

선천성 폐동맥 판막 협착증 및 대동맥 판막 협착증에서 경피적 바룬카테타 성형술

전북대학교 의과대학 진단방사선과학교실

한 영 민 · 조 호 제 · 송 호 영 · 주 찬 웅*
손 명 희 · 김 종 수 · 최 기 철

— Abstract —

Percutaneous Transluminal Balloon Valvuloplasty for Congenital Pulmonary Valve Stenosis and Aortic Valve Stenosis

Young Min Han, M.D., Ho Je Cho, M.D., Ho Young Song, M.D.,
Chan Wung Joo*, M.D., Myung Hee Sohn, M.D., Jong Soo Kim, M.D.,
Ki Chul Choi, M.D.

Department of Radiology, College of Medicine, Chon Buk National University.

Transluminal balloon valvuloplasty was used to treat congenital pulmonary valve stenosis in 12 patients and aortic valve stenosis in 3 patients, aged 22 months to 18 years.

The right ventricular pressure gradient decreased from $87.8 \pm 30.33 \text{ mmHg}$ to $33.3 \pm 16.99 \text{ mmHg}$ ($P < 0.01$) immediately after the procedure for pulmonary valve stenosis.

The procedure success rate was 92% (11/12) and the case which failed was one, due to mild dysplastic pulmonary valve.

The pressure gradient across the aortic valve before percutaneous balloon aortic valvuloplasty were 220, 103, 119 mmHg, decreased to 64, 69, 96 mmHg after the procedure.

Percutaneous transluminal balloon valvuloplasty was effective in the treatment of congenital pulmonary and aortic valve stenosis.

Index Words: Pulmonary Valve, Stenosis
Heart, therapeutic radiology

I. 서 론

바룬 카테타를 이용한 혈관성형술은 신동맥, 관상 동맥 및 신체 여러부위 말초동맥 협착부위를 치료하는 비수술적 치료 방법으로서 각광을 받고 있다^{1~4)}.

최근 혈관 성형술은 소아 영역의 선천성 질환, 즉 폐동맥 판막 협착증^{5,6)}, 말초 폐동맥 협착^{7,8)}, 대동맥 축착^{9,10)}, 재대동맥축착^{10,11)}에 많이 적용되고 있다^{5~7)}.

저자들은 선천성 폐동맥 협착증 환자 12명과 대동맥 협착증 환자 3명에 대한 바룬 카테타 성형술에 대한 경험을 보고하고자 한다.

II. 대상 및 방법

* 전북대학교 의과대학 소아과학교실

• Department of Pediatrics, Chonbuk National University Hospital.

이 논문은 1989년 8월 19일 접수하여 1989년 9월 11일
에 채택되었음

1987년 2월 부터 1988년 12월 까지 전북대학교 진단

방사선과학교실에서 선천성 폐동맥 협착증으로 확진된 12명과 대동맥 협착증으로 확진된 3명에서 바룬 카테타를 이용하여 폐동맥판막 및 대동맥판막 성형술을 시행하였다(Table 1, 2).

성별은 남자 11명, 여자 4명으로 남녀 비는 5:2였고 나이는 22개월부터 18세까지였으며 평균연령은 9.1세였다.

이학적 소견, 흉부단순소견 및 심전도 소견상 선천성 폐동맥 판막협착 및 대동맥 판막 협착이 의심된 환아에 2-D Echocardiography를 이용하여 다른 심기

형의 동반 유무및 그 정도를 관찰하였다.

바룬 카테타 성형술은 나이와 관계없이 각각의 환자에 있어서 동일한 방법으로 시행하였다.

먼저 우심도자를 시행하여 우심실과 폐동맥의 압력을 측정하여 폐동맥판막을 전후한 압력차이를 확인하고 전후, 측면, 양면 영화촬영을 시행하여 폐동맥판막의 위치, 판막윤의 크기를 측정하였다.

바룬카테타 크기는 판막윤의 크기에 의하여 지표로 삼았다. 또한 우심도자로 우심실 상태, 주폐동맥의 확장 정도, 모양을 관찰하였고 좌심기에서는 폐정맥 유입

Table 1. Hemodynamic Data before and after Balloon Pulmonary Valvuloplasty

Case	Age/Sex	Pressure before PBV			Pressure after PBV			Decreased Pressure Gradient	Balloon Diameter (mm)
		RV	PA	RV-PA Gradient	RV	PA	RV-PA Gradient		
1	14/M	101	10	91	70	35	35	56	15, 15
2	18/M	101	19	82	50	19	31	51	20, 20
3	14/F	73	23	50	46	23	23	27	20
4	5/M	69	26	43	52	34	18	25	15, 15
5	8/F	130	19	111	69	23	46	65	15
6	23ms/M	82	14	68	35	22	13	55	15
7	9/M	92	23	69	53	26	27	42	18
*8	14/M	159	14	145	101	26	75	70	20
*9	6/F	121	22	99	69	28	41	58	18
10	14/M	143	23	120	45	23	22	98	18, 10
11	9/M	109	21	88	60	27	33	55	15
#12	22ms/M	157	136						
			36	121					
Mean ±SD(mmHg)		107.3 ±28.72	19.5 ±4.89	87.8 ±30.33	59.1 ±17.87	26.0 ±4.92	33.1 ±16.99	54.7 ±20.13	

PBV(Pulmonary Balloon Valvuloplasty), RV(Right Ventricle), PA(Pulmonary Artery)

*VSD, Bicuspid Pulmonary Valve(Operation)

#Mild dysplastic pulmonary valve

Table 2. Hemodynamic Data before and after Balloon Aortic Valvuloplasty

Case	Age/Sex	Pressure before PBV			Pressure after PBV			Decreased Pressure Gradient	Balloon Diameter (mm)	AR
		LV	AO	LV-AO Gradient	LV	AO	LV-AO Gradient			
1	12/M	338	118	220	195	130	65	155	15, 15	Grade I
2	7/M	168	65	103	156	87	69	34	20	Grade I
*3	26Ms/F	241	122	119	226	128	96	23	7	

ABV(Aortic Balloon Valvuloplasty), LV(Left Ventricle), AR(Aortic Regurgitation)

* Hypoplastic of Aortic Annulus(operation)

상태, 심방 또는 심실중격결손등의 동반기형의 유무를 확인하였다. 확대요소는 혈관촬영상 카테타와 실제 카테타 크기에 의해서 결정하였다.

판막윤의 실제크기는 측정된 판막윤 크기와 실제 카테타 크기를 곱한 값을 측정된 카테타로 나누면 얻을 수 있다.

바룬 카테타는 Meditech사와 Cook사 제품을 사용하였으며 바룬의 크기는 선천성 폐동맥 판막 협착증인 경우는 폐동맥 판막윤 크기보다 20~30 % 더 큰 바룬을 선택하였다.

카테타 삽입은 대퇴정맥을 절개하여 6F로 정맥을 확장시킨후 우심도자를 NIH로 시행한 후 이어서 end hole 카테타로 교환하여 좌하 폐동맥 분지에 위치 시킨후 J exchange guide wire(0.035 inch, 260cm)를 end hole 카테타 속으로 밀어 넣은 후 end hole 카테타를 바룬카테타와 바꾸어 폐동맥 협착부위가 바룬의 가운데가 되도록 위치 시켰다.

바룬 카테타의 위치를 확인한 후 30ml 주사기에 50 %정도로 희석된 조영제를 넣어 투시하에서 힘껏 밀어 넣어 바룬이 판막부위에서 좁아져 있는 것을 확인한

후, 더욱 힘껏 부풀려 바룬이 완전히 퍼지는 것을 확인하고 재빨리 조영제를 바룬에서 빼내면서 카테타를 좌폐동맥 부위까지 밀어 넣었다(Fig. 1).

부풀어지는 평균시간은 약 5-8초⁵⁾ 정도로 하였으며 판막의 협착부위에서 바룬의 허리부위가 좁아져 생긴 허리가 소실되면서 협착부위가 완화되는 것을 확인 후 조영제를 빼내는 과정을 3회 반복 시행하였다.

바룬이 파열될 것을 염려하여 체내에 넣기 전에 밖에서 여러번 희석된 조영제로 부풀려서 공기방울이 완전히 없어지도록 하였다.

이러한 바룬 카테타 성형술 시행후 바룬 카테타를 뽑고 다시 end hole 카테타로 바꾸어 성형술 후 약 15분경 폐동맥과 우심실 사이의 압력차를 측정하였으며 우심실 조영술을 다시 시행하여 협착부위를 관찰하였다.

폐동맥 판막협착이 심한 경우에는 바룬 크기가 작은 것부터 큰 것으로 바꾸는 방법으로 사용하였으며 폐동맥윤이 큰 경우에는 바룬 카테타 2개를 동시에 사용하였다(Fig. 2).

대동맥 판막 협착증에서는 폐동맥 판막 협착증에서

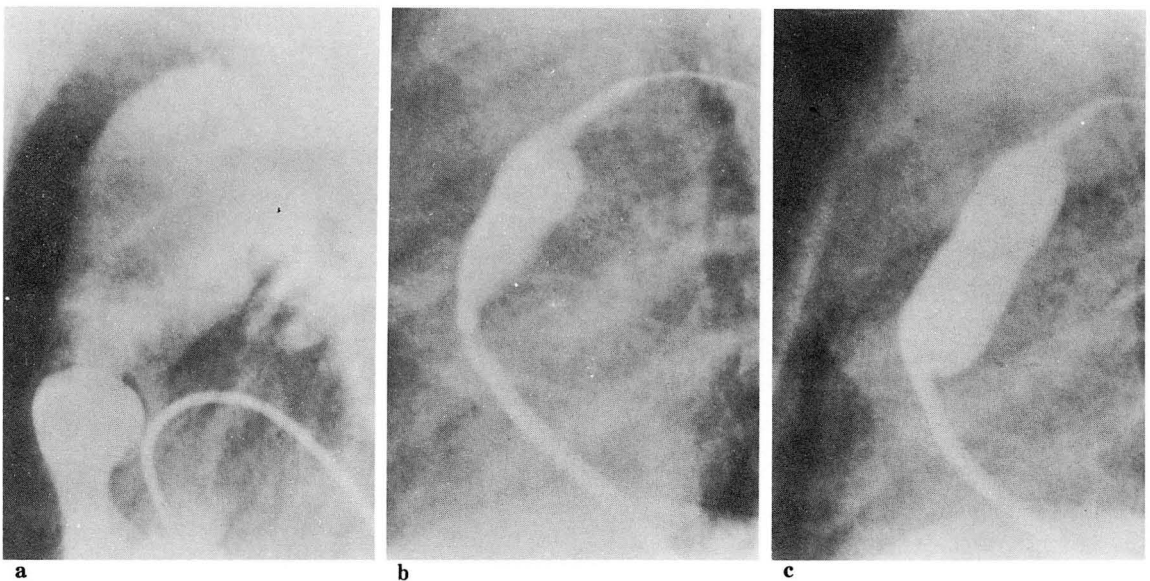


Fig. 1 Case 6 in congenital pulmonary stenosis

a. Lateral cineangiogram of right ventricle obtained during systole show curvilinear filling defect due to thickened pulmonary valves and poststenotic dilatation.

b. 20mm balloon inflated across the stenotic valve: note "waist"

c. After increase in intraballoon pressure, waist has disappeared significantly. After valvuloplasty, the peak systolic gradient across the pulmonary valve decreased from 68 to 13mmHg.

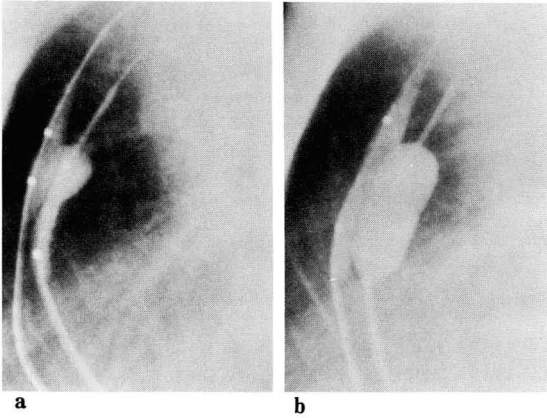


Fig. 2 Case 10 in congenital pulmonary stenosis
a. Lateral cineangiogram demonstrating inflated 18mm and 10mm double balloons with waist at the stenotic valve.
b. Waist has disappeared completely.

시행한 방법과 비슷하게 시행했다. 좌심도자를 시행하여 대동맥 판막 협착 전후의 압력차를 계산하고, 좌심실 조영술을 LAO 45도 에서 전후, 측면상과 대동맥 조영술 LAO 60도 에서 전후, 측면상을 시행하여 대동맥 판막 협착 부위를 확인하고 대동맥 기저부의 직경을 심도자상으로 계산하여 대동맥 판막을 보다 약 1mm 작은 바룬카테타를 선택하였다.

J guide wire (0.035 inch)를 좌심실에 넣은 후 바룬카테타를 guide wire를 따라서 밀어올려서 대동맥 협착 부위에 위치시켰다.

바룬의 파열은 폐동맥보다 더 주의를 요하였으며 회석된 조영제로 투시하에서 부풀어 올려 허리를 확인한 후 다시 힘껏 부풀어 올려 완전히 허리 소실을 확인한 후 pig tail 카테타로 교환하여 협착부위 압력차를 다시 측정하고 좌심실 조영술과 대동맥 조영술을 시행하였다.

Ⅲ. 결 과

바룬카테타 판막 성형술은 폐동맥 판막 협착증 12명 중 11례에서 성공하여 92 %의 성공률을 보였고, 1례에서는 선천성으로 판막형성 부전증(mild dysplastic valve)로써 압력차를 줄일 수 없었다.

바룬 판막 성형술 시행으로 수축기 우심실압이 $107.3 \pm 38.72 \text{ mmHg}$ 에서 $59.1 \pm 17.87 \text{ mmHg}$ 으로 감소하였으며 ($p < 0.01$), 폐동맥과 우심실간의 압력차이는

$87.8 \pm 31.97 \text{ mmHg}$ 에서 $33.1 \pm 16.99 \text{ mmHg}$ 로 감소하였다 ($P < 0.01$) (Fig. 3).

12례 중 바룬 카테타 2개를 사용한 경우는 4례였으며 2례의 경우는 심실 중격 결손의 동반이 되어 개심술을 시행했으며 수술상 폐동맥 판막 협착부가 이첨판(Bicuspid valve)으로 판명되었으며 성형술로 인하여 교련분열(commisural splittings)을 관찰할 수 있었다.

실패한 1례는 선천성 폐동맥 판막형성 부전증(dysplastic pulmonary valve)으로써 수술상 폐동맥 판막부위가 성형술로 인한 교련분열(commisural splittings) 소견을 볼 수 있었다. 이러한 바룬 카테타 성형술 시행시 주된 합병증은 문제가 되지 않았으나 나타난 것으로 카테타 이행 또는 교환시나 바룬의 부풀린 도중에 전례에서 여러가지 부정맥을 볼 수 있었으나 일시적인 현상으로 수초 후 정상으로 돌아왔다.

2례의 경우 카테타 삽입을 위한 삽관 부위에 혈종 및 출혈이 있었고 1례에서는 시술중 중적인 바룬 카테타의 파열이 있었으나 색전 증상 및 소견은 보이지 않았다.

대동맥판막 바룬 성형술은 1례에서는 2개의 바룬을 사용하였으며, 다른 1례에서는 단계적으로 바룬의 크

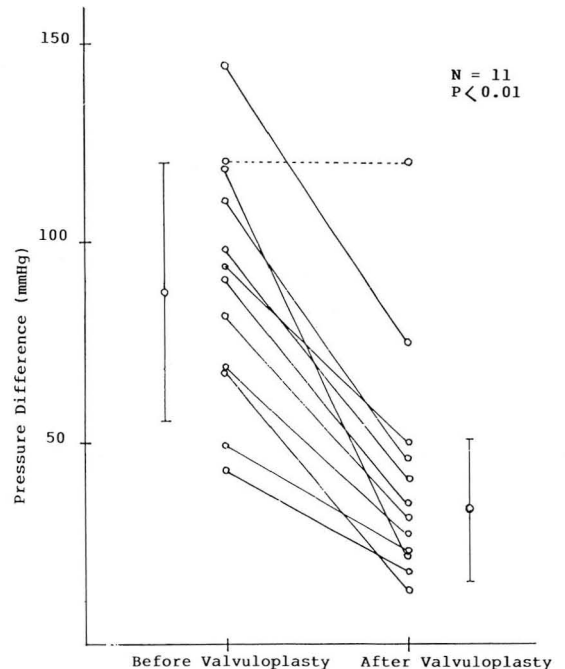


Fig. 3 Peak systolic pressure differences across the pulmonary valve before and after balloon valvuloplasty.

기를 바꾸면서 시행했다.

대동맥판 바룬 성형술로 시행한 3례에서 수축기 좌심실압이 338, 168, 241mmHg 에서 195, 156, 226mmHg로 각각 감소하였으며 좌심실과 대동맥사이의 수축기 압력 차이가 220, 103, 119mmHg에서 65, 69, 96mmHg로 각각 감소하였다(Table 2).

대동맥판막 바룬 성형술을 시행한 3례중 2례에서 성형술 시행후 대동맥 폐쇄 부전(grade I)을 관찰할 수 있었다(Fig. 4). 판막성형술 후 협착부위의 심한 압력차가 보인 1례에서 증상발현과 심전도(EKG)상 좌심실 긴장(left ventricular strain)이 보여 수술을 시행하였으며 수술상 판막 소견은 이첨판(bicuspid valve)및 형성 부전윤(hypoplastic annulus)이 보였고 바룬성형술로 인한 교련분열(commisural splittings)을 관찰할 수 있었다.

IV. 고 찰

선천성 폐동맥 판막 협착증은 모든 선천성 심질환의 약 10 %를 차지하는 비교적 흔한 질환이다¹²⁾.

과거에는 중증도와 심한 폐동맥 판막 협착증의 치료에 외과적 수술에 의한 치료가 원칙적으로 되어 있었으나 1982년 Kan⁹⁾등에 의해서 폐동맥 판막 협착증에 경피적 바룬카테타 판막 성형술을 시행하여 성공적인 치료결과가 보고된 이래, 경피적 바룬카테타 성형술

은 일부 관상동맥과 말초 혈관 질환에 유용하게 사용되었으며, 여러 저자들은 선천성 폐동맥 판막 협착증의 치료에 경피적 바룬카테타 판막 성형술이 수술을 완전히 대신할 수 있는 효과적인 치료방법으로 보고하였다¹³⁻¹⁶⁾.

선천성 대동맥 판막 협착증은 심한 협착이 있는 영유아에서는 1차 수술로서 판막을 직접 관찰하면서 판막절개술을 해주기보다 기계적 확장을 시키는 수가 많고, 학동기 어린이에서는 판막을 직접 보면서 교련절 절술을 하게 되는데 어느 경우도 어느 정도의 판막 폐쇄부전이 생기고 대부분은 추후 인공판막으로 대치술이 필요하다¹⁷⁾.

Labadidi¹⁸⁾등에 의해 1984년 대동맥 판막 협착에 경피적 바룬카테타 판막 성형술의 효과적인 이용으로 성공적인 결과가 보고되어 있다.

경피적 바룬카테타 판막 성형술에서 바룬을 부풀릴 때 압력기를 연결하여 사용하고 있는 경우도 있으나 압력기를 사용하면 오히려 조영제가 통과해야 하는 도관의 길이가 길어져 바룬을 부풀리거나 빼내는데 시간이 오래 걸린다는 보고가 있어서 초기 몇 증례만 제외하고는 사용하지 않았다¹⁹⁾. 또한 바룬의 부풀림이 충분한가 아닌가는 투시하에서 바룬 중간부위의 허리가 잘록하는것이 없어지는 것을 확인함으로써 압력기의 필요성을 느끼지 못하였다. 바룬 팽창시 너무 심한 압력을 가하면 파열되는 수도 있어 무균상태의 용액과

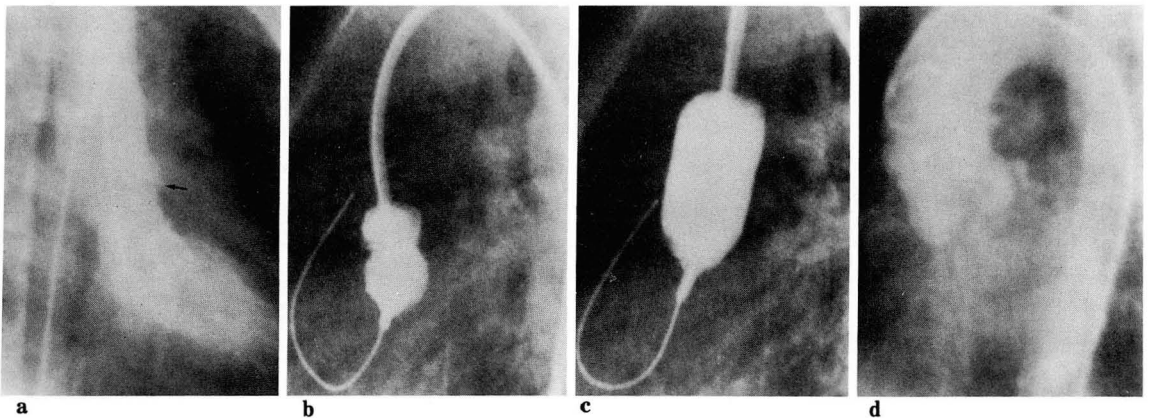


Fig. 4 Case 2 in congenital aortic stenosis.

- Right anterior oblique cineangiogram obtained during systole shows curvilinear filling defect due to thickened aortic valves (arrow).
- The balloon catheter across the stenotic aortic valve in an early phase of inflation.
- The balloon catheter fully inflated with the waist of the balloon abolished.
- Angiography after valvuloplasty shows mild aortic regurgitation (Grade I)

공기방울이 없게 사용하여야 한다.

경피적 바룬카테타 판막 성형술 시행시 적절한 크기의 바룬 카테타 선택은 폐동맥 판막 협착의 경우 폐동맥 판막의 크기보다 20-30 % 더 큰 바룬카테타를 사용해야 효과적인 결과를 얻을 수 있었으며 50 % 더 큰 바룬카테타를 사용시는 누두부에 벽재성 출혈을 초래할 수 있는 동물 실험 결과도 있어 저자들도 대동맥 판막의 보다 약 20-30 % 정도 큰바룬카테타²⁰⁾를 선택하여 사용하였으며 4례의 경우 두개 바룬카테타를 사용하였다.

대동맥 판막 협착시 바룬 카테타의 선택은 대동맥 판막의 크기보다 더 큰 바룬카테타 일수록 협착은 효과적으로 감소시킬 수 있으나 시술 합병증으로 대동맥 판막 폐쇄부전이 심하게 초래하게 되어 오히려 심부전을 가속하게 되므로 실제 대동맥 기저부의 직경을 120 %를 넘지 않는 바룬카테타나 오히려 판막의 크기보다 작은 직경의 바룬 카테타를 사용한다²¹⁾. 저자들의 경우는 판막의 크기보다 작은 직경의 바룬카테타를 사용하였으며, 2례에서는 하나의 바룬 카테타, 나머지는 두개 바룬 카테타를 사용하였고 시술후 대동맥 폐쇄부전(grad I)이 시행 3례중 2례에서 관찰되었다.

바룬카테타 성형술 동안 협착이 완화되는 기전은 잘 알려지지 않고 관상동맥과 큰 동맥의 확장과 다르다는 견해가 있었는데, Lock등^{8, 22)}은 폐동맥 판막 협착증과 대동맥 판막 협착증 혈관 성형술의 동물실험에서 완화되는 기전을 동맥내막과 중막의 파열의 증거라고 제시하였고, Kan등¹⁰⁾은 폐동맥 판막 성형술에서 확장시키는 기전이 판막조직의 파열이라고 생각하였다.

풍선 성형술의 판막의 구조적 변화로는 교련 분열, 심장판막침 파열 및 심장판막침 결찰에 의해 협착 전후의 압력차이를 줄이는 것으로 보고되어 있는데²³⁾ 저자들의 두 증례에서도 바룬카테타 성형술 후 동반된 심실 중격 결손증으로 인하여 개심술시 확인된 판막소견은 이첨판, 폐동맥판막으로 교련분열을 보였으며 판막의 자체는 아무런 손상 증거가 없었다.

경피적 바룬카테타 판막 성형술 시행시 동반되는 합병증으로는 일과성 저혈압과 함께 여러 종류의 부정맥 특히 서맥이 흔히 나타나며 이때 바룬 카테타를 수축시키면 대부분의 경우 수초내에 정상 리듬으로 돌아오나 오래 지속되는 경우 산소공급과 0.01mg/kg의 atropine 투여가 필요한 경우도 있다²⁴⁾.

저자들의 경우도 일시적인 부정맥이 보였으나 바룬

카테타를 수축시켜서 수초내에 정상리듬으로 돌아왔으며, 폐동맥 판막 성형술시 바룬카테타 파열의 1례가 확장동안 바룬의 장축파열이 있었으나 색전의 증상및 소견은 보이지 않았다.

바룬 카테타 시술상 영유아에서는 카테타의 자체 굵기나 경직성 및 바룬부위의 구조적인 이유로 대동맥 통과시나 협착변부위 도달 및 통과에 많은 어려움이 수반되는데, 저자들의 경우에도 26개월 된 대동맥 협착환자에서도 적당한 크기의 바룬 카테타 사용시 굴곡하지 못하여 협착부위에 도달하지 못하였고 더 작은 바룬 카테타를 이용하여 바룬카테타 성형술을 시행하였으나 만족할 만한 결과를 얻지 못하였다. 또한 선천성 폐동맥 판막 협착증 환아에서 폐동맥 판막 형성 부전증이었던 22개월된 환아(case 12)에서도 폐동맥 부위에서 바룬카테타의 굴곡실패로 인하여 더 작은 카테타를 이용하여 바룬 카테타 성형술을 시술하였지만 만족할 만한 압력차이를 못 얻었다. 경피적 판막 성형술 시행 후 환아에 대한 추적 관찰을 심전도, 벡터 심전제법 및 Doppler심에코가 관여 압력차이의 정도 및 시술 후 변화를 추적 검사할 수 있다¹⁴⁾. 저자들의 경우에서도 선천성 폐동맥 판막 협착증인 Case 1에서 시술직전 협착부위의 압력차가 35mmHg에 17개월 후 Doppler 심에코 추적검사에서 27mmHg로 감소된 것을 볼 수 있었으며 선천성 대동맥 판막 협착증인 Case 2에서는 시술전 협착부위 압력차가 65mmHg에서 6개월 후 Doppler 심에코 추적검사에서 45mmHg로 감소된 것을 볼 수 있다. 추후 Doppler 심에코 검사에서 전에 압력차가 더욱 감소하는 현상은 Rocchini¹⁴⁾와 Kveselis 등이 관찰한 바와 같이 바룬카테타 판막 성형술 직후 남아있는 역동학적 판막하 폐쇄(dynamic subvalvular obstruction)가 시간이 감에 따라 감소하기 때문이라고 사료된다.

이러한 경피적 바룬카테타 판막 성형술 후 양호한 치료 결과를 기여하지 못하는 경우로는 폐동맥 판막 협착시 형성부전증 판막이나 Brock 시술후 및 심한 판막 누두부 협착의 경우이다²⁵⁾.

또한 대동맥판 협착의 경우는 임계의 대동맥 판막 협착증(critical aortic stenosis)및 심근증(cardiomyopathy)과 대동맥 폐쇄부전이 심한경우, 대동맥판 전후 압력차가 50mmHg 이하가 급기증이 된다²³⁾.

석회화 대동맥 판막의 경우에는 바룬카테타 성형술

은 과거에 석회화 혈전의 혈관 색전문제가 있었으나 현재에는 경피적 바룬카테타 판막 성형술의 성공적인 결과가 보고되어 있다^{26,27,28)}.

V. 결 론

저자들은 1987년 2월부터 1988년 12월까지 전북대학교 병원에 입원하였던 선천성 폐동맥 판막협착증 12례와 대동맥 판막 협착증 3례에서 경피적 바룬카테타 판막 성형술을 각각 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 폐동맥 판막 협착증 환자 12명의 시술환자중 11명(92%)에서 성공하였다. 남녀의 비는 3:1이며 연령분포는 22개월부터 18세까지로 평균연령은 9.2세였다. 두개의 바룬카테타를 사용한 경우는 4명이었고 나머지는 한개의 바룬 카테타를 사용하였다.

폐동맥 판막 협착증에서 협착 부위의 압력차가 판막성형술 시행후 87.8±31.93mmHg에서 33.1±17.90mmHg로 감소하였다(P<0.01).

폐동맥 판막 협착증에서 우심실압이 판막성형술 시행후 107.3±30.23mmHg에서 59.1±18.78mmHg로 감소하였다(P<0.01)

2. 3명의 대동맥 판막 협착증 환자의 협착부위 압력차는 220, 103, 119mmHg에서 판막성형술 시행후 65, 69, 96mmHg로 각각 감소하였다. 두명에서는 한개의 바룬 카테타를, 나머지 한명에서는 두개의 바룬 카테타를 사용하였으며 성형술 후 두명의 환자에서 대동맥 판막부전증이 나타났다(Grade I).

따라서 선천성 폐동맥 판막협착증의 경피적 바룬카테타 성형술은 매우 효과적이며 수술보다 안전한 치료 방법이라 하겠다. 또한 선천성 대동맥 판막 협착증의 경우에서도 1차 개입술을 대신할 수 있으리라고 본다.

REFERENCES

- Dotter CT, Judkin MP: Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction: Description of a new technic and a preliminary report of its application. *Circulation* 30:654-670, 1964.
- Tegtmeyer CJ, Dyer R, Teates CD, et al.: Percutaneous transluminal dilatation of the renal arteries: Technique and results. *Radiology* 135:589-599, 1980.
- Spence RK, Freiman DB, Gatenby R, et al.: Long-term results of transluminal angioplasty of the iliac and femoral arteries. *Arch Surg* 116:1377-1386, 1981.
- Athanasoulis CA: Percutaneous transluminal angioplasty: General principles. *AJR* 135:891-900, 1980.
- Kan JS, White RI, Mitchell SE, et al.: Percutaneous balloon valvuloplasty: A new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. *N Engl J Med* 307:540-542, 1982.
- Lababidi Z, Wu J-R: Percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty. *Am J Cardiol* 52: 560-562, 1983.
- Lock JE, Castaneda-Zuniga WR, Fuhrman BP, et al.: Balloon dilatation angioplasty of hypoplastic and stenotic pulmonary arteries. *Circulation* 67:962-967, 1983.
- Lock JE, Niemi T, Enzig S, et al.: Transverse angioplasty of experimental branch pulmonary artery stenosis in newborn lambs. *Circulation* 64:886-892, 1981.
- Singer MI, Rowen R, Dorsey TJ: Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn. *Am Heart J* 103:131-132, 1982.
- Kan JS, White RI, Mitchell SE, et al.: Treatment of restenosis of coarctation by percutaneous transluminal angioplasty. *Circulation* 68:1087-1094, 1983.
- Lock JE, Niemi T, Burke BA, et al.: Transcatheter angioplasty of experimental aortic coarctation. *Circulation* 66:1280-1285, 1982.
- Keith JD, Rowe RD, Vlad P: *Heart disease in infancy and childhood*. 3rd ed, New York: Macmillan 761-788, 1978.
- Park JH, Yoon YS, Yeon KM, et al.: Percutaneous pulmonary valvuloplasty with a double-balloon techniques. *Radiology* 164:715-718, 1987.
- Kveselie DA, Rocchini AP, Snider AR, et al.: Results of balloon valvuloplasty in the treatment of congenital valvular pulmonary stenosis in children. *Am J Cardiol* 56:527-532, 1985.
- Sullivan ID, Robinson PJ, Macartney FJ, et al.: Percutaneous balloon valvuloplasty for pulmonary

- valve stenosis in infants and children. *Br Heart J* 54:435-441, 1985.
16. Tynan M, Baker EJ, Rohmer J: Percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty. *Br Heart J* 53:520-524, 1985.
17. Mitchell SE, Kan JS, Khite RI: Interventional technique in congenital heart disease. *Seminars In Roentgenology* 20:290-311, 1985.
18. Labadidi Z, Jiunn-Ren Wu, Walls JT: Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: Results in 23 patients. *Am J Cardiol* 52:560-562, 1980.
19. 연경모, 윤용수, 김인원, 한만청 : 폐동맥 판막 협착증의 심장 영화촬영 소견과 바룬 카테타 성형술에 관한 연구. *대한방사선의학회지* Vol. 23(4):568-574, 1987.
20. Ring JC, Kulik TJ, Burkner BA et al.: Morphologic changes induced by dilatation of the pulmonary valve anulus with overlage balloon in normal newborn lambs. *Am J Cardiol* 55:210-214, 1985.
21. Labadidi Z: Aortic balloon valvuloplasty. *Am Heart J* 106:551-752, 1983.
22. Guillermo RS, Askok VM, Lesley LE et al.: Sucessful percutaneous balloon valvuloplasty of aortic valve in an infant. *Pediatric cardiol* 6:103-106, 1985.
23. Walls JT, Labadidi Z, Curtis JJ, et al.: Assesement of percutaneous balloon pulmonary and aortic valvuloplasty. *J Thoracic Cardiovas Surg* 88:352-356, 1984.
24. Kan JS, White RI, Mitchell SE, et al.: Percutaneous transluminal balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis. *Circulation* 69:554-560, 1984.
25. Musewe NN, Robertson MA, Benson LN, et al.: The dysplastic pulmonary valve: echocardiographic features and results of balloon dilatation. *Br Heart J* 57:364-370, 1987.
26. Jeffrey MI, Deeb NS, Mark RD, et al.: Treatment of calcific arotic stenosis by balloon valvuloplasty. *Am J Cardiol* 59:313-317, 1987.
27. Robert DS, valerre SM, Robert ET, et al.: Postmortem and intraoperative balloon valvuloplasty of calcific aortic stenosis in elderly patients: Mechanisms of successful dilation. *JACC* 9:644-601, 1987.
28. Gerhard R, Karl-Ludwig N: Percutaneous balloon valvuloplasty for aortic valve stenosis in infancy. *Am J Cardiol* 55:1655-1656, 1985.