

## 승모판 협착증에서 풍선확장 판막성형술전후의 심음초음파 소견

연세대학교 의과대학 내과학교실

백경권 · 심원흠 · 장양수 · 권 준 · 탁승제 · 조승연 · 김성순 · 이웅구

= Abstract =

### Echophonocardiographic Study in Patients Undergoing Percutaneous Mitral Balloon Valvuloplasty(PMV)

Kyung Kwon Paik, M.D., Won Heum Shim, M.D., Yang Soo Jang, M.D.,  
Joon Kwon, M.D., Seung Jea Tahk, M.D., Seung Yun Cho, M.D.,  
Sung Soon Kim, M.D., Woong Ku Lee, M.D.

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

Percutaneous mitral ballon valvuloplasty(PMV) is an effective nonsurgical procedure for patients with mitral stenosis. PMV was performed in 13 patients(mean age, 41 years) with mitral stenosis. All patients underwent echophonocardiography(Echophono) before and after PMV. Two dilatation balloons were used in which the diameters approximately equaled the mitral valve annulus diameter as determined. After PMV, the mean mitral valve pressure gradient decreased( $22.3 \pm 1.89$ mmHg to  $5.2 \pm 2.6$ mmHg), the mean left atrial pressure decreased( $21.3 \pm 5.1$ mmHg to  $9.0 \pm 4.5$ mmHg) and the mitral valve area increased from  $0.8 \pm 0.3$  cm<sup>2</sup> to  $1.7 \pm 0.6$ cm<sup>2</sup>. The Echophono data are correlated with clinical and hemodynamic changes produced by PMV. PMV resulted in echophono changes consistent with decreased severity of mitral stenosis : shortening of Q-S1, from  $88 \pm 14$  to  $73 \pm 11$  mses( $p < 0.01$ ) and(Q-S1) - (S2-OS), from  $0.9 \pm 1.7$  to  $-2.1 \pm 1.6$ ( $p < 0.001$ ) ; prolongation of S2-OS from  $80 \pm 15$  to  $103 \pm 14$  msec( $p < 0.001$ ) and increase of EF slope from  $14.7 \pm 5.4$  to  $26.7 \pm 8.1$  mm/sec( $p < 0.001$ ).

Compared with pre-PMV, post-PMV Echophono showed significant decrease in the severity of mitral stenosis. Thus Echophono is a simple, low cost method helpful in evaluation and follow-up of patients undergoing PMV.

**KEY WORDS** : Echophonocardiography · Mitral stenosis · Balloon valvuloplasty.

서 론

류마치스성 승모판 협착증은 류마치스열에 대한

적극적인 치료로 점차 감소하고 있는 추세이나<sup>1)</sup>  
개발도상국에서는 아직도 심혈관질환의 25~40%  
를 차지하며<sup>2,3)</sup> 한국에서도 가장 흔한 판막질환중

의 하나로, 심한 경우 개심술에 의한 승모판 교련 절개술과 인공판막 대체술이 그 치료방법으로 되어있다. 수술적 교련절개술은 1923년 Cutler와 Levine<sup>4)</sup>에 의해 처음 시행된 후 계속 개발되면서<sup>5, 6)</sup> 판막대치술과 함께 승모판협착증에서 많이 이용되고 있으나 chordae가 짧거나 두껍고 유착된 경우에서 그리고 심하게 석회화된 판막에서는 수술적 교련절개술의 성공율이 낮고<sup>7-12)</sup> 수술후 5~15년뒤에 재수술을 해야하며 수술의 위험도는 처음보다 더 높다<sup>13-15)</sup>. 그러나 최근에 심한 승모판 협착증에서 경피적 풍선확장 승모판 판막성형술(percutaneous balloon mitral valvuloplasty, 이하 PMV라 칭함)이 Inoue<sup>16)</sup>, Lock<sup>17)</sup> 그리고 Palacios<sup>18)</sup> 등에 의해 시도된 이후로 선택적 승모판협착증에서 PMV는 수술 방법에 대처 할 수 있는 효과적인 비수술적 치료시술로서 인정되고 있으며 우리나라에서도 1988년 초에 세브란스병원<sup>19)</sup>에서 처음으로 성공한 후 현재 여러 의료기관에서 시도되고 있는 실정이다. 그리고 이러한 PMV의 성공여부에 대한 평가방법으로 이면성 및 Doppler 심초음파<sup>20-23)</sup> 그리고 Gorlins 공식에 의한 방법<sup>24)</sup> 등이 보편적으로 이용되고 있으나, 심음초음파를 이용한 multichannel recording(M 형 초음파, 심전도, 심음도)을 통해서 적은 비용으로 손쉽게 비교할 수 있어<sup>25,26)</sup> 본 연구에서는 1989년 3월에서 7월까지 세브란스병원에서 PMV를 시행한 승모판협착증 환자 13예를 대상으로 심초음파와 심도자술과 함께 심음초음파를 통해 PMV에 대한 평가를 하고자 한다.

## 대 상

1989년 3월부터 7월까지 승모판협착증으로 세브란스병원에 입원하여 PMV를 시행한 환자중 13명을 대상으로 하였다. 환자의 연령은 18세~58세로 (평균 연령  $41 \pm 11$ 세) 남자가 3예, 여자 10예였다. 환자는 모두 운동시 호흡곤란을 호소하였고 NYHA class II가 4예, III가 9예 였으며 PMV 시행 전 5예(G I이 2예, G II가 3예)에서 승모판 폐쇄부전이 있었다. 그리고 심방세동이 9예, 정상 동물이 4예였다.

## 방 법

### A) PMV 시술

대상환자 전예에서 심방중격천자방법으로 두개의 풍선(double balloon technique)을 이용해서 PMV를 시행하였으며, 풍선확장도자의 선택은 풍선확장면적/체표면적(effective balloon dilating area/body surface area, 이하 EBDA/BSA로 표기함) 상수 3.5~4.0 이하를 기준으로 하였다(Fig. 1). 시술전후에 Swan-Ganz도자를 이용하여 thermodilution 방법으로 심박출량을 측정하고 각 심방의 압력, 산소포화도 및 대동맥압을 측정하였다. PMV 시술후 좌심실 조영술을 시행하여 승모판 폐쇄부전 여부를 확인하였으며, Gorlins씨 방법으로 승모판구면적을 계산하였다(Fig. 2).

### B) 2-D 및 Doppler 심초음파검사

PMV 시술 전후에 Hewlett Packard 사의 Ultrasound Imaging System(model 77020A)의 2.25 MHz transducer로 초음파 검사를 실시하였는데 2-D 영상으로 점수제(echo-score)를 이용하여 판막의 운동성, 비후정도, 석회화정도 및 판막하구조의 병 정도를 평가하였고(Table 1), 판막면적은

$$EBDA = (r_1 + r_2) \frac{d_1 + d_2}{2} + \frac{\pi(r_1 + r_2)^2}{2}$$

Fig. 1. Effective balloon dilating area.

	0	15	18	20
15	1.77	4.02	4.89	5.55
18	2.54	4.89	5.78	6.46
20	3.14	5.55	6.46	7.14
23	4.15	6.57	7.55	8.27
25	4.91	7.46	8.41	9.11

이면 초음파의 parasternal short axis view로 이완기 초기에 가장 작게 잡히는 영상에서 digitizing system(Micronic Inc)을 이용하여 면적을 측정하였으며(Fig. 3) Doppler 검사로는 4chamber view에서 continuous Doppler로 승모판의 이완기 혈류속도를 측정하여 승모판구면적[MVA, (cm<sup>2</sup>) = 220/pressure half time(ms)]을 구하였다(Fig. 4). 승모판 폐쇄부전은 color Doppler를 이용하여 정도를 판단하였다.

#### C) 심음초음파 검사(Fig. 5)

심음도검사는 누운 자세에서 PCG MIC MA-250 (FUKUDA DENSHI Co.)를 이용하여 심음이 가장 잘 들리는 부위에서 PMV 전후로 시행하였는데, M형 초음파와 심전도를 동시에 기록하여 심전도상의 QRS시점과 제 1심음의 main vibration시작간

의 간격(Q-S1)과 제 2심음 시작과 opening snap(이하 OS) 시작까지의 간격(S2-OS)을 계산하였는데 1초 이상의 cycle length들은 제외하였다.

#### D) 통계처리

통계처리는 모든 자료값을 평균치 및 표준편차로 표시하고 PMV 전후에 시행한 자료값을 paired t-test를 이용하여 통계처리를 했으며, 모든 통계처리는 computer program SPSS/PC+를 이용했으며, P값이 0.05이하인 경우를 통계적인 의의가 있는 것으로 정의하였다.

## 결 과

### 1. 혈액학적 소견(Table 2)

승모판의 이완기 압력차는 시술전 22.3±18.9

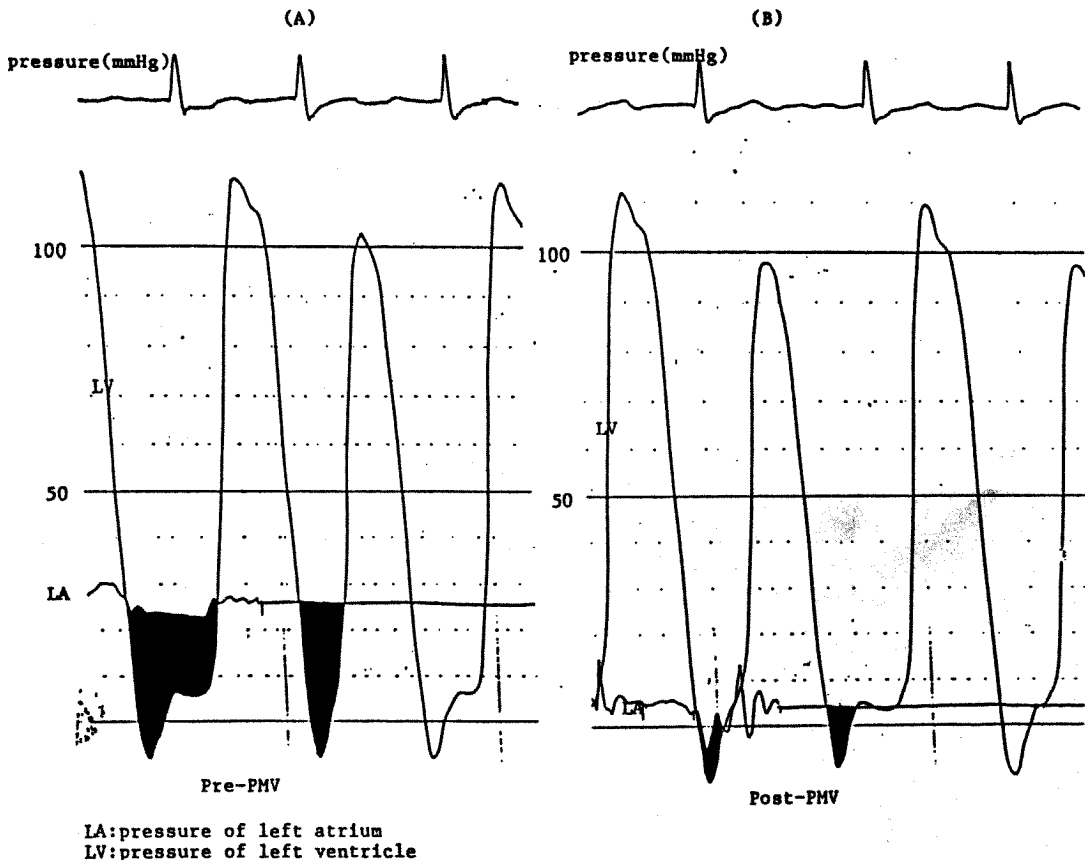


Fig. 2. Mitral valve gradient before and immediately after PMV in patient with mitral stenosis. (A) : before PMV, (B) : after PMV. Mitral valve area is calculated by means of the Gorlins equation.

mmHg에서 수술후  $5.2 \pm 2.6$  mmHg로( $p < 0.001$ ), 좌심방 평균압은  $21.3 \pm 5.1$  mmHg에서  $9.0 \pm 4.5$  mmHg로 감소하였으며( $p < 0.001$ ), Gorlins씨 방법에 의한 승모판구 면적은 수술전  $0.8 \pm 0.3\text{cm}^2$ 에서  $1.7 \pm 0.6\text{cm}^2$ 로 현저히 증가하였다( $p < 0.001$ ). 심박출량은 수술전  $4.0 \pm 0.9$  L/min에서 수술후  $4.2 \pm 0.9$  L/min로 그리고 폐동맥압은  $27.3 \pm 11.4$  mmHg

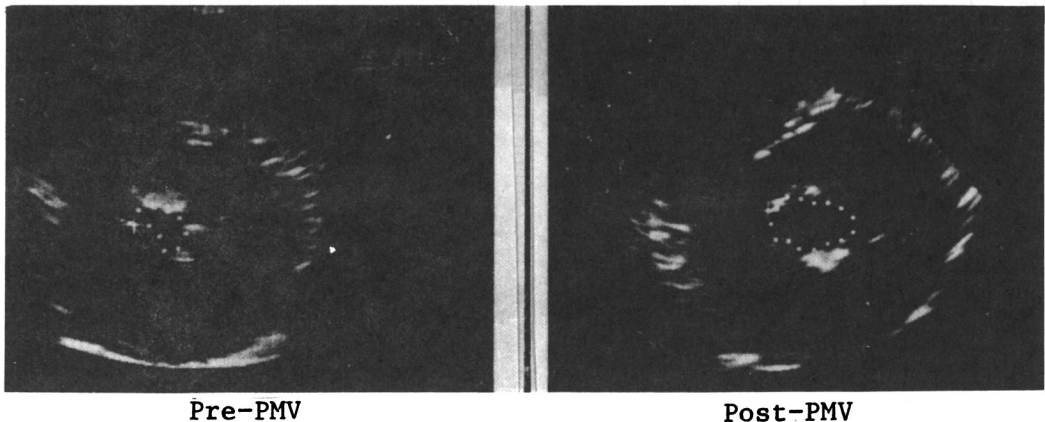
에서  $20.0 \pm 5.2$  mmHg로 별 차이가 없었다.

## 2. 심초음파 소견(Table 3)

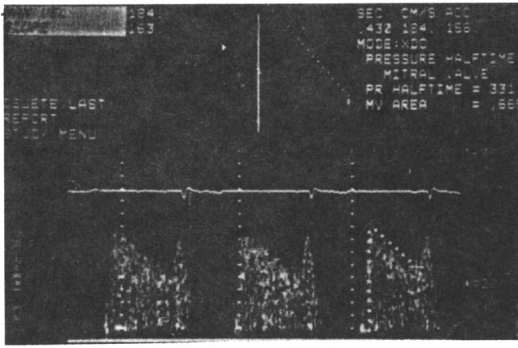
2-D 심초음파의 영상면적과 Doppler의 pressure half-time을 이용한 승모판구면적은 각각  $0.9 \pm 0.3$ ,  $0.8 \pm 0.2\text{cm}^2$ 에서  $1.8 \pm 0.5$ ,  $1.7 \pm 0.5\text{cm}^2$ 로 증가하였으나( $p < 0.001$ ), 3예에서는 승모판구면적이 심초음파검사로나 혈액학적으로 만족스럽게 좋아지지 않

**Table 1.** Grading of characteristics of mitral valve morphology from echocardiographic examination

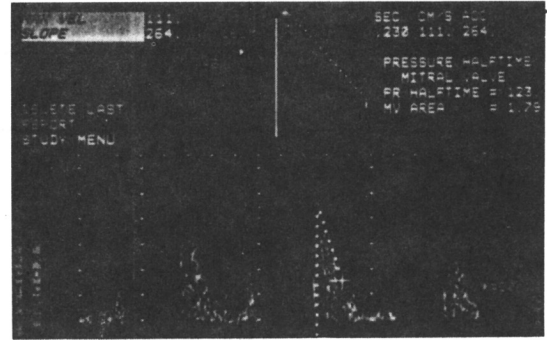
Mobility		Subvalvular thickening	
Grade 1	Highly mobile valve with leaflet tips only restricted	Grade 1	Minimal thickening just below the mitral leaflets.
Grade 2	Leaflet mid and base portions have normal mobility.	Grade 2	Thickening of chordal structures extending up to one-third of the chordal length.
Grade 3	Valve continues to move forward in diastole, mainly from the base.	Grade 3	Thickening extending to the distal third of the chorda.
Grade 4	No or minimal forward movement of the leaflets in diastole.	Grade 4	Extensive thickening and shortening of all chordal structures extending down to the papillary muscles.
Thickening		Calcification	
Grade 1	Leaflets near normal in thickness (4-5mm).	Grade 1	A single area of increased echo brightness
Grade 2	Mid-leaflets normal, marked thickening of margins(5-8mm).	Grade 2	Scattered areas of brightness confined to leaflet margins.
Grade 3	Thickening extending through the entire leaflet(5-8mm).	Grade 3	Brightness extending into them mid-portion of the leaflets.
Grade 4	Marked thickening of all leaflet tissue(>8-10mm).	Grade 4	Extensive brightness throughout much of the leaflet tissus.



**Fig. 3.** Measurement of mitral valve area by parasternal short axis view of 2-D echocardiogram.



Pre-PMV



Post-PMV

Fig. 4. Measurement of mitral valve area by the pressure half time method of Doppler echocardiogram.

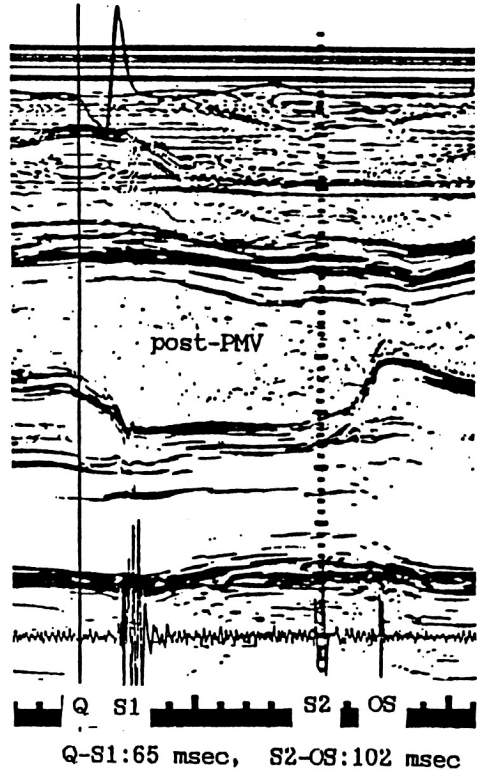
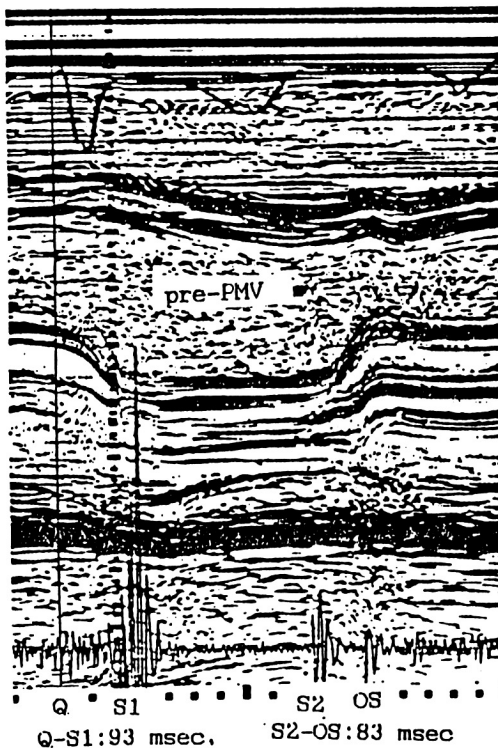


Fig. 5. Simultaneous recording of the electrocardiogram, phonocardiogram and M-mode echocardiogram of the patient with mitral stenosis. S2, aortic component of the second sound ; OS, mitral opening snap ; S1, mitral component of the first sound.

았다. PMV시술중 우려할만한 합병증은 없었으며 심방중격을 통한 좌우 단락이 생긴 예도 없었다.

### 3. 심음초음파 소견(Table 4)

PMV 시술후 Q-S1 간격은  $88 \pm 14$  msec에서  $73 \pm 11$  msec로 ( $p < 0.01$ ), (Q-S1)-(S2-OS) index는

$0.9 \pm 1.7$ 에서  $-2.1 \pm 1.6$ 로 짧아졌으며 ( $p < 0.001$ ), S2-OS는  $80 \pm 15$  msec에서  $103 \pm 14$  msec로 ( $p < 0.001$ ) 그리고 EF slope은  $14.7 \pm 5.4$  mm/sec에서  $26.7 \pm 8.10$  mm/sec로 연장되었다 ( $p < 0.001$ ). Fig.6는 승모판구면적과 심음도 index간의 관계를 나타낸 것이고 Fig. 7는 PMV 전후로 심음도 index의

Table 2. Hemodynamic results

	Pre PMV (n=13)	Post PMV (n=13)	P value
MVA(cm <sup>2</sup> )	0.8±0.3	1.7±0.6	p<0.001
C.O.(L/min)	4.0±0.9	4.2±0.9	NS
Mitral gradient(mmHg)	22.3±18.9	5.2±2.6	p<0.001
LA(mmHg)	21.3±5.1	9.0±4.5	p<0.001
PA(mmHg)	27.3±11.4	20.0±5.2	NS

MVA, mitral valve area ; PMV, percutaneous balloon mitral valvuloplasty ; CO, cardiac output ; LA, left atrial pressure ; PA, pulmonary aretery pressure ; NS, not significant.

Table 3. Echocardiographic results

Patient no	Balloon (EBDA) (cm <sup>2</sup> )	MVA(1)(cm <sup>2</sup> )		MVA(2)(cm <sup>2</sup> )		EF slope(mm/sec)	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	6.46	0.8	0.9	0.8	1.0	19	23
2	4.02	0.7	2.0	0.6	2.0	16	38
3	4.08	1.3	2.2	0.9	1.8	17	36
4	4.44	0.6	1.6	0.5	1.5	11	21
5	3.89	1.0	1.7	1.2	1.8	15	26
6	4.31	1.0	1.8	1.0	1.9	14	29
7	4.47	1.2	1.5	0.9	1.6	17	30
8	3.76	1.2	1.7	0.9	1.7	12	23
9	4.46	1.2	3.0	1.0	2.9	18	36
10	5.55	0.7	1.2	0.8	1.1	12	16
11	6.46	0.9	1.8	0.9	1.8	13	34
12	6.40	1.3	2.0	0.9	1.2	5	13
13	6.46	1.2	1.5	1.0	1.5	16	14
Mean value		0.9±0.3	0.8±0.2	1.8±0.5	1.7±0.5	14.7±5.4	26.7±8.1

EBDA, effective balloon dilation area ; (1) by 2-D, (2) by Doppler ; other abbreviations as in Table 1.

Table 4. Echophonocardiographic results

	Pre PMV (n=13)	Post PMV (n=13)	P value
Q-S1(msec)	88±14	73±11	p<0.01
S2-OS(msec)	80±15	103±14	p<0.001
(Q-S1) - (S2-OS) index	0.9±1.7	-2.1±1.6	p<0.001
EF slope(mm/sec)	14.7±5.4	26.7±8.1	p<0.001

Q-S1, interval between the onset of the Q wave in ECG and the onset of the mitral component of the first sound ; S2-OS, interval between the aortic component of the second sound and the opening snap ; EF slope, diastolic mitral valve slope ; other abbreviations as in Table 1.

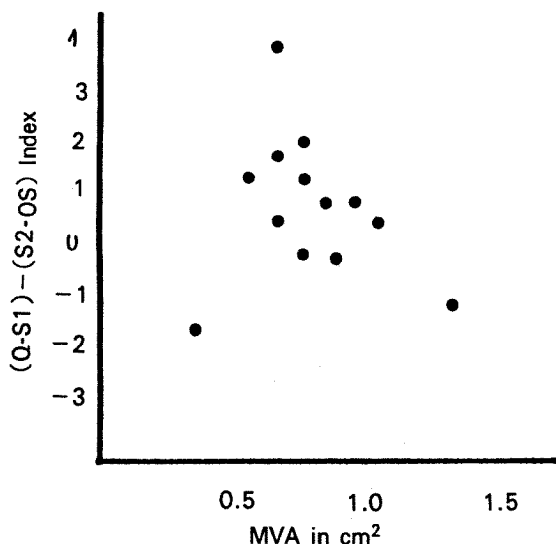


Fig. 6. Relation of the phonocardiographic index(Q-S1)-(S2-OS) to mitral valve area(MVA) as determined by cardiac catheterization.

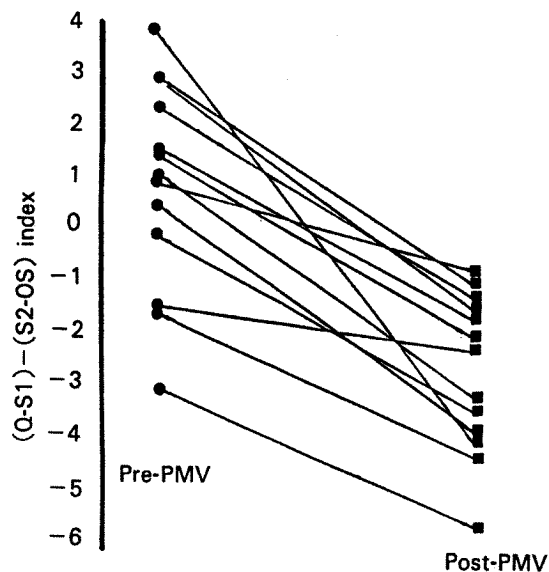


Fig. 7. Phonocardiographic index of 13 patients with mitral stenosis before and after PMV.

변화를 보여주는 것인데 성공적인 PMV 시술에서는 index가 현저하게 감소되었다.

## 고 안

승모판 협착증은 우리나라에서는 가장 흔한 판

막질환중의 하나로 과거에는 개흉술에 의한 승모판교련절개술과 인공판막대치술이 유일한 치료방법이었으나, 1984년 Inoue등에 의해서 개흉술없이 풍선도자를 이용한 PMV가 처음으로 성공하고 Zaibag<sup>27)</sup> 등에 의해 이중풍선도자방법(double balloon technique)이 고안되면서 PMV는 그뒤 수정 보완되어 선택적 승모판 협착증환자에서 가장 효과적인 치료방법으로 정립되었고 시술후 임상증상 및 혈액학적인 소견의 호전이 입증되고 있다. PMV 시술후 호전되는 혈액학적 변수는 좌심방과 좌심실의 평균이완기압력차의 감소, 폐동맥압의 감소, 심박출량의 증가 및 승모판 면적의 확장등을 들 수 있는데 주로 이면 심초음파와 Doppler 심초음파 및 심도자술 등을 이용하여 검사하고 있으나 과거에 이용되던 심음초음파로 PMV에 대한 결과를 용이하게 평가할 수 있다.

심장청진상 제 1심음은 수축기 전후에 심방압력과 심실내 말기이완기 압력과 같아질때 방실판막이 닫히면서 들리게 되는데 승모판협착증에서는 이완기의 심방압력이 심실보다 증가되므로 심실내 압력이 심방보다 높아지려면 시간이 걸려 제 1심음이 정상인보다 늦어지고 따라서 Q-S1의 간격이 길어지게 된다. 특히 Q-S1의 연장은 이완기잡음이 잘 들리지 않을때 승모판 협착증 진단에 큰 도움이 된다. 그리고 제 2심음은 심실 수축기끝에 semilunar valves가 닫힐때 들리며 곧이어 방실판막이 짧은 시간의 isometric relaxation후에 열리게 되는데 승모판협착증에서는 제 2심음후에 승모판이 열리면서 opening snap이 들린다. 그리고 심한 협착이 있는 경우 isometric relaxation은 생략되고 OS이 제 2심음직후에 들리게 된다. 그러나 PMV나 수술등으로 좌심방압이 낮아지면 좌심실의 압력이 더 떨어진뒤에 승모판이 열리게 되므로 제 2심음과 OS간의 간격이 길어진다. 결국 Q-S1은 협착증의 severity와 비례하고<sup>26)</sup> S2-OS은 반비례하며<sup>28)</sup>, Wells<sup>29)</sup>의 말대로 심음도의 (Q-S1)-(S2-OS) index는 MS의 severity 측정에 매우 유용하게 이용할 수 있다. 그리고 high index(>2)의 경우에는 승모판 면적이 대개 1.2cm<sup>2</sup>이하인 것을 예측할 수 있으며<sup>30)</sup>, index가 낮을수록 승모판구면적이 넓다는 것을 짐작할 수 있다.

본 연구에서도 PMV 시술후 Q-S1과 (Q-S1)-(S2-OS) index는 감소하였으며 S2-OS와 EF slope은 증가하여 심초음파와 혈액학적 소견과 일치하였다. 따라서 PMV의 장기적인 추적관찰에 (Q-S1)-(S2-S) index도 유용하게 활용할 수 있을 것으로 본다. 그러나 PMV 전후에 승모판 폐쇄부전이 있거나 생기는 경우에는 index의 정확도가 떨어지게 되며 심방세동이 있는 경우에도 심박수가 아주 느리게 되면 심음도검사에서는 정상에 가깝게 나타날 수 있다. 즉 심방세동이 있는 경우 선행 cycle length의 영향을 받게 되는데 cycle length가 길어지면 승모판구 면적이 좁더라도 심방의 emptying time이 충분하므로 심음검사에서는 정상에 가까운 결과가 나타날 수 있다.

## 결 론

PMV는 선택된 승모판 협착증에서 비수술적 방법으로의 위치를 확보하였으나 그 대상 선택에 있어 신중을 기하고 PMV뒤의 추적 관리에 유의해야 하는데 그 역할로 심초음파뿐만 아니라 심음초음파도 큰 도움이 될것으로 본다.

## References

- 1) Gordis L : *The virtual disappearance of rheumatic fever in the United States : Lessons in the rise and fall of disease. T. Duckett Jones Memorial Lecture. Circulation* 71 : 1155, 1985
- 2) Markowitz M : *Observations on the epidemiology and preventability of rheumatic fever in developing countries. Clin Ther* 4 : 240, 1981
- 3) Community control of rheumatic heart disease in developing countries : 1. A major public health problem. *WHO Chron* 34 : 336, 1980
- 4) Cutler EC, Levine SA : *Cardiotomy and valvulotomy for mitral stenosis : experimental observations and clinical notes concerning an operated case with recovery. Boston Med Surg J* 188 : 1023, 1923
- 5) Harken DE, Ellis LB, Ware PF, Norman LR :

*The surgical treatment of mitral stenosis I. Valvuloplasty. N Engl J Med* 239 : 801, 1948

- 6) Baily CP : *The surgical treatment of mitral stenosis(mitral commissurotomy) Chest* 15 : 377, 1949
- 7) Harken DE, Black H, Taylor WJ, Tarower WB, Ellis LB : *Reoperation for mitral stenosis. A discussion of postoperative deterioration and methods of improving initial and secondary operation. Circulation* 23 : 7, 1961
- 8) Logan A, Lowther CP, Turner RWD : *Reoperation for mitral stenosis. Lancet* 1 : 443, 1962
- 9) John S, Perianayagam WJ, Abraham KA : *Restenosis of the mitral valve : Surgical considerations and results of operation. Ann thorac Surg* 25 : 316, 1978
- 10) Nathaniels EK, Moncure AC, Scannell JG : *A fifteen-year follow-up study of closed mitral valvuloplasty. Ann Thorac Surg* 10 : 27, 1970
- 11) John S, Bashi VV, Jairaj PS : *Closed mitral valvotomy : Early results and longterm follow up of 3724 consecutive patients. Circulation* 68 : 891, 1983
- 12) Aikens CW, Kirklin JD, Block PC, Buckley MJ, Austin WG : *Preoperative evaluation of subvalvular fibrosis in mitral stenosis. Circulation* 60(pt 2) 171, 1979
- 13) Harken DE, Dexter L, Ellis LB, Farrand RE, Dickson JF : *The surgery of mitral stenosis. III. Finger-fracture valvuloplasty. Ann Surg* 134 : 722, 1951
- 14) Scannell JG, Burke JF, Saidi F, Turner JD : *Five-year follow-up study of closed mitral valvotomy. J Thorac Cardiovasc Surg* 40 : 723, 1960
- 15) Hoeksema TD, Wallace RB, Kirklin JW : *Closed mitral commissurotomy. Am J Cardiol* 17 : 825, 1966
- 16) Inoue K, Owaki T, Nakamura F, Miyamoto N : *Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. J Thorac Cardiovasc Surg* 87 : 394, 1984



- 17) Lock JE, Khalilullah M, Shrivastava S, Bahl V, Keane JF : *Percutaneous catheter commissurotomy in rheumatic mitral stenosis. N Engl J Med* 313 : 1515, 1985
- 18) Palacios I, Block PC, Brandi S : *Percutaneous balloon valvotomy(PMV) for patients with mitral stenosis. Circulation* 75 : 778, 1987
- 19) 박승정 · 심원흠 · 조승연 · 이웅구 · 김성순 · 탁승재 · 백경권 · 정익모 : 승모판협착증환자에서의 경피적 풍선확장 판막성형술. 대한내과학회 35 : 4, 1988
- 20) Ellis LB, Singh JB, Morales DD, Harken DE : *Fifteen to twenty-year study of one thousand patients undergoing closed mitral valvuloplasty. Circulation* 48 : 357, 1973
- 21) Martin RP, Rakowski H, Kleiman JG, Beaver W, London E, Popp RL : *Reliability and reproducibility of two-dimensional echocardiographic measurements of the stenotic mitral valve orifice area. Am J Cardiol* 43 : 560, 1979
- 22) Herrmann HC, Wilkins GT, Abascal VM, Weyman AE, Block PC, Palacios IF : *Percutaneous balloon valvotomy for patients with mitral stenosis : Analysis of factors influencing early results. J Thorac Cardiovasc Surg.* 96 : 33, 1988
- 23) Rdiiker DE, Block PC, Abascal VM, Palacios IF : *Mitral restenosis balloon valvuoplasty for mitral restenosis after surgical commissurotomy. J Am Coll Cardiol* 11 : 252, 1988
- 24) Gorlins R, Gorlin SG : *Hydraulic formula for calculation of area of stenotic mitral valve, other cardiac valves and central circulatory shunts. I Am Heart J* 41 : 1, 1951
- 25) Harken DE, Ellis LB, Dexter L, Farrand RE, Dickson JF : *III. Responsibility physician in selection of patients with mitral stenosis for surgical treatment. Circulation* 5 : 349, 1952
- 26) Kelly JJ, Jr : *Diagnostic value of phonocardiography in mitral stenosis : Mode of production of first heart sound. Am J Med* 19 : 862, 1955
- 27) Al Zaibag M, Ribeiro PA, Al Kasab S, Al Fagih MR : *Percutaneous double balloon mitral valvotomy for rheumatic mitral valve stenosis. Lancet* 1 : 757, 1986
- 28) Bayer O, Loogen F, Wolter HH : *Mitral opening snap in quantitative diagnosis of mitral stenosis. Am Heart J* 51 : 234, 1956
- 29) Wells BG : *The assessment of mitral stenosis by phonocardiography. Br Heart J* 16 : 261, 1954
- 30) Craige E : *Phonocardiographic studies in mitral stenosis. N Eng J Med* 257 : 650, 1957