

## 경식도 심초음파도로 관찰한 경피적 승모판 성형술 전후의 폐정맥 혈류의 변화\*

서울대학교 의과대학 내과학교실

박승우 · 김철호 · 한규록 · 김효수 · 손대원 · 오병희 · 이명묵  
박영배 · 최윤식 · 서정돈 · 이영우

= Abstract =

### Transesophageal Echocardiographic Evaluation of Pulmonary Venous Flow Patterns Before and After Percutaneous Mitral Commissurotomy

Seung Woo Park, M.D., Cheol Ho Kim, M.D., Kyoo Rok Han, M.D.,  
Hyo Soo Kim, M.D., Dae Won Sohn, MD., Byung Hee Oh, M.D.,  
Myoung Mook Lee, M.D., Young Bae Park, M.D., Yun Shik Choi, M.D.,  
Jung Don Seo, M.D., Young Woo Lee, M.D.

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

**Background** : Pulmonary venous flow(PVF) is closely related to left atrial pressure(LAP) and percutaneous mitral commissurotomy(PMC) reduces LAP rapidly. However, PVF pattern in mitral stenosis(MS) with sinus rhythm after PMC remains to be elucidated.

**Methods** : Transesophageal echocardiographic pulsed Doppler examination was performed within 24 hours before and after PMC to evaluate PVF pattern in 10 patients of MS with sinus rhythm.

**Results** : Before PMC, both peak velocity(PV) and velocity time integral(VTI) during systole had significant negative correlations with mean LAP( $r = -0.70$ ,  $r = -0.79$ , respectively). After PMC, both systolic PV and VTI increased significantly without significant changes in diastolic PV and VTI. However, there was no significant correlation between systolic PV and mean LAP, and between systolic VTI and mean LAP after PMC.

	mean LAP(mmHg)	S-PV	D-PV	S-VTI	D-VTI
Before PMC	$27.2 \pm 7.1$	$0.36 \pm 0.05$	$0.34 \pm 0.09$	$0.05 \pm 0.01$	$0.05 \pm 0.02$
After PMC	$14.6 \pm 4.3^*$	$0.57 \pm 0.14^{\wedge}$	$0.40 \pm 0.13^{\wedge}$	$0.11 \pm 0.04$	$0.07 \pm 0.03$

S- ; systole, D- ; diastole, PV ; peak velocity(m/sec), VTI ; velocity time integral(m)

\* ;  $p < 0.01$  vs. before PMC,  $\wedge$  ;  $p < 0.01$  vs. diastole after PMC

**Conclusion** : In mitral stenosis with sinus rhythm, these data suggest that systolic PVF decreases with increase of mean LAP and PMC could reverse this change without affecting diastolic PVF. However, acute hemodynamic changes of left atrium induced by PMC may contribute

\*이 논문은 서울대학교병원 1992년도 지정연구비(010)의 일부 보조로 이루어졌음.

to the absence of correlation between mean LAP and systolic PVF after PMC.

**KEY WORDS :** Pulmonary venous flow · Mitral stenosis · Percutaneous mitral commissurotomy.

## 서론

정상적인 폐정맥 혈류는 수축기와 초기 이완기의 전향파와 후기 이완기의 역류파로 구성되어 있다<sup>1,2)</sup>. 수축기 전향파는 좌심방이 이완되고 승모판륜이 심첨부쪽으로 이동함에 의해 나타나고, 초기 이완기 전향파는 승모판이 열리고 좌심실이 이완됨에 따라 좌심방에서 좌심실로의 혈류가 생김으로써 발생된다. 후기 이완기에는 좌심방의 수축에 의해 좌심방압이 상승되어 있으므로 좌심방에서 폐정맥으로의 역류파가 생긴다<sup>3,4)</sup>. 승모판 협착증의 경우에는 좌심방압과 좌심방 용적이 지속적으로 상승되어 있어서, 폐정맥 혈류양상의 변화가 예상되며, 실제로 승모판 협착증에서 폐정맥 혈류양상이 정상과는 다른 것으로 보고되고 있다<sup>5-7)</sup>. 최근 저자들은 동물동의 승모판 협착증에서 폐정맥 혈류중 수축기 혈류가 감소하고 평균 좌심방압과 폐정맥 혈류사이 음의 상관관계가 있다고 보고하였다<sup>6)</sup>. 그러나, 경피적 승모판 성형술에 의해 좌심방의 압력이 급격히 감소하는 경우에 폐정맥 혈류가 어떻게 변화하는가에 대한 연구는 매우 산발적이며, 그 결과도 보고자에 따라 일치하지 않는다<sup>7-9)</sup>. 이에 저자들은 경식도 심초음파도를 이용한 간헐파형 도플러 검사로 경피적 승모판 성형술 전후의 폐정맥 혈류 변화를 관찰하고 이를 심도자술로 측정한 혈역학적 변수와 연관지어 분석하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

승모판구 면적이  $1.5\text{cm}^2$  이하인 중증의 승모판 협착증으로 또는 중증의 승모판 협착증 및 경미한 승모판 폐쇄부전증으로 경피적 승모판 성형술을 받을 예정인 10명의 환자를 대상으로 경피적 승모판 성형술을 시술 전후로 24시간 이내에 경식도 심초음파도 검사를 반복 시행하였다. 심율동의 영향을 배제하기 위하여 심방세동을 갖는 환자는 제외하였으며 대상 환자는 최소한 검사 1주일 전

부터 식이나 복용하는 약물의 변화가 없도록 하였다. 경피적 승모판 성형술을 시행하기 전의 경식도 심초음파도 검사는 먼저 2% xylocaine을 이용하여 후두부를 국소마취 시킨 후, Aloka 회사의 SSD-870 모델의 5MHz 탐촉자를 삽입하였다. 첫 10분 동안에는 승모판과 판막하구조 및 좌심방이의 혈전 유무를 관찰한 후, 간헐파형 도플러를 이용하여 좌상 폐정맥에서 폐정맥 혈류를 관찰하였다. 호흡 측정기(respirometer)는 사용하지 않았다. 폐정맥 혈류는 좌상 폐정맥이 좌심방과 만나는 곳으로부터 1cm 후방부에서 음향신호가 최대이고 색채 도플러 혈류가 최대인 곳에 도플러 sample volume을 놓고 가능한한 혈류와 도플러 빔(beam)이 평행을 이루도록 한 후 측정하였다. 폐정맥 혈류 속도는 심전도와 함께 video recorder에 녹화하여 폐정맥 혈류지표를 평가하는데 사용하였으며 3회의 심주기 기록을 평균하여 지표로 삼았다. 폐정맥 혈류지표로는 수축기 최고속도(S), 초기 이완기 최고속도(D), 후기 이완기의 좌심방 수축에 의한 역류된 폐정맥 혈류의 최고 속도(A), 수축기 속도-시간적(J), 초기 이완기-속도 시간적(K) 등을 측정하였다. 수축기 속도-시간적은 전향파의 시작부터 제 2 전향파의 시작까지로 하였으며, 초기 이완기 속도-시간적은 제 2 전향파의 시작부터 제 2 전향파가 기준선과 만나는 점까지로 하였다(그림 1). 그리고 경흉 심초음파도를 이용하여 좌심방 용적을 구하였다. 경피적 승모판 성형술은 경식도 심초음파로 검사 후 24시간 이내에 시술하였다. 시술도중, 먼저 좌심실 조영술을 시행하여 좌심실 수축기 기능이 정상임을 확인하고 승모판 역류 정도가 조영술상 2도 이내임을 확인하였다. 이후 심방중격천자술을 시행하고 평균 좌심방압, 좌심실 이완기 말압, Gorlin's formula<sup>10,11)</sup>에 의한 승모판 구면적 등을 구하였다. 이 때 3회의 심주기 기록을 평균하여 경피적 승모판 성형술 시행 전 지표로 삼았다. 이중 풍선 확장술에 의해 승모판을 확장시킨 후, 혈역학적 안정을 위해 5분간 기다렸

다가 전술한 방법으로 혈액학 지표를 구하여 경피적 승모판 성형술 시행 후 지표로 삼았다. 그리고 좌심실 조영술을 반복하여 좌심실 수축기 기능이 정상임을 확인하고 승모판 역류 정도가 조영술상 2도 이내임을 다시 확인하였다. 경피적 승모판 성형술 시술 후 24시간 이내에 앞서 언급한 방법으로 경식도 및 경흉 심초음파도 검사를 시행하였다. 통계학적 방법으로는 경피적 승모판 시술 전후 및 혈류지표 각각의 수축기와 이완기 간의 비교는 Wil-

coxon Matched-pairs Signed-ranks test를 이용하였고 폐정맥 혈류 지표와 혈액학적 지표간의 상관관계를 보기 위해서는 multiple stepwise linear regression analysis를 시행하여 값이  $P < 0.05$  미만인 경우에 유의성을 인정하였으며 각각의 수치는 평균±표준편차로 표시하였다.

## 결 과

### 1. 임상적 특징과 좌심실 조영술 소견

대상 환자 10명중 한명을 제외하고는 모두 여자였으며, 평균 연령은  $38 \pm 7$ 세였고, 경피적 승모판 성형술을 시술하기 전에 시행한 좌심실 조영술상 3명에서 1도의 승모판 폐쇄부전이 관찰되었고, 승모판 성형술 시술 후 시행한 좌심실 조영술에서는 원래 승모판 폐쇄부전이 있던 환자들은 폐쇄부전의 정도가 변함이 없었으나, 3명의 환자에서 1도의 승모판 폐쇄부전이 새로 생겨서, 결국 경피적 승모판 성형술 직후에 시행한 좌심실 조영술에서는 전부 6명의 환자에게서 1도의 승모판 폐쇄부전을 관찰할 수 있었다.

### 2. 심도자술에 의해 측정된 혈액학적 소견(표 1)

경피적 승모판 성형술 시행 전에 측정된 평균 좌심방압은  $27.2 \pm 7.1$ mmHg, 좌심방과 좌심실 사이의 평균압력차는  $18.8 \pm 7.2$ mmHg, 승모판구면적은  $1.01 \pm 0.25$ cm<sup>2</sup>이었고, 시행 후에 측정된 평균 좌심방압은  $14.6 \pm 4.2$ mmHg, 좌심방과 좌심실 사이의 평균압력차는  $5.5 \pm 2.7$ mmHg, 승모판구면적은  $2.00 \pm 0.72$ cm<sup>2</sup>으로, 시행 전과 비교해서 유의하게 변화하였다( $p < 0.01$ ).

### 3. 경식도 심초음파도로 측정된 폐정맥 혈류의 간헐파형 도플러 검사소견(표 2)

폐정맥 혈류의 수축기 최고속도는 경피적 승모판 성형술 시행 전  $0.36 \pm 0.05$ m/s, 시행 후  $0.57 \pm 0.14$ m/s 수축기 속도-시간적은 시행 전  $0.05 \pm 0.01$ m,

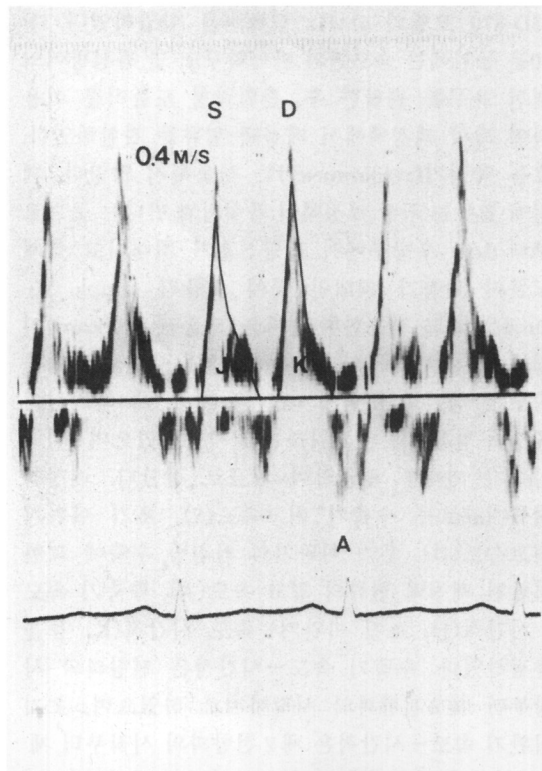


그림 1. 경식도 심초음파도 검사를 통하여 간헐파형 도플러로 측정된 폐정맥 혈류양상.

S: 수축기 최고속도, D: 초기 이완기 최고속도, A: 후기 이완기의 좌심방 수축에 의한 폐정맥 혈류의 역류시 최고속도, J: 수축기 속도-시간적, K: 초기 이완기 속도-시간적.

표 1. 심도자술로 측정된 경피적 승모판 성형술 전후의 혈액학 지표의 변화

혈액학 지표	성형술 시행 전	성형술 시행 후
평균 좌심방압	$27.2 \pm 7.1$ mmHg	$14.6 \pm 4.2$ mmHg*
좌심방과 좌심실간 평균 압력차	$18.8 \pm 7.2$ mmHg	$5.5 \pm 2.7$ mmHg*
승모판구면적	$1.01 \pm 0.25$ cm <sup>2</sup>	$2.00 \pm 0.72$ cm <sup>2</sup> *

\* $p < 0.01$  대 성형술 시행 전

시행 후  $0.11 \pm 0.04\text{m}$ 로 시행 전에 비하여 시행 후에 각각 유의하게 증가되었다( $p < 0.01$ ). 이에 비하여, 초기 이완기 최고속도는 시행 전  $0.34 \pm 0.09\text{m/s}$ , 시행 후  $0.40 \pm 0.13\text{m/s}$ 이었고, 초기 이완기 속도-시간적은 시행 전  $0.05 \pm 0.02\text{m}$ , 시행 후  $0.07 \pm 0.03\text{m}$ , 후기 이완기의 좌심방 수축에 의한 폐정맥 혈류의 최고 역류속도는 시행 전  $0.18 \pm 0.06\text{m/s}$ , 시행 후  $0.17 \pm 0.05\text{m/s}$ 로 이완기 혈류지표는 수축기 지표와는 달리 시행 전에 비하여 시행 후에 변화가 없었다. 또한 시행 전에는 폐정맥 혈류의 최고속도와 속도-시간적에 있어, 수축기와 초기 이완기 사이에 유의한 차이를 보이지 않았으나 시행 후에는 수축기 지표들이 초기 이완기 지표들에 비하여 유의하게 상승되어 있었다( $p < 0.01$ ).

#### 4. 폐정맥 혈류의 도플러 지표들과 심도자술로 측정된 혈역학 변수들과의 관계

폐정맥 혈류에 영향을 미칠 수 있으리라고 생각되는 변수들 즉 연령, 좌심방 용적, 승모판구면적, 좌심실 이완기말압, 평균 좌심방압, 좌심방과 좌심실 사이의 평균압력차, 승모판 폐쇄부전의 정도 등을 독립변수로 하고, 측정된 폐정맥 혈류의 모든 도플러 지표를 종속변수로 하여 경피적 승모판 성형술 시행 전후로 나누어서 각각 multiple stepwise regression analysis를 시행하였다.

##### 1) 경피적 승모판 성형술 시행 전

수축기 최고 속도와 수축기 속도-시간적은 평균 좌심방압과 유의한 음의 상관관계를 보였다(수축기 최고속도:  $\gamma = -0.70$ ,  $\text{SEE} = 0.037$ ,  $P < 0.05$ , 수축기 속도-시간적:  $\gamma = -0.79$ ,  $\text{SEE} = 0.635$ ,  $P < 0.01$ , 그림 2). 그러나 이완기 최고속도(D)와 초기 이완기 속도-시간적(K)은 평균 좌심방압과 유의한 상관

관계를 나타내지 않았고, 후기 이완기에 나타나는 폐정맥 혈류의 역류시 최고속도(A)도 평균 좌심방압과 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 그리고 그 밖의 다른 독립변수들도 폐정맥 혈류의 도플러 지표들과 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

##### 2) 경피적 승모판 성형술 시행 후

심도자술에 의해 측정된 혈역학적 지표들과 경식도 심초음파도로 측정된 폐정맥 혈류의 도플러 지표들간에는 시행 전 평균 좌심방압과 유의한 상관관계를 보였던 폐정맥 혈류의 수축기 지표들을 포함하여 어떠한 변수들도 유의한 상관관계를 보이지 않았다(그림 3).

##### 5) 좌심방 용적의 변화(표 2)

경흉 심초음파도를 이용하여 측정된 좌심방 용적은 경피적 승모판 성형술 시행 전  $79.7 \pm 24.5\text{ml}$ 에서 시행 후  $52.7 \pm 17.4\text{ml}$ 로 유의한 감소를 보였다( $p < 0.05$ ).

## 고 안

좌심방과 좌심실의 동적인 변화에 의해 결정되는 폐정맥 혈류는 정상적으로는 수축기와 이완기초기에 각각의 전향파를 보이고, 이완기 말기에는 좌심방의 수축에 의해 혈류가 좌심방으로부터 폐정맥으로 역류하는데<sup>12,15)</sup>, 승모판 협착증에서는 동율동의 경우, 폐정맥 혈류의 수축기 전향파가 감소하고, 더우기 평균 좌심방압과 수축기 폐정맥 혈류지표 사이에 음의 상관관계가 보고되고 있으며<sup>6)</sup>, 심방세동의 경우에는 폐정맥 혈류의 대부분이 이완기의 전향파로 나타난다고 보고되고 있다<sup>4,5,16,17)</sup>. 본 연구에서는 심율동의 영향을 배제하기 위

표 2. 심초음파도로 측정된 경피적 승모판 성형술 전후의 폐정맥 혈류지표 및 좌심방 용적변화

심초음파도 검사지표	성형술 시행 전	성형술 시행 후
폐정맥 수축기 최고속도(S)	$0.36 \pm 0.05\text{m/s}$	$0.57 \pm 0.14\text{m/s}^{* \#}$
폐정맥 수축기 속도-시간적(J)	$0.05 \pm 0.01\text{m}$	$0.11 \pm 0.04\text{m}^{* \#}$
폐정맥 초기 이완기 최고속도(D)	$0.34 \pm 0.09\text{m/s}$	$0.40 \pm 0.13\text{m/s}$
폐정맥 초기 이완기 속도-시간적(K)	$0.05 \pm 0.02\text{m}$	$0.07 \pm 0.03\text{m}$
폐정맥 후기 이완기 역류속도(A)	$0.18 \pm 0.06\text{m/s}$	$0.17 \pm 0.05\text{m/s}$
좌심방 용적	$79.7 \pm 24.5\text{ml}$	$52.7 \pm 17.4\text{ml}^{\wedge}$

\* $p < 0.01$  대 성형술 시행 전 # ;  $p < 0.01$  대 성형술 시행 후 초기 이완기

$\wedge$  :  $p < 0.05$  대 성형술 시행 전

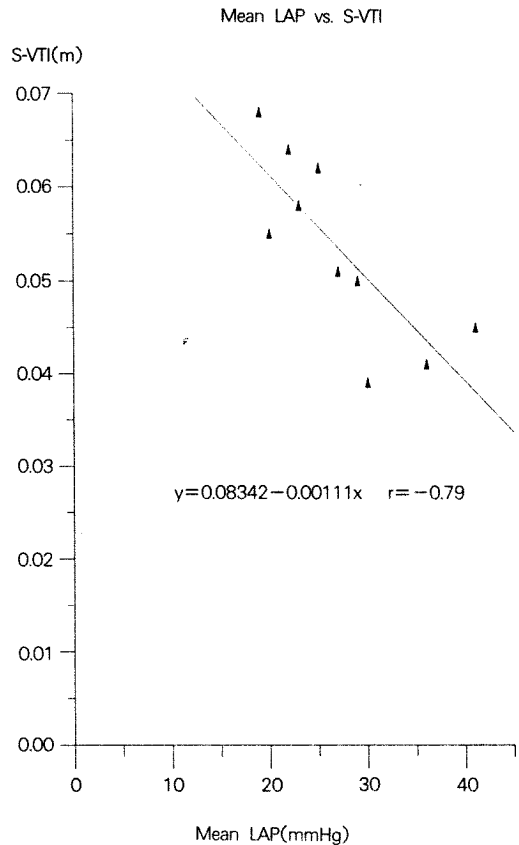
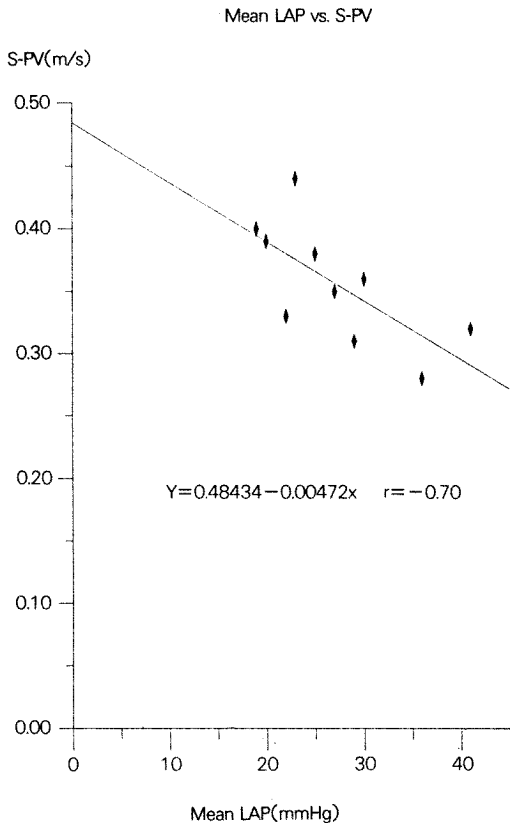
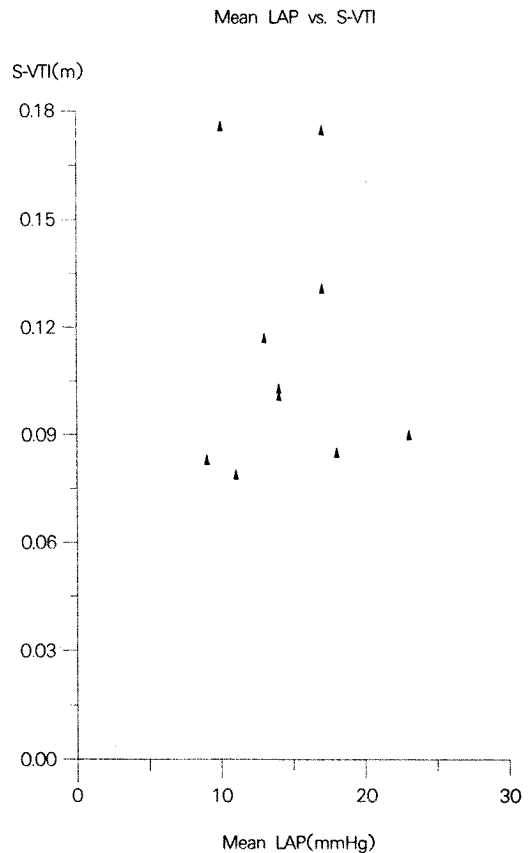
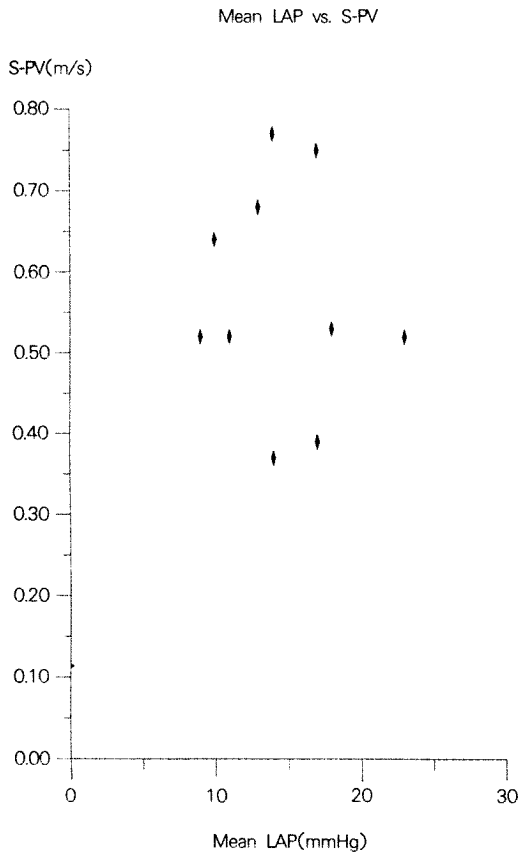


그림 2. 경피적 승모판 성형술 시행 전 평균 좌심방압(Mean LAP)과 수축기 최고속도(S-PV) 및 수축기 속도-시간적(S-VTI)과의 관계.

하여 동율동의 승모판 협착증으로 대상군을 국한하였는데, 경피적 승모판 성형술을 시행하기 전에 비하여 시행한 직후에 측정된 폐정맥 혈류양상은 이완기 혈류지표는 변화가 없었으나 수축기 전향파는 유의한 증가를 볼 수 있었다. 이는 대조군이 없어서 본 연구에서 직접적으로 증명하지는 못하였으나 승모판 협착증 환자에서 정상인에 비해서 감소되었던 수축기 폐정맥 혈류가 경피적 승모판 성형술에 의해 좌심방압이 감소함에 의하여 회복되는 것으로 추정할 수 있으며, 이는 이전의 연구들과 일치하는 소견이다<sup>6-9)</sup>. 그런데 초기 이완기의 폐정맥 혈류지표가 경피적 승모판 성형술 시행 전후로 유의한 차이를 보이지 않은 것은 시행 후 초기 이완기의 혈류지표가 증가한다는 Natarazan 등<sup>8)</sup>의 결과와는 다른 소견이다. 그렇지만 Keren 등<sup>4)</sup>은 동율동의 승모판 협착증 환자에서 초기 이완기

폐정맥 혈류는 정상인과 차이가 없다고 보고하였는데, 이것은 초기 이완기에는 좌심방이 폐정맥과 좌심실을 연결하는 통로역할만을 하므로 이완기의 폐정맥 혈류는 좌심실충만을 결정하는 원인에 의해 결정된다는 가정<sup>18)</sup>을 뒷받침하며, 본 연구결과는 이에 합당한 소견이라 하겠다. 또한 이러한 결과는 송 등<sup>7)</sup>의 보고에서도 나타나고 있다.

평균 좌심방압과 수축기 폐정맥 혈류지표 간의 관계는 경피적 승모판 성형술 시행 전에는 음의 상관관계를 보여서, 이전의 보고<sup>6)</sup>와 같은 결과를 나타내었으나, 시행한 직후에는 양자간에 유의한 상관관계를 볼 수 없었다. 이는 시술도중 생긴 심방중격결손에 의하여 수축기에도 좌심방의 혈액이 우심방으로 빠져나갈 수 있어서 좌심방압이 전적으로 폐정맥 혈류에만 영향을 미칠 수 없기 때문이라 일부 생각되며 앞으로는 경피적 승모판 성



**그림 3.** 경피적 승모판 성형술 시행 후 평균 좌심방압(Mean LAP)과 수축기 최고속도(S-PV) 및 수축기 속도-시간적(S-VTI)과의 관계.

형술을 시행하고 일정시간이 지나서 좌심방의 혈류역학적 변화가 안정되고, 심방중격결손이 소실된 후에 평균좌심방압과 폐정맥 혈류지표간의 상관관계에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구의 한계점으로는 폐정맥 혈류 지표와 측정 혈역학적 변수의 측정사이에 시간차가 있다는 점이다. 그렇지만 대상군의 모든 환자가 만성상태이고 복용하는 약물이나 식이에 있어 검사전 적어도 1주일전에는 변화가 없었으므로 24시간 이내에 폐정맥 혈류나 심장내 혈류역학에 의미있는 변화는 없으리라고 생각하였다. 그리고, 호흡 측정기를 사용하지 않아서 호흡에 따른 폐정맥 혈류변화를 고려하지 못하였으나, 자연호흡(spontaneous respiration)의 경우에는 호흡이 폐정맥 혈류에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 보고되어 있고<sup>19)</sup>, 3회의 혈류지표를 평균하여 사용하였으므로 호흡의 영향

은 별로 없으리라고 생각된다.

이상의 결과로 동물동의 승모판 협착증 환자에서 폐정맥 혈류는 평균좌심방압이 증가함에 따라 수축기 혈류가 감소하는 유의한 음의 상관관계를 보이며, 경피적 승모판 성형술을 시행하면 감소되었던 수축기 폐정맥 혈류는 회복되지만, 평균좌심방압과 수축기 폐정맥 혈류지표 간의 유의한 상관관계는 볼 수 없었다. 이는 경피적 승모판 성형술 도중에 인위적으로 생기는 심방중격결손 등이 일부 원인이 될 수 있으리라 생각된다.

## 요 약

### 연구배경 :

폐정맥 혈류는 좌심방의 혈역학 변화에 의해 결정되는데, 만성적으로 좌심방압이 상승되어있는

승모판 협착증에서 경피적 승모판 성형술을 시행할 경우 급작스런 좌심방압의 감소가 일어나므로 폐정맥 혈류양상도 변화하리라 생각된다.

#### 방 법 :

경피적 승모판 성형술을 시행받을 예정인 10명의 승모판 협착증 환자에서 시술 전후로 24시간 이내에 경식도 심초음파도를 이용한 간헐파형 도플러 검사로 폐정맥 혈류지표들을 관찰하고 경피적 승모판 성형술 전후로 혈액학적 변수들을 측정하였다. 이들을 서로 비교분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

#### 결 과 :

1) 심도자술에 의해 측정한 혈액학적 소견은 경피적 승모판 성형술 시행 전에 비하여 시행 후에 평균 좌심방압, 좌심방과 좌심실 사이의 평균압력차는 유의하게 줄어들고, 승모판구면적은 유의하게 증가되었다. 좌심방 용적의 변화는 경흉 심초음파도를 이용하여 측정하였는데, 경피적 승모판 성형술 시행 후 유의한 감소를 보였다.

2) 경식도 심초음파도로 측정한 폐정맥 혈류의 간헐파형 도플러 검사조건경피적 승모판 성형술 시행 전에 측정한 폐정맥 혈류는 최고속도나 속도-시간적에 있어 심주기에 따른 유의한 차이는 없었으나, 시행 후에 측정한 폐정맥 혈류는 최고 속도나 속도-시간적에 있어 시행 전과는 달리 수축기 지표들이 초기 이완기 지표들에 비하여 유의하게 증가되어 있었다. 그리고 각각의 혈류지표를 시행 전후로 비교해보면, 수축기 최고속도와 속도-시간적은 시행 후에 유의한 증가소견을 보였으나, 초기 이완기 최고속도 및 속도-시간적은 시행 전후로 유의한 차이를 보이지 않았다.

3) 폐정맥 혈류의 도플러 지표들과 심도자술로 측정한 혈액학 변수들과의 관계는 경피적 승모판 성형술 시행 전에는 수축기 최고 속도와 수축기 속도-시간적이 평균 좌심방압과 유의한 음의 상관관계를 보였으나 경피적 승모판 성형술 시행 후에는 심도자술에 의해 측정한 혈액학적 지표들과 경식도 심초음파도로 측정한 폐정맥 혈류의 도플러 지표들간에 어떠한 변수도 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

#### 결 론 :

이상의 결과로 동물동의 승모판 협착증 환자에서

폐정맥 혈류는 평균좌심방압이 증가함에 따라 수축기 혈류가 감소하는 유의한 음의 상관관계를 보이며, 경피적 승모판 성형술을 시행하면 감소되었던 수축기 폐정맥 혈류는 회복되지만, 성형술 전에 나타났던 평균좌심방압과 수축기 폐정맥 혈류지표 간의 유의한 상관관계는 더이상 유지되지 않았다.

#### References

- 1) Rajagopalan B, Friend JA, Stallard T, Lee G de J : *Blood flow in pulmonary veins : I. Studies in dog and man. Cardiovasc Res* 13 : 667, 1979
- 2) Rajagopalan B, Friend JA, Stallard T, Lee G de J : *Blood flow in pulmonary veins : II. The influence of events transmitted from the right to the left sides of the heart. Cardiovasc Res* 13 : 677, 1979
- 3) Klein AL, Hatle LK, Burstow DJ, Seward JB, Kyle RA, Bailey KR, Luscher TF, Gertz MA, Tajik AJ : *Doppler characterization of left ventricular diastolic function in cardiac amyloidosis. J Am Coll Cardiol* 13 : 1017, 1989
- 4) Klein AL, Tajik AJ : *Doppler assessment of pulmonary venous flow in healthy subjects and in patients with heart disease. J Am Soc Echo* 4 : 379, 1991
- 5) Keren G, Pardes A, Miller HI, Scherez J, Laniado S : *Pulmonary venous flow determined by Doppler echocardiography in mitral stenosis. Am J Cardiol* 65 : 246, 1990
- 6) Lee MM, Park SW, Kim CH, Sohn DW, Oh BH, Park YB, Choi YS, Seo JD, Lee YW : *Relation of pulmonary venous flow to mean left atrial pressure in mitral stenosis with sinus rhythm. Am Heart J* 126 : 1401, 1993
- 7) 송재관 · 박승정 · 박성옥 · 김재중 · 김원호 · 두영철 · 이종구 : 승모판협착증 환자에서 경피적 승모판성형술이 폐정맥혈류속도에 미치는 영향. 순환기 23 : 14, 1993
- 8) Natarajan D, Sharma VP, Chandra S, Dhar SK, Gaba M, Caroli B : *Effects of percutaneous mitral valvotomy on pulmonary venous flow in severe mitral stenosis. Am J Cardiol* 69 : 810, 1992
- 9) Jolly N, Arora R, Mohan JC, Khalilullah M : *Pulmonary venous flow dynamics before and after balloon mitral valvuloplasty as determined by transesophageal echocardiography. Am J Cardiol* 69 : 810, 1992

- phageal Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 70 : 780, 1992
- 10) Gorlin R, Gorlin SG : *Hydraulic formula for calculation of area of stenotic mitral valve, other cardiac values and central circulatory shunts*. *Am Heart J* 41 : 1, 1951
  - 11) Cohen MV, Gorlin R : *Modified orifice equation for the calculation of mitral valve area*. *Am Heart J* 84 : 839, 1972
  - 12) Morkin E, Collins JA, Goldman HS, Fishman AP : *Pattern of blood flow in the pulmonary veins of the dog*. *J Appl Physiol* 20 : 1118, 1965
  - 13) Dixon SH Jr, Nolan SP, Morrow AG : *Pulmonary venous flow : The effects of alteration in left atrial pressure, pulmonary arterial occlusion, and mitral regurgitation in the dog*. *Ann Surg* 174 : 944, 1971
  - 14) Guntheroth WG, Gould R, Butler J, Kinnen E : *Pulsatile flow in pulmonary artery, capillary, and vein in the dog*. *Cardiovasc Res* 8 : 330, 1974
  - 15) Skagseth E : *Pulmonary vein flow pattern in man during thoracotomy*. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 10 : 36, 1976
  - 16) Keren G, Bier A, Sherez J, Miura D, Keefe D, LeJemtel T : *Atrial contraction is an important determinant of pulmonary venous flow*. *J Am Coll Cardiol* 7 : 693, 1986
  - 17) Klein AL, Cohen GI, Davison MB, Stewart WJ, Husbands K, Pearce GL, Saledo EE : *Effect of mitral stenosis on pulmonary venous flow by transesophageal echocardiography*(Abstract). *J Am Soc Echo* 4 : 296, 1991
  - 18) Basnight MA, Gonzalez MS, Kershenovich SC, Appleton CP : *Pulmonary venous flow velocity : relation to hemodynamics, mitral flow velocity and left atrial volume, and ejection fraction*. *J Am Soc Echocardiogr* 4 : 379, 1991
  - 19) Klein AL, Burstow DJ, Taliencio CP, Zachariah PK, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ : *Effect of age on pulmonary venous flow velocities in normal subjects*(Abstract). *J Am Coll Cardiol* 30 : 50A, 1989