학교 의과대학 핵의학과

문 대 혁

= Abstract =

Quantitative Assessment of Myocardial Infarction by In-111 Antimyosin Antibody

Myung Chul Lee, M.D., Kyung Han Lee, M.D., Yoon Ho Choi, M.D.,
June-Key Chung, M.D., Young Bae Park, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

Department of Internal Medicine, Seoul National University, College of Medicine, Seoul, Korea

Dae Hyuk Moon, M.D.

Department of Nuclear Medicine, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea

Infarct size is a major determinant of prognosis after acute myocardial infarction. Up to date, however, clinically available tests to estimate this size have not been sufficiently accurate. Twelve lead electrocardiogram and wall motion abnormality measurement are not quantitative, and creatine phosphokinase (CPK) measurement is inaccurate in the presence of reperfusion or right ventricular infarction. Methods have been developed to localize and size acute myocardial infarcts with agents that are selectively sequestered in areas of myocardial damage, but previously used agents have lacked sufficient specificity. Antibodies that bind specifically only to damaged myocardial cells may resolve this problem and provide an accurate method for noninvasively measuring infarct size.

We determined the accuracy with which infarcted myocardial mass can be measured using single photon emission computed tomography (SPECT) and radiolabeled antimyosin antibodies. Seven patients with acute myocardial infarction and one stable angina patient were injected with 2 mCi of Indium-111 labeled antimyosin antibodies. Planar image and SPECT was performed 24 hours later. None of the patients had history of prior infarcts, and none had undergone reperfusion techniques prior to the study, which was done within 4 days of the attack.

Planar image showed all infarct patients to have positive uptakes in the cardiac region. The location of this uptake correlated to the infarct site as indicated by electrocardiography in most of the cases.

The angina patient, however, showed no such abnormal uptake. Infarct size was determined from transverse slices of the SPECT image using a 45% threshold value obtained from a phantom study.

*본 연구는 1989년도 서울대학교 병원 대단위 연구비의 보조로 이루어 졌음.

Measured infarct size ranged from 40 to 192 gr. There was significant correlation between the infarct size measured by SPECT and that estimated from serial measurements of CPK ($r=0.73, p<0.05$).

These data suggest that acute myocardial infarct size can be accurately measured from SPECT Indium-111 antimyosin imaging. This method may be especially valuable in situations where other methods are unreliable, such as early reperfusion technique, right ventricular infarct or presence of prior infarcts.

서 론

급성 심근 경색증시 경색크기는 향후에후에 대한 주요인로 작용한다¹⁻⁴⁾. 따라서 이를 측정하기 위한 여러 방법이 시도 되고있으나 EKG mapping, wall motion abnormality의 길이, 심근 효소치 등의 기존의 방법들은 각기 문제점을 갖고 있어 정확한 평가를 제공하지 못한다.

핵의학적인 방법으로 ^{99m}Tc pyrophosphate 스캔이 있으나 심근경색에 대한 특이도가 떨어지며 경색크기를 과잉 평가하는 경향이 있다. 최근에는 Indium, Iodine, 또는 Technetium 등에 부착된 항마이오신 항체가(이후 AMA로 약함) 경색된 심근(myocardium)에 대해 그 특이도가 매우 높은 표지물로 알려져 있으며 이를 이용한 많은 연구가 시행되고 있다.

급성 심근경색증시 AMA-Fab 절편의 섭취는 세포화학적으로 규명되는 경색부의 경계와 정확하게 일치되며 그 섭취 정도는 혈류 감소 정도와 비례한다고 밝혀져 있기 때문에 경색에 대한 보다 직접적인 평가 방법으로써의 유용성이 관심을 받고 있다.

이에 저자들은 급성 심근 경색증 환자에서 AMA 영상의 소견을 살펴보고 경색 크기의 평가에 대한 Indium-111 AMA SPECT의 유용성을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

급성심근경색증 환자 7명과 안정형 협심증 환자 1명에게 Indium-111로 표지된 AMA-Fab 절편을 주사한 후 평면영상 및 SPECT 영상을 얻었다.

SPECT 영상으로는 경색의 크기를 구하여 연속 CPK 측정법에 의한 크기와 비교하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

30분 이상 지속된 전형적인 흉통으로 내원한 환자중

심전도가 Q파가 있으며 혈중 심근효소치가 유의하게 증가된 7명을 대상으로 하였는 바, 그 성별구성은 남자 4명, 여자 3명이었고 평균 연령은 58 ± 4 세였다. 이들 외에 정상 심전도 및 심근 효소치를 보인 안정형 협심증 환자 1명도 연구에 포함시켰다.

이들중 과거에 심근경색을 경험한 자는 없었으며, 모두 흉통이 발생한지 4일 이내에 In-111-antimyosin antibody를 주사하여 검사하였다(47 ± 24 시간, 범위; 10~84시간). 6명은 스캔후에 심도자술 및 심실조영술을 시행하였으나 스캔전에 혈전용해술 또는 경피적 관상동맥 확장술등 재관류술이 시행된 환자는 없었다.

2. 방 법

1) 방사화합물 주사

R11D10-Fab DTPA 항마이오신 항체(antimyosin antibody) (Myoscint-Centcor) 500 ug 을 약 2 mCi (1.7~2.0 mCi)의 Indium-111 chloride로 표지시켰으며, 이때 Sephadex-G25 column 크로마토그래피분석으로 측정된 표지효율(labeling efficiency)은 94~97%였다. 표지물은 준비된지 30분 이내에 환자에게 정맥주사 되었으며, 이는 환자의 흉통발생 4일 이내에 행해졌다. 정맥투여 전에 피부 반응 검사를 시행한 바, 0.01 ug의 Indium-AMA를 피내주사 하였으나 모든 예에서 반응은 음성이었고 정맥주사 후에도 부작용이 관찰된 예는 없었다.

AMA의 혈중 청소율을 살펴보기 위한 주사 5분 후와 그후 매 4시간 간격으로 48시간 동안 혈액을 채취하여 방사능을 측정하였다.

여기서 구한 혈중청소율 곡선은 Fig. 1과 같으며, 이때 기준(100%)은 5분때의 방사능치로 하였다.

2) 모형 실험

Single photon emission computed tomography(이하 SPECT로 약함)영상에서 병변으로 보이는 부위중 경색부의 실제 경계선(edge)을 결정하는 방법으로 역치(threshold)법을 이용하였는 바, 이 역치를 구하기위해

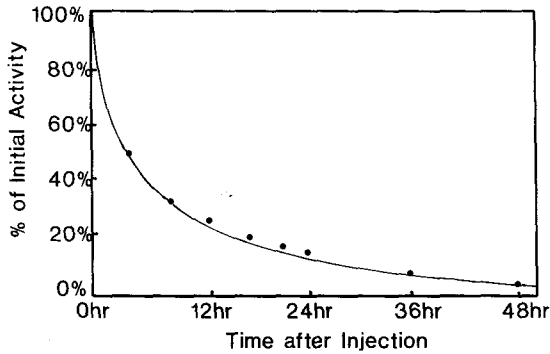


Fig. 1. Blood clearance of intravenously administered Indium-111 AMA in 8 patients. An early fast component was seen followed by a slow component, and there was 15% of the initial activity at 24 hours.

모형실험(phantom study)을 시행하였다. 여러 크기 (10~100 cc)의 고무풍선 7개에 4 mCi/ml 농도의 Indium-111 chloride를 채우고 이들을 원통형 체부모형 (body phantom)*내에 중심에서 등거리로 띄어 놓도록 고정하였다(Fig. 2-a). 모형속은 산란(scattering) 및 감쇄 배후(attenuating background)로서 Indium-111 chloride가 섞인 물을 채웠으며, 이때 병변 대 배후 비율을 변화시키기 위해 그 농도를 바꾸어 가며 3회 반복 실험하였다(각 0.47, 1.03 및 1.62 uCi/ml). 모형 옆으로 누인 상태에서 중 에너지 조준기 (medium energy collimator)와 디지털 감마카메라를 이용하여, 카메라를 360도 회전시키면서 6도 간격으로 이중정점(173과 247 keV)의 20% window에서 화면당 50초 씩 자료를 수록하였다.

Matrix는 64×64 pixel로 하였으며 이때 한 pixel의 크기는 5.9 mm였다. Filterd backprojection과 Butterworth 0.25, 2nd order filter를 사용하여 한 pixel 두께로 횡경(transverse)영상을 재구성(reconstruction)한후, 전 절편(slice)을 통털어 가장 높은 계수를 갖는 pixel의 값을 표준화(normalize)시켰으며, 그 20%에 해당하는 계수를 배후 방사능으로서 모든 pixel로부터 제하였다. 다시 최대계수의 30%에서 60%사이 임의의 수(즉 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60%)를 역치로 삼고 그 역치에 의해 그어지는 경계선 내의 pixel의 갯

*Data spectrum's elliptical SPECT phantom (직경 30.5×22.0 cm, 높이 18.6 cm)

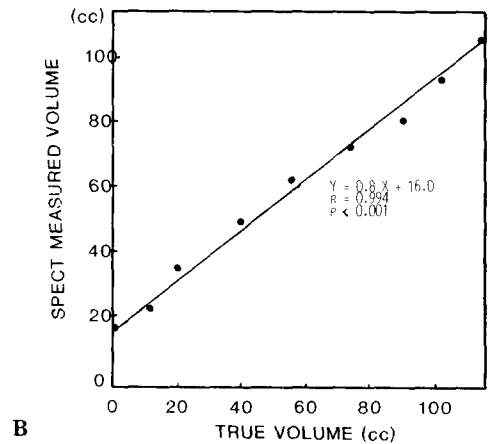
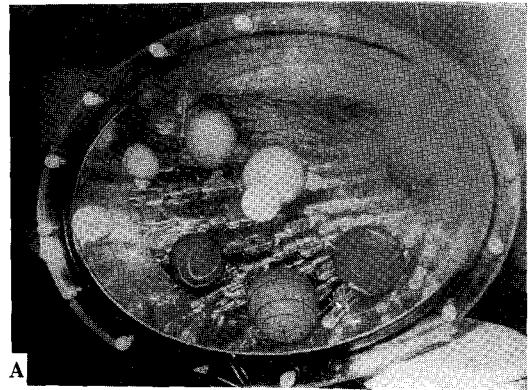


Fig. 2. A) (upper) Phantom containing Indium-111 filled balloons of varying size located equidistant from the center of an elliptical body phantom. B) (lower) Regression for relationship between size measured from Indium SPECT reconstruction and true balloon size.

수를 각 절편마다 더하여 병변내에 해당하는 총 pixel 갯수를 구하였다. 병변의 부피는 이 갯수에 한 pixel의 부피인 0.21 cc를 곱함으로써 구하였다. 구해진 부피와 풍선의 실제 부피를 비교하여 그 least mean square 값이 최소가 되게 하는 역치를 찾아 내어 경색크기 측정에 이용하였으며 본 연구에서는 45%로 구해졌다. 이 결과는 병변 대 배후 방사능 비율이 달라져도(1.85에서 3.1 사이) 차이가 없음을 알 수 있었다(Fig. 2-b).

3) 자료 수집

모든 환자는 Indium-111 AMA를 투여한지 24시간이 지났을 때 평면영상 및 SPECT를 시행하였다.

평면영상은 전면과 좌전사위 45도에서 화면당 4분씩 자료를 수록하였으며 화면당 35만에서 60만 계수씩 축적되었다. SPECT 영상은 모형실험에서의 동일한 방법으로 자료를 수록하였으나 단, 카메라를 360도가 아닌 우전사위 45도에서 좌전사위 45도까지의 180도를 회전시켰으며, 그밖에 6도 간격 이라든지 화면당 50초씩 수록등은 모두 동일하였으며 각 화면당 4만에서 11만 계수씩 축적되었다.

모형실험에서의 동일한 방법으로 재구성, 표준화, 그리고 배후 방사능을 제한후, 앞서 구해진 45%의 역치를 통해 경색부의 총 pixel 수를 구했으며 여기에 pixel 부피인 0.21을 곱하여 경색부피를 구하였다.

이때 예상되는 경색의 실제 부피(Y)는 Tauxe등¹⁾이 제시한 방법에 따라 구해진 부피(X)로부터 $Y=0.8X+16.0$ 의 식으로 얻어졌다(Fig. 2-b).

경색크기(g)는 경색부피에 심근세포비중(1.05)을 곱함으로써 구하였다.

4) 연속 CPK 측정

SPECT에 의해 측정된 경색크기와 비교하기 위해 연속 CPK 측정법을 이용하여 경색크기를 구하였다.

모든 환자는 입원 직후부터(모두 흉통 발생 24시간 이내)정맥혈액을 sodium EDTA 튜브에 채취하여 total CPK를 측정하였는 바, 첫 48시간은 매 4시간 마다, 그 다음은 매 12시간 마다 측정되었다. 경색크기는 Sobel등²⁻⁴⁾이 제시한 방법에 의해 아래와 같은식에 의해 구해졌다.

이때 심장에서 방출된 CPK의 총량($\int f(t)dt$)은 integrated appearance function을 이용하여 얻어졌으며, 개별 Kd 치는 Norris등⁶⁾이 기술한 방법으로 Log CPK 시간-방사능 곡선중 하행구간(descending limb)에 대한 least squares fit를 통해 구하였다.

경색 크기 = $\int f(t)dt \times K \times$ 환자체중(gr-equivalent)

$$\int f(t)dt = f(\Delta Ei / \Delta ti + Kd \times Ei) \Delta t$$

E: 혈중 CPK치(I. U.)

t: 시간(min)

Kd: 혈중 CPK의 fractional rate of disappearance(min^{-1})

K: proportionality constant ($K=0.59$)

결 과

1) 섭취 부위

항마이오신 항체의 평면영상 결과는 2명의 독립적인 판독자에 의해 판정을 받았는바, 섭취부위의 존재여부, 위치, 및 섭취양상을 보았다.

표지물의 섭취부위는 전벽, 중격, 측벽, 그리고 하벽으로 나뉘었으며, 섭취 양상은 국소적 및 미만성으로 구분하였고, 그 강도는 주위 배후 방사능과 비교하여 매우 강한 경우(##), 어느정도 뚜렷한 경우(#), 그리고 약한 경우(+)로 구분하였다.

심근경색증 7예 모두가 이상 섭취부위를 보였으나 그 강도에는 서로 차이가 있어(##)가 2예, (#)가 3예, 그리고 (+)가 2예였으며, 전벽, 측벽, 하벽으로 구분하여 전벽이 5예, 측벽이 1예, 하벽이 4예 있었다.

Table 1. Result of Planar Images

Pt	Planar scan			EKG	CAG
	Uptake	Pattern	Location		
1	++	D	I, L, S	EA	-
2	+++	F	S	AS	LAD
3	++	D	I, Ap, S	I, A	LAD, RCA
4	+++	F	Ap, L	I, L	normal
5	++	F	I, L	I, EA	LAD
6	+	F	S	EA	-
7	+	F	I (L)	I	RCA
8	-	-	-	-	LAD

Table 2. Result of Infarct Size Estimated by SPECT and by Serial CPK

Pt.	Dx	SPECT (g)	CPK (g)*	CPK (peak)
1	AMI	147.3	144.9	1563
2	AMI	81.3	23.0	260
3	AMI	192.2	171.5	1748
4	AMI	90.2	160.7	1959
5	AMI	40.4	45.5	346
6	AMI	96.6	137.5	1952
7	AMI	74.1	40.2	450
8	Ang	0	0	165

* serial CPK measurement method of Sobel et al.

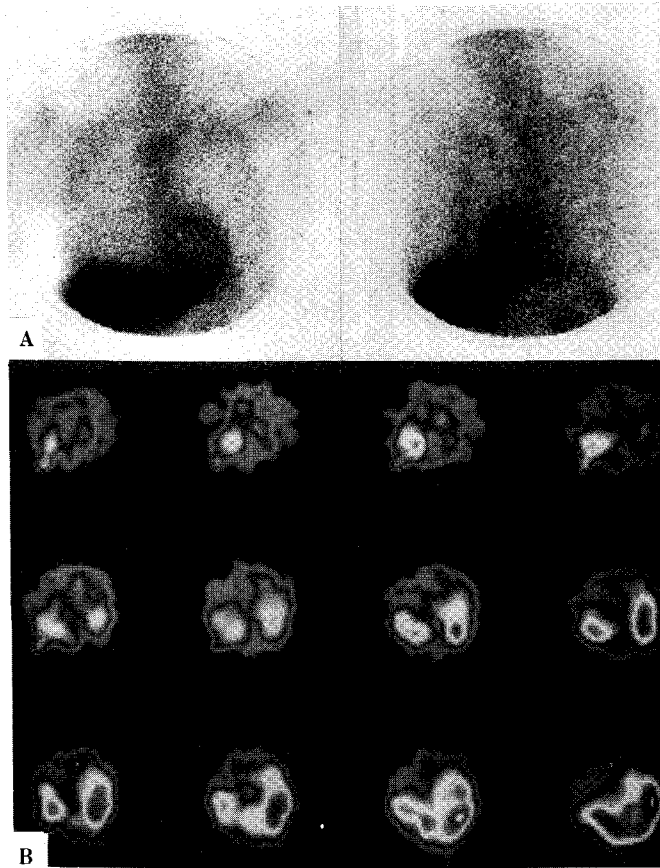


Fig. 3. A) (upper) Anterior and LAO planar view showing septal and inferior wall uptake of Indium-111 AMA. This patient had inferior and anteroseptal infarction.
 B) (lower) One pixel thick reconstructed transverse slices from the same patient, showing lesion with uptake.

이중 2에는 전벽과 하벽이, 한에는 측벽과 하벽이 동시에 관련되어 있었다. 심전도와 표지물 섭취 부위를 비교하였는 바(중격 섭취는 전벽경색에 포함시켰다), 7예 중 4예는 위치에 일치를 보였으나 한예(5번)에선 전벽경색이 측벽으로, 한예(4번)에서는 하벽경색이 전벽으로, 또 한예(1번)에서는 전벽경색이 전벽, 측벽 및 하벽으로 판독되었다.

Fig. 3-a는 하벽 및 전벽 경색증 환자의 평면 영상으로 AMA의 섭취부위가 일치하고 있음을 보여주고 있다. 안정형 협심증 환자에서는 배후 방사능과 구분될만한 이상섭취가 발견되지 않았다.

2) 경색크기 측정

SPECT에 의한 경색크기 측정(Fig. 3-b)와 같은 재구성 영상을 이용하여 구하였으며, Table 2는 SPECT 및 CPK로 측정된 각 환자의 경색크기를 보여 주고 있다. 경색의 크기는 CPK 로는 23에서 170그램 사이, SPECT로는 40에서 192그램 사이였으며 이 두 방법에 의한 측정치는 서로 Fig. 4과 같이 $r값=0.73(p<0.05)$ 의 높은 상관도를 보였다. 안정형 협심증 환자는 CPK 치의 유의한 상승이 없었으므로 경색크기를 0으로 볼 수 있으나 심근경색이 있는 집단과는 다른 집단으로 보고 통계처리에서는 제외시켰다.

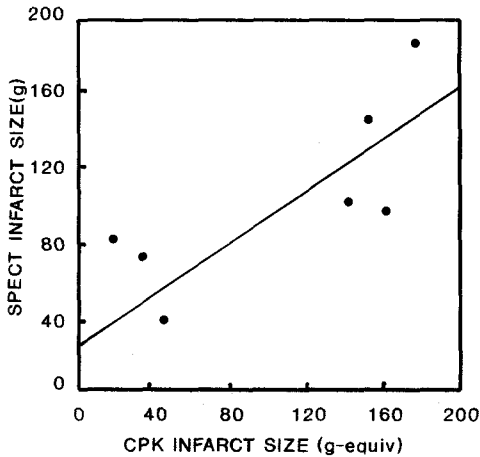


Fig. 4. Correlation of infarct size estimated by SPECT and by serial CPK measurements in 7 acute myocardial infarct patients. None had reperfusion or right ventricular infarction.

고 안

급성 심근 경색증에서 경색의 크기는 향후 예후에 대한 주요 인자로 작용한다⁸⁾. 그러나 아직까지는 이를 측정하기 위한 만족할 만큼 정확한 임상적인 방법은 없는 것으로 알려져 있다. 12 lead 심전도 분석이나 영상에 의한 심벽운동 분석등은 경색에 대한 정량적인 검사라 하기는 어려우며^{9,10)}, CPK 곡선하의 면적으로 측정되는 값은 동물실험상 실제 경색크기와 잘 부합되기는 하나²⁾ 임상에서는 CPK가 경색부에서 혈액내로 흘러나오는 속도라든가 우심실 경색 여부등에 상당한 영향을 받으며, 그 측정이 경색 수 시간내에 시작되지 못하면 이용이 불가능하다^{4,11-15)}. 한편, 경색부에 섭취되는 표지물을 이용하여 경색크기를 정량하려는 몇가지 핵의학적인 방법이 이용되어 왔으나 아직까지는 방법마다 각기 제약점이 있어 왔다.

Thallium을 이용할 경우 진구성 심근경색과 구별이 안될 뿐 아니라 결손부의 심외막 경계선이 애매하여 정량이 어렵고¹⁶⁾, Tc-99m pyrophosphate는 허혈부에도 섭취될 수 있으며 혈류감소의 정도와 섭취가 비례하지 않아 경색의 정확한 정량에는 제한이 있다^{17,18)}. 한편, 최근 여러 연구에서 AMA는 급성 심근 경색증시 괴사된 세포에만 선택적으로 섭취되어 그 분포가 세포화학적

으로 규명되는 경색부의 경계선과 정확하게 일치하며 그 섭취 정도는 혈류 감소 정도와 비례한다고 알려져 있다^{17,19-22)}. 따라서 이를 표지물로 이용할 경우 매우 높은 특이도로 경색크기의 보다 직접적으로 정확한 정량이 가능할 것으로 기대되고 있다^{23,24)}. 현재까지 단세포군 항체의 핵의학적인 이용은 심근경색증 외에 종양의 영상에 이용되어 왔는데 이때는 주로 Iodine-131를 표지시키고 있으나 비종양성 질환에서는 그 부적절한 선량 및 에너지 수준으로 인하여 Iodine 보다는 metal-chelate 표지법이 이용되고 있다²⁵⁾. 본 연구에서 Indium-111을 사용한 것은 그 에너지수준(173 및 247 keV)과 반감기(67시간)가 연구에 적절했기 때문이다. Fig. 1의 Indium-111 AMA 혈중 청소율 곡선은 초반의 급격한 부분과 후반의 완만한 부분을 보였는데, 이 곡선으로 주사후 24내지 48시간이 되어야 혈중 활성이 10~20%가 되어 영상에 적합함을 알 수 있다. 이렇듯 느린 혈중 청소율로 인하여 스캔은 AMA를 주사한 후 충분한 시간이 지나서 시행할 필요가 있으며, 24시간 내에 영상을 시도할 경우에는 잘못된 판정의 소지가 높아진다. 따라서 12 내지 18시간 후에 영상이 적합한 Tc-99m을 이용하면 병변과 배경사이의 대조가 떨어져 영상의 진단적 가치가 감소될 것이며, 간 섭취도 더 높아질 것으로 예상된다^{23,25)}. Indium-111을 이용할 경우는 간섭취를 줄이기 위해 citrate를 사용하여 transchelating을 시키고 있다²⁶⁾.

본 연구에서는 24시간 영상만을 이용하였지만 스캔은 경색후 10일 내지 14일까지도 영상이 가능하다고 알려져 있다. 보고에 따르면 24시간 영상의 13내지 21%가 판독불가하다고 하며²⁷⁾, Khaw 등은 간존 혈중 방사능으로 인하여 24시간 스캔이 잘못 판독될 우려가 있을 때에는 48시간 스캔이 도움이 된다고 하였다.

평면영상에서 급성 심근 경색증 환자 7명 모두가 이상 섭취를 보였으나 그 섭취정도에는 서로 차이가 있었다. Khaw 등은 매우 강한 섭취는 지속적인 관상동맥 폐쇄가 있는 경우에서 보인다고 하였고, 또 다른 보고에 의하면 약한 섭취는 하-후벽 경색 또는 관상동맥 폐쇄에서 보이며 이는 전 경색 환자의 20% 미만에만 관찰된다고 한다²⁷⁾.

스캔에 의한 경색부위 판정의 정확성은 심전도만을 기준으로 하였으나 이들은 비교적 잘 부합되었으며, Volpino등²⁸⁾은 심전도외에 심에코, 좌심실, 조영술, 그리고 pyrophosphate 스캔과 비교하여도 경색 위치 판

경이 잘 부합되며 진구성 경색부에는 섭취되지 않는다고 하였다.

하벽경색은 간 섭취로 인하여 구분키 어려울 수 있으나^{15,23)}, 본 연구에서는 하벽 경색 4예중 3예에서 하벽섭취를 구분할 수 있었으며, 하벽경색이 가양성으로 나타난 경우가 1례 있었으나 이 경우도 섭취부위는 간활동과 명확히 구분되었다.

경색크기는 40에서 192그램 사이로 측정되었는데 이는 Antunes등⁷⁾이 관찰한 11에서 87그램 보다는 다소 크나, Holman등⁵⁾이 보고한 14에서 177그램과는 유사하였다. 25그램 이하로서 경색 크기가 비교적 작았던 환자의 경우 SPECT로는 그 크기가 81.3 그램으로 과잉추정 되었는데(Fig. 4), Johnson등¹⁵⁾에 의하면 작은 경색일수록 partial volume 효과나 호흡 또는 심장운동에 의해 오차가 심해지며 카메라의 내적 해상도의 한계도 영향을 주어 과잉추정된다고 하였다.

자료 처리시 감쇄 교정(attenuation correction)은 시행치 않았는데 이는 이 과정이 방사능 분포에 대해서는 왜곡(distortion)을 가져오기 때문이며²²⁾, Lewis 등은 경색크기 측정시 병변대 배후 비율이 5 이상이며 threshold method를 사용할 경우 감쇄교정을 하지 않는 쪽이 오히려 더 정확하다고 하였다.

경계선을 결정함에 있어서 역치법을 사용할 경우에는 역치를 얼마로 잡는가에 따라 측정치가 지대한 영향을 받는다, Holman 등은 thallium SPECT에 의한 측정시 5%의 역치 증가는 경색크기의 20%나 감소시킨다고 하였다¹⁶⁾. 저자들이 사용한 45%의 역치는 Johnson등¹⁵⁾의 70% 보다 작았으나 Antunes등⁷⁾이 이용한 47%와는 유사하였다. 측정 결과는 또한, 병변 대 배후 비율에도 많은 영향을 받아 이 비율이 낮은 경우는 높은 경우에 비해 크기가 과잉추정되기 쉽다¹⁵⁾. 본 연구에서도 환자에 따라 이 비율이 2.4에서 8.9로 비교적 큰 차이를 보였으나, 역치를 적용시키기 전에 20%의 배후 방사능을 제한함으로써 이 영향을 최소화시킬 수 있었다고 생각되며, 실제 모형 실험에서는 상당한 병변대 배후 비율의 변화를 주어도 위의 방법을 사용하면 45%라는 단일 역치를 사용해도 결과에 유의한 차이가 없음을 볼 수 있었다(Fig. 2-b).

본 연구에서 Indium-111 AMA SPECT는 연속 CPK 치에 의한 측정치와 높은 상관도를 보임으로써, 급성 심근 경색의 크기를 정확히 평가할 수 있는 비관혈적

검사가 될 수 있음을 보여주었다. 저자들은 재관류술을 시행치 않은 환자만을 대상으로 하였으나 Johnson 등에 의하면 조기관류와 비관류 대상간에 경색크기를 측정하는 능력에는 차이가 없다고 하였다.

최근 급성 심경색증의 치료로서 재관류술의 빈번히 이용됨에 따라 이런 경우 부정확해지는 CPK 측정법에 비해 AMA SPECT가 특히 유용할 수 있으리라 사료된다.

결 론

연구자들은 경색된 심근을 SPECT 및 In-111-antimyosin 항체를 이용하여 측정하고 정확도를 관찰하였다. 급성심근경색증 환자 7예와 1예의 협심증 환자를 대상으로 2 mCi의 In-111-antimyosin 항체를 투여하고 24시간 후 planar 및 SPECT 영상을 얻었다. Planar 영상에서 경색된 심근 부위에 양성 섭취 조건을 보였으며 그 부위는 전예에서 심전도상의 심근 경색부위와 일치하였다. 그러나 협심증환자에서 섭취조건을 관찰할 수 없었다.

모형 검사에서 얻은 45% 역치로 환산하여 SPECT의 횡단면상에서 경색의 크기를 측정하였다. 측정된 경색의 크기는 40에서 192 gram이었으며 SPECT에 의한 경색의 크기는 CPK 측정치와는 유의한 상관관계를 보였다.

이상의 결과로 In-111-antimyosin 항체 및 SPECT는 급성심근경색증에서 경색크기를 평가하기 위한 비관혈적인 방법으로 재관류술 시행, 우심실 경색 동반 및 다른 평가 방법으로 부적절한 경우에 유용할 뿐만 아니라 예후 및 정도를 정량적으로 평가할 수 있다고 사료된다.

REFERENCES

- 1) Tauxe WN, Soussaline F, Todd-Pokropek A, Cao A, Collard P, Richard S, Itti R: *Determination of organ volume by single photon emission tomography. J Nucl Med* 23:984-987, 1982
- 2) Shell WE, Kjekshus JK, Sobel BE: *Quantitative assessment of the extent of myocardial infarction in the conscious dog by means of analysis of serial changes in serum creatine phosphokinase activity. J*

- Clin Invest* 50:2614-2625, 1971
- 3) Roberts R, Henry PD, Sobel BE: *An improved basis for enzymatic estimation of infarct size. Circulation* 52:743-754, 1975
 - 4) Sobel BE, Bresnahan GF, Shell WE, Yoder RD: *Estimation of infarct size in man and its relation to prognosis. Circulation XLVI: 640-648, 1972*
 - 5) Holman BL, Golhaber SZ, Kirsch CM, Plak JF, Friedman BJ, English RJ, Wynne J: *Measurement of infarct size using photon emission computed tomography with technetium-99m pyrophosphate. Am J Cardiol* 50:503-511, 1982
 - 6) Norris RM, Whitlock RML, Barratt-Boyes C, Small CW: *Clinical measurement of myocardial infarct size: Modification of a method for the estimation of total creatine phosphokinase release after myocardial infarction. Circulation* 51:614-620, 1975
 - 7) Antunes ML, Seldin DW, Wall RM, Johnson LL: *Measurement of acute Q wave myocardial infarct size with single photon emission computed tomography imaging of indium-111 antimyosin. Am J Cardiol* 63:777-783, 1989
 - 8) Khaw BA, Strauss HW, Moore R, Fallon JT, Yasuda T, Gold H, Haber E: *Myocardial damage delineated by indium-111 antimyosin Fab and technetium-99m pyrophosphate. J Nucl Med* 28:76-82, 1987
 - 9) Maroko PR, Libby P, Covell JW, Sobel BE, Ross J, Braunwald E: *Precordial ST segment mapping: Atrumatic method for assessing alterations in the extent of myocardial ischemic injury. Am J Cardiol* 29:223-230, 1972
 - 10) Falsetti HL, Marcus ML, Kerber RE, Skorton DJ: *Quantification of myocardial ischemia and infarction by left ventricular imaging. Circulation* 63:747-752, 1981
 - 11) Rogers WJ, McDaniel HG, Smith LR, Mantle JA, Russell RO, Rackley CE: *Correlation of angiographic estimates of myocardial infarct size and accumulated release of creatinine kinase MB isoenzyme in man. Circulation* 56-2:199-205, 1977
 - 12) Wilkinson JH: *Clinical significance of enzyme activity measurements. Clin Chemistry* 16(11): 882-889, 1970
 - 13) Hori M, Inoue M, Fukui S, Shimazu T, Mishima M, Ohgitani N, Minamino t, Abe H: *Correlation of ejection fraction and infarct size estimated from the total CK released in patients with acute myocardial infarction. British Heart J* 41:433-440, 1979
 - 14) Bleifeld WH, Hanrath P, Mathey D: *Serial CPK determinations for evaluation of size and development of acute myocardial infarction. Circulation* 53-1 (supp I): 108-111, 1976
 - 15) Johnson LL, Kenneth SL, Coromilas J, Seldin DW: *Measurement of infarct size and percentage myocardium infarcted in a dog preparation with single photon-emission computed tomography, thallium-201, and indium-111 monoclonal antimyosin Fab. Circulation* 76, 1:181-190, 1987
 - 16) Holman BL, Moore SC, Shulkin PM, Kirsch CM, English RJ, Hill TC: *Quantitation of perfused myocardial mass using Tl-201 and emission computed tomography. Invest Radiology* 18:323-326, 1983
 - 17) Beller GA, Khaw BA, Haber E, Smith TW: *Localization of radiolabeled cardiac myosin-specific antibody in myocardial infarcts. Circulation* 55-1: 75-78, 1977
 - 18) Khaw BA, Strauss Hw, Moor R, Fallon JT, Yasuda T, Gold HK, Haber E: *Myocardial damage delineated by indium-111 antimyosin Fab and technetium-99m pyrophosphate. J Nucl Med* 28:76-82, 1987
 - 19) First W, Yasuda T, Segall G, Khaw BA, Strauss HW, Gold H, Stinson E, Oyer P: *Noninvasive detection of human cardiac transplant rejection with indium-111 antimyosin (Fab) imaging. Circulation* 76 (suppl V), 81-85, 1987
 - 20) Yasuda T, Palacios IF, Dec GW, Faaon JT, Gold HK, Leinbach RC, Strauss HW, Khaw BA, Haber E: *Indium-111 monoclonal antimyosin antibody imaging in the diagnosis of acute myocarditis. Circulation* 76-2: 306-311, 1987
 - 21) Keyes JW, Leonard PF, Svetkoff DJ, Brody SL, Rogers WL, Lucchesi BR: *Myocardial imaging using emission computed tomography. Radiology* 127:809-812, 1978
 - 22) Keyes JW, Leonard PF, Brody SL, Svetkoff DJ, Rogers WL, Lucchesi BR: *Myocardial infarct quantification in the dog by single photon emission computed tomography. Circulation* 58-2: 227-232, 1978
 - 23) Braat SH, Zwaan C, teule J, Heidendal G, Wellens HJ: *Value of indium-111 monoclonal antimyosin antibody for imaging in acute myocardial infarction. Am J Cardiol* 60:725-726, 1987
 - 24) Khaw BA, Fallon JT, Strauss HW, Haber E:

- Myocardial infarct imaging of antibodies to canine cardiac myosin with indium-111 diethylenetriamine pentaacetic acid. Science 209:295-297, 1980*
- 25) Khaw BA, Yasuda T, Gold HK, Leinbach RC, Johns JA, Kanke M, Barlai-Kovach M, Strauss HW, Haber E: *Acute myocardial infarct imaging with indium-111 labeled monoclonal antimyosin Fab. J Nucl Med 28:1671-1678, 1987*
- 26) Hnatowich DJ: *Biodistribution of indium-111 labeled monoclonal antibodies. J Nucl Med 28-12: 1924, 1987*
- 27) Johnson LL, Seldin DW: *The role of antimyosin antibodies in acute myocardial infarction. Semin Nucl Med 19:238-246, 1989*
- 28) Volpini M, Giubbini r, Gei P, Cuccia C, Franzoni P, Riva S, Terzi A: *Diagnosis of acute myocardial infarction by indium-111 antimyosin antibodies and correlation with the traditional techniques for the evaluation of extent and localization. Am J Cardiol 63:7-13, 1989*
-