

Original Article

심장기능상태의 분류에 따른 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파의 심박출계수 상관관계에 관한 고찰

서울 아산병원 핵의학과

이동훈 · 박장원 · 남기표

The Study on the Correlation of the Ejection Fraction of Multi Gated Blood Pool Scan and Echocardiography According to the Condition of Cardiac Function

Dong Hun Lee, Jang Won Park and Ki Pyo Nam

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

Purpose	We considered the correlation of Ejection Fraction (EF) which was analyzed by Multi Gated Blood Pool Scan (MUGA) and Echocardiography (ECHO) for the patients who were classified according to the condition of cardiac function.
Materials and Methods	We analyzed the patients (female 60) who were diagnosed with breast cancer and were examined by both MUGA and ECHO. The 30 patients (age: 58.27±13.48) who were analyzed into less than 50% to 70% of EF were categorized as normal group and the other 30 patients (age: 53.70±8.45) who were analyzed into less than 50% of EF were categorized as abnormal group. Statistical analysis with SPSS ver. 18 was applied.
Results	Each of the value of mean and standard deviation of normal group was 66.43± 5.80 (MUGA), 60.50±4.93 (ECHO). There was a significant difference ($p<0.001$). Each of the value of mean and standard deviation of abnormal group was 41.93±7.58 (MUGA), 41.70±11.49 (ECHO). There was no significant difference ($p>0.001$). In the result, all 30 cases of normal group showed the same reading. 8 out of 30 cases in abnormal group showed inconsistency of the reading.
Conclusion	We could confirm the correlation of the EF in MUGA and ECHO statistically. There was difference between abnormal groups from the result of reading. If we are aware of the result according to the different cardiac function categorization, MUGA and ECHO can be used as even more accurate interchangeable test.
Key Words	Ejection Fraction, Echocardiography, Multi Gated Blood Pool Scan

서 론

심박출계수(Ejection Fraction : EF)는 심장기능을 평가하는 여러 가지 지표 중 하나로서 정확한 심박출량의 진단을 위하여 이용되고 있으며 심장초음파, 게이트심장혈액풀 검사, 심혈관 조영검사, 자기공명영상 등 다양한 방법으로 측정이

가능하다^{1,2)}. 이 중 심장초음파는 심박출계수가 심장기능을 평가하는데 이용되기 시작한 1960년대 후반부터 지금까지 가장 널리 이용되고 있다. 그러나 비만이나 심한 폐기종 환자의 경우에는 심박출계수 측정이 불가능하고 재현성이 떨어진다고 평가되기도 한다³⁾. 이러한 이유로 최근에는 심박출계수 측정에 있어 비 침습적인 방법으로 반복검사에 유용한 게이트심장혈액풀 검사가 이용되고 있으며, 심장초음파에서 산출된 심박출계수에 대하여 높은 상관성을 가진다는 연구가 보고되고 있다. 하지만 대부분의 연구는 심장기능의 상태를 고려하지 않은 채 모든 환자들을 대상으로 비교 분석되었다⁴⁾. 이에 본 연구에서는 심장의 기능 상태에 따라 분류된 대상에 대해

• Received: 2015. 4. 3 Accepted: 2015. 4. 30
• Corresponding author: **Dong Hun Lee**
Department of Nuclear Medicine, Seoul Asan Medical Center
388-1 Pung nap 2-dong Song pa gu, seoul 138-736, Korea
Tel: +82-3010-4610 Fax: +82-2-3010-5429
E-mail: bangheyhey@naver.com

여 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파에서 각각 평가된 심박출계수의 상관성에 대하여 고찰하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

2011년 1월부터 2014년 9월까지 본원에서 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파를 시행한 환자 중 유방암 진단을 받은 여자 60명을 대상으로 하였다. 게이트심장혈액풀 검사에서 심박출계수가 50% 미만으로 측정되고 심장기능장애(dysfunction)로 진단받은 환자 30명을 비 정상군으로 분류하였고, 심박출계수가 50% 이상 75% 미만으로 측정되고 정상기능(Normal function)으로 진단 받은 환자 30명을 정상군으로 분류하여 각 그룹마다 심장초음파의 심박출계수와 비교분석하였다.

2. 검사장비

게이트심장혈액풀 검사는 Infinia(General Electric Healthcare, USA)(Fig. 1), Venti(General Electric Healthcare, USA)(Fig. 2)를 사용하였으며 심장초음파장비는 필립스사의 IE-33 장비(Fig. 3)를 사용하였다.

3. 검사방법

게이트심장혈액풀 검사는 첫 번째 환원제(Pyrophosphate) 0.03 ml/kg을 정맥주사하고, 두 번째 20분 후 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 925 MBq (25 mCi)을 정맥 주사하는 체내 표지법을 이용하였다. 심전도를 연결한 후에 저에너지 콜리메이터(Low Energy General Purpose, LEGP)가 장착된 감마카메라를 이용하였으며, 좌심실과 우심실이 잘 분리 될 수 있도록 최적 중격상으로

검출기(Detector)를 위치시켰다. 각 환자의 영상은 좌전사위상(Left Anterior Oblique, LAO)에서 900만 계수 획득 후, 전면부(Anterior, ANT)와 측면부(Lateral, LAT) 영상을 각각 600만 계수로 획득하였다. 1회 심박동주기를 24화면(frame)으로 나누는 단위영상을 얻어 촬영하였고 자료획득 전에 약 24개의 심박동 주기 동안의 심전도를 분석하여 적절한 심박동 주기와 이에 대한 10%의 식별영역을 정하여 이에 해당 되는 심박동 주기의 영상만을 획득하였다. 또한 매트릭스의 크기는 64 x 64를 적용하였다. 같은 환자를 대상으로 정상군은 최대 30일 이내에 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파 2가지 검사를 시행 하였으며, 비 정상군은 최대 7일 이내에 두 가지 검사를 모두 시행하였다.

4. 영상분석

게이트심장혈액풀 영상의 심박출계수는 Xeleris Ver. 2.0 (General Electric Healthcare, USA) 프로그램을 사용하여 분석하였다. 심박출계수는 이완말기 및 수축말기의 좌심실의 방사능치를 구하여 좌심실 주위의 배후방사능치로 교정하여 다음 공식에 의해 산출하였다.

$$EF(\%) = \frac{EDV-ESV}{EDV-BKG} \times 100$$

EDV : end-diastolic volume

ESV : end-systolic volume

BKG : background count

좌전사위상 영상에서 심박출계수가 50% 이상 75% 미만인 환자 30명과 심박출계수가 50% 미만으로 평가된 환자 30명을 각각 정상군(Normal function)과 비 정상군(Mild LV dysfunction)으로 분류하여 SPSS Ver. 18을 이용하여 통계분석 하였다.



Fig 1. Infinia was used for experiments of MUGA



Fig 2. Venti was used for experiments of MUGA



Fig 3. IE-33 was used for experiments of ECHO

Table 1. Difference of MUGA normal group (50%~75%) and ECHO EF (%)

	N	Mean±SD(%)	Z
MUGA	30	66.43±5.80	- 4.37*
ECHO	30	60.50±4.93	

* P<0.001

Table 2. Difference of MUGA abnormal group (less than 50%) and ECHO EF (%)

	N	Mean±SD (%)	Z
MUGA	30	41.93±7.58	- 0.51*
ECHO	30	41.70±11.49	

* P>0.001

Table 3. Difference of MUGA and ECHO EF (%)

	Group	Mean±SD (%)	P
Normal (50%~75%)	MUGA	66.43±5.80	P<0.001
	ECHO	60.50±4.93	
Abnormal (less than 50%)	MUGA	41.93±7.58	0.959
	ECHO	41.70±11.49	

Table 4. Readings of MUGA normal group (50%~75%) and ECHO EF (%)

MUGA(%)	ECHO(%)	MUGA(%)	ECHO(%)	MUGA(%)	ECHO(%)
70	60	70	63	67	61
69	56	72	60	66	54
65	60	50	51	59	60
64	53	56	58	72	68
72	65	73	68	60	57
66	63	71	73	72	65
70	66	70	60	70	60
64	60	72	53	69	56
70	64	64	61	56	55
64	61	73	62	66	62

Normal	Mild LV dysfunction
--------	---------------------

결 과

1. 정상군 게이트심장혈액플 검사와 심장초음파의 심박출계수 기술 통계

50% 이상 75% 미만의 정상군 연구대상자 30명의 심박출계수를 정량적으로 분석한 결과, 각각의 평균±표준편차는 게이트심장혈액플 검사는 66.43±5.80%, 심장초음파는 60.50±4.93%으로 게이트심장혈액플 검사의 심박출량이 약 6% 정도 높게 측정되었다(Table 1).

2. 비정상군 게이트심장혈액플 검사와 심장초음파의 심박출계수 기술 통계

50% 미만의 비정상군 연구대상자 30명의 심박출계수를 정량적으로 분석한 결과, 각각의 평균±표준편차는 게이트심장혈액플 검사는 41.93±7.58%, 심장초음파는 41.70±11.49%로 평균값에서 큰 차이를 보이지 않았다(Table 2).

3. 게이트 심장 혈액플 검사와 심장초음파의 심박출계수 차이 분석

Wilcoxon Signed-Rank test로 통계 분석한 결과에서 게이트심장혈액플 검사와 심초음파의 정상군에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였지만 비 정상군간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 3).

4. 게이트심장혈액플 검사와 심장초음파의 심박출계수 판독결과

정상군간 판독결과의 차이를 확인하기 위하여 전문의에 의해 측정된 환자의 실제 심박출계수와 판독 결과에서 게이트심장혈액플 검사와 심초음파를 시행한 모든 환자에서 정상기능(Normal function)으로 진단되어 판독의 일치율을 보였다(Table 4).

정산군간의 모든 환자에서 판독의 일치율을 보인 것과 달리 비정상군에서는 게이트심장혈액플 검사에서 심장기능장애

Table 5. Readings of MUGA abnormal group(less than 50%) and ECHO EF(%)

MUGA(%)	ECHO(%)	MUGA(%)	ECHO(%)	MUGA(%)	ECHO(%)
21	21	43	34	41	51
41	42	41	53	45	49
48	55	28	21	49	56
43	32	49	49	46	34
46	56	42	40	44	53
34	35	46	37	49	43
38	31	46	48	35	28
47	50	30	24	49	43
49	49	25	16	42	55
48	48	48	58	45	47

Normal	Mild LV dysfunction
--------	---------------------

(dysfunction)로 진단받은 30건 중 8건에서 심장초음파에서는 정상기능(normal function)으로 진단되어 두 검사 사이에 판독의 불일치를 보였다(Table 5).

고 찰

게이트심장혈액풀 검사와 심초음파의 심박출계수는 다른 어떠한 검사보다도 가장 유의한 상관관계가 있다. 이를 통해 실제 임상에서도 상호대체검사로 이용되기도 한다. 심박출계수의 정확성에 있어서는 대부분 심장초음파의 심박출계수가 더욱 정확한 결과 값을 산출한다고 알려져 있지만 일부에서는 오히려 게이트심장혈액풀 검사의 심박출계수가 더욱 정확하다는 내용의 논문이 발표되기도 하였다⁵⁾. 허혈성 심장질환을 포함한 대부분의 심혈관질환 환자들에게서 심장초음파에 의한 심박출계수는 심장기능을 잘 반영하지만 좌심실이 타원구체가 아닌 경우에는 심장초음파에 의한 심실용적의 측정은 오류를 범할 수도 있으며⁶⁾ 심실벽운동의 이상이 없는 경우에만 심장초음파에 의한 심박출계수가 심장기능을 평가할 수 있다고 알려져 있다^{7,8)}. 이러한 이유로 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파의 심박출계수는 유의한 상관관계가 있으나 허혈성 심장질환이나 심실벽운동의 이상을 보이는 심근경색증 환자에 있어서는 본 연구결과와 같이 심장초음파의 심박출계수는 게이트심장혈액풀 검사에 의한 값과 유의한 상관관계가 없어 정확한 심실기능을 평가하지 못할 것으로 판단된다. 따라서 더 많은 임상적 노력과 통계적 자료를 바탕으로 추후 연구를 진행한다면 게이트심장혈액풀 검사의 심박출계수가 더욱 정확한 심실기능의 지표로 이용될 것으로 사료된다.

결 론

심장기능상태에 따른 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파의 심박출계수 상관관계를 통계적으로 확인할 수 있었다. 비 정상군 간의 판독결과에 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있었으며 이러한 결과에 대하여 각 검사실간의 협조와 의견을 통해 판독 결과의 오차를 줄일 수 있는 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 오늘날 심초음파 기술의 발달과 심근관류 SPECT의 보급으로 게이트심장혈액풀 검사의 역할이 줄어들고 있지만 본 연구를 통해 심장기능상태 분류에 따른 결과를 인식하고 검사를 시행한다면 더욱 정확하고 신뢰성 있는 상호대체 검사로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

요 약

게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파로 산출된 좌심실 심박출계수(Ejection Fraction : EF)는 높은 상관성을 가진다는 연구가 보고되고 있지만 대부분의 연구는 심장기능의 상태를 고려하지 않은 채 모든 환자들을 대상으로 비교 분석하였다. 이에 본 연구에서는 심장의 기능상태에 따라 분류된 대상에 대하여 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파에서 평가된 심박출계수의 상관성에 관하여 고찰하고자 한다. 본원에서 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파를 모두 시행한 환자 중 유방암 진단을 받은 여자 60명을 대상으로 하였다. 감마카메라는 Infinia (GE healthcare, Milwaukee, USA)와 Ventri (GE healthcare, USA)를 사용하였으며, 체내 표지법으로 좌전사위상(Left Anterior Oblique, LAO)영상을 획득한 후, 전면상

(Anterior View)과 좌측면상(Left Lateral View)을 각각 획득하였다. 영상분석은 좌전사위상에서 심박출계수가 50% 이상 70% 미만으로 평가된 환자 30명(연령: 58.27±13.48)과 50% 미만의 환자 30명(연령: 53.70±8.45)을 각각 정상군(Normal)과 비 정상군(Mild LV Dysfunction)으로 분류하여 SPSS ver. 18.0로 통계 분석하였다. 그룹 간 판독결과의 차이를 확인하기 위하여 전문의에 의해 판독된 결과를 참고하였다. 정상군의 게이트심장혈액풀 검사와 심초음파의 심박출계수의 평균값은 각각 66.43±5.80, 60.50±4.93로 심초음파의 값이 다소 낮게 측정되었으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($P<0.001$). 비 정상군의 게이트심장혈액풀 검사와 심초음파의 심박출계수는 평균값이 41.93±7.58, 41.70±11.49로 통계적으로 유의한 차이가 없었다($P>0.001$). 정상군간의 판독결과에서 30건 모두 동일한 판독결과를 보였으나 비 정상군간에서는 30건 중 8건에서 판독의 불일치를 보였다. 본 연구를 통하여 게이트심장혈액풀 검사와 심장초음파의 심박출계수 상관관계를 통계적으로 확인할 수 있었으며, 비 정상군간의 결과에 주관적인 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 심장기능상태 분류에 따른 결과를 인식하고 게이트심장혈액풀 스캔과 심장초음파를 상호대체 검사로 임상에서 활용한다면 보다 정확한 결과값을 산출하여 진단에 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kenneth J. Nichols, Andrew Van Tosh, Yi Wang, Christopher J. Palestro and Nathaniel Reichel. Validation of Gated Blood-Pool SPECT Regional Left Ventricular Function Measurements. *J Nucl Med* 2009;50:53-60.
2. Darshan Godkar, MD; Kalyan Bachu, MD; Bijal Dave, MD; Robert Megna; Selva Niranjani, MD; and Ashok Khanna, MD. Comparison and Co-Relation of Invasive and Noninvasive Methods of Ejection Fraction Measurement. *J Natl Med Assoc.* 2007;99(11): 1227-8, 1231-4.
3. Sung Hee Lee, MD. Se Woong Seo, MD. Sung Gu Kin, MD. Young Joo Kwon, MD. Evaluation of ejection fraction Obtained by echocardiography and Radionuclide Ventriculography. *The Korea Circulation Journal* 1985;15:3.
4. Ji Uk Jeong, Hyo Yeong Lee, Jong-Jun Yun, Hwa-jin Lee, Moo-Seok Lee, Hyeon-Seok Song, Se-Yun Park and Jae-Hwan Kim. Comparison of the Ejection Fraction Between Gated Blood Pool, Gated Blood Pool SPECT and Echocardiography. *J Nucl Med Technol* 2010;14(2) 150-154.
5. NICOLETTE C. RN, CCRN, MED AND FREDERICK J. RN, MSN. Measuring ejection fraction with a MUGA scan. *Nursing* 2003;33:7.
6. Upton MT, Rerych SK, Newman GE, Bounous RH. The Reproducibility of radionuclide angiographic Measurements of Left ventricular function in normal subjects at rest and during exercise. *Circulation* 1980;62:126.
7. E D Folland, A F Parisi, P F Moynihan, D R Jones, C L Feldman and D E Tow. Assessment of left ventricular ejection fraction and volumes by real-time, two-dimensional echocardiography. A comparison of cineangiographic and radionuclide techniques. *Circulation* 1979;60:760-766.
8. Seok Gun Park, MD. Assessment of Ventricular Function Using Gated Blood Pool Scan and Gated Blood Pool SPECT. *J Nucl Med* 200539(2):100-106.