大韓核醫學會誌 : 第 29 卷 第 4 號 1995

^{99m}Tc-MIBI 심근 SPECT에서 180도와 360도 데이터 집적의 비교

서울대학교병원 핵의학과

강건욱 · 이동수 · 곽철은 · 현인영 · 정준기 · 이명철 · 고창순

= **Abstract** =

Comparison between 180° and 360° Data Collection in ^{99m}Tc-MIBI Myocardial SPECT

Keon Wook Kang, M.D., **Dong Soo Lee**, M.D., **Cheoleun Kwark**, Ph.D., **In Young Hyun**, M.D. **June-Key Chung**, M.D., **Myung Chul Lee**, M.D. and **Chang-Soon Koh**, M.D.

Department of Nuclear Medicine, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

We compared the influences of reconstruction methods using 180° or 360° data upon contrasts and discriminating capability and diagnostic accuracy in ^{99m}Tc-MIBI stress/rest myocardial SPECT. We reviewed SPECT images reconstructed only with 180° projection data or with 360° data in 18 patients and in 11 normal subjects.

To compare counts of surface structures and deep structures, we measured apex/posterior wall ratios in 11 normal subjects. To compare the contrasts of images, we measured apex/ventricle ratios. To compare contrasts between normal and diseased myocardial segments, we measured count ratios of defect and normal segments in 4 patients who had single coronary artery diseases.

To compare diagnostic accuracy, we scored SPECT images made with 180° and 360° data segmentally. Sensitivity and specificity for the diagnosis of coronary artery disease and for the revelation of diseased arteries with both 180° and 360° SPECT images. If involved coronary arteries had more narrowing than 50% in coronary angiogram, we considered them as diseased arteries.

Apex/posterior wall ratios were not different significantly in normal subjects. Apex/ventricle ratios in normal subjects were different significantly between 180° and 360° SPECT images. Defect/normal ratios were different significantly between 180° and 360° SPECT images in single vessel disease patients.

The overall diagnostic accurracy was the same between 180° and 360° data collection. Sensitivity was 94% and specificity was 91% for both types of data collection in this sample population. Sensitivity and specificity of each coronary artery territory were not significantly different between the images made with 180° and 360° data.

The images made with 180° data had better contrast between ventricle and myocardium and between hypoperfused and normal myocardium, though no difference was found between the ratios of the myocardial counts of surface and deep structures. However, diagnostic sensitivities of diseased artery territories were not different significantly and so were overall diagnostic accuracy between both methods of making images with 180° and 360° data.

Key Words : Myocardial SPECT, 180° and 360° data collection, ^{99m}Tc-MIBI

서 론

단일헤드 SPECT를 사용할 때는 촬영시간을 줄이기 위해 360도 투사영상을 얻기보다 180도 영상을 얻는 것이 좋으며 단층영상을 구성하였을 때 영상의 질도 향상된다는 사실이 받아들여졌다. 특히 에너지가 낮고 소량 주사하는 ^{201}Tl심근 SPECT때는 360도 전체 데이터를 사용하는 것 보다 좌전방의 180도 데이터만을 사용하여 재구성한 영상이 대조도가 좋고 영상의 이미지가 판독에 유리하다고 하였다. 이는 심장이 왼쪽 앞쪽으로 치우쳐 있고 뒤쪽으로 척추 및 근육이 있어 감마선을 흡수하고 산란시키는 데, 특히 에너지가 낮은 ^{201}Tl의 투과력이 낮아 후방투사영상은 잡음에 비해 심근신호가 적기 때문이다[1].

^{99m}Tc를 이용하였을 때 ^{201}Tl보다 에너지가 높고 감마선유속이 많아 360도 투사데이터를 쓰는 것이 좋을지 여전히 180도 투사영상을 얻는 것이 좋을지 알 수 없어 비교하여야 하지만 이에 대한 보고가 없다. 단일헤드카메라의 경우는 360도 영상이 우수하더라도 촬영시간이 두배로 많이 걸리므로 360도와 180도 영상집적 중에서 하나를 선택하려면 얻는 것과 잃는 것을 저울질하여야 하였다. 삼중헤드 SPECT를 이용하면 360도 영상을 얻어 180도 투사영상만 추려 재구성에 쓸 수도 있고 360도 투사상을 모두 다 쓸 수도 있다. 삼중헤드 SPECT를 사용하였을 때 180도와 360도 데이터 사이의 선택은 영상획득시 선택할 문제가 아니고 촬영후 재구성시 선택할 문제가 되었다.

우리는 이 연구에서 ^{99m}Tc-MIBI 부하/휴식 SPECT에서 좌전면 180도 데이터만 사용한 영상과 360도 투사상 전체로 재구성한 단층영상 사이에 대조도와 관류감소부분 식별능력에 차이가 있는지 보았다. 두가지 영상으로 관상동맥질환 이환여부와 이환된 협착관상동맥을 식별하였을 때 식별능에 차이가 생기는지 조사하여 진단성능에 미치는 영향을 찾았다.

대상 및 방법

^{99m}Tc-MIBI 심근 SPECT와 심혈관조영술을 서로 2개월이내 시행한 119명(환자 103명, 정상인 16명) 중 29명(환자 18명, 정상인 11명)을 무작위 추출하여 대상으로 하였다. 단일혈관질환자가 4명 세혈관질환자가 14명이었으며 11명은 심혈관조영술이 정상이었다.

^{99m}Tc-MIBI 심근 SPECT는 디피리다몰 부하, 휴식의 순으로 하였으며 SPECT영상의 재구성은 삼중헤드 카메라로 360도를 3도간격으로 20초간 직접한 120영상을 최초자료로 얻고 여기서 단면 영상으로 재구성할 때 360도 자료를 모두 써서 그리고 다시 한번 좌전면 180도만을 써서 두번 재구성하였다. 재구성후는 꼭 같은 방법을 사용하여 저역통과여과기로 여과하고 단축, 수평장축, 수직장축으로 단면영상을 만들었다. 이들 영상을 여 등의 논문[2]에서 보고한 것과 같이 29개의 관상동맥분절별로 0점부터 4점까지 점수화하여 반정량화하였다(Fig. 1). 심근의 각 분절은 주요 심혈관분지에 따라 좌전하동맥분절(Fig. 1의 1,2,7,8, 13,14,19,20,21,25,26,27번 분절), 우측관동맥분절(Fig. 1의 3,4,9,10,15,16,22,23,24번 분절), 좌회선동맥분절(Fig. 1의 5,6,11,12,17,18,28,29번 분절) 영역으로 나누어 평가하였다. 각 관상동맥 분절별로 2점이상이 두개이상, 3 또는 4점이상이 하나이상 있으면 관상동맥질환이 있다고 보았다.

피부와 가까운 표면에 위치한 심근과 깊은곳에 위치한 심재심근과의 차이를 보기 위해 3×3 화소의 관심영역을 휴식기 수평종축단면영상에서 심첨부와 기저

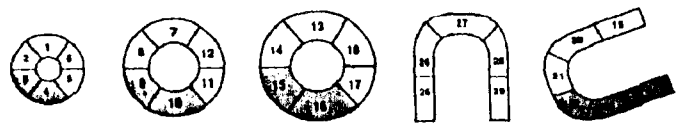

Fig. 1. Diagram for segmental scoring.

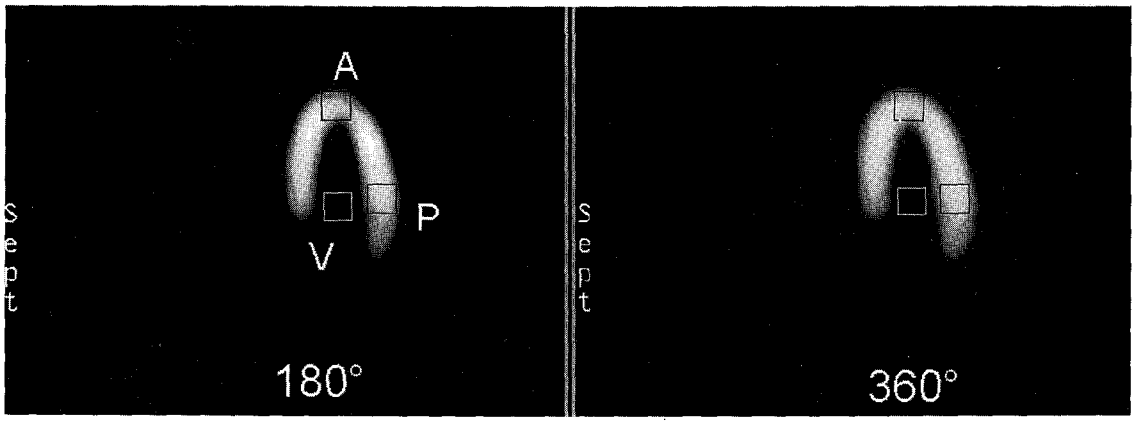

Fig. 2. ROIs from patient with normal coronary angiography.
A : Apex, P : Posterior wall, V : Ventricle

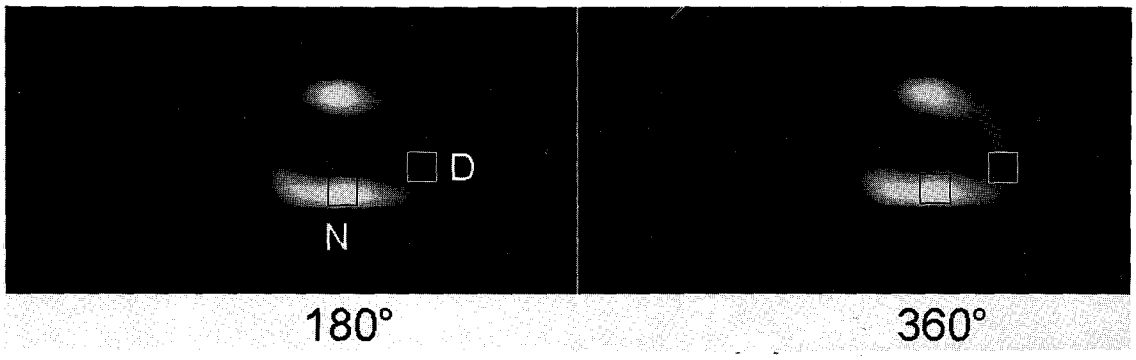

Fig. 3. ROIs from patient with 75% narrowing in left anterior descending artery.
D : Defect, N : Normal.

후벽에 각각 잡고 이들 계수의 비(Fig. 2)를 구하여 180도 영상과 360도 영상을 비교하였다. 각 쌍의 영상에 관심영역을 꼭 같은 것을 그려 계수비를 관상동맥이 정상인 11명을 대상으로 구하였다. 역시 정상인에서 180도와 360도 SPECT영상에 같은 크기의 관심영역을 같은 영상에서 심첨부와 심실에 그려 계수값을 얻고 심첨부/심실비(Fig. 2)를 비교하여 대조도의 차이를 보았다.

환자군에서 질환심근부위가 정상심근과 구별되는 대조도를 평가하기 위하여 질환이 있는 관상동맥영역과 정상심근 부위에 위와 같은 관심영역을 정하고 여기서 얻은 계수로부터 결손부위/정상심근비(Fig. 3)를 얻었다. 4명의 단일혈관질환자 부하기 수평 또는 수직 종축 단면영상을 사용하였다.

결과는 평균±표준편차로 표현하였고 각 군사이의 차이는 쌍을 이룬 Student t 검정으로 구하였다.

심혈관조영술에서 50% 이상의 관상동맥협착을 양성기준으로 하여 질환판단성능과 각 관상동맥 영역별 이환동맥 찾기능력을 비교하기 위해 예민도와 특이도를 산출하여 180도와 360도 구성영상사이의 차이를 보았다. 질환발견성능으로서 예민도와 특이도는 환자단위로 산출하였고 어느 한 관상동맥 영역에서라도 SPECT판독결과 양성이 나오면 환자가 SPECT상 관상동맥질환이 있다고 판정하고 심혈관조영술에서 50% 이상인 동맥이 있을 때 관상동맥질환에 이환된 환자라 판단하여 기준으로 삼았다.

두 방법사이의 예민도와 특이도 차이의 유의성은 Fischer의 exact 검정으로 구하였다.

Table 1. Contrast and Discrminating Capability of 180° and 360° Data-reconstructed Images

	180	360	
Apex/Posterior Wall Ratio (Normal)	1.06±0.01	1.09±0.01	p>0.05(n=11)
Apex/Ventricle Ratio (Normal)	6.09±0.89	3.64±0.26	p<0.05(n=11)
Defect/Normal Ratio (Patients)	0.40±0.18	0.47±0.19	p<0.05(n=4)

Table 2. Sensitivity and Specificity of the 180° and 360° Data Collections in ^{99m}Tc-MIBI Myocardial SPECT

	LAD	LCx	RCA	Total
Sensitivity				
180°	64%(9/14)	89%(8/9)	69%(9/13)	74%(26/36)
360°	64%(9/14)	89%(8/9)	69%(9/13)	74%(26/36)
Specificity				
180°	87%(13/15)	100%(20/20)	94%(15/16)	94%(48/51)
360°	87%(13/15)	100%(20/20)	100%(1616)	96%(49/51)

LAD : left anterior descending artery, LCx : left circumflex artery, RCA : right coronary artery

결 과

1. 대조도와 혈류감소부위의 식별성능 비교 (Table 1)

심혈관조영술이 정상인 11명의 대상인에서 심첨부와 기저후벽에서 관심영역의 계수비는 180도가 1.06±0.01, 360도가 1.09±0.01로 두 방법사이에 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 육안으로도 몸의 앞쪽 표면에 가까운 심첨과 후벽의 영상밝기의 차이는 보이지 않았다.

같은 정상인에서 심첨부와 심실의 계수비는 각각 6.09±0.89와 3.64±0.26으로 180도의 경우가 유의하게 컸다(p<0.05). 심첨대심실의 계수비는 큰 것이 대조도가 높음을 뜻했다. 단일관상동맥질환군 4명에서 구한 관류감소부위와 정상부위의 비는 각각 0.40±0.18과 0.47±0.19로 180도의 경우가 유의하게 작았다(p<0.05). 감소부위대 정상부위의 비는 작을수록 대조도가 높은 것을 뜻했다. 180도 데이터 구성영상이 360도보다 대조도가 높은 것을 반영하여 육안으로 보아도 배경방사능이 적고 화질이 선명하였다.

2. 진단성능의 비교(Table 2)

29명의 환자와 정상인으로부터 얻은 관상동맥질환 이환 유무를 관정하는 전체 예민도는 180도 데이터 집적영상과 360도 영상에서 둘 다 94%(17/18 환자)로 같았다.

각 관상동맥영역별로 구한 이환관상동맥 공급심근을 찾는 예민도는 180도 데이터를 썼을 때 좌전하행관상동맥 영역이 64%(9/14 동맥), 좌회선동맥이 89%(8/9 동맥), 우측관상동맥이 69%(9/13 동맥)이었다. 360도 데이터를 썼을 때도 동맥별 예민도는 모두 같았다. 특이도는 180도 데이터를 썼을 때 좌전하행동맥이 87%(13/15 동맥), 좌회선동맥이 100%(20/20 동맥), 우측관상동맥이 94%(15/16 동맥)이었고 역시 360도를 썼을 때 우측관상동맥이 100%(16/16 동맥)인 것을 빼고 역시 모두 같았다. 관상동맥영역을 모두 합한 경우 180도와 360도 데이터로 구성한 경우 모두 예민도 72%(26/36)로 같고, 특이도는 180도는 94%(48/51) 및 360도는 96%(49/51)로 유의한 차이가 없었다.

고 찰

^{201}Tl 심근 SPECT는 180도 데이터 집적하여 재구성한 영상이 360도의 경우보다 우수하다는 보고가 있어[1, 3] 180도 영상획득방법이 널리 쓰인다. ^{99m}Tc-MIBI 심근 SPECT는 3중헤드 카메라가 보급되면서 180도 데이터 집적이 영상획득시간을 절약하는 효과가 적고 360도 데이터를 집적하면 계수율이 향상되므

로 360도 영상획득방법이 쓰인다. 그러나, 영상재구성시에 집적한 360도 데이터를 모두 사용하여 계수율을 올리는 것이 좋은지 좌전면 180도 데이터만 사용하여 후방의 잡음을 줄이는 것이 좋은지 조사되어 있지않다. Maublant 등이 ^{99m}Tc-MIBI의 경우 12명의 단일혈관질환 환자에서 180도와 360도 데이터 집적의 예민도와 특이도를 비교하여 보고하였으나[4], 이 들은 단일헤드 카메라를 사용하였으므로 180도의 경우 단일각도에서 360도보다 두배의 집적시간을 할애하였다.

이 연구에서 우리는 질환 관상동맥의 수에 따라 환자를 선택하지 않았고, 360도의 데이터를 모은 다음 이중 반에 해당하는 좌전방의 180도의 데이터만을 가지고 재구성한 영상을 360도 전체 데이터를 모두 써서 만든 영상과 비교하였다.

육안으로 보았을 때 180도 구성영상과 360도 구성영상의 대조도 차이는 명확하여 대부분의 환자에서 180도가 선명함을 느낄 수 있었는 데, 이는 심첨부와 심실의 계수비 및 관류감소부위와 정상부위의 비에서 두 군사이에 유의한 차이가 있음이 양적으로 뒷받침하였다(Table 2). 최근에 ^{99m}Tc-MIBI처럼 ^{99m}Tc를 사용하는 ^{99m}Tc-Tetrofosmin의 경우에도 180도 영상이 선명함이 보고되었다[5].

180도 영상이 선명한 이유는 후방으로 나오는 산란선의 영향이 줄어들고 심장으로 부터 거리가 멀어져서 나타나는 해상도의 감소를 없앰으로써[6] 신호 대 잡음비를 크게하기 때문이라고 해석하였다. 심첨부/심실의 비가 180도 데이터로 얻은 영상에서 크고 360도의 경우 작은 것은 심실과 심근이 좌전방에 위치하여 360도의 영상에서는 해상도가 떨어지는 후면의 투사상을 영상재구성에 포함시키므로 산란선에 의한 배경잡음증가 때문으로 생각하였다.

상대적으로 뒤쪽에 위치한 기저후벽의 예민도가 높아지고 특이도가 떨어질 것을 우려할 수 있었다. 그러나 첫째 정상인에서 구한 심첨부와 기저후벽에서 관심영역의 계수비가 유의한 차이가 없었다. 육안으로 보아 표재 심첨과 심부 후벽의 계수의 차이는 뚜렷하여 심첨이 밝고 후하벽이 어둡기는 하였으나 심첨과 후벽의 계수차이가 180도 영상과 360도 영상사이에 다르지는 않았다. 둘째, 이환 관상동맥을 찾는 관상동맥별 예민도와 특이도가 180도와 360도 두 방법으로 만든 영상에서 차이를 보이지 않았다. 즉 표재 또는 심부 심근을 판정하는데에 180도와 360도 재구성의 차이는 없었다. 이는 심장 전체가 좌전방으로 치우쳐 있어 기저후벽이라도 전방에 가깝고, 뒤쪽에서 받는 정보가 감쇠에 의해 전체 영상에 기여하는 정도가 작기 때문일 수도 있다.

대상환자군은 18명의 관상동맥질환자로 비교적 적은 수였다. 이들 18명을 포함하여 모두 103명을 분석한 우리의 다른 연구에서 질환발견의 예민도와 특이도는 78%, 75%이었다. 이에 비하면 이 연구의 예민도 91%, 특이도 94%는 다소 높은 결과이고 소수의 표본집단이 세혈관질환 쪽으로 치우쳐 구성되었기 때문으로 보였다, 세혈관 질환의 예민도는 이 보고에서도 81%이었다[7].

예민도와 특이도는 두 방법에서 차이를 보이지 않았다. 좌전하행동맥에서 상대적으로 예민도가 낮은 것은 세혈관질환을 가진 환자에서 심혈관조영술에서 50%의 협착을 질환 양성 기준으로 삼았기 때문이며 상대적으로 협착이 심하지 않은 영역이 SPECT영상에서 정상으로 보였기 때문이었다. 앞의 보고에[7] 동맥별 예민도는 50% 전후이었다. 정상적으로 관상동맥의 해부학적 구조가 다양한 것도 또한 동맥별 예민도와 특이도를 낮추는 이유이다[8]. 우후방의 180도 데이터를 이용하여 단면영상을 재구성하여 보았는데, 좌전방 180도 영상과 360도, 우후방 180도 데이터 집적 영상을 육안으로 비교하였을 때 환자에 따라 차이가 있어 한 환자의 경우 우후방 180도의 영상에서도 심근이 잘보이며 360도와 좌전방 180도의 영상이 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 다른 환자의 경우 우후방 180도 영상은 심장을 알아볼 수 없는 잡음 뿐이었고 이 환자의 좌전방 180도 영상은 360도 영상보다 대조도가 좋았다. 이 결과는 환자에 따라 180도 영상은 360도 영상 사이에 차이가 있음을 나타내었다.

체격과 비만도에 따른 후방감쇠 및 산란효과와 관련이 있으므로 비만도를 나타내는 체지방 지표와 좌전방 우후방 영상의 기여도의 상관을 조사하면 이런 개인차를 설명할 수 있을 것이라 생각하였다.

이상의 결과에서 ^{99m}Tc-MIBI 심근 SPECT의 진단적 능력은 180도와 360도의 차이가 없지만 대조도는 180도가 더 우수함으로 보아 삼중헤드를 이용한 ^{99m}Tc-MIBI 심근 SPECT에서도 180도 데이터로 재구성한 영상을 판독하는 것이 바람직할 것으로 생각하

였다.

감사의 글

SPECT 데이터를 이용 영상을 재구성하는 데 도움을 주신 우재룡 씨께 감사 드린다.

REFERENCES

1) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, Fujita T, Yamamoto K, Minato K, et al.: *Comparative study of thallium emmission myocardial tomography with 180° and 360° data collection. J Nucl Med 1982; 23:661-666*

2) 여정석, 이동수, 이경한, 김종호, 손경수, 조성욱, 곽철은, 정준기, 이명철, 서정돈, 고창순: *^{99m}Tc-MIBI* 심근 *SPECT*의 분절 육안 분석시 판독자간의 일치도. 대한핵의학회지 *1994;28:317-325*

3) Coleman RE, Jaszczak RJ, Cobb FR: *Comparison of 180° and 360° data collection in thallium-201 imaging using single-photon emission computerized tomography(SPECT): Concise communication. J Nucl Med 1982;23:655-660*

4) Maublant JC, Peycelon P, Kwiatkowski F, Lusson JR, Strandke RH, Veyre A: *Comparison between 180° and 360° data collection in technetium-99m MIBI SPECT of the myocardium. J Nucl Med 1989;30:295-300*

5) Inoue Y, Machida K, Honda N, Mamiya T, Takahashi T, Kamano T, Kashimada A: *Comparison between 180° and 360° data collection in 99mTc-Tetrofosmin SPECT of the myocardium. Kaku Igaku 1993;30:85-88*

6) Eisner RL, Nowak DJ, Pettigrew R, Fajman W: *Fundamaentals of 180° acquisition and reconstruction in SPECT imaging. J Nucl Med 1986; 27:1717-1728*

7) 여정석, 이동수, 김종호, 손대원, 오병희, 정준기, 이명묵, 박영배, 이명철, 서정돈, 이영우, 고창순: *Tc-99m-MIBI* 심근 *SPECT*의 관상동맥질환 진단성능: 단일헤드 *SPECT*와 삼중헤드 *SPECT* 비교. 순환기학회 초록 *1995*

8) Segall GM, Atwood JE, Botvinick EH, Dae MW, Lucas JR: *Variability of normal coronary anatomy: Implications for the interpretation of thallium-SPECT myocardial perfusion images in single-vessel disease. J Nucl Med 1995;36: 944-951*