

Original Article

QPS 프로그램에서 Myocardial extract 적용에 따른 임상적 유용성 평가

부산대학교병원 핵의학과

윤종준 · 임영현 · 이무석 · 송현석 · 정지욱 · 박세윤 · 김재환 · 김정욱

The Evaluation of Clinical Usefulness on Application of Myocardial Extract in Quantitative Perfusion SPECT

Jong Jun Yun, Yeong Hyeon Lim, Mu Seok Lee, Hyeon Seok Song, Ji Uk Jeong, Se Yun Park,
Jae Hwan Kim and Jeong Uk Kim

Department of nuclear medicine, Pusan National University Hospital, Pusan, Korea

Purpose: As to analytical method of data, the AutoQUANT software in which it is used quantitative rating of the 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 data of the same patient. The purpose of this study is to offer the comparative analysis of myocardial extract method in Quantitative Perfusion SPECT. **Materials and methods:** We analyzed the 51 patients who were examined by Tc-99m MIBI gated myocardial SPECT in nuclear medicine department of Pusan National University Hospital from June to December 2010(34 men, 17 women, mean age 66.5 ± 9.9). We acquired the extracted image in myocardial extract protocol. QPS program that uses the AutoQUANT software measured TID(Transient Ischemic Dilation), ESD(Extent of Stress Defect), SSS(Summed Stress Score). Then analyzed the results. **Results:** The correlation of applying myocardial extract is TID($r=0.98$), ESD($r=0.99$), SSS($r=0.99$). In the 95% confidence limit, there was no statistically significant difference(TID $p=0.78$, ESD $p=0.31$, SSS $p=0.19$). After blinding test with a physician for making a qualitative analysis, there was no difference. **Conclusion:** Quantitative indices in QPS program showed good correlation and the results showed no statistically significant difference. The variance between method was small. therefore, the functional parameters by each method can be used interchangeably. Also, we expect patient's satisfaction. (Korean J Nucl Med Technol 2011;15(2):88-93)

Key Words : Myocardial extract, AutoQUANT, QPS, TID, ESD, SSS

서 론

관상동맥질환 등의 심장질환에서 환자의 상태 평가 및 예후의 판정을 위해서는 심근의 관류와 더불어 기능을 평가함이 중요하다. 심근의 기능 평가에는 구혈률, 확장기말 부피, 수축기말 부피 등의 지표가 제시되어 다양하게 적용되고 있고 게이트 심근관류 SPECT는 관류와 동시에 이러한 지표를

구할수 있는 장점이 있다.¹⁾

심근관류 SPECT는 심근의 관류 평가와 더불어 게이트 기법을 이용한 심근 기능의 평가까지 가능하기 때문에 그 임상적 유용성이 매우 높은 진단수단이지만, 심근관류 SPECT를 이용한 임상 진단이나 연구에서는 판독자에 의한 평가의 주관성 문제가 과거부터 꾸준히 제기되어 왔다. 그러나 현재는 다양한 자동화 정량분석 소프트웨어가 상용화되어 심근의 관류와 기능 지표를 전체적 또는 분절별로 자동 정량화 할 수 있기 때문에 높은 재현성과 객관성을 가지고 게이트 심근관류 SPECT를 정량 분석하는 것이 가능하게 되었다.²⁾

또한 게이트 심근 관류 SPECT에서는 이들을 정량화할 수 있는 알고리즘도 확립되어 임상에서 이용되고 있다. 하지만,

• Received: June 28, 2011. Accepted: July 5, 2011.
• Corresponding author: Jong Jun Yun
Department of Nuclear Medicine, Pusan National University Hospital,
305 Gudeok-ro, Seo-gu, Pusan, 602-739, Korea
Tel: +82-51-240-7385, Fax: +82-51-241-5570
E-mail: yunjj2@nate.com

이러한 소프트웨어를 이용한 정량적 분석은 각 프로그램마다 자료의 분석방법이 다르므로 동일인을 대상으로 검사를 하더라도 프로그램 간에 측정치의 오차가 발생할 것으로 예상된다.^{3,4)}

본 연구에서는 Tc-99m MIBI 게이트 심근관류 SPECT에서 자동화 정량분석 소프트웨어를 통해 얻어지는 관류 정량값을 평가하고자 하였다. 가장 일반적으로 사용하고 있는 QPS(Quantitative Perfusion SPECT) 알고리즘을 내장한 AutoQUANT (ADAC Laboratories, Milpitas, CA, USA)를 이용하여 Myocardial extract 적용에 따른 정량적 지표가 임상적 의미를 가지는지 알아보았다.

실험재료 및 방법

1. 대상

2010년 6월부터 12월까지 부산대학교병원 핵의학과에서 Tc-99m MIBI 게이트 심근관류 SPECT를 시행한 환자 51명 (남자 34명, 여자 17명, 평균연령 66.4±9.9세)을 대상으로 하였다(Table 1).

2. 검사방법

Caffeine이 포함된 음식이나 심혈관계 약물을 검사 24시간 전부터 금지시키고 검사 8시간 전부터 금식하도록 하였다. 게이트 심근관류 SPECT는 99m-Tc MIBI (370 MBq)을 정

맥주사하고 60분 후 휴식기 영상을 얻었고, 이후 아데노신으로 약물 부하를 하고 99m-Tc MIBI (1,110 MBq)을 주사 후 부하기 영상을 얻었다. SPECT 영상은 이중 헤드 감마카메라 (Vertex EPIC, ADAC Laboratories, CA, USA)를 사용하여 투사 영상당 64×64 행렬 크기, 64 angle, 30초/angle, step-and-shoot 방식으로 우전사위(RAO) 45도에서 좌후사위(LPO) 45 사이에서 얻었으며, 배율은 1.46배를 사용하였다. 또한 심박주기당 16 프레임으로 게이팅 자료를 획득하였다. 획득된 영상은 Pegasys 워크스테이션(ADAC Laboratories, Milpitas, CA, USA)에서 Butterworth 필터(cut-off stress : 0.38/rest : 0.40, order 18.0)를 이용하여 심장의 횡단면상을 얻고, 이를 재정위하여 수평장축 단면상, 수직장축 단면상 및 단축 단면상으로 재구성하였다. 약물부하는 아데노신을 분당 0.14 mg/kg을 6분 동안 정맥주사 하였고, 휴식기후의 부하 간격은 2~4시간 사이였다. Myocardial Extract 프로그램에서 단축 단면상을 이용하여 심근영역을 자동으로 추출하여 각각의 단면상을 재구성하였다(Fig. 1).

영상분석은 QPS 알고리즘을 내장한 AutoQUANT 소프트웨어를 이용하였다. 심근의 관류결손 정도를 표현할 수 있는 정량적 지표인 일과성허혈확장(Transient Ischemic Dilation, TID), 부하기 관류결손 범위의 합(Extent of Stress Defect,

Table 1. Sex and age distribution of the patients

Total No.	Male	Female	Age(years)	
			Mean±SD	Range
51	34	17	66.4±9.9	22~84

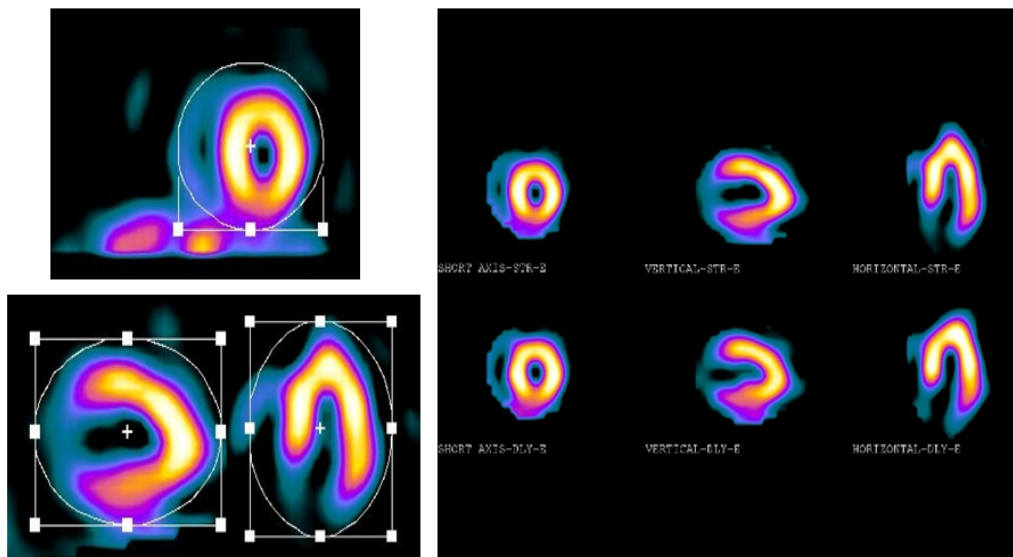


Fig. 1. Myocardial extract display

ESD), 부하기 관류 점수의 합(Summed Stress Score, SSS)을 구하였다(Fig. 2).

3. 통계처리

상관관계분석과 차이분석(paired t-test, Bland-Altman plot 분석)을 이용하였으며, 이때 p 값이 0.01 이하일 경우에 유의성을 인정하였다. 통계 프로그램으로는 MedCalc Version 11.5.1.0을 사용하였다. 제시된 모든 값은 평균±표준편차로 표시하였다. 또한 영상의 차이를 분석하기 위하여 임상 판독 의사를 대상으로 blinding test를 시행하였다.

결 과

1. QPS 정량적 지표 분석

1) 일과성허혈확장(TID)

일과성허혈확장(TID)의 평균은 extract 전 1.04 ± 0.08 , extract 후 1.03 ± 0.08 이었다. 상관계수는 0.98로 높은 상관관계가 있었으며, 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.78$). Bland-Altman 분석에서 95% 신뢰구간은 하한값 -0.03, 상한값 0.03의 범위를 보였다(Table 2, Fig. 3).

2) 부하기 관류결손 범위의 합(ESD)

부하기 관류결손 범위의 합(ESD)의 평균은 extract 전

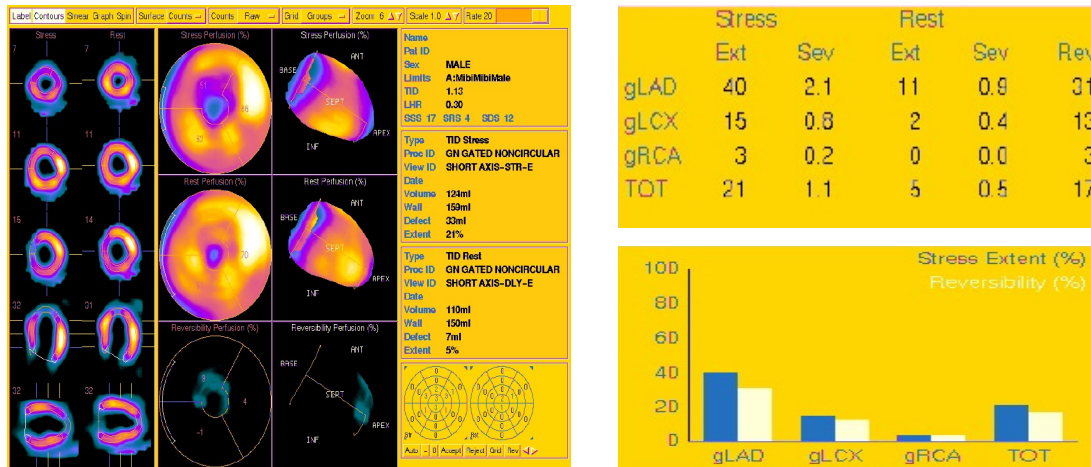


Fig. 2. The quantification of myocardial perfusion using automatic quantification software

Table 2. Comparison of TID with all patients

	Mean±SD	r	t	**p value	*Bland-Altman
Extract 전	1.04 ± 0.08				LL : -0.03
Extract 후	1.03 ± 0.08	0.98	-0.29	0.78	UL : 0.03

*Bland-Altman limit : 95% confidence interval(LL : lower limit, UL : upper limit)

** $p < 0.01$

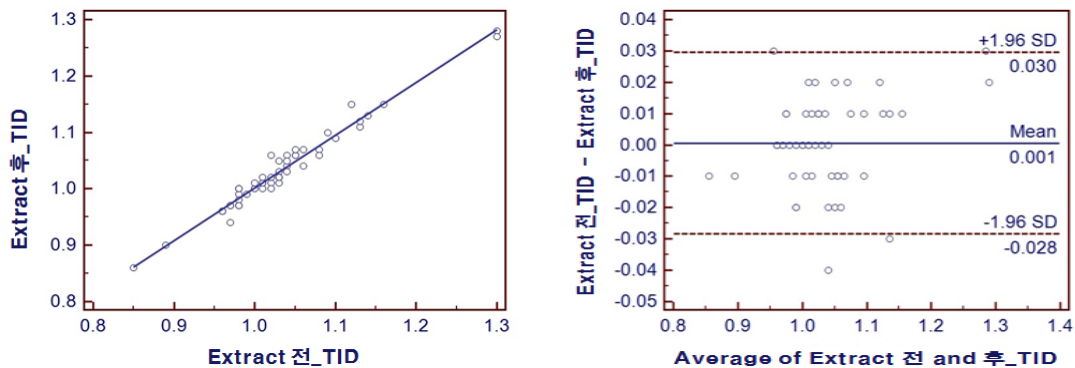


Fig. 3. The plot of correlation analysis & Bland-Altman analysis for TID

5.20±9.23, extract 후 5.32±9.44이었다. 상관계수는 0.99로 높은 상관관계가 있었으며, 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p=0.31). Bland-Altman 분석에서 95% 신뢰구간은 하한값 -1.72, 상한값 1.48의 범위를 보였다(Table 3, Fig. 4).

3) 부하기 관류 점수 합(SSS)

부하기 관류 점수 합(SSS)의 평균은 extract 전 3.62±6.36, extract 후 3.78±6.59이었다. 상관계수는 0.99로 높은 상관관계가 있었으며, 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p=0.19).

Bland-Altman 분석에서 95% 신뢰구간은 하한값 -1.8, 상한값 1.5의 범위를 보였다(Table 4, Fig. 5).

4) 영상의 차이를 평가하기 위한 blinding test

정성적인 분석을 위해 임상 판독의사 3명을 대상으로 blinding test를 시행한 결과 판독에 있어 영상의 차이는 크게 발견할 수 없었다(Fig. 6).

Table 3. Comparison of ESD with all patients

	Mean±SD	r	t	**p value	*Bland-Altman
Extract 전	5.20±9.23	0.99	1.03	0.31	LL : -1.72
Extract 후	5.32±9.44				UL : 1.48

*Bland-Altman limit : 95% confidence interval(LL : lower limit, UL : upper limit)

**p<0.01

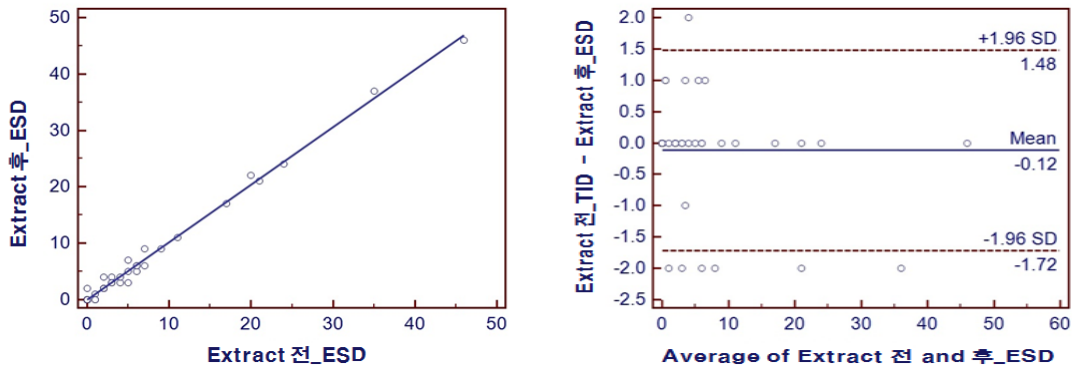


Fig. 4. The plot of correlation analysis & Bland-Altman analysis for ESD

Table 4. Comparison of SSS with all patients

	Mean±SD	r	t	**p value	*Bland-Altman
Extract 전	3.62±6.36	0.99	1.31	0.19	LL : -1.8
Extract 후	3.78±6.59				UL : 1.5

*Bland-Altman limit : 95% confidence interval(LL : lower limit, UL : upper limit)

**p<0.01

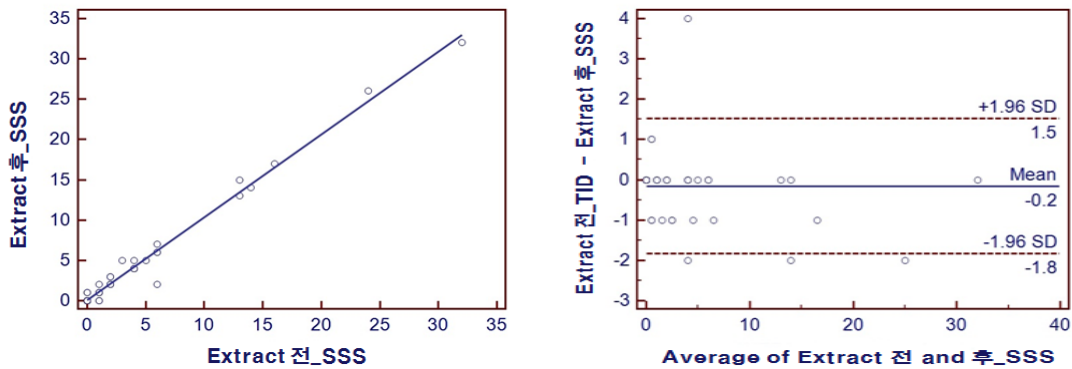


Fig. 5. The plot of correlation analysis & Bland-Altman analysis for SSS

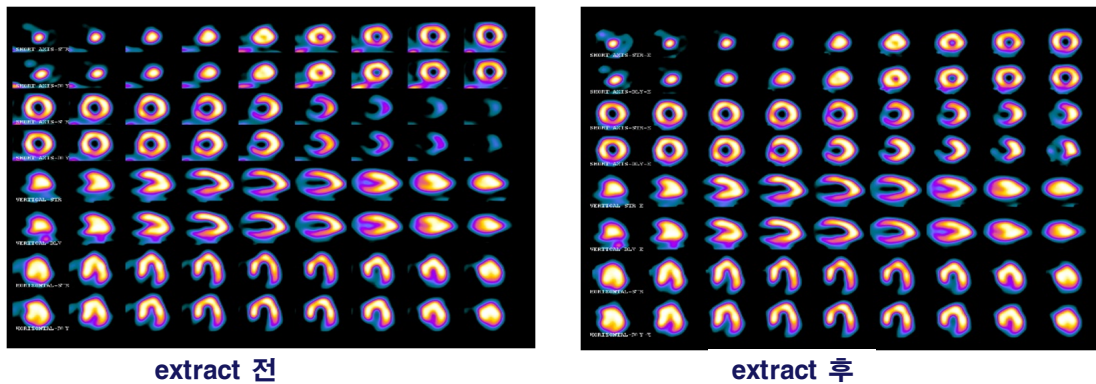


Fig. 6. The image of myocardial perfusion SPECT using myocardial extract

고 찰

심근관류 상태를 단순 판독하는 것은 판독자의 주관에 따라 관류결손의 정도와 범위에 대한 판단이 달라질 수 있다. 심근관류 상태를 객관적으로 평가하기 위하여 심근관류를 정량화할 수 있는 소프트웨어들이 개발되었다. 대표적으로 Cedars-Sinai Medical Center에서 개발된 QPS/QGS, Emory 대학에서 개발된 Emory Cardiac Toolbox, Michigan 대학에서 개발된 4DMSPECT가 있다. 이미 상용화된 이러한 소프트웨어들은 자동화된 알고리즘을 적용하기 때문에 재현성이 높고 심근관류뿐 아니라 게이트를 통하여 얻어진 심근 기능에 대한 정보를 함께 보여준다. 또한 정상인의 데이터베이스와 비교하여 부하, 휴식기의 관류감소를 정량화하고 이를 수치화하여 관류결손의 정도와 범위, 가역성에 대한 데이터를 제공한다. 현재 상용화되고 있는 프로그램들은 비교적 높은 재현성을 나타내지만 사용되는 방사성의약품의 종류, 부하 방법, 감마카메라의 종류, 성별 등에 따라서 각각의 경우에 맞는 데이터베이스를 만들어서 사용되어야 결과의 신뢰를 더욱 높일 수 있을 것으로 판단된다.⁵⁾

여러 심장 질환에서 신뢰성과 타당성이 있는 심장기능의 평가는 매우 중요하다. 특히 관상동맥질환에서는 각각의 동맥으로부터 혈류를 공급받는 영역이 나뉘어져 있다는 점에서, 관상동맥 영역 단위 또는 분절 단위로 심근 기능을 평가할 필요가 있다. 게이트 심근 관류 SPECT는 검사자 의존도가 낮다는 등의 장점이 있지만, 영상의 해상도가 떨어짐으로써 해석이 어려운 단점이 있다. 얻어진 영상에서 심근의 경계를 구할 수 있는 소프트웨어들은 이러한 어려움을 줄이는데 많은 도움이 된다. Myocardial extract은 그 중 사용되는 프로그램중의 하나이다. 이를 바탕으로 자동 정량화하기 위한 자료로서는 기존의 방식으로 얻어진 게이트 단축 영상 이

미지를 이용할 수 있다. 수축기말과 확장기말의 심근 경계를 통해 영역 구획의 과정을 수정함으로써 심근 영역을 재구성할 수 있었다.

본 연구의 제한점으로 게이트 심근 관류 SPECT의 정량화에 대한 부정맥이 미치는 영향에 대한 고려하지 않은 점이다. 일반적으로 부정맥이 심한 경우에는 많은 영상 자료가 획득되지 않아서 심근관류 수치에 영향을 주며, 게이트 심근 관류 SPECT 정량값에도 오차가 발생한다. 또한 부하기 관류결손 범위의 합(ESD)을 이용하여 분석하였는데 이는 판독하는데 있어서 LAD, LCX, RCA 각각의 영역에서의 판독결과에 대한 분석이 조금씩 다르다고 알려져 있기 때문에 세 혈관을 모두 합한 값으로 분석을 시행하였다.⁶⁾

결 론

본 실험 결과로 QPS 프로그램에서 Myocardial extract 적용 전과 적용 후 정량적 지표(TID, ESD, SSS)는 모두 좋은 상관관계가 있다는 것을 확인할 수 있었고, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 정량적 지표값 사이에 큰 변이가 없어 임상에서 서로 대체하여 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 검사 만족도 증가의 효과를 가져올 것으로 기대된다. SPECT를 이용한 심근관류결손의 정확한 정량화를 위해서는 더욱 구체적인 실험적 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

게이트 심근관류 SPECT의 정량적 평가를 위해 사용되는 자동화된 정량화 소프트웨어(AutoQUANT)는 획득 자료 처리과정에 따라 측정치 오차가 발생할 것으로 예상된다. 동일한 환자를 대상으로 다른 조건의 변화 없이 QPS (Quantitative

Perfusion SPECT) 프로그램에서 Myocardial extract 전후에 따른 정량적 지표를 구하여 평가하고자 한다. 2010년 6월부터 2010년 12월까지 부산대학교병원 핵의학과에서 Tc-99m MIBI 게이트 심근관류 SPECT를 시행한 환자 중 51명(남:여=34:17, 평균나이 66.45 ± 9.92)을 대상으로 하였다. 심근의 단축단면상을 이용하여 원형 관심영역은 배후영역을 제외한 심근영역에서 설정한 자료를 획득하였다. AutoQUANT를 이용한 QPS 프로그램에서 일과성허혈확장(Transient Ischemic Dilation, TID), 부하기 관류결손 범위의 합(Extent of Stress Defect, ESD)과 부하기 관류점수 합(Summed Stress Score, SSS)을 구하여 비교 분석하였다. QPS 프로그램에서 Myocardial extract 적용 전과 적용 후 정량적 지표의 상관관계 수는 TID ($r=0.98$), ESD ($r=0.99$), SSS ($r=0.99$) 모두 좋은 상관관계를 보였다. 95% 신뢰수준에서 TID ($p=0.78$), ESD ($p=0.31$), SSS ($p=0.19$) 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 육안분석에서는 판독에 영향을 줄 수 있을 만한 영상의 차이는 발견할 수 없었다. QPS 프로그램에서 Myocardial extract 적용 전과 적용 후 정량적 지표(TID, ESD, SSS)는 모두 좋은 상관관계가 있다는 것을 확인할 수 있었고, 통계적

으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Myocardial extract 영상 처리방법이 비교적 간단하여 심근관류 SPECT 영상의 질을 올릴 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Lee DS, Yoon SN, Song HC, Kim KB, Chung JK, Lee MM, et al. Predictive values of gated myocardial SPECT for wall motion improvement after bypass surgery. *Korean J Nucl Med* 1997;31: 43-49.
2. Germano G, Kavanagh PB, Waechter P, Areeda J, Van Kriekinge S, Shrir T, et al. A new algorithm for the quantitation of myocardial perfusion SPECT. I : technical principles and reproducibility. *J Nucl Med* 2000;41:712-9.
3. Germano G, Kiat H, Kavanagh PB, Moriel M, Mazzanti M, Su H-T, et al. Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med* 1995;36:2138-47.
4. Young Jin Jeong, et al. Reference Values of Functional Parameters in Gated Myocardial Perfusion SPECT : Comparison with QGS[®] and 4DM[®] program. *Korean J Nucl Med* 2005;39(6):430-437.
5. 고창순. 핵의학. 고려의학. 2008:357.
6. Sang Eun Kim. et. al. Quantitative Analysis of Thallium-201 Myocardial Tomograms. *Korean J Nucl Med* 1991;25:165-12.