

## 대동맥판협착 환자에서 경식도 심초음파와 관혈적 감시에 의해 얻어진 혈역학 지수의 비교

아주대학교, <sup>1</sup>연세대학교 및 <sup>2</sup>인하대학교 의과대학 마취과학고실

유은숙 · 광영란<sup>1</sup> · 남상범<sup>1</sup> · 이춘수<sup>2</sup> · 한동우<sup>1</sup>  
한상건 · 이영석 · 홍용우<sup>1</sup>

= Abstract =

### A Comparison of Hemodynamic Indices Derived by Invasive Monitoring and Transesophageal Echocardiography in Patients with Aortic Stenosis

Eun Sook Yoo, M.D., Young Lan Kwak, M.D.<sup>1</sup>, Sang Beom Nam, M.D.<sup>1</sup>  
Choon Soo Lee, M.D.<sup>2</sup>, Dong Woo Han, M.D.<sup>1</sup>, Sang Gun Han, M.D.  
Young Seok Lee, M.D. and Yong Woo Hong, M.D.<sup>1</sup>

Department of Anesthesiology, Ajou University College of Medicine, Suwon, Korea  
<sup>1</sup>Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea  
<sup>2</sup>Department of Anesthesiology, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea

**Background:** Intraoperative fluid management should be aimed at maintaining appropriate left-sided filling pressures. The pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) will overestimate the left ventricular end-diastolic volume (LVEDV) when ventricular compliance is markedly reduced in patients with aortic stenosis. Intraoperative transesophageal echocardiography (TEE) is useful for monitoring global left ventricular function and change of preload. This study was undertaken to evaluate preload derived by conventional invasive monitoring technique compare with preload obtained simultaneously from TEE in patients with aortic stenosis.

**Methods:** Fifteen patients with aortic stenosis who underwent aortic valve replacement were examined. The preload was examined by the short axis view of left ventricle with TEE at the level of the papillary muscles. For each patient, simultaneous measurements of PCWP, thermodilution cardiac output and left ventricular end-diastolic area (LVEDA) measured by TEE were made after the induction of anesthesia and after surgery.

**Results:** The correlation between echo-derived LVEDA and thermodilution cardiac index (CI) ( $r=0.53$ ,  $p<0.05$ ) or stroke index (SI) ( $r=0.56$ ,  $p<0.05$ ) was good after surgery, but the correlation was not found after induction of anesthesia. No correlation was observed between PCWP and CI or SI.

**Conclusions:** The PCWP did not provide a reliable estimate of preload and did not allow good prediction of cardiac index. These findings demonstrate that, in patients with aortic stenosis who

논문접수일 : 1998년 3월 27일

책임저자 : 유은숙, 경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5번지, 아주대학교 의과대학 마취과학고실, 우편번호: 442-749

Tel: 0331-219-5576, Fax: 0331-219-5579, E-mail: yooes@madang.ajou.ac.kr

underwent aortic valve replacement, TEE provides a better index of left ventricular preload than conventional invasive hemodynamic monitoring particularly after surgery. (Korean J Anesthesiol 1998; 35: 1119~1123)

**Key Words:** Anesthesia: cardiac. Monitoring: pulmonary capillary wedge pressure; transesophageal echocardiography.

## 서 론

정상 심박출량의 유지는 적절한 전부하(preload) 즉 좌심실의 확장기말 용적(end-diastolic volume)에 달려있다. 이런 좌심실의 용적을 측정하기는 용이하지 않으므로 임상에서는 좌심실의 확장기말 압력을 반영하는 폐모세혈관쇄기압(pulmonary capillary wedge pressure)이 전부하의 지표로 이용되고 있다. 그러나 좌심실의 유순도가 감소된 경우나 체외순환후와 같은 상황에서는 좌심실 압력-용적 관계(pressure-volume relationship)가 변함에 따라 정상 혹은 낮은 용적상태에서도 높은 압력수치를 나타낼 수 있게되어 폐모세혈관쇄기압으로서 용적 상태를 예측하기가 어렵게 된다.

경식도 심초음파(two-dimensional transesophageal echocardiography)는 전체적인 좌심실 수축기 기능(global left ventricular systolic function), 국소심근운동장애와 좌심실의 전부하에 대한 정보를 줄 수 있는 새로운 감시장치로 Bergquist등은<sup>1)</sup> 심장수술중 경식도 심초음파를 이용하여 얻을 수 있는 정보중에서 가장 중요한 것은 전부하의 상태를 알 수 있는 것이라고 하였다.

본 연구에서는 좌심실의 유순도가 감소된 대동맥 판협착증 환자에서 경식도 심초음파에 의해 측정된 전부하와 관혈적 감시에 의해 측정된 전부하 중 어느 것이 더 심박출량을 잘 반영하는지를 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

신촌세브란스병원 심장혈관센터에서 대동맥판협착증으로 대동맥판막 치환술을 받은 15명의 환자를 대상으로 하였다. 연구의 대상이 되는 모든 환자는 충분한 설명을 들은 후 자발적으로 연구에 참여하

겠다고 의사를 밝힌 환자만을 대상으로 하였다. 환자들의 평균나이는 57.9±14.1세였고, 남자가 11명 여자가 4명이었다(Table 1). 환자들은 마취유도 1시간전에 morphine(0.1 mg/kg)을 근육주사 하였다. 수술실 도착후 심전도를 부착하고 요골동맥관 및 폐동맥 카테터를 삽입하였다. 마취는 fentanyl(15~30 mcg/kg)과 midazolam(2.5 mg)으로 유도하였으며, 근이완제는 pancuronium 혹은 vecuronium 0.1 mg/kg을 사용하였다. 마취유지는 fentanyl과 isoflurane(0.5~1%)으로 하였다. 기관내삽관후에 5-MHz phased array transesophageal echocardiographic probe(PEF-511SA, Toshiba, JAPAN)을 식도에 삽입하고 echocardiographic system(SSH-140A, Toshiba, JAPAN)에 연결하였다. 좌심실의 유두근의 가운데가 관찰되는 위치(mid-papillary short axis view)에 변환기를 고정시킨 후 경식도 심초음파를 지속적으로 관찰하였다. 마취유도후와 체외순환이 끝나고 protamine 투여후 혈액학적으로 안정된때에 좌심실 확장기말 영역(end-diastolic area, EDA) 및 좌심실 수축기말 영역(end-systolic area, ESA)을 측정하고 동시에 폐동맥 카테터로 폐모세혈관쇄기압 및 심박출량을 측정하였다. 좌심실 확장기말 영역과 수축기말 영역은 3번의 연속적인 심장주기에서 각각 측정하여 그 평균값으로 하였고 폐모세혈관쇄기압 및 심박출량도 각각 영역측정시 동시에 측정하여 그 평균값으로 하였다. Fractional area change(FAC)를 (EDA-ESA)/EDA×100으로 계산하였다. 통계는 단순회귀분석법으로 상관관계를 보았고

Table 1. Demographic Data

Age(yrs)	57.9±14.1
Sex(m/f)	11 / 4
Weight(kg)	62.5±10.2
Height(cm)	163.0±7.8

Values are mean±SD except sex.

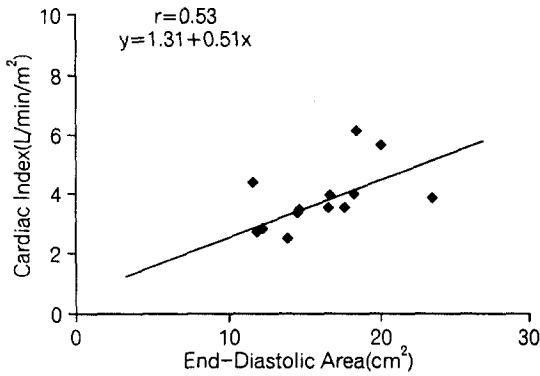


Fig. 1. Relation between post-bypass left ventricular end-diastolic area and cardiac index.

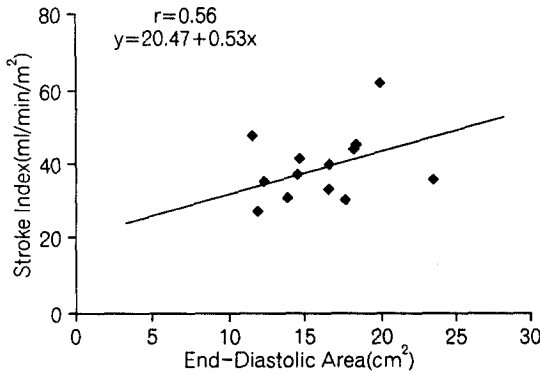


Fig. 2. Relation between post-bypass left ventricular end-diastolic area and stroke index.

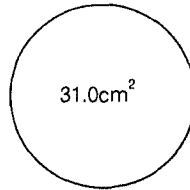
$p < 0.05$ 인 경우 유의성이 있는 것으로 하였다.

### 결 과

마취유도후와 체외순환후에 측정된 FAC는 각각  $58.2 \pm 13.7$ 과  $61.3 \pm 17.2$ 였다. 대동맥판막 치환술 후에는 심박출계수( $r=0.53$ )와 일회심박출지수(stroke index)( $r=0.56$ )가 좌심실 확장기말 영역과 좋은 상관관계를 보였으나 마취유도후에는 상관관계가 없었다 (Fig. 1, 2). 폐모세혈관쇄기압은 마취유도후와 체외순환후 모두 심박출계수 및 일회심박출지수와 상관관계가 없었다.

### PRE-BYPASS

BP: 150/mmHg  
 $\bar{m}=80$   
 LVEDP: 14mmHg  
 LV SIZE:



### POST-BYPASS

90/mmHg  
 $\bar{m}=60$   
 16mmHg

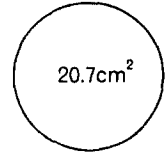


Fig. 3. Prebypass and postbypass data from a patients undergoing valve replacement for aortic stenosis. Although systolic and mean arterial blood pressures(BP) fell from 80 to 60 mmHg after bypass, left ventricular end-diastolic pressure(LVEDP) rose from 14 to 16 mmHg. In contrast, echocardiography revealed a marked decrease in cross-sectional left ventricular(LV) cavity size with a reduction in cross-sectional area from 31.0 to 20.7  $cm^2$ , shown here in proportional sizes. Both the hypotension and reduced cavity size responded rapidly to volume loading, a treatment not suggested by the LVEDP.

### 고 찰

심장질환이 있는 환자의 마취관리에 있어서 적절한 전부하를 유지하는 것이 중요하고 심장수술후에는 더욱 그러하다. 임상에서 흔히 사용되는 폐모세혈관쇄기압은 물론, 좌심실 확장기말 압력도 좌심실의 확장기말 용적을 잘 반영하지 못한다는 보고가 있다.<sup>2)</sup> 수술중에는 좌심실의 압력-용적관계의 위치와 모양이 변하므로 전통적으로 좌심실의 전부하를 측정하는데 이용되어왔던 압력의 측정은 신뢰할 수 없게 된다. 여러 연구에서<sup>2,3)</sup> 체외순환후에는 폐모세혈관쇄기압이 좌심실의 용적상태와 상관관계가 없다고 하였다. 그러나 수술중 경식도 심초음파를 이용하면 좌심실의 확장기말 영역과 용적을 계산함으로써 전부하를 정확히 측정할 수 있다.<sup>4,5)</sup> 또한 좌심실 확장기말 영역의 변화는 좌심실 확장기말 용적의 변화를 반영할 수 있는 유일한 방법이기도 하다. Thys등은<sup>4)</sup> 좌심실기능이 정상인 관상동맥우회로술 환자에서 폐모세혈관쇄기압의 변화와 심박출량의

변화와는 상관관계를 보이지 않으며 경식도 심초음파에 의해 측정된 좌심실 확장기말 용적은 심박출량과 좋은 상관관계( $r=0.91$ )를 보인다고 하였다.

대동맥관협착증에서는 후부하 증가에 의한 병태생리적 적응으로 동심성 비후(concentric hypertrophy)가 생기며 이에따라 좌심실의 유순도가 감소하고 확장기 압력-용적곡선이 변하여 이 곡선의 급경사부위에 좌심실이 위치하면 작은 확장기말 용적의 증가도 많은 압력 증가를 나타낼 수 있다. 대동맥판막 치환술후에도 동심성비후는 6~12개월까지 퇴행(regression) 되지않고 유순도도 체외순환후 변함이 없다. 거기에 대동맥 겸자동반 심내막하 심근보호(sub-endocardial myocardial protection)이 잘 되지 않은 경우에 허혈성 확장기 기능부전(ischemic diastolic dysfunction)과 심실 신전성(ventricular distensibility)의 감소를 보일 수 있다. 그러므로 좌심실 확장기말 용적을 유지하기 위해서는 폐모세혈관쇄기압을 충분히 높게 유지해야한다. 그러나 수술후 압력-용적 곡선의 어느부분에 현재의 환자 상태가 위치하는지, 유순도의 변화가 어느 정도인지는 알 수 없으며 실제로 좌심실 확장기말 압력 변화의 반 이상이 좌심실 크기 변화와 반대 방향으로 변한다고 한다.<sup>2)</sup> 따라서 Fig. 3과 같이 좌심실 확장기말 압력 증가가 좌심실 용적상태 증가를 나타내지 않는 경우가 있게 된다. 본 연구에서도 대동맥판막 치환술후 폐모세혈관쇄기압은 심박출량과 상관관계를 보이지 않았으며 좌심실 확장기말 영역만이 심박출량과 상관관계를 보였다. 체외순환후에는 간질액의 나트륨이나 수분의 심한 이동에 의해 심근의 수분함량과 유순도가 변한다.<sup>6)</sup> 따라서 이미 좌심실의 유순도가 감소되어 있는 대동맥관협착 환자에서 대동맥판막 치환술후 적절한 좌심실의 용적상태를 감시하는데 경식도 심초음파가 유용할 것으로 생각된다.

심박출량은 일회심박출량과 심박동수에 의해 결정되며 일회심박출량은 심장의 수축력, 전부하, 후부하 등에 의해 영향을 받을 수 있다. 본 연구에서 마취유도후 측정된 확장기말 영역이 일회심박출지수 및 심박출계수와 상관관계를 보이지 않았는데 이것은 대동맥관협착증에서는 증가된 후부하로 인하여 비교적 고정된 일회심박출량을 보이기 때문에 전부하의 변화가 일회심박출량의 변화에 영향을 주지 못하기 때문으로 생각된다. 대동맥관협착증에서

좌심실기능은 잘 유지되며 본 연구에서도 FAC가 수술 전 후 모두 50% 이상으로 정상이었다.

본 연구에서는 좌심실 확장기말 영역을 전부하의 지표로 이용하였다. Oka등은<sup>7)</sup> 경식도 심초음파로 전부하를 측정할 때 좌심실 확장기말 영역이 확장기말 용적을 잘 반영한다고 하였다. 좌심실 확장기말 영역은 한부위에서 측정된 것이지만 일회박출량의 80%가 좌심실유두근의 가운데가 관찰되는 위치에서 심장수축에 의해 박출되므로 대부분의 용적변화는 이 부위에서의 확장기말 영역의 변화와 관련이 있다. Swenson등은<sup>8)</sup> 개에서 수액투여에 의한 좌심실 확장기말 영역의 변화와 심박출량이 상관관계를 보였으나 폐모세혈관쇄기압과 심박출량은 관계가 없었다고 하였고, Cheung등도<sup>9)</sup> 정상 좌심실기능을 가진 환자에서 의도적인 출혈시 좌심실 확장기말 영역의 변화와 일회박출량과는 좋은 상관관계를 보인다고 하였다. 좌심실기능이 감소되어 있거나 국소 심근 운동장애가 있는 경우에는 확장기말 영역과 일회박출량 사이에는 상관관계가 없으나 출혈량과 좌심실 확장기말 영역의 변화가 직선관계를 가지므로 한 환자에서 연속적으로 용적변화를 감시하는데 있어서 확장기말 영역 변화를 감시하는것이 문제가 없다고 하였다.

전부하의 증가는 주어진 수축력 상태에서 평행하게 좌심실 실행(performance)을 증가시킨다. 좌심실의 용적과 압력은 비직선적인 관계를 가지며 좌심실의 유순도에 영향을 받으므로 폐모세혈관쇄기압과 좌심실 확장기말 용적은 상관관계를 보이지 않는다. 좌심실 비후시에는 유순도가 감소하므로 같은 확장기말 용적에 대해 더 많은 압력수치를 나타낸다. 그 결과 폐모세혈관쇄기압은 좌심실 확장기말 용적을 과도하게 측정해서 혈액량 감소성 저혈압인데도 수축력 촉진제를 사용하는 오류를 범할 수 있게된다. 대동맥관협착증, 허혈성 심장질환, 심장주위의 압력 증가, 제한성 심낭염 등이 있을 때 좌심실 유순도가 감소하므로 이런 경우에는 심실의 용적 측정에 경식도심초음파가 유용하다.

결론적으로 폐모세혈관쇄기압은 대동맥판막 치환술후에 일회심박출량을 적절히 유지하기 위한 좌심실의 전부하의 지표로는 적절하지 않으며 경식도심초음파에 의한 좌심실확장기말 영역 감시가 좌심실 전부하 상태를 더 잘 반영한다.

## 참 고 문 헌

1. Bergquist BD, Bellows WH, Leung JM: Transesophageal echocardiography in myocardial revascularization: II. influence on intraoperative decision making. *Anesth Analg* 1996; 82: 1139-45.
  2. Douglas PS, Edmunds LH, Sutton MJ, Geer R, Harken AH, Reichek N: Unreliability of hemodynamic indexes of left ventricular size during cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 1987; 44: 31-4.
  3. Hansen RM, Viquerat CE, Matthay MA, Wiener-Kronish JP, DeMarco T, Bahtia S, et al: Poor correlation between pulmonary arterial wedge pressure and left ventricular end-diastolic volume after coronary artery bypass graft surgery. *Anesthesiology* 1986; 64: 764-70.
  4. Thys DM, Hillel Z, Goldman ME, Mindich BP, Kaplan JA: A comparison of hemodynamic indices derived by invasive monitoring and two-dimensional echocardiography. *Anesthesiology* 1987; 67: 630-4.
  5. Konstadt SN, Thys D, Mindich BP, Kaplan JA, Goldman M: Validation of quantitative intraoperative transesophageal echocardiography. *Anesthesiology* 1986; 65: 418-21.
  6. Pacifico AD, Digerness S, Kirklin JW: Acute alterations of body composition after open intracardiac operations. *Circ Res* 1970; 41: 331-7.
  7. Oka Y, Konstadt SN: *Clinical transesophageal echocardiography* 1st ed. Philadelphia, New York. Lippincott-Raven. 1996, pp275-8.
  8. Swenson JD, Harkin C, Pace NL, Astle K, Bailey P: Transesophageal echocardiography: an objective tool in defining maximum ventricular response to intravenous fluid therapy. *Anesth Analg* 1996; 83: 1149-53.
  9. Cheung AT, Savino JS, Weiss SJ, Aukburg SJ, Berlin JA: Echocardiographic and hemodynamic indexes of left ventricular preload in patients with normal and abnormal ventricular function. *Anesthesiology* 1994; 81: 376-87.
-