만성 승모판폐쇄부전 환자에서 승모판대치술 전 좌심실박출계수의 평가

인하대학교 의과대학 마취과학교실

이춘수 · 임현경 · 이홍식 · 김태정
이성근 · 신혜란 · 차영덕

= Abstract =

Evaluation of Left Ventricular Ejection Fraction before Mitral Valve Replacement in Patients with Chronic Mitral Regurgitation

Choon Soo Lee, M.D., Hyun Kyung Lim, M.D., Hong Sik Lee, M.D.
Tae Jung Kim, M.D., Sung Keun Lee, M.D., Hey Ran Shin, M.D.
and Young Deog Cha, M.D.

Department of Anesthesiology, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea

Background: Left ventricular ejection fraction (LVEF) is considered to be an index of LV function. However, LVEF in chronic mitral regurgitation (MR) is overestimated due to a "systolic unloading effect" into the left atrium and leads to underestimation of the degree of LV dysfunction preoperatively. The purpose of this study was to evaluate the exact degree of preoperative LV dysfunction by LVEF, according to the MR grade.

Methods: Transesophageal echocardiography (on transgastric short axis view) was performed to compare LVEF at the Pre- and Post-MVR periods, in 39 patients with chronic MR: group I, MR grade III (n = 16) and group II, MR grade IV (n = 23).

Results: LVEF at Pre- and Post-MVR were $63.8 \pm 6.1\%$ and $54.8 \pm 6.0\%$, respectively, and the LVEF difference between Pre- and Post-MVR was 9.0 ± 3.5 by number ($14.1 \pm 5.3\%$ by ratio) in group I. LVEF at Pre- and Post-MVR were $68.1 \pm 7.2\%$ and $51.7 \pm 6.0\%$, respectively, and the LVEF difference between Pre- and Post-MVR was 16.4 ± 4.2 by number ($24.0 \pm 5.2\%$ by ratio) in group II.

Conclusions: For the exact evaluation of preoperative LV function in patients with chronic MR, we have to subtract 9.0 by number (14.1% by ratio) from the preoperative LVEF in MR grade III and 16.4 by number (24.0% by ratio) from the preoperative LVEF in MR grade IV. (Korean J Anesthesiol 2000; 39: 346~351)

Key Words: Heart: left ventricular ejection fraction; left ventricular function; mitral regurgitation.
Surgery: mitral valve replacement.

논문접수일 : 2000년 6월 16일

책임저자 : 이춘수, 인천시 중구 신흥동 3가 7-206, 인하대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 400-711

Tel: 032-890-3968, Fax: 032-881-2477

본 논문은 인하대학교 의과대학 교내 연구비 지원 논문임.

서 론

일반적으로 좌심실박출계수(left ventricular ejection fraction, LVEF)는 좌심실 기능을 나타내는 중요한 지수로 사용되고 있다. 그러나 만성 승모판폐쇄부전 환자의 경우, 흔히 이용되는 좌심실박출계수인 통례적 좌심실박출계수(conventional LVEF)는 좌심실이완 기말용적 중의 일부가 수축기 시 저항이 낮은 좌심방으로 향하는 일회박출량(stroke volume, SV)을 포함하고 있어 대동맥으로만 향하는 다른 형태의 심장 질환 환자의 좌심실박출계수에 비해 과대평가 됨으로, 술전 좌심실 기능부전의 정도를 적절하게 반영하지 못하게 된다.^{1,2)} 따라서 만성 승모판폐쇄부전 환자의 술전 좌심실 기능을 적절히 평가하기 위해서는 대동맥으로 향하는 전방 일회박출량(forward SV)을 측정한 후 이를 좌심실이완기말용적으로 나눈 전방 좌심실박출계수(forward LVEF)를 구하는 것이 이론적으로 타당하지만,¹⁾ 여기에는 임상적 제약이 따른다.

본 연구는 만성 승모판폐쇄부전 환자에서 승모판대치술 전 좌심방으로 향하는 일회박출량이 포함된 상태에서의 좌심실박출계수와 승모판대치술 후 좌심방으로 향하던 일회박출량이 차단된 상태에서의 좌심실박출계수를 폐쇄부전의 정도에 따라 비교함으로써, 승모판대치술 전에 증가되어 나타난 통례적 좌심실박출계수에서 전방 좌심실박출계수를 미루어 예측하여 술전 좌심실 기능부전의 정도를 평가하는데 도움을 주고자 한다.

대상 및 방법

승모판대치술을 시행 받은 39명의 만성 승모판폐쇄부전 환자를 대상으로 하였고, 다른 형태의 판막 질환이 동반된 환자는 대상에서 제외하였으며, 폐쇄부전의 정도에 따라 1군(MR grade III, n = 16)과 2군(MR grade IV, n = 23)으로 나누었다.

마취전처치로 수술실 도착 1시간 전에 morphine 0.1 mg/kg을 근주하였고, digoxin 및 이노제를 제외한 모든 심장약은 평상대로 투여하였다. 수술실에 도착하면 심전도를 부착하여 lead II와 V₅를 감시하였고, 요골동맥관을 거치한 후 감시장치(Model 90385,

SpaceLabs Medical, USA)를 사용하여 혈압을 감시하면서 우측 내경정맥을 통하여 Swan-Ganz 카테테르를 삽입하여 폐동맥압, 폐동맥쇄기압 및 중심정맥압을 동시에 감시하였으며, 심박출량을 측정하였다. 마취유도는 midazolam 0.05 mg/kg, fentanyl 20-30 µg/kg 및 vecuronium 0.1 mg/kg으로 하였고, 마취유지는 fentanyl 0.04-0.08 µg/kg/min과 저농도의 isoflurane으로 하였다. 수술이 끝나면 수술시간, 체외순환시간 및 대동맥 차단시간을 기록하였다.

경식도초음파(Ultrasound System 77040A, Hewlett Packard, USA)의 변환기는 식도를 통해 위장관 내로 삽입한 후, 좌심실박출계수의 측정을 위해 좌심실 유두근의 가운데 부위가 관찰되는 위치에 고정시킨 후 면적의 변화를 관찰하였다. 심박수, 동맥압, 폐동맥압, 폐모세혈관쇄기압, 중심정맥압, 심박출량 등의 혈액학치와 좌심실박출계수의 측정은 승모판대치술 전(Pre-MVR, 흉골절개 후 체외순환 전까지 기간)과 후(Post-MVR, 체외순환 이탈 후 흉골봉합 전까지 기간) 활력징후가 안정되었을 때 시행하였으며, 만성 승모판폐쇄부전 시에는 폐동맥고혈압이 흔히 동반되어 폐모세혈관쇄기압의 측정이 곤란한 경우가 있기 때문에 폐모세혈관쇄기압 측정치는 이완기폐동맥압 측정치로 대신하였다.³⁾ 심장지수, 일회심박출지수, 전신혈관저항지수는 측정된 혈액학치를 이용하여 계산하였고, 승모판대치술 전과 후의 좌심실박출계수의 숫자상 및 비율 변화정도는 다음과 같이 계산하였다.

$$N\text{-LVEF} = \text{Pre-MVR LVEF} - \text{Post-MVR LVEF}$$

$$R\text{-LVEF} = (\text{Pre-MVR LVEF} - \text{Post-MVR LVEF}) / \text{Pre-MVR LVEF} \times 100$$

N-LVEF: 승모판대치술 전과 후 좌심실박출계수의 숫자 변화정도

R-LVEF: 승모판대치술 전과 후 좌심실박출계수의 비율 변화정도(%)

혈관수축제 및 혈관확장제는 활력징후 유지를 위해 필요한 경우 사용하였으며, 적절한 일회심박출지수의 유지를 위해 심근수축제로 amrinone 2 mg/kg를 초기용량으로 체외순환 이탈 직전 펌프에 주입하였고 체외순환 이탈 후에는 5-10 µg/kg/min을 점적정주하였다.

각각의 측정치는 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였으며, 두 군간 측정치의 비교는 unpaired *t*-test를, 각 군 내에서 변화한 측정치의 비교는 paired *t*-test를 이용하여 통계처리 하였으며, $P < 0.05$ 일 때 통계학적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

두 군에서 남, 녀 성별비, 연령, 체표면적, 수술시간, 체외순환시간 및 대동맥 차단시간은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. Demographic Data

	Group I	Group II
Sex (m/f)	6 : 10	10 : 13
Age (yr)	51.4 $\pm$ 11.9	48.5 $\pm$ 15.0
BSA (m ²)	1.5 $\pm$ 0.2	1.6 $\pm$ 0.2
Operation time (min)	330.5 $\pm$ 36.2	352.2 $\pm$ 29.7
CPB time (min)	73.2 $\pm$ 15.4	78.5 $\pm$ 18.0
ACC time (min)	58.3 $\pm$ 18.8	62.3 $\pm$ 17.1

Values are mean $\pm$ SD, except sex. Group I: MR grade III, Group II: MR grade IV, BSA: body surface area, CPB: cardio-pulmonary bypass, ACC: aortic cross clamp.

Table 2. Hemodynamic Changes at Pre-MVR and Post-MVR

	Group I		Group II	
	Pre-MVR	Post-MVR	Pre-MVR	Post-MVR
HR (bpm)	79.3 $\pm$ 6.1	87.5 $\pm$ 4.3*	76.5 $\pm$ 4.8	88.3 $\pm$ 3.0*
MSAP (mmHg)	80.3 $\pm$ 8.0	76.0 $\pm$ 7.6	76.8 $\pm$ 7.1	77.1 $\pm$ 7.7
DPAP (PCWP) (mmHg)	20.0 $\pm$ 8.0	13.7 $\pm$ 3.6*	23.1 $\pm$ 8.3	16.0 $\pm$ 4.3*
CVP (mmHg)	9.2 $\pm$ 3.4	8.6 $\pm$ 3.0	9.2 $\pm$ 3.5	8.7 $\pm$ 2.2
CI (L/min/m ²)	2.17 $\pm$ 0.35	2.54 $\pm$ 0.37*	2.17 $\pm$ 0.33	2.43 $\pm$ 0.36*
SI (ml/beat/m ²)	27.4 $\pm$ 4.1	28.9 $\pm$ 3.9	28.8 $\pm$ 4.9	27.6 $\pm$ 4.3
SVRI (dyne/sec/cm ⁵ /m ²)	2673 $\pm$ 467	2162 $\pm$ 392*	2539 $\pm$ 405	2291 $\pm$ 429*

Values are mean $\pm$ SD. Group I: MR grade III, Group II: MR grade IV, MVR: mitral valve replacement, HR: heart rate, MSAP: mean systemic arterial pressure, DPAP: diastolic pulmonary arterial pressure, PCWP: pulmonary capillary wedge pressure, CVP: central venous pressure, CI: cardiac index, SI: stroke index, SVRI: systemic vascular resistance index. *: $P < 0.05$ compared with Pre-MVR value in the same group.

1군과 2군 내에서 승모판대치술 전과 후 각각의 혈액학적 변화를 보면, 평균동맥압, 중심정맥압 및 일회심박출지수에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었던 반면, 심박수와 심장지수는 증가하였고 폐모세 혈관쇄기압을 대신한 이완기폐동맥압과 전신혈관저항지수는 감소하면서 각각 통계학적으로 유의한 차이($P < 0.05$)를 보였다. 그러나 두 군간에 측정시기에 따른 각각의 혈액학치는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

1군에서 승모판대치술 전과 후의 좌심실박출계수는 통계학적으로 유의한 차이($P < 0.05$)를 보였으며 좌심실박출계수의 변화정도는 숫자상으로는 9.0 ± 3.5 , 비율로는 $14.1 \pm 5.3\%$ 이었고, 2군에서 승모판

Table 3. LVEF Changes between Pre-MVR and Post-MVR

	Group I	Group II
Pre-MVR LVEF (%)	63.8 $\pm$ 6.1	68.1 $\pm$ 7.2 [†]
Post-MVR LVEF (%)	54.8 $\pm$ 6.0*	51.7 $\pm$ 6.0*
N-LVEF	9.0 $\pm$ 3.5	16.4 $\pm$ 4.2 [†]
R-LVEF (%)	14.1 $\pm$ 5.3	24.0 $\pm$ 5.2 [†]

Values are mean $\pm$ SD. Group I: MR grade III, Group II: MR grade IV, LVEF: left ventricular ejection fraction, MVR: mitral valve replacement, N-LVEF: numerical change in LVEF, R-LVEF: ratio change in LVEF. *: $P < 0.05$ compared with Pre-MVR value in the same group, [†]: $P < 0.05$ compared with group I.

대치술 전과 후의 좌심실박출계수는 통계학적으로 유의한 차이($P < 0.05$)를 보였으며 좌심실박출계수의 변화 정도는 숫자상으로는 16.4 ± 4.2 , 비율로는 $24.0 \pm 5.2\%$ 이었다. 또한 승모판대치술 후 좌심실박출계수를 제외한 세 항목 각각에서 두 군간에 통계학적으로 유의한 차이($P < 0.05$)를 보였다(Table 3).

고 찰

좌심실박출계수는 좌심실기능을 나타내는 중요한 지수로, 이를 결정하는 인자는 전부하, 후부하와 심근수축력이다. 전부하는 좌심실의 능동적 수축 직전 심근에 부하되는 좌심실이완기말용적을 의미하며, 이는 좌심실 벽의 유순도에 의해 결정되는 좌심실이완기말압으로 나타낼 수 있으나 측정방법에 어려움이 있어, 임상적으로는 측정이 비교적 쉬운 폐모세혈관쇄기압과 중심정맥압을 주로 이용한다. 그러나 만성 승모판폐쇄부전 환자에서 흔히 동반되는 폐동맥고혈압이 있는 경우에는 폐모세혈관쇄기압의 측정이 곤란한 경우가 있으며, 이런 경우에는 폐모세혈관쇄기압과 비슷한 절대치 및 변화 양상을 보이는 이완기폐동맥압을 측정하여 근사치를 얻을 수 있다.³⁾ 따라서 본 연구에서는 전부하 변화를 비교하기 위해 중심정맥압과 이완기폐동맥압을 측정하였다.

만성 승모판폐쇄부전 환자에서 폐동맥고혈압은 좌심실이완기말용적의 과부하에 의해 상승된 좌심방혈류량과 압력이 폐동맥으로 전달되는 기전과 폐혈관상(bed)의 형태학적 변화 및 반사성 폐동맥 수축 기전에 의해 발생하는데, 장기간 지속될 경우 우심실부전을 초래할 수 있다.⁴⁾ 그러나 승모판대치술이 성공적으로 시행된 후에는 좌심방압이 감소하면서 반사성 폐동맥 수축이 완화되어 폐동맥압의 호전이 이루어지고 폐모세혈관쇄기압과 이완기폐동맥압이 하강할 수 있는데,⁵⁾ 본 연구에서는 이완기폐동맥압이 두 군에서 모두 유의하게 감소함으로써 승모판대치술이 성공적으로 이루어졌음을 알 수 있었다. 반면 중심정맥압은 술전 우심실부전의 정도에 따라 술 후 별다른 변화가 없을 수도 있는데, 본 연구에서는 승모판대치술 후 중심정맥압 변화에는 유의한 차이가 없었으며 이는 승모판대치술 전 폐동맥고혈압은 어느 정도 있었으나 우심실부전이 없었기 때문으로 판단되며, 승모판폐쇄부전 환자의 심장수술시 전부

하를 예측하기 위해서는 중심정맥압보다는 이완기폐동맥압의 변화를 관찰하는 것이 바람직하다.

후부하는 심근수축이 일어날 때 심장이 극복해야 하는 외적인 부하로 수축기 동안의 동맥 유입 임피던스(arterial input impedance) 또는 심실벽 긴장(wall tension)으로 정의하는데, 임상적으로 측정이 곤란한 복합적 변수에 의해 결정됨으로 대개는 전신혈관저항을 측정하여 간접적으로 예측할 수 있다. 본 연구에서는 전신혈관저항지수를 측정하였는데 두 군에서 모두 승모판대치술 전과 후에 각각 유의한 감소를 보였으며, 승모판대치술 후 좌심실박출계수는 감소하고 후부하는 증가한다는 Sakai 등의⁶⁾ 보고와 상이한 결과를 보였는데, 이는 승모판대치술 후 심근수축제로 사용한 amrinone의 혈관확장 효과와 체온 상승 및 활력징후 유지를 위해 사용한 혈관확장제의 효과 때문일 것으로 사료된다.

심근수축력도 좌심실박출계수를 결정하는 중요한 인자인데, 만성 승모판폐쇄부전 환자에서 승모판대치술을 시행하면 좌심방으로 향하던 낮은 저항의 박출경로 차단으로 후부하가 증가하면서 심근섬유의 수축력이 감소하여 심박출량이 감소하고 좌심실수축기말용적이 증가하게 되며, 이로 인해 좌심실 용적이 커지면서 구형으로 구조적 변화를 하게되고 심박출 기능에 이상을 초래하여 좌심실박출계수가 더욱 감소하는 좌심실 기능부전을 유발하게 된다.^{2,7-9)} 따라서 승모판대치술을 성공적으로 시행하더라도 체외순환 이탈 후 적절한 심박출량과 심근수축력 유지를 위해서는 심근수축제 사용이 필요하다. 임현교 등은¹⁰⁾ 승모판대치술 후 심장지수의 증가는 방실파박기능이 호전되고 좌심방압과 폐혈관저항이 감소됨으로서 일회심박출량이 증가한 때문이라고 하였다. 그러나 본 연구에서는 좌심실박출계수의 비교를 위해 일회심박출지수가 승모판대치술 전과 후에 비슷한 정도를 유지할 수 있도록 체외순환 이탈 후 심근수축제로 amrinone $5-10 \mu\text{g/kg/min}$ 을 사용하였음으로, 두 군 모두에서 승모판대치술 전과 후의 일회심박출지수에는 별다른 변화없이 심장지수의 유의한 증가를 보였는데 이는 유의하게 증가한 심박수에 기인한 것으로 판단되며, 상기보고와는 다소 상이한 결과를 보였다.

만성 승모판폐쇄부전 환자에서의 승모판대치술과 다른 형태의 심장질환 환자에서의 심장수술시 좌심실박출계수를 비교한 보고에 의하면, 만성 승모판폐

쇄부전 환자에서는 승모판대치술 전과 후에 각각 $65 \pm 6\%$, $35 \pm 16\%$ 이었으며 변화정도는 숫자상으로 $30 \pm 12\%$ 감소됨을 보인 반면, 다른 형태의 심장 질환 환자에서는 심장수술 전과 후에 각각 $52 \pm 11\%$, $45 \pm 6\%$ 으로 유의한 차이 없이 변화정도는 숫자상으로 $7 \pm 14\%$ 감소됨을 보여, 두 비교군간에 상당한 차이가 있었다.²⁾ 이는 승모판폐쇄부전 환자에서 흔히 이용되는 좌심실박출계수인 통례적 좌심실박출계수가 승모판대치술 전 수축기 시 저항이 낮은 좌심방으로 향하는 일회박출량을 포함하고 있어 다른 형태의 심장질환 환자의 좌심실박출계수에 비해 과대평가 되기 때문이며, 따라서 술전 좌심실 기능부전의 정도를 적절히 평가하기 위해서는 전방 좌심실박출계수를 구하는 것이 바람직하다.¹⁾ 전방 좌심실박출계수란, 만성 승모판폐쇄부전 환자에서 수축기 동안에 좌심방으로 향하는 일회박출량을 배제한 순수하게 대동맥으로 향하는 전방 일회박출량을 측정 한 후 이를 좌심실이완기말용적으로 나눈 값으로, 전방 좌심실박출계수가 35% 미만으로 좌심실 기능부전을 가진 환자의 대부분에서 50% 이상의 통례적 좌심실박출계수를 보였다는 Clancy 등의¹⁾ 보고와 같이, 이는 술전 좌심실 기능부전의 정도를 평가하는데 유용하다. 그러나 전방 일회박출량의 측정에는 임상적 제약이 따르므로, 만성 승모판폐쇄부전 환자에서 승모판대치술 전 좌심방으로 향하는 일회박출량이 포함된 상태에서의 좌심실박출계수와 승모판대치술 후 좌심방으로 향하던 일회박출량이 차단된 상태에서의 좌심실박출계수를 비교해 보면 승모판대치술 전에 증가되어 나타난 통례적 좌심실박출계수에서 실제적인 전방 좌심실박출계수를 미루어 예측할 수 있다. 본 연구에서 승모판대치술 전과 후의 좌심실박출계수는 승모판폐쇄부전 grade III과 IV 군에서 각각 $63.8 \pm 6.1\%$ 에서 $54.8 \pm 6.0\%$ 로, $68.1 \pm 7.2\%$ 에서 $51.7 \pm 6.0\%$ 로 감소함을 보여, 각각 56%에서 50%로, 59%에서 49%로 감소하였다고 보고한 Gaasch와 Zile의⁹⁾ 보고와 정도 차이는 있으나 비슷한 결과를 보여 주었다. 또한 승모판대치술 전의 좌심실박출계수는 grade III과 IV군에서 각각 $63.8 \pm 6.1\%$, $68.1 \pm 7.2\%$ 로 grade IV군에서 증가되어 있었는데, 두 군에서 전부하에는 유의한 차이가 없는 것으로 미루어 볼 때 심근수축력에 의한 차이보다는 술전 수축기 시 저항이 낮은 좌심방으로 향하

는 일회박출량의 정도가 많았기 때문이며, 승모판대치술 후의 좌심실박출계수는 grade III과 IV군에서 각각 $54.8 \pm 6.0\%$, $51.7 \pm 6.0\%$ 로 유의한 차이가 없었는데 이는 술전 수축기 시 저항이 낮은 좌심방으로 향하던 일회박출량이 술후 차단되었기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 이러한 결과는 승모판폐쇄부전 환자에서의 통례적 좌심실박출계수와 전방 좌심실박출계수의 차이 때문이라고 할 수 있으며, 본 연구에서는 좌심실박출계수의 변화정도가 만성 승모판폐쇄부전 grade III인 환자에서는 숫자상으로 9.0 ± 3.5 (비율로는 $14.1 \pm 5.3\%$), grade IV인 환자에서는 숫자상으로 16.4 ± 4.2 (비율로는 $24.0 \pm 5.2\%$) 차이를 보여 주었다.

결론적으로, 만성 승모판폐쇄부전 환자에서 술전 좌심실의 기능을 적절하게 평가하기 위해서는 통례적 좌심실박출계수에서 grade III인 환자는 숫자상으로 9.0 (비율로는 14.1%)를, grade IV인 환자는 숫자상으로 16.4 (비율로는 24.0%)를 감한 값으로 전방 좌심실박출계수를 예측하여 좌심실 기능부전의 정도를 평가하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Clancy KF, Hakki AH, Iskandrian AS, Hadjimitiades S, Mundth ED, Bemis CE, et al: Forward ejection fraction: a new index of left ventricular function in mitral regurgitation. *Am Heart J* 1985; 110: 658-64.
- 2) Wong VYH, Spotnitz HM: Systolic and diastolic properties of the human left ventricle during valve replacement for chronic mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1981; 47: 40-50.
- 3) Lappas D, Lell WA, Gabel JC, Civetta JM, Lowenstein 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.
- 4) Hutchins GM, Ostrow PT: The pathogenesis of the two forms of hypertensive pulmonary vascular disease. *Am Heart J* 1976; 92: 797-803.
- 5) McIluff JB, Daggett WM, Buckley MT, Lappas DG: Systemic and pulmonary hemodynamic changes immediately following mitral valve replacement in man. *Cardiovasc Surg* 1980; 21: 261-6.
- 6) Sakai K, Nakano S, Taniguchi K, Sakaki S, Hirata N, Shintani H, et al: Global left ventricular performance

- and regional systolic function after suture annuloplasty for chronic mitral regurgitation. *Circulation* 1992; 86: 1139-45.
- 7) Rozich JD, Carabello BA, Usher BW, Kratz JM, Bell AE, Zile MR: Mitral valve replacement with and without chordal preservation in patients with chronic mitral regurgitation. Mechanisms for differences in postoperative ejection performance. *Circulation* 1992; 86: 1718-26.
- 8) Tischler MD, Cooper KA, Rowen M, LeWinter MM: Mitral valve replacement versus mitral valve repair: a doppler and quantitative stress echocardiographic study. *Circulation* 1994; 89: 132-7.
- 9) Gaasch WH, Zile MR: Left ventricular function after surgical correction of chronic mitral regurgitation. *Eur Heart J* 1991; 12: 48-51.
- 10) 임현교, 이광호, 박노길, 이춘수, 유은숙, 박영란 등: 폐동맥 고혈압을 동반한 심방·실 중격 결손증과 승모판막증 환자에서의 수술 전후 폐혈역학 비교. *대한마취과 학회지* 1997; 32: 936-41.
-