

단일판첩을 내재한 우심실유출로펫치를 이용한 활로 4 징증의 교정수술*

박이태 **, 최세영 **, 이광숙 **, 유영선 **

— Abstract —

Total Correction of TOF using Monocusp Bearing Outflow Patch*

Yee Tae Park**, Sae Young Choi**, Kwang Sook Lee**, Young Sun Yoo**

For the purpose of avoiding postoperative massive pulmonary insufficiency after transannular outflow tract reconstruction in patients with tetralogy of Fallot, we have used monocusp bearing outflow patch since June 1983. Right heart catheterization and pulmonary arteriography were performed in 7 patients among the total 11 patients corrected with monocusp bearing outflow patch during postoperative 14th day to 22th day.

Particular attention was paid to the evaluation of the pulmonary valve competence, and the results were;

1. One patient died of acute renal failure secondary to low cardiac output and the operative mortality was 9.1%.
2. The average P_{RV}/FA ratio was 0.491 and the average systolic pressure gradient between right ventricle and pulmonary artery was 17.7mmHg. The average Q_p/Q_s was 1.13.
3. In spite of using monocusp bearing outflow patch, the hemodynamic and pulmonary arteriographic results were unsatisfactory in respect to pulmonary valve competence.

서 론

활로써 4 징증의 개심교정술에 있어서 가장 중요한 관
건은 잔존 우심실유출로 협착이 없이, 폐동맥판폐쇄부전

증을 가능한 유발시키지 않는 우심실유출로확장에 달려
있다. 그러나 누두부나 폐동맥판류부, 또는 주폐동맥의
심한 협착 또는 미발육으로 경관류우심실유출로 확장이
불가피하게 되며, 이 경우 우심실유출로협착은 해소될
수 없게되나 폐동맥판폐쇄부전증은 피할 수 없게 된다.
동산의료원 흉부외과에서는 1983년 6월부터 경관류우
심실유출로확장술이 불가피한 환자에 폐동맥판폐쇄부전
을 줄이고자 단일판첩을 내재한 우심실유출로 patch 를
사용하여 왔으며, 그 11례 환자중 7례에서 술 후 14
일에서 22일 사이에 우심도자술 및 심조영술을 시행하
였다.

* 본 논문은 제 16 차 대한흉부외과학술대회에서 구연
된 것임.

* 본 논문은 1984년도 계명대학교 동산의료원 임상
연구비의 보조에 의한 것임.

** 계명대학교 의과대학 흉부외과학교실

** Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,
Keimyung University, School of Medicine, Taegu,
Korea

술전환자개요

11례 중 남자가 9례, 여자가 2례였으며 수술당시 환자들의 연령은 3.7세에서 22.9세에 걸쳐 분포되었고 평균 10.9세였다. 환자들의 평균체중, 체표면적은 각각 26.7 kg, 0.97 M²였다. 술 전 평균혈색소치는 17.5 Gm%였으며 평균동맥혈 산소포화도는 78.5%였다. 평균 우심실수축기압과 대퇴동맥의 수축기압의 비는 1.0이었다. 심혈관조영술에서 구한 우폐동맥과 좌폐동맥의 직경의 합을 횡격막 부위의 하행대동맥직경으로 나눈 비는 평균 1.91이었고 Blackstone 등¹⁾이 제시한 공식으로 계산한 술 후에 예견되는 우심실과 좌심실의 수축기압의 비는 경관륜우심실유출로확장술을 시행한 경우 0.379에서 0.607에 걸쳐 있었고 평균 0.471로서 완전교정술의 적응에 합당하였다 (Table 1).

Fig. 1에 Naito, Pacifico, Shirotani 등²⁾의 체표면적에 따른 최소한의 폐동맥판륜부직경을 나타낸 graph에 환자들의 폐동맥판륜부직경을 표시하였다. 2례를 제외하고는 모두 이들이 제시한 curve의 하방에 위치하여 경관륜우심실유출로확장술의 적응에 합당함을 보여 준다. Curve의 상방에 위치하여 경관륜우심실유출로확장술의 적응에 합당치 않았던 2례 중 1례는 적절한 누두부절제술과 폐동맥판결개술 후에 우심실을 일차봉합하고 심폐기분리를 피하였으나, 계속 저심박출증을 보여 다시 심폐기를 가동하여 경관륜우심실유출로확장술을 시행해서 심폐기분리를 성공할 수 있었던 레이고 다른 1례는 폐동맥판의 비후 및 유착이 심하여 폐동맥판결개를 하여도 판막부위에서 협착이 남을 환자로 생각

되어, 전부폐동맥판첩을 제거하고 단일판첩을 내재한 우심실유출로팻치를 댄 경우이다.

수술 및 술후 조기경과상태

우심실절개후 적응에 따라 적절한 부위의 누두부절제 후 심실중격결손을 봉합한 뒤, 폐동맥을 분기부까지 절제하여 폐동맥판결개술을 시행하고 필요한 경우 전부폐동맥판첩을 제거하였다. 우심실유출로팻치의 넓이는 확장시키고자 하는 폐동맥판륜부의 둘레를 계산하여 정하고 길이는 폐동맥과 우심실유출로의 절개부 길이의 합으로 하였다. 무엇보다도 우심실유출로팻치에 부착된 판첩이 환자의 남은 판막에 잘 부합되게 (coaptation) 위치시키는 것이 중요하다고 생각된다 (Fig. 2). 현재 쓰고 있는 우심실유출로팻치는 돼지심낭을 0.625% glutaraldehyde액에 고정시킨 후 저지(jersey)형의 woven polyester를 밖에 입힌 것으로 pre-clotting이 필요없다 (Fig. 3). 술 후 1례에서 저심박출증의 임상징후를

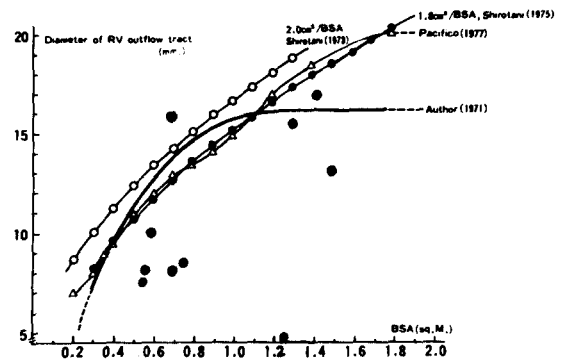


Fig. 1. Criteria for transannular outflow patch.

Table 1. Preoperative data.

Patients	P _{RV/FA}	D _{RP} A + D _{LP} A / D _{DTA}	Annulus diameter (mm)	Estim. P _{RV/LV}
C.D.	0.24			
J.W.	0.85	2.70	16.8	0.6709
Y.T.	1.02	1.60	16.0	0.5032
Y.W.	0.78	2.59	8.1	0.3876
C.H.	1.07	1.80	7.5	0.4696
K.C.	1.16	1.32	10.1	0.5674
H.S.	1.11	1.19	4.6	0.6074
B.S.	0.88	2.04	8.4	0.4379
S.K.	1.06	1.86	13.1	0.4609
J.S.	0.28	2.18	18.2	0.4227
S.H.	1.30	1.81	8.1	0.4681

보이다가 술후 제 2일째 급성신부전증으로 사망하였다. 1례에서는 완전방실전도 차단으로 술후 14일째에 영구인공심장박동기를 부착받았다. 그 외에는 양호한 조기 술후 경과를 나타냈으며 인공호흡기부착시간도 평균 15.5시간에 지나지 않았다 (Table 2).

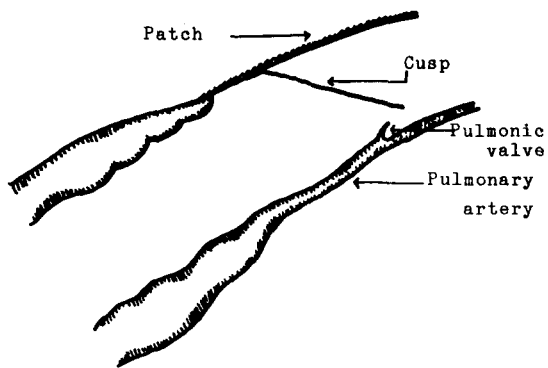


Fig. 2.



Fig. 3.

술후 혈류역학적 검사 소견

1984년 3월 이전에 수술을 받은 2례와 완전방실전도 차단이 생겨 우심실내에 전극 (lead)을 삽입하였던 1례, 또 사망한 1례를 제외한 나머지 7례에서 술 후 제 14일에서 22일째에 우심도자술 및 폐동맥조영술을 시행하였다. 우심실과 대퇴동맥의 수축기압의 비는 0.35에서 0.77에 걸쳐 있었고 그 평균은 0.491로 술전 예견되었던 0.4849에 근접한 결과를 보였고, 우심실과 폐동맥간의 수축기 압차도 5 mmHg에서 33 mmHg로 분포되고 그 평균은 17.7 mmHg로 우심실유출로 협착은 만족하게 해소된 결과를 보였다. Qp/Qs도 1.03에서 1.38의 범위에 있었고 그 평균은 1.13으로 심실중격 결손도 거의 완전하게 봉합되었음을 알 수 있었다. 술 후 체동맥혈의 산소포화도는 평균 95.0%로 나왔다 (Table 3).

폐동맥 판 폐쇄부전의 평가

1. 청진소견

폐동맥판폐쇄부전시 좌측흉골부를 연하여 조기확장기

Table 2. Postoperative complications

Rt. heart failure	2
Supraventricular arrhythmia	2
Complete heart block	1
Postpericardiotomy syndrome	1
Hemoglobinuria	1
Acute renal failure due to LCO	1*

* died postoperative second day

LCO : low cardiac output

Table 3. Postoperative hemodynamic data (n=7)

Patients	RA			RV			PA		RV-PA	PRV/FA	Qp/Qs	SaO ₂
	a	m	S	D	ED	S	D	Gradient				
Y.T.	11	4	79	4	6	46	4	33	0.77	1.38	94	
Y.W.	12	10	40	10	12	26	14	14	0.37	1.18	94	
C.K.	9	6	26	5	6	31	7	5	0.35	1.03	95	
K.C.	9	6	37	2	8	27	6	10	0.69	1.16	96	
B.S.	17	13	45	9	15	24	12	33	0.63	1.07	95	
J.S.	10	5	41	-2	9	24	8	17	0.42	1.03	96	
S.H.	11	7	47	8	15	35	8	12	0.51	1.16	95	
Total	11.29	4.0	46.43	5.26	10.29	30.43	8.43	17.71	0.491	1.13	95.0	

심잡음이 청취되며 3도 이상에서는 폐쇄부전이 심할 것으로 생각되어진다. 생존한 10례중 2례에서는 확장기심잡음이 없었으며, 1례에서만 3도의 심잡음이 청취되었고 7례에서는 1도 내지 2도로 청취되었다. 그리고 3도로 청취된 1례를 제외하고는 모두에서 우심실유출로벳치에 내재된 단일관침의 단히는 음이 청취되었다 (Table 4).

2. 혈류역학적 검사소견

Table 4. Evaluation of pulmonary valve competence: Early diastolic murmur

Absent	2/10
Grade I	5/10
Grade III	2/10
Grade III	1/10

폐동맥판폐쇄부전증시에는 우심방의 "a" 파의 증가와 우심실확장기말압의 증가가 있으며 폐동맥확장기압의 감소로 인한 폐동맥압의 광대 (widening)와 폐동맥판폐쇄부전지수의 증가가 있게 된다. 본 7례에서도 비록 단일관침을 내재한 우심실유출로벳치를 이용하여 우심실유출로확장술을 피하였으나 우심방압의 "a" 파의 평균이 11.29 mmHg로 증가되어 있었고, 우심실확장기말압도 평균 10.29 mmHg로 증가된 결과를 나타내었다. 이에 는 우심실수축에 관여하지 못하는 우심실유출로벳치 그 자체의 영향과 활로씨 4 증후 수술 후에 있게되는 심부전의 영향도 배제할 수는 없었다. 폐동맥판을 거쳐 심도자를 폐동맥에 넣어서 폐동맥압을 기록하였으므로 폐동맥의 맥압을 수축기압으로 나는 폐동맥판폐쇄부전지수도 정확할 수는 없으나 2례를 제외하고는 모두 정상 상한치인 0.55 이상이었으며, 0.75를 넘는 심한 폐쇄부

Table 5. Evaluation of pulmonary valve competence: Hemodynamic data

Patients	RA		RVED	PA		P.I. index*
	a	m		S	D	
T.	11	4	6	46	4	0.91
Y.W.	12	10	12	26	14	0.46
C.K.	9	6	7	31	7	0.77
K.C.	9	7	8	27	6	0.78
B.S.	17	13	15	24	12	0.50
J.S.	10	5	9	24	8	0.67
S.H.	11	7	15	35	8	0.77
Total	11.29	7.28	10.29	30.43	8.43	0.692

*P.I. index : PA pulse pressure/PA systolic pressure

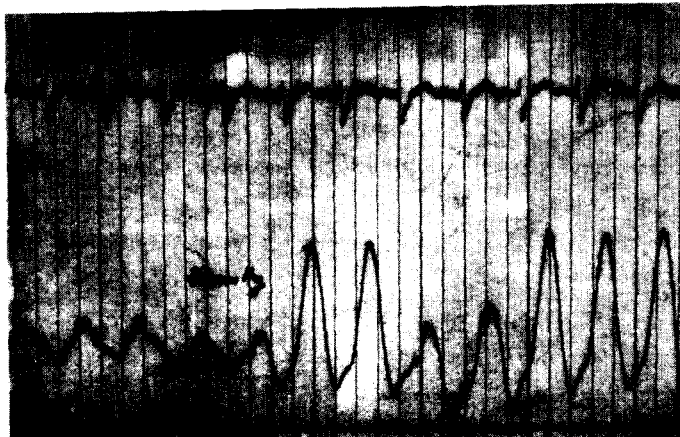


Fig. 4. Normal pulmonary arterial pressure contour.

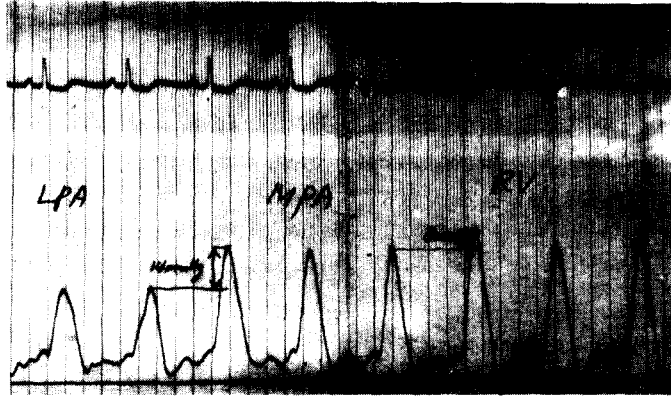


Fig. 5. Ventricularized pressure contour.



Fig. 6.



Fig. 7.

전을 보인 레도 4레가 되었다 (Table 5).

Fig. 4, 5에 폐동맥에서 우심실까지의 pull-back pressure curve를 나타내었다. 폐동맥의 pressure curve의 모양으로 폐동맥관폐쇄부전을 짐작할 수 있다 하였는데, 거의 정상 pressure curve를 보인 환자의 폐동맥관폐쇄부전지수는 0.5의 거의 정상의 값을 나타낸 반면 우심실화 된 pressure curve를 나타낸 환자의 폐동맥관폐쇄부전지수는 0.67로 증가되어 있었다.

3. 폐동맥 조영술 소견

폐동맥 조영술상 모든 레에서 심조영제의 역류를 볼 수 있었으며 2레에서는 누두부까지, 나머지 5레에서는 상부육주까지 비교적 심한 역류가 있었다. 이는 Fig. 6의 사진에서와 같이 심도자 주위로 심조영제가 역류되는 것을 볼 수 있어서 상당히 섬세하고 흐늘흐늘한 단

일관침이 심도자로 인해 앞으로 밀려나 생긴 영향을 배제할 수는 없었다. Fig. 7은 폐동맥관폐쇄부전지수가 0.46으로 비교적 정상범위 내에 있는 환자의 폐동맥 조영술로 우심실의 상부에까지 심조영제가 역류됨을 보여 주었다.

술후 추적조사

술후 평균 74.1일의 추적조사상 9레에서 NYHA class I 이었고 완전방실전도차단의 합병증이 있었던 1레에서 만이 NYHA class II를 보였다. 심전도상 완전우각차단이 7레에서 있었고 2레에서는 불완전우각차단이 있었다. 단순흉부촬영상 심흉곽비의 변화는 술

전 평균 0.54에서 술후 평균 0.60으로 11.1%의 증가가 있었으며, 심흉곽비가 0.55가 넘는 심비대가 술 전에는 11례 중 4례에서 있었으나 술후에는 9례나 되었다.

고 찰

환로써 4 징증의 개심술교정은 1954년 Lillehei 등³⁾에 의해 처음 시도된 이래, 많은 심장외과의의 공헌으로 하여 완전한 심실중격결손증의 봉합과 심전기전도장애에 대한 외과적 손상의 방지, 그리고 적절한 우심실유출로협착의 해소 등에 관하여는 이제 외과적수기의 전반적인 발전이 이루어지게 되었고, 그 수술사망률도 5%를 넘지 않게 되었다. 그러나 완전교정술 후 만기 임상 및 혈류역학적 성적의 분석에 대해서는 아직도 미흡한 점이 있고, 또한 만기사망률과 이병률에 영향을 미칠 수 있는 인자에 관해서도 논란이 많은 편이다. 최근에는 이에 관한 보고가 활발해지고 있고 만기성적의 향상에도 노력을 기울이고 있음을 보고하고 있다⁴⁻⁸⁾. 환로써 4 징증의 수술결과에 대한 판정은 여러가지의 기준에 따라 하고 있으나^{8,9,10)}, 그 판정기준의 근간은 잔존 우심실유출로의 협착 및 잔존심실중격결손증의 정도에 있으며 또한 폐동맥관과 삼첨판의 폐쇄부전 여부 및 정도도 기여하고 있다. 본 보고의 7례의 술후 혈류역학적 검사 상 우심실유출로협착의 해소에 대해서는, 2례에서 우심실과 대퇴동맥의 수축기압의 비가 0.77, 0.63으로 나와, 우심실압의 술후 지속적인 증가가 있지만 우심실과 폐동맥의 수축기압차가 33 mmHg로 심한 차이가 없어 말초폐동맥협착이 그 원인으로 생각되었고, 나머지 5례는 적절한 우심실유출로협착의 해소가 있었음을 알 수 있었다. 잔존심실중격결손의 정도는 Qp/Qs가 평균 1.13으로 거의 없는 것으로 보였으며 가장 높았던 레도 1.38에 지나지 않았다. 삼첨판폐쇄부전증에 대해서도 이학적소견이나 우심실의 심조영제가 우심방으로 역류가 없었던 점으로 전례에서 발생하지 않았다. 경관륜우심실유출로확장술시에는 폐동맥판폐쇄부전이 불가피하게 되며^{9,11)}, 이때 우심실절개¹²⁾와 수축에 참여되지 않는 팻치 그 자체로 하여 우심실기능에 장애가 있게되고 술후 급작하게 발생하는 폐동맥판폐쇄부전으로 우심실에 심한 용적부하가 있게되어 술후 조기경과에 큰 영향을 미치게 된다¹³⁻¹⁹⁾. 그러한 이유로서 심장외과의가 경관륜우심실유출로확장술을 시행하는데 재고의 여지를 주고 그 적응에 관해서도 많은 연

구가 있었던 것이다^{1,2,10,20,21,22)}. 경관륜우심실유출로 확장술의 빈도는 0%에서 약 60%까지 넓게 보고되어 있으나⁸⁾, 일반적으로 30%의 빈도를 보여주고 있으며 본원의 경우에도 그 빈도는 29.1%가 되었다. Castaneda 등²³⁾은 3개월 미만의 환아에서 교정수술을 받아야 할 경우 경관륜우심실유출로확장술의 빈도는 90%나 된다고 하였다. 폐동맥판폐쇄부전 그 자체만으로는 술 후 경과에 큰 영향을 미치지 않는다는 보고가 많이 있으나^{8,23)}, Elison 등²⁴⁾은 동물실험에서 급격한 폐동맥판폐쇄부전을 유발시켰을 때 우심실의 비후 및 확장이 있었음을 보고하였고, 폐동맥판폐쇄부전이 우심절개 및 좌우단락, 체외순환 등과 병존하였을 때 그 술후 경과가 중첩하였음을 아울러 보고하였으며, Kaplan 등¹¹⁾은 술후 활로 4 징증 환자들이 폐동맥판폐쇄부전을 첫 수년간은 잘 견디나 결국 우심실의 확장과 우심실확장기 말압의 증가가 있음을 보고하였다. 또한 Gotsman²⁵⁾은 술후 1년 후 시행한 혈류역학적검사상 폐동맥판폐쇄부전이 있는 경우 우심실확장기말압의 상승, 확장기말용적의 증가와 함께 단순흉부촬영상 심비대가 온다고 하였다. Jones 등도 경관륜우심실유출로확장술 후 발생한 폐동맥판폐쇄부전이 있는 환자들의 만기성적분석보고에서, 술후 조기 및 만기에 우심실기능부전이 초래되어 술 후 사망률과 이병률에 폐동맥판폐쇄부전이 영향을 미침을 보고하였다. Mayo group의 술 후 12년에서 22년에 걸친 추적조사⁴⁾에서 비록 폐동맥판폐쇄부전이 만기결과에 영향을 미친 레는 1%에 불과하였으나, 술후 심비대의 주요요인으로 작용하였음을 보고하면서 우심실이 심방중격결손증에서 보듯이 용적부하에 비교적 오랫동안 잘 적응하나 결국 오랜 기간이 지나면 증세가 나타나는 것 같이 폐동맥판폐쇄부전도 영향을 미칠 것 이다라고 시사하였다. 같은 견해를 가진 다른 보고도 있다^{27,28,29)}. 폐동맥판폐쇄부전이 잔존심실중격결손, 삼첨판폐쇄부전과 같이 겹했을 때는 예후는 불량하며 특히 폐쇄성폐혈관질환, 단일폐동맥, 폐동맥관무발육증, 말초폐동맥협착의 경우에는 폐동맥판폐쇄부전이 발생되지 않게 해야됨은 이미 여러 논문에서 보고된 바가 있다^{4, 27)}. 본 보고에서 폐동맥판폐쇄부전의 정도를 확장기심잡음의 크기, 혈류역학적검사 및 폐동맥조영술로 각각 분석했을 때 확장기심잡음의 관찰에서는 생존환자 10례 중 3도로 청취된 레가 1례에 지나지 않았고, 이 경우도 중등도의 폐동맥판폐쇄부전에 지나지 않는 것으로 판정할 수 있으나 혈류역학적검사 및 폐동맥조영술의 결과는 만족스럽지 않았다. 이는 매우 섬세하고 흐늘흐늘

한 우심실유출로켓치에 부착된 단일판침이 심도자에 의해 앞쪽으로 밀려나 생긴 영향을 배제할 수는 없었다. 폐동맥판폐쇄부전시의 혈류역학적검사상에는 우심방의 "a" 파의 증대, 우심실확장기말압의 증가와 더불어 폐동맥확장기말압의 감소로 인한 폐동맥압의 증가가 있게 된다. 또한 Barratt-Boyes¹⁰⁾는 폐동맥파의 모양으로도 폐동맥판폐쇄부전의 정도를 알 수 있다고 하면서 폐쇄부전이 심한 경우 폐동맥의 확장기말압이 확장기중간압(mid-diastole)보다 올라가는 우심실화된 파형을 볼 수 있다고 하였고, Albertal 등³⁰⁾은 폐동맥압을 폐동맥수축기압으로 나눈 값을 폐동맥판폐쇄부전지수라 하여 이 값이 0.55를 넘는 경우 폐동맥판폐쇄부전이 있다고 보았다. Naito 등²⁾은 우심실과 좌심실의 수축기압 비가 0.3 이하인 환자에서 이 값이 0.75를 넘는 경우 수술 사망률이 28%나 되나 0.75 이하인 경우 사망률이 3%에 지나지 않음을 관찰하여 폐동맥판폐쇄부전이 술 후 사망률에 영향을 끼치는 것을 보고한 바도 있다. 본 보고에서는 우심방압이 평균 11.29 mmHg로 증가되어 있으며 모든 레에서 9 mmHg 이상으로 나왔고 우심실확장기말압도 10.29 mmHg로 증가되어 있었다. 폐동맥폐쇄부전지수는 정상범위에 든 레는 2레에 불과하였고 0.75를 넘는 레는 4레나 되었다. 이러한 결과는 확장기심잡음의 청취 결과와는 합당치 않았으며 또한 실제로 폐동맥판폐쇄지수가 정상인 0.5로 나온 환자의 폐동맥조영술 상 심조영제가 우심실 상부까지 역류함을 볼 수 있었고, 1레에서는 심도자 주위로 심조영제가 역류함도 볼 수 있어서 심도자를 이용한 검사 결과에는 문제가 있음을 알 수 있었다. Rohmer 등³¹⁾은 Electric-magnetic flow velocity catheter를 이용하여 폐동맥판폐쇄부전을 측정할 결과 과대측정치는 경향을 관찰하고 videodensitometric method로 좀 더 정확한 측정을 할 수 있음을 언급하였다. 본 보고 레가 비록 수가 적고 완전한 검사는 아니었으나 단일판침을 내재한 우심실유출로켓치를 이용하여 경관륜우심실유출로확장술을 시행함으로써, 환자의 조기수술후 경과의 성적향상이 있었음과 경관륜우심실유출로확장술 후 도래되는 폐동맥판폐쇄부전의 위험성을 감소시킬 수 있는 적절한 우심실유출로확장을 기대할 수 있다고 생각하는 바이다.

결 론

동산의료원 흉부외과에서는 경관륜우심실유출로 확장

술이 불가피한 환로써 4 징증 환자들에게 술후 가능한 폐동맥판폐쇄부전증을 줄이고자 단일판침을 내재한 우심실유출로켓치를 사용하여 1984년 7월말까지 11레가 되었으며, 그 중 7레에서 술 후 심도자술 및 심조영술을 실시하였다. 이 11레 환자들의 술후 임상 및 혈류역학적 결과는 다음과 같았다.

1. 저심박출증에 따른 급성신부전으로 1레가 사망하여 9.1%의 사망률을 보였으며, 74.1%의 추적조사 생존환자 모두가 NYHA class I, II를 보였다.
2. 술후 조사한 혈류역학적 검사상 우심실과 대퇴동맥의 수축기압의 비는 평균 0.491이었고, 우심실과 폐동맥의 수축기압차는 평균 17.7 mmHg로 비교적 만족할 만한 우심실유출로협착의 해소가 있었으며 Qp/Qs도 평균 1.13의 만족할 만한 심실중격결손의 봉합을 보였다.
3. 비록 단일판침을 내재한 우심실유출로켓치를 이용하여 교정하였으나 술후 혈류역학적 검사상 0.692의 높은 폐동맥판폐쇄부전지수가 나왔으며, 폐동맥조영술상에도 거의 모든 레에서 조영제의 역류를 볼 수 있었다.

REFERENCES

1. Blackstone EH, Kirklin JW, Bertanou EG, Labrosse CJ, Soto B, Bergeron LM : *Preoperative prediction from cineangiograms of postrepair rithg ventricular pressure in tetalogy of Fallot.* J Thorac Cardiovasc Surg 78:742, 1970
2. Yasuaki Naito, Tsuyoshi Fujita, Hisao Manabe, Yasunaru Kawashima: *The criteria for reconstruction of right ventricular outflow tract in total correction of tetralogy of Fallot.* J. Thorac Cardiovasc Surg 80:574, 1980
3. Lillehei CW, Cohen M, Warden HE, Read RC, Aust JB, DeWall RA and Varco RL : *Direct vision intracardiac Surgical correction of the tetralogy of Fallot, Pentalogy of Fallot, and pulmonary Atresia defects: report of first ten cases.* Ann Surg 142: 418, 1955
4. Fuster V, McGoon DC, Kennedy MA, Ritter DG, Kirklin JW : *Longterm evaluation (12 to 22 years) f open heart Surgery for tetralogy of Fallot.* Am J Cardiol 46:635, 1980
5. Rocchini AP, Rosenthal A, Freed M, Castaneda AR and Nadas AS : *Chronic congestive heart failure after repair of tetralogy of Fallot.* Circulation 56:

- 305, 1977
6. Katz NM, Blackstone EH, Kirklin JW, Pacifico AD, and Barger LM: *Late survival and symptoms after repair of tetralogy of Fallot*, *Circulation* 65: 403, 1982
 7. Hamilton DI, Eusanio GD, Piccoli GP, Dickinson DF : *Eight years' experience with intracardiac repair of tetralogy of Fallot*. *Br Heart J* 46:144, 1981
 8. Poirier RA, McGoon DC, Danielson GK, Wallace RB et al : *Late results after repair of tetralogy of Fallot*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 73:900 1977
 9. Ruzyllo W, Nihill MR, Mullins CE, McNamara DG : *Hemodynamic evaluation of 221 patients after intracardiac repair of tetralogy of Fallot*. *Am J Cardiol* 34:565 1974
 10. Calder AL, Barrat-Boyes BG, Brandt PWT and Neutze JM : *Postoperative evaluation of patients with tetralogy of Fallot repaired in infancy*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 77:704, 1979
 11. Kaplans S, Helmsworth JA, Mickinivan CE : *The fate of reconstruction of the right ventricular outflow tract*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 66:361, 1973
 12. March HW, Ross JK, Weirich WL, and Gerbode F : *The influence of the ventriculotomy site on the contraction and function of the right ventricle*. *Circulation* 26:572, 1961
 13. Kirklin JW, Ellis FH, McGoon DC, DuShane JW, Swan HJC : *Surgical treatment for tetralogy of Fallot by open intracardiac repair*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 37:22, 1959
 14. Bender HW, Austen WG, Ebert PA, Greenfield LJ, Tsunekowa T, Morrow AG : *Experimental pulmonary regurgitation*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 45:451, 1963
 15. Weldon CS, Rowe RD, Gott VL : *Clinical experience with the use of aortic valve homografts for reconstruction of the pulmonary artery, pulmonary valve, and outflow portion of the right ventricle*. *Circulation* 37 and 38 (suppl II): II-51, 1968
 16. Austen WG, Greenfield LJ et al : *Experimental study of right ventricular function after surgical procedures involving the right ventricle and pulmonary valve*. *Ann Surg* 155:50, 1962
 17. Pouleur H, Goenen M, Jaumin PM, Vliers AC, Charlier AA and Tremouroux J : *Cardiac function early after repair of tetralogy of Fallot*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 70:24, 1975
 18. Kirklin JW and Theye RA : *Cardiac performance after open intracardiac Surgery*. *Circulation* 28'
 19. Hawe A, McGoon DC, Kincaid OW, and Ritter DG : *Fate of outflow Tract in tetralogy of Fallot*. *Ann Tjorac Surg* 13:137, 1972
 20. Hawe A, Rastelli GC, Ritter DG, DuShane JW, and McGoon DC : *Management of the right ventricular outflow tract in severe tetralogy of Fallot* *J Thorac Cardiovasc Surg* 60:131, 1970
 21. Blackstone EH, Kirklin JW, Pacifico AD : *Decision-making in repair of tetralogy of Fallot based on intraoperative measurements of pulmonary arterial outflow tract*. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 77:526,
 22. Pacifico AD, Kirklin JW, Blackstone EH ; *Surgical management of pulmonary stenosis in tetralogy of Fallot*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 74:372, 1977
 23. Castaneda AR, Freed MD, Williams RG, Norwood WI : *Repair of tetralogy of Fallot in infancy*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 74:372, 1977
 24. Ellison RG, Brown WJ, Yeh TJ, and Hamilton WF : *Surgical significance of acute and chronic pulmonary valvular insufficiency*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 60:549, 1970
 25. Gotsman MS, Beck W, Barnard CN, O'Donovan TG, and Schrire V : *Results of repair of tetralogy of Fallot*. *Circulation* 40:803, 1969
 26. Jones EL, Conti CR, Neill CA, Gott VL, Braweley RK, and Haller JA : *Long-term evaluation of tetralogy patients with pulmonary valvular insufficiency resulting from outflow-patch correction across the pulmonic annulus*. *Circulation* 47, 48: III-11, 1973
 27. Bristow JD, Kloster FE, Lees MH, et al : *Serial Cardiac Catheterization and exercise hemodynamics after correction of tetralogy of Fallot*. *Circulation* 41:1057, 1970
 28. Castaneda AR, Sade RM, Lamberti J. et al : *Re-operation for residual defects after repair of tetralogy of Fallot*, *Circulation* 54:417, 1976
 30. Albertal G, Swan HJC, Kirklin JW ; *Hemodynamic studies two weeks to six years After repair of tetralogy of Fallot*. *Circulation* 29:582, 1964
 31. Rohmer J, Mank F, Zihlstra WG : *Pulmonary valve incompetence*. *Cardiovascular Research* 10:46, 1976