

경피적 승모판 풍선확장 판막성형술후의 추적관찰

연세대학교 의과대학 내과학교실

박승정 · 조승연 · 심원흠 · 이웅구 · 김성순 · 탁승제 · 백경권

= Abstract =

Echocardiographic Follow-up Assessment of Mitral Valve Structure and Function in Patients Followed for 3 Months after Percutaneous Balloon Mitral Valvuloplasty

Seung Jung Park, M.D., Seung Yun Cho, M.D., Won Heum Shim, M.D., Woong Ku Lee, M.D., Sung Soon Kim, M.D., Seung Jea Tahk, M.D., Kyung Kwon Baik, M.D.

Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine

Two-dimensional and Doppler echocardiographic examination were obtained in 31 patients both immediately and 2 to 5 months(mean 3.1 ± 1.8) after balloon dilation. Mitral valve area by planimetry immediately after valvuloplasty measured $1.8 \pm 0.3 \text{ cm}^2$ and $1.7 \pm 0.3 \text{ cm}^2$ at 2~5 months follow-up, but the difference was statistically insignificant. More than 15% decrease of the mitral valve area at follow-up was noticed in 10 patients(32%), but the valve area at follow-up was $>1.5 \text{ cm}^2$ in all patients. Left atrial size(antero-posterior diameter) and volume by 2-dimensional echocardiography decreased more remarkably from $4.4 \pm 0.7 \text{ cm}$, $82 \pm 42 \text{ cm}^3$ immediately after valvuloplasty to $4.2 \pm 0.7 \text{ cm}$, $68 \pm 26 \text{ cm}^3$ at follow-up respectively but there were no statistical significance. Mitral regurgitation graded by pulsed Doppler ultrasound decreased from 1.6 ± 0.7 immediately after valvuloplasty to 1.3 ± 0.5 ($p < 0.09$) at follow-up, but there was no significant change in peak E velocity, EF slope, fractional shortening and ejection fraction. Symptomatic improvement at follow-up occurred in all but one patient. Thus, 2 to 5 months after balloon mitral valvuloplasty there was no significant change in mitral valve area, but left atrial size and volume, the degree of mitral regurgitation immediately after valvuloplasty decreased slightly at follow-up.

KEY WORDS : Mitral balloon valvuloplasty · Follow-up.

서 론

최근들어 경피적 풍선확장 판막성형술(percutaneous balloon mitral valvuloplasty, 이하 PMV라 칭함)은 선택된 승모판 협착증환자에 있어서 수술적인 교련절개술을 대체할 수 있는 매우 유용하고 효과

적인 치료시술로써 보급되고 있으며, 시술직후의 고무적인 결과들을 보고하고 있다¹⁻⁶. 하지만 PMV 시술 후의 추적 관찰 결과에 대해서는 아직 자세히 알려진 바 없으며, 수술적인 교련 절개술후의 결과로 미루어, 승모판 및 판막하구조의 형태적인 병리 정도가 시술후 재협착을 일으키는 중요한 요인이 될

것으로 생각되어지고 있다.

본 고찰에서는 PMV 시술 전후에 이면성(2-D) 및 Doppler 심초음파 검사를 이용하여 판막구조의 병리정도를 세분하여(semiquantitative scoring) 관찰하고, 시술후 2~5개월에 이를 추적 관찰하여 판막의 재협착 정도 및 이에 관여하는 여러 요인들을 분석해 보고자 하였다.

대상 및 방법

성공적인 PMV 시술을 시행한 31명의 환자(남 8, 여 23, 평균연령 38 ± 12 세)에서, 시술후 2~5개월(평균 3.1개월)에 2-D 및 Doppler 추적 심초음파 검사를 시행하여, 시술직후 소견과 비교 관찰하였다. 시술전 정상동조율이 17예, 심방세동이 14예였으며, NYHA class II가 5예, class III가 22예, class IV가 4예였다.

PMV 시술: 대상환자 전예를 심방중격천자를 통하여, 두개의 풍선(double balloon technique)을 이용하여 PMV를 시행하였으며, 풍선 확장도자의 선택은 풍선확장면적/체표면적(effective balloon dilating area/body surface area, 이하 EBDA/BSA로 표기함) 상수를 기준으로 하였다. 시술전후에 Swan-Ganz 도자를 이용하여 thermodilution 방법으로 심박출량을 측정하고, 각 심방의 압력 및 산소 포화도를 측정하였다. 시술후 pigtail 도자를 이용하여 좌심실 조영술을 시행하여 승모판 폐쇄여부를 확인하였다. 승모판구면적은 Gorlin's 씨방법에 의해서 계산하였다.

2-D 및 Doppler 심초음파검사: PMV 시술 후 1~2일 및 2~5개월에 Hewlett Packard사의 Ultrasound Imaging system(model 77020A)의 2.25 MHz transducer로 초음파 검사를 실시하였다. 먼저 2-D 영상으로 점수제(echo-score)를 이용하여, 판막의 운동

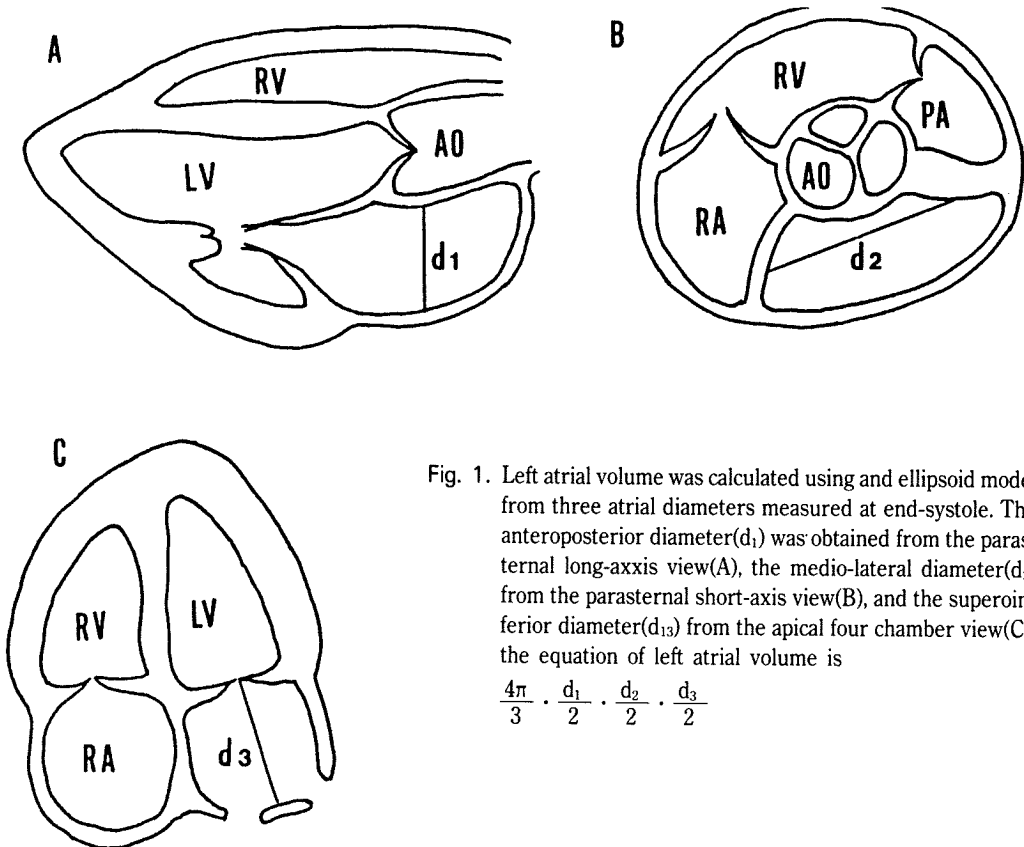


Fig. 1. Left atrial volume was calculated using an ellipsoid model from three atrial diameters measured at end-systole. The anteroposterior diameter(d_1) was obtained from the parasternal long-axis view(A), the medio-lateral diameter(d_2) from the parasternal short-axis view(B), and the superoinferior diameter(d_3) from the apical four chamber view(C). the equation of left atrial volume is

$$\frac{4\pi}{3} \cdot \frac{d_1}{2} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \frac{d_3}{2}$$

성, 비후정도, 석회화정도 및 판막하 구조의 병정도를 평가한다. 판막면적은 2-D parasternal short axis view에서 이완기 초기에 가장 작게 잡히는 영상에서 digitizing system(Micronics Inc)을 이용하여 넓이를 측정하였다.

2-D상 수축기 말에 좌심방 3면(전후, 내외, 상하)의 직경을 각각 측정하여, 타원형 입체용적을 구하므로써 좌심방의 용적(volume)을 계산하였다⁸⁾(Fig. 1). Doppler 검사로는 4-chamber view에서 continuous Doppler로 승모판의 이완기 혈류속도를 측정하여, 승모판구면적(MVA, cm^2) = $220/\text{pressure half time}(\text{ms})$ 을 구하였다. 승모판 폐쇄 부전 정도를 측정하기 위해서는 4-chamber view에서 좌심방을 상하로 4등분하여 수축기에 좌심방으로의 역류정도를 pulsed Doppler로 측정하여, +1에서 +4로 4등분하였다. 편심역류(eccentric regurgitant jets)등을 놓치지 않기 위해서 color Doppler를 병행하였다.

통계적인 방법은 모든 자료값을 평균치 및 표준편차로 표시하고, PMV 직후 시행한 자료값과 2~5개월후에 시행한 자료값을 paired t-test를 이용하여 통계처리를 했으며 Gorlin씨 방법과 심초음파에 의한 승모판구면적을 Least square linear regression analysis를 이용하여 상관관계를 구하였다. 모든 통계처리는 computer program의 SPSS/PC+를 이용했으며, p 값이 0.05 이하인 경우를 통계적인 의의가 있는 것으로 정의 하였다.

결 과

1) 판막구면적의 변화 : 2-D 심초음파상의 planimetry에 의한 승모판구면적은 PMV 시술전 $0.9 \pm 0.2 \text{ cm}^2$ 에서 시술직후 $1.8 \pm 0.4 \text{ cm}^2$ 으로 현저히 증가했으며($p < 0.0001$) 평균 3개월 추적 관찰시 $1.7 \pm 0.3 \text{ cm}^2$ 로 다소 감소하는 추세였으나, 통계학적인 의의는 없었다(Fig. 2). 승모판구 면적이 시술직후에 비해 15%이상 감소한 경우가 10예(32%)였으며, 25% 이상 감소한 경우가 1예로 환자 모두의 승모판구면적은 1.5 cm^2 이상이었다. 15% 이상의 승모판구 면적의 감소를 보인 환자군(group 1)과 보이지 않은 군(group 2) 사이에는 임상소견이나, 심초음파 소견상의 의의있는 차이를 보이지 않았다(Table 1).

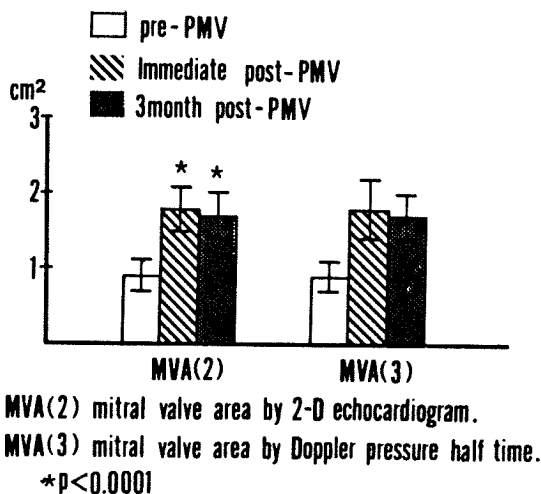


Fig. 2. Serial mitral valve area measurements by planimetry(MVA2) and pressure half-time(MVA3).

Table 1. Comparison with the patients with $>15\%$ decrease in MVA(group 1) and those with no change(group 2)

	Group 1 (n=10)	Group 2 (n=21)	P value
Age(years)	35 ± 10	39 ± 13	NS
Atrial Fibrillation	5	9	NS
Pre-MVA(cm^2)	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.2	NS
Post-MVA	1.9 ± 0.3	1.8 ± 0.4	NS
Follow-up MVA	1.7 ± 0.3	1.8 ± 0.3	NS
EBDA/BSA	4.0 ± 0.5	4.1 ± 0.4	NS
Mobility	1.4 ± 0.5	1.5 ± 0.5	NS
Thickening	2.0 ± 0.2	2.1 ± 0.7	NS
Subvalvular Lesion	2.3 ± 0.5	2.4 ± 0.6	NS
Calcification	1.8 ± 0.7	2.0 ± 0.7	NS
Total score	7.3 ± 1.3	8.0 ± 1.8	NS

EBDA/BSA : effective balloon dilating area/body surface area

MVA : mitral valve area, NS : not significant.

심초음파에 의한 승모판구 면적은 2-D planimetry에 의한 방법이 Doppler pressure halftime에 의한 방법보다 Gorlin씨 방법에 의한 판막구 면적과 상관관계가 좋은 것을 볼 수 있었다(각각 시술전 $r = 0.60, 0.48$. 시술직후 $r = 0.46, 0.38$. Fig. 3).

2) 좌심방 용적의 변화 : 좌심방 용적은 PMV 시

술전에 $101 \pm 48 \text{ cm}^2$ 에서 시술직후 $82 \pm 42 \text{ cm}^2$ 으로 유의있게($p < 0.05$) 감소했으며, 추적 관찰 소견상 $68 \pm 26 \text{ cm}^2$ 으로 보다 더 감소하고 있는 것을 볼 수 있었다(정상 control $24 \pm 12 \text{ cm}^2$). 이는 시술전에 비해서 뚜렷한 차이를 보였으나($p < 0.002$), 시술직후에 비해서 통계학적인 의의는 없었다($p = 0.06$, Fig. 4). 좌심방의 크기(전후 직경) 역시 시술직후 $4.4 \pm 0.7 \text{ cm}$ 에서 추적관찰시 $4.2 \pm 0.7 \text{ cm}$ 로 보다 감소된 것을 볼 수 있었으나 통계적인 의의는 없었다($p < 0.07$).

3) 승모판 폐쇄부전 정도의 변화 : PMV 시술전에 grade 1+의 폐쇄부전이 있었던 예가 5예, grade 2+가 있었던 경우가 1예로 평균 grade 0.5 ± 0.3 에서 시술직후 15예에서 폐쇄부전이 생기거나 증가하여 평균 1.6 ± 0.7 로 현저히 증가했으며($p < 0.001$), 3개월 추적관찰시에 평균 1.3 ± 0.5 로 감소되어 있었다($p < 0.09$, Fig. 5).

4) 그외 최고 E 혈류속도, EF 경사도, 구혈율(ejection fraction), 분획구혈율(fractional shortening)에는 유의있는 변화가 없었다(Fig. 6).

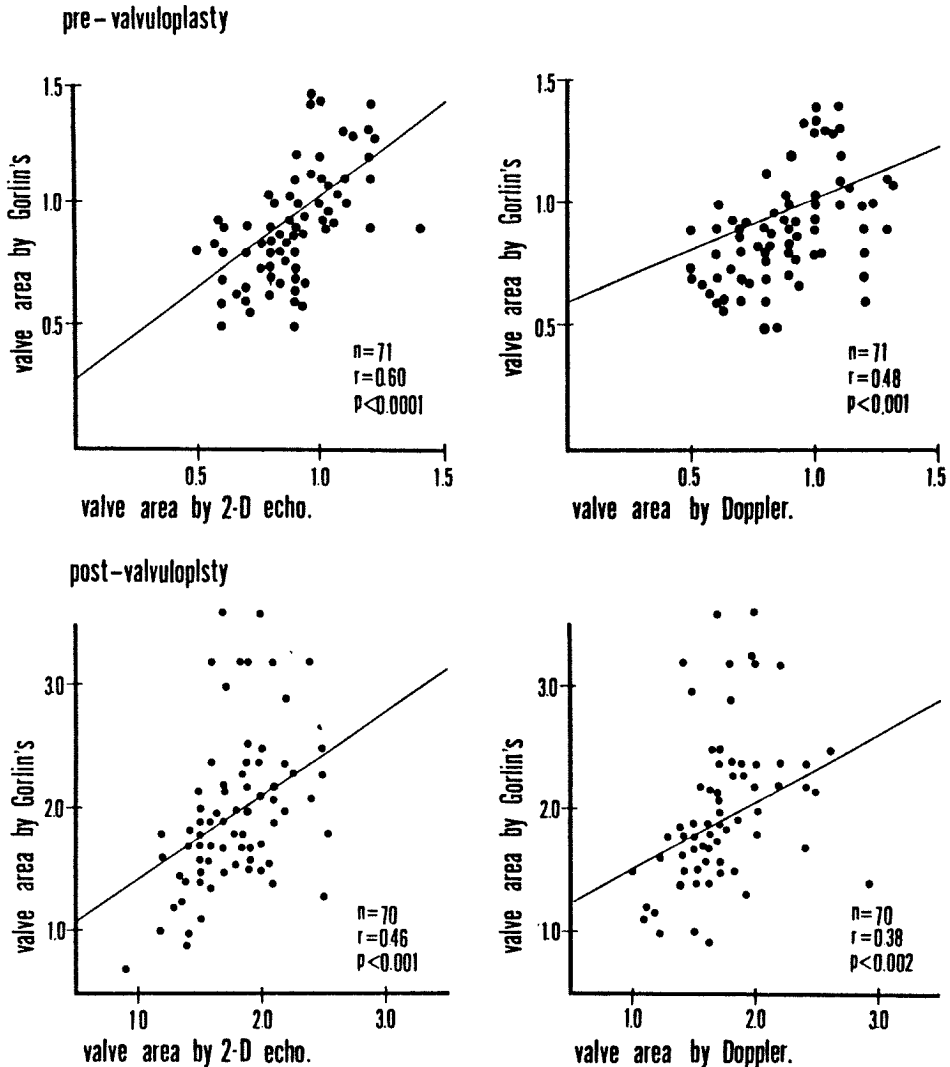


Fig. 3. Linear regression analysis of mitral valve area measured by the Gorlin's method and valve area measured by planimetry, and Doppler pressure half-time before and immediately after valvuloplasty.

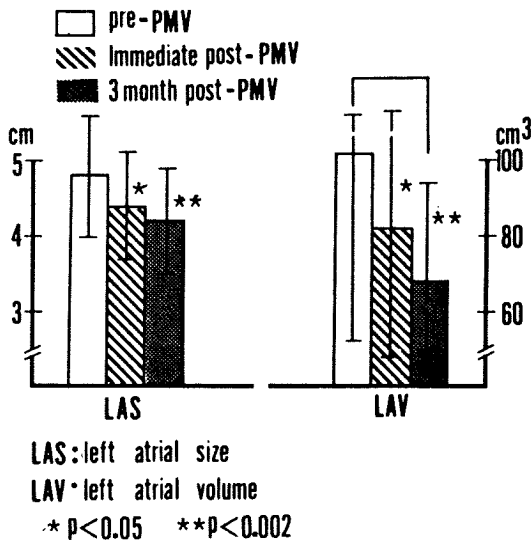


Fig. 4. Serial left atrial size and left atrial volume measured by 2-D echocardiography.

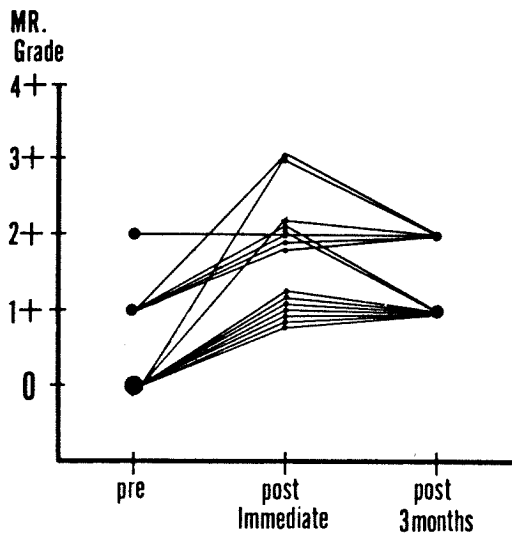


Fig. 5. Doppler echocardiographic assessment of changes in mitral regurgitation 3 months after balloon valvuloplasty.

5) 환자의 주관적인 증상은 대부분이 호전되어 수술전 NYHA class III, IV가 84%(평균 class 3.0 ± 0.5)였으나, 수술후 3개월 추적 관찰시 NYHA class I, II가 94%(평균 class 1.4 ± 0.6)였다($p < 0.0001$, Fig 7). 한 예에서는 수술후 승모판 폐쇄부전이 grade

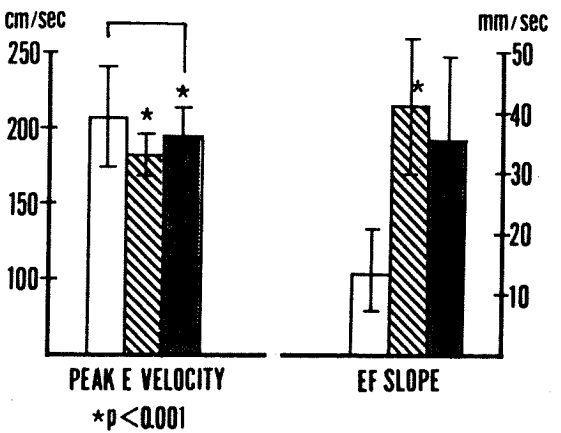
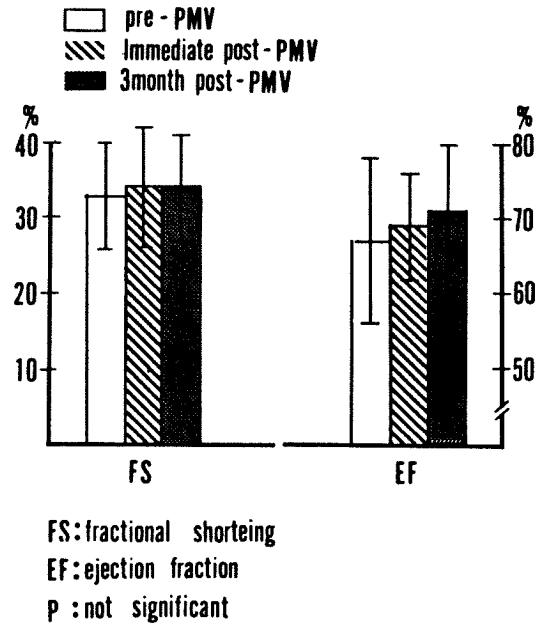


Fig. 6. Serial measured fractional shortening(FS), ejection fraction(EF), peak E velocity and EF slope.

3+로 심하게 생긴 환자로 호전을 보이지 않았다.

고 안

최근들어 승모판 협착증에서의 PMV 시술이 활발히 시행되어¹⁻⁷⁾, 이 치료 시술은 수술적 교련절개술을 대체할 수 있는 유용하고 효과적인 방법으로 인정되어가고 있다. 특히 PMV 시술 직후 결과에 대해서는 좋은 성적을 보고하고 있으나, 이러한 성

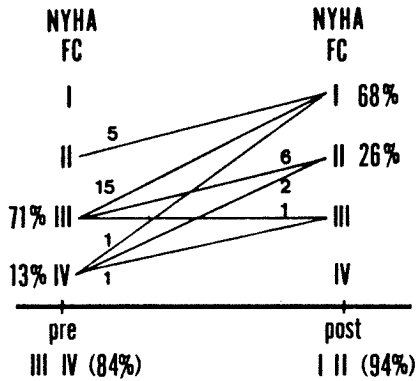


Fig. 7. New York Heart Association functional class(FC) before and 3 months after valvuloplasty.

적의 장기간 추적 관찰에 대해서는 아직 자세한 보고들이 없는 실정이다. 또한 2-D 및 Doppler 심초음파 검사가 비관혈적인 방법으로 PMV 시술 전후, 추적 관찰에 유용한 검사 방법이라는 것은 이미 주지된 사실이며⁸⁻¹¹⁾, 저자등도 심초음파 검사에 의한 본 시술의 자료분석 및 추후관찰을 위한 시술직후 자료의 필요성에 대해서 언급한 바있다⁷⁾.

본 고찰에서 얻은 결과로 시술직후의 환자 상태(혈역학적인 소견, 판막의 형태적인면, 기능적인면)가 3개월 추적 관찰에서 변화없이 잘 유지되고 있는 것을 확인했으며, 25%이상 판막구면적이 감소한 예가 1예 있었으나 승모판구면적은 1.5 cm^2 이상으로 추적관찰시 환자의 증상이 호전된 상태(NYHA class II)로 유지되고 있었다. 본 연구의 의도는 추적관찰기간 중 재협착의 정도 및 그에 관여하는 요인들을 분석해 보고자 했으나, 3개월의 비교적 단기추적기간 중에 확실한 재협착 즉 $<25\%$ 승모판구면적의 감소 및 승모판구면적이 1.5 cm^2 이하인 경우로, 증상의 호전이 없거나 증상이 재발된 예는 1예도 없었다. 본 고찰이 갖는 문제점 때문에 이러한 결론을 단정지어 말하기는 어려운 점이 있으나, 이는 대상환자 전 예가 비교적 판막구조의 병정도가 경미한 경우로(평균 total echo-score, 7.7 ± 1.5), 대부분이 성공적인 이중풍선(double balloon) PMV 시술로, 시술직후 승모판구면적이 $1.8 \pm 0.3 \text{ cm}^2$ 로 효과적인 확장이 이루어진 상태로써, 평균 3개월의 비교적 짧은 기간 내에 추적검사가 되었기 때문이라고 사료되는 바이다. Abascal¹²⁾ 등에 의하면 PMV 시술후 평균 7.5개월

추적 검사에서 total echo-score가 9이하인 경우는 재협착이 생기는 예가 거의 없었다고 보고하였는데, 이는 본 고찰의 대상환자 전예가 이미 재협착의 low risk group이었다는 것을 알 수 있으며, 본 고찰 결과로, 판막구조의 병정도가 경미한(total echo-score가 낮은) 환자에서, 효과적인 PMV 시술이 이루어진 경우에는 2~5개월의 추적 관찰기간 중 재협착의 소견은 없다고 결론지어 볼 수 있겠다. 따라서 승모판구면적이 15% 이상 감소한 환자군을 설정하여 분석한 결과는 추후 이들이 재협착 환자군을 대표할 수 없기 때문에 재협착에 관여하는 변수들을 찾아낼 수 없었던 것으로 사료되는 바이다. 2-D 심초음파 검사로 판막구조의 병정도를 세분화한 점수제(echo-scoring)가 다소 주관적이고, semiquantitative한 제약은 있으나 관찰자에 따른 차이가 크지 않고, 실제 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 장점이 있기 때문에 유용한 방법이라고 생각된다^{7,8,13)}. 이미 많은 보고들이 PMV 시술후, 판막 확장정도 및 재협착에 관여하는 가장 중요한 인자는 높은 echo-score에 있다고 주장하고 있다. 즉 보다 심하게 형태 변형이 초래된 판막일수록 시술직후 결과에서 뿐만 아니라 추후관찰 결과도 좋게 기대할 수 없다고 하였다^{4,11,12,13)}. 성공적인 교련절개술후에 장기간 추적관찰에서 얻은 결과¹⁴⁻¹⁸⁾ 역시 판막의 석회화, 및 운동성 제한정도를 판막의 재협착에 관여하는 요인으로 규명하고 있다.

풍선확장에 의한 판막의 성형 기전은 융합된교련이 교련(commisure)을 따라서 splitting 되는 것으로 알려져 있으며^{3,6,10,13,19)}, 혹자들은 이를 2-D 심초음파 검사상 parasternal short axis view에서 승모판구의 장(횡, transverse), 단(전후) 직경을 측정하므로써, PMV 시술후 확장된 판막에서 횡직경이 보다 크게 증가하는 것을 확인하므로써 간접적인 교련의 splitting을 증명하였다^{13,20)}. 반면 시술후 판막의 재협착 기전은 확실히 규명되어진 바 없으나, 재협착이 이루어진 환자군에서는 바로 이 승모판구의 횡직경이 현저히 감소하는 것으로 추정하고 있으며, 이런 재협착 환자군에서는 echo-score가 높은 것은 물론이고, 특히 이중에도 판막의 운동성, 비후정도, 석회화정도 등의 수치가 의의있게 높은 것으로 미루어 판막하구조의 기형보다는 판막자체의 특성이 재협착에 관여할 것이라고 생각되어지고 있다¹²⁾.

본 고찰에서 좌심방 용적이 시술직후 시술전에 비해서 유의있게($p<0.05$) 감소했으며, 3개월 추적 검사상에서는 시술직후 보다는 더욱 감소하는 추세인 것을 볼 수 있었다($p=0.06$). 이는 다른 문헌보고와 다소 차이가 있는데, 본 고찰의 대상이 젊은 연령층(평균 38세, vs 52세)인데다, 모두 total echo-score가 낮은 환자군이라 보다 좋게 유지되어온 좌심방의 compliance가 관여 할 것이라고 사료되는 바이다.

Doppler 심초음파에 의한 승모판 폐쇄부전 정도의 측정이 비교적 좌심실조영술에 의한 측정과 correlation이 좋은 것으로 되어 있고, 경우에 따라선 폐쇄부전 정도를 과대평가 하거나, 과소평가하게 되는 문제점이 있으나^{21,22,23}, 현재로는 임상적으로 널리 유용하게 쓰이는 방법이다. 수술적 교련절개술후에도 승모판 폐쇄부전은 중요한 합병증으로 이는 장기예후에 나쁜 영향을 주는 것으로 되어있으며, 장기 추적관찰시에 폐쇄부전 정도가 다소 감소하는 것을 보고하였다¹⁸. PMV 시술후에도 상당수에서 승모판 폐쇄부전이 생기거나 증가하게 되는데 이는 판막의 심초음파 소견 어느것과도 관계가 없다고 하였으나⁸ 저자들은 시술후 폐쇄부전의 발생에 판막의 운동성 및 비후정도가 어느정도 관여하고 있다고 서술한 바 있다^{5,7}. 본 고찰에서는 31예중 14예(45%)에서 승모판 폐쇄부전이 시술후 생기거나 증가했으며, 시술전 폐쇄부전 grade가 평균 0.5 ± 0.3 에서 시술직후 1.6 ± 0.7 로 현저하게 증가했으며($p<0.0001$), 2~5개월 추적기간 중 4명의 환자에서 폐쇄부전 정도가 줄어들어 평균 1.3 ± 0.5 ($p<0.1$)로 감소한 것을 볼 수 있었다. 추적 기간중 폐쇄부전이 감소하는 기전은 역시 명확히 알려진바 없으나, 이는 풍선에 의한 판막 성형시 심한 확장으로 판막이 늘어나서(stretch), 두판막의 접합부 불균형(irregularity)을 만들게되어 폐쇄부전을 새로 만들거나 악화시켰다가 시간이 지나면서 판막의 반복적인 coaptation으로 두접합부가 적응하게 되면 불균형이 교정되어 다시 폐쇄부전이 호전되는 것으로 추측하고 있다¹².

그외에 2-D 및 Doppler 심초음파 검사에 의한 여러 변수들은(최고 E 혈류속도, EF 경사도, 분획구혈율 및 구혈율) 2~5개월 추적 검사상 유의있는 변화는 없었다. 추적관찰 기간중 환자의 주관적인 증상,

NYHA classification의 호전은 뚜렷했으며, 시술후 grade 3+의 폐쇄부전이 생겼던 1예를 제외하고는 전예에서 class I, II였다.

결 론

성공적인 PMV 시술후 추적 관찰이 가능하였던, 31명의 대상환자(평균연령 38 ± 12 세, 평균 total echo-score 7.7 ± 1.5)는 2~5개월(평균 3개월)의 추적관찰 기간중 대부분이 증상의 현저한 호전을 보였으며, 시술직후 증가했던 승모판 폐쇄부전 정도가 다소 감소하였다. 승모판구면적은 대부분이 성공적인 PMV의 시술로 효과적인 판막확장이 이루어져 시술직후 1.8 ± 0.3 cm²에서 추적기간중 1.7 ± 0.3 cm²로 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계학적인 의미는 없었다. 좌심방 용적 및 전후 크기 역시 추적 검사상 보다 감소되어가는 추세를 보였다.

본 고찰은 대상환자가 다소 국한 되어 있었기 때문에(low echo-score group), 보다 높은 echo-score 환자군에서의 추적관찰에 대한 비교 관찰이 어려운 문제점이 있었으나, 향후 보다 다양한 환자군을 대상으로 장기간의 추적관찰이 이루어져 재협착에 관여하는 인자를 규명하는 작업이야 말로, 추후 PMV 시술의 대상선정 및 임상적응에 중요한 관점이 될 것으로 사료되는 바이다.

References

- 1) Lock JE, Khalilullah M, Shivastava S, Bahal V, Keane JF : Percutaneous catheter commissurotomy in rheumatic mitral stenosis. *N Engl J Med* 313 : 1515-8, 1985
- 2) Palacios IF, Block PC, Brandi S, et al : Percutaneous balloon valvotomy for patients with severe mitral stenosis. *Circulation* 75 : 778-84, 1987
- 3) McKay RG, Lock JE, Safian RD, et al : Balloon dilation of mitral stenosis in adult patients : postmortem and percutaneous mitral valvuloplasty studies. *J Am Coll Cardiol* 9 : 723-31, 1987
- 4) Rediker DE, Block PC, Abascal VM, Palacios IF : Mitral balloon valvuloplasty for mitral restenosis

- after surgical commissurotomy. *J Am Coll Cardiol* 11 : 252-6, 1988
- 5) Park SJ, Lee WK, Shim WH, Cho SY, Tahk SJ, Kim SS : *Percutaneous mitral valvotomy using the double balloon technique : Determinant factors of mitral regurgitation(abstr).* *J Am Coll Cardiol* 1989 (in press)
 - 6) 박승정 · 심원흠 · 조승연 · 이웅구 · 김성준 · 탁승제 · 백경권 · 정익모 : 승모판 협착증 환자에서의 경피적 풍선확장 판막성형술. *대한내과학회지* 35 : 4-18, 1988
 - 7) 박승정 · 조승연 · 심원흠 · 이웅구 · 김성준 · 탁승제 · 정익모 · 백경권 : 승모판 협착증 환자에서 경피적 풍선확장 판막성형술후의 승모판 폐쇄부전 발생에 관한 연구. *순환기* 18(3) : 319-327, 1988
 - 8) Abascal VM, Wilkins GT, Choong XY, Block PC, Palacios IF, Weyman AE : *Mitral regurgitation after percutaneous mitral valvuloplasty in adults : evaluation by pulsed Doppler echocardiography.* *J Am Coll Cardiol* 11 : 257-63, 1988
 - 9) Wilkins GT, Gillam LD, Weyman AE, et al : *An echocardiographic study of mitral stenosis pre and post mitral balloon valvotomy : results and relationship to valve morphology(abstr).* *Circulation* 74(suppl II) : II-836, 1986
 - 10) Reid CL, McKay CR, Chandraratna PAN, Kawaniishi DT, Rahimtoola SH : *Mechanisms of increase in mitral valve area and influence of anatomic features in double-balloon, catheter balloon valvuloplasty in adults with rheumatic mitral stenosis : a Doppler and two-dimensional echocardiographic study.* *Circulation* 76 : 628-36, 1987
 - 11) Herrmann HC, Wilkins GT, Abascal VM, Weyman AE, Block PC, Palacios IF : *Percutaneous balloon mitral valvotomy for patients with mitral stenosis : analysis of factors influencing early results.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 96 : 33-8, 1988
 - 12) Abascal VM, Wilkins GT, Choong XY, Thomas JD, Palacios IF, Block PC, Weyman AE : *Echocardiographic evaluation of mitral valve structure and function in patients followed for at least 6 months after percutaneous balloon mitral valvuloplasty.* *J Am Coll Cardiol* 12(3) : 606-15, 1988
 - 13) 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* 60 : 299-308, 1988
 - 14) Grantham RN, Daggett WM, Cosimi AB, et al : *Transventricular mitral valvotomy : analysis of factors influencing operative and late results.* *Circulation* 49 and 50(suppl II) : II-2000-11, 1974
 - 15) Hoeksema TD, Wallace RB, Kirklin JW : *Closed mitral commissurotomy : recent results in 291 cases.* *Am J Cardiol* 17 : 825-8, 1966
 - 16) Mullin EM, Glancy DL, Higgs LM, Epstein SE, Morrow AG : *Current results of operation for mitral stenosis : Clinical and hemodynamic assessment in 124 consecutive patients treated by closed commissurotomy or valve replacement.* *Circulation* 46 : 298-308, 1972
 - 17) Ellis LB, Singh JB, Morales DD, Harken DE : *Fifteen- to twenty-year study of one thousand patients undergoing closed mitral valvuloplasty.* *Circulation* 48 : 357-64, 1973
 - 18) John S, Bashi VV, Jairaj PS, Muralidharan S, Sundar Rao PSS : *Closed mitral valvotomy : early results and long-term follow-up of 3724 consecutive patients.* *Circulation* 68 : 891, 1983
 - 19) Block PC, Palacios IF, Jacobs M, Fallon J : *The mechanisms of successful mitral valvotomy in humans.* *Am J Cardiol* 59 : 178-9, 1987
 - 20) Come PC, Riley MF, Diver DJ, Morgan JP, Safian RD, McKay RG : *Noninvasive assessment of mitral stenosis before and after percutaneous balloon mitral valvuloplasty.* *Am J Cardiol* 61 : 817-825, 1988
 - 21) Abbasi AS, Allen MW, Decristofaro D, Ungar I : *Detection and Estimation of the degree of mitral*

- regurgitation by range-gated pulsed Doppler echocardiography. Circulation 61 : 143-7, 1980*
- 22) Patel AK, Rowe GG, Thomsen JH, Dhanani SP, Kosolcharon P, Lyle LEW : *Detection and estimation of rheumatic mitral regurgitation in the presence of mitral stenosis by pulsed wave Doppler echocardiography. Am J Cardiol 51 : 986-91, 1983*
- 23) Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, et al : *Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. J Am Coll Cardiol 7 : 82-8, 1986*