

## 게이트심장혈액풀 스캔에서 Half-Time 획득 인자 적용에 따른 임상적 유용성 평가

서울아산병원 핵의학과

이동훈 · 유희재 · 이종훈 · 정우영

### The Evaluation of Clinical Usefulness on Application of Half-Time Acquisition Factor in Gated Cardiac Blood Pool Scan

Dong Hun Lee, Hee Jae Yoo, Jong Hun Lee, Woo Young Jung

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

**Purpose:** The scan time reduction helps to yield more accurate results and induce the minimization of patient's motion. Also we can expect that satisfaction of examination will increase. Nowadays medical equipment companies have developed various programs to reduce scan time. We used Onco. Flash (Pixion method, SIEMENS) that is an image processing technique gated cardiac blood pool scan and going to evaluate its clinical usefulness. **Materials and Method:** We analyzed the 50 patients who were examined by gated blood pool scan in nuclear medicine department of Asan Medical Center from June 20<sup>th</sup> 2008 to August 14<sup>th</sup> 2008. We acquired the Full-time (6000 Kcounts) and Half-time (3000 Kcounts) LAO image in same position. And we acquired LVEF values ten times from Full-time, Half-time images acquired by the image processing technique and analyzed its mean and standard deviation values. To estimate LVEF in same conditions, we set automatic location of the LV ROI and background ROI based on same X and Y-axis. Also we performed blinding tests to physician. **Results:** After making a quantitative analysis of the 50 patients EF values, each mean±standard deviation is shown at Full-time image 68.12±7.84%, Half-time (acquired by imaging processing technique) 68.49±8.73%. In the 95% confidence limit, there was no statistically significant difference ( $p>0.05$ ). After blinding test with a physician for making a qualitative analysis, there was no difference between Full-time image and Half-time image acquired by the image processing technique for observing LV myocardial wall motion. **Conclusion:** Gated cardiac blood pool scan has been reported its relatively exact EF measured results than ultrasound or CT. But gated cardiac blood pool scan takes relatively longer time than other exams and now it needs to improve time competitive power. If we adapt Half-time technique to gated cardiac blood pool scintigraphy based on this study, we expect to reduce possible artifacts and improve accessibility as well as flexibility to exam. Also we expect patient's satisfaction. (Korean J Nucl Med Technol 2008;12(3):192-198)

**Key Words :** Gated cardiac blood pool scan, Half-time, Image processing technique

## 서 론

관상동맥 질환의 진단과 예후 추적을 위하여 게이트심장 혈액풀 스캔이 시행되고 있다. 게이트심장혈액풀 스캔은 방사성동위원소를 이용하여 심장 기능의 평가 및 국소적 심벽 운동의 이상 유무를 판단할 수 있다. 또한 심박출 계수의 측정을 통해 항암화학요법을 시행한 환자들에게 심장의 전후

• Received: September 30, 2008. Accepted: October 15, 2008.  
• Corresponding author: **Woo Young Jung**  
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 388-1  
Pungnap-2dong, Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea  
Tel: +82-2-3010-4604, Fax: +82-2-3010-4588  
E-mail: wyjung@amc.seoul.kr

상태를 비침습적으로 확인할 수 있다.<sup>1)</sup> 실제 임상에서 좌심실의 심박출 계수를 측정하는 방법으로는 심장초음파, 조영제증강 심혈관촬영술, CT 등이 시행되고 있다. 이 중 좌심실 심박출 계수 측정에 있어 심장판막에 기능 이상이 있는 경우에는 심장초음파가 가장 우수하지만 재현성은 떨어진다고 보고되고 있다. 또한 비만이나 심한 폐기종 환자의 경우에는 심박출 계수 측정이 불가능하다고 평가되고 있다. 이런 경우에는 게이트혈액풀 스캔이 가장 안정적이고 반복 측정으로 인한 재현성 측정에 있어서도 높은 수준을 나타내므로 경과를 추적하는데 있어서는 가장 유용한 검사로 알려져 있다.<sup>2)</sup> 그러나 비교적 정확한 결과를 산출해 낼 수 있음에도 불구하고 심장초음파나 CT에 비해 긴 검사 시간은 단점으로 작용하고 있다. 검사 시간 단축은 시간 감소에 따른 환자의 편의성 증대뿐 아니라 환자의 움직임 최소화하여 인공물의 발생 가능성을 낮추어 보다 정확한 결과 산출이 가능할 것으로 예상된다. 본 연구에서는 게이트심장혈액풀 스캔에서 Full-time 영상과 siemens사의 Onco. Flash (Pixion<sup>®</sup> method) 영상 처리기법을 사용한 Half-time 영상의 심박출 계수의 비교 분석을 통해 검사 시간 단축에 따른 임상적 유용성에 대해 평가하고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 연구 대상

2008년 6월 20일부터 8월 14까지 서울아산병원 핵의학과에서 게이트심장혈액풀 스캔을 시행한 50명의 환자를 대상으로 분석하였다. 남자가 11명, 여자가 39명이었고 평균 연령은 48.2±12.4세였다(Table 1).

### 2. 사용 도구

ECAM 감마카메라(SIEMENS)  
저에너지 고해상력 조준기(LEHR collimator)  
Syngo software ver. 7.7  
Minitab 통계 패키지 프로그램 ver. 13.1

### 3. 검사 방법

환원제(pyrophosphate) 0.03 cc/kg을 정맥주사하고 20분 경과 후 <sup>99m</sup>Tc (30 mCi)을 다시 정맥주사하여 체내에서 표지시키는 체내표지법을 이용하였다. 심전도를 연결한 후에 저에너지 고해상력 조준기가 장착된 감마카메라(ECAM, SIEMENS)를 이용하여 좌심실이 우심실과 잘 분리가 될 수 있도록 최적 중격상으로 하여 좌전사위상을 Full-time(600만 계수)으로 획득하였다. 이때 좌심실이 심방과 겹쳐지지 않도록 검출기를 10도의 미측경사를 두고 다중게이트 획득방식을 이용하였다. 1회 심박동 주기를 20화면(frame)으로 나눈 단위 영상을 얻어 총 600만 계수를 얻을 때까지 촬영하였고 자료 획득 전에 약 20개의 심박동 주기 동안의 심전도를 분석하여 적절한 심박동 주기와 이에 대한 10%의 식별영역(window)을 정하여 이에 해당되는 심박동 주기의 영상만을 획득하였다.<sup>3,6)</sup> 매트릭스의 크기는 64×64를 사용하였고, 화소(pixel)는 4×4 mm 크기로 설정하였다. Full-time 영상을 획득한 후 동일한 자세에서 즉시 300만 계수의 Half-time 영상을 연속적으로 다시 한 번 획득하였다. 이때 계수 이외의 영상 획득 인자는 Full-time과 동일하게 설정하였다.

### 4. 분석 방법

획득된 영상으로 Full-time, Half-time, Half-time (Onco. Flash)의 좌심실 심박출 계수를 10번씩 구하여 각각의 평균과 표준편차를 분석하였다. 영상처리기법(Onco. Flash)의 조건은 영상의 noise 30% 필터링을 적용하였다. 심박출 계수는 이완말기 및 수축말기의 좌심실의 방사능치를 구해 좌심실 주위의 배후방사능치로 교정하여 다음 공식에 의해 산출하였다.<sup>4)</sup>

$$EF (\%) = \frac{C_{ED}-C_{ES}}{C_{ED}-C_{BKG}} \times 100$$

EF = 심박출 계수, C<sub>ED</sub> = 확장기말 계수  
C<sub>ES</sub> = 수축기말 계수, C<sub>BKG</sub> = 배후방사능 계수

Table 1. Sex and age distribution of the patients

Total No.	Male	Female	Age (years)	
			Mean±SD	Range
50	11	39	48.2±12.4	24~84

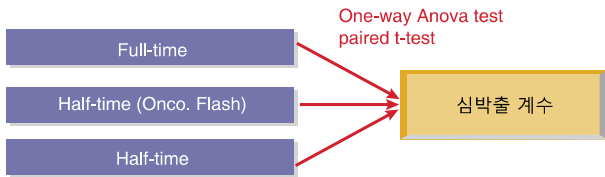


Fig. 1. Research model.

각 군간의 심박출 계수의 평균과 표준편차를 측정하고, 짝이은(paired) t 검정과 일원분산분석(One-way Anova)을 이용하여 차이 검증을 하였다. 이때  $p$  값이 0.05 이하일 경우에 통계적 유의성을 인정하였다(Fig. 1).

동일한 조건으로 심박출 계수를 평가하기 위하여 좌심실 관심영역과 배후방사능 관심영역 설정은 동일한 X, Y축을 중심으로 자동 관심영역설정으로 하였다(Fig. 2). 또한 심벽 운동의 차이를 분석하기 위하여 임상 판독의사를 대상으로 blinding test를 시행하였다.

## 결 과

1. Full-time, Half-time, Half-time (Onco. Flash) 좌심실 심박출 계수의 기술 통계

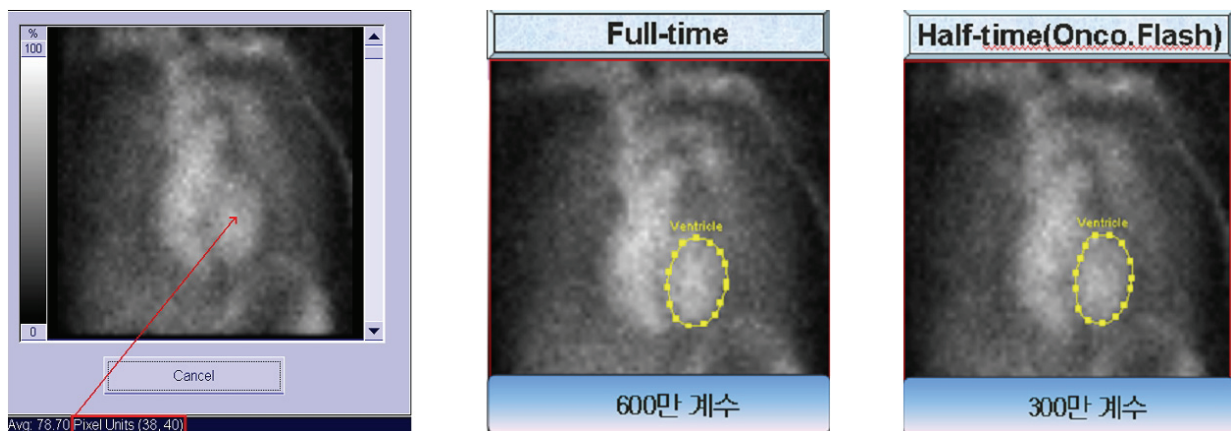


Fig. 2. ROI in patient's images of Full-time, Half-time (Onco. Flash).

Table 2. Difference of full-time and half-time (Onco. Flash)

	N	Mean±SD	$t$	$p$
Full-time	50	69.1±7.6%	0.63	0.53
Half-time (Onco. Flash)	50	68.7±8.4%		

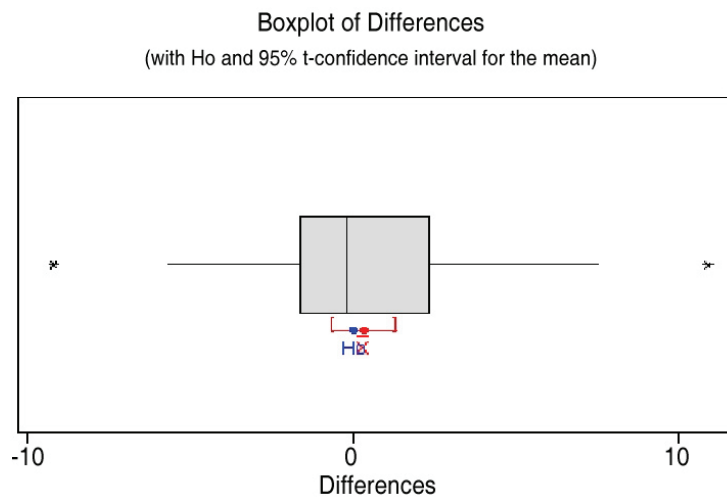


Fig. 3. Boxplot of Full-time and Half-time (Onco. Flash).

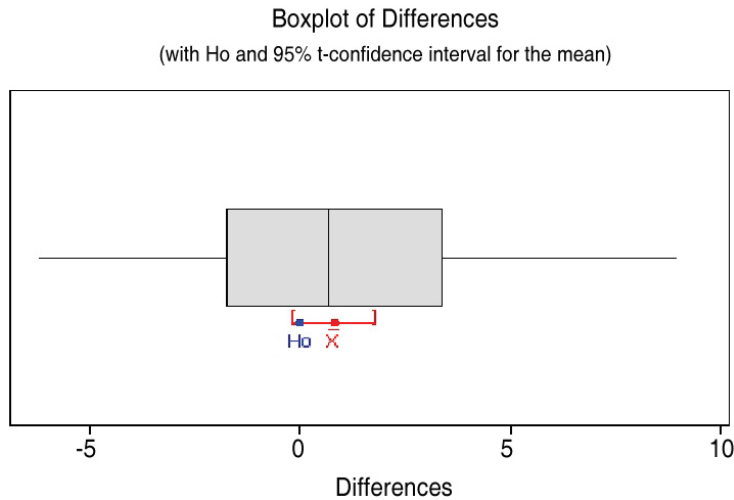
연구 대상자 50명의 좌심실 심박출 계수를 정량적으로 분석한 결과, 각각의 평균±표준편차는 Full-time 영상 69.1±7.6%, Half-time 영상 68.2±8.4%, Half-time (Onco. Flash) 영상 68.7±8.4%이었다.

2. Full-time 영상과 Half-time(Onco. Flash) 영상에 따른 심박출 계수의 차이 분석

Full-time 영상과 Half-time (Onco. Flash) 영상의 심박출

**Table 3.** Difference of full-time and half-time

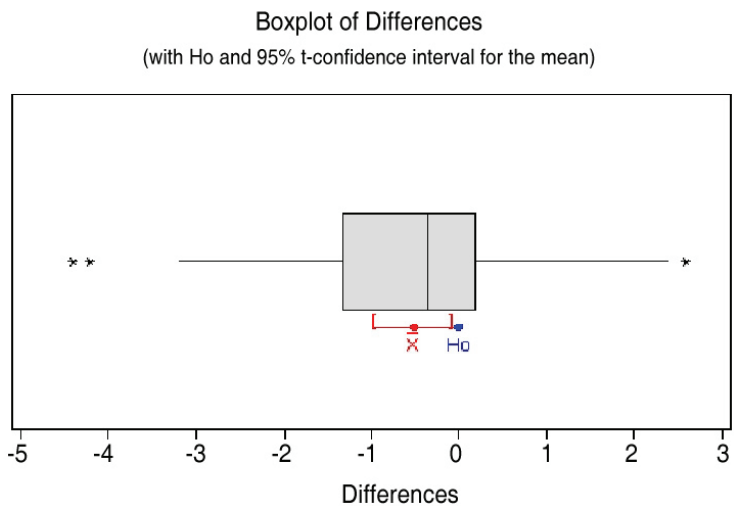
	N	Mean±SD	t	p
Full-time	50	69.1±7.6%	1.68	0.10
Half-time	50	68.2±8.4%		



**Fig. 4.** Boxplot of Full-time and Half-time.

**Table 4.** Difference of half-time and half-time (Onco. Flash)

	N	Mean±SD	t	p
Half-time	50	68.2±8.4%	-2.25	0.03
Half-time (Onco. Flash)	50	68.7±8.4%		



**Fig. 5.** Boxplot of Half-time and Half-time (Onco. Flash).

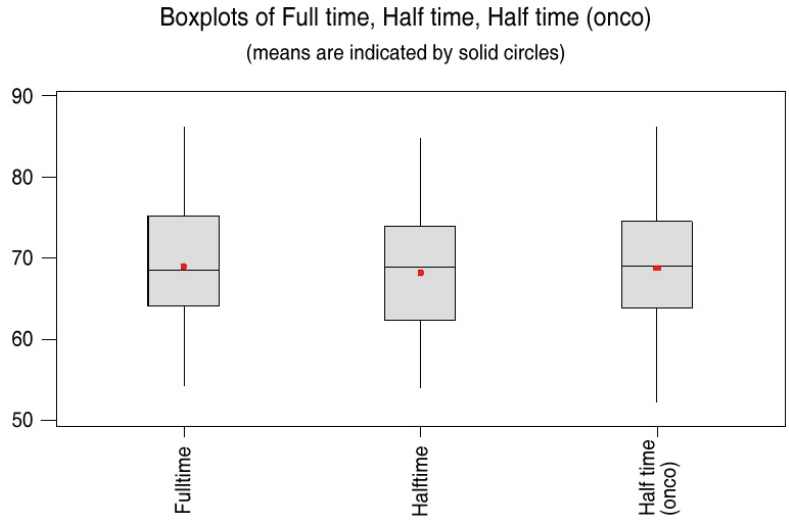


Fig. 6. Boxplot of Full-time, Half time, Half-time (Onco. Flash).

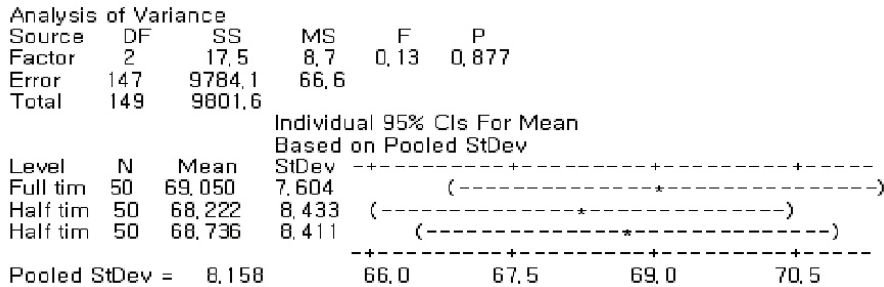


Fig. 7. One-way of Anova test of Full-time, Half time, Half-time (Onco. Flash).

계수는 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 차이( $p>0.05$ )가 없었다(Table 2, Fig. 3).

3. Full-time 영상과 Half-time 영상에 따른 심박출 계수의 차이 분석

Full-time 영상과 Half-time 영상의 심박출 계수는 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 차이( $p>0.05$ )가 없었다(Table 3, Fig. 4).

4. Half-time 영상과 Half-time(Onco. Flash) 영상에 따른 심박출 계수의 차이 분석

Half-time 영상과 Half-time (Onco. Flash) 영상에서는 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 차이( $p<0.05$ )가 있었다(Table 4, Fig. 5).

5. Full-time, Half-time, Half-time (Onco. Flash) 영상에 따른 심박출 계수의 차이 분석

Full-time 영상과 Half-time 그리고 Half-time (Onco. Flash) 영상의 심박출 계수는 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 차이( $p>0.05$ )가 없었다(Fig. 6, 7).

6. 심벽 운동의 평가를 위한 blinding test

정성적인 분석을 위해 임상 판독의사 2명을 대상으로 blinding test를 시행한 결과, 심벽의 운동을 관찰하는데 있어서 Full-time 영상과 Half-time (Onco. Flash) 영상의 차이는 발견할 수 없었으나 Half-time 영상은 이전 두 영상에 비해 영상의 질이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 8).

고찰

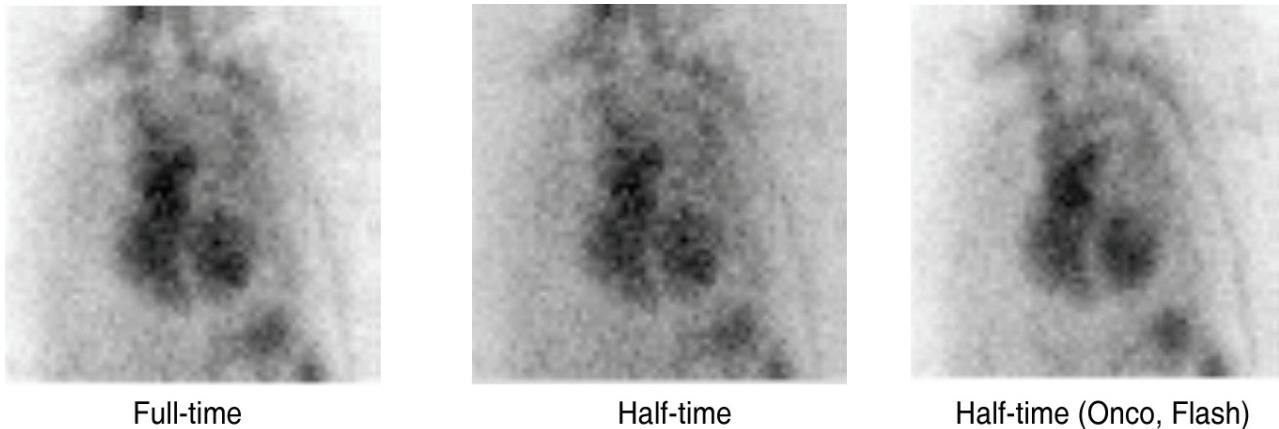


Fig. 8. Comparison of Full-time, Half-time, Half-time (Onco, Flash) images.

심박출 계수는 허혈성심질환, 심장판막질환, 관상동맥질환 등과 같은 심질환에 있어서 예후를 결정할 수 있는 중요한 지표로 간주되고 있다. 정상 좌심실 심박출 계수는 약 50~70%이며 좌심실 관심영역과 배후방사능 관심영역의 설정, 좌심실 용적곡선의 시간적 평편화 등에 의하여 오차가 발생할 수 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>5)</sup> 이러한 사실을 통해 환자의 움직임으로 인하여 심박출 계수 산출을 위한 관심영역 설정에 오차가 발생할 수 있을 것으로 예상되며, 검사 시간의 단축을 통해 환자의 움직임을 최소화하여 심박출 계수의 오차 발생률을 낮추기 위해 게이트심장혈액플 스캔에서 영상처리기법(Onco, Flash)을 이용하여 심박출 계수를 비교분석하였다. Full-time 영상과 Half-time (Onco, Flash) 영상의 심박출 계수는 유의한 차이가 없었으며, 임상 판독의사를 대상으로 한 blinding test에서도 판독에 영향을 줄 수 있을 만한 차이점은 발견할 수 없었다. 또한 Full-time 영상과 Half-time 영상을 비교한 결과에서도 역시 심박출 계수는 두 군 간의 유의한 차이가 없었지만, blinding test 결과, 심벽의 움직임을 관찰하는데 있어서는 Half-time 영상에서 영상의 질이 떨어지는 것이 관찰되었다. 이는 획득한 계수의 양에 따라 전벽과 후벽의 운동이 실제보다 낮게 측정될 수 있기 때문에 심벽의 운동을 관찰함에 있어서는 판독에 영향을 미칠 수 있을 것으로 예상된다.<sup>5)</sup> Half-time 영상과 Half-time(Onco, Flash) 영상을 비교한 결과에서 심박출 계수는 두 군간의 유의한 차이가 발견되었고, 극단치가 존재하는 것으로 분석되었다. 영상처리기법(Onco, Flash)을 사용하지 않은 Half-time 영상은 심벽의 운동을 관찰함에 있어서는 영상의 질이 떨어지는 한계를 나타내었다. 이상의 결과들이 중요한 의미를 가지기 위해서는 스캔의 정확성이나 재현성, 각 심기능 지표들에 대한 정확한 생리학적 이해 등의 문제들이 요구된다.<sup>4)</sup> 특히 좌심실과 배

후방사능의 관심영역 설정을 위해서 자동관심영역을 이용하였는데 이는 10번의 심박출 계수를 분석하여 평균값을 산출하는데 있어서 정확성을 완벽하게 검정할 수는 없겠지만 반복적인 영역 설정에 있어서 재현성을 더욱 고려하였기 때문에 자동관심영역 설정을 이용하였다. 본 연구에서 사용된 SIEMENS사의 Onco, Flash (Pixon<sup>®</sup> method)의 조건은 현재 서울아산병원 핵의학과에서 bone scan에 이용되는 조건과 동일하게 적용하였다. 추후 연구를 통해 필터링의 조건과 계수치에 따른 심박출 계수 차이의 평가도 필요할 것으로 판단된다. 영상처리기법(Onco, Flash)을 적용한 Half-time의 검사는 실제 임상적 적용을 위해서 더 많은 임상적 연구와 통계적 자료를 바탕으로 결과에 대한 신뢰도를 쌓아 가는 노력이 계속 된다면 Half-time (Onco, Flash) 영상의 좌심실 기능의 평가는 임상에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 결 론

비침습적인 방법으로 심장기능을 평가하는 검사는 핵의학이 가지는 가장 큰 강점 중 하나이다. 그 중에서 게이트심장혈액플 스캔은 심전도에서 나오는 신호를 게이트로 이용하여 심장 혈액플의 영상을 만드는 것으로 심실의 기능을 평가할 수 있는 유용한 검사이다. 하지만, 이러한 장점에도 불구하고 이들 검사에 비해 핵의학 검사의 긴 검사시간은 시간 경쟁력의 제고가 요구되는 현실이다. 본 연구의 결과를 바탕으로 게이트심장혈액플 스캔에서 Onco, Flash (Pixon<sup>®</sup> method)와 같은 영상처리기법을 이용하여 Half-time 영상을 적용한다면 환자의 움직임에 의한 인공물 발생 가능성을 낮추고, 검사의 접근성 및 유연성이 향상될 수 있을 것으로 예상된다. 또한 검사 시간의 단축에 따른 환자의 편의성을 고려하여 검사만

속도 증가의 효과를 가져올 것으로 판단된다.

## REFERENCES

1. Kyun Han Lee et al. ROC Analysis of Visual Assessments Made in Gated Blood Pool Scans of Patients With Coronary Artery Disease. *Korean J Nucl Med* 1989;23(2):175-181.
2. Seok Gun Park. Assessment of Ventricular Function Gated Blood Pool Scan and Gated Blood Pool SPECT. *Korean J Nucl Med* 2005;39(2):100-106.
3. Jae Hwang Kang, et al. Analysis of Left Ventricular Functional Parameters in Nomal Korean Subjects by ECG Gated Blood Pool Scan. *Korean J Nucl Med* 1994;28(1):52-61.
4. Yong Tae Ahn, et al. A Study on the Ventricular Wall Motion with EKG Gated Cardiac Blood Pool Scan. *Korean J Nucl Med* 1983;17(2):25-33
5. 고창순. 핵의학. *고려의학* 1992:377-393.
6. Chang Woon Choi, et al. Analysis of Ventricular Diastolic Function in Coronary Diseae with Gated Blood Pool Scan. *Korean J Nucl Med* 1986;20(2):39-45.