

관상동맥질환에서 휴식기의 심근관류 정도와 휴식기 심기능 변화의 비교

— Dipyridamole 부하 ^{99m}Tc-MIBI SPECT와 휴식기 Gated Blood Pool Scan —

서울대학교 의과대학 내과학교실

최창운 · 이동수 · 김상은 · 배상균 · 양형인 · 정준기
이명목 · 이명철 · 박영배 · 서정돈 · 이영우 · 고창순

— Abstract —

Comparison between Myocardial Perfusion and Function in Rest State in Coronary Artery Disease

— Dipyridamole ^{99m}Tc-MIBI SPECT and Rest Gated Blood Pool Scan —

Chang Woon Choi, M.D., Dong Soo Lee, M.D., Sang Eun Kim, M.D., Sang Kyun Bae, M.D.,
Hyung In Yang, M.D., June-Key Chung, M.D., Myoung Mook Lee, M.D., Myung Chul Lee, M.D.,
Young Bae Park, M.D., Jung Don Seo, M.D., Young Woo Lee, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

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

Rest gated blood pool scan (Rest GBP scan) and dipyridamole ^{99m}Tc-MIBI SPECT were performed in 34 patients with or suspected coronary artery disease. Both studies were performed within 2~32 days (mean 8.1 days). A significant correlation was present between left ventricular ejection fraction ($r = -0.7356, p < 0.001$) and peak ejection rate and peak filling rate in rest GBP scan and perfusion defect in MIBI SPECT. And there were acceptable correlations ($0.05 < p < 0.001$) between regional ejection fractions and perfusion defects corresponding to the regions. There were 39 segments of fixed (rest) perfusion defects in MIBI SPECT and there was a significant difference in perfusion defect according to the regional wall motion (normal or mild hypokinesia in 23 regions: $26.2 \pm 10.8\%$, severe hypokinesia, akinesia or dyskinesia in 16 regions: $78.2 \pm 23.7, p < 0.001$). These data indicate there is a significant coupling between the degree of myocardial perfusion and the myocardial functional change in coronary artery disease.

서 론

심근관류가 유의하게 저하되었을 경우 심근의 생명력 (viability)은 유지되어 있으나 심근의 수축기능은 저하된다. 지속적으로 심근관류가 감소되어 있으면 심기능의 저하가 지속되며 동면심근 (hibernating myocar-

dium)이 된다. 또한 운동부하에 의한 심근허혈이 유발된 심근에서 운동부하 이후에도 지속적인 심기능 저하가 관찰되었다. 이러한 심근을 재관류 시킬 경우 대부분의 심기능이 회복되므로 허혈심근의 기능 평가는 임상적으로 중요하다¹⁻³⁾.

관상동맥질환 환자에서 관상동맥의 폐쇄 정도와 심기능의 변화를 평가하는 방사선동위원소 검사 방법에는 휴식기 및 운동부하 gated blood pool scan과 Thallium-201 또는 ^{99m}Tc-methoxyisobutyl isonitril(이하

*본 연구는 1992년도 서울대학교병원 임상연구비의 보조로 이루어 졌음.

MIBI로 약함)를 이용한 심근관류 단일광자방출 단층촬영술(single photon emission computed tomography, 이하 SPECT로 약함)이 많이 이용되고 있다. 특히 핵의학적 검사는 비관혈적이며 특별한 전처치 없이 외래에서 간편히 시행할 수 있어 관상동맥질환 환자가 증가하고 있는 우리나라에서도 많이 이용되고 있다. Gated blood scan은 심실의 수축 및 이완기능을 심박출계수, 위상분석, 국소벽운동 분석 등 다양한 지표를 이용하여 평가할 수 있고 따라서 관상동맥질환 환자의 심기능 변화 및 예후를 평가할 수 있다. 또한 심근관류스캔은 운동부하 또는 dipyridamole(Persantin®)을 주사하여 심장에 부하를 주어 휴식기의 심근스캔과 비교하여 허혈부위의 정량적 평가 및 그 회복가능성(reversibility) 유무를 예측할 수 있으며 각각의 검사에 대한 임상적 의의는 많이 연구된 바 있다. 심근경색 부위의 범위와 심기능 이상 정도가 서로 연관되어 있으며⁴⁾ 심근경색이 없는 허혈심근 부위도 동면(hibernation) 상태에서 허혈정도와 심기능 변화 사이에 상관관계가 성립된다^{5,6)}. 따라서 이 두 가지 검사의 상관정도와 상대적인 변화를 비교 평가하여 수술적 치료여부를 결정하고 치료 후의 심근관류 및 심기능의 호전 여부를 객관적으로 평가할 수 있다⁷⁾. 한편 모든 환자에서 이 두 검사를 동시에 시행하지 않더라도 한 가지 검사 결과로 상대적인 이상 정도를 예측해야 할 경우가 있다. 따라서 dipyridamole 부하 ^{99m}Tc-MIBI SPECT를 시행하여 심근관류의 이상 유무 및 그 정도를 검사하고 gated blood pool scan에서 심기능의 변화 사이의 상관관계를 조사하여 휴식기의 심근관류 저하는 심운동에 어떠한 영향을 주며 또 그 정도는 어떠한가에 대한 그 임상적 의의 및 기초적 자료를 제시하기 위하여 휴식기 gated blood pool scan과 dipyridamole 부하 ^{99m}Tc-MIBI SPECT를 비교적 단시간 사이에 시행한 환자를 대상으로 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

대상환자는 서울대학교병원에서 관상동맥질환 환자로 진단되었거나 관상동맥질환이 의심되는 환자중에서 1개월 이내에 dipyridamole ^{99m}Tc-MIBI SPECT와 휴식기 gated blood scan을 시행한 환자 34예를 대상으로 하였다. 환자의 평균연령은 58세(34~76세)이었고 남자

27예, 여자 7예이었다. 질환은 심근경색증 20예, 협심증 9예, 당뇨병 3예, 비특이적 흉통환자 2예이었다(Table 1). 휴식기 gated blood pool scan과 MIBI SPECT를 시행한 검사일의 평균 기간은 8.1일(2일~32일)이었으며 두 검사 기간중 임상적 변화가 있거나 경피적경혈관관상동맥성형술, 관상동맥우회혈관이식술 등 처치를 시행한 경우는 제외하였다.

2. 방 법

검사방법은 휴식기 gated blood scan은 환자의 적혈구를 변형생체내표지법(modified in vivo method)으로 표지하여 740~925 MBq(20~25 mCi)를 정맥주사 후 10분 후에 검사를 시행하였다. 조준기는 저에너지 다목적 평행형 조준기를 이용하였고, 심전도를 연결하여 자료를 입력시켰다. 전면상, 좌전사위상, 측면상을 한 화상에 600만 계수를 획득하였고 각 심박동기를 20 frame으로 입력하여 분석하였다. 영상의 분석은 PDP-11 컴퓨터에 입력하여 영상 분석을 하였고 심기능지표분석은 Micro DELTA Program을 이용하였으며 좌전사위영상을 9개의 국소로 구분하여 이 중에서 중격, 첨하벽, 측벽으로 구분하여 중복되지 않는 세 부위의 국소수축계수를 지표로 하였다.

국소벽운동을 평가하기 위한 cine 영상분석은 세 명의 핵의학과 전문의(최, 이, 김)가 각각 판독하고 일치하지 않는 경우는 함께 의논하여 판정하였다. 국소벽운동은 정상, 경도의 저운동(mild hypokinesia), 중등도 이상의 저운동(severe hypokinesia), 무운동(akinesia), 역행운동(dyskinesia)으로 구분하여 판정하였다.

Dipyridamole 부하 ^{99m}Tc-MIBI SPECT는 dipyri-

Table 1. Characteristics of the Studied Patients

| Sex | Male | Female |
|----------|------------|-----------|
| | 27 | 7 |
| Mean Age | 58 year | (34 - 76) |
| Disease | Infarction | 20 |
| | Angina | 9 |
| | Diabetes | 3 |
| | Chest pain | 2 |

idamole 0.14 mg/kg/min의 용량을 4분간 정맥주사 후 7분에 ^{99m}Tc -MIBI 370 MBq (10 mCi)를 정맥주사하여 1시간 후 부하 영상을 얻었고, 4시간 뒤에 ^{99m}Tc -MIBI 925 MBq (25 mCi)를 주사하여 휴식기 영상을 얻었다. SPECT는 ROTA ZLC 카메라를 우전사 45도에서 좌후사 45도까지 180도를 3도 간격으로 영상을 획득하였다. 극성지도(Polar map)는 Cedars-Sinai program을 이용하여 분석하였다. Maddahi 등⁸⁾의 연구를 근거하여 국소관류결손 백분률(percent defect)이 좌전하행지 및 좌회선지 영역에서는 12% 이상, 우관상동맥영역에서는 9% 이상인 경우 심근관류 이상이 있는 것으로 판정하였다.

통계분석은 student t-test, χ^2 -test, Pearson correlation test를 이용하여 분석하였으며 $p < 0.05$ 를 통계적인 유의성이 있는 것으로 인정하였다.

결 과

1. 전체 좌심실기능지표(좌심실 수축계수, 최대수축률, 최대이완률)와 심근허혈과의 관계

좌심실 수축계수(LVEF)와 MIBI SPECT 검사에서 부하 및 휴식기의 극성지도(polar map)상 허혈부위 결손백분률(% defect)과의 관계는 전체 좌심실 심근부위의 결손백분률에서 휴식기의 상관계수 $r = -0.7356$, dipyridamole 부하시 상관계수 $r = -0.6657$ 으로 각각 $p < 0.001$ 의 음의 상관관계가 관찰되었다. 최대수축률(peak ejection rate: PER) 및 최대이완률(peak filling rate: PFR)과 휴식기 극성지도 상의 허혈부위 결손백분률 사이에는 각각 상관계수 -0.5488 ($p < 0.01$)과 -0.4760 ($p < 0.01$)의 상관관계가 있었다(Table 2, Fig. 1, 2).

2. 좌심실 국소수축계수와 휴식기 심근허혈과의 관계

중격-국소수축계수(regional ejection fraction: 이하 REF로 약함, REF-Septum), 첨하벽-국소수축계수(REF-Apicoinferior), 후측벽-국소수축계수(REF-Posterolateral)와 MIBI SPECT에서 휴식기의 극성지도 상 허혈부위 결손백분률 사이에는 중격-국소수축계수와 휴식기 좌전하행지 결손백분률(이하 LAD-Rest로 약함), 첨하벽-국소수축계수와 LAD-Rest, 우관상동맥

Table 2. Correlation Between Left Ventricular Functional Indices in Rest Gated Blood Pool Scan (LVEF, PER, PFR) and Myocardial Perfusion Defects of Left Ventricle in Dipyridamole ^{99m}Tc -MIBI SPECT

| | | r-value | p-value |
|-------------------------|--------|---------|---------|
| % Defect of LV (Rest) | : LVEF | -0.7356 | < 0.001 |
| | PER | -0.5488 | < 0.01 |
| | PFR | -0.4760 | < 0.01 |
| % Defect of LV (Stress) | : LVEF | -0.6657 | < 0.001 |
| | PER | -0.4262 | < 0.01 |
| | PFR | -0.3637 | NS |

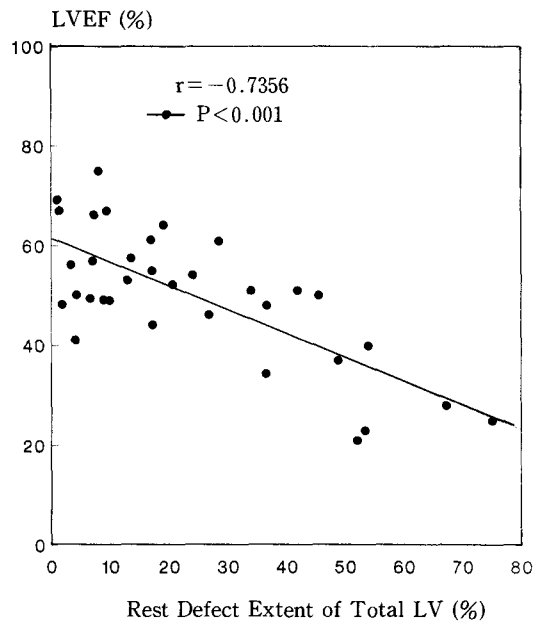


Fig. 1. Correlation between Left Ventricular Ejection Fraction in Gated Blood Pool Scan and Rest Myocardial Perfusion Defects of Left Ventricle in Dipyridamole ^{99m}Tc -MIBI SPECT.

(RCA-Rest) 및 후측벽-국소수축계수와 LAD-Rest, 좌회선지(LCX-Rest) 사이에 모두 $p < 0.05$ 의 상관관계가 관찰되었으며 첨하벽-국소수축계수와 LAD-Rest ($r = -0.7126$)와 중격-국소수축계수와 LAD-Rest ($r = -0.7053$) 사이에 가장 높은 상관관계가 관찰되었다(Table 3, Fig. 3).

Table 3. Correlation Between Left Ventricular Regional Ejection Fractions in Rest Gated Blood Pool Scan and Myocardial Regional Perfusion Defects in Dipyridamole ^{99m}Tc-MIBI SPECT

| | | r-value | p-value |
|---------------------|----------|---------|---------|
| REF- Septal | LAD-Rest | -0.7053 | <0.001 |
| | RCA-Rest | -0.2444 | NS |
| | LCX-Rest | -0.1107 | NS |
| REF- Apicoinferior | LAD-Rest | -0.7126 | <0.001 |
| | RCA-Rest | -0.3556 | <0.05 |
| | LCX-Rest | -0.2372 | NS |
| REF- Posterolateral | LAD-Rest | -0.4093 | <0.01 |
| | RCA-Rest | -0.3388 | NS |
| | LCX-Rest | -0.5039 | <0.01 |

REF : regional ejection fraction
LAD (RCA, LCX)-Rest : rest perfusion defect (%) of LAD (RCA, LCX)

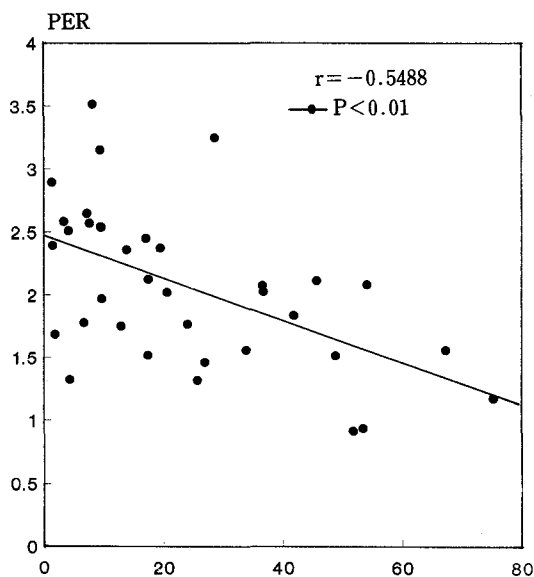


Fig. 2. Correlation between Left Ventricular Peak Ejection Rate in Gated Blood Pool Scan and Rest Myocardial Perfusion Defects of Left Ventricle in Dipyridamole ^{99m}Tc-MIBI SPECT.

3. 국소벽운동과 휴식기 심근허혈과의 관계

MIBI SPECT 상 고정 관류 결손 (fixed perfusion defect) 을 보였던 39개의 국소를 대상으로 벽운동의

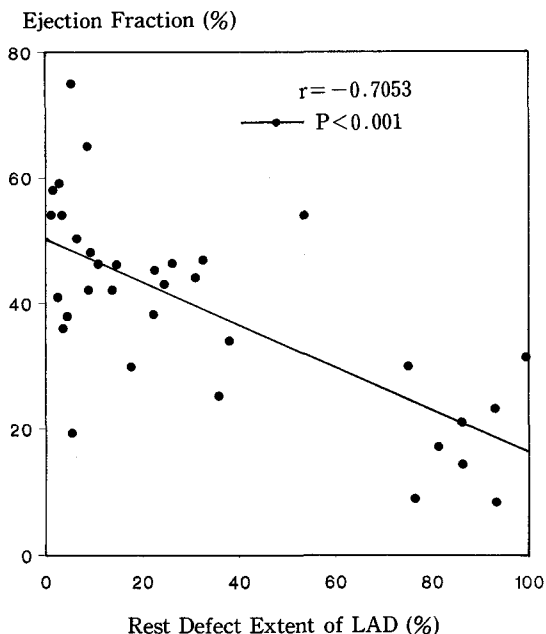


Fig. 3. Correlation between Regional Ejection Fraction of Septum in Gated Blood Pool Scan and Rest Myocardial Perfusion Defects of Left Descending Coronary Artery Territory in Dipyridamole ^{99m}Tc-MIBI SPECT.

이상유무와 휴식기 극성지도 상의 결손백분률에서는 정상국소벽운동 또는 경도의 저운동인 군(23개 부위)은 $26.22 \pm 10.76\%$ (mean \pm s.d.) 이었고 중등도 이상의 저운동, 무운동 또는 역행국소벽운동인 군(16개 부위)은 $78.18 \pm 23.74\%$ 이었으며 이 두 군 사이에는 $p < 0.001$ 의 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Table 4).

4. 국소벽운동과 허혈정도 및 허혈역전 (Reversibility)과의 관계

극성지도상의 주관상동맥분지의 휴식기의 국소허혈부위가 50% 이상인 14예 중 13예에서 국소 벽운동에서 운동 이상을 관찰할 수 있었으며 운동 이상이 관찰되지 않았던 1예는 휴식기의 허혈부위가 53.5%이었으며 dipyridamole 부하 시 허혈부위가 89.8%로 허혈역전이 36.3%이었던 부위이었다. 또한 휴식기 국소허혈부위가 30~50%인 9예의 환자 중 3예의 환자에서 국소 벽운동 이상을 관찰할 수 있었으며 이들의 허혈역전은 10% 미만이었다. 따라서 휴식기의 국소벽운동은 허혈부위의

Table 4. Comparison of Regional Wall Motion in Rest Gated Blood Pool Scan and Perfusion Percent Defect in Polar Map

| Wall Motion | Number of segment | % Defect in Polar Map (mean \pm s.d.) | |
|--------------------|-------------------|---|--------------------|
| Normal | 16 | 24.45 \pm 11.48 | 26.22 \pm 10.76* |
| Mild Hypokinesia | 7 | 30.95 \pm 7.38 | |
| Severe Hypokinesia | 8 | 70.91 \pm 31.64 | |
| Akinesia | 6 | 82.34 \pm 14.35 | 78.18 \pm 23.74* |
| Dyskinesia | 2 | 91.11 \pm 6.94 | |

* $p < 0.001$ by t-test

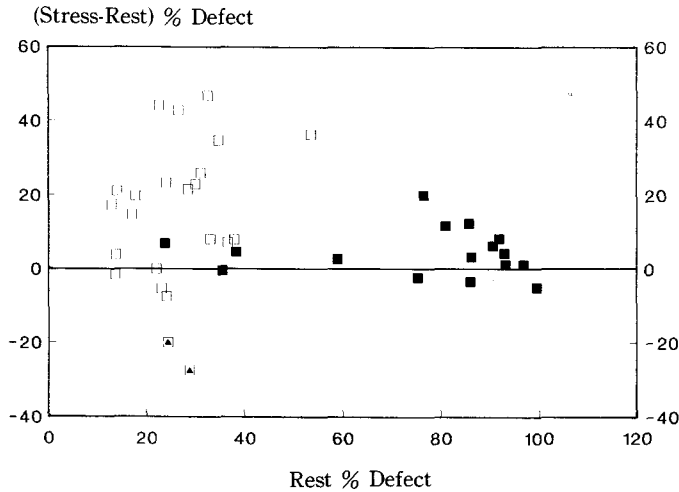


Fig. 4. Comparison of Wall Motion and Rest Perfusion Defect and Reversibility of Myocardial Ischemic Region: (□ : normal or mild hypokinesia, ■ : severe hypokinesia, akinesia or dyskinesia and ▲ : reversed redistribution.)

크기와 재분포의 정도 즉 경색 또는 심한 허혈부위의 크기에 좌우되었다. 휴식기의 허혈부위가 부하 시 보다 더 증가되는 소위 역재분포현상(reversed redistribution)이 2예 있었으며, 이 부위의 휴식기 국소벽운동은 정상이었다(Fig. 4).

고 안

관상동맥질환 환자의 허혈성 변화의 정도를 평가하는 방법으로 관상동맥혈관조영술과 심근관류 스캔이 임상적으로 이용되고 있다. 관상동맥조영술은 관상동맥 혈관의 해부학적 변화를 직접 관찰할 수 있으며 측부순환 정도를 관찰할 수 있으나 입원이 필요하고 반복검사에 부적합하며 미소혈관의 변화는 진단할 수 없는 단점이

있다. 심근관류 스캔은 이러한 단점이 적고 허혈 정도를 정량화할 수 있는 장점이 있으나 정확한 해부학적 상태와 측부순환의 정도를 확인할 수는 없다. Sinusas 등^{9,10}은 ^{99m}Tc-MIBI가 심근의 혈류량과 비교하여 비교적 직선적인 상관관계를 가지며, ²⁰¹Tl과 비교하여 혈류량과의 상관계수 $r=0.85$ 로 ²⁰¹Tl의 $r=0.78$ 에 비하여 높다고 보고하였고, Verani 등¹¹은 병리학적으로 측정된 심근경색부위와 정량적으로 일치함을 보고하였다. 따라서 MIBI는 심근 혈류의 정도를 비교적 잘 반영하며 또한 단층촬영을 시행하여 과거의 평면영상(planar image)보다 정확히 허혈 부위를 진단할 수 있으며 컴퓨터 분석에 의한 심근허혈 부위를 반정량적으로 산출할 수 있다.

본 연구에서 ^{99m}Tc-MIBI SPECT에 의한 심근관류분석에 이용된 Cedars-Sinai program은 관상동맥조영술

과 비교하여 ^{201}Tl 의 경우 각 관상동맥 영역에서 좌전하행지, 좌회선지 및 우관상동맥의 민감도 (sensitivity)가 각각 77%, 76%, 82%와 특이도 (specificity)가 78%, 61%, 70%로 보고되었다¹²⁾. 이 검사 성적은 미국인을 대상으로 설정된 자료를 기준으로 측정된 값이며 한국인의 심근관류 표준값과 체형의 차이가 고려되어있지 않으며 관류이상정도 (severity)의 절대값을 평가할 수 없는 단점이 있다. 그러나 이러한 현실적 제한이 있으나 Ceders-Sinai program을 이용하여 관상동맥질환환자에서 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 와 ^{201}Tl 을 사용하여 측정된 저자들의 결과도 외국의 보고와 유사하였으며^{13,14)}, 본 연구에서는 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 를 이용하여 결정된 기준값을 이용하여 평가하였다.

심기능의 변화를 평가하는 방법으로는 운동부하 심전도 검사와 심에코검사와 gated blood pool scan이 있으며 이들 중에서 gated blood pool scan이 객관적이고 종합적으로 심기능의 변화를 평가할 수 있다. 저자들은 비교적 단기간 내에 휴식기 gated blood pool scan과 dipyridamole 부하 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ SPECT를 시행한 환자를 대상으로 심근허혈 정도와 심기능을 비교하였다. 운동부하 gated blood pool scan이 휴식기 스캔에 비하여 관상동맥질환을 더 예민하게 반영하며 특히 휴식기에 수축기능이 정상인 심질환을 찾을 수 있다. 그러나 운동부하 정도에 따라 심기능의 변화정도과 심근관류 정도에 차이가 있을 수 있으므로 운동부하 gated blood pool scan과 stress MIBI SPECT 소견을 비교하기는 어렵다¹⁵⁾. 따라서 저자들은 안정상태에서 휴식기 gated blood pool scan과 휴식기의 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ SPECT의 극성지도에 의한 관류결손을 비교하였다.

Dipyridamole은 그 정확한 기전은 아직 불분명하나 아데노신 대사를 차단하여 혈중 아데노신 농도를 증가시켜 관상동맥의 확장을 유발하며, 협착부위의 상대적 또는 절대적 허혈을 증가시켜 운동부하에 의한 효과와 동일한 효과를 유발한다¹⁶⁾. 흉통과 두통 등의 부작용이 있을 수 있으나 이 경우는 길항제인 aminophyline을 정맥 주사하면 증상이 소실된다¹⁷⁾. 따라서 운동부하 검사에 부적절한 환자에서도 간편하게 검사를 시행할 수 있었다.

Vanter¹⁸⁾는 동물실험에서 관상동맥혈류의 감소가 10~20% 정도가 저하된 경우에도 심근수축기능의 저하를 관찰할 수 있었고 50% 이상 감소된 경우에 현저한 심

근 수축기능의 이상이 있음을 보고하였다. Massie 등¹⁹⁾은 사람에서도 국소심근관류저하와 휴식기 좌심실조영술에 의한 국소벽운동장애를 보고하였고 특히 심근경색이 없는 허혈심근부위의 48%에서 심운동의 장애가 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 휴식기에서 gated blood pool scan을 시행하여 좌심실의 수축계수와 최대수축률 및 최대이완률과 dipyridamole 부하 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ SPECT의 좌심근의 관류 이상 정도와 비교하여 좌심실의 수축계수와 극성지도 상의 좌심근 전체허혈부위 정도와 휴식기의 상관계수 $r = -0.7356$, dipyridamole 부하시 상관계수 $r = -0.6657$ 으로 높은 음의 상관관계가 있고 또한 최대수축률 및 최대이완률과도 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보여 환자의 심근허혈 정도와 심근의 기능상태가 안정된 관상동맥질환 환자에서 연관되어 있음을 확인할 수 있었다. $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 는 SPECT 검사 외에도 동시에 single pass study를 시행하여 좌심실수축계수를 측정할 수 있다^{20,21)}. 이 방법으로 측정된 심근허혈 정도와 좌심실수축계수 사이에는 상관계수 $-0.75 \sim -0.77$ 가 보고되어 있으며²²⁾ 저자들의 결과와 유사한 정도의 상관관계를 보고하였다. 따라서 비교적 단기간 내에 환자의 증상의 변화가 없는 경우는 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ SPECT와 휴식기 gated blood pool scan 검사로 심근관류 정도와 심기능 변화를 비교할 수 있을 것으로 생각되었다.

국소수축계수는 좌전사위에서 중격, 첩하벽 및 후측벽으로 구분하여 그 영역의 수축계수를 측정하였다. 각 관상동맥영역이 중첩되므로 각각의 관상동맥영역을 구분하기 어려워 각 관상동맥영역과의 상관관계를 각각 측정하였으며, 개인간의 관상동맥영역의 변이가 있으므로 상관관계는 전체 좌심실의 허혈 정도와 심기능을 비교한 상관관계보다 낮았다. 첩하벽-국소수축계수와 좌전하행지 ($r = -0.7126$)와 중격-국소수축계수와 좌전하행지 사이에 가장 높은 상관관계 ($r = -0.7053$)가 관찰되었으며 측벽의 경우는 좌회선지와 좌전하행지, 첩하벽의 경우는 좌전하행지와 우관상동맥에서 유의한 상관관계가 관찰되었다. 그러나 극성지도 상의 각 관상동맥영역은 80% 이상의 확률을 가진 부위를 통계적으로 설정한 영역이므로 환자의 심장의 회전 정도에 의하여 오차가 발생할 수 있다. Gated blood pool scan에서 측정된 첩하부의 국소벽운동과 국소벽수축계수는 심첨부와 하벽이 동시에 관찰되고 특히 국소벽수축계수는 좌전사위에서 측

정된 값이므로 허혈 부위가 좌전하행지 또는 우관상동맥에 이상이 있는 환자에서 특히 심첨부의 이상이 있는 환자에서 그 결과의 판정에 유의해야 할 것으로 생각되었다.

국소벽운동의 영상분석은 전면상, 좌전사위, 좌측면상의 세 영상에서 분석하였다. 심근경색 부위에서 모두 국소 벽운동 장애가 관찰되지는 않으며 특히 허혈만 있는 부위의 벽운동은 대부분 휴식기에서는 정상 벽운동이 관찰된다. 또한 심근경색크기도 환자에 따라 다양하며 경색부위가 작은 경우는 주위 심근의 보상성 과운동에 의하여 국소 이상이 발견되지 않는 경우도 있어 이상유무를 측정하기 어렵다²³⁾. 본 연구에서 dipyridamole 부하 및 휴식기의 MIBI SPECT 검사에서 고정이상(fixed defect)이 있었던 환자의 gated blood pool scan에서 MIBI SPECT 고정이상은 정상국소벽운동 또는 정도의 저운동인 군(23개 부위)은 $26.22 \pm 10.76\%$ (mean \pm s.d.)이었고 중등도 이상의 저운동, 무운동 또는 역행국소벽운동인 군(16개 부위)은 $78.18 \pm 23.74\%$ 이었다. 따라서 허혈심근부위의 국소벽운동은 허혈부위의 크기와 관계가 있었다. 그러나 비교적 작은 허혈부위라도 재분포현상이 없는 즉 심근경색부위나 또는 심한 관류저하부위에서 국소벽운동저하가 관찰되어 허혈의 심한정도(severity)와도 관계가 있을 것으로 생각되었다. 심근관류스캔에서의 고정관류결손부위가 모두 심근경색부위를 의미하는 것은 아니며 양광자방출단층촬영술(positron emission tomography, PET)에 의한 심근의 생존여부(viability)와 비교하면 ^{201}Tl 심근관류 SPECT에 의한 고정관류 결손부위의 30%~50%는 “살아있는 심근”임이 확인되었다^{24,25)}. 심근 허혈의 심한 정도와 심운동과의 상관 관계에 대한 연구가 앞으로 필요할 것으로 생각되었다.

Dipyridamole 부하시 보다 휴식기의 허혈부위가 증가되는 역재분포현상(reversed redistribution)이 2예에서 관찰되었으며 이들의 국소 운동은 검사시기를 달리 한 휴식기 심운동은 정상이었다. 역재분포현상의 MIBI 스캔의 경우 정확한 기전은 아직 불분명하나 ^{201}Tl 스캔의 경우 정상심근과 손상심근이 혼재하는 상태에서 국소관류와 재분포의 차이에 의하여 관찰되는 현상으로 이해되고 있다^{26,27)}.

저자들은 관상동맥질환을 진단받았거나 관상동맥질환이 의심되었던 34예의 환자를 대상으로 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI

SPECT에 의한 휴식기 심근관류 정도와 휴식기 gated blood pool scan상의 심기능 변화 정도사이의 상관관계를 관찰하였다. 심근허혈의 정도와 좌심실 및 국소심기능 저하 사이에 유의한 상관관계가 있었으며 국소벽운동의 이상은 허혈부위의 크기와 허혈역전 유무와 정도에 따라 차이가 있음이 관찰되었다. 심근관류정도-수축기능 정도의 상관관계가 유지되어 있는 심근은 경피적경혈관상동맥성형술 또는 관상동맥우회혈관이식술의 치료 및 다양한 약제로 호전될 수 있다. 반면에 심근경색부위의 주위에 허혈부위가 남아있는 경우는 잔류 허혈부위가 없는 환자보다 경색 재발, 협심증 또는 사망 등의 합병증이 증가된다. 그러므로 이들 환자의 선별과 적극적치료가 고려되어야 한다. 따라서 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI SPECT와 휴식기 gated blood pool scan은 동면심근환자에서 경피적경혈관상동맥성형술, 관상동맥우회혈관이식술 또는 급성심근경색환자에서 혈전용해제치료 등의 다양한 치료 전후의 관류상태와 심기능변화의 효과판정에 유용할 것으로 생각되었으며 앞으로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

REFERENCES

- 1) Matsuzaki M, Gallagher KP, Kemper WS, Ross J: Sustained regional dysfunction produced by prolonged coronary stenosis: Gradual recovery after reperfusion. *Circulation* 68:170, 1983
- 2) Rahimtoola SH: A perspective on the three large multicenter clinical trials of coronary bypass surgery for chronic stable angina. *Circulation* 8 (Suppl IV): IV 123, 1985
- 3) Homans DC, Sublett E, Dai XZ, Bache RJ: Persistence of regional left ventricular dysfunction after exercise-induced myocardial ischemia. *J Clin Invest* 77:66, 1986
- 4) Ritchie JL, Cerqueira M, Maynard C, Davis K, Kennedy JW: Ventricular function and infarct size: The Washington intravenous streptokinase in myocardial infarction trial. *J Am Coll Cardiol* 11: 689, 1988
- 5) Ross J Jr: Myocardial perfusion-contraction matching: implication for coronary heart disease and hibernation. *Circulation* 83:1076, 1991
- 6) Weintraub WS, Hattori S, Agarwal JB, Bodenheimer MM, Banka VS, Helfant RH: The relation-

- relationship between myocardial blood flow and contraction by myocardial layer in the canine left ventricle during ischemia. *Circ Res* 48:430, 1981
- 7) Becker LC, Silverman KJ, Bulkley BH, Kallman CH, Mellits ED, Weisfeldt M: Comparison of early thallium-201 scintigraphy and gated blood pool imaging for predicting mortality in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* 67:1272, 1983
- 8) Maddahi J, Van Train K, Prigent F, Garcia EV, Friedman J, Ostrzega E, Berman D: Quantitative single photon emission computerized thallium-201 tomography for the evaluation of coronary artery disease; optimization and prospective validation of a new technique. *J Am Coll Cardiol* 14:1689, 1989
- 9) Sinusas AJ, Watson DD, Cannon JM, Beller GA: Effect of ischemia and postischemic dysfunction on myocardial uptake of technetium-99m-labeled methoxyisobutyl isonitrile and thallium-201. *J Am Coll Cardiol* 14:1785, 1989
- 10) Sinusas AJ, Trautman KA, Bergin JD, Watson DD, Ruitz M, Smith WH, Beller GA: Quantification of area at risk during coronary occlusion and degree of myocardial salvage after reperfusion with technetium-99m methoxyisobutyl isonitrile. *Circulation* 82:1424, 1990
- 11) Verani MS, Jeroudi MO, Mahmarijan JJ, Boyce TM, Borges-Neto S, Patel B, Bolli B: Quantification of myocardial infarction during coronary occlusion and myocardial salvage after reperfusion using cardiac imaging with technetium-99m hexakis 2-methoxyisobutyl isonitrile. *J Am Coll Cardiol* 12:1573, 1988
- 12) Van Train KF, Maddahi J, Berman DS, Kiat H, Areeda J, Prigent F, Friedman J, Participants of the Multicenter Trial: Quantitative analysis of tomographic stress thallium-201 myocardial scintigrams: a multicenter trial. *J Nucl Med* 31:1168, 1990
- 13) 김상은, 남기병, 최창운, 최기준, 이동수, 손대원, 안규리, 정준기, 이명목, 이명철, 박영배, 최윤식, 서정돈, 이영우, 고창순: Thallium-201 심근 단층영상의 정량적 분석. *대한핵의학회잡지* 25:165, 1991
- 14) 이동수, 이명용, 최창운, 손대원, 정준기, 이명목, 이명철, 서정돈, 이영우, 고창순: 관동맥질환에서 dipyridamole 부하 MIBI 심근 SPECT 극성지도와 관동맥조영소견의 비교. *대한내과학회잡지* 제43차 대한내과학회 추계학술대회 초록집: 181, 1991
- 15) Borer JS, Kent KM, Bacharach SL, Green MV, Rosing DR, Seides SF, Epstein SE, Johnston GS: Sensitivity, specificity and predictive accuracy of radionuclide cineangiography during exercise in patients with coronary artery disease. *Circulation* 60:572, 1979
- 16) Feldman RI, Nichols WW, Peppine CJ, et al: Acute effect of intravenous dipyridamole on regional coronary hemodynamics and metabolism. *Circulation* 64:333, 1981
- 17) Afonso S: Inhibition of coronary vasodilating action of dipyridamole and adenosine by aminophylline in the dog. *Circ Res* 26:743, 1970
- 18) Vanter SF: Correlation between acute reduction in myocardial blood flow and function in conscious dogs. *Circ Res* 47:201, 1980
- 19) Massie BM, Botvinick EH, Brundage BH, Greenberg B, Shames D, Gelberg H: Relationship of regional myocardial perfusion to segmental wall motion: a physiologic basis for understanding the presence and reversibility of asynergy. *Circulation* 58:1154, 1978
- 20) Sporn V, Balino NP, Holman BL, Liprandi AS, Masoli O, Mitta A, Camin LL, Castiglia S, McKusick KA: Simultaneous measurement of ventricular function and myocardial perfusion using the technetium-99m isonitriles. *Clin N Med* 13:77, 1988
- 21) Baillet GY, Mena IG, Kuperus JH, Robertson JM, French WJ: Simultaneous technetium-99m MIBI angiography and myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med* 30:38, 1989
- 22) Jones RH, Borges-Neto S, Potts JM: Simultaneous measurement of myocardial perfusion and ventricular function during exercise from a single injection of technetium-99m sestamibi in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 66:68E, 1990
- 23) Gibbons RJ, Verani MS, Behrenbeck T, Pellikka PA, O'Connor MK, Mahmarijan JJ, Chesebro JH, Wackers FJ: Feasibility of tomographic ^{99m}Tc-hexakis-2-methoxy-2-methylpropyl-isonitril imaging for the assessment of myocardial area at risk and the effect of treatment in acute myocardial infarction. *Circulation* 80:1277, 1989
- 24) Brunken RC, Kottou S, Nienaber CA, et al: PET detection of viable tissue in myocardial segments with persistent defects at Tl-201 SPECT. *Radiology* 65:65, 1989
- 25) Tamaki N, Yonekura Y, Yamashita K, et al: Rela-

- tion of left ventricular perfusion and wall motion with metabolic activity in persistent defects on thallium-201 tomography in healed myocardial infarction. Am J Cardiol 62:202, 1988*
- 26) Silberstein EB, DeVries DF: *Reverse redistribution phenomenon in thallium-201 stress test: angiographic correlation and clinical significance. J Nucl Med 26:707, 1985*
- 27) Weiss AT, Maddahi J, Lew AS: *Reverse redistribution of thallium-201: A sign of nontransmural myocardial infarction with patency of infarct-related coronary artery. J Am Coll Cardiol 61, 1986*
-