

## 肺動脈瓣 狹窄의 풍선카테타 成形術后의 長期追跡 觀察\*

서울大學校 醫科大學 小兒科學教室

尹 龍 洙

= Abstract =

### Longterm Results of Balloon Valvuloplasty in Patients with Pulmonary Valvular Stenosis

Yong Soo Yun, M.D.

*Department of Pediatrics, College of Medicine, National University*

1) Pulmonary valve stenosis were relieved successfuley by ballon dilatation during cardia-catheterization on 72 children aged 8 months to 15 years.

2) 3 children with dysplastic valve were reluctant to balloon dilatation and needed surgical valvectomy.

3) A 15 year old girl, died suddenly 6 months after initial successful balloon valvuloplasty, probably caused by right ventricular dysfunction and arrhythmia.

4) In 17 case with residual transpulmonary pressure gradient exceeding 30mmHg after initial balloon valvuloplasty, we recatheterized one or two years later, and found spontaneous relief of pressure gradient in most cases except two who needed another trial of balloon dilatation.

5) Infundibular and pulmonary annulus diameter ratio during systolic phase on lateral cine angiography revealed significant aggrevation of infundibular stenosis immediately after balloon dilatation comparing to pre-dilation but significant relief of that 1-2 years later.

6) R votage in V1 precordial lead revealed rapid decrement in height for initial 6 months after balloon dilatation, and gradually decreased after then.

7) Although the long-term results are still unknown, the current data strongly support the statement that percutaneous transluminal balloon valvuloplasty is the treatment of choice for patients with non-dysplastic pulmonic valve stenosis.

**KEY WORDS :** Palmonary balloon valvuloplasty · Longterm results.

---

\*이 논문은 1990년도 서울대학교병원 특진연구비 보조로 이루어졌음.

## 結 論

肺動脈瓣 狹窄의 경우 開心術을 통한 手術의 矯正時 사망율이 2歲미만에서는 아직도 10%에 이르고 2歲이상에서도 0.5%로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 1982년 Kan 等<sup>2)</sup>이 풍선카테타를 이용한 肺動脈瓣 狹窄의 成形術에 成功한 이래 여러 center에서 많은 手術例들의 報告가 있었다. 국내에서도 1985년 저자가 처음 시도하여 成功하였고 1989년까지 58例의 치험예를 1次로 보고한바 있고<sup>3)</sup> 이어서 李 等이 報告한바 있다<sup>4)</sup>. 그러나 풍선판막성형술결과에 대한 장기 追跡결과 特히 右心室비대의 변화양상 즉 우심실누두부비후의 퇴행이나 심전도의 변화에 대한 보고는 소수에 지나지 않는다<sup>5,6,7,8)</sup>.

본 연구의 目的은 肺動脈瓣狹窄患兒에서 經皮的 풍선판막 成形術을 施行한 後 1~2년뒤에 心導子 檢査를 다시 施行한 例들을 中心으로 右心室 壓力의 變化양상과 심전도의 변화 特히 시행전 右心室漏斗部の 肥厚가 심했던 경우 그 退行變化를 中心으로 觀察하여 보고자 하였다.

## 對象 및 方法

### 1. 對 象

1985년 9월 10일부터 1988년 8月末까지 서울 대학교병원 小兒科에서 先天性 肺動脈瓣狹窄으로 풍선카테타 成形術을 施行하였던 72名을 1990년 8월 末까지 추적관찰하고 特히 1次 施行后 肺動脈과 右心室사이의 殘留壓力差가 30mmHg 以上으로 남았었던 17명의 경우 1~2年後 心導子 檢査를 다시 施行하여 그 결과를 보고하고자 한다. 全體對象者의 연령은 1次 檢査施行時 8개월에서 15歲사이로 平均 6年 4개월이었으며 追跡觀察期間은 2年3개월에서 4年10개월로 平均 3年 5개월이었고 男兒 45名, 女兒 27名이었다.

### 2. 方 法

모든 患兒에서 心導子 및 풍선카테타 成形術 施行前에 理學的 소견, 胸部X-선검사, 心電圖 및 心에코圖를 施行하였고, 연속波 Doppler를 利用하여 수축기의 肺動脈에서 순간 最大速度를 구하고

modified Bernoulli 공식을 이용하여 左心室과 肺動脈間의 peak-to-peak systolic pressure gradient를 구하였다. 心導子 檢査時에는 肺動脈에서 左心室로 카테타를 뽑으면서 peak-to-peak 壓力差를 구하고 右心室조영술을 시행하였으며 풍선카테타 成形術 직후 다시 같은 方法으로 peak-to-peak 壓力差를 측정하고 다시 右室조영술을 施行하였다. 자세한 수기는 참고문헌 3)에서 설명한대로 준하였다. 퇴원후 3개월간격으로 외래에서 心電圖, 胸部X-선사진, 心에코로 追跡관찰하였으며, 1次 施行后 殘留壓力差가 30mmHg 이상인 患兒들은 1~2年後 心導子 檢査 및 우심실조영술을 다시 시행하였고 殘留壓力差가 지속되었을 때는 풍선카테타 成形術을 다시 施行하였다. 1次 施行后 追跡觀察에서 탈락한 환아는 모두 8명이었으며 모두 1次 手術이 成功의이었다고 판단되는 例들이었다.

## 結 果

### 1. 全體의 成績과 同伴된 心奇形

施行前 肺動脈과 右心室사이의 peak-to-peak 壓力差의 범위는 30~250mmHg였고 平均  $80 \pm 45$  mmHg였고 施行后 壓力差의 平均은  $35 \pm 25$  mmHg였다. 對象者中 21名에서 double-balloon technique을 施行하였으며 4名에서 瓣膜狹窄이 너무심해 처음 직경이 작은 풍선카테타로 넓히고 다음 직경이 큰것으로 넓혀주는 2단계 확장술을 시행하였으며 1명에서는 3단계까지 시행하였다. 同伴된 心奇形으로는 1명에서 Williams 증후군으로 大動脈瓣膜上部에 경도의 협착(20mmHg의 차이)이 있었고 다른 1명에서 역시 경도의 大動脈瓣膜狹窄( $\Delta p = 20$ mmHg)이 있었으며 작은 心室中隔缺損과 動脈管開存을 同伴한 患兒도 각각 1명씩 있었다. 15歲女兒 1명은 成功적으로 施行이 끝나 peak-to-peak 壓力差가 135mmHg에서 50mmHg로 감소하였으나 施行前부터 右心室不全이 심했었고 잦은 ectopic ventricular tachycardia로 6개월后 돌연사하였다. 다른 1名の 14歲 男兒는 비슷한 증상을 보였으나 Digoxin과 inderal을 투여하여 好轉되었으며 2年뒤 투약을 중지하였다. 3명에서 반복된 balloon inflation을 最少 5회이상

施行하였으나 전혀 압력차의變化가 없어 關心術을 통해 수술을 시행하였는데 모두 dysplastic valve로 판명되었다. 전반적인成績은 table 1과 같고 72例中 약 83%에서 만족할만한 結果를 얻었다. 1次施行后 Doppler 檢査로 나타난 肺動脈瓣膜閉鎖不全은 grade I~II 정도가 35명(49%)에서 관찰되었고 1명에서 施術前 觀察되지 않았던 三尖瓣閉鎖不全이 grade II 정도 생겼으나 이로 인한 임상적인 증상은 없었다.

## 2. 二次 心導子檢査의 結果

1次 풍선카테타成形術 施行后 殘留壓力差가 30 mmHg以上 남아 있었던 26명의 患兒中 17名에 1~2年뒤 再施行한 心導子및 右心室 조영술 結果는 table 2와 같다. 2名에서 (\*표) 殘留壓力差가 각각 76mmHg, 150mmHg여서 다시 풍선카테타成形術을 시도하여 정상범위로 돌아왔고 나머지 15명의 患兒는 時間의 經過와 함께 1次施術后 남

Table 1. Overall results of pulmonary balloon valvuloplasty in 72 patients with pulmonary valvular stenosis

	No. of patients	Remark
Successful	60(83.3%)	1 patient receiving antiarrhythmic drug
Failed	3( 4.2%)	Dysplastic valve
Died	1( 1.4%)	6 months later, ventricular tachycardia
Loss of follow-up	8(11.1%)	Successful initial dilation

Table 2. Change of pressure difference and infundibulum-annulus diameter ratio, before and after balloon pulmonary valve dilation a#

Case No.	Pressure difference(mmHg)			Inf-D/Ann-D			Control
	Before dilat.	Imm-after dilat.	1-2yr after dilat.	Before dilat.	Imm-after dilat.	1-2yr after dilat.	
1 <sup>1</sup>	120	35	15	0.41	0.38	0.49	0.95
2	170	76*	36	0.16	0.14	0.37	0.91
3 <sup>1</sup>	60	40	20	0.5	0.40	0.5	0.90
4	140	65	35	0.15	0.15	0.30	0.97
5	108	40	10	0.23	0.17	0.63	0.98
6	60	40	30	0.28	0.25	0.44	1.00
7	115	35	13	0.23	0.17	0.63	0.94
8	188	75	27	0.26	0.24	0.70	0.88
9	85	35	22	0.25	0.21	0.44	0.93
10	143	58	40	0.25	0.17	0.40	0.94
11	250	150*	27	0.27	0.06	0.39	—
12	95	40	18	0.16	0.16	0.30	—
13	108	44	19	0.27	0.15	0.39	—
14	87	57	27	0.27	0.18	0.33	—
15	130	35	13	0.23	0.15	0.44	—
16	102	47	37	0.23	0.16	0.42	—
17	105	40	7	0.25	0.13	0.53	—
Mean± SD				0.26± 0.08	0.19± 0.08	0.45± 0.14	0.94± 0.04
Paired T Test				P<0.01		P<0.01	

a# : in patients with residual pressure difference > 30mmHg.

\* : 2nd trial of Balloon dilation 1 year later.

Inf-D : infundibular diameter.

Ann-D : pulmonary annulus diameter.

: follow-up cases without inderal medication.

아있던 정도의 壓力差는 대부분 저절로 소실되었다. Secundar infundibular hypertrophy의 변화를 보기위해 1次手術직전, 1次시술직후 그리고 2次心導子時 施行한 右心室조영의 左側面像(left lateral view)에서 측정한 수축기 infundibilum의 직경(Inf-D)과 폐동맥판막기저부의 직경(Ann-D)의 비(Inf-D/An-D)는 시술전 평균이  $0.26 \pm 0.08$ 이었던 것이 手術직후  $0.19 \pm 0.08$ 로 의미있게 감소하였고( $p < 0.01$ ). 1~2년뒤 재검사시에는  $0.45 \pm 0.14$ 로 또한 의미있게 증가하였으나( $p < 0.01$ ) 정상치  $0.94 \pm 0.04$ 에는 이르지 못하였다(Fig. 1). 이는 二次的으로 생긴 漏斗部狹窄이 手術직후 일시적으로 심해졌다가 時間의 경과와 함께 漏斗部肥厚가 退行함을 의미한다. Table 2에서 보듯이 대부분의 환자에서 심한 漏斗部狹窄이 있는 경우  $\beta$ -blocker를 장기간 투여하였다. 대조군으로서는 心에코圖상 심실기능의 장애가 없는 Kawasala 환자의 심도자검사의 우심실조영술에서 얻은 것이다.

### 3. 心電圖의 變化

풍선카테타로 肺動脈瓣膜成形術이전에 心電圖에서  $V_1$ 의 R波 높이가 15mm以上 이었던 患兒 27名에서 施行后의 變化는 6개월, 1년, 2년, 3년, 4년의 간격으로 追跡한 結果 Table 3과 같고 이들 27명에서 施行前  $V_1$ 에서 平均 R波의 높이는  $26.5$

$\pm 13.5$ mm, 시행후 6개월때것이  $13.9 \pm 8.7$ mm( $p < 0.05$ ), 1년에  $11.6 \pm 6.7$ mm( $p < 0.05$ ), 2년에  $9.2 \pm 4.7$ mm로 첫 6개월에 현저한 好轉이 있음을 알 수 있고 이를 그림으로 나타낸 것이 Fig. 2와 같다. 이들 자료의 통계처리는 statview 512 program을 이용하여 multiple mean 사이의 差는 ANOVA test로, individual mean 사이의 差는 scheffe test로 하였다.

## 考 察

先天性肺動脈瓣膜狹窄은 全體先天性心奇形の 9%<sup>9)</sup>나되는 比較的 흔한 心疾患이고 心房中隔壁손이 同伴되어 있는 경우는 肺血流量減少로 青色症을 유발할 수도 있으며 狹窄의 심한 정도에 따라 50~75%의 患兒에서 關心術을 통한 手術의 교정을 했었다<sup>10)</sup>. 또 그냥 두었을 때는 時間의 經過와 함께 二次的인 瓣膜下 漏斗部비후가 생길 수도 있다. 手術의 矯正時 死亡率은 아직도 2歲미만에서 10% 정도나 되고 2歲이상에서는 0.5% 알려져 있다<sup>1)</sup>. 또한 수술후 5년이 경과해도 81%에서 25 mmHg 정도의 壓力差는 남아 있다. 手術時 肺動脈瓣膜의 不全은 임상적으로 의미있을 정도는 아니나 約 50%에서 생길 수 있다<sup>11)</sup>.

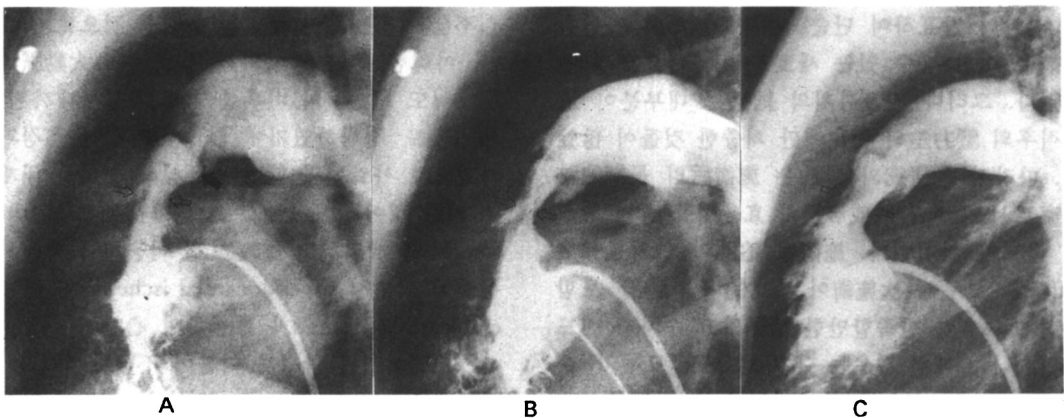


Fig. 1. 1. Lateral view of right ventriculogram.

- (A) Preballooning : Narrowed infundibular diameter(white arrow) and normal pulmonary annulus (black arrow). The angiogram also demonstrated systolic doming of the pulmonary valve with poststenotic dilatation
- (B) Immediate postballooning : Severe infundibular narrowing comparing to preballooning angiogram
- (C) 1 year after valvuloplasty : The secondary infundibular hypertrophy resolved spontaneously.

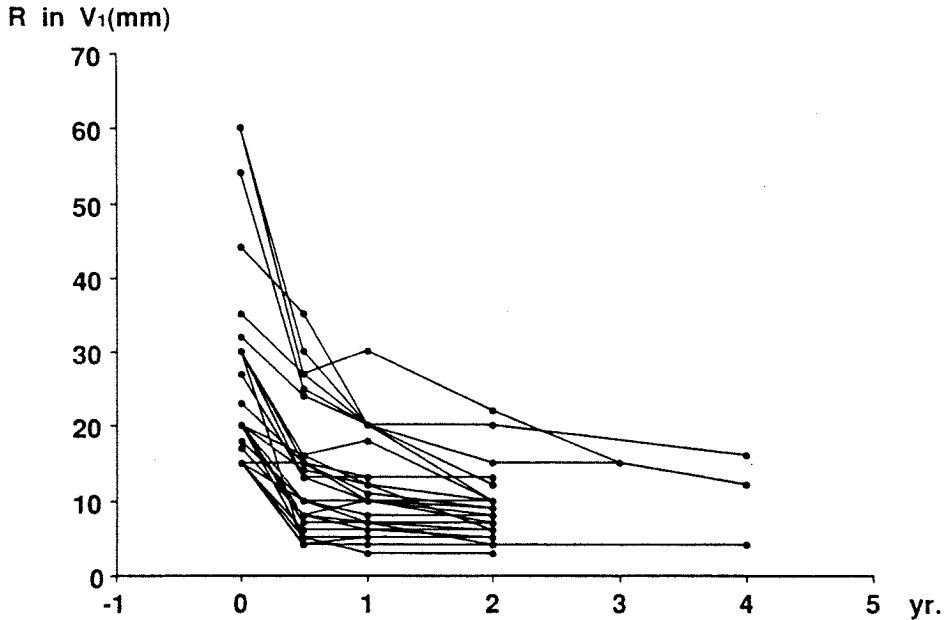


Fig. 2. Chagnes of R in  $V_1$  after balloon valvuloplasty(years).

풍선카테타를 이용한 狹窄된 血管의 成形術은 1976년이래로 주로 관상동맥과 末動脈狹窄에 국한되어 왔으나<sup>12,13)</sup> 근자에는 先天性狹窄疾患에서도 Kan<sup>2)</sup> 등의 보고이래 많은 center에서 成功的 施行結果가 보고되었다<sup>8,14,16)</sup>. 국내에서도 저자가 1985년부터 施行한 結果를 발표하였으며<sup>3)</sup>, 李等<sup>4)</sup>도 연이어 발표하여 单纯肺動脈瓣狹窄에 관한 手術을 대신할 수 있는 새로운 치료법으로 확인되었다. 그러나 지금까지의 結果는 대부분이 手術 직후의 壓力差의 變化에만 치중한 것들이 많았다. 따라서 本研究의 目的은 手術後의 長期追跡觀察로서 풍선카테 成形術의 효용성을 좀더 確實히 하고자 함이었다. 手術後 追跡이 안되는 8名(이들은 모두 一次手術이 成功的이었음)을 포함하면 94.4%가 만족할만한 結果였고 수차례 시도하였으나 실패한 경우는 단지 3名으로 모두 dysplastic valve로 수술시 판명되었다. Dysplastic valve는 전체 肺動脈瓣狹窄의 약 19%<sup>16)</sup> 정도이고 leaflet이 상당히 두껍고 redundant하며 狹窄은 주로 작은 annulus와 함께 이러한 leaflet의 mass 또는 bulk로 인한 것이어서 balloon valvuloplasty로 잘 되지않고 pulmorany valvectomy로 狹窄을 해소할 수 있다<sup>6,17)</sup>. 1名の 15歲여에서는 成功的 手術後

追跡觀察도중 6개월때 心室性빈맥으로 急死하였다. 이 患兒의 心에코도 소견에서는 右心室이 비후됨과 동시에 심하게 확장되고 수축력도 현저히 저하되어 右心室不全이 심했으므로 狹窄이 심한 경우의 自然경과로서 初期에 보상성비후 과정을 거쳐 末期에는 확장이 된다는 것을 알 수 있고 心不全과 不整脈이 死亡을 초래한 것으로 사료된다. 이러한 예는 저자의 경험으로는 大動脈瓣狹窄에서도 左心室의 비후를 거쳐 확장상태까지 이른 1例도 경험하였기에 狹窄疾患의 自然경과의 과정으로 사료됨과 함께 急死의 가능성을 내재하고 있는 것이다. 一般的으로 영유아기에는 critical stenosis를 제외하면 比較的 잘 적응하나 확동기나 성인이 되면서 subendocardial ischemia가 생기고 endocardial fibrosis가 병발하며 心室의 compliance가 떨어지며 확장과 더불어 不整脈 과정을 밟게된다<sup>18)</sup>. 또한 Marquis 等<sup>19)</sup>의 보고에 의하면 심한 肺動脈狹窄患兒에서 운동후 흉부동통으로 急死한 例를 보고했고 다른 보고<sup>20)</sup>에서도 운동후 急死한 경우 右心室과 心室中隔에 심근경색이 있었음을 보고한 바 있다. 肺動脈 annulus 직경이 20mm 미만인 경우 20% 정도 큰 single, oversized balloon으로 効果의인 확장이 가능하나 成人이나

學童期 어린이에서는 double balloon technique이 必要하다<sup>8,21,22</sup>). 저자들도 21名에서 두개의 balloon catheter를 同時에 使用하였으며 적당한 size의 선택기준은 Radtke<sup>8</sup>) 등의 추천에 準하였다. Double-balloon technique의 장점은 풍선을 확장 하는 동안에 판막윤의 타원형구조로 인하여 右心 室유출로가 완전히 閉鎖되지 않고 一部 venting (빠져나가는 구멍)이 생기는데 있다<sup>22</sup>). 최근에는 스위스와 네덜란드에서 각각 triple-lumen balloon과 trefoil balloon을 利用한 結果가 보고된바 있으며<sup>23,24</sup>) 저자도 소수에서 trefoil balloon을 使

用하였던바 inflation은 훨씬 쉬우나 guide wire를 너무 가는것을 사용해야 하기때문에 catheter in position이 불편함을 느꼈다. Balloon dilation 후에 肺動脈瓣閉鎖不全은 約 반수에서 볼 수 있었는데 다른 저자들도 13~20%의 빈도를 보고하고 있다<sup>8, 25,26</sup>). 물론 이는 사용한 catheter size에 좌우되기도 하고 Doppler echo를 이용하면 아주 미미한 정도도 찾아 낼 수 있으므로 상당히 많을 것으로 추정되며 開心術로 矯正한 後에도 57~70%에서 올 수 있다고 하며 임상적으로 큰 의미는 없다<sup>1,27</sup>). Balloon valvuloplasty 직후에 漏斗部狹窄이 심해지는 정도

Table 3. Changes of R(mm) in V<sub>1</sub> after balloon valvuloplasty in cases with initial R exceeding 15 mm

Case No.	Predilat.	0.5yr after dilat.	1yr after dilat.	2yr	3yr	4yr
1	32	24	20	20	—	—
2	27	13	10	8	—	—
3	15	6	6	6	—	—
4	20	14	12	6	—	—
5	60	30	20	10	—	—
6	17	8	6	5	—	—
7	35	27	20	15	15	12
8	20	16	18	10	—	—
9	15	4	5	5	—	—
10	17	8	10	9	—	—
11	15	10	8	8	—	—
12	30	16	12	10	—	—
13	44	35	20	15	15	—
14	3	4	4	4	—	4
15	15	15	10	10	—	—
16	20	10	10	7	—	—
17	54	25	20	12	—	—
18	15	5	3	3	—	—
19	60	27	30	22	15	—
20	20	8	7	6	—	—
21	20	5	5	5	—	—
22	30	15	11	9	—	—
23	15	6	6	6	—	—
24	30	13	13	13	—	—
25	20	7	7	4	—	—
26	18	10	7	7	—	—
27	23	15	13	13	—	—
Mean±SD	26.5±13.5	1.39±8.7	11.6±6.7	0.2±4.7		
Std error	2.6	1.8	1.3	0.9		
		P<0.01	P<0.01			

dilat. : dilatation.

는 Table 3에서 보듯이 Secondary infundibular hypertrophy가 심한 群에서 나타났으며 이들은 時間의 經過와 함께 정상에 이르지 못하는 듯하나 1~2年뒤에는 상당히 退化되었음을 할 수 있다. 이런 현상은 surgical valvotomy后에도 볼 수 있으며<sup>5,6,8,22)</sup> 이때 propranolol을 투여하나  $\beta$ -block의 效用에 대해서는 확실한 결론이 없다<sup>28)</sup>. Fonte등도 심한 肺動脈瓣狹窄에서 풍선판막 成形術后 10개월 뒤 二次的 漏斗部비후가 退化되었음을 보고한 바 있다<sup>29)</sup>. 풍선카테타 확장술후 외래에서 追跡觀察時 가장 可視的인 變化는 역시 心電圖 소견이다. 물론 中等度 이상의 肺動脈瓣狹窄이 있는 경우에 해당되나 Doppler心에코圖가 가능하지 않았던 過去에는  $V_1$ 의 R波높이로서 右心室壓力을 추정하였으나<sup>30)</sup>, Doppler心에코가 이용되고 부터는 continuous wave를 이용, transvalvular pressure gradient를 보다 정확히 추정할 수 있다. 풍선확장술후  $V_1$ 에서 R波높이의 變化는 본연구에서 보듯이 첫 6개월에 상당한 好轉을 보이고 그 뒤로는 느리게 右心室의 부하가 줄어들음을 나타내고 있다. 이와같은 결과는 李等<sup>4)</sup>도 보고한바 있다.

肺動脈瓣膜狹窄의 풍선카테타成形術后 長期追跡觀察에 대한 보고는 아직 많지않다. 3年間추적 관찰한 보고들이 몇 있으며<sup>5,6,7,8)</sup> 청진소견에서 心잡음의 정도로 줄어 듦이 당연하다고 본다. 이런 報告들과 저자의 成績으로 볼 때 肺動脈瓣狹窄은 dysplastic valve를 제외하고는 풍선카테타成形術이 最善의 치료책으로서 關心術로 인한 여러가지 合併症과 경제적인손실을 줄일 수 있으리라 생각된다.

## 結 論

1) 肺動脈瓣膜狹窄患兒 72名에서 풍선카테타成形術을 施行하고 平均 3年5個月間 追跡觀察結果 3名の dysplastic valve 患兒에서만 surgical procedure가 必要했고 나머지는 成功的으로 擴張되었다.

2) 15歲 女兒1名에서 成功的 施行后 6個月만에 急死하였는데 左心室不全과 同伴된 心室性빈맥이 死因으로 사료된다.

3) 觀察中 殘留壓力差가 30mmHg以上이었던 17例에서 1~2年 再檢査를 시행한 結果 2名에서

Balloon dilation을 다시 施行하였고 나머지 15名에서는 自然히 壓力差가 一次施行 직후보다 현저히 減少하였다.

4) 心導子檢査를 再施行한 17名の 右心室 조영술상 수축기 漏斗部직경(infundibular diameter) / 肺動脈輪 직경(annulus diameter)의 比는 一次施行前  $0.26 \pm 0.08$ 에서 施行 직후  $0.19 \pm 0.08$  ( $P < 0.01$ )로 漏斗部가 현저히 좁아졌다가 1~2年 뒤 再施行時에는  $0.45 \pm 0.14$  ( $p < 0.01$ )로 현저히 넓어졌으나 정상치에는 아직 미치지 못하였다.

5) 追跡觀察期間동안 心電圖의 變化는 施行后 첫 6個月間에  $V_1$ 의 R波 높이가 현저히 줄어들고 그 뒤로도 차츰 계속하여 줄어 들었다.

6) 이상과 같은 成績으로 肺動脈瓣膜狹窄治療에는 풍선카테타成形術이 가장 바람직한 方法으로 사료된다.

## References

- 1) Nugent EW, Freedom RM, Nora JJ, et al : *Clinical course in pulmonary stenosis. Circulation* 56 (suppl) : 1-38, 1977
- 2) Kan JS, White RI Jr, Mitchell SE, Gardner TJ : *Per-cutaneous balloon valvuloplasty : A new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. N Engl J Med* 307 : 540-42, 1982
- 3) 윤용수 · 홍창의 : 폐동맥판 협착의 경피적 풍선 성형술. *소아과* 30 : 1355-1362, 1987
- 4) 이홍재 · 고재곤 · 김응홍 · 김남수 · 홍창의 : 선천성 폐동맥판 협착에서의 경피적 풍선판막성형술. *소아과* 31 : 822-832, 1988
- 5) Lababidi Z, Wu J : *Percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty. Am J Cardiol* 52 : 560, 1983
- 6) Kan JS, White RI, Mitchell SE, et al : *Percutaneous transluminal balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis. Circulation* 69 : 554, 1984
- 7) Rocchini AP and Kveselis D : *The use of balloon angioplasty in the pediatric patient. pediatr. Clin North Am* 31 : 1293, 1984
- 8) Radtke W, Keane JF, Fellows KE, et al : *Percutaneous balloon valvotomy of congenital pulmonary stenosis using oversized balloons. J Am Coll Cardiol* 8 : 909, 1986
- 9) Forrest H Adams, George C, Emmanouilides : *Heart disease in infants, children and adolescents.*

4th ed Baltimore and Lodon, Williams and Wilkins, p308, 1989

- 10) Johnson AM : Hypertrophic infundibular stenosis complicating simple pulmonary valve stenosis. *Brit Heart J* 21 : 429, 1959
- 11) Radke W, Lock JE : Balloon dilation. *Pediatr Clin North Am* 37 : p197, 1990
- 12) Zeitler E, Gruntzig A, Schoop W : Percutaneous vascular recanalization : Technique Application. *Clinical Results. Berlin Springer-Verlag*, 1978
- 13) Gruntzig AR, Senning A, Siegonthaler WE : Non operative dilatation of coronary artery stanosis : Percutaneous transluminal coronary angioplasty. *N Engl J Med* 301 : 61, 1979
- 14) Marantz RM, Huhta JC, Mullin CE, et al : Results of balloon valvuloplasty in typical and dysplastic pulmonary valve stenosis ; Doppler echocardiographic follow-up. *J Am Coll Cardiol* 12 : 476, 1988
- 15) Rao PS, Brais M : Balloon pulmonary valvuloplasty for congenital cyanotic heart defect. *Am Heart J* 115 : 1105, 1988
- 16) Gikonyo BM, Lucas RV, Edwards JE : Anatomic features of congenital pulmonary valvar stencsis. *Pediatr Cardiol* 8 : 109, 1987
- 17) Joretzky ED, Moller JH, Korn ME, et al : Congenital pulmonary stenosis resulting from dysplasia of valve. *Circulation* 40 : 43-53, 1969
- 18) Franciosi RA, Blanc WA : Myocardial infarcts in infants and children. A necropsy study in congenital heart disease. *J Pediatr* 73 : 309, 1968
- 19) Marquis RM : Unipolar electrocardiography in pulmonary stenosis. *Br Heart J* 12 : 265, 1951
- 20) Dimond EG, Lin TK : The clinical picture of pulmonary stenosis(without ventricular septal defect). *Ann Intern Med* 40 : 1108, 1954
- 21) Ali Khan MA, Al Yousef S, Mullins CE : Percutaneous transluminal balloon pulmonary valvuloplasty for the relief of pulmonary valve stenosis with special reference to double-balloon technique. *Am Heart J* 112 : 158, 1986
- 22) Al Kasab S, Ribeiro P, Al Zaibag M : Use of a double-balloon technique for percutaneous balloon pulmonary Valvotomy in adults. *Br Heart J* 58 : 136, 1987
- 23) Van Den Berg EJM, et al : New triple-lumen balloon catheter for percutaneous(pulmonary) valvuloplasty. *Cath Cardiovasc Diag* 12 : 352, 1986
- 24) Meier B, et al : Trefoil balloon for percutaneous valvuloplasty. *Cath Cardiovasc Diag* 12 : 277, 1986
- 25) Kveselis DA, et al : Results of Balloon valvuloplasty in the treatment of congenital valvular pulmonary stenosis in children. *Am J Cardiol* 56 : 527, 1985
- 26) Benson LN, Smallhorn JS, Freedom RM, et al : Pulmonary valve morphology after balloon dilatation of pulmonary valve stenosis. *Cath cardiovase Diag* 11 : 161, 1985
- 27) Griffith BP, Hardesty RI, Siewers RD, et al : Pulmonary valvulotomy alone for pulmonary stenosis ; Results in children with and without muscular infundibular hypertrophy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 83 : 577, 1982
- 28) Arthur Garson Jr, J Timothy Bricker, Dan G McNamara : The science and practice of Pediatric cardiology. 1st ed. Philadelphia and London, Lea and Febiger, P1400, 1990
- 29) Fontes VF, et al : Regression of the infundibular hypertrophy after pulmonary valvuloplasty in patients with suprasystemic pressure of the right ventricle(abetract) *J Am Coll Cardiol* 9 : 75A, 1987
- 30) Alexander S, Nadas, Donald C Fyler : Pediatric cardiology. 3rd ed Philadelphia London Toronto Saunders Co p543, 1972