

승모판 협착증에서 경피적 승모판막성형술의 초기 및 추적관찰의 결과

충북대학교 의과대학 내과학교실

조 명 찬

서울대학교 의과대학 내과학교실

김준수 · 김치정 · 이명묵 · 최윤식 · 이영우

= Abstract =

Immediate and Follow-Up Results after Percutaneous Mitral Valvuloplasty in Mitral Stenosis

Myeong Chan Cho, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chungbuk National University

June Soo Kim, M.D., Chee Jeong Kim, M.D., Myoung Mook Lee, M.D.,
Yun Shik Choi, M.D., Young Woo Lee, M.D.

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

Percutaneous mitral valvuloplasty(PMV) is an alternative to surgical mitral commissurotomy for patients with mitral stenosis. To assess the immediate and follow-up results of PMV and to identify factors influencing the outcome and complications of PMV, we analyzed the clinical, echocardiographic and hemodynamic data of 108 patients who underwent PMV.

1) Good hemodynamic results were obtained in 86 patients(79.6%). The factors predicting immediate outcome of PMV were mitral valve mobility, total echoscore, and EBDA/BSA.

2) Predictors of the increase in mitral valve area by PMV were age, sex, rhythm, and NYHA functional class before PMV. The independant predictors were rhythm($p = 0.008$) and functional class($p = 0.002$).

3) The degree of mitral regurgitation increased in 26 patients(24%), did not changed in 79 patients(73%) and decreased in 3 patients(3%). The increase of MR could not predicted from any features of the clinical, echocardiographic or hemodynamic data. The severity of MR decreased by one grade in 15% of patients and did not change in 66% of patients during follow-up.

4) Left-to-right shunt was detected in 19 patients(18%). The predictors were valve mobility, pulmonary artery pressure and pulmonary vascular resistance.

* 본 논문은 1989년도 서울대학교병원 특진연구비 일부보조로 이루어진 것임.

5) Follow-up catheterization(mean 14 months) identified restenosis in six of 16 patients. The predictors of restenosis were sex, total echoscore, and left atrial volume.

6) The hemodynamic data at follow-up were good compared with prePMV data($p < 0.01$), but follow-up mitral valve area decreased than that of postPMV($p < 0.05$). Immediate decrease in pulmonary vascular resistance followed by progressive improvement during follow-up.

7) Immediate complications of PMV were peripheral arterial embolism in one patient(1%), pericardial effusion in two(2%), transient arrhythmia in four(4%), left-to-right shunt in nineteen(18%) and increase in the grade of MR in twenty-six(24%).

This study suggests that PMV produces excellent immediate and follow-up results and is a safe and effective procedure in the nonsurgical treatment of mitral stenosis.

KEY WORDS : Percutaneous mitral valvuloplasty(PMV) · Mitral stenosis · Follow-up.

서 론

선천성 폐동맥판 협착증을 개심술을 하지않고 풍선도자를 이용하여 치료한 이후¹⁾ 풍선판막성형술로 판막의 협착을 치료하려는 시도가 활발하여졌으며 현재 풍선판막성형술로 폐동맥판, 승모판, 대동맥판 협착증과 인공판막대치술후 협착증 등에 성공적으로 시술되고 있다.

경피적 승모판막성형술(이하 PMV로 함)은 사망, 색전증, 급성 승모판 폐쇄부전 등의 합병증 발생 빈도는 적으면서 혈액학적 및 임상적 소견의 초기 변화는 괄목할만 하여 고무적이거나 아직 전체적인 안정성과 장기 예후 및 효과가 완전히 밝혀지지 않았다²⁾.

저자 등은 PMV 시술전, PMV 시술직후, 추적 관찰시의 임상상, 심초음파도 소견, 혈액학적 소견, 좌심실 조영소견 등의 변화를 토대로 PMV의 초기 결과를 분석하고 초기 결과에 영향을 미치는 인자를 규명하며, 합병증 중 좌우단락, 승모판 폐쇄부전의 발생에 관여하는 변수를 찾고, 장기적인 추적검사로 임상상과 여러 혈액학적 지표들의 추이를 관찰하고, 재협착의 발생빈도와 재협착에 관여하는 예견인자를 규명하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1988년 8월부터 1990년 6월까지 서울대학교

병원 내과에 입원하여 승모판 협착증으로 진단받은 환자중 이중풍선을 이용하여 PMV를 시술받은 108예를 대상으로 하였다. 남자가 28예, 여자가 80예로 남녀비는 1 : 2.9이었고 연령분포는 17세부터 71세(평균 37.1 ± 10.2 세)까지였다. 정상동율동이 76예, 심방세동이 32예이었고 PMV 시술전 New York Heart Association functional class II가 57예, class III가 46예, class IV가 1예 있었다. PMV 시술전 21예에서 Grade I, 3예에서 Grade II의 승모판 폐쇄부전증을 동반하였고 28예에서 경도의 대동맥판막질환이 있었다.

PMV 시술 전에 뇌 또는 말초 장기에 색전증의 과거력이 있는 경우, 심초음파도에서 좌심방내 혈전이 관찰되는 경우, Grade III이상의 승모판 폐쇄부전이나 중등도 이상의 대동맥판 질환이 동반된 경우, 75세 이상의 고령환자는 대상에서 제외하였다.

PMV 시술후 추적관찰은 4주부터 26개월(평균 7.12개월)까지로 PMV 시술 1개월 후부터는 3개월 간격으로 하였다. 23예에서 심초음파도로 12개월 이상(평균 13.4개월) 정기적인 추적관찰이 되었으며, 그중 16예에서는 PMV 시술후 평균 14개월에 심도자 및 좌심실조영술을 다시 시행하여 장기결과를 평가하였다.

2. 연구방법

1) 경피적 승모판막성형술(PMV)

역행적 방법으로 심방중격 천자를 통하여 유효

풍선확장면적/체표면적(이하 EBDA/BSA로 함)이 3.5 내지 4.0 범위가 되게 미리 선택된 두개의 풍선 확장도자를 이용하여 PMV를 시술하였다.

PMV 시술 전후 및 추적관찰시에 Swan-Ganz 도자로 압력 및 산소포화도, 열회석법에 의한 심박출량의 측정으로 Gorlin씨 법에 의한 승모판구면적, 확장기 승모판 평균 압력차, 폐혈관저항 등의 혈액학적 지표들을 계산하였으며 좌심실 조영술로 승모판 폐쇄부전의 발생여부와 그 정도를 평가하였다.

2) 심초음파도 검사

PMV 시술 1일전에 Color Doppler SSD-880 CW System(Aloka 사)의 2.5 MHz transducer로 심초음파 검사를 시행하였다. 2-D 영상으로 Abascal 등³⁾의 점수제(이하 echoscore로 함)를 이용하여 승모판막의 비후정도, 운동성, 석회화 정도 및 판막하구조의 병변정도를 평가하였다. 승모판구면적은 2-D 흉골연 단축단면도에서 확장기 초기에 가장 적게 잡히는 영상으로 정상동율동인 경우는 3번, 심방세동인 경우는 5번 측정하여 평균값을 취하였다. 2-D 영상으로 좌심방의 전후, 내외, 상하 직경을 측정하여 타원형 입체용적을 구함으로서 좌심방 용적을 계산하였다.

Doppler 검사로는 4-chamber view에서 연속파 Doppler로 승모판을 지나는 최대 혈류속도와 압반감기로 승모판구면적을 동율동과 심방세동시 각각 3회, 5회 반복 측정하여 평균하였다. 승모판 폐쇄부전 정도를 알기위해 4-chamber view에서 좌심방을 상하로 4등분하여 수축기에 좌심방으로의 역류정도를 간헐파 Doppler로 측정하여 +1에서 +4로 4등분하였다. 편심역류를 알기위해 color Doppler를 병행하였다.

심방세동이 있거나 과거력상 색전증의 증상이 있었던 경우와 경흉부 심초음파도상 좌심방내 혈전의 유무가 애매한 경우에는 경식도 심초음파도를 시행하여 좌심방과 좌심방이(left atrial appendage)내의 혈전유무를 파악하였다.

PMV 시술후 24~48시간 내에 시술전과 같은 방법으로 확장기 승모판 최대 혈류속도, 승모판구면적, 좌심방 용적, 승모판 폐쇄부전 정도의 변화를 측정하고 color Doppler 심초음파법으로 좌우단락의 발생유무를 확인하였다. 심초음파의 추적

검사는 같은 방법으로 PMV 시술후에 3개월 간격으로 하였다.

3) PMV 성적의 평가

가) 혈액학적 성공군 : PMV 시술 후 승모판구면적이 1.5cm^2 이상이고 PMV 시술 전의 승모판구면적보다 25% 이상 증가되며 PMV 시술후 확장기 승모판평균압력차가 10mmHg 이하로 PMV 시술 후 Grade III 이상의 급성 승모판 폐쇄부전이나 PMV시술에 따른 중요한 합병증이 발생하지 않은 경우.

나) 혈액학적 실패군 : PMV 시술후 승모판구면적이 1.5cm^2 미만이거나 PMV 시술후 확장기 승모판평균압력차가 10mmHg보다 크거나 승모판 폐쇄부전이 Grade III 이상 증가하거나 PMV 시술에 따른 중요한 합병증이 발생한 경우.

다) 좌우단락 : 산소포화도측정법상 상대정맥의 산소포화도보다 폐동맥의 산소포화도가 8% 이상 높은 경우.

라) 재협착 : 추적시의 승모판구면적이 PMV 시술 전후 면적증가분(ΔMVA)의 50% 이상이 소실된 경우.

4) 통계 분석

자료의 결과는 평균과 표준편차로 표시하였으며 성별, 운동상태, total echoscore에 의한 두군간의 변수 비교는 Student's unpaired t-test로 분석하였고, PMV 전후 및 추적검사시 혈액학 지표와 심초음파도 지표 등의 변화는 일원변량분석과 사후검증으로 분석하였다. PMV 초기 결과에 영향을 미치는 인자와 좌우단락의 발생과 승모판 폐쇄부전의 증가에 영향을 미치는 인자 및 재협착에 관계되는 인자를 구하기 위해 univariate and stepwise multiple regression test를 실시하였다. 모든 통계 처리는 SPSS/PC⁺를 이용하여 p값이 0.05 이하인 경우를 통계적으로 의의가 있는 것으로 하였다.

연구 성적

1. PMV의 초기 결과

1) 혈액학적 지표

전체 대상 108예의 PMV 전후 혈액학적 지표의 초기변화는 승모판구면적이 $1.00 \pm 0.32 \text{ cm}^2$ 에서

Table 1. Immediate changes of hemodynamic data after PMV

Hemodynamic data	PrePMV	Post PMV	P value
MVA(cm ²)	1.00± 0.32	2.41± 0.90	< 0.01
Mitral gradient(mmHg)	19.8 ± 7.2	5.3 ± 3.0	< 0.01
Cardiac output(L/min)	4.94± 1.32	5.32± 1.42	< 0.01
LA pressure(mmHg)	25.3 ± 7.5	9.6 ± 5.0	< 0.01
PA pressure(mmHg)	41.2 ± 16.5	23.0 ± 10.6	< 0.01
PVR(dynes sec/cm ³)	302.3 ± 245.6	219.6 ± 169.9	< 0.01

2.41±0.90 cm²로 증가하였고, 확장기 승모판 평균압력차는 19.8±7.2mmHg에서 5.3±3.0mmHg로 감소하였으며, PMV 직후의 좌심방압, 좌심방용적, 폐동맥압, 폐혈관저항은 PMV전에 비해 유의한 감소를 보였고, 심박출량은 유의하게 증가하였다(표 1, p<0.001)

혈역학적 성공군은 86예(79.6%)로 PMV전후 승모판구 면적은 1.00±0.32 cm²에서 2.55±0.86 cm²로 증가하였고, 확장기 승모판 평균압력차는 19.5±6.9mmHg에서 4.7±2.2mmHg로 감소하였다(p<0.001). 혈역학적 실패군은 22예(20.4%)로 PMV전후 승모판구 면적은 0.92±0.25cm²에서 1.41±0.39cm²로 증가하나, 판막구면적 증가정도(ΔMVA)가 0.48±0.25cm²로 혈역학적 성공군의 1.55±0.85cm²에 비해 유의하게 작았으며(p<0.001), 확장기 승모판 평균압력차도 PMV전 22.8±8.8mmHg에서 PMV직후 9.9±4.2mmHg로 성공

군에 비해 감소정도가 적었다(p<0.01). PMV직후의 좌심방용적, 폐동맥압, 폐혈관저항 등도 혈역학적 실패군에서 높은 경향을 보이나 통계적인 유의한 차이는 없었다. 좌우단락은 성공군에서 14예(16.2%) 실패군에서 5예(22.7%) 발생하였다. 혈역학적 성패에 영향을 미치는 인자는 판막의 운동성, total echoscore, EBDA/BSA이었다(표 2).

PMV 시술후의 혈역학적 결과를 total echoscore를 기준으로 8이하인 환자군(81예)과 8보다 큰 환자군(24예)로 나누어 분석하였다(표 3). 두 군 모두 승모판구 면적, 심박출량의 유의한 증가가 있었고, 확장기 승모판 평균압력차, 좌심방용적, 좌심방압, 폐동맥압, 폐혈관저항의 유의한 감소가 있었다(p<0.05). Total echoscore가 8이하인 군에서의 혈역학적 성공율은 83.9%이나 8보다 큰 환자군은 75.0%이었다. Total echoscore가 8이하인 군은 8보다 큰 환자군에 비해 여자와 동을동이

Table 2. Predictive factors for the immediate outcome of PMV

Variables before PMV	Hemodynamic	Results	P value
	Good(n = 86)	Poor(n = 22)	
Age(vrs)	37.2± 9.8	39.3± 13.5	NS
Women(%)	72.0	81.8	NS
Atrial fibrillation(%)	27.9	36.4	NS
Echoscore			
Mobility	1.67± 0.65	2.08± 0.79	< 0.05
Thickening	1.90± 0.62	2.16± 0.18	NS
Calcification	2.24± 0.61	2.25± 0.75	NS
Subvalvular disease	1.63± 0.78	1.75± 0.62	NS
Total	7.44± 1.78	8.33± 2.06	< 0.05
MVA(cm ²)	1.00± 0.32	0.92± 0.25	NS
LA volume(ml)	90.9 ± 45.1	110.9 ± 45.2	NS
LA pressure(mmHg)	25.0 ± 7.1	28.1 ± 9.7	NS
CO(L/min)	4.96± 1.34	4.65± 1.14	NS
EBDA/BSA	3.90± 0.44	3.62± 0.30	< 0.05

NS : not significant

Table 3. Clinical and hemodynamic data of two groups devided by total echoscore

Variables	Total echoscore		P value
	≤ 8 (n = 81)	> 8 (n = 24)	
Age(yrs)	36.3 ± 10.4	39.5 ± 9.5	NS
Women(%)	82.7	54.2	< 0.05
Atrial fibrillation(%)	25.9	45.8	< 0.05
MVA(cm ²)			
PrePMV	1.03 ± 0.32	0.89 ± 0.30	NS
PostPMV	2.51 ± 0.86	2.11 ± 0.97	< 0.05
△ MVA	1.49 ± 0.84	1.21 ± 0.98	NS
Mitral gradient(mmHg)			
PrePMV	19.9 ± 7.2	19.6 ± 7.3	NS
PostPMV	4.9 ± 2.8	6.6 ± 3.5	< 0.05
LA volume(ml)			
PrePMV	90.5 ± 43.9	100.8 ± 49.2	NS
PostPMV	67.6 ± 33.1	89.7 ± 52.0	< 0.05
LA pressure(mmHg)			
PrePMV	25.3 ± 7.7	25.5 ± 7.2	NS
PostPMV	8.7 ± 4.2	11.7 ± 6.0	< 0.01
PA pressure(mmHg)			
PrePMV	41.5 ± 17.0	48.8 ± 15.5	NS
PostPMV	21.2 ± 9.1	28.3 ± 13.2	< 0.05
Restenosis(%)			
2-D Echocardiogram	40% (8/20)	67% (2/3)	< 0.05
Gorlin's formula	43% (6/14)	0% (0/2)	—

△ MVA : initial gain of mitral valve area after PMV

많았으며, PMV 시술 직후의 승모판구 면적이 넓었고 좌우단락과 승모판 폐쇄부전의 발생이 적었으며 확장기 승모판 평균압력차, 좌심방압, 좌심방용적, 폐동맥압도 유의하게 감소하였다 ($p < 0.05$).

일원변량 분산분석에 의해 여자이고 동울동이며, 나이가 적을수록, PMV전 NYHA functional class가 낮을수록 PMV 전후의 판막구 면적의 증가정도(△MVA)가 유의하게 컸다($p < 0.001$). Multiple stepwise regression analysis로 PMV후 판막구면적의 증가를 예견할 수 있는 독립적인 인자는 울동상태($p = 0.002$)이었다.

2) 합병증

PMV에 따른 사망과 뇌혈관 색전증은 없었으나 1예에서 말초혈관 색전증이 발생하였다. 풍선도자의 확장직후 좌측 요통을 호소하여 복부동맥조영술상 좌측 신혈관과 회장동맥의 분지에 충만결

손(filling defect)이 발견되어 Fogarty 도자로 성공적인 색전제거술을 하였다. PMV 시술도중 심낭삼출액이 2예에서 발생하였으나 응급 심낭천자나 심낭절개술을 시행하지 않고 관찰후 호전되었다. 24시간이내의 일시적인 심방세동이 4예에서 발생하였고 2도 방실차단도 있었으나 심박조율기 삽입이 필요한 경우는 없었다. 승모판 폐쇄부전은 27예에서 Grade I이상 증가하였으며 이중 21예는 PMV 시술전 폐쇄부전이 없었으나 폐쇄부전이 새로 발생하였다. 좌우단락은 19예에서 발생하였으나 이에 따른 혈액학적인 문제는 없었다.

2. PMV의 추적관찰

1) 임상소견의 변화

PMV 시술전 NYHA functional class는 97%가 class II와 class III이었다. PMV 시술 1개월후의 functional class는 95%가 class I과 class II이었으며 74.5%에서 Class I이상의 호전이 있었다. 3개월

후의 functional class 분포는 1개월 소견과 큰 변화가 없으나 20.7%에서 functional class의 호전이 계속되었으나 1예는 class I에서 class II로 나빠졌으며 이 환자의 PMV 직후 판막구면적은 1.80cm²이었으나 12개월에 1.20cm²로 재협착이 발생하였다(그림 1).

2) 심초음파도에 의한 추적관찰

가) 승모판구 면적(그림 2) : 흉골연 단축단면도에서 2-D 영상으로 얻은 승모판구 면적의 변화는 PMV 시술전(108예) 0.91±0.21cm²에서 PMV 시술직후(108예), 3개월(45예), 6개월(24예), 12개월(23예)에 각각 1.76±0.40, 1.61±0.38, 1.57±0.38, 1.48±0.33cm²으로 PMV시술전의 판막구면적에 비해서는 유의하게 증가되어 있으나(p<0.01), PMV 시술 12개월후의 판막구면적은 PMV 직후에 비해 유의한 감소를 보였다(p<0.05).

Total echoscore가 8이하인 군은 8보다 큰 환자군에 비해 PMV 직후 면적의 증가정도(ΔMVA)도 크고 12개월까지 판막구면적의 증가가 잘 유지되었으나 echoscore가 8보다 큰 환자군은 면적의 초기증가도 적고 6개월부터 판막구면적이 PMV 직후보다 유의하게 감소하였다(p<0.05).

나) 좌심방용적 : 좌심방용적은 PMV 전 92.3±45.4ml에서 PMV 직후 71.7±38.8ml로 감소하였고 3, 6, 12개월에 각각 67.0±31.8, 74.2±37.2, 64.3±24.3ml로 PMV직후에 비해 유의한 감소가 지속되

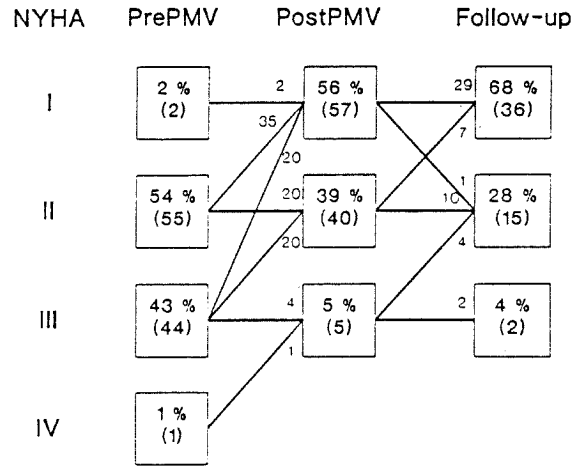


Fig. 1. Schema of New York Heart Association functional classification of the patients before PMV, after PMV and at follow-up.

었다(p<0.05). Echoscore에 따른 두 군간에는 PMV 직후의 용적만 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 재협착이 있는 군에서 12개월의 좌심방용적은 79.6±22.9ml로 재협착이 없는 52.5±18.6ml에 비해 유의하게 증가되어 있었다(p<0.01)

다) 재협착 : 심초음파에 의해 평균 13.4개월 추적하였던 23예중 10예(43.4%)에서 재협착을 보였다. 재협착은 남자인 경우, total echoscore가 높을수록, 좌심방용적이 클수록 재협착이 많이 발생하였으며(p<0.05), PMV 전후의 판막구면적,

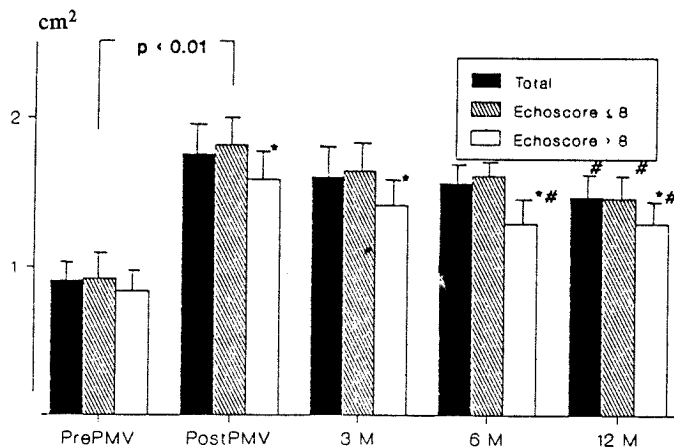


Fig. 2. Changes of mitral valve area measured by 2-D echocardiography in total patients, and two groups divided by echoscore.

* P<0.05 vs echoscore ≤ 8, # p<0.05 vs postPMV

좌심방압, 확장기 승모판 평균압력차, EBDA/BSA 등은 차이를 보이거나 통계적 의의는 없었다. 재협착이 발생한 10예의 판막구면적은 3개월부터 감소하기 시작하여 12개월에는 모두 1.5cm^2 미만(평균 $1.26 \pm 0.26\text{cm}^2$)으로 재협착이 없는 $1.64 \pm 0.23\text{cm}^2$ 보다 유의하게 적었다($p < 0.05$). 심초음파상 재협착을 보인 10예중 5예는 다시 시행한 심도자술에 의한 판막구면적이 1.5cm^2 이상이고 확장기 승모판 평균압력차는 10mmHg 미만이었다. Total echoscore가 8이하인 군에서 20예중 8예(40%)에서, 8보다 큰 환자군에서는 3예중 2예(66.7%)에서 재협착이 발생하였다.

3) 심도자술에 의한 추적관찰

가) 혈역학지표(표 4) : PMV 시술후 평균 14개월에 심도자술을 다시 시행한 16예의 혈역학적 지표는 PMV전에 비해 유의한 차이가 있었으나($p < 0.01$), PMV 직후와 비교할때 Gorlin's formula에 의한 판막구면적은 감소하고 좌심방압은 증가하였으나($p < 0.05$), 확장기 승모판 평균압력차와 좌심방용적, 폐동맥압은 변화가 없었고, 폐혈관저항은 PMV 직후부터 14개월까지 지속적인 감소를 보였다($p < 0.05$). 심박출량은 PMV전에 비해 증가하는 되어 있으나 유의한 차이는 없었다.

나) 재협착 : 추적 심도자술을 시행한 16예중 6예(37.5%)에서 재협착이 있었다. 추적검사시의 판막구면적이 0.6cm^2 인 한예를 제외한 5예의 판막구면적은 1.5cm^2 이상이었으며, 그중 3예는 확장기 승모판 평균압력차가 10mmHg 미만이었다. 재협착의 발생은 혈역학적 지표나 심초음파 지표

와는 상관관계가 없었으나 남자인 경우 재협착이 많았다($p < 0.05$).

3. 승모판 폐쇄부전(그림 3)

PMV후 26예(24%)에서 PMV전에 비해 승모판 폐쇄부전이 Grade I 이상 증가하였고, 79예(73%)에서 폐쇄부전의 정도가 변화없었으며, Grade I의 승모판 폐쇄부전이 없어진 경우도 3예 있었다. PMV전에 승모판 폐쇄부전이 없던 84예중 Grade I(11예), Grade II(9예) 및 Grade IV(1예)의 폐쇄부전이 새로 발생하였다. Grade O에서 Grade IV로 증가한 예의 total echoscore는 9이었고 EBDA/BSA는 3.98이었으며 PMV 직후의 판막구면적은 1.90cm^2 이었다. 급성 승모판 폐쇄부전에 따른 응급 인공판막대치술은 필요하지 않았다. PMV 시행 12개월이후까지 추적가능 하였던 27예에서 PMV 직후와 비교할 때 66%에서 폐쇄부전의 정도가 변화없고, 15%는 감소하였으나, 19%는 오히려 증가하였다. 승모판 폐쇄부전의 발생이나 악화를 예견하는 임상적, 혈역학적, 심초음파도의 지표는 없었다.

4. 좌우단락

좌우단락은 19예(18%)에서 발생하였고 Qp/Qs는 1.5 미만이 10예, 1.5 이상 2.0 미만이 7예 이었고, 2.0 이상은 2예 이었다. Qp/Qs가 2.0 이상이었던 2예의 total echoscore는 10이상이고 PMV 직후의 판막구면적은 1.5cm^2 미만이고 폐혈관저항은 $600\text{ dynes sec/cm}^5$ 이상이었던. Qp/Qs는 각각 2.5, 2.4 이었고 EBDA/BSA는 각각 4.18, 4.64 이

Table 4. Chronological changes of hemodynamic results in 16 patients who underwent follow-up catheterization.

Hemodynamic data	PrePMV		PostPMV		Follow-up	
MVA(cm^2)	1.13 ±	0.29	2.51 ±	0.76*	1.93 ±	0.64*#
Mitral gradient(mmHg)	21.7 ±	7.9	5.8 ±	2.5*	7.8 ±	2.8*
LA pressure(mmHg)	25.6 ±	8.3	6.7 ±	1.9*	12.2 ±	3.8*##
LA volume(ml)	83.4 ±	24.7	68.7 ±	20.5*	61.6 ±	21.4*
PA pressure(mmHg)	40.0 ±	19.3	19.4 ±	7.4*	22.5 ±	6.2*#
PVR(dynes sec/cm^5)	270.9 ±	215.0	189.8 ±	135.6*	128.8 ±	68.3*##
CO(L/min)	5.40 ±	1.24	5.57 ±	1.10	5.76 ±	1.48

* $p < 0.01$ vs prePMV, # $p < 0.05$ vs postPMV, ## $p < 0.01$ vs postPMV

All other comparisons are not statistically significant.

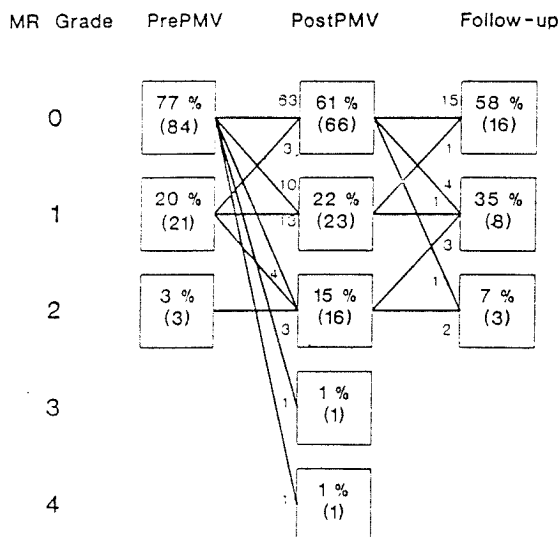


Fig. 3. Schema of changes in the degree of mitral regurgitation before PMV, after PMV and at follow-up.

었다. 좌우단락이 발생한 군은 PMV 시술 직후 판막구면적이 적게 확장되며 폐동맥압과 폐혈관 저항의 감소정도가 적었다($p < 0.01$). PMV 시술 전의 임상적, 혈액학적 인자중 좌우단락 발생에 영향을 미치는 것은 판막의 운동성, PMV 시술전의 폐동맥압과 폐혈관저항이었다($p < 0.05$). 12개월 이상 Doppler 심초음파도나 심도자술로 추적가능하였던 23예 모두 잔존하는 좌우단락은 없었다.

고 찰

PMV 시술후 판막구면적의 증가에 영향을 미치는 인자로 승모판막의 특성(운동성, 비후, 석회화, 판막하구조의 병변정도), EBDA, 심박출량, 풍선도자 직경의 합과 승모판륜의 직경의 비(이하 SBD/AN으로 함) 등이 제시되고 있으나 보고자마다 다르다^{4,5}). 본 연구에서는 PMV 후 판막구면적의 증가정도는 성별, 운동상태, PMV전 NYHA functional class와 유의한 상관관계가 있었으며 이중 독립적인 변수는 운동상태와 NYHA functional class이었다. Palacios등⁶)은 PMV를 시술한 100예를 분석하여 PMV 시술후 판막구면적의 증가는 연령, 운동상태, 판막의 석회화, total echoscore, EBDA/BSA, PMV 시술전 승모판 폐쇄부전과 판

계가 있었으며 단일풍선 보다 이중풍선을 이용할 때 판막구면적의 증가정도가 컸다고 하였다. 평균 13개월의 추적검사시 고령일수록, total echoscore가 높을수록, 석회화가 심할수록, EBDA/BSA가 적을수록 판막구면적의 감소폭이 컸으며 이중 독립적 예견지표는 total echoscore였다. 실제로 total echoscore가 8보다 큰 환자군에서의 PMV후 혈액학적 성공률은 44%이었으며, 임상적 호전이 적고 시술에 따른 사망이나 인공판막대치술의 빈도가 많았으며 재협착도 자주왔다. Total echoscore가 8이하인 환자군의 PMV후 좋은 초기결과는 추적관찰시까지 지속되었으나, 8보다 큰 환자군의 초기결과는 최적상태가 아니고 합병증과 재협착이 더 잘 발생하였다고 하였다. 본 연구에서는 PMV후 혈액학적 성패에 영향을 미치는 인자는 판막의 운동성, total echoscore, EBDA/BSA였다. 이중 total echoscore를 기준으로 8이하인 환자군과 8보다 큰 환자군의 혈액학적 성공률은 각각 83.9%와 75.0%이었으며, 8이하인 군에서 PMV후의 판막구면적이 넓었고 좌심방압, 좌심방용적, 폐동맥압, 확장기 승모판 평균압력차는 낮았고 합병증중 좌우단락과 승모판 폐쇄부전의 발생도 적었다.

심방중격천자를 하여 순행적 혹은 역행적 방법으로 PMV가 시술되면 모든 환자에서 해부학적인 심방중격결손을 가지게 되나 이 해부학적 합병증이 얼마나 생리학적으로 중요한 심장내 단락을 가져오는지는 아직 잘 알려져있지 않다. 좌우단락의 발생빈도는 PMV의 시술방법, 풍선도자의 선택, 시술자의 수기정도 및 좌우단락의 검출방법에 따라 다르다⁷⁻⁹). 좌우단락의 발생기전은 첫째, 풍선도자의 부적절한 위치선정으로 풍선도자의 후미가 심방중격을 걸쳐 있게 되어 풍선확장시 심방중격의 결손이 더욱 커지게 되며 이는 주로 좌심방이 작을때 발생한다. 둘째, 심방중격을 통해 풍선도자를 제거할때 충분히 수축시키지 않은 풍선도자를無理하게 빼거나 두개의 풍선도자를 동시에 제거할 때 발생한다. 셋째, guide wire의 과도한 견인으로 심방중격이 찢려져서 발생한다. 넷째, 심방중격 천자의 위치가 난원공의 막성 혹은 근육성 부위인지에 따라 달라지며 심방중격 천자를 하나 혹은 두개를 하느냐에 따라 다르다. 좌우단락의 발견방법은 산소포화도측정법, indica-

tion dilution curve법, color Doppler 심초음파도 등이 있다. PMV 시술후 산소포화도측정법에 의한 좌우단락의 발견은 폐혈류량의 15~20% 미만의 좌우단락이 있을때 검출의 일관성이 없고 예민도가 낮아 10~25%에서 관찰된다고 보고되고 있으며¹⁰⁾, 본 연구에서도 19예(18%)에서 좌우단락이 검출되어 같은 소견을 보였다. 경식도 Doppler 심초음파도를 이용한 color flow mapping과 indication dilution curve 법은 좌우단락의 위치와 검출에 예민하고 정확도가 높은 방법으로, Cecquier 등¹¹⁾은 산소포화도측정법에 의할 때 25%였으나 venovenous indication dilution curve를 이용하면 62%까지 좌우단락이 있는 것으로 나타났으며 좌우단락의 발생을 예견하는 독립적인 인자로 PMV 시술후 승모판귀가 적게 확장되거나, 승모판막의 석회화가 있거나, 좌심방이 작은 경우를 제시하였으며, 6개월후의 추적검사에서 좌우단락은 74%에서 감소하였거나 사라지고, 10%는 변화가 없으며 16%는 오히려 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 좌우단락 발생의 예견지표는 판막의 운동성, 판막구면적의 확장정도, PMV 시술전 폐동맥압과 폐혈관저항이었다. PMV후 심방중격 결손의 생성이 임상적으로 중요한 문제로 제기되는 이유는 폐동맥고혈압의 발생여부, 압박감기에 영향을 미쳐 재협착의 발견을 지연시키는지의 여부, 우심실 확장과 심방의 자극으로 심방성 부정맥이 발생되는지의 여부와 기이성 색전증이 발생하느냐 하는 것들이나 아직 정확히 밝혀져 있지 않다¹²⁾.

승모판 협착증에 의한 판막의 변형 및 판막하 구조의 융합과 PMV로 인한 융합된 교련의 분리에 의해 수축시기에 승모판막의 불완전 폐쇄가 유발되어 승모판 폐쇄부전이 발생할 수 있으며, PMV 시술후 판막자체의 손상이나 건삭의 파열과 판막의 박리등이 폐쇄부전에 관여하는지 혹은 얼마나 동반되는 지는 명확하게 밝혀져 있지 않으나, PMV 시술후 1/3 내지 1/2의 환자에서 승모판 폐쇄부전이 새로 발생하거나 악화된다고 보고되고 있다^{5, 13, 14)}. 간헐과 Doppler에 의한 승모판 폐쇄부전의 유무 및 정도의 판정은 매우 좁은 jet가 좌심방 깊숙히 역류할때 과대평가될 수 있으며, sample volume을 잘못 위치시키거나 편심성 역류가 있

을때 과소평가될 수 있고, 폐쇄부전의 정도는 좌심방 크기와 jet 크기로 결정되므로 같은 크기의 역류성 jet라도 좌심방 크기에 따라 달라질 수 있어 상기 문제점을 해결하기 위해 color flow mapping이 보완적으로 이용되어야 한다. Abascal 등³⁾은 PMV시술 전후로 54%에서는 승모판 폐쇄부전의 정도가 변화가 없었으나, 46%에서는 Grade I 내지 II 정도의 증가가 있었으며 26%에서는 승모판 폐쇄부전이 새로 발생하였다고 하였으며, 승모판 폐쇄부전의 발생과 악화와 관계되는 인자는 찾을 수 없었다고 하였다. 그러나 몇몇 보고에서는 EBDA/BSA가 4.0이상인 경우나 SBD/AN이 1.1이상인 경우에 승모판 폐쇄부전이 많이 발생하여 풍선도자의 선택이 중요하다고 하였다^{6, 8)}. PMV시술 후 추적검사상 거의 모든 보고에서 승모판 폐쇄부전이 감소하거나 없어진다고 하며 그 기전으로 PMV후 신전되었던 승모판막의 가역적 변화, PMV시 승모판에 비해 과도하게 분리되었던 교련의 섬유화와 치유과정의 진행, PMV시 풍선도자 확장에 의한 유두근의 손상으로 발생되었던 일시적인 유두근 기능부전의 호전등이 제시되고 있으나 정확히 밝혀지지는 않았다. Palacios 등⁶⁾의 보고에 의하면 추적검사상 폐쇄부전이 53%에서 Grade I 이상 감소하였고 46%는 변화가 없었다고 하였다. 본 연구에서 PMV 시술후 승모판 폐쇄부전은 24%에서 Grade I 이상 증가하였다. 이 중 한예는 PMV 시술전에 없던 승모판 폐쇄부전이 Grade IV가 되었으나 이 환자의 PMV 시술전 혈역학적 지표중 특이한 것은 없고 echoscore는 9이고 EBDA/BSA는 3.98이었으며 PMV후 판막구면적은 1.9cm²이었다. 시술후의 심초음파도에서 판막 혹은 건삭의 파열은 관찰되지 않았으며 승모판륜 크기도 큰 변화가 없었던 것으로 보아 승모판 폐쇄부전의 발생이 판막의 형태학적 해부병리구조보다는 국소부위의 특성과 관계가 있는 것으로 추정되었다. 본 연구에서 승모판 폐쇄부전의 발생이나 악화를 예견할 수 있는 임상적, 판막의 형태적 및 혈역학적 지표는 없었다. 12개월이상의 추적검사상 승모판 폐쇄부전은 66%에서 변화가 없었고 15%는 감소하였으며 19%는 증가하였으며, 좌심방용적은 PMV시술 직후 감소된 정도가 추적 12개월까지 유지되었다.

폐혈관저항이 $250 \text{ dynes sec/cm}^5$ 이상이거나 평균 폐동맥압이 40mmHg 이상일 때 폐동맥 고혈압이라 하며 승모관 협착증의 흔한 합병증으로 장기예후에 영향을 미친다. 승모관 협착증에서 폐동맥 고혈압이 생기는 기전은 첫째 상승된 좌심방압과 폐정맥압이 폐동맥으로 수동적이며 역행적인 전달, 둘째 폐정맥 고혈압에 의해 폐동맥의 반응성 혈관수축, 셋째 폐동맥의 형태학적 변화 등이 있다¹⁵⁾. PMV에 의한 폐혈관 저항의 호전은 첫째, 둘째 기전의 제거에 의해 발생하며 PMV 후에 지속적인 폐혈관 저항의 상승은 불완전한 확장으로 승모관협착이 잔존하거나 폐혈관의 비가역적인 형태학적 변화가 동반된 경우이다. 좌심방압의 상승정도에 비해 폐동맥압이 심하게 증가되어 있으면 폐혈관저항이 증가된 것을 반영하고 좌심방압에 의해 폐동맥 고혈압의 감소를 기대할 수 있으나, 폐동맥고혈압 감소정도는 환자마다 다르다. 즉 어떤 환자에서는 추적 심도자술시 정상 폐혈관저항을 보이나 어떤 환자에서는 감소는 되어있거나 계속 비정상적인 폐혈관저항을 보이며, 시간이 경과함에 따라 비정상적으로 상승된 저항이 점차 감소될 것인지는 분명하지 않으나 재협착이 발생하면 다시 폐혈관저항이 상승된다. Levine 등¹⁶⁾의 보고에 의하면 PMV 직후의 폐혈관저항은 $630 \pm 570 \text{ dynes sec/cm}^5$ 에서 $447 \pm 324 \text{ dynes sec/cm}^5$ 으로 감소하였고 평균 7개월후의 추적검사에서 재협착이 온 2예를 제외한 12예에서 $280 \pm 183 \text{ dynes sec/cm}^5$ 로 지속적인 감소가 있어 왔으며, 재협착이 발생한 경우에는 폐동맥고혈압의 호전은 일시적이었다. 본 연구에서도 추적 심도자술을 시행한 16예에서 PMV 직후 감소한 폐혈관 저항은 PMV 시술 14개월까지 지속적인 감소를 보였다. 이러한 소견을 바탕으로 비록 중증의 폐동맥질환이 수술의 금기는 아니나 심한 폐동맥고혈압이 동반된 승모관 협착증의 경우에 인공판막 대체술이나 수술적 교련절개술시 높은 사망율을 보이므로¹⁷⁾, 수술전에 PMV 시술로 폐동맥고혈압을 호전시켜 놓으면 수술후 이환율이나 사망율을 줄일 수 있으리라 사료된다.

재협착은 추적검사사의 승모관구 면적이 PMV 시술전후 면적증가분(ΔMVA)의 50% 이상이 소실된 경우로 정의하며 대개 임상적 증상의 재발이

동반되고, PMV 시술 6개월 이상 추적하여 다시 심도자에 의해 발견한 재협착의 발생빈도는 4~24%로 보고되고 있다^{11,16-19)}. Palacios 등⁶⁾에 의하면 평균 13개월후 심도자에 의한 재협착은 echoscore가 8이하인 군의 4%에서 발생하나 8이상인 군에서는 70%에서 발생하여 echoscore와 심방세동이 재협착을 예견할 수 있는 중요한 지표라고 하였다. 본 연구에서 심초음파로 12개월이상 추적된 23예중 10예(43.4%)에서 재협착을 보였으며, 남자인 경우, total echoscore가 높을수록, 좌심방용적이 클수록 재협착의 발생이 유의하게 많았고 echoscore가 8이하인 경우는 40%에서, 8보다 큰 경우에는 66.7%에서 재협착을 보였다. 평균 14개월에 다시 심도자술을 시행한 16예중 6예(37.5%)에서 재협착이 관찰되었다. 외과적 교련절개술후 재협착율은 10~50%이며 재협착은 부적절한 교련절개술의 결과가 아니라 판막자체의 섬유화 등 질병자체의 진행에 의한 것으로 생각되며 수술후 12년째 가장 많았다²⁰⁾. 교련절개술후 진행되거나 잔존하는 승모관협착과 수술에 동반된 승모관 폐쇄부전 등에 의한 승모관막의 기능상실은 수술 5년내에 10%, 수술 10년내에 60%에서 발생하며 이중 승모관 재협착이 주된 병변일 경우 선택된 환자에서 색전증이나 수술시 사망율이 높은 재수술을 피하고 PMV로 대신할 수 있다^{21,22)}. PMV 시술후 재협착은 승모관구의 횡직경이 현저히 감소하는 것으로 보아 교련을 따라 다시 재융합이 일어나는 것으로 생각되며 echoscore가 높은 경우보다는 판막자체의 특성이 재협착에 관여하리라 생각되나 명백하지는 않다³⁾. 재협착이 오면 환자상태를 재평가하여 PMV를 다시 시도할 수도 있으나 판막특성과 재협착이 발생한 기간과 정도 등에 따라 외과적 치료도 고려하여야 할 것이다.

PMV 시술에 따른 중요한 합병증으로는 첫째로 색전증에 의한 뇌혈관장애이다. 외과적 교련절개술에 의한 색전증의 발생빈도는 4~8%이나 PMV에 의한 색전증은 그보다 낮은 2~4%로 보고되고 있으며, 풍선도자의 파열에 의한 공기색전증과 PMV시술전 심초음파도에서 발견되지 않은 좌심방 혈전의 유리나 풍선확장후 석회화된 조각이 떨어져 나가면 색전증이 발생가능하다. 본 연구에서 풍선도자 확장후 좌측 신혈관과 회장동맥

의 분지에 색전증이 발생한 1예가 있었다. 둘째는 승모판 폐쇄부전으로 흔히 동반된다. 중증의 급성 승모판 폐쇄부전은 승모륜에 비해 과대한 풍선도자에 의한 확장으로 판막의 파열, 풍선도자의 부적절한 위치선정으로 건삭의 손상 등에 의해 발생가능하다. 셋째로는 심방중격 천자시 혹은 좌심실내에 guide wire의 부적절한 조작으로 심장 파열에 의한 심장압진이 발생하며 그 빈도는 1~5.5%로 보고 되고 있다. 넷째는 심방중격천자에 의한 좌우단락으로 가장 흔히 발생하는 합병증이며, 다섯째로는 재협착이며 그외 혈관손상, 완전방실 차단 등의 부정맥, 일시적인 저혈압, 출혈 등이 발생할 수 있다. PMV에 의한 사망율은 1~2% 정도로 보고되고 있으나 수술적 교련절개술의 3~8%, 인공판막대치술의 5~8%보다는 낮다²³⁾.

현재 본 교실에서 PMV를 시술받은 환자들을 정기적으로 추적관찰하고 있으며 PMV가 승모판 협착이 있는 모든 환자에서 수술적 치료방법과 대등한 성적으로 널리 사용되어질 수 있는지 혹은 선택된 환자에서만 가치가 있는 시술인지는 향후 장기 추적결과와 대단위분석으로 밝혀질 것으로 사료된다.

결 론

승모판 협착증 108예에서 PMV 시술전, PMV 직후, 추적관찰시의 임상증상, 혈액학적 및 심초음파 지표 등을 비교 검토하여 PMV의 초기결과와 추적결과를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) PMV 시술에 의해 승모판구면적이 1.5cm² 이상이며 확장기 승모판 평균압력차가 10mmHg 미만인 혈액학적 성공군은 86예(79.6%)이었다. PMV 직후의 초기결과는 PMV전과 비교할때 모든 혈액학적 지표가 통계적으로 유의한 호전이 있었다. PMV 초기결과를 예견하는 인자는 판막의 운동성, total echoscore, EBDA/BSA이었다.

2) PMV 전후의 판막구면적의 증가에 관여하는 변수는 성별, 연령, 율동상태, PMV 시술전 NYHA functional class이었다.

3) Total echoscore가 8이하인 군에서 혈액학적

성공율이 높았으며 다른 혈액학적 지표의 호전도 유의하게 좋았고, PMV 시술후 좌우단락, 승모판 폐쇄부전 및 재협착의 발생빈도도 유의하게 적었다.

4) 추적검사상 NYHA functional class는 74.5%에서 Grade I 이상의 호전이 있었고 PMV전과 비교할때 PMV후에 얻은 혈액학적 지표의 호전상태는 추적 14개월까지 잘 유지되었다. PMV 직후에 비해 추적검사시의 판막구면적, 좌심방압 및 폐동맥압은 유의한 변화가 있었으나 폐혈관저항은 추적 14개월까지 지속적으로 감소하였다.

5) 심초음파로 12개월 이상 추적검사된 23예중 10예에서 재협착이 발생하였고 재협착 발생의 예견인자로는 성별, total echoscore, 좌심방용적이었다. 이중 평균 14개월에 심도사술을 다시 시행한 16예중 6예에서 재협착이 있었다.

6) PMV 시술직후 승모판 폐쇄부전은 26예(24%)에서 증가하였고 79예(73%)에서 변화가 없었으며 3예(3%)에서 감소하였다. 폐쇄부전이 증가한 26예중 21예(19%)에서 PMV전에 없던 폐쇄부전이 새로 발생하였다. 승모판 폐쇄부전의 발생이나 악화를 예견하는 지표는 없었다. 12개월 이상 추적가능하였던 27예중 폐쇄부전의 정도는 66%에서 변화가 없고 15%에서 감소하였으나 19%에서는 증가하였다.

7) 좌우단락은 19예(18%)에서 발생하였으며 좌우단락을 예견하는 지표는 판막의 운동성, 폐동맥압과 폐혈관저항이었다.

8) 합병증은 말초동맥 색전증이 1예(1%), 심낭삼출액이 2예(2%), 부정맥이 4예(4%), 승모판 폐쇄부전의 증가가 26예(24%), 좌우단락의 발생이 19예(18%)이었다.

이상의 결과로 승모판 협착증중 PMV 시술의 가장 좋은 대상군은 total echoscore가 낮은 동율동상태의 젊은 여자 환자이었다. PMV는 초기 혈액학적 결과가 괄목할만하고 합병증이 적으면서 임상적, 혈액학적 호전상태가 14개월까지 잘 유지되므로 승모판 협착증의 좋은 치료방법으로 사료된다.

References

- 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* 307 : 540, 1982
- 2) McKay RG, Grossman W : *Balloon valvuloplasty for treating pulmonic, mitral, aortic and prosthetic valve stenoses*. In *Heart disease, a textbook of cardiovascular medicine (Update 1)*. Braunwald E, 3rd ed. p1, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1988
- 3) Abascal VM, Wilkins GT, Choong CY, Block PC, Palacios IF, Weyman AE : *Mitral regurgitation after percutaneous balloon mitral valvuloplasty in adults : Evaluation by pulsed Doppler echocardiography*. *J Am Coll Cardiol* 11 : 257, 1988
- 4) Reid CL, Chandraratna PAN, Kawanishi DT, Kotlewski A, Rahimtoola SH : *Influence of mitral valve morphology on double-balloon catheter balloon valvuloplasty in patients with mitral stenosis*. *Circulation* 80 : 515, 1989
- 5) Chen C, Wang X, Wang Y, Lan Y : *Value of two-dimensional echocardiography in selecting patients and balloon sizes for percutaneous balloon mitral valvuloplasty*. *J Am Coll Cardiol* 14 : 1651, 1989
- 6) Palacios IF, Block PC, Wilkins GT, Weyman AE : *Follow-up of patients undergoing percutaneous mitral balloon valvotomy. Analysis of factors determining restenosis*. *Circulation* 79 : 573, 1989
- 7) Fields CD, Slovenkai GA, Isner JM : *Atrial septal defect resulting from mitral balloon valvuloplasty : relation of defect morphology to transseptal balloon catheter delivery*. *Am Heart J* 119 : 568, 1990
- 8) Babic UU, Dorros G, Pejic P, Djuricic Z, Lewin RF, Grujicic SN, Misovic D : *Percutaneous mitral valvuloplasty : retrograde, transarterial double-balloon technique utilizing the transseptal approach*. *Cathet Cardiovasc Diagn* 14 : 229, 1988
- 9) Bernard Y, Schiele F, Jacoulet P, Anguenot T, Maurat JP, Bassand JP : *Assessment with color flow mapping of mitral regurgitation and left to right atrial shunting after percutaneous mitral valvuloplasty (abst)*. *Circulation* 78(suppl II) : II-1, 1988
- 10) McKay CR, Kawanishi DT, Rahimtoola SH : *Catheter balloon valvuloplasty (CBV) of the mitral valve in adults using a double balloon technique : Early hemodynamic results*. *JAMA* 257 : 1753, 1987
- 11) Cequier A, Bonan R, Serra A, Dyrda I, Crepeau J, Dethy M, Waters D : *Left-to-right atrial shunting after percutaneous mitral valvuloplasty. Incidence and long-term hemodynamic follow-up*. *Circulation* 81 : 1190, 1990
- 12) Crawford MH : *Iatrogenic Lutembacher's syndrome revisited*. *Circulation* 81 : 1422, 1990
- 13) Palacios IF, Block PC, Brandi S, Blanco P, Casal H, Pulido JI, Munoz S, D'Empaire G, Ortega MA, Jacobs M, Vlahakes G : *Percutaneous balloon valvotomy for patients with severe mitral stenosis*. *Circulation* 75 : 778, 1987
- 14) Block PC, Palacios IF, Jacobs ML, Fallon JT : *Mechanism of percutaneous mitral valvotomy*. *Am J Cardiol* 59 : 178, 1987
- 15) Flotz BD, Hessel EA, Ivey TD : *The early course of pulmonary artery hypertension in patients undergoing mitral valve replacement with cardioplegic arrest*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 88 : 238, 1984
- 16) Levine MJ, Weinstein JS, Diver DJ, Berman AD, Wyman RM, Cunningham MJ, Safian RD, Grossman W, McKay RG : *Progressive improvement in pulmonary vascular resistance after percutaneous mitral valvuloplasty*. *Circulation* 79 : 1061, 1989
- 17) Camara ML, Aris A, Padro JM, Caralps JM : *Long-term results of mitral valve surgery in patients with severe pulmonary hypertension*. *Ann Thorac Surg* 45 : 133, 1988
- 18) Al Zaibag M, Ribeiro PA, Al Kasab S, Halim M, Idirs MT, Habbab M, Shahid M, Sawyer W : *One-year follow-up after double balloon mitral valvotomy*. *Am J Cardiol* 63 : 126, 1989
- 19) Vahanian A, Michel PL, Cormier B, Vitoux B, Michel X, Slama M, Sarano LE, Trabelsi S, Ismail MB, Acar J : *Results of percutaneous mitral commissurotomy in 200 patients*. *Am J Cardiol* 63 : 847, 1989
- 20) John S, Bashir VV, Jairaj PS, Muralidharan S, Ravikumar E, Rajarajeswari T, Krishnaswami S, Sukumar IP, Sundar Rao PSS : *Closed mitral valvotomy : early results and long-term follow-up of 3724 consecutive patients*. *Circulation* 68 : 891, 1983
- 21) 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
- 22) Rediker DE, Block PC, Abascal VM, Palacios IF : *Mitral balloon valvuloplasty for mitral restenosis after surgical commissurotomy. J Am Coll Cardiol* 11 : 252, 1988
- 23) Braunwald E : *Valvular heart disease. In heart disease, a textbook of cardiovascular medicine. Braunwald E, 3rd ed. p1034, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1988*