

관상동맥질환에서 심장풀스캔을 이용한 최고수축기혈압 — 수축기말용적곡선의 분석

서울대학교 의과대학 내과학교실

김병태** · 궁성수 · 범희승 · 정준기
박영배 · 이명철 · 이영우 · 고창순

= Abstract =

The Peak Systolic Pressure-End Systolic Volume Index Relation in Patients with Coronary Artery Disease Using Radionuclide Gated Blood Pool Scintigraphy

Byung Tae Kim, M.D., Sung Soo Koong, M.D., Hee Seung Bom, M.D., June-Key Chung, M.D.
Young Bae Park, M.D., Myung Chul Lee, M.D., Young Woo Lee, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

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

For measurement of ventricular performance, ejection fraction (EF) has gained wide acceptance. But EF is influenced not only by changes in muscle function but also by changes in cardiac loading conditions. In case of valvular heart disease which is variable in loading conditions, EF cannot be reliable as an index of myocardial contractility. The end systolic pressure (ESP)-end systolic volume (ESV) relation, however, is known to represent myocardial contractility, independent of changes in loading conditions. Similar results can be obtained by using peak-systolic pressure (PSP) instead of ESP.

To evaluate the utility of the peak systolic pressure-end systolic volume index (PSP-ESVI) relation as an index of myocardial function, we measured PSP & ESVI in 19 patients with coronary artery disease before (PSP₁ & ESVI₁) and after (PSP₂ & ESVI₂) sublingual administration of nitroglycerin. PSP was measured with standard mercury sphygmomanometer during gated blood pool scintigraphic study. ESVI was measured by count derived method after attenuation correction. PSP₂ & ESVI₂ measurement was started when the fall of PSP was greater than 5 mmHg after 7-14 minutes post-administration of nitroglycerin.

Mean values (\pm S.D.) of PSP₁ & ESVI₁ was 124.9(\pm 20.7) mmHg & 59.4(\pm 39.9) ml/M². Mean values (\pm S.D.) of PSP₂ & ESVI₂ was 113.2(\pm 19.9) mmHg & 37.5(\pm 26.1) ml/M². There was a significant difference between mean values of PSP₁ & PSP₂ ($p < 0.01$), and mean values of ESVI₁ & ESVI₂ ($p < 0.01$). PSP₁-PSP₂/ESVI₁-ESVI₂, PSP₁/ESVI₁ and EF were in the range of 0.14-5.19 mmHg/ml/M², 0.67-7.68 mmHg/ml/M² and 10.8%-74.5% respectively. PSP₁-PSP₂/ESVI₁-ESVI₂ and EF showed exponential correlation ($r = 0.85$, $P < 0.01$). The correlation coefficient between PSP₁/ESVI₁ and EF was 0.73($p < 0.01$).

With the above results, we suggest that PSP₁-PSP₂/ESVI₁-ESVI₂ and PSP₁/ESVI₁ can be used as an index of myocardial function

* 이 논문은 1987년도 서울대학교병원 임상연구비의 보조로 이루어 졌음.

** 한림대학교 의과대학 내과학교실

서 론

심질환에서 심근기능은 환자의 예후 및 치료방침을 결정하는 매우 중요한 요소로서 정확한 평가를 필요로 한다. 심근기능을 측정하는 여러 방법중, 심장플스캔은 비관혈적이고 간편하면서도 computer를 이용하여 정확한 정량분석이 가능하여 1970년대 후반부터 널리 이용되어 왔다. 이러한 심장플스캔을 이용한 여러 심근기능의 지표중에서 심박출계수(Ejection fraction), Diastolic filling rate 등이 많이 이용되고 있다^{1,2)}. 그러나 이들은 심근의 수축력 이외에도 전부하(Preload)와 후부하(Afterload)의 영향을 받으므로, 판막질환과 같이 부하상태의 변화가 많은 심질환의 경우 심근기능을 정확히 반영하지 못한다. 예를들면 승모판막 폐쇄부전에서는 전부하가 증가하고 후부하는 감소하게 되므로 좌심실에는 상당한 기능부전이 있더라도 심박출계수는 정상일 경우가 많다. 최근 압력-용적 곡선(Pressure-volume loop)에서 구한 압력-용적 관계(Pressure-volume relation)가 전부하 및 후부하의 변화에 관계없이 심근기능을 잘 표현하며³⁾, 이때 수축기말 압력(End-systolic pressure) 대신 비관혈적인 방법으로 구할 수 있는 최고수축기 혈압(peak systolic blood pressure)을 이용하더라도 좋은 상관관계가 있음이 알려져 있다⁴⁾. 한편 심실용적의 측정이 심장플스캔을 이용하여 용이하고 정확하게 구할 수 있음이 알려져⁵⁾, 심박출계수가 심근기능을 잘 반영한다고 알려져 있고 전부하 및 후부하의 영향이 비교적 적은 관상동맥질환환자를 대상으로 심장플스캔을 시행하여 좌심실용적을 측정하고, 표준 수는 혈압계를 이용하여 최고 수축기 혈압을 측정하고 압력-용적 지표를 구하여 좌심실의 수축기능을 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1987년 1월 부터 1987년 5월까지 서울대학교병원 내과에서 과거력, 이학적 검사, 심전도 검사, 혈청검사 및 관상동맥조영술상 심근경색증 및 협심증으로 확진되었던 19명의 환자를 대상으로 심장플스캔을 시행하였다. 환자 전례에서 심장판막질환 및 말초혈관질환의 소견을 찾아 볼 수 없었으며, 검사전 3개월 동안은 그 임상증상이 변

화가 없었다. 환자중 10명은 급성 심근경색증, 9명은 협심증이었으며 이들의 평균연령은 57.3세 였다(Table 1).

2. 방 법

체내표지법을 이용하여 환자의 적혈구에 ^{99m}Tc-pertechnetate를 표지한 후 환자의 우측팔에서 표준 수는 혈압계를 이용하여 최고수축기 혈압을 측정 하면서 Ohio-Nuclear 420 gamma camera를 이용하여 좌전사위 45°에서 심장플스캔을 시행하여, nitroglycerin 투여 전후의 좌심실 수축기말 방사능치를, microdelta computer를 이용한 semiautomatic edge detection algorithm 방법으로 구하고, 방사성 동위원소를 투여 했던 팔의 반대쪽 팔에서 5ml의 혈액을 채취하여 60초간 그 방사능치를 측정하였다.

수축기말 용적지표(End-systolic volume index, ESVI)는 다음과 같은 방법으로 구하였다.

$$ESVI(ml/M^2) =$$

$$\frac{LV \text{ end-systolic count rate}}{\text{Blood sample count rate } xe^{-\mu d}} \div \text{body surface area}$$

$$\mu; \text{attenuation coefficient} = 0.13 \text{ cm}^{-1}$$

$$d; \text{distance from body surface to the center of LV (cm)}$$

여기에서 attenuation coefficient μ 는 수조를 이용한 체외실험에서 구한 실험값이며, 체표면에서 좌심실 중앙까지의 거리인 d 는 좌전사위 45°에서 좌심실영상의 중앙이 되는 피부에 점선원으로 표지한 후, detector를 옮겨 전면좌심실의 중앙을 찾은 뒤 이두점사이의 거리를 구하여 이를 $\sin 45^\circ$ 로 나누어 구하였다(Fig. 1). 최고수축기 혈압은 심장플스캔을 시행하는 동안 1분 간격으로 4~5회 측정하여 그 평균치를 이용하였다.

Table 1. Summary of the Patients Studied

Age	: 41 - 85 years (57.3 ± 10.7 years)
Sex	: M / F = 12 / 7
Disease	: Old myocardial infarction 10
	: Angina pectoris 9
	19

성 적

1. Nitroglycerin 투여 전후의 혈류역동학적 소견

Nitroglycerin 투여전에 구한 최고수축기혈압, 수축

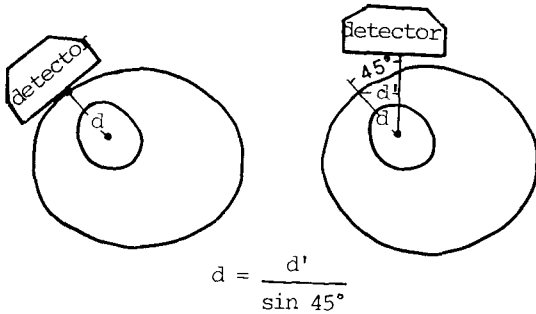


Fig. 1. Schematic demonstration of the method of measurement of depth of left ventricular center.

기말용적지표 및 심박동수는 각각 124 ± 20.7 mmHg (mean \pm S.D.), 59.4 ± 39.9 ml/M², 74.3 ± 10.1 beats per minute였으며, nitroglycerin 투여후에 구한 값은 각각 113.2 ± 19.9 mmHg, 37.5 ± 26.1 ml/M², 80.1 ± 14.6 beats per minute였다. 최고 수축기혈압과 수축기 말 용적지표는 nitroglycerin 투여후에 유의하게 감소하였으며 ($P < 0.01$), 심박동수의 경우 유의하게 증가하였다 ($P < 0.05$) (Table 2, Fig. 2).

2. Nitroglycerin 투여전에 구한 심박출계수와 최고수축기혈압과 수축기말용적 지표의 비 (Peak Systolic Pressure/End-Systolic Volume Index)

Nitroglycerin 투여전에 구한 심박출계수는 10.8% ~ 74.5%의 넓은 범위에 있었으며 평균치 \pm 표준편차는 $46.3 \pm 18.1\%$ 였다. 최고수축기혈압과 수축기 말용적지표의 비는 0.67 ~ 7.68 mmHg/ml/M²의 범위에 있었으

Table 2. Hemodynamic Data before and after Nitroglycerin Administration (Basal-LAO & Nitro-LAO)

	PSP (mmHg) ⁺	ESVI (ml/M ²) ⁺	HR (bpm) ⁺
Basal -LAO	124.9 ± 20.7	59.4 ± 39.9	74.3 ± 10.1
Nitro-LAO	$113.2 \pm 19.9^{**}$	$37.5 \pm 26.1^{**}$	$80.1 \pm 14.6^*$

+ Values given as mean \pm SD

* $P < 0.05$ compared with Basal-LAO values, using student's t-test

** $P < 0.01$

PSP : Peak systolic pressure, ESVI : End-systolic volume index, HR : Heart rate

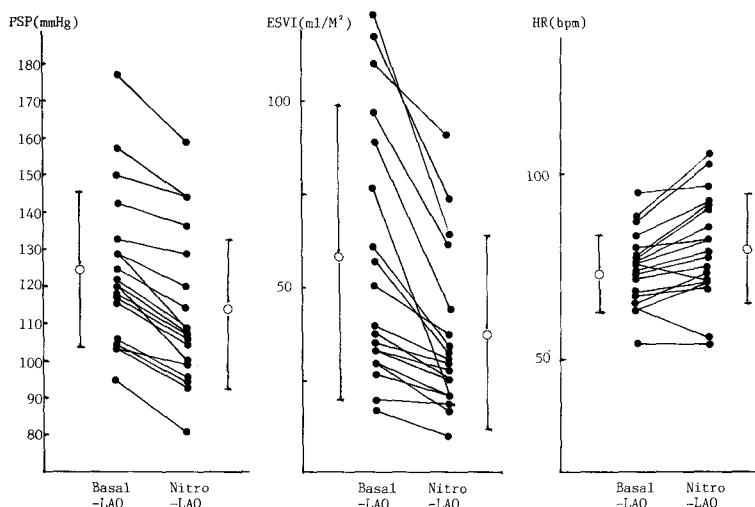


Fig. 2. Hemodynamic changes before and after Nitroglycerin Administration (Basal -LAO and Nitro-LAO).

며 평균치±표준 편차는 3.10±1.90 mmHg/ml/M²이었다(Table 3).

3. Nitroglycerin 투여전후의 최고수축기혈압변화와 수축기말용적지표 변화의 비

Nitroglycerin 투여전후의 최고수축기혈압변화와 수축기말용적지표변화의 비는 0.14~5.19 mmHg/ml/M²의 범위에 있었으며 평균치±표준편차는 1.05±1.11 mmHg/ml/M²이었다(Table 4).

4. Nitroglycerin 투여전에 구한 수축기말용적지표와 심박출계수의 상관 관계

수축기말용적지표와 심박출계수의 상관관계는 [수축기말용적지표] = -1.74[심박출계수] + 140.0이었으며 r값은 0.79이었다(P<0.01) (Fig. 3).

5. Nitroglycerin 투여전에 구한 최고수축기혈압과 수축기말용적 지표의 비와 심박출계수와의 상관 관계

Nitroglycerin 투여전에 구한 최고수축기혈압과 수축기말용적지표의 비와 심박출계수와의 상관관계는 [최고수축기혈압/수축기말용적지표] = 0.08[심박출계수] - 0.43이었으며 r값은 0.73이었다(P<0.01) (Fig. 4).

Table 3. Mean Values and Ranges of Ejection Fraction and PSP/ESVI Obtained during Basal-LAO

	Ejection fraction (%)	PSP/ESVI (mmHg/ml/M ²)
Mean ± S.D.	46.3 ± 18.1	3.10 ± 1.90
Range	10.8 - 74.5	0.67 - 7.68

PSP : peak systolic pressure
ESVI : end-systolic volume index

Table 4. Mean Values and Range of ΔPSP/ΔESVI (mmHg/ml/M²)

	ΔPSP/ΔESVI
Mean ± S.D.	1.05 ± 1.11
Range	0.14 - 5.19

ΔPSP : difference of peak systolic pressure between Basal-LAO and Nitro-LAO
ΔESVI : difference of end-systolic volume index between Basal-LAO and Nitro-LAO

6. Nitroglycerin 투여전후의 최고수축기압변화와 수축기말용적지표변화의 비와 심박출계수와의 상관 관계

Nitroglycerin 투여전후의 최고수축기압변화와 수축기말용적 지표변화의 비와 심박출계수와의 상관관계는 지수곡선의 관계가 있었으며 nitroglycerin 투여전후의 최고수축기압변화와 수축기말용적지표변화의 비의 자연

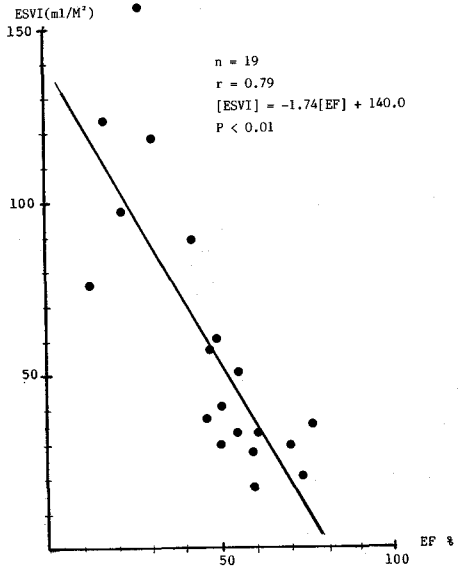


Fig. 3. Correlation between ejection fraction (EF) and end-systolic volume index (ESVI).

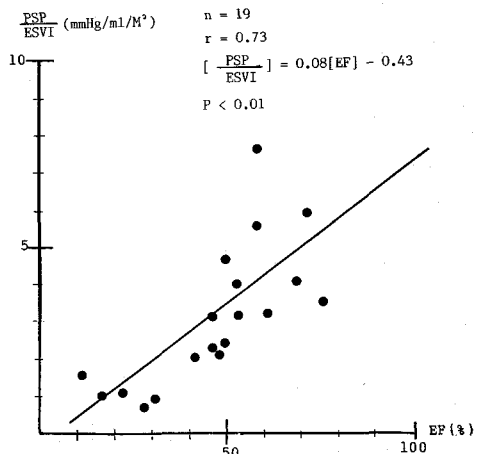


Fig. 4. Correlation between ejection fraction (EF) and PSP/ESVI obtained during Basal-LAO.

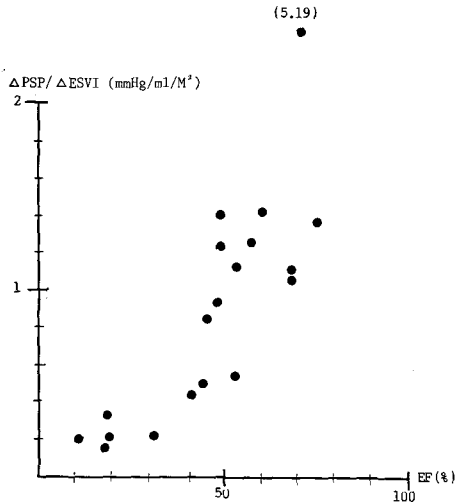


Fig. 5. Correlation between ejection fraction (EF) and $\Delta PSP/\Delta ESVI$.

대수값과 심박출수계수와와의 상관관계는 $\ln(\text{최고수축기압 변화/수축기말용적지표 변화}) = 0.04[\text{심박출계수}] - 2.33$ 이었으며 r 값은 0.85이었다($P < 0.01$) (Fig. 5, 6).

고 안

심질환에 있어서 좌심실의 기능은 임상적인 예후를 결정하는데 매우 중요하다. 최근까지는 좌심실기능을 판정하는데 박출기의 지표중에서 특히 심박출계수를 많이 사용하여 왔다. 이 심박출계수의 장점은 비관혈적으로 구할 수 있고 차원이 필요치 않으며, 최대속도(maximum velocity)와 같은 등용적지표(isovolumetric index)와는 달리 외삽법이 필요없다는 것이다. 그러나 심근기능의 변화와 관계없이 부하조건에 영향을 받기 때문에 부하상태가 정상인 아닌 환자의 경우, 심근 기능을 정확히 평가할 수 없다. 그러므로 부하상태와 관계가 없거나 또는 그 상태를 설명해 줄 수 있는 좌심실기능의 평가방법이 필요하게 되었다. Henry 등⁶⁾은 대동맥 판막 폐쇄부전 환자를 대상으로 심에코도를 시행하여 좌심실의 수축기말 내경을 측정함으로써 환자의 예후를 정확히 판단할 수 있었다고 보고하였으며 Borow 등⁷⁾은 판막대치수술 전에 수축기말용적을 측정하고 이것을 체표면적으로 교정하여, 수술전 시행한 심박출계수와 비교하여 본 결과 수술후의 환자예후를 보다 정확히 판단할 수 있었다고 보고하였다. 그러나 수축기말용적은 심근기능외에도 후부

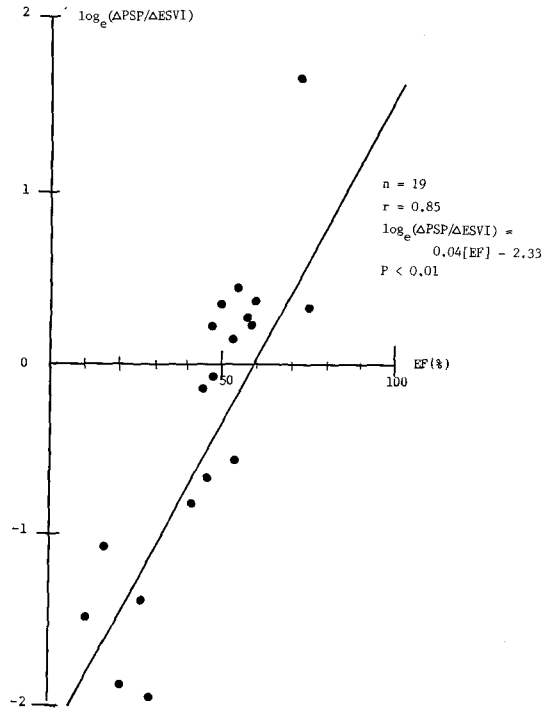


Fig. 6. Correlation between ejection fraction (EF) and $\log_e(\Delta PSP/\Delta ESVI)$.

하에 의해서도 영향을 받게 되므로 정확한 심근기능평가에 오류를 범할 수 있어, 수축기말용적을 수축기말후부하에 대하여 교정함으로써 전부하 및 후부하의 영향에 관계없이 심근기능을 정확히 나타내 줄 수 있는 지표를 찾게 되었다.

Suga 등⁸⁾은 개의 심장을 분리하여 좌심실의 압력—용적곡선을 구하는 실험에서 심근수축력과 후부하가 일정한 상태에서 이완기말 용적 즉 전부하의 변화를 주더라도 수축기말용적이 일정하다는 것을 보고 하였고, Sagawa 등⁹⁾은 다양한 부하상태에서 구한 압력—용적곡선상의 수축기말 압력과 수축기말 용적이 직선관계에 있고 이 직선의 기울기(slope of the systolic blood pressure/end-systolic volume relationship, 이하 압력—용적 기울기라 한다)가 전부하 및 후부하의 변화에 관계없이 심근의 수축기능평가에 유용한 지표가 될 수 있음을 보고하였다. 이어서 수축기말 압력—용적 관계나 압력—차원 관계가 수축상태의 변화를 반영한다고 보고하였다⁹⁾. 이러한 사실은 심근병증 환자에서 압력—용적 관계가 임상적으로 심근수축기능이 감소되어 있는 것을 잘

반영한다는 Grossman 등¹⁰⁾의 연구 결과와 일치한다. 그러나 이러한 압력-용적 관계를 사용하는 데 있어 하나의 단점은 압력이 수축기말 후부하를 정확히 반영하지 못한다는 것이다. 후부하란 박출에 반대되는 힘으로써, 심실의 벽두께와 내경이 영향을 미치게 된다. 이 심실의 벽두께와 내경은 질환, 개인에 따라 다르므로 이를 교정해 줄 수 있는 wall stress를 압력대신 사용하는 것이 좋다. 그러나 여기에도 단점이 있다. 즉 심실의 크기가 큰 경우 부하의 변화가 압력의 변화보다 크기의 변화에 의존하기 때문에 압력보다 stress를 이용하는 것이 좋으나 심실의 크기가 작은 경우 stress의 변화가, 심실내경이 작으므로 계산된 stress가 감소하게 되어 압력의 변화에 비해 둔화되며, stress는 계산으로 얻어지는 수치이기 때문에 오차가 생기기 쉽다.

수축기말 압력-용적 관계에서 구하는 압력-용적 기울기는 서로 다른 부하 상태에서 구하여야 되므로, 기존의 보고에서는 phenylephrine 등의 부하상태를 변화시키는 pharmacological intervention을 이용하였다. 이러한 방법은 매우 복잡하며 또한 어떤 경우에는 환자에게 해를 줄 수도 있으므로 수축기말에서 압력과 용적의 단순비만을 구하여 심근수축기능을 평가하여 보려는 시도가 있었으나 이의 임상적 유용성에 대하여는 아직 논란의 여지가 많다. 최고 수축기혈압과 수축기말압력은 동일하지는 않으나 측정의 편이를 위하여 수축기말압력을 최고수축기혈압으로 대체하여 압력-용적기울기를 구하여 본 결과, 이들의 기울기간에는 서로 밀접한 상관관계가 있음을 알게되었다. 그러나 1회 심박출량의 맥압이 큰 대동맥 판막폐쇄부전의 경우, 1회 심박출량과 맥압이 작은 심부전증에서 보다 최고수축기혈압과 수축기말압력사이의 차가 커서 Marsh 등¹¹⁾은 이들 최고수축기혈압을, carotid pulse tracing을 이용하여 교정하는 방법도 서술하였다. 본 연구에서는 비관혈적이면서 간단하게 압력-용적기울기를 구하기 위하여 nitroglycerin 투여 전후에 측정된 최고수축기혈압을 수축기말압력 대신으로 이용하였는데, Slutsky 등⁴⁾은 phenylephrine을 이용한 압력-용적 기울기 측정에서 nitroglycerin 투여전후에 압력-용적 기울기의 변화가 없음을 보고하였고, 본 연구에서 측정된 nitroglycerin 투여전후의 최고수축기혈압과 수축기말용적지표의 변화가 유의하여 ($p < 0.01$), nitroglycerin을 심근기능의 변화유발없이 부하상태를 변화시키는 안전한 약물로 쓸 수 있었다. 그러나 phenylephrine

을 이용한 intervention에 비하여 최고수축기혈압 및 수축기말용적지표의 변화가 작아 측정방법의 정확성이 필요하다.

본 연구에서의 최고수축기혈압은 심장플스캔을 시행하는 동안 4~5회 측정된 값의 평균치를 이용하였으며, 각 측정치간의 차이를 작게하기 위하여 nitroglycerin의 최대효과가 나타나는 시간을 충분히 기다린 후 측정하였다. 심장플스캔을 이용한 좌심실수축기말 용적지표는 count-derived method로 구하였는데, 조직감쇠보정 계수 $\mu(0.13 \text{ cm}^{-1})$ 는 수조와 풍선을 이용한 체외실험에서 얻은 값으로써, 관상동맥질환 환자를 대상으로 이값을 이용하여 구한 좌심실용적과, 좌심실조영술에서 얻은 좌심실용적간에는 $r=0.89(p < 0.01)$ 의 상관관계가 있었다¹²⁾. Nitroglycerin 투여전후의 심박동수의 변화는 유의한 변화($p < 0.05$)가 있어 nitroglycerin 투여후에 자율신경계 자극에 의한 심근기능의 변화가 있고 어느정도 오차발생의 요인이 되리라 생각되나 nitroglycerin 투여전후의 분당 심박동수 평균치의 차이는 5.8회이었다. 본 연구 대상에서 구한 심박출계수는 10.8%~74.5%까지 넓은 범위에 분포하고 있어서 다양한 심근기능상태를 반영하고 있는 것으로 사료된다.

Nitroglycerin 투여전에 구한 최고수축기혈압과 수축기말용적지표의 비는 $3.10 \pm 1.90 \text{ mmHg/ml/M}^2$ 이었으며 이는 Watkins 등¹³⁾이 보고한 값($2.79 \pm 1.00 \text{ mmHg/ml/M}^2$)과 비슷하며, Slutsky 등⁴⁾이 보고한 값(2.42 ± 0.85)보다는 큰데, 이는 이들이 수축기말용적지표 대신 수축기말용적을 이용한 것에 기인하는 것으로 사료된다. 최고수축기혈압/수축기말용적지표의 비와 심박출계수의 상관관계는 r 값이 $0.73(p < 0.01)$ 로서 Watkins 등¹³⁾이 보고한 r 값 $0.87(p < 0.01)$ 에 비하여 낮은 값을 보여주었으나, 이는 이들이 상관관계를 구함에 있어 대상을 관상동맥질환 환자 외에도 정상대조군을 포함시키므로써 심박출계수의 범위와 평균치가 본 연구와는 상이하였다는 점이 상관관계의 차이를 부분적으로 설명할 수 있을 것으로 보인다. 압력-용적기울기가 좌표상의 원점을 통과한다면 최고수축기혈압/수축기말용적지표의 비는 심근수축기능 평가에 매우 유용하다는 이론적 배경이 될 수 있으나, 실제로는 그렇지 못하기 때문에 유용하진 않다는 보고자가 있는가 하면, 수축기말 용적지표 자체가 전부하의 변화에 관계없이 심근수축기능을 반영하는 것이 알려져 있고⁶⁾, 여기에 후부하의 영향을 고려한 최고수

축기혈압/수축기말용적지표의 비가 유용하다는 보고자도 있다¹⁴⁾. 본 연구에서 구한 수축기말용적지표와 심박출계수와의 상관관계는 r 값은 $0.76(p < 0.01)$ 이었으며, 이 값과 최고수축기혈압/수축기말용적지표의 비와 심박출계수 사이의 상관관계와의 차이는 통계적으로 유의하지 않아 그 임상적 유용성의 차이를 인정하기는 어려우나 연구대상이 관상동맥질환으로 국한되어 향후 대동맥판막협착증에서와 같이 후부하의 영향이 많은 질환을 대상으로 더 연구할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

압력-용적기울기와 심박출계수와의 지수함수 관계를 보였으며, 상관계수 r 는 $0.89(p < 0.01)$ 이었으나, 최고수축기혈압/수축기말용적지표의 비와 심박출계수사이의 상관계수와의 유의한 차이가 없었다. Mehmehl등¹⁵⁾과 Watkine등¹³⁾도 이러한 관계를 보고하였는데 지수함수의 기울기가 급격한 부위에 심박출계수가 좋은 환자들이 위치하여 압력-용적기울기가 심박출계수보다 미세한 심근수축력의 변화를 보다 더 잘 나타낼 가능성을 시사한다.

이상의 결과로 압력-용적기울기와 최고수축기혈압/수축기말용적지표의 비가 관상동맥질환 환자에서 심근수축기능 평가의 한 지표로서 이용될 수 있는 가능성이 제시되었으며 향후 심장판막질환에서와 같이 부하 상태의 변화가 많은 질환에서 이들 지표를 구하고 수술전후의 변화나 추적검사에서 임상적 유용성을 확인해야 될 것으로 사료된다.

결 론

심장플스켄에서 구한 좌심실용적지표와 최고수축기혈압사이의 압력-용적 기울기가 좌심실의 수축기능을 정확하게 반영하는지 알아보고자, 비교적 부하에 따른 영향이 적은 관상동맥질환 환자 19명을 대상으로 nityoglycerin 투여전후에 심장 플스켄을 시행하며 최고수축기혈압을 측정하여 압력-용적기울기를 구하고 이를 심박출계수와 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) Nitroglycerin 투여전후에 최고수축기혈압과 수축기말용적지표는 유의하게 감소하여 압력-용적기울기를 용이하게 구할 수 있었다.

2) Nitroglycerin 투여전에 구한 심박출계수와 최고수축기혈압과 수축기말용적지표의 비간의 상관관계는, [최고수축기혈압/수축기말용적지표] = $0.08[\text{심박출계}$

수] - 0.43이었으며 r 값은 $0.73(p < 0.01)$ 이었다.

3) Nitroglycerin 투여전후의 최고수축기 혈압변화와 수축기말 용적지표 변화의 비와 심박출계수와의 상관관계는 지수곡선의 관계에 있었으며, nitroglycerin 투여전후의 최고 수축기 혈압변화와 수축기말용적지표변화의 비의 자연대수 값과 심박출계수와의 상관관계는, $\ln(\text{최고수축기혈압변화/수축기말용적지표변화}) = 0.04[\text{심박출계수}] - 2.33$ 이었으며 r 값은 $0.85(p < 0.01)$ 이었다.

이상의 결과에서 nitroglycerin 투여전후의 최고수축기혈압변화와 수축기말용적지표 변화의 비 즉 압력-용적기울기와 심박출계수간에는 좋은 상관관계가 있어, 비관혈적이고 용이하게 좌심실기능을 알아볼 수 있었으며, nitroglycerin 투여전의 최고수축기혈압/수축기말용적지표의 비와 심박출계수간에도 유의한 상관관계가 있어, 보다 간편하게 좌심실기능 평가에 사용할 수 있을 것으로 생각되었다.

REFERENCES

- 1) Pierson RN Jr, Van Dyke DC: *Analysis of left ventricular function in pierson RN Jr. (ed): Quantitative Nuclear Cardiology. New York Wiley 1975:123*
- 2) 최창운, 임상무, 정준기의 5인 : 관상동맥질환에서 Gated Blood Pool scan을 이용한 좌심실확장 기능의 분석. 대한핵의학회지 20(2):39, 1986
- 3) Sagawa K: *The ventricular pressure-volume diagram revisited. Circ Res 43:677, 1978*
- 4) Slutsky R, Watkins J, Costello D: *Radionuclide evaluation of the systolic blood pressure/end systolic volume relationship: Response to pharmacologic agents in patients with coronary artery disease. Am Heart J 105:53, 1983*
- 5) Dehmer GJ, Lewis SE, Hillis LD, Twieg D, Falkoff M, parkey RW, Willerson JT: *Nongeometric determination of left ventricular volumes from equilibrium blood pool scans. Am J Cardiol 45:293, 1980*
- 6) Henry WL, Bonow RO, Rosing DR, Epstein SE: *Observations on the optimum time for operative intervention for aortic regurgitation. II. Serial echocardiographic evaluation of asymptomatic patient. Circulation 61:484, 1980*
- 7) Borrow KM, Green LH, mann T, Sloss LJ, Braunwald E, Collins JJ Jr, Cohn LH, Gossman W: *End-systolic volume as a predictor of postoperative*

- left ventricular function in volume overload from valvular regurgitation. Am J Med 68:655, 1980*
- 8) Suga H, Sagawa K, Shoukas A: *Load impedance of the instantaneous pressure-volume of the canine left ventricle and the effects of epinephrine and heart rate on the ratio. Circ Res 32:314, 1972*
 - 9) Sagawa K: *The end-systolic pressure-volume relation of the ventricle: Definition, modifications and clinical use. Circulation 63:1223, 1981*
 - 10) Grossman W, Braunwald E, Mann T, McLaurin L, Green L: *Contractile state of the left ventricle in man as evaluated from endsystolic pressure-volume relation. Circulation. 56:845, 1977*
 - 11) Marsh J, Green L, Whnne J, Cohn P, Grossman W: *Left ventricular end-systolic pressure-dimension and strss-length relations in normal human subjects. Am J Cardiol 44:1311, 1979*
 - 12) 범회승, 정준기, 이명철 외 2인 : 심장플스캔에서 방사능계측법에 의한 좌심실용적의 측정. 대한핵의학회지 21(1):33, 1987
 - 13) Watkins J, Slutsky R, Tubau J, Sassone J, Karliner J: *A scintigraphic study of the relationship between left ventricular peak-systolic pressure and end-systolic volume in normal subjects and patients with coronary artery disease. Br heart J 48:39, 1982*
 - 14) Carabello BA, Spann JF: *The uses and limitations of end-systolic indexes of left ventricular function. Circulation. 69:1058, 1984*
 - 15) Mehmel HC, Stockins B, Ruffmann K, Olshausen K, Schuler G, Kubler W: *The linearity of the end-systolic pressure-volume relation in man and its sensitivity for the assessment of left ventricular function. Circulation 63:1216, 1981*
-