

TI-201 심근 관류 SPECT에서 4DM, QPS, ECT 프로그램의 정량적 지표 비교 분석

서울아산병원 핵의학과

이동훈 · 심동오 · 유희재

Analysis of Quantitative Indices in TI-201 Myocardial Perfusion SPECT: Comparison of 4DM, QPS, and ECT Program

Dong Hun Lee, Dong Oh Shim, Hee Jae Yoo

Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: As to the analytical method of data, the various programs in which it is used for the quantitative rating of the TI-201 myocardial perfusion SPECT are reported that there is a difference. Therefore, the measured value error of the mutual program is expected to be generated even if the quantitative analysis is made against data of the same patient. Using quantitative index that able to represent myocardial perfusion defect level, we aimed to determine correlation among three myocardial perfusion analysis programs 4DM (4DMSPECT), QPS (Quantitative Perfusion SPECT), ECT (Emory Cardiac Toolbox) that be used generally in most departments of Nuclear Medicine. **Materials and Methods:** We analyzed the 145 patients who were examined by TI-201 gated myocardial perfusion SPECT in department of nuclear medicine at Asan Medical Center from December 1th 2008 to February 14th 2008. We sorted as normal group and abnormal group. Normal group consist of 80 patients (Male/Female=38/42, age:65.1±9.9) who have low possibility of cardiovascular disease. And abnormal group consist of 65 patients (Male/Female=45/20, age:63.0±8.7) who were diagnosed cardiovascular disease with reversible perfusion defect or fixed perfusion defect through myocardial perfusion SPECT results. Using the 4DM, QPS, and ECT programs, the total defect extent (TDE) such as LAD, LCX, RCA and the summed stress score (SSS) have been analysed for their correlations and statistical comparison with the paired *t*-test for the quantitative indices analysed from each group. **Results:** The correlation of 4DM:QPS, QPS:ECT, ECT:4DM each group result from 145 patients is 0.84, 0.86, 0.82 at SSS, 0.87, 0.84, 0.87 at TDE, and both index showed good correlation. In paired *t*-test and Bland-Altman analysis results showed no statistically significant difference in the comparison of QPS:ECT at the mean SSS and TDE, 4DM:QPS, ECT:4DM comparative analysis results showed statistically significant difference at SSS and TDE index. The correlation of 4DM:QPS, QPS:ECT, ECT:4DM program results from abnormal group (65 patients) is 0.72, 0.72, 0.70 at SSS and 0.77, 0.70, 0.77 at TDE and TDE and SSS has a good correlation. In abnormal group, paired *t*-test and Bland-Altman analysis results showed no statistically significant difference at QPS:ECT SSS ($p=0.89$) and TDE ($p=0.23$) comparison, 4DM:QPS, ECT:4DM comparative analysis results showed statistically significant difference at SSS and TDE index ($p<0.01$). In normal group (80 patients), paired *t*-test and Bland-Altman analysis results showed no statistically significant difference at QPS:ECT SSS ($p=0.95$) and TDE ($p=0.73$) comparison. And 4DM:QPS, ECT:4DM comparative analysis results showed statistically significant difference at SSS and TDE index ($p<0.01$). **Conclusions:** The perfusion defect of the TI-201 myocardial perfusion SPECT was analyzed in not only the patient in whom it has the cardiovascular disease but also the patient in whom the possibility of the cardiovascular disease is few. In the comparison of the all group research, the mean of the TDE and SSS, 4DM was lower than QPS and ECT programs. Each program showed good correlation and the results showed statistically significant difference. However, in this way, it is determined to be compatible about the analysis

- Received: August 5, 2009. Accepted: August 25, 2009.
- Corresponding author: Dong Oh Shim
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 88-1
Pungnap-2dong Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea
Tel: +82-2-3010-4905, Fax: +82-2-3010-4588
E-mail: eastcrow@nate.com

서론

게이트 심근관류 SPECT는 심근관류 소견과 함께 좌심실 의 벽운동, 벽의 두꺼워짐, 좌심실 용적, 좌심실 박출률 등의

value in which the large-scale side between the programs uses each program a difference in a clinical in the Bland-Altman analyzed result in spite of the good correlation and cannot use. but, this analyzed result will be able to be usefully used as the reference material for the clinical read and is expected. (Korean J Nucl Med Technol 2009;13(3):67-75)

Key Words : 4DM, QPS, ECT

정보를 통해 관상동맥 질환의 진단, 예후 예측, 치료 효과의 판정 등에 이용된다.¹⁾ 특히 관상동맥 질환의 진단을 위한 심근관류 상태는 좌심실의 기능과 함께 심장의 상태를 평가하는데 있어서 중요한 역할을 한다.²⁾ 심근관류 상태는 판독의사의 주관에 따라 관류결손의 범위에 대한 판단이 달라질 수 있기 때문에 심근관류 상태를 객관적으로 평가하기 위하여 정량화 할 수 있는 다양한 프로그램들이 개발되고 있다.^{3,4)} 현재 상용화되고 있는 프로그램들은 비교적 높은 재현성을 나타내지만 사용되는 방사성의약품의 종류, 부하방법, 감마카메라의 종류, 성별 등에 따라서 각각의 경우에 맞는 데이터베이스를 만들어서 사용되어야 결과의 신뢰도를 더욱 높일 수 있을 것으로 판단된다.⁵⁾ 또한 다양한 프로그램들은 자료의 분석 방법에 있어서 각각 차이가 있는 것으로 보고 되고 있기 때문에 동일한 환자의 자료를 대상으로 정량적 분석을 하여도 프로그램 간의 측정치 오차가 발생할 것으로 예상된다.⁶⁾ 현재 국내외의 대부분의 병원에서는 Tc-99m sestamibi를 사용하여 게이트 심근관류 SPECT를 시행하고 있으며 이를 통해 심근관류 상태에 대한 프로그램 상호간의 관련성을 밝히는 연구가 계속되고 있지만, TI-201을 사용한 연구 자료는 현재까지 알려진 바가 거의 없다. 이에 현재 서울아산병원에서 TI-201 게이트 심근관류 SPECT를 시행한 환자를 대상으로 심근의 관류결손 정도를 표현할 수 있는 정량적 지표를 이용하여 현재 각 병원에서 가장 일반적으로 사용하고 있는 심근관류분석 프로그램인 4DM (4DMSPECT)과 QPS (Quantitative perfusion SPECT) 그리고 ECT (Emory Cardiac Toolbox)의 분석값에 대한 프로그램 상호간의 연관성을 판단하고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 연구 대상

2008년 12월 1일부터 2009년 2월 14까지 서울아산병원 핵의학과에서 TI-201을 사용하여 게이트 심근관류 SPECT를

시행한 환자 145명을 대상으로 하였다. 이들 중 게이트 심근관류 SPECT의 판독결과를 통해 가역성 관류결손이나 고정 관류결손 등 심혈관 질환의 판정을 받은 비정상군 65(남/여=45/20, 63.0±8.7세)명과 심혈관 질환의 가능성이 비교적 적다고 판단된 정상군 80(남/여=38/42, 65.1±9.9세)명을 선별하였다(Table 1, 2).

2. 사용 도구

INFINIA 감마카메라(GE)
저에너지 범용 조준기(LEGP collimator)
Xeleris Workstation Ver. 2.0
MED Calc. Ver. 9.2

3. 검사 방법

1) TI-201 게이트 심근관류 SPECT

검사 24시간 전부터 caffeine이 포함된 음식이나 약물을 금지시킨다. 검사 4시간 전부터는 NPO를 유지시킨다. 약물부하는 아데노신을 분당 0.14 mg/Kg을 6분 동안 정맥주사한 후 3분 뒤에 TI-201 111 MBq (3mci)을 투여하였다. 약물부하가 끝난 후 누운 자세로 Stress 촬영을 시작하였고 이후 3~4시간 후 Rest 촬영을 하였다. 저에너지 범용 조준기가 장착된 회전형 2중 헤드 감마카메라(INFINIA, GE)를 이용하여, 15% 에너지 윈도우와 10% 에너지 윈도우의 중심을 각각 70KeV와 167KeV에 위치시키고 180도의 영상을 6도 간격으로 30화면의 영상을 얻으며 1화면 당 50초 동안 영상을 수집하였다.

4. 분석 방법

4DM과 QPS, QPS와 ECT, 4DM과 ECT 간의 비교 분석을 위해 정량 지표인 LAD, LCX, RCA 영역에서의 관류 결손 범위의 합(Total Defect Extent, TDE)과 부하기 관류 점수의 합(Summed Stress Score, SSS)을 이용하여 상관관계 분석과 차이 분석(paired t-test, Bland-Altman)의 통계 결과를

비교분석 하였다. 이 때 p 값이 0.01 이하일 경우에 통계적 유의성을 인정하였다. 제시된 모든 값은 평균±표준편차로 표시

Table 3. Comparison of three software packages for TDE with all patients

	N	Mean±SD	t	Bland-Altman
4DM	145	4.73±7.29	- 3.01	UL: 5.8
QPS	145	7.11±8.48	-1.25	LL: -10.6
QPS	145	7.11±8.48	-1.25	UL: 10.4
ECT	145	7.52±9.33	-1.25	LL: -9.6
ECT	145	7.52±9.33	*2.03	UL: 6.3
4DM	145	4.73±7.29	-3.01	LL: -11.9

* $p < 0.01$.

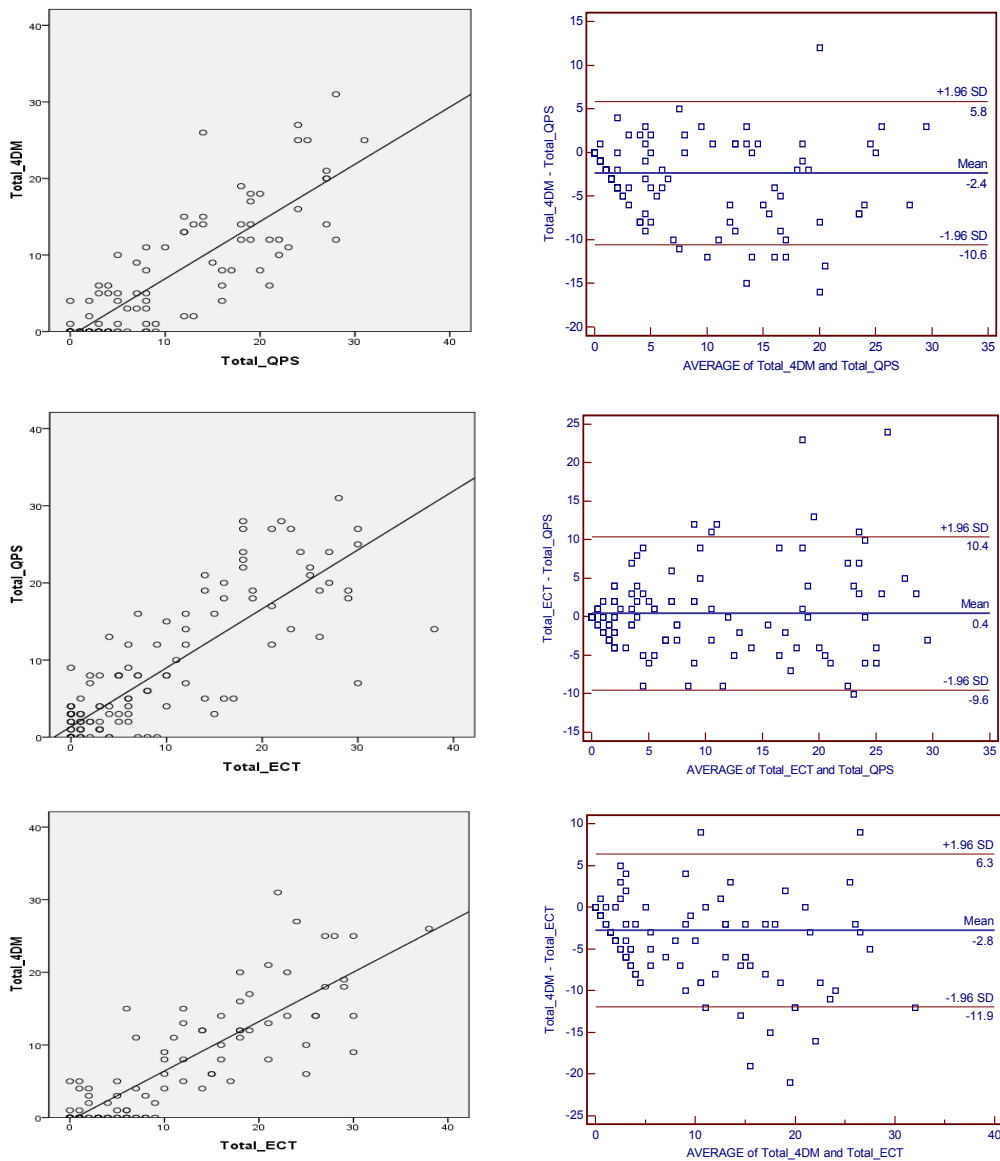


Fig. 1. The plots of correlation analysis & Bland-Altman analysis for TDE for the three software packages (4DM, QPS, and ECT) with all patients.

결 과

1. 연구 대상 145명의 4DM, QPS, ECT 정량 지표 분석

1) TDE

연구 대상 145명을 대상으로 한 4DM, QPS, ECT 프로그램의 TDE 평균은 각각 4.73 ± 7.29 , 7.11 ± 8.48 , 7.52 ± 9.33 으로

Table 4. Comparison of three software packages for SSS with all patients

	N	Mean±SD	t	Bland-Altman
4DM	145	2.39±3.66	* 10.79	UL: 3.8
QPS	145	5.61±6.06		LL:-10.3
QPS	145	5.61±6.06	-0.10	UL: 6.5
ECT	145	5.63±6.47		LL:-6.4
ECT	145	5.63±6.47	* 3.91	UL: 4.7
4DM	145	2.39±3.66		LL:-11.1

* $p < 0.01$.

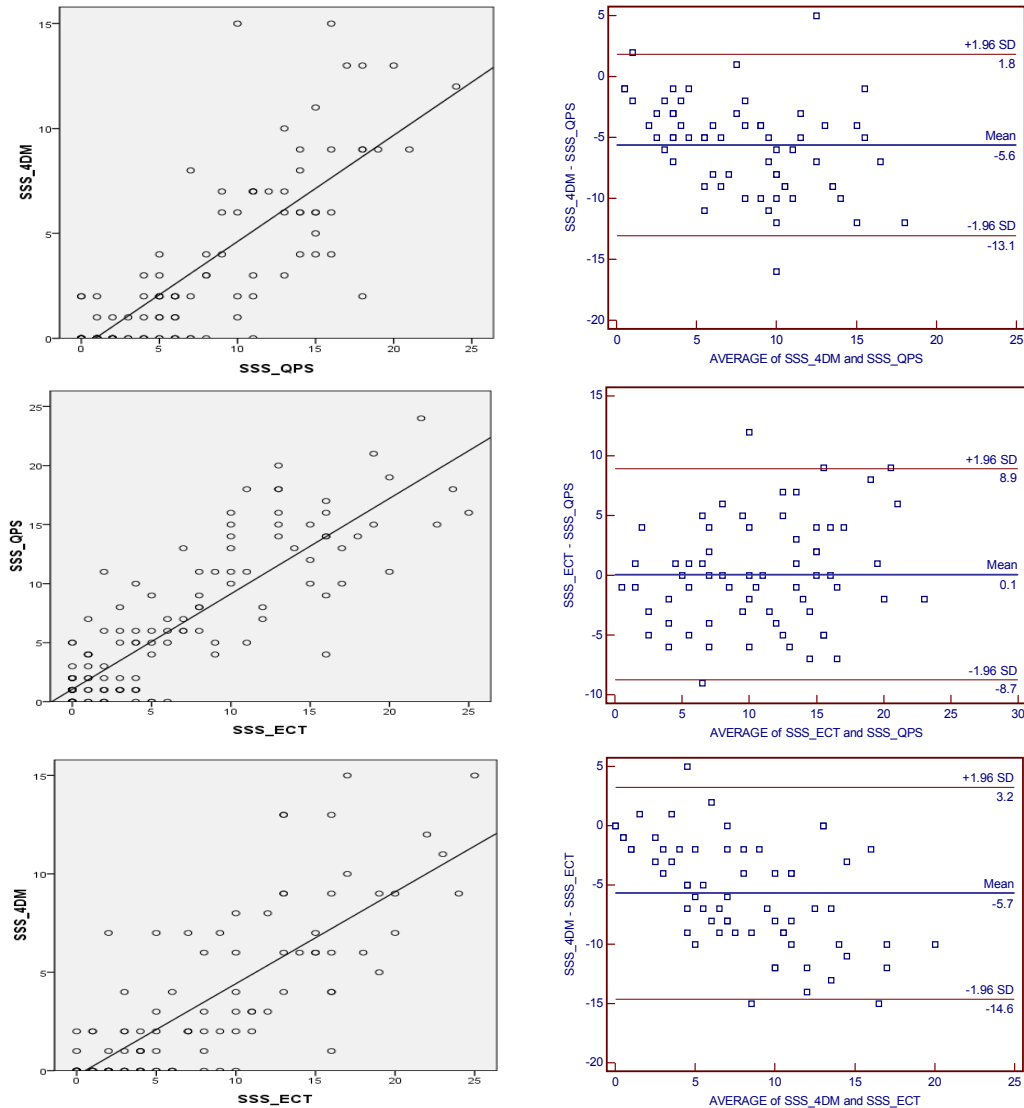


Fig. 2. The plots of correlation analysis & Bland-Altman analysis for SSS for the three software packages (4DM, QPS, and ECT) with all patients.

4DM을 이용한 측정값이 QPS와 ECT에서 측정된 값보다 다소 낮게 측정되었다. 4DM:QPS, QPS:ECT, ECT:4DM 프로그램간의 상관 계수는 각각 0.87, 0.84, 0.87로 높은 상관관계가 있었으며, QPS:ECT ($p=0.33$)만 통계적으로 유의한 차이

Table 5. Comparison of three software packages for TDE with abnormal group

	N	Mean±SD	t	Bland-Altman
4DM	65	10.35±7.80	-5.06 [*]	UL: 7.4
QPS		13.83±8.45		LL:-14.3
QPS	65	13.83±8.45	-1.20	UL: 14.8
ECT		14.88±9.45		LL:-12.7
ECT	65	14.88±9.45	6.07 [*]	UL: 7.2
4DM		10.35±7.80		LL:-10.3

^{*} $p<0.01$.

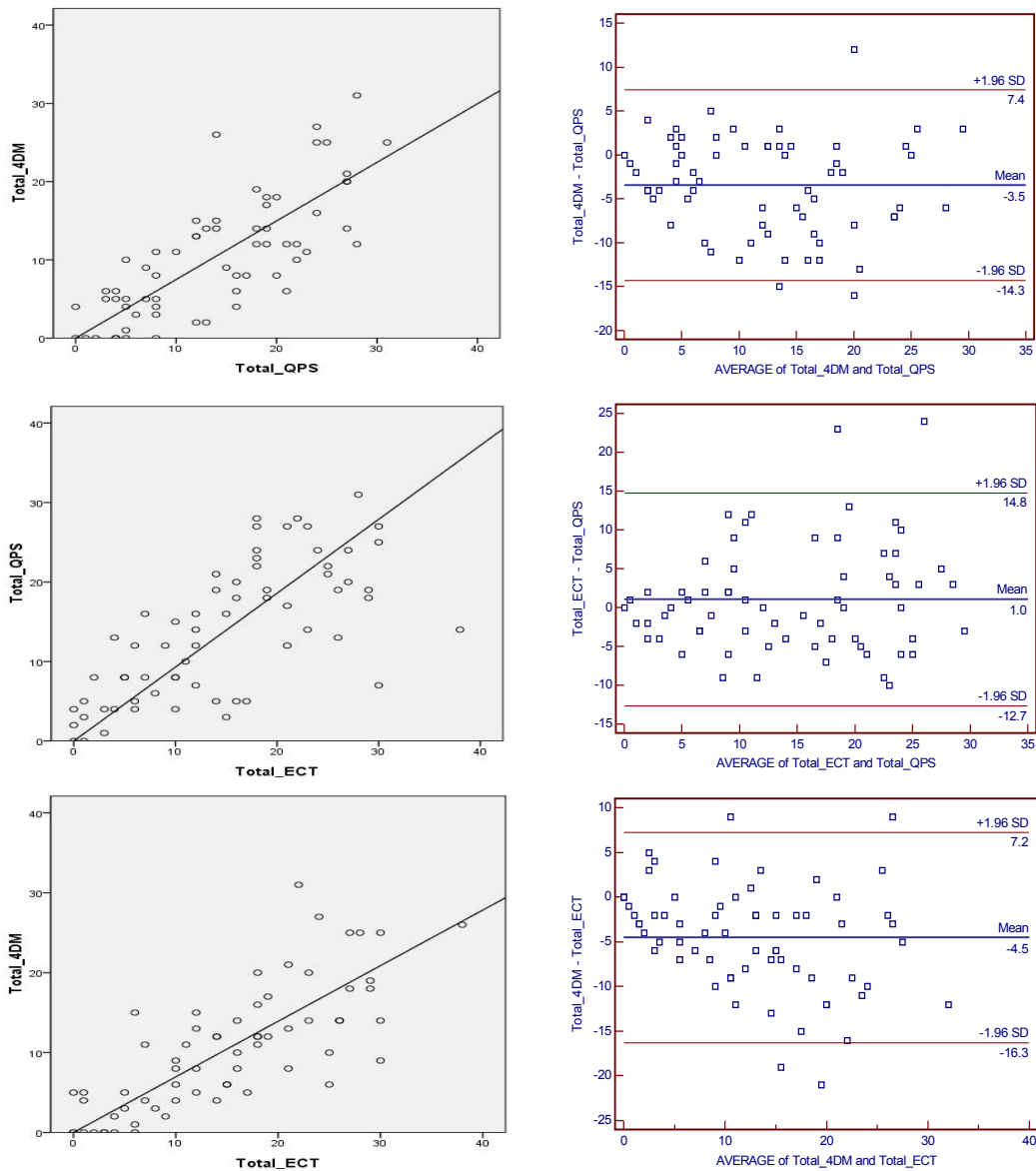


Fig. 3. The plots of correlation analysis & Bland-Altman analysis for TDE for the three software packages (4DM, QPS, and ECT) with abnormal group.

가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). Bland-Altman 분석 결과에서 4DM/QPS,

QPS/ECT, ECT/4DM의 차이는 각각 평균 -2.4 (95% 신뢰구간, 하한값: -10.6, 상한값: 5.8), 평균 0.4 (95% 신뢰구간, 하한

Table 6. Comparison of three software packages for SSS with abnormal group

	N	Mean±SD	t	Bland-Altman
4DM	145	5.12±4.01	- [*] 11.91	UL: 1.8
QPS		10.74±5.43		LL:-13.1
QPS	145	10.74±5.43	-0.14	UL: 8.9
ECT		10.82±6.32		LL:-8.7
ECT	145	10.82±6.32	[*] 10.7	UL: 3.2
4DM		5.12±4.01		LL:-14.6

^{*} $p < 0.01$.

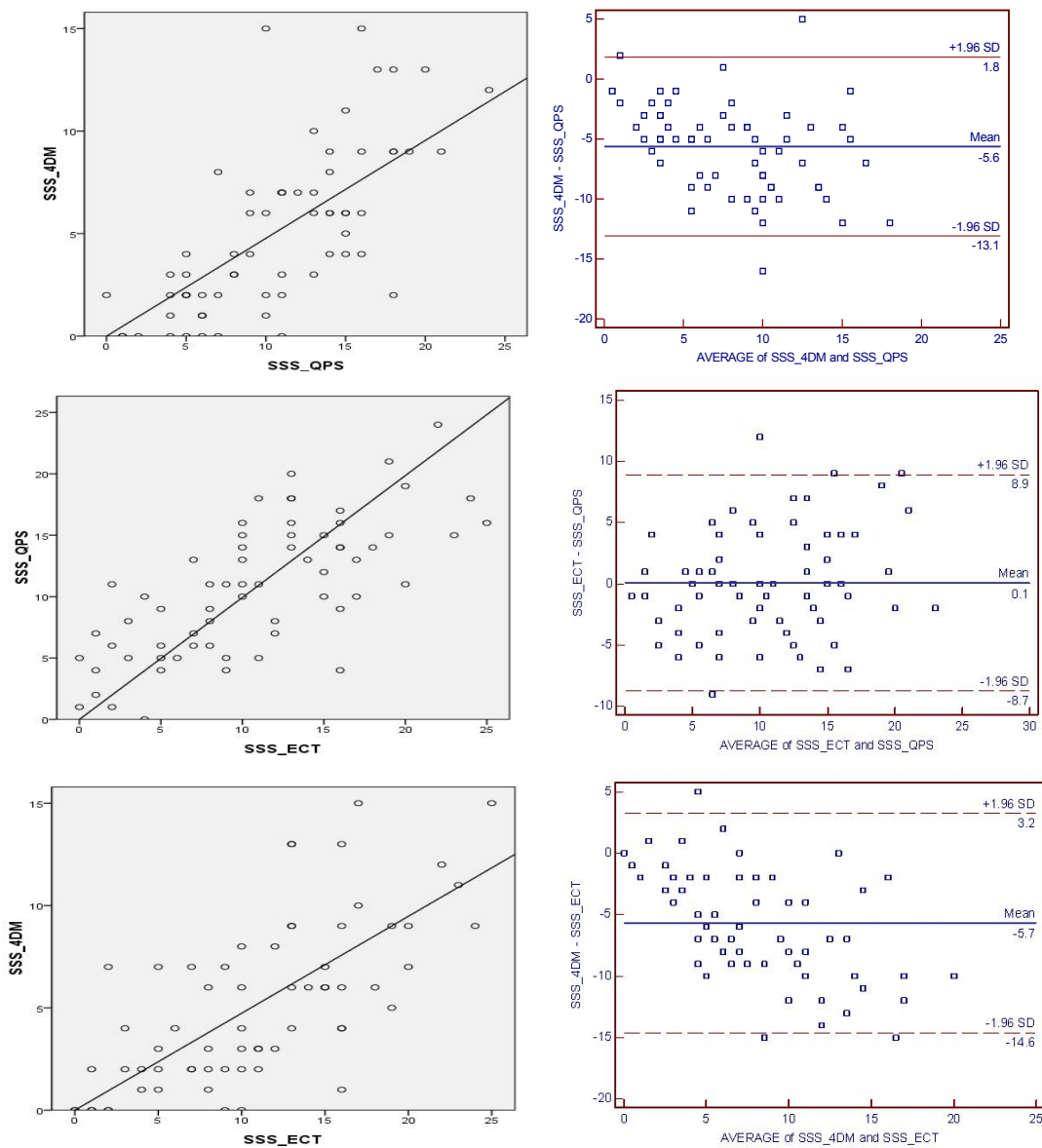


Fig. 4. The plots of correlation analysis & Bland-Altman analysis for SSS for the three software packages (4DM, QPS, and ECT) with abnormal group.

값: -9.6 상한값: 10.4), 평균 -2.8 (95% 신뢰구간, 하한값: -11.9, 상한값: 6.3)로 나타났다(Table 3).

2) SSS

연구 대상 145명을 대상으로 한 4DM, QPS, ECT 프로그램의 SSS 평균은 각각 2.39±3.66, 5.61±6.06, 5.63±6.47로 4DM을 이용한 측정값이 QPS와 ECT에서 측정된 값보다 다소 낮게 측정되었다. 4DM:QPS, QPS:ECT, ECT:4DM 프로그램간의 상관 계수는 각각 0.84, 0.86, 0.82로 높은 상관관계가 있었으며, QPS:ECT ($p=0.92$)만 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.01$). Bland-Altman 분석 결과에서 4DM/QPS, QPS/ECT, ECT/4DM의 차이는 각각 평균 -3.2 (95% 신뢰구간, 하한값: -10.3, 상한값: 3.8), 평균 0.0 (95% 신뢰구간, 하한값: -6.4 상한값: 6.5), 평균 -3.2 (95% 신뢰구간, 하한값: -11.1, 상한값: 4.7)로 나타났다(Table 4).

2. 비정상군 65 명의 4DM, QPS, ECT 정량 지표 분석

1) TDE

비정상군 65명을 대상으로 한 4DM, QPS, ECT 프로그램의 TDE 평균은 각각 10.35±7.80, 13.83±8.45, 14.88±9.45로 4DM을 이용한 측정값이 QPS와 ECT에서 측정된 값보다 다소 낮게 측정되었다. 4DM:QPS, QPS:ECT, ECT:4DM 프로그램간의 상관 계수는 각각 0.77, 0.70, 0.77로 높은 상관관계가 있었으며, QPS:ECT ($p=0.23$)만 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.01$). Bland-Altman 분석 결과에서 4DM/QPS, QPS/ECT, ECT/4DM의 차이는 각각 평균 -3.5 (95% 신뢰구간, 하한값: -14.3, 상한값: 7.4), 평균 1.0 (95% 신뢰구간, 하한값: -12.7 상한값: 14.8), 평균 -4.5 (95% 신뢰구간, 하한값: -10.3, 상한값: 7.2)로 나타났다(Table 5).

2) SSS

비정상군 65명을 대상으로 한 4DM, QPS, ECT 프로그램의 SSS 평균은 각각 5.12±4.01, 10.74±5.43, 10.82±6.32로 4DM을 이용한 측정값이 QPS와 EMO에서 측정된 값보다 다소 낮게 측정되었다. 4DM:QPS, QPS:ECT, ECT:4DM 프로그램간의 상관 계수는 각각 0.72, 0.72, 0.70으로 높은 상관관계가 있었으며, QPS:ECT ($p=0.89$)만 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.01$). Bland-Altman 분석 결과에서는 Bland-Altman 분석 결과 4DM/QPS, QPS/ECT, ECT/4DM 차이는 각각 평균 -5.6 (95% 신뢰구간, 하한값: -13.1, 상한값: 1.8), 평균 0.1

(95% 신뢰구간, 하한값: -8.7 상한값: 8.9), 평균 -5.7 (95% 신뢰구간, 하한값: -14.6, 상한값: 3.2)로 나타났다(Table 6).

3. 정상군 80명의 4DM, QPS, ECT 정량 지표 분석

1) TDE

정상군 80명을 대상으로 한 4DM, QPS, ECT 프로그램의 TDE 평균은 각각 0.16±0.49, 1.44±1.92, 1.42±2.01로 4DM을 이용한 측정값이 QPS와 ECT에서 측정된 값보다 다소 낮게 측정되었다. 4DM과 QPS, QPS와 ECT, ECT와 4DM 프로그램간의 상관 계수는 각각 0.31, 0.57, 0.21로 낮은 상관관계가 있었으며, QPS:ECT ($p=0.95$)만 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.01$)(Table 7).

1) SSS

정상군 80명을 대상으로 한 4DM, QPS, ECT 프로그램의 SSS 평균은 각각 0.16±0.63, 1.65±2.36, 1.55±2.40로 4DM을 이용한 측정값이 QPS와 ECT에서 측정된 값보다 다소 낮게 측정되었다. 4DM과 QPS, QPS와 ECT, ECT와 4DM 프로그램간의 상관 계수는 각각 0.27, 0.39, 0.08로 낮은 상관관계가 있었으며, QPS:ECT ($p=0.73$)만 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.01$) (Table 8).

Table 7. Comparison of three software packages for TDE with normal group

	N	Mean±SD	t
4DM	80	0.16±0.49	[*] 6.26
QPS		1.44±1.92	
QPS	80	1.44±1.92	0.06
ECT		1.42±2.01	
ECT	80	1.42±2.01	[*] 5.74
4DM		0.16±0.49	

^{*} $p<0.01$.

Table 8. Comparison of three software packages for SSS with normal group

	N	Mean±SD	t
4DM	80	0.16±0.63	[*] 5.86
QPS		1.65±2.36	
QPS	80	1.65±2.36	0.34
ECT		1.55±2.40	
ECT	80	1.55±2.40	[*] 5.12
4DM		0.16±0.63	

^{*} $p<0.01$.

고 찰

현재 심근 관류 SPECT를 정량적으로 분석할 때 사용되는 다양한 프로그램들에서 정상 값이라고 여기고 있는 값들은 대부분 외국의 결과들이거나 하나의 기준으로 여러 프로그램에서 공통으로 해석되는 경우가 많다고 알려져 있다. 이번 연구는 다른 조건은 배제하고 TI-201을 사용하였을 경우에 분석되는 값들에 대해 프로그램 상호간의 연관성을 알아보았으며, 앞으로의 연구를 통해 감마카메라의 종류, 성별, 부하방법 등 다양한 조건들에 부합되는 임상적 연구가 계속적으로 진행된다면 더욱 정확한 데이터가 갖추어질 것으로 기대된다.⁵⁾ 이전의 연구에서는 프로그램 상호간의 연관성을 비교하기 위하여 대부분 QGS 프로그램을 이용하여 좌심실 구혈률과 용적에 대한 비교가 이루어졌지만 심근관류의 비교분석에 대한 국내의 연구는 현재까지 드물기 때문에 앞으로 의미있는 자료로 이용 될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 정상군 80명에 대한 Bland-Altman 분석은 시행할 수 없었다. 이는 데이터의 대부분이 normal 수치인 0으로 나타났기 때문에 Bland-Altman 분석을 시행하기에는 제한점이 있었다.⁷⁾ 또한 관류 결손 범위의 합(Total Defect Extent, TDE)을 이용하여 비교 분석을 하였는데 이는 판독하는데 있어서 LAD, LCX, RCA 각각의 영역에서의 판독결과에 대한 분석이 조금씩 다르다고 알려져 있기 때문에 각 군 간의 통일된 데이터를 위하여 세 혈관을 모두 합한 값으로 분석을 시행하였다.⁸⁾ 이번 연구는 동일한 환자를 대상으로 분석하였으며 결과의 평균값은 4DM이 QPS나 ECT에 비해 비교적 낮은 값을 나타냈는데 이는 프로그램 간 분석 방법의 차이에서 발생하는 현상일 것으로 예상된다. 실험에 참여한 연구 대상자들은 심근 관류 SPECT의 결과를 통해 비교적 심혈관 질환의 가능성이 낮은 환자군으로 설정하였으나 더욱 정확한 확인을 위한 관상동맥 조영술의 시행 여부를 고려하지 않았기 때문에 실제 심혈관 질환의 확인 여부를 정확하게 알 수 없었다는 한계점이 있었다. 하지만 심전도와 심초음파 결과에서도 특이 소견이 없었기 때문에 실험 결과에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다. 또한 이번 연구에서는 TDE와 SSS 지표를 사용하여 비교 분석을 하였지만 추후 연구를 통해 체표면적(Volume)에 대한 연구 결과도 포함 된다면 더욱 정확한 비교 분석이 될 것으로 예상된다.

결 론

심혈관 질환을 가진 환자뿐 아니라 심혈관 질환의 가능성

이 적은 환자에서도 관류결손에 대한 분석결과에서 4DM은 QPS와 ECT 프로그램에 비해 TDE와 SSS 모두 낮게 분석되는 경향을 보였지만, 프로그램 상호간에는 좋은 상관관계가 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 이와 같이 좋은 상관관계에도 불구하고 Bland-Altman 분석에서 나타나는 프로그램간의 큰 변이 차이 때문에 임상에서 각각의 프로그램을 이용한 분석값을 서로 호환하여 사용할 수는 없을 것으로 판단된다. 그렇지만 이러한 분석결과는 판독의사들의 임상적인 판독을 위한 참고 자료로서 유용하게 이용될 수 있을 것이라 기대된다.

요 약

목적 : TI-201 심근관류 SPECT의 정량적 평가를 위해 사용되는 다양한 프로그램은 자료의 분석 방법에 있어서 각각 차이가 있는 것으로 보고되고 있다. 따라서 동일한 환자의 자료를 대상으로 정량적 분석을 하여도 프로그램 상호간의 측정치 오차가 발생할 것으로 예상된다. 그 중 심근의 관류결손 정도를 표현할 수 있는 정량적 지표를 이용하여 현재 각 병원에서 가장 일반적으로 사용하고 있는 심근관류분석 프로그램 QPS (Quantitative Perfusion SPECT)와 4DM (4DMSPECT) 그리고 ECT (Emory Cardiac Toolbox)의 분석값을 이용하여 프로그램 상호간의 연관성을 알아보려고 한다.

실험재료 및 방법 : 2008년 12월 1일 부터 2009년 2월 14까지 서울아산병원 핵의학과에서 TI-201을 이용하여 게이트 심근관류 SPECT를 시행한 환자 145명을 대상으로 하였다. 이들 중 심혈관 질환의 가능성이 비교적 적다고 판단된 정상군 80(남/여=38/42, 65.1±9.9세)명과 게이트 심근관류 SPECT의 판독결과를 통해 가역성 관류결손이나 고정 관류결손 등 심혈관 질환의 판정을 받은 비정상군 65(남/여=45/20, 63.0±8.7세)명을 선별하였다. QPS와 4DM 그리고 ECT 프로그램을 이용하여 각각의 군에서 분석된 정량적 지표인 LAD, LCX, RCA 영역에서의 관류결손 범위의 합(Total Defect Extent, TDE)과 부하기 관류점수합(Summed Stress Score, SSS)을 이용하여 상관관계 분석과 차이분석(paired *t*-test, Bland-Altman)을 이용하여 통계 결과를 비교 분석하였다.

결과 : 연구 대상 145명의 4DM:QPS, QPS:ECT, ECT:4DM 프로그램의 상관 계수는 SSS에서 각각 0.84, 0.86, 0.82 이었고, TDE에서 각각 0.87, 0.84, 0.87로 SSS와 TDE 모두 높은 상관관계가 있었다. paired *t*-test 분석 결과에서는 QPS:ECT만 SSS ($p=0.92$)와 TDE ($p=0.33$) 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 SSS와 TDE 모두

통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 비정상군 65명의 4DM/QPS, QPS/ECT, ECT/4DM 프로그램의 상관 계수는 SSS에서 각각 0.72, 0.72, 0.70이었고, TDE에서 각각 0.77, 0.70, 0.77로 SSS와 TDE 모두 높은 상관관계가 있었다. 비정상군 역시 paired *t*-test 분석 결과 QPS:ECT만 SSS ($p=0.89$)와 TDE ($p=0.23$) 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 4DM:QPS, ECT:4DM은 SSS와 TDE 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 정상군 80명의 분석 결과에서도 QPS:ECT만 SSS ($p=0.95$)와 TDE ($p=0.73$) 모두 통계적으로 유의한 차이가 없을 뿐, 4DM:QPS, ECT:4DM은 SSS와 TDE 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$).

결론 : 심혈관 질환을 가진 환자뿐 아니라 심혈관 질환의 가능성이 적은 환자에서도 Tl-201 심근 관류 SPECT의 관류 결손을 분석한 결과, 4DM은 QPS와 ECT 프로그램에 비해 SSS와 TDE 모두 낮게 분석되는 경향을 보였지만 프로그램 상호간에는 좋은 상관관계가 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 이와 같이 좋은 상관관계에도 불구하고 Bland-Altman 분석 결과에서 프로그램간의 큰 변이 차이 때문에 임상에서 각각의 프로그램을 이용한 분석값을 서로 호환하여 사용할 수는 없을 것으로 판단된다. 그렇지만 이러한 분석결과는 임상적인 판독을 위한 참고 자료로서 유용하게 이용될 수 있을 것이라 기대된다.

REFERENCES

1. Seok MO Lee, et al. Analysis of Myocardial Function Using Gated Myocardial SPECT: Comparison of QGS, 4D-MSPECT Software and Echocardiography. *Korean J Nucl Med* 2008;42(6):435-443.
2. Hammermeister KE, de Rouen TA, Dodge HT. Variables predictive of survival in patients with coronary disease: Selection by univariate and multivariate analyses from the clinical, electrocardiographic, exercise, arteriographic, and quantitative angiographic evaluations. *Circulation* 1979;59:421-430.
3. Arik Wolak et al. Quantitative myocardial-perfusion SPECT: Comparison of three state-of-the art software packages. *J Nucl Cardiol* 2008;15:27-34.
4. Berman DS, Kiat H, Friedman JD, Wang FP, van Train K, Matzer L, et al. Separate acquisition rest thallium-201/stress technetium-99m sestamibi dual-isotope myocardial perfusion single-photon emission computed tomography: a clinical validation study. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:1455-1464.
5. 고창순. 핵의학. 고려의학. 2008:357.
6. Young Jin Jeong, et al. Reference Values of Functionl Parameters in Gated Myocardial Perfusion SPECT: Comparison with QGS[®] and 4DM[®] program. *Korean J Nucl Med* 2005;39(6):430-437.
7. Chien-Chin Hsu et al. Comparison of automated 4D-MSPECT and visual analysis for evaluating Myocardial Perfusion in coronary artery disease. *Kaohsiung J Med Sci* 2008;24:445-452.
8. Sang Eun Kim et al. Quantitative Analysis of Thallium-201 Myocardial Tomograms. *Korean J Nucl Med* 1991;25:165-12.