

승모판협착증에서 운동부하 심장폴스캔을 이용한 경피적 풍선확장 판막성형술 전후의 좌심실 기능 평가*

연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

이도연 · 심원흠** · 박승정*** · 조승연** · 김성순** · 이웅구** · 김명진 · 최규옥 · 박창윤

— Abstract —

Exercise Radionuclide Ventriculographic Study of Mitral Stenosis Before and After Percutaneous Mirtal Valvuloplasty

Do Yun Lee, M.D., Won Heum Shim, M.D.**, Seung Jung Park, M.D.***, Seung Yun Cho, M.D.**,
Sung Soon Kim, M.D.**, Woong-Ku Lee, M.D.**, Myeong Jin Kim, M.D., Kyu Ok Choe, M.D., and
Chang Yun Park, M.D.

Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea

We performed radionuclide ventriculography before and within 1 week after percutaneous mirtal valvuloplasty (PMV) to evaluate left ventricular (LV) function in 20 patients(3 males and 17 females, mean age of 38 ± 10 years) who were pure mitral stenosis before PMV and less than grade 1 mitral regurgitation developed after PMV. 9 out of 20 patients had atrial fibrillation and 3 patients developed a small left-to-right shunt ($Qp/Qs < 1.5$) after PMV. PMV using double-balloon technique resulted in a increase in mitral valve area (0.9 ± 0.3 to $2.1 \pm 0.8 \text{ cm}^2$, $p < 0.001$) and in rest cardiac output (4.2 ± 1.0 to $4.8 \pm 1.4 \text{ L/min}$, $p < 0.005$). And also a decrease in mean mitral gradient (16.2 ± 7.0 to $5.2 \pm 3.0 \text{ mmHg}$, $p < 0.001$) was noted. Comparisons of LV function by supine bicycle exercise radionuclide ventriculography before and after PMV showed no significant changes in rest LV ejection fraction (LVEF, 55.2 ± 9.7 to $56.1 \pm 11.0\%$, $p > 0.05$), maximal exercise LVEF (60.9 ± 10.3 to $59.3 \pm 11.1\%$, $p > 0.05$), peak ejection rate (2.02 ± 0.58 to $2.15 \pm 0.60 \text{ EDV/ses}$, $p > 0.05$), and peak filling rate (1.04 ± 0.55 to $1.52 \pm 0.49 \text{ EDV/ses}$, $p > 0.05$). However, LV end diastolic volume (LVEDV, -29.3 ± 19.0 to $+3.3 \pm 32.9\%$, $p < 0.001$), stroke volume (SV, -22.0 ± 22.0 to $+11.2 \pm 40.0\%$, $p < 0.001$), and cardiac output (CO, 64.6 ± 54.0 to $100.4 \pm 69.7\%$, $p < 0.05$) with exercise compared to resting values were significantly increased.

We conclude that PMV resulted in a significant increase in LVEDV, SV, and CO with exercise, but decreased LV systolic performance and no improvement in diastolic filling.

Index Words: Heart, radionuclide studies 519.1299

Mitral valve, radionuclide studies 534.1299

Mitral valve, stenosis 534.831

* 본 논문은 1992년도 연세대학교 교수연구비 보조로 이루어졌음.

** 연세대학교 의과대학 내과학교실

** *Department of Internal Medicine, Yonsei University, College of Medicine, Seoul*

*** 울산의대 서울중앙병원 내과

*** *Department of Internal Medicine, Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul*

이 논문은 1992년 7월 14일 접수하여 1992년 9월 8일에 채택되었음.

서론

선천성 폐동맥판협착증을 개심술을 하지 않고 경피적 풍선확장판막성형술로 치료한 이후 판막의 협착을 이와 같은 방법으로 치료하려는 시도가 활발하여졌다(1, 2). 승모판협착증 환자에서 경피적 풍선판막성형술(percutaneous mitral balloon valvuloplasty, PMV)은 1984년 Inoue 등(3)에 의해 처음 임상에 적용된 이래 1986년 Zaibag 등(4)에 의하여 이중풍선도자술이 고안되었으며, 이러한 방법이 발전되어 최근에는 선택적 승모판협착증환자에 있어서 PMV는 수술적인 교련절개술을 대체할 수 있는 매우 유용하고 효과적인 치료시술로써 보급되고 있다.

승모판협착증환자에서 PMV 전후의 심장기능 평가에 심도자검사 및 심초음파 검사는 좋은 방법으로 널리 알려져 있다(5, 6). 그러나, 심장폴스캔(radionuclide ventriculography)을 이용하여 PMV 전후의 좌심실기능 변화에 대한 보고는 없으며 심도자검사나 심초음파검사로 운동시 심기능의 평가는 어려운 실정이다. 이에 저자들은 승모판협착증환자 중에서 성공적인 PMV를 시술받은 환자들을 대상으로 운동부하 심장폴스캔을 PMV 전후로 시행하여 이 시술에 따른 좌심실의 기능 변화를 관찰하였다.

자가 17예였다. 20예의 대상 환자중 심방세동은 9예에서 있었으며, 11예에서는 정상동조율이었고, 3예에서는 시술후 Qp/Qs 1.5이하의 단락을 보였다.

심장폴스캔은 환자의 적혈구를 ^{99m}Tc -pertechnetate 30mCi로 체내표지법을 이용하여 시행하였다(7). 심장폴스캔은 좌전사위 약 45°에서 high sensitivity 30° angle slant hole collimator와 high resolution 30° angle slant hole collimator를 사용하여 좌심실이 우심실과 좌심방에서 잘 분리되도록 하였으며, 사용기기는 CDA microdelta computer system과 연결된 small field of view mobile anger camera (Siemens사 LEM+)를 사용하였다. 심장폴스캔은 심박동 1회를 24화면으로 나누어 64×64 matrix로 양와위에서 다리를 올린 상태에서 시행하였다. 먼저 안정시 좌심실의 기능평가를 위해 high resolution 30° angle slant hole collimator로 7,000,000 counts를 얻은 후 운동시 얻은 결과와 비교하기 위하여 high sensitivity 30° angle slant hole collimator로 다시 2분간 안정시 base line acquisition을 얻었다. 운동부하검사는 양와위 상태에서 bicycle ergometer를 이용하여 운동부하 50watts에서 시작하여 25 watts씩 증가시켰으며 각 stage당 3분씩 운동을 지속시켜 마지막 2분간은 data를 획득하였다. 각 환자에서 최대 운동부하시 얻은 data와 안정시 base line acquisition한 data를 비교하여 운동시 좌심실의 기능 변화를 분석하였다.

대상 및 방법

연세대학교 의과대학 세브란스병원 심장혈관센터에 내원하여 성공적인 PMV를 시행받은 20명의 환자를 대상으로 PMV 시술전과 시술후 3-7일에 운동부하 심장폴스캔을 시행하였다. 대상환자는 전 예에서 PMV 시술전에는 순수한 승모판협착증환자 이었으며, 시술후에는 승모판 폐쇄부전증이 Grade 1 이하인 환자이었다. 대상환자의 연령은 21-63세(평균 38±10세)로 남자가 3예, 여

결과

성공적인 PMV를 시술받은 환자 20명에서 심도자검사를 시행하여 얻은 Gorlin씨 방법에 의한 승모판구 면적은 시술전 0.9±0.3cm²에서 시술후 2.1±0.8cm²(p<0.001)로 현저히 증가하였으며, 승모판 평균 이완기 압력차는 16.2±7.0mmHg에서 시술후 5.2±3.0mmHg(p<0.001) 감소하였고, 안정시 심박출량은 시술전 4.2±1.0 L/min에서 시술후 4.8±1.4L/min(p<0.001)으로 증가하였다

Table 1. Cardiac Catheterization Results Before & After PMV in Patients with Mitral Stenosis

	Pre-PMV	Post-PMV	P value
Mitral valve area (cm ²)	0.9 ± 0.3	2.1 ± 0.8	<0.001
Mitral press. gradient (mmHg)	16.2 ± 7.0	5.2 ± 3.0	<0.001
Cardiac output (L/min)	4.2 ± 1.0	4.8 ± 1.4	<0.001

values are mean ± SD

PMV: percutaneous mitral valvuloplasty

Table 2. Global Left Ventricular Function Before and After PMV in Patients with Mitral Stenosis

	Pre-PMV	Post-PMV	P value
PER (EDV/sec)	2.02 ± 0.58	2.15 ± 0.60	NS
PFR (EDV/sec)	1.40 ± 0.55	1.52 ± 0.49	NS
(SV/sec)	2.57 ± 1.12	2.77 ± 0.98	NS

Values are mean \pm SD NS: not significant
 PMV: percutaneous mitral valvuloplasty
 PER: peak ejection rate, EDV: end diastolic volume
 PFR: peak filling rate, SV: stroke volume

(Table 1).

안정시 시행한 심장폴스캔에서 얻은 좌심실의 최대수축율(peak ejection rate)은 시술전에 2.02 ± 0.58 EDV/sec 이었으며 시술후에는 2.15 ± 0.60 EDV/sec 이었고, 최대 이완율(peak filling rate)은 시술전과 시술후에 각각 1.40 ± 0.55 EDV/sec과 1.52 ± 0.49 EDV/sec 이었다(Table 2). 안정시 좌심실의 최대이완율과 최대수축율은 시술전후에 통계적으로 유의있는 변화를 보이지 않았다.

안정시와 비교하여 최대 운동시 좌심실의 이완기말용적(end-diastolic volume, EDV)의 변화는 시술전 $29.3 \pm 19.0\%$ 의 감소를 보였으나 시술후 $3.3 \pm 32.9\%$ ($p < 0.001$)의 증가를 보였다(Fig. 1). 최대 운동시 좌심실의 수축기말용적(end-systolic volume, ESV)의 변화는 안정시와 비교하여 시술전 $38.3 \pm 18.9\%$ 의 감소를 보였으나 시술후 $3.6 \pm 37.0\%$ ($p < 0.001$)의 감소를 보였다(Fig. 2).

운동시 좌심실의 ESV의 변화는 시술후 20명의 대상 환자중 1예에서만 감소하는 것을 관찰할 수 있었으며 EDV의 변화는 2예에서 시술후 감소하였다. 운동시 좌심실의 stroke volume의 변화는 시술전 $22.0 \pm 22.0\%$ 의 감소를 보였고, 시술후에는 $11.2 \pm 40.0\%$ ($p < 0.005$)의 증가를 보였으며, 4명의 환자에서는 시술후 운동시 stroke volume의 변화가 시술전에 비교해 감소하였다(Fig. 3). 안정시와 비교하여 최대 운동시 좌심실의 심박출량은 시술전 $64.6 \pm 54.0\%$ 에서 시술후 $100.4 \pm 69.7\%$ ($p < 0.005$)로 증가하였다(Fig. 4). 그러나 20예의 대상환자중 5예에서는 시술후 운동시 좌심실의 심박출량이 시술전에 비해 감소하였다. 안정시 좌심실의 심실구혈율은 시술전에

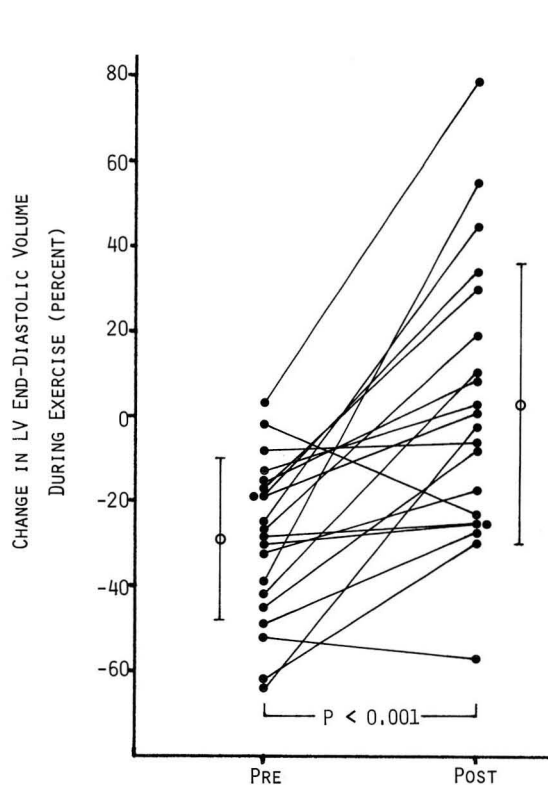


Fig. 1. Left ventricular end-diastolic volume response to exercise before and after PMV in patients with mitral stenosis.

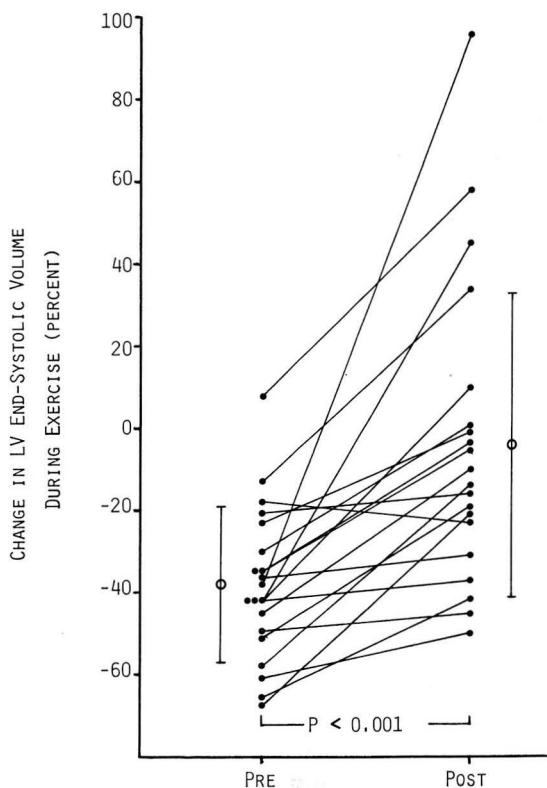


Fig. 2. Left ventricular end-systolic volume response to exercise before and after PMV in patients with mitral stenosis.

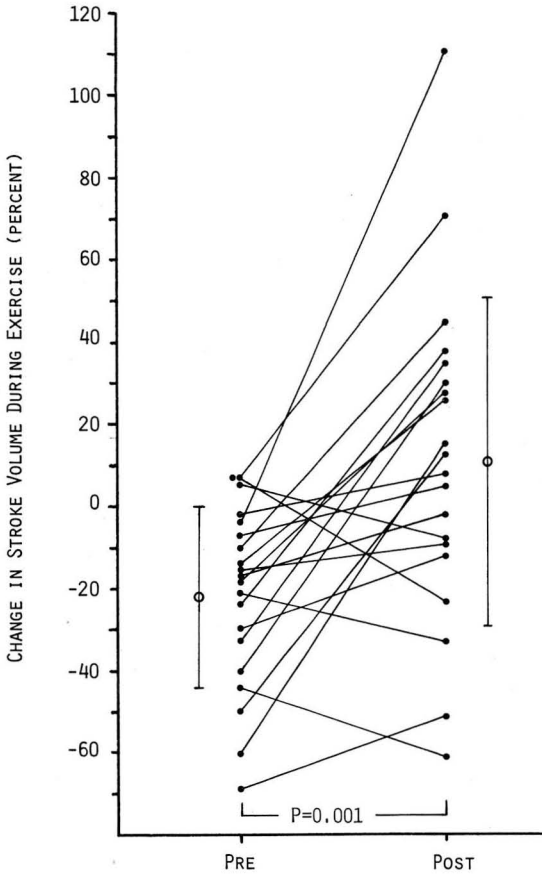


Fig. 3. Left ventricular stroke volume response to exercise before and after PMV in patients with mitral stenosis.

55.2±9.7%이었으며, 시술후에는 56.1±11.0%이었다. 또한 최대운동시 좌심실의 심실구혈율은 시술전과 시술후에 각각 60.9±10.3%와 59.3±11.1%이었다. 안정시 및 최대운동시 좌심실의 심실구혈율은 시술전과 시술후에 통계적으로 유의있는 변화를 보이지 않았다.

고 찰

최근들어 승모판협착증에서 PMV 시술이 활발히 시행되고 있으며, 이 시술은 수술적 교련절개술을 대체할 수 있는 유용하고 효과적인 방법으로 인정되어가고 있다(3-5). PMV시술후 안정시 심장기능 평가에 심도자검사 및 심초음파검사는 유용한 검사 방법이라는 것은 이미 주지된 사실이다(5, 6, 8). 운동부하 심장풀스캔은 안정시 뿐만 아니라 운동시에도 좌심실의 혈액학적 변화를 정확하게 관찰할 수 있는 검사로 알려져 있다(9). 심장풀스캔은

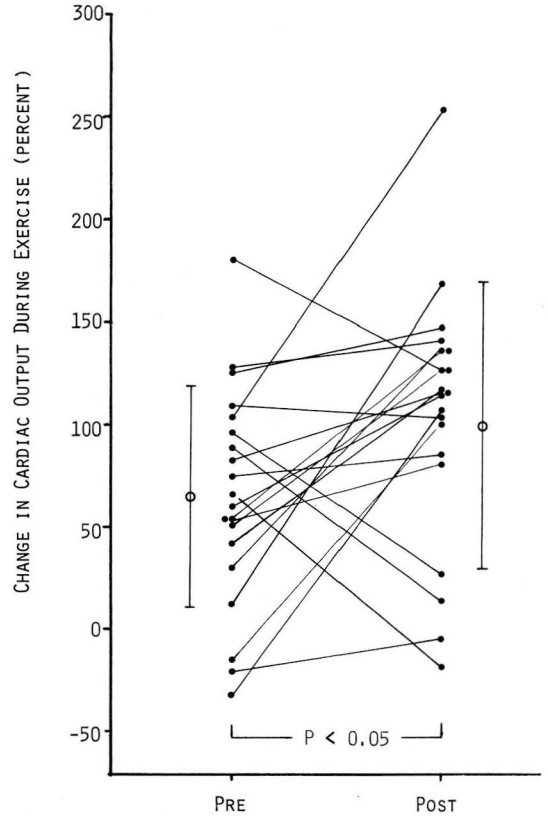


Fig. 4. Cardiac output response to exercise before and after PMV in patients with mitral stenosis.

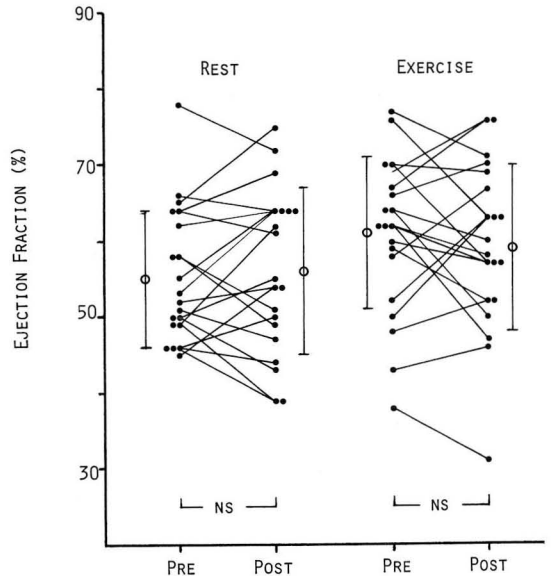


Fig. 5. Left ventricular ejection fraction response to exercise before and after PMV in patients with mitral stenosis.

비침습적 검사로 비교적 심장의 기하학적 구조 혹은 운동부하의 정도나 시간에 구애를 받지 않고 심실의 용적 변화를 관찰할 수 있다.

순수한 승모판협착증은 좌심실 내인성 심근 수축 상태가 정상이면서 협착 자체로 인한 유입 폐쇄로 우심실과 부하와 폐혈관 저항이 증가하고 좌심실내로 폐정맥 회귀가 감소하여 좌심실내 이완기 충만(diastolic filling)의 감소와 전반적인 좌심실 운동기능 감소가 일어나 심실의 수축기능은 감소하는 것으로 보고되었다(10, 11). 저자들이 PMV 시술전에 시행한 안정시 심장폴스캔에서 좌심실의 최대이완율과 최대수축율은 정상인과 비교하여 감소하여 있었으며 시술후에도 통계적으로 유의있는 변화를 보이지 않았다(12). Harrison 등(13)은 심도자검사를 이용하여 저자들과 유사한 결과를 얻었다.

운동시 좌심실의 EDV는 정상인에서는 안정시에 비교해 증가하나 승모판 협착증에서는 감소하고, ESV의 변화는 두 군 모두에서 감소한다(12). 따라서 승모판 협착증에서 좌심실의 심실구혈율이 운동시 증가하지 않는 것은 전부하 즉 이완기 충만의 감소에 의한 것이다. 본 연구에서 PMV 시술후 운동시 EDV와 ESV의 변화는 시술전과 비교해 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 최대 운동시 좌심실의 심실구혈율은 PMV 시술전과 시술후에 유의있는 변화를 보이지 않았는데 이는 시술후 운동시 EDV와 ESV가 같이 증가하였기 때문이다. 따라서 승모판 협착증환자에서 좌심실의 기능 변화는 이완기 기능의 이상 뿐 아니라 수축기의 기능에도 이상이 있는 것으로 사료된다.

정상인에서 운동을 시키는 경우 sympathetic tone이 증가하여 심박동수와 심근 수축이 증가하게 되며, 또한 말초혈관저항이 떨어지고 venous return이 증가하여 periphery의 요구를 충족시키기 위해 stroke volume과 심박출량이 증가하게 된다(14). 그러나 승모판 협착증에서는 운동시 EDV가 감소하기 때문에 stroke volume이 감소하고, 운동시 심박출량은 stroke volume의 감소에도 불구하고 심박동수의 증가에 기인하여 안정시와 비교하여 증가한다(12). PMV 시술후 안정시와 비교하여 운동시 좌심실의 stroke volume의 변화는 시술전과 비교하여 증가하였는데 이는 EDV의 증가가 ESV의 증가보다 더 많았기 때문이다. 운동시 좌심실의 심박출량의 변화는 시술전과 비교하여 시술후 stroke volume의 증가로 인하여 증가하는 소견을 보였다. 시술전후 최대 운동시 심박동수의 변화(144.5 ± 23.1 vs 135.1 ± 23.3 , $p=NS$)는 없었다. 저자들의 경우 PMV 시술후 운동시 좌심실의 심박출량이 시술전과 비교하여 5예에서 감소하였

는데 그 원인을 확실히 알 수 없으나 시술로 인한 좌심실근의 기능저하 또는 좌심실의 혈역학적 변화로 인하여 운동시 대동맥관 혹은 승모판 폐쇄부전증 등이 유발되지 않았는가 추측되어진다.

결론적으로 승모판협착증에서 경피적 풍선확장 판막성형술(PMV)을 시행한 경우 훼손된 좌심실의 수축기능과 이완기 충만은 호전되지 않으며, 안정시와 비교하여 운동시에 좌심실의 이완기말용적(EDV), stroke volume 및 심박출량이 호전되었다.

참 고 문 헌

1. Kan JS, White RI, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty, a new method for treating congenital pulmonary valvular stenosis. *N Engl J Med* 1982;307:540-542
2. Pepine CJ, Gesser JH, Feldman RL. Percutaneous balloon valvuloplasty for pulmonic valve stenosis in the adult. *Am J Cardiol* 1982;50:1442
3. Inoue K, Owaki T, Nakamura F, Miyamoto N. Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovas Surg* 1984;87:394-402
4. Zaibag MA, Ribeiro PA, Kasab SA, Fagih MR. Percutaneous double-balloon mitral valvotomy for rheumatic mitral valve stenosis. *Lancet* 1986;1:757-761
5. 박승정, 심원흠, 조승연 등. 승모판 협착증 환자에서의 경피적 풍선확장 판막성형술. *대한내과학회잡지* 1988; 35: 4-18
6. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF. Percutaneous mitral valvotomy: An analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. *Br Heart J* 1988;60:299-308
7. Srivastava SC, Chervu LR. Radionuclide-labeled red blood cells. Current status and feature prospects. *Seminars in Nuclear Medicine* 1984;14:68-82
8. Goto S, Hands S, Akaishi M, Abe S, Ogawa S. Left ventricular ejection performance in mitral stenosis, and effects of successful percutaneous transverse mitral commissurotomy. *Am J Cardiol* 1992;69:233-237

9. Sorensen SG, Ritchie JL, Caldwell JH et al. Serial exercise radionuclide angiography. *Circulation* 1980;61:600-609
10. Gash AK, Carabello BA, Cepin D et al. Left ventricular ejection performance and systolic muscle function in patients with mitral stenosis. *Circulation* 1983;67:148-154
11. Frank MJ, Levinson GE, Hellems HK. Left ventricular oxygen consumption, blood flow, and performance in mitral stenosis. *Circulation* 1965; 31:824
12. 이도연, 심원흠, 김한수 등. 승모판협착증 환자에서 운동부하 심장풀스캔을 이용한 좌심실기능의 평가. *대한핵의학회지* 1992 ; 26 : 58-64
13. Harrison JK, Davidson CH, Hermiller JB et al. Left ventricular filling and ventricular diastolic performance after percutaneous balloon mitral valvotomy. *Am J Cardiol* 1992;69:108-112
14. Ross J, Gault JH, Mason DT et al. Left ventricular performance during muscular exercise in patients with and without cardiac dysfunction. *Circulation* 1966;34:597