

## 대동맥관협착 환자에서 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압의 관계

연세대학교 의과대학 마취과 및 심장혈관센터 연구소  
\*원주 의과대학 마취과

유은숙 · 광영란 · 홍용우 · 방서욱  
이 춘 수 · 이 기 문 · 임 현 교\*

= Abstract =

### The Relationship Between Central Venous Pressure and Pulmonary Capillary Wedge Pressure in Patients with Aortic Stenosis

Eun Sook Yoo, M.D., Young Lan Kwak, M.D., Yong Woo Hong, M.D.  
Sou Ouk Bang, M.D., Choon Soo Lee, M.D., Gee Moon Lee, M.D.  
and Hyun Kyo Lim\*, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei Cardiovascular Center and research institute,  
Yonsei University College of Medicine.

\*Department of Anesthesiology, Yonsei University Wonju College of Medicine.

**Background:** Hemodynamic monitoring during aortic valve replacement in patients with aortic stenosis is controversial and there are little prospective data on which to base an enlightened clinical decision. The relationship between central venous pressure (CVP) and pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) was examined in patients with aortic stenosis.

**Methods:** 30 patients with aortic stenosis who underwent aortic valve replacement were examined. For each patient, simultaneous measurements of CVP, pulmonary artery diastolic pressure (PADP) and PCWP were made at pre- and post-cardiopulmonary bypass. After cardiopulmonary bypass, measurement of left atrial pressure(LAP) was made.

**Results:** The PCWP correlated well with PADP( $r=0.86$   $p<0.01$ ,  $r=0.79$   $p<0.01$ ) and LAP ( $r=0.89$   $p<0.01$ ) at pre- and post-bypass. The CVP did not correlate with PADP( $r=0.22$   $p>0.05$ ,  $r=0.45$   $p>0.05$ ), PCWP( $r=0.39$   $p<0.01$ ,  $r=0.53$   $p<0.01$ ) and LAP( $r=0.53$   $p<0.05$ ) at pre- and post-bypass. The changes in CVP and PCWP also correlated poorly at pre- and post-bypass ( $r=0.16$   $p>0.05$ ,  $r=0.51$   $p<0.05$ ).

**Conclusions:** This study confirmed the disparities between CVP and PCWP which were anticipated in aortic stenosis. This disparity seems due to marked differences between either compliance or function of the two ventricles. Therefore, CVP monitoring in aortic stenosis is limited value and may mislead in management. (Korean J Anesthesiol 1995; 30: 52~57)

---

**Key Words:** Monitoring; central venous pressure, pulmonary capillary wedge pressure, Heart; aortic stenosis

## 서 론

마취관리에 있어서 적절한 심박출량을 유지하기 위해서는 술중 수액관리가 중요한데 여기에 지표가 되는 것이 충만압(filling pressure)이다. 폐모세혈관쇄기압(pulmonary capillary wedge pressure)과 중심정맥압(central venous pressure)은 각각 좌, 우심실의 충만압을 반영하는 지표로 사용되며, 심폐질환이 없는 정상상태에서는 중심정맥압만으로도 심장의 충만압(cardiac filling pressure)을 알 수 있으나 심폐질환이 있는 경우에는 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압 사이에 상관관계가 없다고 하였다<sup>1)</sup>. 또한 Forrester 등<sup>2)</sup>은 두 심실간에 유순도(compliance)나 기능(function)에 차이가 있는 질환에서 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압 사이에 차이(disparity)를 보인다고 하였다.

대동맥관 협착 환자의 마취관리는 저혈압을 피하고 정상리듬을 유지하며, 적절한 용적상태(intravascular volume status)를 유지함으로써 심근허혈의 가능성을 줄이는 것이 중요한데, 용적상태를 파악하는데 있어서 지표가 될 수 있는 혈액학적 감시방법에 대해서는 논란이 있으며, 현재 많이 사용되고 있는 중심정맥압이 환자의 용적상태를 잘 반영하고 있는가에 대해서도 보고된 바 없으나 아마도 대동맥관 협착과같이 좌심실의 유순도가 감소<sup>3)</sup>된 경우에는 중심정맥압이 좌심실의 충만압을 잘 반영하지 못할 것으로 사료된다. 이에 저자들은 대동맥관 협착증으로 대동맥관막치환술을 시행 받는 환자에서 폐동맥 카테테르(pulmonary artery catheter)를 거치하여 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압과의 관계를 살펴보고자 한다.

또한 폐동맥확장기압(pulmonary artery diastolic pressure)과 폐모세혈관쇄기압은 좌심방압(left atrial pressure)을 잘 반영하는 지표가 될 수 있다<sup>8)</sup>고 하였으므로 이들의 관계도 함께 살펴보고자 한다.

## 대상 및 방법

연세대학교 의과대학 심혈관 센터에서 대동맥관 협착증으로 대동맥관막 치환술을 받은 30명의 성인 환자를 대상으로 환자의 동의하에 연구를 시행하였

다.

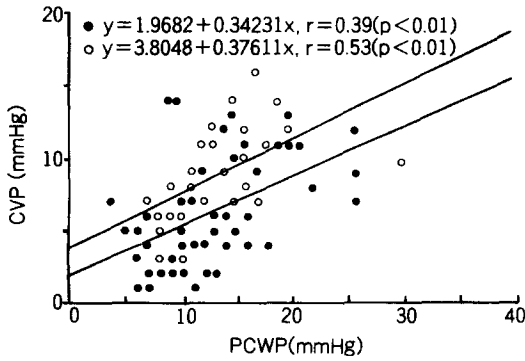
환자들은 마취시작 30분전 마취 전처치로 morphine(0.1 mg/kg)을 근주하였으며 수술실 도착후 심전도를 부착하고 마취유도전에 요골동맥관을 삽입하고 우측 내경정맥으로 폐동맥카테테르를 거치하였다. 마취유도는 fentanyl(15~30 mcg/kg)과 midazolam(2.5 mg)으로 하였으며 근이완제는 pancuronium 혹은 vecuronium을 사용하였다. 마취유지는 fentanyl과 isoflurane(0.5~1%)으로 하였다. 체외순환에서 이탈하기 직전 우측 상폐정맥을 통하여 좌심방압을 재기 위한 카테테르를 거치하였다.

중심정맥압, 폐동맥확장기압, 폐모세혈관쇄기압을 동시에 측정하였고, 체외순환 후에는 좌심방압도 동시에 측정하였다. 측정시기는 체외순환전 세차례(마취유도 전과 마취유도 후 그리고 체외순환 직전)와 체외순환후 두차례(체외순환 직후와 흉골봉합후) 측정하였다. 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압, 폐동맥 확장기압 및 좌심방압과의 상관관계를 체외순환 전과 체외순환 후로 나누어 분석하였다. 마취유도 전과 마취유도 후 그리고 체외순환 직전에 측정한 측정치들을 체외순환 전의 측정치로 분석에 이용하였다. 마찬가지로 체외순환 직후와 흉골봉합 후 측정한 측정치들을 체외순환 후의 측정치로 분석에 이용하였다. 이들의 상관관계는 단순회귀분석방법을 이용하여 비교하였으며  $p < 0.05$ 인 경우 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

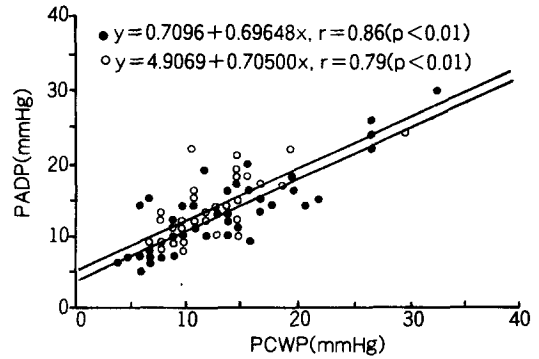
## 결 과

30명의 환자중 3명은 관상동맥질환을, 9명은 trivial 혹은 grade 1의 대동맥관역류를 동반하고 있었으며 남자는 18명 여자는 12명이었다.

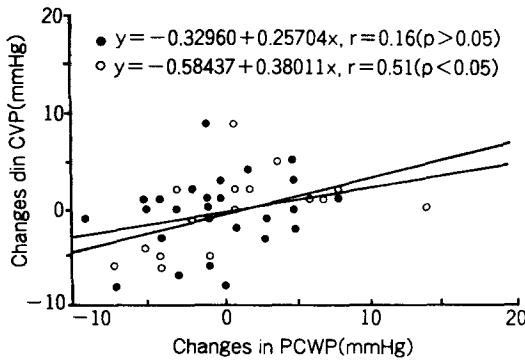
중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압은 낮은 상관관계를 보였다. 체외순환 전( $r=0.39$   $p < 0.01$ ) 보다 체외순환 후에 상관계수( $r=0.53$   $p < 0.01$ )가 조금 증가하였으나 역시 낮은 상관관계를 보였다(Fig. 1). 측정치의 비교와 함께 측정치의 변화 사이의 관계 즉 예를 들어, 체외순환 직전에 측정한 중심정맥압에서 마취유도 후에 측정한 중심정맥압을 뺀 값과 체외순환 직전에 측정한 폐모세혈관쇄기압에서 측정한 중심정맥압을 뺀 값 사이의 상관관계를 보았다. 체외순



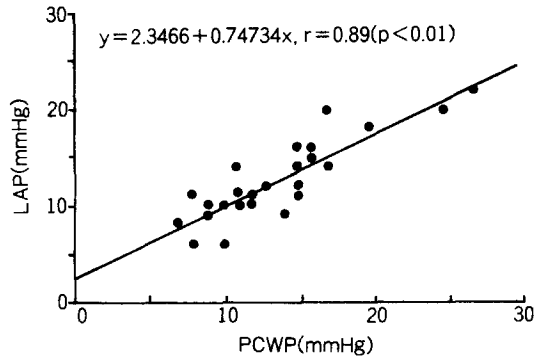
**Fig. 1.** Relationship between CVP and PCWP at pre- and post-bypass (black and white circle). The CVP and PCWP were poorly correlated at pre- and post-bypass. CVP; central venous pressure PCWP; pulmonary capillary wedge pressure.



**Fig. 3.** Relationship between PCWP and PADP at pre- and post-bypass (black and white circle). The PCWP and PADP were correlated well at pre- and post-bypass. PCWP; pulmonary capillary wedge pressure PADP; pulmonary artery diastolic pressure.



**Fig. 2.** Relationship between the changes in CVP and PCWP at pre- and post-bypass (black and white circle). They were uncorrelated at pre-bypass and poorly correlated at post-bypass. CVP; central venous pressure PCWP; pulmonary capillary wedge pressure.



**Fig. 4.** Relationship between PCWP and LAP at post-bypass. The correlation between PCWP and LAP was high. PCWP; pulmonary capillary wedge pressure LAP; left atrial pressure.

환전, 중심정맥압치의 변화에 대한 폐모세혈관쇄기압의 변화 사이에 상관관계가 없었으며( $r=0.16, p>0.05$ ), 체외순환 후에도 상관계수( $r=0.51, p<0.05$ )는 약간 증가하였으나 낮은 상관관계를 보였다(Fig. 2). 중심정맥압은 체외순환 전, 후 모두 폐동맥확장기압과 상관관계가 없었고( $r=0.22, p>0.05, r=0.45, p>0.05$ ) 좌심방압과도 낮은 상관관계를 보였다( $r=0.53, p<0.05$ ). 폐모세혈관쇄기압은 체외순환 전( $r=0.86, p<0.01$ )과

후( $r=0.79, p<0.01$ )에 모두 폐동맥확장기압과 좋은 상관관계를 보였다(Fig. 3). 좌심방압은 폐모세혈관쇄기압( $r=0.89, p<0.01$ )과 높은 상관관계를 보였고(Fig. 4), 폐동맥확장기압( $r=0.67, p<0.01$ )과도 비교적 좋은 상관관계를 보였다.

고 찰

본 연구에서는 대동맥관 협착 환자에서 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압과의 상관관계가 적으며, 그 변화 사이에도 관계가 없음을 보여주었다.

1970년대<sup>4)</sup> 폐동맥카테테르가 고안된 이후 폐모세혈관쇄기압은 좌심실의 충만압을 반영하는 지표로 사용할 수 있게 되었다. 여러 보고에서 급성 심근경색<sup>2)</sup>, 쇼크<sup>5)</sup>, 심한외상<sup>6)</sup>이나 만성 심질환<sup>1)</sup>이 있는 경우에는 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압과는 상관관계가 적다고 하였다. Samii<sup>7)</sup>은 심장질환이나 폐질환이 없더라도 나이가 많은 사람에서는 중심정맥압으로 폐모세혈관쇄기압을 적절히 예측할 수 없다고 하였으며 이것은 유순도(compliance), 수축성(contractility), 혹은 유출저항(outflow resistance)이 두 심실간에 차이가 있는 것과 관련이 있다고 하였다. Mangano<sup>8)</sup>는 관상동맥우회로술을 시행받는 환자에서 좌심실의 기능이 정상인 경우에는 폐모세혈관쇄기압과 중심정맥압은 좋은 상관관계( $r=0.89$ )를 보인 반면, 좌심실의 기능이 저하된 경우에는 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압과의 상관관계가 적다( $r=0.24$ )고 하

였다. Forrester<sup>2)</sup>도 심근경색 환자에서 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압은 낮은 상관관계( $r=0.45$ )를 보였고, 중심정맥압이 좌심실의 충만압을 정확히 반영하지 못한다고 하였다. 그들은 이렇게 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압이 차이를 보이는 이유으로써 심근경색에 의한 좌심실의 기능 변화와 유순도의 변화로서 설명하였다. 좌심실의 기능이 감소한 경우 좌우 심실의 충만압에 미치는 영향을 Fig. 5에서 보여주고 있다. 즉 심박출량이 감소하면 정맥환류가 줄어들어서 우심실의 충만압은 감소되거나 변화가 거의 없게 되는것이 화살표로 표시되었다. 반면에 좌심실의 기능이 변하여 충만압이 증가되는 것이 물결모양의 화살표로 표시되었다. 이런 효과의 결과로 좌우 심실의 충만압의 차이가 커지게된다. 좌심실의 유순도가 감소한 경우 좌우 심실의 충만압에 대한 영향을 Fig. 6에서 보여주고 있다. 두 심실에 같은양의 용적이 있는 상태에서 좌심실의 확장기압은 증가함을 볼 수 있다. 좌심실경색이 있는 경우에는 우심실의 유순도는 그대로이므로 우심실의 충만압은 변하지 않는다. 따라서 심근경색에서 좌심실의

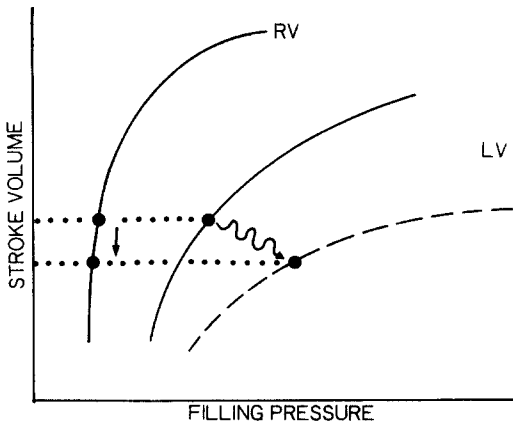


Fig. 5. Effect of diminished left ventricular function on filling pressures in the right and left sides of the heart. Shift to a new ventricular function curve results in an elevation of left ventricular filling pressure at a lower cardiac output. If right ventricular function remains unchanged diminished venous return will result in a small reduction in right ventricular filling pressure.

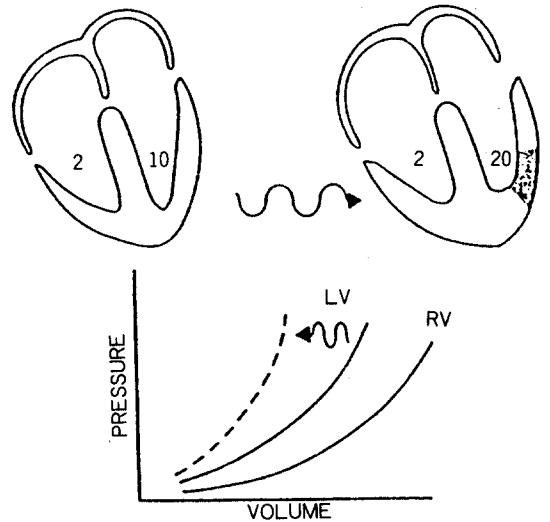


Fig. 6. Effect of the infarcted left ventricular wall upon ventricular filling pressures.

The pressure-volume relation of the left ventricle is shifted to the left. Resulting in increased filling pressure in the absence of any change in diastolic volume. Right ventricular filling pressure remains unchanged.

기능과 유순도의 변화로서 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압의 차이를 설명할 수 있다고 하였다.

대동맥관 협착증에서는 병태생리학적으로 대동맥관의 협착이 진행될수록 좌심실의 후부하의 증가에 대하여 좌심실의 비후(left ventricular hypertrophy)로 인해 보상(compensation)이 이루어지므로, 좌심실의 유순도는 감소하고 우심실의 유순도는 정상인 상태가 된다. 본연구에서는 좌심실의 기능은 측정하지 않았으나 두심실간의 유순도 차이만으로도 좌, 우심실의 충만압을 반영하는 폐모세혈관쇄기압과 중심정맥압 사이에 차이를 보일 것이 예상되며 이는 본 연구의 결과와도 부합되었다.

체외순환전 보다 체외순환후에 폐모세혈관쇄기압과 중심정맥압의 상관관계가 약간 증가된 것에 대해 본 연구에서는 정확히 설명할 수는 없다. Mangano<sup>8)</sup>는 관상동맥우회로술을 시행받는 환자에서 좌심실의 기능이 저하된 경우에는 중심정맥압과 폐모세혈관쇄기압과의 상관관계가 적었는데, 좌심실의 기능이 저하됨과 함께 우심실의 기능도 함께 저하된 경우에는 폐모세혈관쇄기압과 중심정맥압의 상관관계가 개선되는 경향을 보였다고 하였는 바, 체외순환후 우심실의 기능저하 혹은 그에 따른 유순도의 변화에 의한 영향을 이유로 들 수 있겠고, 또 대동맥관막치환술에 의한 좌심실의 유출저항의 변화도 영향을 줄 수 있다고 사료된다.

Lappas등<sup>9)</sup>은 흉부 대동맥류 수술을 받는 환자에서 좌심방압과 폐모세혈관쇄기압 및 폐동맥확장기압과의 상관관계는 매우 높으며 폐모세혈관쇄기압은 좌심방압을 반영하는 지표가 될 수 있다고 하였다. Humphrey등<sup>10)</sup>은 대동맥관 및 승모관질환을 포함한 심장질환을 가진 환자에서 좌심방압과 폐모세혈관쇄기압 및 폐동맥확장기압과는 비교적 좋은 상관관계를 보이며 폐모세혈관쇄기압은 폐동맥확장기압보다 더 정확하게 좌심방압을 간접적으로 반영한다고 하였다. 본 연구에서도 좌심방압은 폐모세혈관쇄기압 및 폐동맥확장기압과 좋은 상관관계를 보였으며 체외순환 후 측정된 결과에서 처럼 좌심방압은 폐동맥확장기압보다는 폐모세혈관쇄기압과 더 좋은 상관관계를 보였다.

대동맥관협착 환자의 마취관리시 혈액학 감시 방법에 대해서는 논란이 있으며, 폐동맥 카테테르의

거치 및 감시는 시간이 소요되고 비용이 들며 카테테르의 거치에 의한 부작용의 빈도도 높아 중심정맥압 감시와 비교하여 risk-benefit에 대해 논란이 남아있는 상태이다. 특히 대동맥관협착 환자에서는 폐동맥카테테르의 거치에 의한 부정맥으로 인해 저혈압이나 심근허혈이 생길 수 있는 위험이 있다<sup>11)</sup>. 그러나 대동맥관협착과같이 좌심실의 유순도가 감소한 경우에는 본 연구의 결과에서처럼 중심정맥압이 좌심실 충만압을 잘 반영하지 못할 것이다. 그러므로 중심정맥압만을 감시하는 경우에 좌심실의 기능은 정상이므로, 낮은 중심정맥압을 유지하게 되면 외과적 실혈등의 불충분한 보충으로 인해 좌심실에 심각한 저용적 상태를 초래할 수도 있게 된다.

결론적으로, 대동맥관 협착과같이 좌심실의 유순도가 감소된 경우에는 중심정맥압이 좌심실의 충만압을 잘 반영하지 못하므로 대동맥관 협착으로 수술을 받는 환자에서는 심장 수술뿐 아니라 비심장 수술시에도, 적절한 마취관리를 위해서는 폐동맥 카테테르를 거치하여 좌심실의 적절한 충만압을 유지하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Toussaint GP, Brugess JH, Hampson LG. Central venous pressure and pulmonary wedge pressure in critical surgical illness. Arch Surg 1974; 109: 265-9.
2. Forrester JS, Diamond G, McHugh TJ, Swan HJC. Filling pressures in the right and left sides of the heart in acute myocardial infarction. N Engl J Med 1971; 285: 190-3.
3. Miller RD. Anesthesia. 4th ed. New York: Churchill Livingstone. 1994, p1775
4. Swan HJ, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette Dx. Catheterization of the heart in man with the use of a flow directed balloon-tipped catheter. N Engl J Med 1970; 283: 447-51
5. Cohn JN, Tristani FE, Khatri IM. Studies in clinical shock and hypotension. VI. Relationship between left and right ventricular function. J Clin Invest 1969; 48: 2008-18.
6. Civetta JM, Gabel JC. Flow directed pulmonary artery catheterization in surgical patients. Ann Surg 1972; 176: 753-6.
7. Samii K, Conseiller C, Viars P. Central venous pres-

- sure and pulmonary wedge pressure. Arch Surg 1976; 111: 1122-5.
8. Mangano DT. Monitoring pulmonary artery pressure in coronary-artery disease. Anesthesiology 1980; 53: 364-70.
  9. Lappas D, Lell WA, Gabel JC, Civetta JM, Lewenstein E. Indirect measurement of left-atrial pressure in surgical patients: pulmonary-capillary wedge and pulmonary-artery diastolic pressures compared with left-atrial pressure. Anesthesiology 1973; 38: 394-7.
  10. Humphrey CB, Oury JH, Virgilio RW, Gibbons JA, Folkerth TL, Shapiro AR, et al. An analysis of direct and indirect measurements of left atrial filling pressure. J Thorac Cardiovasc Surg 1970; 71: 643-7.
  11. Kaplan JA. Cardiac anesthesia. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders company. 1993, pp 642-3.
-