

확장성 심근증시 방사성 핵종심실 조영술과 심초음파를 이용한 좌우심실 기능의 평가

동부 시립병원 내과

김주형 · 정태시 · 오경식

한양대학교 의과대학 내과학교실

이방현 · 박병권 · 전재범 · 김정현 · 임현길 · 이정균

한양대학교 의과대학 핵의학교실

조 석 신

= Abstract =

The Evaluation of Left and Right Ventricular Function by Radionuclide Ventriculography and Echocardiography in Dilated Cardiomyopathy

Ju Hyung Kim, M.D., Tae See Chung, M.D., Kyung Shik Oh, M.D.

Department of Internal Medicine, Dong-Bu City Hospital, Seoul, Korea

Bang Hun Lee, M.D., Byung Kwon Park, M.D., Jae Bum Jun, M.D.,

Jung Hyun Kim, M.D., Heon Kil Lim, M.D., Chung Kyun Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

Suk Sin Cho, M.D.

Department of Nuclear Medicine, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

It has been known that dilated cardiomyopathy(DCM) is characterized by systolic dysfunction of left ventricle(LV), but there were few studies about correlation between LV systolic function, diameter and diastolic function measured by echocardiography and radionuclide ventriculography(RVG)

The purpose of this study is to evaluate LV systolic and diastolic function as well as RV function using regional ejection fraction and functional images by RVG in 17 patients with DCM and to compare these variables with echocardiographic data.

The results are as follows :

1) DCM showed diffuse systolic and diastolic dysfunction of LV. The systolic impairment is accounted for the diastolic impairment in DCM.

2) The increased standard deviation of phase angle of left ventricle(LVSDph) revealed LV asynchronous contraction in DCM.

3) LVSDph showed significant correlations with other RVG parameters such as LV ejection fraction, and peak ejection rate, peak filling rate and also with LV systolic and diasto-

lic diameter measured by echocardiography.

It is concluded that LVSDph may be useful in evaluation of LV systolic and diastolic function in patients with DCM as well as LV asynchronous contraction.

KEY WORDS : Radionuclide ventriculography · Dilated cardiomyopathy · Echocardiography · Phase analysis.

서 론

확장성 심근증(Dilated cardiomyopathy : DCM)은 관상동맥이 정상이면서 원인불명으로 심실확장 및 수축기능의 저하를 보이는 질환¹⁾으로 최근 확장성 심근증에서 수축기능 뿐 아니라 확장기능 및 우심심실의 기능에 대한 보고가 활발하게 이루어지고 있으며, 비관혈적인 검사중의 하나인 방사성 핵종심실 조영술(Radionuclide ventriculography : RVG)은 심초음파도처럼 안전하고 반복 및 추적검사를 쉽게 할 수 있을 뿐 아니라 전체 및 국소 심실 박출계수, 심실벽운동, 심실의 용적 및 우심실의 수축기능까지 볼 수 있어 그 유용성이 충분히 안정되고 있다. 저자들은 RVG와 심초음파도로 확장성 심근증에서의 좌우심실 기능 및 수축과 확장기능 장애의 연관성을 알아보기 위해 본 연구를 시행하였으며 더불어 위상 분석으로 histogram을 얻어 그 표준편차와 전체 박출계수 및 최대박출율, 최대 충만율, 심초음파도상의 좌심실의 수축기말 내경, 좌심실의 이완기 내경과의 상관관계를 살펴봄으로서 위상분석의 유용성에 대해 연구해보았다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1988년 6월부터 1989년 12월까지 한양대학병원에 입원한 17명의 확장성 심근증 환자와 정상대조군을 대상으로 RVG를 실시하였는데 확장성 심근증 환자는 심한 좌심부전이 임상적으로 호전된 뒤(입원 3일 내지 6일)에 RVG를 시행하였다. 확장성 심근증 환자의 연령분포를 보면 45세부터 74세까지였고, 성별로는 남자 7명, 여자 10명이었다.

확장성 심근증 진단은 원인이 없이 약물치료에 잘 반응하지 않는 심한 심부전(NYHA class, III-IV)이 있으면서 흉부 단순 X-선 검사상 심흉비가 0.5 이상으로 심비대가 있고, 심초음파도 검사상 수축기말과 확장기말 용적이 현저히 증가하여 좌심실 구혈율이 40% 이하인 경우로 하였다. 단, 심판막 질환 및 관상동맥질환, 폐질환, 고혈압, 심낭막 질환으로 인한 심부전은 검사대상에서 제외하였다.

심폐질환이 없는 20명의 정상대조군에 RVG를 시행하여 확장성 심근증 환자와 비교하였다.

2. 연구방법

1) RVG에 의한 심실기능의 평가

와위에서 Tc-99m 20mCi를 human serum albumin에 labelling한 후 전극 정맥에 주사하고 5분후에 방사성 핵종이 심혈관에 균일하게 퍼진 후 Siemens 7500gamma camera를 이용하여 좌전사위 30~45도에서 RVG를 시행하였고, 여기서 얻은 시간-방사능 곡선을 microdelta computer system을 이용하여 1차 Fourier식으로 변환을 시켜서 이를 다시 시간에 대해 배분하여 변화율 곡선을 얻었다. 여기서 좌, 우심실의 전체박출계수 및 최대 구출율(peak ejection rate : PER), 최대 충만율(peak filling rate : PFR), 최대 충만율시간(time to peak filling rate : TPFR), 1/3 충만계수(1/3 filling fraction : 1/3 FF)를 구하였으며, 국소박출계수를 좌전사위 45도에서 좌심실을 Fig. 1과 같이 9개로 세분하여 심실중격, 심첨하벽 그리고 후측벽으로 구분하여 각각의 박출계수를 구하였다.

2) 위상분석(Phase analysis)

각 pixel의 시간-방사능 곡선을 Fourier 변환을 통해 1차 harmonic곡선을 얻었고 여기서 amplitude image와 함께 phase image를 얻은 후 위상

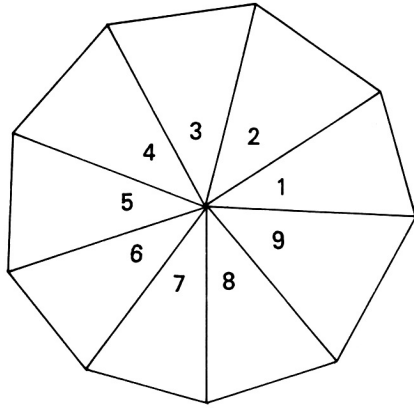


Fig. 1. Measurement of left ventricular regional ejection fraction in LAO view. S=septal(4, 5, 6), IA=infero-apical(7, 8) PL=postero-lateral(9,1).

분석을 통해 histogram을 0도~360도로 나눈 후 위상 최고치의 표준편차(standard deviation of peak phase angle ; SDph)를 구하였다(Fig. 2).

3) 심초음파도에 의한 좌심실 기능의 평가

심초음파도검사는 ALOKA SSD~880 echocardiography를 사용하였고, 환자의 체위는 양와위에서 검사 하였으며 흉골좌면 제 3, 4 늑간상에서 이면성 심초음파도를 이용하여 흉골연 장축단면도를 확인하고, M-mode, 심초음파도상 25~50 mm/second를 심전도와 함께 기록하고 좌, 우심실의 내경을 측정하였다.

4) 통계처리

자료는 평균치와 표준편차로 계산하였으며 각 군에 분포된 평균치간의 차이는 Student's t-test를 이용하여 p값을 구하였고 $P < 0.05$ 인 경우에 유의성을 인정하였다.

두 지표사이의 상관치는 linear regression을 통하여 R값을 구하였으며 역시 $P < 0.05$ 수준에서 유의성을 인정하였다.

성 적

확장성 심근증환자 17명과 정상 대조군 20명에

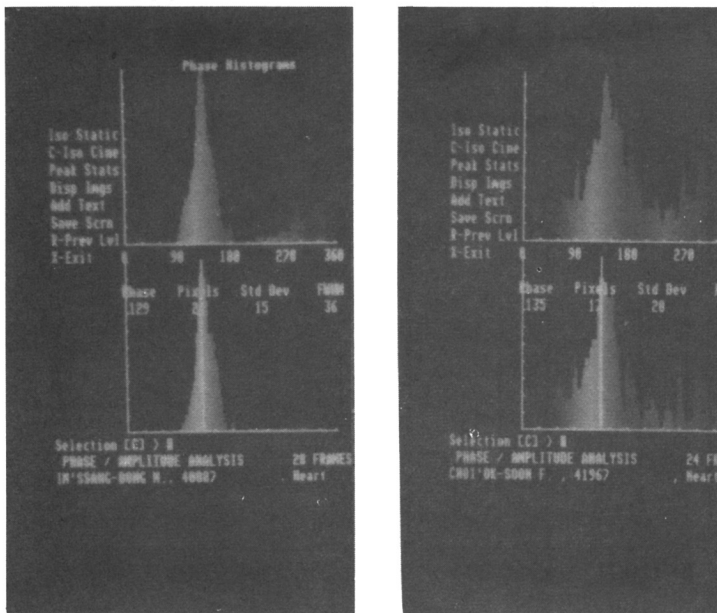


Fig. 2. Display of the distribution of phases in a histogram. The initial sharp peak corresponds to ventricular systole and the second broad peak corresponds to atrial systole. The narrow peak in left picture indicates normal synchronous ventricular systolic wall motion and the broad peak in right picture indicates asynchronous ventricular systolic wall motion.

서 실시한 RVG의 결과는 표 1과 같다.

1) 수축기 기능의 지표인 좌심실의 전체 박출계수 및 최대 구출율을 살펴보면 확장성 심근증시 $26.1 \pm 7.5\%$ 및 $2.2 \pm 0.8/\text{sec}$ 로 정상 대조군의 $69.4 \pm 4.8\%$, $4.2 \pm 0.8/\text{sec}$ 에 비해 현저히 저하 되어 있었으며(모두 $p < 0.001$)(표 1 및 Fig. 3), 좌심실의 국소별(심실중격, 심첨하벽, 후측벽) 박출계수도 확장성 심근증시 $18.9 \pm 9.6\%$, $18.2 \pm 11.3\%$, $30 \pm 13.2\%$ 로 정상대조군의 $54.7 \pm 7.4\%$, $72.7 \pm 7.0\%$, $77.8 \pm 8.3\%$ 에 비해 유의있게 감소되어 있었다(모두 $p < 0.001$)(표 2 및 Fig. 3)

우심실의 수축기능인 우심실 박출계수는 확장성 심근증시 $25.0 \pm 9.4\%$ 로 정상대조군의 $49.3 \pm 7.3\%$ 에 비해 유의한 차를 보였다(표 2 및 Fig. 3)

2) 확장기능의 지표인 최대 충만을 및 최대 충만을 시간을 비교해보면 확장성 심근증시는 $1.8 \pm 0.7/\text{sec}$ 및 $129.7 \pm 43.8\text{msec}$ 를 보여 정상대조군의 $3.2 \pm 0.8/\text{sec}$, $93.6 \pm 65.4\text{msec}$ 에 비해 유의있게 감소하여(각각 $p < 0.001$, $p < 0.05$) 확장기 기능 장애도 동반됨이 관찰되었으나(표 1 및 Fig. 4)) 확장기능의 지표인 1/3충만계수는 확장성 심근증시 $0.4 \pm 0.2\%$ 로 정상대조군의 $0.4 \pm 0.1\%$ 와 통계적으로

거의 차이가 없었다.

3) 좌심실의 박출계수와 최대충만을 사이의 관계를 살펴보면 박출계수가 저하될수록 최대 충만율이 저하되는 상관관계를 보여주었으며($R=0.72$, Fig. 5) 좌심실의 최대 구출율과 최대 충만율사이의 관계는 구출율이 저하할수록 충만을 역시 저하되는 상관관계를 보여 주었다($R=0.79$, Fig. 6). 또, 심초음파도상의 좌심실 수축기내경과 이완기내경 사이의 관계는 수축기내경이 클수록 이완기내경 역시 증가되는 상관관계를 보여주었다($R=0.76$).

4) 심초음파도상 좌심실의 수축기 내경 및 이완기 내경을 살펴보면 확장성 심근증시 $54.4 \pm 12.3\text{cm}$ 및 $66.5 \pm 10.8\text{cm}$ 로 정상대조군의 $32.6 \pm 5.0\text{cm}$ 및 $49.2 \pm 5.5\text{cm}$ 에 비해 좌심실 내경이 유의 있게 증가되었다(모두 $p < 0.001$)(표 1). 또한 심초음파도상 우심실의 내경을 비교해보면 확장성 심근증시 $20.4 \pm 6.6\text{cm}$ 로 정상대조군의 $17.3 \pm 3.2\text{cm}$ 와 통계적으로 거의 차이가 없었다.

5) 확장성 심근증시는 좌심실 위상 최고치의 표준편차가 19.3 ± 3.8 도로 정상대조군의 11.3 ± 2.8 도에 비해 유의있게 증가되었으며($p < 0.001$)(표 1

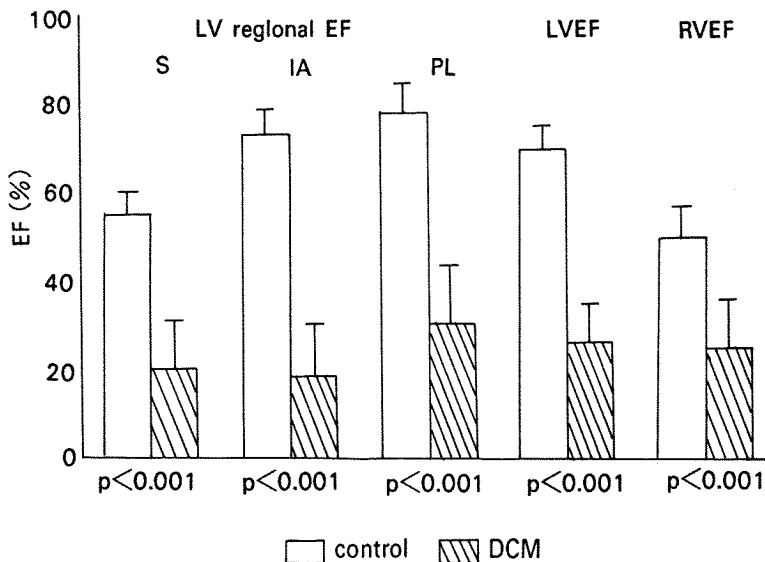


Fig. 3. Ejection fraction(EF) in dilated cardiomyopathy(DCM) groups and control S=septal, IA = infero-apical, PL=postero-lateral.

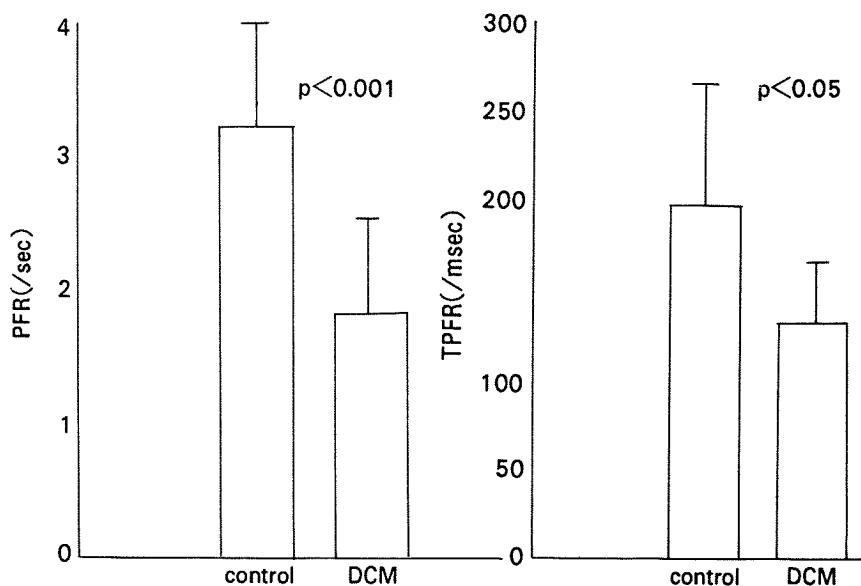


Fig. 4. Left ventricular peak filling rate(PFR) and time to peak filling rate(TPFR) in dilated cardiomyopathy(DCM) groups and control.

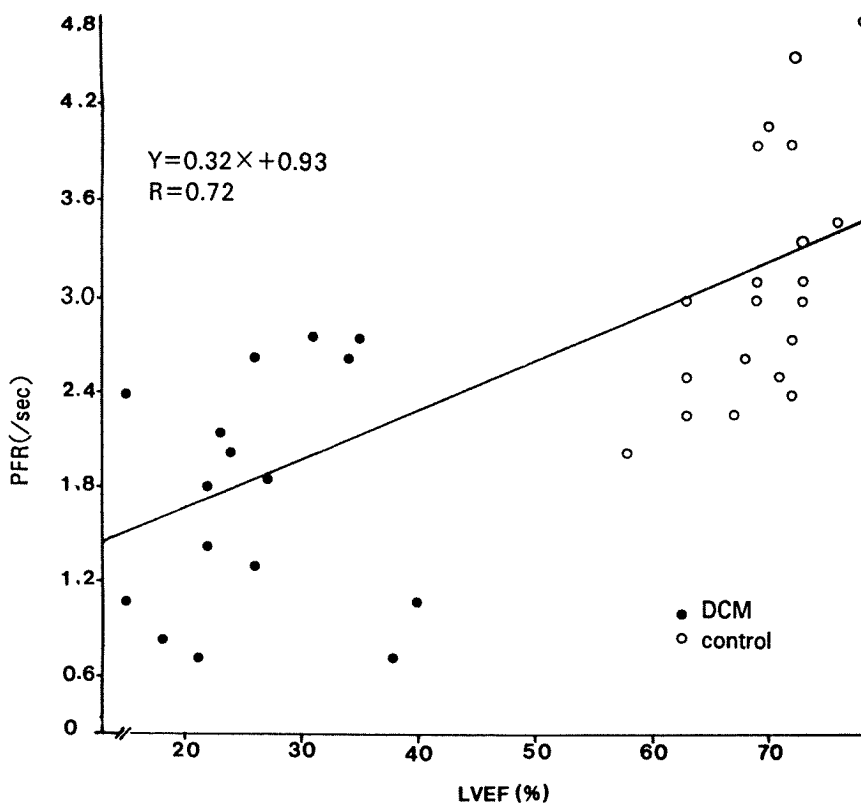


Fig. 5. Correlation of left ventricular ejection fraction(LVEF) and peak filling rate(PFR).

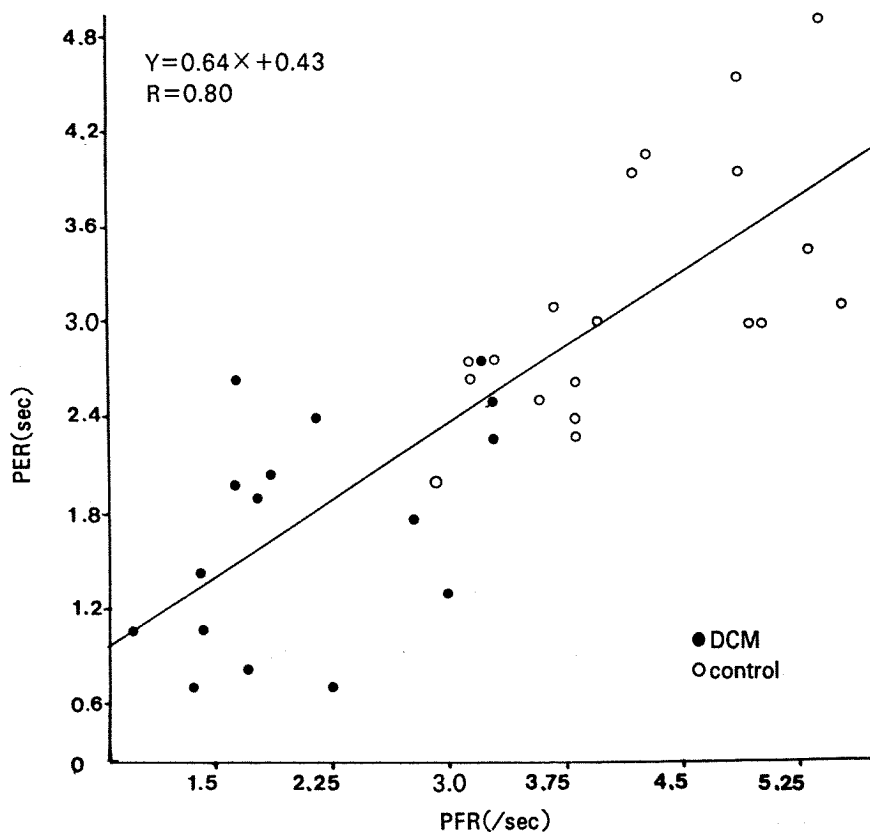


Fig. 6. Correlation of peak ejection rate(PER) and peak filling rate(PFR)

Table 1. Radilnuclide and echocardiographic data in control and dilated cardiomyopathy(DCM) groups

	Control	DCM	P-value
Echocardiographic			
LVSD(mm)	32.6± 5.0	54.4± 12.3	P<0.001
LVDD(mm)	49.2± 5.5	66.5± 10.8	P<0.001
RVDD(mm)	17.3± 3.2	20.4± 6.6	NS
Radionuclide			
LVEF(%)	69.4± 4.8	26.1± 7.5	P<0.001
PER(EDV/s)	4.2± 0.8	2.2± 0.8	P<0.001
TPFR(msec)	193.6± 65.4	129.4± 43.8	P<0.005
1/3EF	0.4± 0.1	0.4± 0.2	NS
SDph(degree)	11.3± 2.8	19.3± 3.8	P<0.001
RVEF(%)	49.3± 7.3	25.0± 9.4	P<0.001

LVSD : Left ventricular systolic diameter
 LVDD : Left ventricular diastolic diameter
 RVDD : Right ventricular diastolic diameter
 LVEF : Left ventricular ejection diameter
 PER : Peak ejection rate

PFR : Peak filling rate
 TPFR : Time to peak filling rate
 1/3FF : 1/3 filling fraction
 SDph : Standard deviation of peak phase angle
 RVEF : Right ventricular ejection fraction

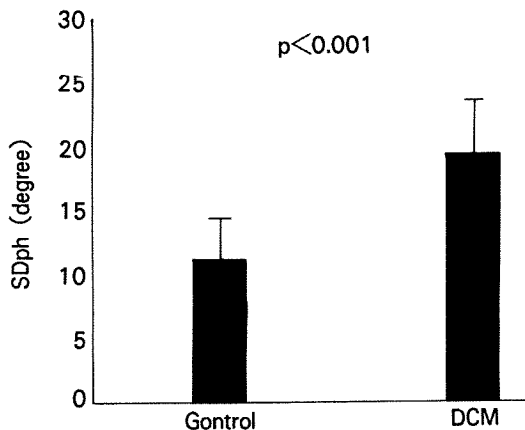


Fig. 7. Standard deviation of left ventricular phase (SDph) in dilated cardiomyopathy(DCM) groups and control:

및 Fig. 7) 그 표준편차는 좌심실의 박출계수 및 심초음파도상에서 측정한 좌심실의 수축기말 내경 및 좌심실의 이완기말 내경과 유의한 상관관계를 보였고(각각 $R = -0.78$, $R = 0.57$, $R = 0.67$, 모두 $p < 0.001$)(Fig. 8, 9, 10) 최대충만율과는 유의한 역상관관계를 보여주었다(각각 $R = -0.63$, $R = -0.56$, 모

Table 2. Left ventricular regional ejection fraction by radionuclide ventriculography in control and dilated cardiomyopathy (DCM) groups

	S	IA	PL
Control	54.7± 7.4 %	72.7± 7.0 %	77.8± 8.3 %
DCM	20.1± 8.5 %	18.2± 11.3 %	30.0± 13.2 %
P-value	<0.001	<0.001	<0.001

S=septal, IA=infero-apical, PL=postero-lateral

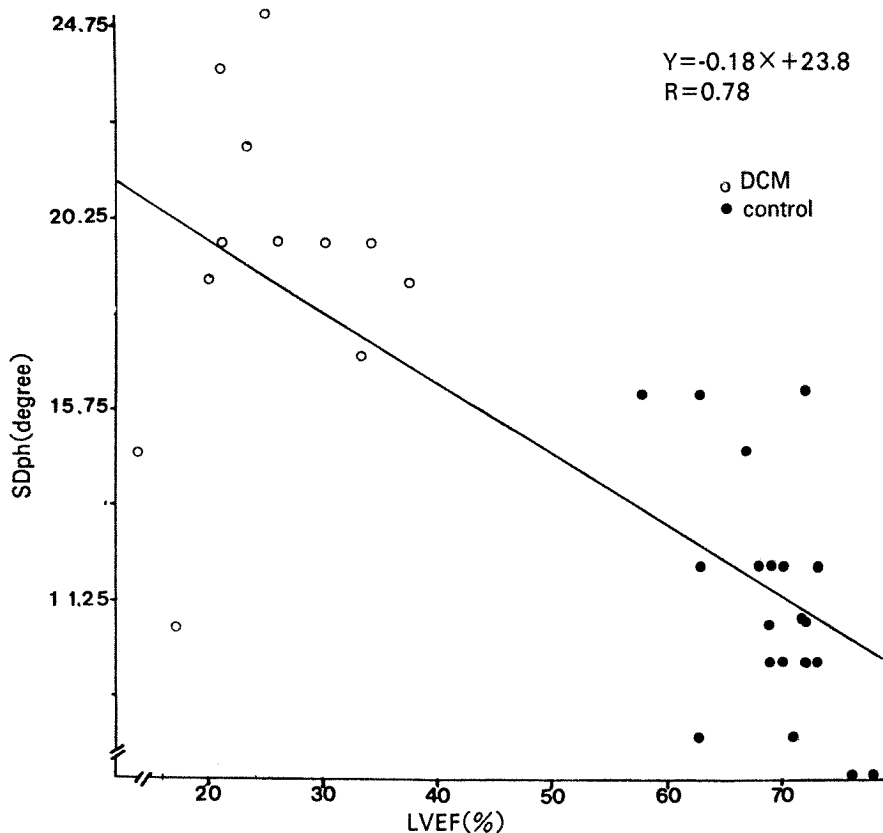


Fig. 8. Correlation of left ventricular ejection fraction(LVEF) and standard deviation of peak phase angle(SDph).

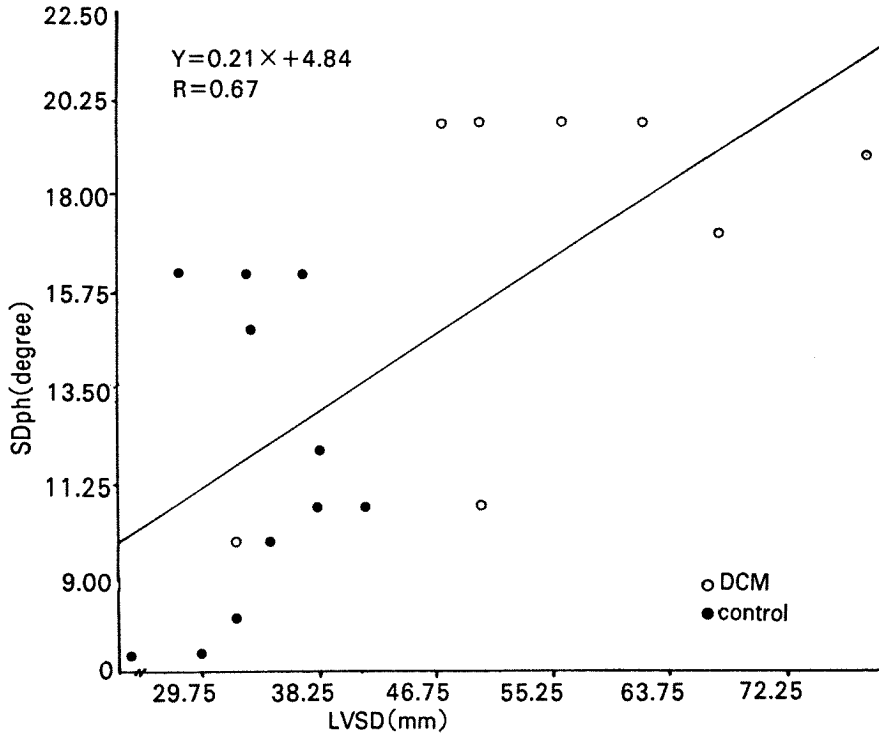


Fig. 9. Correlation of left ventricular systolic diameter(LVSD) by echocardiography and standard deviation of peak phase angle(SDph) by radionuclide ventriculography.

두 $p < 0.001$)(Fig. 11, 12).

고 안

확장성 심근증은 원인불명으로 좌, 우심실기능의 장애를 일으키는 질환으로 ^{2,3)} 좌심실기능의 장애는 박출계수가 0.40이하서 흔히 발생하나 항상 우심실의 박출계수감소 및 우심실 확장이 동반되는 것은 아니다^{4,5)}

확장성 심근증에서 박출계수와 국소심실벽운동의 측정은 지금까지 주로 관혈적 방법인 심도자법에 의해 이루어졌지만⁶⁾ 확장성 심근증과 같은 중증의 질환을 가진 환자에서 예후 및 치료효과를 판정을 하는데 관혈적인 방법의 반복적인 검사는 많은 제한이 따르므로 여러 비관혈적인 검사방법이 개발되었는데 그 중 심초음파도 검사가 안전하고 편리하여 흔히 이용되고 있다. 그러나 불확실한 좌심실 경계와 일관성 없는 분해능^{7,8)}은 물론

폐질환, 비정상적인 가슴모양새를 가진 환자, 비만증 환자등에 있어서는 기술적으로 어려운 점이 있다^{9,10)}. 그러나 RVG에서는 환자의 제한이 없고, 여러방향의 사선 촬영을 할 수 있는 등의 많은장점¹¹⁾이 있어 근래에는 RVG를 이용하여 좌, 우심실기능의 평가를 시도한 논문들이 많다.

확장성 심근증은 좌심실 박출계수가 현저히 감소되는 것이 보통이며, Field등¹²⁾이 주장한 좌심실 박출계수가 40%이하로 떨어진 경우에만 확장성 심근증 진단을 내림으로써 이 병명의 특이도를 높일 수 있다. 본 연구에서도 좌심실 박출계수의 저하 범위를 40%로 정하였다.

확장성 심근증은 미만성으로 수축력이 감소하는 것이 특징이어서 확장성 심근증은 관상동맥질환과 구별이 필요한 질환이다^{13,14)} 즉, 관상동맥질환은 국소질환으로 이질적인 국소심실벽 운동을 하지만¹⁵⁻¹⁷⁾ 때론 좌심실 확장과 함께 전반적인 기능장애를 가져와 이 두 질환에서 임상적인 구분을 하기

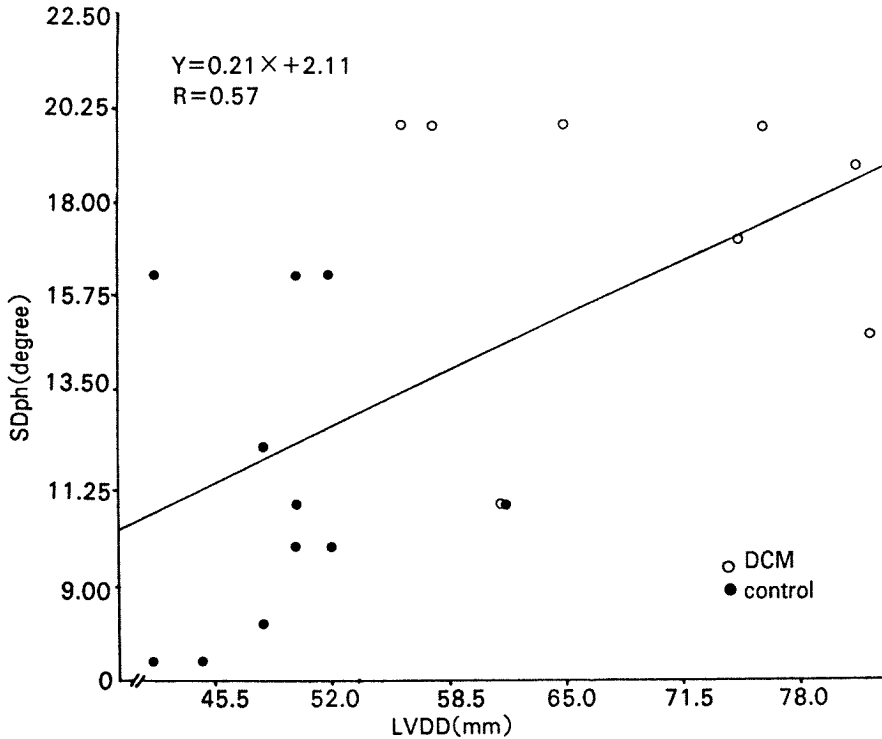


Fig. 10. Correlation of left ventricular diastolic diameter(LVDD) by echocardiography and standard deviation of peak phase angle(SDph) by radionuclide ventriculography.

힘든 경우가 있다¹⁸⁾. 그러나 본 연구에서는 좌심실의 국소별(심실중격, 심첨하벽, 후측벽)의 모든 부위 즉, 52부위(100%) 모두 국소별 박출계수의 감소를 보여 주었으므로, 좌심실의 전반적인(미만성) 저운동증 및 무운동증을 보여주었고, 좌심실 전체 박출계수 및 최대구출율 감소 역시 확장성 심근증환자에서의 수축력 저하로 당연히 예상된 소견을 보여 주었다. 확장성 심근증환자 17명 모두에서 우심실의 수축기능 감소도 관찰할 수 있었고, Greenberg등^{19,20)}에 의하면 확장성 심근증환자의 경우는 78%에서 관상동맥질환에서는 34%에서 관찰되었다고 하였다. 우심실 박출계수는 좌심실 기능에 의한 폐동맥압의 상승으로 우심실의 증가된 후부하 및 좌심실의 하부심근경색을 동반한 우심실심근경색에 의해서도 올 수 있다고 하였는데 본 연구에서는 확장성 심근증환자의 100%에서 감소된 우심실 박출계수를 보였고, 좌심실 기능장애가 심한 확장성 심근증환자에서는 좌심실 장애로

우심실 박출계수가 감소된 것으로 보인다.

좌심실의 최대충만을 시간 및 최대충만의 감소로 좌심실 이완기 기능장애도 관찰되었는데, 좌심실의 전체박출계수와 최대 충만율과의 유의한 상관관계 및 좌심실 최대구출율과 최대 충만율과의 유의한 상관관계를 보여주었으므로 Qureshi등²¹⁾²⁵⁾과 다른 학자들²²⁾²⁵⁾이 관찰한 소견인 확장기 장애는 수축기능의 장애에 따른 이차적인 변화임이 역시 본 연구에서도 관찰되었다.

또 본 연구의 심초음파도상에서 17명 환자 모두에서의 좌심실 확장(수축기 및 이완기)이 관찰되었으며, 다른 연구에서는 RVG의 좌, 우심실의 동시 관찰이 가능한 장점을 이용하여 확장성 심근증환자에서 좌, 우심실 모두 확장되어 있음을 알았다. 우심실의 확장은 좌심실 부전과 관계가 있고, 우심실의 심근경색과는 유의한 관련성이 없다고 하였으나, 단 승모판 협착증 환자에서는 좌심실 확장없이 우심실 확장이 올 수 있다고 하였다^{26,27)}.

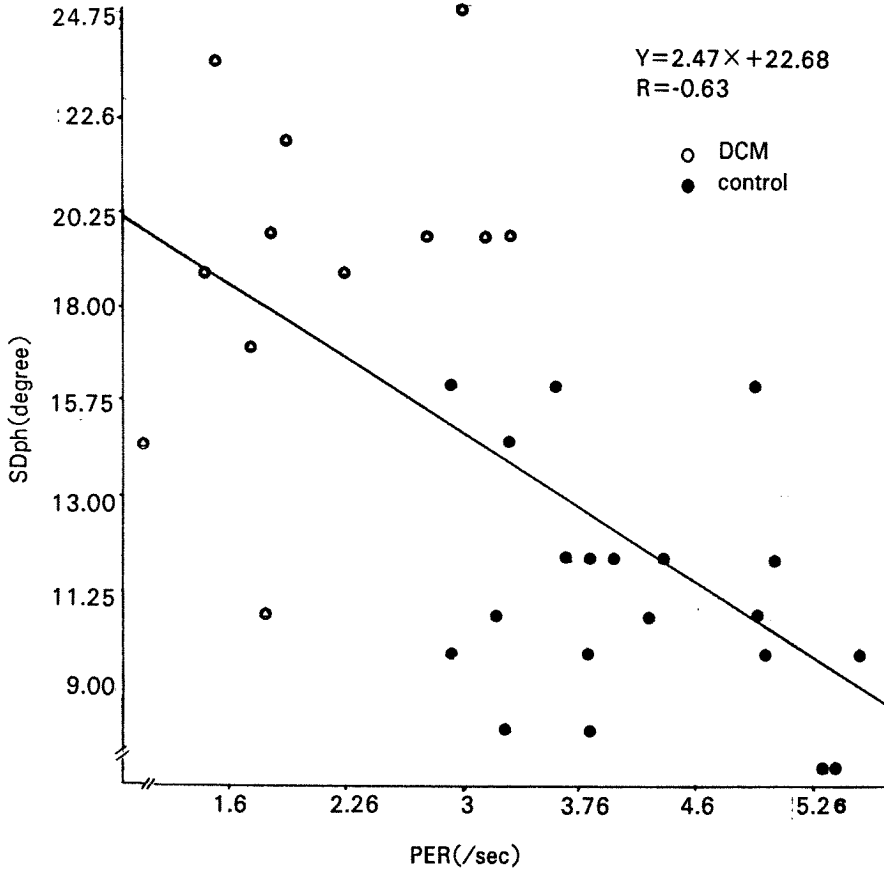


Fig. 11. Correlation of peak ejection rate(PER) and standard deviation of peak phase angle(SDph).

그러나, 본 연구대상인 17명 확장성 심근증환자는 좌심부전 및 심초음파도상 좌심실 확장이 있음에도 불구하고, 우심실 내경의 확장은 3명(33.3%) (우심실 내경이 26cm이상) 뿐이었다.

위상분석은 심근 수축장애 혹은 부정맥 혹은 불규칙한 심박동수에 따라 그 위상 혹은 amplitude 치가 변한다는 것은 널리 알려져 있으며 또한 phase delay는 초기 이완기 충만 기간의 연장이나 심실박출기간의 연장으로 올 수 있다는 것을 염두에 둘 때, 미만성 수축, 이완 장애 및 흔히 전도장애가 동반되는 확장성 심근증환자에서 위상치 증가를 예상할 수 있으나²⁸⁾ 아직 이에 대한 구체적인 보고된 예는 별로 없다. 본 연구에서는 심전도 장애를 배제하기 위해, 심실성 기외수축, 양각불룩 환자는 대상에서 제외시켰으며, 본 연구에서 휴식시 확장성 심근증환자의 phase angle의 표

준편차치(SDph)는 19.3 ± 3.8 도로 Ratio 등이 보고한 관상동맥질환 환자에서의 16.5 ± 1.6 도에 비해 더 큰 위상치가 나와, 확장성 심근증환자에서 좌심실의 벽운동의 불일치된 시상을 보이는 정도가 관상동맥질환 보다 심함이 본 연구에서 관찰되었다. 심기능이 정상이거나 약간 감소된 환자에서 휴식과 최대운동부하시 SDph측정은 관상동맥질환의 진단 및 관상동맥질환과 심장판막질환과의 감별진단을 하는데 민감도와 특이도가 높다고 하였으므로 앞으로 확장성 심근증 및 관상동맥질환에서, 최대운동부하시의 SDph에 대한 연구가 더욱 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Turner등²⁹⁾에 의하면, 흉통의 원인을 밝히려 할 때 정상대조군과 관상동맥질환에서의 최대운동부하시의 SDph에는 유의한 차이가 거의 없는 반면, 최대운동부하시 좌심실 histogram의 skewness(as-

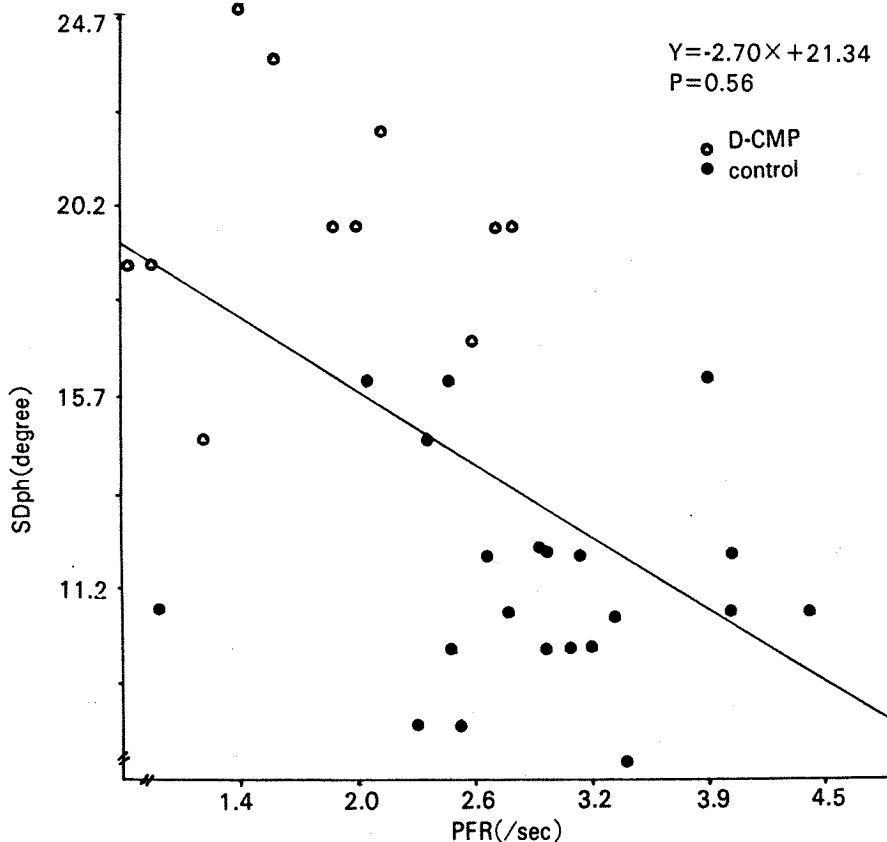


Fig. 12. Correlation of peak filling rate(PFR) and standard deviation of peak phase angle(SDph).

ymmetry)가 흉통의 원인이 관상동맥질환일시에는 매우 유의한 skewness의 증가가 있는 반면, 관상동맥질환이 없는 환자에서는 유의한 차이가 없었는데, 이 연구에 의하면, 정상 skewness(\pm SE)는 휴식 및 최대운동부하시 -0.55 ± 0.15 및 -0.71 ± 0.12 이고, 관상동맥질환 환자에서는 휴식 및 최대운동부하시 skewness가 -0.58 ± 0.5 및 $+0.03 \pm 0.14$ 이었다. 앞으로 더욱 많은 연구로 skewness에 대한 정상대조군의 최대 상한값의 정립이 필요하며³⁰⁾, 확장성 심근증환자에서의 skewness에 대한 연구도 SDph와 더불어 연구되어야 할 것 같다.

또 좌심실의 SDph치는 심실벽운동의 동시성(synchronicity) 여부를 반영하는 것이고, 좌심실의 전체박출계수는 심실벽운동 이상과 전체 심실기능을 나타내주므로 이 두개는 서로 다른 좌심실기능 평가의 지표일 뿐 엄격하게 연관관계가 없다

고³¹⁾하였으나, 본 연구에서는 휴식시 좌심실 SDph치와 좌심실의 박출계수와 최대구출출 및 최대충만율과의 유의한 상관관계가 관찰되었으며, 또한 좌심실 내경(좌심실의 수축기 및 이완기 내경)과도 유의한 상관관계가 있음이 밝혀졌으므로, 향후 휴식 및 최대운동부하를 동반한 SDph연구가 확장성 심근증 환자와 관상동맥질환 환자와의 감별진단과 확장성 심근증의 예후와, 치료효과 및 좌심실기능 측정에 이용될 것으로 사료된다.

결 론

저자는 확장성 심근증에 있어 좌, 우심실 기능 장애 및 좌우심실 내경, 심실벽장애를 평가하고자 1988년 6월부터 1989년 12월까지 한양대학병원 내과에 입원하였던 확장성 심근증환자 17명을 대상

으로 RVG 및 심초음파도를 이용하여 정상대조군과 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 확장성 심근증은 좌우심실의 수축기 기능장애가 있으며 좌심실의 국소별 박출계수도 감소되어 미만성 운동장애가 있음이 관찰되었다.

2) 확장성 심근증은 좌심실의 최대충만 시간 및 최대충만율의 감소로 확장기 기능의 장애도 관찰되었다.

3) 확장기 장애는 수축기능의 저하에 따른 이차적인 변화임이 관찰되었다.

4) 확장성 심근증시 좌심실의 histogram의 SDph의 증가로 좌심실의 벽운동의 비동시성 수축을 관찰할 수 있었다.

5) 위상분석을 통한 SDph는 좌심실의 전체박출계수, 최대충만율, 최대 박출율과 유의있는 비례상관관계가 있으며 심초음파도로 측정한 좌심실내경(수축기 및 이완기 내경)과도 유의있는 역상관관계가 있었다.

본 연구결과 확장성 심근증은 수축기, 이완기 장애 및 미만성운동 장애가 있음이 밝혀졌으며 SDph는 심실벽운동의 동시성 뿐아니라, 심실수축 및 확장기능 그리고 좌심실 내경을 추정하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

References

- 1) Goodwin JF : *The frontiers of cardiomyopathy. Br Heart J* 48-1 : 1, 1982
- 2) Pohost GM, Vignola PA, McKusick KA : *Hypertrophic cardiomyopathy : evaluation by gated cardiac blood pool scanning. Circulation* 55 : 92, 1977
- 3) Johnson RA, Palacios I : *Dilated cardiomyopathies of the adult. New Engl J Med* 307-17 : 1051, 1982
- 4) Johnson RA. Heart Failure. In : Johnson RA, Haber E, Austern WG, eds. *The practice of cardiology. Boston : Little, Brown, 31-95, 1980*
- 5) Alexander J, Dainiak N, Berget HJ : *Serial assessment of doxorubicin cardiotoxicity with quantitative radionuclide angiocardiology. N Engl J*

Med 300 : 278, 1979

- 6) Karliner JS, Gault MD, Eckberg D : *Mean velocity of fiber shortening : a simplified measure of left ventricular myocardial contractility. Circulation* 44 : 323, 1971
- 7) Feigenbaum H : *Echocardiographic examination of the left ventricle. Circulation* 51 : 1, 1975
- 8) Kisslo JA, Roberison D, Gilbert BW : *A comparison of real time, two-dimensional echocardiography and cineangiography in detecting left ventricular asynergy. Circulation* 55 : 134, 1977
- 9) Folland ED, Parisi AF, Moynihan PF, Jones DR, Feldman CL, Tow DE : *Assessment of left ventricular ejection fraction and volumes by real-time, two-dimensional echocardiography : a comparison of cineangiographic and radionuclide techniques. Circulation* 60 : 760, 1979
- 10) Heger JJ, Wayman AE, Wann LS : *Cross-sectional echocardiography in acute myocardial infarction : detection and localization of regional left ventricular asynergy. Circulation* 60 : 531, 1979
- 11) Nicholas AB, Mokusick KA, Strauss, HU : *Clinical utility of gated cardiac blood pool imaging in congestive left heart failure. Am J Cardiol* 65 : 785, 1978
- 12) Feild BJ, Baxley WA, Russell RO Jr : *Left ventricular function and hypertrophy in cardiomyopathy with depressed ejection fraction. Circulation* 47 : 1022, 1973
- 13) Raterty EB, Banks DC, Oram S : *Occlusive disease of the coronary arteries presenting as primary congestive cardiomyopathy. Lancet* 2 : 1147, 1969
- 14) Bahi OP, Massie E : *Electrocardiographic and vectorographic patterns in cardiomyopathy. Cardiovasc Clin* 4 : 95, 1972
- 15) Goldman MH, Boucher CA : *Value of radionuclide imaging techniques in assessing cardiomyopathy. Am J Cardiol* 46 : 1232, 1980
- 16) Ohsuzu F, Boucher CA, Newell JB, Yasuca T, Gold HK, Leinbach RL, McKusick KA : *Okada*

- RD, Rosenthal S, Pohost GM, Strauss HW : *Relation of segmental wall motion to global left ventricular function in acute myocardial infarction*. *Am J Cardiol* 51 : 1275, 1983
- 17) Hudson REB : *Cardiovascular Pathology*. Baltimore : Williams and Wilkins 891, 1965
 - 18) Herman MV, Heinle RA, Klein MD, Gorlin R : *Localized disorders in myocardial contraction asynergy and its role in congestive heart failure*. *N Engl J Med* 277 : 222, 1967
 - 19) Greenberg JM, Murphy JH, Ododa RD, Pohost GM, Strauss HW, Boucher CA : *Value and limitations of radionuclide angiography in determining the cause of reduced left ventricular ejection fraction : Comparison of idiopathic dilated cardiomyopathy and coronary artery disease*. *Am J Cardiol* 55 : 541, 1985
 - 20) Konstam MA, Cohen SR, Salem DN : *Comparison of left and right ventricular end-systolic pressure-volume relations in congestive heart failure*. *J Am Coll Cardiol* 5 : 1326, 1985
 - 21) Qureshi S, Wagner HN, Alderson PO : *Evaluation of left ventricular function in persons with heart failure*. *J Nucl Med* 19 : 135, 1978
 - 22) Oh KY, Roe IH, Ahn MJ, Kim KS, Kim JH, Lim HK, Lee BH, Lee CK : *Radionuclide assessment of cardiac performance in dilated cardiomyopathy*. *Korean J Circ* 17-4 : 709, 1987
 - 23) Leitl GP, Buchanan JW, Wagner HN : *Monitoring cardiac function with nuclear techniques*. *Am J Cardiol* 46 : 1125, 1980
 - 24) Jeon ES, Kim DK, oh BH, Chung JK, Lee MM, Park YB, Seo JD, Lee YW, Koh CS : *Scintigraphic analysis of left ventricular diastolic function in coronary artery disease*. *Korean J Circ* 17-2 : 886, 1983
 - 25) Takenaka K, Debestani A, Gardin JM, Russell D, Clark S, Allfie A, Henry WL : *Pulsed doppler echocardiographic study of left ventricular filling in dilated cardiomyopathy*. *Am J Cardiol* 58 : 143, 1986
 - 26) Erhardt LR : *Clinical and pathological observations in different types of acute myocardial infarction. A study of 84 patients deceased after treatment in a coronary care unit*. *Acta Med Scand (suppl)* 560 : 1, 1974
 - 27) Sharpe N, Botvinick E, Shames D, Chatterjee K, Massie B, Schiller H, Parmley W : *Noninvasive diagnosis of right ventricular infarction : A common clinical entity*. *Circulation* 54(suppl II) : II-76, 1976
 - 28) Nakajima K, Bunko H, Tada A : *Phase analysis in the Wolff-Parkinson-White syndrome with surgically proven accessory conduction pathways*. *J Nucl Med* 25 : 7, 1984
 - 29) Turner DA, Shima MA, Ruggie N : *Coronary artery disease : detection by phase analysis of rest/exercise radionuclide angiocardiograms*. *J Nucl Med* 148 : 539, 1983
 - 30) Gerber K, Slutsky R, Tubau J, Ashburn W, Higgins CB : *Quantitative phase analysis of exercise radionuclide ventriculography in normals and patients with coronary artery disease(abst)*. *Am J Cardiol* 49 : 1044, 1982
 - 31) Schwaiger H, Ratib O, Heinze E : *Limitations of quantitative phase analysis of radionuclide angiograms for detecting 1000 navy disease in patients with impaired left ventricular function*. *J Am Cardiol* 108 : 942, 1984