

## $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT의 분절 육안 분석시 관독자간의 일치도

서울대학교병원 핵의학과, 내과\*

여정석 · 이동수 · 이경한 · 김종호 · 손경수\* · 조성욱\*  
곽철은 · 정준기 · 이명철 · 서정돈\* · 고창순

= Abstract =

### Interobserver Reproducibility of Segmental Scoring of $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI Myocardial SPECT

Jeong Seok Yeo, M.D., Dong Soo Lee, M.D., Kyung Han Lee, M.D., Jong Ho Kim, M.D.  
Kyung Soo Shon, M.D.\*, Sung Wook Cho, M.D.\*, Cheol Eun Kwark, P.H.D.  
June-Key Chung, M.D., Myung Chul Lee, M.D., Jeong Don Seo, M.D.\*  
and Chang-Soon Koh M.D.

*Departments of Nuclear Medicine and Internal Medicine\*,  
Seoul National University Hospital, Seoul, Korea*

The accuracy of dipyridamole stress/rest  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI myocardial imaging for detection of ischemia depends on reproducible image interpretation. To evaluate the reproducibility of visual assessment, agreement in interpretation among two independent observers, blinded to clinical data, was evaluated in SPECT images of 131 patients (94 males, 38 females; mean age  $58 \pm 7$  yr) with suspected coronary artery disease who underwent both dipyridamole stress/rest  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI myocardial SPECT and coronary angiography. The left ventricle was divided into twenty-nine segments in stress and rest SPECT images and each segment was visually graded according to a five-point scale (segmental score: 0=normal, 1=equivocal, 2=mild decrease, 3=severe decrease and 4=absent uptake). Overall concordance of segmental scoring between the two observers was 80%. The Pearson's correlation coefficient ( $r$ ) of the segmental scores for stress and rest images were 0.67 and 0.65, respectively, while the difference in score between the two images showed a correlation of 0.45 (all  $p < 0.001$ ). Agreement between two observers in final SPECT diagnosis as absence or presence of disease was 93%. The degree of agreement in segmental scoring showed no difference between patients with or without agreement as to the presence of disease. Therefore it appeared that cases with inconcordant diagnosis between the 2 observers were mainly due to a difference in individual threshold for interpreting the significance of a particular decreased uptake area rather than to a difference in perceiving the degree of the hypoactivity. Thus, establishment of individual optimum thresholds in visual interpretation of myocardial SPECT may be helpful to improve reproducibility and accuracy of scan diagnosis.

**Key Words:**  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI myocardial SPECT, dipyridamole stress/rest study, segmental scoring, interobserver agreement.

서 론

심근 SPECT의 판독을 위한 여러 가지 정량적인 분석방법이 제안<sup>1-9)</sup>되어 있지만 아직 육안적인 분석방법이 표준으로 널리 쓰이고 있다. 그러나 육안적인 분석방법은 각 판독자의 경험과 개인적인 판독경향 등에 따라 해석의 편차가 커서 경험 많은 판독자들 사이에도 진단의 예민도와 특이도가 크게 다르다<sup>10,11)</sup>. 따라서 주관적일 수 있는 육안적 분석방법에 대하여 객관적인 평가기준을 확립하려는 여러가지 시도가 있어 왔다<sup>12,13)</sup>. 이러한 시도들 중의 한가지가 육안적인 분석방법이 얼마나 재현성이 있는지를 평가하는 것이다<sup>14)</sup>.

본 연구에서 저자들은 디피리다몰 부하/휴식 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 심근 SPECT에서 심근분절의 혈류를 육안으로 등급평가하고, 심근을 세개의 큰 동맥영역별로 나누어 관상동맥질환 유무를 판정하여 이환동맥을 진단하고 이어 셋을 합하여 관상동맥질환에 해당환자가 이

환되었는지를 판단할 때 나타날 수 있는 판독자의 주관적 성향을 각 수준에서 판독자간 일치도로 평가하였다. 이를 바탕으로 등급 평가와 관상동맥 영역별 평가 그리고 질환 유무 평가에 대한 판독자별 판독경향을 추정하여 최적의 판독기준 설정에 도움이 되는 지표로 응용할 수 있을 가능성을 논의하였다.

대상 및 방법

연구 대상

1990년 5월부터 1993년 3월까지의 기간동안 서울 대학교병원에 내원하여 디피리다몰 부하/휴식 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 심근 SPECT와 심혈관 조영술을 서로 2개월 이내에 시행받은 환자 131명을 대상으로 하였다. 131명중 남자가 94명, 여자가 38명이었으며 평균연령은 58±7세였고, 검사전 진단으로 협심증이 86명, 심근경색증이 36명 그리고 기타가 9명이었다. 디피리다몰 부하/휴식 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 심근 SPECT와 심혈관 조영

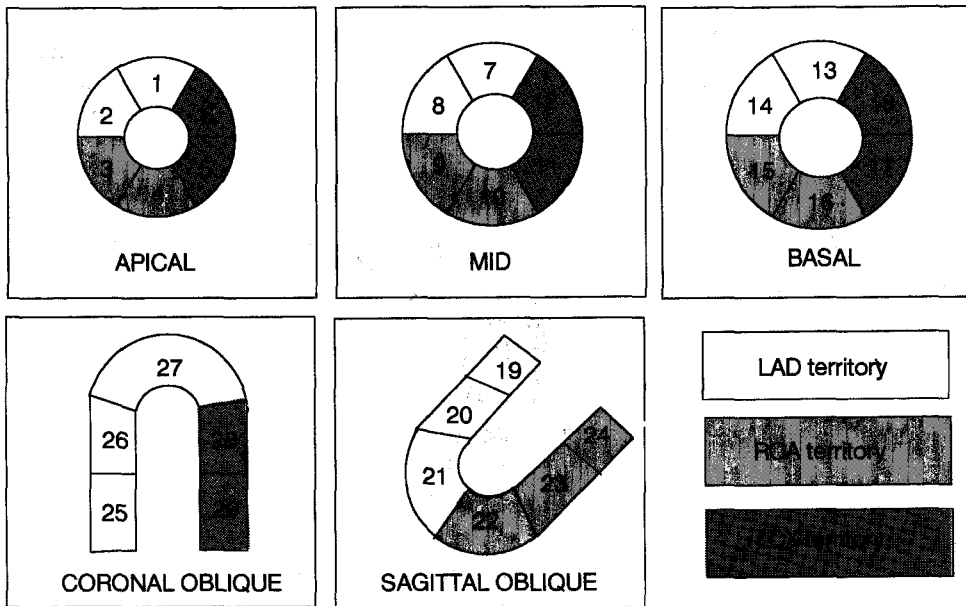


Fig. 1. Diagram of segmentation scheme used to score <sup>99m</sup>Tc-MIBI myocardial SPECT images and grading systems. Short axis views were divided into 3 part: apex, mid-ventricle and base part and in each part myocardium was circumferentially divided by 60 degrees into 6 segments. Sagittal oblique view was divided into 6 segments and coronal oblique view was divided into 5 segments. Total myocardium was segmented into 29 pieces. Assignment of individual segments to myocardial areas (LAD territory : 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 21, 25, 26; RCA territory : 3, 4, 9, 10, 15, 16, 22, 23, 24; LCX territory : 5, 6, 11, 12, 17, 18, 28, 29)

술을 시행한 시간간격은 평균 11일이었다.

## 연구 방법

### 1. 디피리다몰 부하/휴식 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 심근 SPECT<sup>1)</sup>

심혈관계 약제를 검사 24-48시간 전에 끊고 검사 8시간 전부터는 금식하도록 하였다. 앙와위의 환자에게 디피리다몰을 매분 체중 kg당 0.14mg씩 4분간 정주하여 정주종료 3분 후에 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 15mCi를 주사하였다. 디피리다몰부하 시작부터 지속적으로 심전도를 감시하며 매 3분마다 혈압과 맥박수 측정을 하였다. 흉통발작을 포함한 부작용의 유무를 관찰하고 필요한 경우 아미노필린 125mg을 정주하여 증상을 완화하였다. 부하후 환자는 달걀 1개와 우유 400ml를 먹고 마신 뒤 부하로부터 1시간 전후에 부하 SPECT 영상을 촬영하였다. 4시간뒤 휴식기에 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 25mCi를 다시 주사하고 휴식기 SPECT영상을 촬영하였다. 시멘스사의 Rota-카메라 ZLC 75를 이용하여 140 KeV 광절정에서 15% 폭으로 식별영역을 정하고 45도 후사위로부터 45도 전사위까지 3도 간격의 60개 투사영상을 얻었다. 각 투사영상은 64×64 매트릭스로 시멘스 microDELTA 컴퓨터에 수록하여 Ramp-Butterworth 여과기(차단주파수; 0.5, 차수; 5)를 사용하여 횡단면상을 얻었다. 이 횡단면상에 장축을 설정하여 수직 수평장축으로 회전하여 시상사위면상과 관상사위면상을 얻고 다시 여기에 수직인 단축 단면상을 얻어 분석에 사용하였다.

### 2. 영상분석<sup>15)</sup>

좌심실영역을 29개의 분절로 세분하였다(Fig. 1). 단축단면상(short axis view)을 심첨부위, 중간부위, 기저부위의 3개의 영역으로 나눈 뒤, 각 영역을 60도 간격으로 분할하여 각각 6개씩의 분절로 세분하였고 시상사위면상(sagittal oblique view)은 6개의 분절로, 관상사위면상(coronal oblique view)은 5개의 분절로 구분하였다.

환자에 대한 임상정보를 모르는 2명의 관독자가 독자적으로 각 세분된 심근 분절마다 심혈류의 정도를 5등급으로 (0: 정상 혈류, 1: 아주 경미한 혈류감소, 2: 중등도의 혈류감소, 3: 심한 혈류감소, 4: 혈류 없음)구분하여 분절점수(segmental score)를 기록하였다. 등급평가의 기준은 두 관독자 모두 분절의 위치에 따른 정상혈류 밝기를 기준으로 점수평가하였다.

심근의 각 분절은 주요 심혈관 분지에 따라 좌전하행동맥(left anterior descending artery; LAD) 분절(Fig. 1의 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 21, 25, 26, 27번 분절), 우측관동맥(right coronary artery; RCA) 분절(Fig. 1의 3, 4, 9, 10, 15, 16, 22, 23, 24번 분절), 좌회 선동맥(left circumflex artery; LCX) 분절(Fig. 1의 5, 6, 11, 12, 17, 18, 28, 29 분절) 영역으로 나누어 평가하였다. 각 관독자는 등급화하여 정한 분절점수를 바탕으로 위의 영역 분포에 따라 해당 관상동맥이환여부를 판정하였고 이 결과를 합하여 각 환자의 관상동맥질환 이환여부를 판단하였다. 심혈관조영술을 금과옥조기준 (gold standard)으로 보고 SPECT진단의 예민도, 특이도, 그리고 정확도를 각각의 관독자에서 따로 구하였다.

Cedars-Sinai Medical Center 프로그램<sup>16)</sup>으로 관류결손의 범위를 나타내는 극성지도를 구성하고 이를 이용하여 관류결손범위를 가중한 허혈의 성적을 산출하였다. 즉 휴식기 영상의 극성지도에서 허혈의 정도를 3등급으로 나누어 각 등급 마다의 혈류결손범위를 곱해서 범위가중허혈점수를 얻었다.

$$\text{범위가중허혈점수} = \frac{\text{등급가중치} \times \text{결손범위}}{\text{전체 혈류결손범위}}$$

범위가중허혈점수는 3개의 심근 주동맥 영역별로 나누어 각 주동맥 영역별 점수를 구하였다. 주동맥영역별로 분절점수를 합산하여 구한 동맥영역별 심근분절점수 즉 육안관독 결과를 반정량화한 값과 정량화지표의 하나인 범위가중허혈점수의 상관관계를 알아보았다.

### 3. 심혈관 조영술

여러 방향에서 촬영된 관동맥 조영소견을 보고 관동맥내경이 50%이상 협착이 있는 경우를 의미있는 협착이라 판단하였다. 조영술상 예측되는 심근 허혈부위를 스캔에서의 관류결손범위와 비교하기 위해서 관동맥 조영술상 하나 이상의 주 관동맥과 그것의 주요분지인 대각지(diagonal branch), 순연지(obtuse marginal branch), 후하행동맥(posterior descending artery)에 협착이 있는 경우를 의미있는 관동맥질환으로 정의하였다.

### 4. 자료분석 및 통계

각 관독자에서 관동맥질환 규명의 예민도와 특이도는 관동맥조영술을 표준으로 구하였다. 두 관독자의 검사 예민도, 특이도 및 정확도 백분율은 백분율에 대

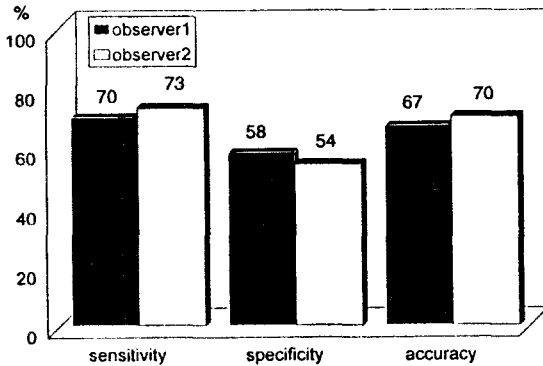


Fig. 2. Comparison of sensitivity and specificity for detection of coronary artery disease in <sup>99m</sup>Tc-MIBI myocardial SPECT

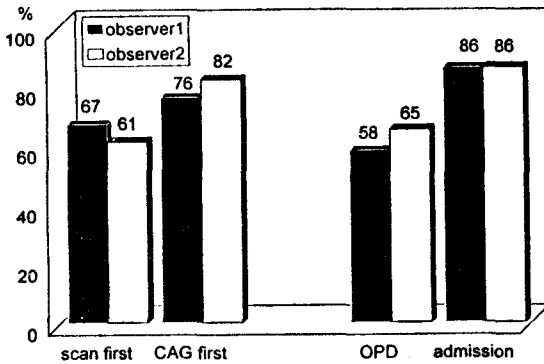


Fig. 3. Scan diagnosis accuracy. Scan at admission was higher accuracy than scan at OPD. Scan after CAG was higher accuracy than scan before CAG.

한 t검정을 실시하였다. 두 판독자가 구한 각각의 심근분절점수간의 상관관계는 비모수상관분석을 시행하여 Pearson's correlation coefficient를 산출하였다<sup>17)</sup>. 동맥영역별 범위가중허혈점수와 영역별 분절점수 합산값 간의 비연속적인 변수상관관계분석에도 같은 방법을 이용하였다.

## 결 과

### 1. SPECT진단의 정확도와 두 판독자간의 관동맥 질환발견의 일치도

131명의 대상환자중 심혈관조영술상 의미있는 심혈관질환이 규명된 환자는 107명으로 이중 좌전하행동맥(left anterior descending artery:LAD) 협착이

Table 1. Concordance of <sup>99m</sup>Tc-MIBI Myocardial SPECT Diagnosis between Two Independent Observers

		observer 1	
		disease(+)	disease(-)
observer 2	disease(+)	83	7
	disease(-)	2	39

Concordance rate=93%

Table 2. Agreement of Segmental Score in <sup>99m</sup>Tc-MIBI Myocardial SPECT between Two Independent Observers

		observer 1					
		Grade 0	1	2	3	4	
observer 2	0	56	36	176	154	117	89
	1	26	7	106	11	39	10
	2	94	26	61	115	22	
	3	71	6	37	111	84	
	4	31	3	11	34	187	

Exact concordance rate=80%

83예, 우측관동맥(right coronary artery:RCA) 협착이 57예, 그리고 좌회선동맥(left circumflex artery:LCX) 협착이 57예에서 발견되었다. 총 393개의 동맥중 197개의 동맥이 50% 이상 협착이 있는 동맥이었다.

1) 심혈관조영소견을 기준으로 하였을때 전체환자 131명에 대한 두명의 판독자의 SPECT진단 예민도와 특이도는 각각 70%, 73%와 58%, 54%였고 정확도는 67%, 70%로 판독자간에 유의한 차이가 없었다(p >0.05, Fig. 2).

외래에서 SPECT 검사를 의뢰한 46명의 환자에서 두 판독자의 스캔진단 정확도는 각각 58%, 65%이었고, 입원 상태에서 SPECT를 실시한 85명의 진단정확도는 각각 86%, 86%이었다.

SPECT를 먼저 시행하고 관동맥조영술을 나중에 시행한 환자 34명에서 SPECT진단 정확도가 67%, 61%이었으며 관동맥조영술을 먼저 시행한 환자 97명의 경우 진단의 정확도가 76%, 82%이었다(Fig. 3).

2) 두 판독자가 각각 독자적으로 내린 전체적인 관상동맥질환 유무판단의 일치도는 93%이었다(Table 1). 각각의 세 동맥영역별로 구한 진단의 일치도를 합

**Table 3. Correlation Coefficient R Value of Territorial Segmental Scores**

	Stress	Rest	Difference	LAD	RCA	LCX	Total
R value	0.67	0.65	0.45	0.69	0.65	0.65	0.67

Difference score is difference between stress score and corresponding rest score (Stress-Rest) and represents reversibility.

산 하여 정한 동맥별 영역진단의 일치도는 89.3%였다. 각 주동맥 영역별로 SPECT 진단의 일치도는 LAD영역이 87%, RCA영역이 87%, LCX영역이 93%로 LCX영역이 가장 높고 이어 RCA, LAD의 순이었다.

## 2. 분절점수간의 일치도

부하기영상과 휴식기영상 각각의 심근을 환자의 영상당 29분절로 세분하여 131명의 환자에서 모두 부하 3799분절과 휴식 3799분절이 분석 대상이었다.

1) 131명의 환자에서 분석한 전체 7598심장분절중 분절점수가 두 판독자간에 완전히 일치한 경우는 6101분절로서 전체의 80%였다 (Table 2). 이중 5636에는 등급 0 즉 정상혈류로 판단한 예로서 전체의 92%이었다. 휴식기에 촬영한 심근 분절 3799개와 부하기에 촬영한 심근분절 3799개에서 각각 두 판독자간 일치도는 78.6%와 81.9%였다.

2) 분절점수는 동맥조영술로 관상동맥질환이 확인된 환자 107명의 6206분절에서는 80.3%의 일치도를 나타내었고 유의한 관동맥질환이 없었던 24명 환자의 1392분절에서 79.8%의 일치도를 보여 두 아표본집단 (sample subgroup)사이에 일치도의 차이가 없었다 ( $p > 0.05$ ). 반면에 SPECT에 의한 관상동맥질환 이환여부의 진단은 동맥조영술로 관상동맥질환이 확인된 환자 107명에서 94%의 일치도를 나타내었고 유의한 관동맥질환이 없었던 24명 환자에서 87%의 일치도를 보였다.

SPECT에 의한 이환여부진단이 일치한 122예의 7076분절의 분절점수 일치도는 80.3%였고 이환여부진단이 서로 달랐던 9예의 522분절의 분절점수 일치도는 80.0%로 두 아표본집단 (sample subgroup)사이에 차이가 없었다 ( $p > 0.05$ ).

3) 두 판독자가 내린 각 분절점수간의 상관관계를 나타내는 상관계수 (Pearson's correlation coefficient: r)는 부하기영상에서 0.67, 휴식기영상에서 0.65이고

부하기영상과 휴식기영상을 합친 전체영상에서 0.67이었다 ( $p < 0.001$ ). 부하기영상에서 그에 대응하는 휴식기영상의 점수를 뺀 것을 차이점수 (difference score)라 정의하였고 이의 상관계수는 0.45였다 (Table 3).

4) 각 주동맥영역별로 나누어 분절점수의 상관계수를 비교하였을 때 좌전하행 동맥, 우측관동맥, 좌회선 동맥이 각각 0.69, 0.65, 0.65였다. 전체 분절중 가장 상관 관계가 좋은 분절은 21번 분절이었고, 가장 변이도가 높았던 분절은 19번 분절이었다. 비교적 상관관계가 적었던 ( $r < 0.6$ ) 분절은 6번, 15번, 16번, 18번, 19번, 20번, 22번 분절이었고 상관관계가 좋았던 ( $r > 0.7$ ) 분절은 2번, 8번, 10번, 21번, 26번 분절이었다 (Fig. 4).

5) 육안분석을 하여 얻은 5등급 점수를 각 주동맥영역별로 합산하여 얻은 점수와 극성지도를 이용하여 정량적인 방법으로 계산한 주동맥별 범위가중허혈점수를 비교하였을 때 상관계수가 두 명의 판독자에서 각각 0.67, 0.69이었으며 두 판독자 사이에 유의한 차이가 없었다 ( $p > 0.05$ ).

## 고 찰

심근 SPECT의 판독에는 여러가지 정량적인 분석 방법들이 제안되어 있지만 아직 육안적인 판독방법이 표준으로 생각되어 널리 쓰이고 있다. 그 이유는 아직까지의 정량지표들이 극성지도를 바탕으로 하고 있어 심근 두께의 혈류정보를 표현하지 못하고 동맥영역별 단순화로 심근의 크기나 동맥혈류분포의 다양성 등을 무시하여 일정한 정도의 정보 손실을 동반하기 때문이다. 육안분석방법은 심근벽 전체를 자세히 평가할 수 있지만 주관적이며 판독자의 경험에 따라 질환 이환여부 판단에 커다란 편차를 노출하게 된다. 이런 단점을 지닌 육안판독법에 과학적인 근거를 확보하는 한가지 방법이 영상판독시 관찰자들간의 일치도를 조사하는

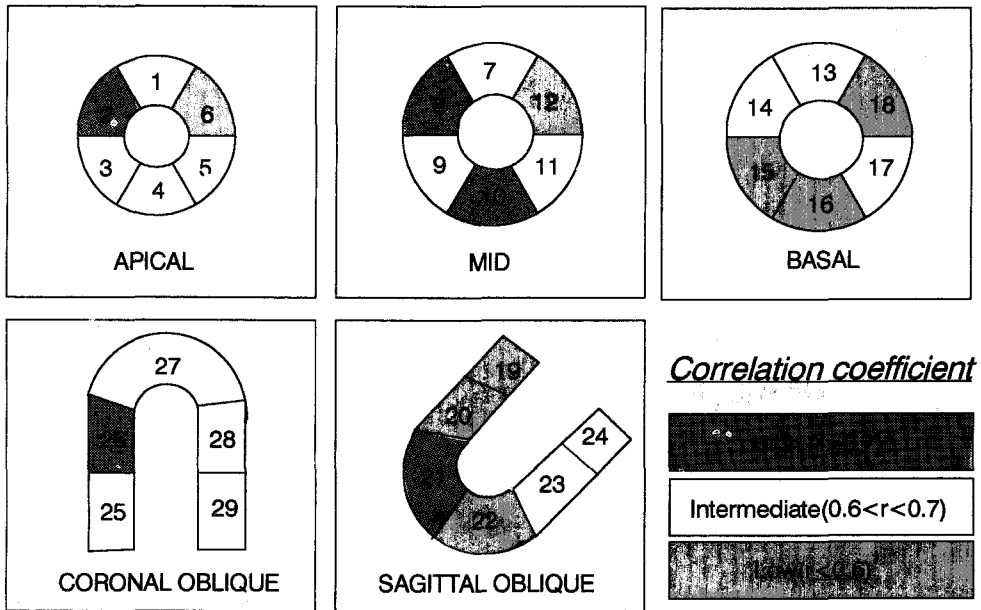


Fig. 4. Correlation coefficient r values of individual segmental scores.

것이다. 일치도를 확인함으로써 육안판독방법의 신뢰성을 입증할 수 있을 뿐 아니라 일치도 분석에 참여한 판독자의 판독 능력을 간접적으로 평가할 수 있다. 분절혈류판독의 상관정도인 r값(0.65 내외)과 진단 정확도(70%내외)는 이 연구에 참여한 판독자들의 숙련도가 일정 수준에 도달하였음을 나타내었다.

본 연구에서는 디피리다몰 부하/휴식  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT의 판독시에 두 판독자간의 일치여부와 일치정도를 세가지 수준에서 조사하였다. 즉 각 심근 분절에서 혈류를 등급평가한 분절점수로 휴식기 분절 3799개와 부하기 분절 3799개를 합하여 7598분절에 대해 원시데이터를 구성하였고, 등급평가후 동맥영역의 지침에 따라 각 주요 동맥이 이환되었는지 여부를 판단하였으며, 이 판단결과를 단순합산하여 해당환자가 관상동맥질환에 이환되었는지 판정하였다. 각 수준에서 스캔판독의 일치도를 평가하고 스캔판독이 판독자간에 차이가 난다면 어느 수준에서 생기는지 즉 변이가 등급평가때에 발생하는지 각 분지동맥영역 해석때에 발생하는지를 평가하고자 하였다.

심혈관조영술을 기준으로 하였을때 두 판독자의 SPECT이용 관상동맥질환진단 정확도는 70%에 조금 못 미쳐 저자들의 지난 보고와 비슷하였다<sup>2,3)</sup>. 아울러 두 판독자의 진단정확도는 67%와 70%로 서로간에

유의한 차이가 없었다. 특히 예민도는 70%이상이었으나 특이도가 54%와 58%로 판독자간에 역시 차이는 없지만  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT의 초기 보고나 저자들의 지난 보고<sup>2,3)</sup>보다 낮았다. 판독자간 일치도를 조사하기 위한 대상 표본집단의 특성 때문에 정확도 판정에 편차(bias)가 개입할 수 있다고 보고 간접요소를 평가하여 보았다. 선별검사로 사용하였는지 또는 이미 알고 있는 관상동맥질환에서 이환혈관 협착이 혈류장애를 일으키는지를 판정하려 하는가에 따라 대상환자 집단의 특성이 달라져서  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT검사의 성능이 다르게 나타날 수 있다<sup>2)</sup>. 외래에서 의뢰한 경우 또는 혈관촬영술보다 먼저  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT를 시행한 경우는 선별검사에 해당하며 이에 해당하는 경우에는 스캔진단의 특이도가 낮게 보고 되곤 한다. 이 연구에서도 이럴때 특이 특이도가 떨어졌음을 관찰하였으며  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT검사후 선별(표본집단추출)편차(posttest referral bias)가 작동했음을 알 수 있었다.  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT검사 결과 이환가능성이 없다고 판정된 경우 관상동맥조영술을 시행하지 않았을 것이며 따라서 특이도가 매우 감소하는 경향을 보였다고 생각하였다. 그러나 이렇게 표본집단을 재분류하였을 때에도 두 판독자 간에 질환진단의 정확도는 차이가 없었다.

스캔 육안판독시 전체 7598개의 심근분절에서 5개의 등급으로 구한 분절점수는 두 판독자간에 80%에서 완전히 일치하였다<sup>19)</sup>. 나머지 20%에서는 분절점수가 일치되지 않았는데 이렇게 일치하지 않게 하는 요인에는 1) 각 분절마다 심혈류의 감소정도에 대해 느끼는 개인적인 판단의 차이이외에도 2) 혈류이상인 부위를 조금씩 서로 다르게 판단하는 데에 이유가 있을 수 있다. 따라서 진단의 정확도에 영향을 끼치는 요인에는 혈류감소에 대해 느끼는 개인의 차이뿐만 아니라 혈류이상인 장소판정의 차이도 영향을 끼쳐 혈류감소의 원인이 질환으로 인한 것인지 아니면 정상적인 감쇠효과등의 질환외적인 요소들에 의한 것인지에 대한 해석의 차이를 낳아 결국 이환혈관의 진단에 오차를 가져 온다. 이 연구에서 저자들은 심혈관 질환의 유무와 스캔진단의 일치여부는 모두 분절점수의 일치도에 영향을 끼치지 못함을 확인하였다. 즉 심혈관질환의 유무에 대해서 내린 최종진단이 두 판독자간에 일치하지 않은 경우에서의 분절점수 일치도가 최종판독이 일치한 경우에 비해서 낮지 않았다. 또한 두 판독자간 분절점수를 비교해 보았을 때, 0점으로 혈류 이상이 없는 정상으로 판단한 경우는 판독자1이 판독자2에 비해 더 적었고(80% 대 81.2%) 중등도 이상의 혈류감소를 나타내는 2점 이상의 혈류감소가 있다고 판독한 경우는 더 많아서 (11.6% 대 4.7%) 분절점수에서는 판독자1이 판독자2에 비해 예민하게 진단하는 경향이 있었던 반면 최종 스캔판독의 결과는 판독자1이 판독자2에 비해 질환이 있다고 진단한 경우가 오히려 적어서(90에 대 85예) 분절점수에서 나타난 것과 반대의 경향을 나타내었다. 따라서 두 판독자간에 스캔진단이 차이가 나게 하는 인자로는 혈류가 감소한 정도에 대해서 느끼는 개인적인 강도의 차이보다는 이러한 심혈류 양상의 유의성에 대한 개인의 진단기준의 차이 때문이었음을 알 수 있었다.

두 판독자가 독자적으로 각기 5등급으로 나눈 전체 심근분절에 대한 분절점수 간의 상관관계를 나타내는 상관계수 r값은 0.67이었다. 부하기와 휴식기간의 혈류의 변화정도는 가역적인 심혈류의 변화를 나타내는 것으로 이를 알아보기 위해 부하기영상의 분절점수에서 이에 해당하는 휴식기영상의 분절점수를 뺀 변화점수(difference score)를 가지고 두 판독자간에 상관계수를 구하였을 때 r값은 0.45로서 전체 분절점수간의

r값 비해 낮은 값을 보였다. 이 변화점수 r값은 계통적으로 부하기 r값과 휴식기 r값에 비해 낮은 값을 갖게 되는데 그 이유는 1) 부하기 영상의 분절점수와 휴식기 영상의 분절점수가 각각의 오차를 가지고 있는데 이 둘의 차이를 구함으로써 오차가 더욱 커지게 되고 2) 부하기 영상의 분절점수와 휴식기 영상의 분절점수가 서로 어느 정도의 연관성을 가지고 있어 서로 영향을 주기 때문이다. 따라서 이 변화점수의 r값이 낮다는 것이 항상 정확도가 떨어진다는 것을 의미하는 것은 아니다.

전체 심근분절의 상관계수를 관찰하여 영역별 상관의 정도를 알아보았다. 각 분절의 상관정도의 범위는 넓은 분포를 보여 주고 있어 비교적 상관관계가 적은 ( $r < 0.6$ ) 분절과 비교적 상관관계가 좋은 ( $r > 0.7$ ) 분절로 나누어 보았다. 비교적 상관관계가 적어 판독자간의 차이가 컸던 분절은 전벽층(분절6, 분절18, 분절19, 분절20)과 후하벽층(분절15, 분절16, 분절22)이었다. 전벽부위에서 차이가 많았던 원인으로는 유방으로 인한 감쇠의 효과와 또 심기저부에서는 심판막에 인접하여 오는 오차의 증가등에 대해 개인적으로 받아들이는 판단의 차이를 고려해 볼 수 있으며 후하벽층의 경우는 횡격막과 복강내 장기에 인한 감쇠의 영향이 나타난 결과라 보겠다. 반면 판독자간의 일치도가 높았던 분절은 횡단면상에서 본 심격막부위(분절2, 분절8)와 심첨부위(분절10, 분절21, 분절26)였다.

각 주동맥 영역별 스캔진단의 일치도는 LCX영역이 가장 높고 이어 RCA, LAD 의 순이었다. LCX경우가 판독자간의 일치도가 가장 높은 이유는 판독자간에 차이가 많았던 분절이 가장 적었기 때문으로 두 판독자간에 차이를 줄이기 위해서는 전체 심분절에 대한 판독의 일치도를 높이는 것보다 특히 차이가 많았던 분절에 대한 판독의 일치도를 높이는 일이 중요할 것이다.

등급체계에 있어 등급의 수를 선택할 때 그 수가 판독자들이 변별할 수 있는 변별능력보다 적게 되면 결과의 유효성이 떨어진다는 이론적<sup>20)</sup>, 실험적<sup>21)</sup> 근거들이 있다. 실제로 Macro등은 심근혈류감소의 정도를 판단하는데 등급의 수를 5개에서 3개, 2개로 줄임에 따라 진단의 재현성이 떨어진다는 보고를 하였다<sup>14)</sup>. 여기서는 등급체계가 판독자의 변별능력에 적합하게 선택되었는지를 간접적으로 평가해 보기 위해 육안적

분석으로 구한 분절점수를 극성지도를 이용하여 정량적으로 계산한 범위가중허혈점수와 서로의 상관정도를 비교하여 보았다. 두 명의 판독자가 각기 구한 분절점수와 범위가중허혈점수와와의 상관계수 r값이 서로 비슷하여 주관적으로 구한 분절점수체계가 유의함을 알 수 있었다.

심근스캔 판독시 두 판독자간의 질환의 유무에 대한 최종진단은 131예중 122예에서 일치하여 93%의 일치도를 보여 주었으며 각각의 세 동맥영역별로 구한 진단의 일치도를 합산하여 정한 동맥별 영역진단의 일치도는 89.3%였다. 두 판독자 간에 진단이 일치하지 않았던 이유는 서로간에 심혈류의 감소정도에 느끼는 정도의 차이와 또 이러한 심혈류상태에 대해서 최종적으로 판단하는 개인적 진단 기준의 역치에 기인할 것이다. 그러나 진단이 일치하지 않았던 경우에도 각 심근분절점수의 일치도는 진단의 일치하였던 경우와 차이가 없어 결국 개인적 진단기준이 스캔진단에 주요한 결정요소임을 알 수 있었다. 주관적인 스캔육안판독시 진단의 정확도를 높이기 위해서는 진단의 재현성을 높이는 일이 중요하며 이러한 진단의 재현성은 현상에 대한 관측의 차이보다는 주어진 현상이 유의한가 유의하지 않은가를 판정하는 주관적 판독기준의 개인적 역치에 의해서 결정됨을 알 수 있었다. 이러한 판독자별 진단기준의 차이는 결과적으로 진단의 정확도에 영향을 끼치게 되므로 이러한 개인적 진단기준을 아는 것이 중요하다. 따라서 향후 분절분석평가방법을 이용하여 수신자특성곡선(receiver operating characteristics curve)분석등과 같은 적절한 개인별 평가기준의 지침을 설정하는 것이 심근 SPECT의 정확한 평가에 도움이 될 것이다.

요 약

디피리다몰 부하/휴식 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 심근 SPECT에 의한 심혈관질환의 진단과 심근분절별 혈류등급의 재현성을 조사하여 판독자의 주관적인 판단이 SPECT 판독에 미치는 영향을 알아 보았다. 디피리다몰 부하/휴식 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 심근 SPECT와 심혈관 조영술을 2개월이내에 동시에 시행한 환자 131명에서 환자의 임상정보를 모르는 두 명의 판독자가 독립적으로 스캔을 판독하였다.

1) 심혈관조영소견을 기준으로 하였을 때 전체환자 131명에 대한 두명의 판독자의 SPECT진단의 예민도와 특이도는 각각 70%, 73%와 58%, 54%였고 정확도는 67%, 70%로 판독자간에 유의한 차이가 없었다.

외래에서 SPECT 검사를 의뢰한 환자와 SPECT를 먼저 시행하고 관동맥조영술을 나중에 시행한 환자에서 두 판독자의 스캔진단 정확도가 입원 상태에서 SPECT를 실시한 환자와 관동맥조영술을 먼저 시행한 환자의 경우에서보다 진단정확도가 높았다.

2) 스캔판독시 두명의 판독자간의 심혈관질환의 유무에 대한 최종 스캔진단의 일치도는 93%였으며 각 영역별로 구한 일치도는 89%였다.

3) 두 판독자가 29개 심근분절의 혈류에 대해서 부여한 점수는 80%에서 일치하였으며 분절점수간의 상관계수는 0.67이었다. 스캔판독이 일치하였던 경우와 일치하지 않았던 경우의 분절심근점수의 일치도에는 차이가 없어서 스캔판독의 차이가 혈류저하의 정도에 대한 평가의 차이이기 보다는 영역별 혈류저하정도에 대하여 유의성여부를 판별하는 주관적 기준의 차이에 의한 것임을 시사하였다.

이상에서 심근 SPECT의 육안평가시 분절별 혈류저하 정도에 대한 평가는 판독자간에 높은 재현성을 보이며 심혈관질환의 유무에 대한 판정은 영역별로 유의한 혈류저하라고 생각하는 신뢰수준(confidence level)의 기준차이에 영향을 받는 것으로 생각되었다. 이러한 판독자별 기준의 차이가 진단에 대한 예민도및 특이도에 영향을 주므로 분절분석평가방법을 이용하여 개인별로 적절한 평가기준을 설정하는 것이 정확한 SPECT평가에 도움이 되리라 생각한다.

REFERENCES

- 1) 김상은, 남기병, 최창운, 최기준, 이동수, 손대원, 안규리, 정준기, 이명목, 이명철, 박영배, 최윤식, 서정돈, 이영우, 고창순 : *Thallium-201* 심근 단층영상의 정량적 분석. 대한핵의학회지 25(2) 165-176, 1991
- 2) 이명철, 이동수, 이명용, 최창운, 손대원, 정준기, 이명목, 박영배, 서정돈, 이영우, 고창순 : 관동맥질환에서 디피리다몰 부하 <sup>99m</sup>Tc-MIBI 심근 SPECT 극성지도와 관동맥조영소견의 비교. 대한핵의학회지 27(1) 51-58, 1993



- 3) 배상균, 이동수, 오병희, 정준기, 이명목, 박영배, 이명철, 서정돈, 이영우, 고창순 : 디피리다몰 부하  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI 심근 SPECT 극성결손지도를 이용한 관동맥질환진단의 남녀비교. 대한핵의학회지 27(1) 59-64, 1993
- 4) Watson DD, Campbell NP, Read EK: *Spatial and Temporal quantitation of plane thallium myocardial images. J Nucl Med* 1981;22:577-584
- 5) Garcia EV, Maddhai J, Berman D, Waxman A : *Space/time quantitation of thallium-201 myocardial scintigraphy. J Nucl Med* 1981;22:309-317
- 6) Garcia EV, Van Train K, Maddhai J: *Quantification of rotational thallium-201 myocardial tomography. J Nucl Med* 1985;26:17-26
- 7) DePasquale EE, Nody AC, Depuey EG, Garcia EV, Pilcher G, Bredlau C, Roubin G, Gober A, Gruentzig A, D'Amato P, Berger HJ: *Quantitative rotational thallium-201 tomography for identifying and localizing coronary artery disease. Circulation* 77:316,1988
- 8) Tamaki N, Yonekura Y, Mukai T, Kodama S, Kadota K, Kambara H, Kawai C, Torizuka K: *Stress thallium-201 trasaxial emission computed tomography: Quantitative versus qualitative analysis for coronary artery disease. J Am Coll Cardiol* 4:1213, 1984
- 9) DePasquale EE, Depuey EG, Nody AC, MC Clees EC, Eisner RL, Malko J, Patterson R, Pettigrew R, Berger HJ: *Accuracy quantitative rotational thallium-201 tomography in identifying individual coronary stenosis: Use of bullseye functional map. J Nucl Med* 26:p5, 1985 (Abstr)
- 10) Hamilton GW, Trobaugh GB, Ritchie JL : *Myocardial imaging with intravenously injected Thallium-201 in patients with suspected coronary artery disease: Analysis of technique and correlation with electrocardiographic, coronary anatomic and ventriculographic findings. Am J Cardiol* 39:347-354,1977
- 11) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW : *Myocardial imaging with 201 Thallium at rest and during exercise: Comparison with coronary arteriography anf resting and stress electrocardiography. Circulation* 56:66-71,1977
- 12) Atwood JE, Jensen D, Froelicher V: *Agreement in human interpretation of analogue thallium myocardial perfusion images. Circulation* 1981;64:601-609
- 13) Bonow RO, Dilsizian VD, Cuocolo A: *Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. Circulation* 1991;83:26-37
- 14) Macro B, Eugenio I, Giorgio C, Mauzio D, Roberto S, Francesco A, Gian LT: *A Multi-center trial on interobserver and intraobserver reproducibility of segmental scoring of thallium-201 planar myocardial imaging before and after reinjection. J Nucl Med* 1994;35:601-608
- 15) Daniel S.Berman, Hosen Kiat, Kenneth Van Train, Ernest Gracia, John Friedman, and Jamshid Maddahi: *Technetium 99m Sestamibi in the Assessment of Chronic Coronary Artery Disease. Semin Nucl Med* 21(3):190-212, 1991
- 16) Siemens Grammasonics, Inc: *Operating instructions, Cedars-Sinai quantitative tomographic thallium-201 analysis for micro DELTA.* 1989
- 17) Van derPoel HG, Boon ME, van der Meulen EA: *The reproducibility of cytomorphometrical grading of bladder tumors. Virchow Arch Patol Anat Histopathol*1990;416:521-525
- 18) Sigal SL, Soufer R, Fetterman RC: *Reproducibility of quantitative planar thallium-201 scintigraphy: Quantitative criteria for reversibility of myocardial perfusion defects. J Nucl Med* 1991;32:759-765
- 19) Gene BT, Frans JTW, Ellinor BS, Timothy AD, James LR, Glen WH: *Thallium-201 myocardial imaging: An interinstitutional study of observer variability*
- 20) Streiner DL, Norman GR: *Health measurement scales. New York: Oxford University Press; 1991:79-95*
- 21) Nishisato N, Tomi Y: *Effects of categorizing continuous normal distributions on the product-moment correlation. Jpn Psych Res* 1976:46-49