

동맥전환술을 시행한 대혈관전위 환자에서 심초음파를 이용한 술후 추적

한승세*·정태은*·이동협*·오정훈*·이정철*·이장훈*·이영환**

= Abstract =

Echocardiographic Follow-up after Arterial Switch Operation for Transposition of the Great Arteries

Sung Sae Han, M.D.*; Tae Eun Jung, M.D.*; Dong Hyup Lee, M.D.*; Jung Hun Oh, M.D.*;
Jung Cheul Lee, M.D.*; Jang Hoon Lee, M.D.*; Yeung Hwan Lee, M.D.**

Background: To evaluate the efficacy of arterial switch operation for transposition of great arteries, serial echocardiographic studies were performed in 8 patients who underwent the surgery between 1989 and 1998 at Dept. of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Yeungnam University Hospital in Daegu City, Korea. **Material and Method:** Follow-up period ranged from 6 months to 11 years(average of 4.1 years). Body weight ranged from 2.6kg to 4.8kg, with average of 3.6kg. 5 of 8 patients were preoperatively diagnosed as TGA+VSD, and 3 as TGA+IVS. LV function was evaluated by the measurement of LV shortening fraction, LVSTI, and LVEF. RVSTI was also measured. Postoperative function of valve and growth of great vessels were analyzed by the measurement of PSPGV, valvular regurgitation, LA/AO ratio, root dimension of aorta and pulmonary artery, comparing with the age matched controls, respectively. **Result:** LVEF had an average of $65.0 \pm 9.03\%$ which is tended to increase serially. LVAOPG had an average of 15.9mmHg. RVPAPG, 27.5mmHg. From the measurement of aortic root dimension of 6 patients at end-systole, aortic root growth was assumed to increase more than the mean value of normal growth. PA root dimension at end-systole showed a similar growth progress when compared with age matched normal controls. Postoperative pulmonic valve regurgitation was noted in 5 of total 8 patients, in which 1 patient who showed grade 2 and 4 showed below grade 1. AR, in 6 patients and all grade 1. Except 1 patient, all the valvular regurgitations were below grade 1, which was presumed to be clinically insignificant. **Conclusion:** LV function after arterial switch operation was maintained relatively well. Mild neoaortic stenosis was noted. Neopulmonary stenosis and regurgitation were less than moderate degree and surgical correction was not deemed to be necessary. Growth progress of aortic root was above normal than controls and

*영남대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

**영남대학교 의과대학 소아과학교실

Department of Pediatrics, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

† 이 논문은 1999학년도 천마의학연구재단 연구비 지원에 의하여 이루어 졌음.

논문접수일 : 2001년 7월 2일 심사통과일 : 2001년 9월 22일

책임저자 : 한승세(705-035) 대구광역시 남구 대명5동 317-1, 영남대학교 의료원 흉부외과. (Tel) 053-620-3881, (Fax) 053-626-8660

E-mail: sshan@med.yu.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

PA root growth was similar to the normal controls, postoperatively. However, further change and refinement of surgical technique will decrease the incidence of neopulmonary stenosis and regurgitation.

(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2001;34:754-62)

Key word: 1. Arterial switch operation
2. Echocardiography

서 론

대혈관전위의 해부학적 교정은 이론적인 장점 때문에 널리 사용되면서 생존율의 향상을 가져왔다. 동맥전환술은 1975년 브라질의 Jatene에¹⁾ 의하여 처음으로 창안된 수술법으로 그 동안 술기의 점진적인 개선을 통하여 최근에는 대혈관전위에 우선적으로 선택되어 널리 시행되고 있다. 동맥 전환으로 인하여 좌심실이 체순환을 담당하게 됨으로 술후 좌심실의 기능 평가는 매우 중요하게 되었다. 이 수술의 추적관찰은 대개 심초음파로 많이 이루어지고 있다. 심혈관활 영은 경우에 따라서 세밀한 정보를 줄 수 있겠으나 보다 침습적이기 때문에 반복시행이 어려운 단점이 있다. Colan 등²⁾은 심초음파로 동맥전환술후 좌심기능을 평가하였을 때 좌심의 부분적 및 전체적 부전은 없었고 수축력에도 이상이 없었으며 이완기부전도 발견되지 않았다고 하였다. Lupinetti 등³⁾은 술후 1년에 평가한 심실기능은 정상이었고 경미한 좌심실 유출로 압차와 미미한 대동맥폐쇄부전만을 관찰하였다고 하였다. 대조적으로 Salzer-Muhar 등⁴⁾은 수축기 기능의 저하를 관찰하였다고 하였다. 술후 새로 형성된 대혈관들의 협착문제는 아직도 해결이 필요한 부분으로 지적되고 있다. 신대동맥의 협착이나, 신패동맥에서 관상동맥이 button 모양으로 떨어져 나간 자리의 재건에 흔히 사용되는 자가 심낭편의 장기적인 성적이 어떠한지 등은 특히 관심의 대상이 되고 있다. Lupinetti 등³⁾은 크다란 판타론 형의 심낭 패취를 사용한 경우 우심실 유출로 압차가 5 ± 2 mmHg로 경미하였고 두 개의 분리된 폐동맥 패취를 사용한 경우, 19 ± 3 mmHg의 압차보다 우수하였다고 하였다. Massin 등⁵⁾은 동맥전환술후 평균 13.5개월에 심도자법과 심혈관활영을 하였을 때 신대동맥률과 대동맥 근부는 정상보다 컸었고 대동맥폐쇄부전은 trivial 또는 mild인 경우가 대부분이었으며 대동맥 문함의 발육도 정상이었다고 하였다.

저자 등은 영남대학교 의과대학 흉부외과학교실의 동맥전환술 수술방법에 따라 시행된 대혈관전위환자에서 심초음파를 이용하여 심실과 판막의 기능 그리고 전위된 혈관의 성장과 협착 정도 등 술후 단기간의 성적을 조사하여 분석하였다.

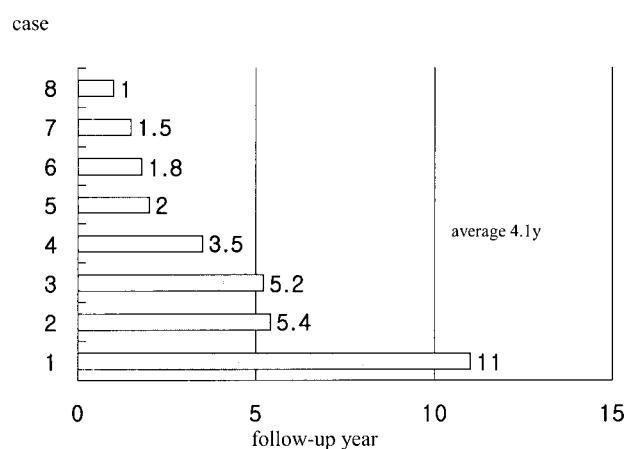


Fig. 1. Follow up years after arterial switch operation for transposition great arteries in total 8 patients.

대상 및 방법

본 교실에서 1989년부터 1998년사이에 대혈관전위로 동맥 전환술을 받고 6개월 이상 추적관찰한 환자 8례를 대상으로 반복적인 심초음파 검사를 시행한 후 그 자료를 후향적으로 분석하였다(Fig. 1).

추적관찰기간은 평균 4.1년이었고 최단 6개월에서 최장 11년이었다. 대상환자의 연령은 평균 29일(범위 3~56일)이었고 체중은 평균 3.6kg(범위 2.6~4.8kg)이었다. 술전 진단은 TGA+VSD가 5례, TGA+IVS가 3례이었다. 남아는 7명, 여아는 1명이었다.

분석방법은 좌심실 shortening fraction, 좌심실 수축기 시간간격(left ventricle systolic time interval, LVSTI), 우심실 수축기 시간간격(right ventricle systolic time interval, RVSTI), 그리고 좌심실구축률을 측정하여 심실의 기능을 평가하였다. 대동맥과 폐동맥의 최고 수축기압차 속도(peak systolic pressure gradient velocity, PSPGV), 판막의 폐쇄부전상태, 좌심방/대동맥비(LA/Ao ratio), 대동맥과 폐동맥 근부의 크기, 등을 정상치와 비교하여 판막의 기능과 대혈관의 성장을 평가하였다.

심초음파도의 시행시기는 술후 최단 6개월에서 최장 134개월에 시행되었다. 2회이상 시행된 예는 5례로 2회가 2례,

3, 4, 6회가 각각 1례씩 시행되었다.

본 교실에서의 수술방법은 LeCompte maneuver를 이용한 arterial switch operation으로 수술기법은 다음과 같다.

신폐동맥(neoPA)의 재건에는 자가 심낭편을 7례에서 사용하였고 직접재건술은 1례에서 있었다. TGA+IVS인 경우에 정맥카뉼라는 통상 한 개를 우심방에 넣었다. 체외순환이 시작되면 PDA를 결찰하고 바로 체온을 떨어뜨려 18°C(직장온) 까지 하강시켰다. 체온이 하강하는 동안 주폐동맥과 폐동맥들을 주위조직으로부터 박리하여 LeCompte법의 시행을 준비하였다. 좌폐동맥과 우폐동맥의 박리는 폐문부의 시작까지 하였다. PDA는 대동맥쪽에는 hemoclip으로 폐쇄 처리하였고 주폐동맥쪽은 절단한 후 5-0 prolene사로 연속봉합하였다. 체온이 18°C 까지 하강하면 완전순환정지(TCA)를 10분 정도하고 우심방을 조금 열어 ASD 또는 PFO를 직접 봉합하고 우심방을 다시 봉합한 다음 체외순환을 재개하였다. 체온은 25~26°C 정도까지 상승시켜 나머지 수술동안 유지해 주었다. TGA+VSD의 경우에는 두개의 정맥카뉼라를 넣고 TCA법을 시행하지 않고 수술하였다.

VSD의 폐쇄는 통상 우심방을 통하여 수술하였다. 대부분 Goretex patch를 이용하여 교정하였는데 6-0 prolene사로 연속봉합하는 방법으로 하였다. 전도계가 있는 VSD의 후하방은 VSD 변연부에서 3 mm 정도 떨어져서 바늘이 지나가게 하였다. 대동맥은 관상동맥입구에서 5 mm 정도되는 부위에서 절단하고 관상동맥의 입구가 단추모양으로 잘 오려져 나올 수 있도록 하였다. 먼저 절단된 원위대동맥을 폐동맥 아래로 빼

내어 신대동맥과 문합하였다. 봉합사는 6-0 PDS로 하였다. Coronary transfer는 Bove 등이 선호하는 방법으로 대동맥 문합을 먼저하고 문합부의 근위대동맥 근부에 절개창을 두 개내고 각각의 관상동맥을 7-0 prolene으로 연속봉합하여 이식하였다. 신폐동맥은 바지모양의 자가심낭편으로 보완한 다음 절단된 원위폐동맥과 문합하였다. 봉합은 5-0 또는 6-0 prolene으로 하였다. 이 때에는 대동맥차단을 풀고 심박동이 재개될 가운데 시행하였다.

결 과

심초음파 검사자료는 각 환자의 가장 최근 시행된 결과를 토대로 하였다. 좌심실 shortening fraction은 24.8~42.5% 사이로 대개 정상범위(28~38%)내에 있었으며 평균은 35.0 ± 6.38%였다(Fig. 2).

좌심실 수축기 시간간격(LV systolic time interval, LVSTI, 정상치 0.3~0.39)은 4례가 정상범위내였고 4례는 낮았다. 평균은 0.28 ± 0.06(범위 0.18~0.37)로 정상치보다 약간 낮았다(Fig. 2).

우심실 수축기 시간간격(RVSTI, 정상치 0.16~0.3)은 평균 0.23 ± 0.05(범위 0.17~0.32)으로 정상범위 내였다(Fig. 3).

좌심실구축률(EF)은 50.6~74.3% 사이로 평균 65.0 ± 9.03%였다. 술후 2회 이상 심초음파도 검사를 시행한 경우는 5례로 점차 시간이 경과함에 따라 EF는 대체로 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2).

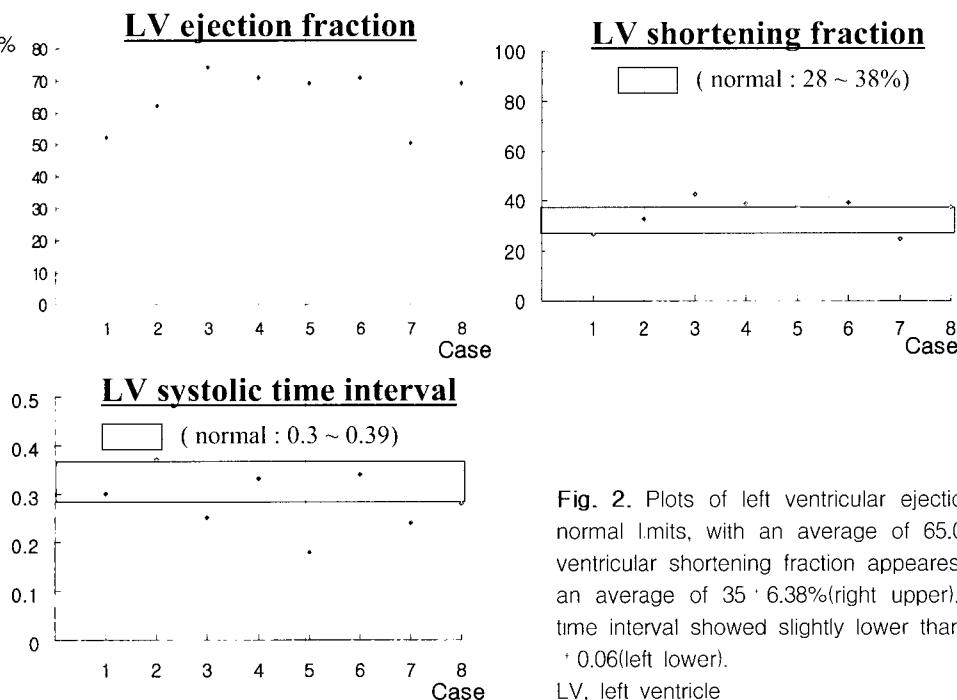


Fig. 2. Plots of left ventricular ejection fraction showed mostly within normal limits, with an average of 65.0 ± 9.03%(left upper). Plots of left ventricular shortening fraction appears mostly within normal limits, with an average of 35 ± 6.38%(right upper). Plots of left ventricular systolic time interval showed slightly lower than normal with an average of 0.25 ± 0.06(left lower).
LV, left ventricle

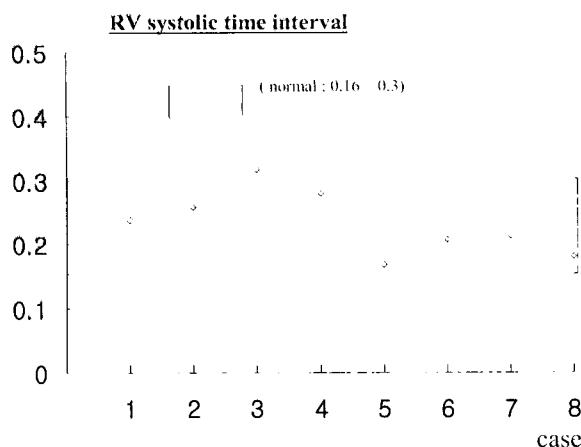


Fig. 3. Plots of right ventricular systolic time interval showed normal with an average of 0.23 ± 0.05 .

RV, Right ventricle

좌심실상행대동맥의 최고 수축기압차 속도(peak systolic pressure gradient velocity, 정상치 $<1.5\text{m/sec}$)는 4례에서 검사가 이루어졌는데 $1.74\text{-}3.19\text{m/sec}$ 사이였고 평균 2.27m/sec 이었다. 1례는 대동맥축착을 동반하고 있어(3.19m/sec) 이를 제외한다면 3례의 범위는 $1.74\text{-}2.4\text{m/sec}$ 사이였으며 평균 1.97m/sec 이었다. 우심실폐동맥의 최고 수축기압차속도(정상치 $<1.05\text{m/sec}$)는 평균이 $2.62 \pm 0.49\text{m/sec}$ 이었고 범위는 $1.92\text{-}3.20\text{m/sec}$ 이었다(Fig. 4).

좌심실상행대동맥압차는 평균 21.9 mmHg 이었고 대동맥축착 1례의 축성치(40 mmHg)를 제외하면 평균 15.9 mmHg 이었다. 우심실폐동맥압차는 평균 27.5 mmHg 이었다. 폐동맥직접

재검술은 1례에서 시행되었는데 술후 34개월에 시행한 심초음파에서 우심실폐동맥압차가 23.2 mmHg 로 경한(mild) 협착에 속하였다. 한편 자가심낭을 사용한 폐동맥재건술은 나머지 7례에서 시행되었는데 압차가 평균 27.9 mmHg 로서 상대적으로 높은 경향이었으나 경한 협착에 속하였다.

시간경과에 따른 압차의 변동을 보면 좌심실상행대동맥압차의 경우는 1례에서 16 mmHg 에서 23 mmHg 로 약간 증가하였다. 우심실폐동맥압차는 3례에서 축정하였는데 대체로 감소하는 경향을 보았다.

수축기말 대동맥 근부 크기(aortic root dimension at end-systole)는 8례 중 6례에서 동일 연령군의 정상발육 평균치⁶⁾보다 발육이 증가하는 양상이었지만 2례에서는 평균치 이하였고 발육과정을 보면 연속적으로 증가하는 양상을 보였다(Fig. 5).

수축기말 폐동맥 근부 크기(PA root dimension at end-systole)는 동일연령군의 정상발육 평균치⁶⁾와 비교할 때 비슷한 성장경과를 보였다. 그러나 2례는 정상범위보다 약간 발육이 저하되었다(Fig. 5).

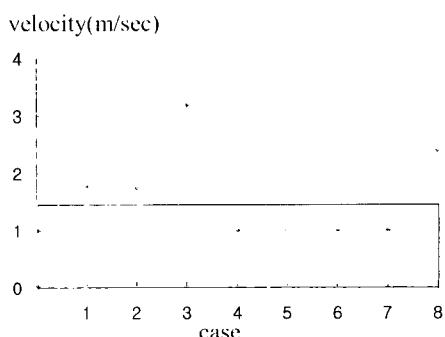
좌심방/대동맥비(LA/Ao ratio, 정상치 0.75-1)는 2례(25%)가 1 이상으로 대동맥이 상대적으로 작은 소견을 보였으나 평균은 0.96 ± 0.19 (범위 0.71-1.29)로 정상범위내였다(Fig. 6).

술후 판막폐쇄부전의 변동을 보면 폐동맥판막폐쇄부전은 1례에서 2도였고 3례는 1도, 1례는 trivial이었다. 술전 0도에서 술후 2도로 변동한 경우 1례, 술전 0도에서 술후 1도로 변동한 경우는 3례였다. 승모판막폐쇄부전은 4례는 1도, 1례는 trivial이었다. 술전 2도에서 술후 1도로, 술전 1도에서 술후 0도로, 개선된 경우가 각각 1례, 2례였고 술전 0도에서 술후 1도로 변동한 경우는 1례가 있었다. 삼첨판막폐쇄부전은

Peak systolic pressure gradient

Ascending aorta

(normal $<1.5\text{m/sec}$)



Pulmonary artery

(normal $<1.05\text{m/sec}$)

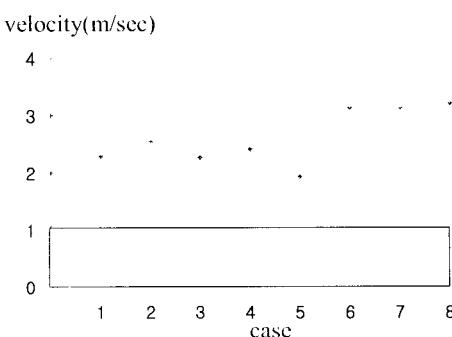


Fig. 4. Peak systolic pressure gradient velocity of ascending aorta represented mild stenosis (mean of $2.27 \pm 0.68\text{m/sec}$). Peak systolic pressure gradient velocity of pulmonary artery expressed less than moderate degree of stenosis with an average of $2.63 \pm 0.49\text{m/sec}$.

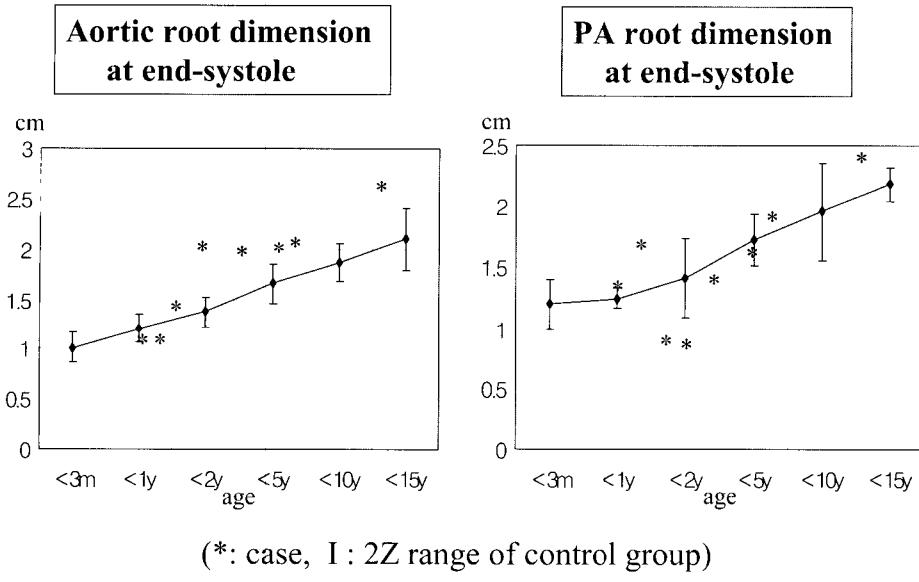


Fig. 5. Aortic root dimension at end systolic assumed to increase in the most part more than value of age matched normal controls and pulmonary root dimension at end systole showed similar growth progress comparing with the age matched normal controls.

PA, Pulmonary artery

4례가 1도였다. 술전 2도에서 술후 1도, 술전 1도에서 술후 0도가 각각 1례, 2례로 개선되었고 술전 0도에서 술후 1도로 변동한 경우가 1례 있었다. 대동맥판막폐쇄부전은 술전 0도에서 술후 1도로 변동한 경우가 6례였다(Fig. 7).

고 찰

대혈관전위 환자에서의 동맥 전환술은 좌심실이 체순환을 담당하는 장점이 있으나 수술 직후 관상동맥이식으로 인한 심근손상의 가능성, 체외순환 후 갑작스런 좌심실의 압력부하의 문제를 가지고 있다.

Bryant 등⁷⁾은 동맥전환술 직후 기간에는 좌심실 활동력이 장애를 받으며 이 때문에 preload 결핍이 지속된다고 하였다. Isovolumic relaxation time(IVRT)의 감소는 좌심실 탄성의 장애를 의미하고 결국 preload의 변형(감소)을 초래한다고 하였다. 그러나 좌심실수축력은 대부분 정상이었다고 하였다. Colan 등⁸⁾은 심실중격결손이 없는 대혈관전위의 동맥전환술에서 수술 직후(5~10일) 심초음파도에서 의미있는 심근기능과 혈역학의 저하가 있는 것을 알 수 있었는데 이것은 digoxin과 이뇨제의 사용으로 인한 수축력의 증가, 후부하 및 전부하의 감소 등의 복합작용으로 수축기 기능의 저하가 일어났기 때문으로 판단하였다. 이 때 나이를 맞춘 정상아 대조군과 비교한 결과 좌심실 크기는 더 작았고 벽두께는 증가하였으며 심실의 활동력을 표시하는 fractional shortening은 대부분 정상이었고 저하된 경우는 10% 정도 있었다고 하였다. 심근수축력은 정상 또는 증강되어 있었다. 이 후 1988년의 초기 보고에 이어 좌심실 기능의 술후 장기적 관찰 결과

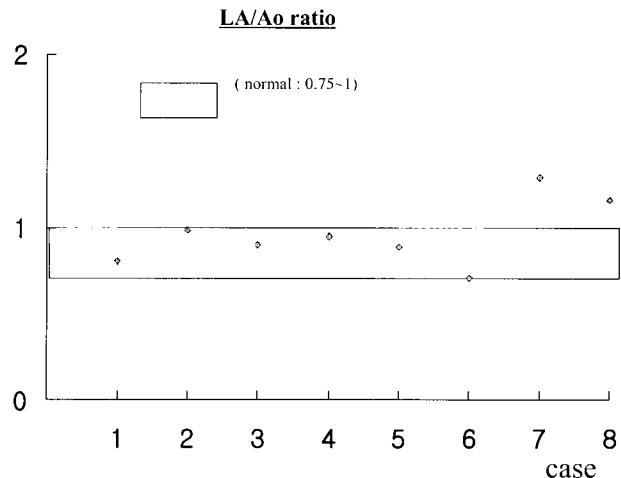


Fig. 6. Plots of left atrium/aorta ratio showed mostly within normal limits. Average of left atrium/aorta ratio was 0.96 ± 0.19 . LA, Left atrium; AO, aorta

를 보고하였는데⁸⁾ 심초음파도에서 좌심실 이완기말 크기(LVEDD), 벽두께, 질량, 후부하(end-systole wall stress), 심실 기능(fractional shortening과 rate-corrected velocity of fiber shortening), 심근 수축력(stress velocity와 stress-shortening relations), 그리고 전부하 등은 모두 정상이었다고 하였다. 시간 경과에 따른 평가에서는 약간의 심실 확장 경향이 있었는데 이것은 경도의 대동맥폐쇄부전(30%)이 있었기 때문으로 판단하였다. 결론적으로 좌심실의 크기, 질량, 기능 상태는 지속적으로 증가 또는 향상하였고 수축력은 정상이었다. 시간이 경과함에 따라 기능의 악화는 없었다. 이러한 결과는

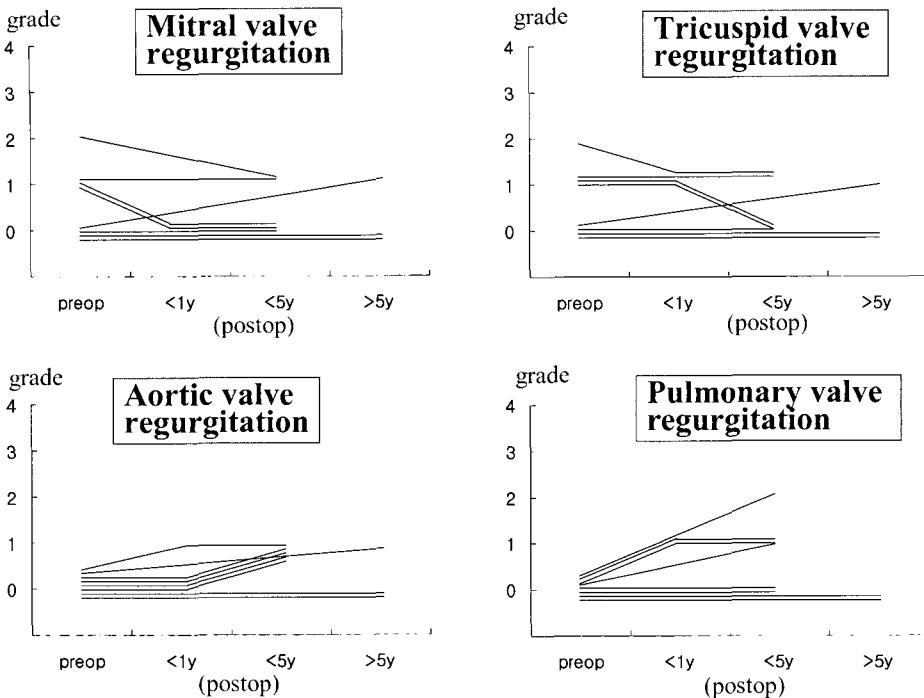


Fig. 7. Postoperative mitral regurgitation, tricuspid regurgitation, aortic regurgitation, and pulmonary regurgitation showed mostly below grade one, which are insignificant clinically.

다른 저자들에 의해서도 비슷하게 보고되었는데 1990년대 초기의 보고들은 다소 술후 심실기능의 저하를 언급하고 있으나 최근에는 심실기능이 매우 양호한 것으로 기술되고 있다^{3~5,9,10}. 저자 등의 연구에서도 좌심실 shortening fraction은 24.8~42.5% 사이로 대개 정상범위(28~38%) 내에 있었으며 평균은 $35.0 \pm 6.38\%$ 로 정상이었다. 좌심실 수축기 시간간격 (LV systolic time interval, LVSTI, 정상치 0.3-0.39)은 4례가 정상범위내였고 4례는 낮았으며 평균은 0.28 ± 0.06 (범위 0.18~0.37)로 정상치보다 약간 낮았다. 좌심실구축률(EF)은 50.6~74.3% 사이로 평균 $65.0 \pm 9.03\%$ 였다. 술후 2회 이상 심초음파도 검사를 시행한 경우는 3례로 점차 시간이 경과함에 따라 EF는 대체로 증가하는 경향을 보였다.

동맥전환술후 대혈관의 문합부위협착이 문제가 될 수 있는데 Salzer-Muhar 등⁴의 폐동맥문합부의 압차를 보면 20 mmHg 이하는 45%, 20~60 mmHg 사이는 45%, 60 mmHg 이상은 10%였다고 하였다. Kramer 등¹⁰은 49명의 TGA+IVS를 수술하고 평균 40개월간 추적한 결과 46명은 증상이 없었다고 하였는데 2명이 관상동맥과 관련한 좌심실기능부전으로 사망하였고 1명은 심한 양측 폐동맥분지 협착으로 재수술하였다. 그 외 환자들은 우심실폐동맥압차가 평균 17 ± 8 mmHg 이었다고 하였다. Bosser 등¹¹의 술후 5년 성적을 보면 폐동맥 협착은 38.5%였는데 1례(1/26)는 경피적 혈관성형술이 필요하였다. 저자 등의 연구에서는 우심실 폐동맥의 최고 수축기 압차속도는 평균 2.62 ± 0.49 m/sec였고 우심실폐동맥압

차는 평균 27.5 mmHg로 경도의 협착을 보였다. 그리고 수축기말 폐동맥 근부 크기는 동일연령군의 정상 발육과 비슷하였다.

폐동맥을 문합하는 방법에 있어 Lupinetti 등³은 크다란 판타론 형의 glutaraldehyde로 보존된 자가 심낭막의 심낭 폐취를 사용한 경우 우심실 유출로 압차가 5 ± 2 mmHg 이었고 분리된 두 개의 폐동맥 폐취를 사용한 경우에는 19 ± 3 mmHg의 압차를 보여 두 군 사이에 큰 차이가 있음을 알 수 있었다. 판막 상부 폐동맥협착에서 재수술을 시행한 경우는 전체 환자 115명 중 11명이었는데 이 중 10명은 분리된 폐동맥 폐취를 사용한 경우였다고 하였다. Minet 등¹²은 우심실폐동맥 압차는 20 mmHg 이상인 경우가 총 47명 중 13명이었는데 폐동맥재건에 두 개의 폐취를 사용한 경우에 의미있는 협착을 보였다고 하였다. Elkins 등⁹의 보고에서는 우심실유출로 압차는 20 mmHg 이상되는 경우가 20%(9례/43례)였으며 이 중 3례는 재수술이 필요하였다. 그러나 전체의 50%에서는 경한 협착을 보였는데 크다란 심낭편을 사용하더라도 어느 정도의 협착은 남길 수밖에 없었다고 하였다.

Carrel 등¹³은 자가심낭이나 인조포면을 사용하지 않고 직접 폐동맥을 재건하는 방법이 대혈관이 전후위치로 되어 있을 때 매우 유용한 방법이라고 하였다. 이와 같은 폐동맥 직접재건술은 술후 폐동맥판막 상부 협착발생률이 낮고 조직성장의 가능성이 높은 이점이 있다고 하였다. 폐동맥직접재건술 결과를 보면 우심실폐동맥압차 15 mmHg 이하의 정상범

위는 86%였고 15~30 mmHg의 경도 협착은 9%, 더 심한 협착은 5%였다고 하였다. 따라서 폐동맥 직접개건술은 경우에 따라 유용한 수술법임이 증명되었다. 저자 등의 연구에서는 1례에서 폐동맥직접재건술이 시행되었는데 술후 34개월에 시행한 심초음파도에서 우심실폐동맥압차가 23.2 mmHg로 경한(mild) 협착에 속하였다. 한편 자가심낭을 사용한 폐동맥재건술은 나머지 7례에서 시행되었는데 압차가 평균 27.9 mmHg로서 약간 높은 경향이었으나 역시 경한 협착에 속하였다.

Salzer-Muhar 등⁴⁾은 판막상부 대동맥협착은 5%(1명)이었다고 하였으나 Bosser 등¹¹⁾은 대동맥문합부 협착은 없었다고 하였다. 저자 등의 연구에서는 좌심실상행대동맥압차가 대동맥축차의 경우 1례를 포함(40mmHg)하더라도 평균 21.9 mmHg로 경도의 협착이 있었다.

Houlihan 등¹⁴⁾은 동맥전환술후 22개월간 추적동안 대조정상인과 비교하였을 때 대동맥 문합부 직경은 0.45SD 만큼 더 작았고, 신대동맥 근부는 2.9SD 만큼 더 커졌고 신대동맥판률은 1.6SD 만큼 더 커음을 보였는데 대동맥 문합부의 성장은 체성장과 같은 정도로 성장하였으며 신대동맥 근부의 확장은 시간 경과에 따라 증가하는 것 같았다고 하였다. 또한 신대동맥폐쇄부전이 있는 환자에서는 더욱 확장하였다고 하였다. 대동맥판막폐쇄부전의 원인은 폐동맥판막의 교질과 탄성 조직이 원래 대동맥판막과 다르기 때문인 것과 또 다른 해부학적 인자가 복합적으로 작용한다고 하였으며 또한 판상동맥의 이전과 신대동맥 근부 형성이 이루어지면 폐동맥의 sinotubular junction이 변형되고 이어서 두개 sinus의 확장이 초래되어 신대동맥판막의 폐쇄부전이 발생할 수 있다고 하였다.

신대동맥판막의 폐쇄부전은 저자에 따라 20-50%로 다양하게 보고되고 있는데^{4,8,9,15,18)} 이를 대부분이 경도의 폐쇄부전 소견을 보였으며 Minet 등¹²⁾은 폐동맥교약술(PAB)이 대동맥판막폐쇄부전의 원인이 되었다고 하였으며 연속적인 심초음파 추적을 한 결과 22례에서 18개월간 모두 안정상태였고 폐쇄부전은 진행이 없었다고 하였다. 저자 등의 연구에서는 대동맥폐쇄부전은 총 8례중 6례가 1도로 측정되었으나 임상적인 의의는 없었다.

Massin 등⁵⁾은 동맥전환술 후 평균 13.5개월에 심도자법과 심혈관촬영을 하였을 때 신대동맥률과 대동맥 근부는 정상보다 커었고 이 때 대동맥폐쇄부전은 trivial 또는 mild인 경우를 흔히 볼 수 있었으며 대동맥 문합의 발육은 정상이었다. 저자 등의 연구에서는 수축기말 대동맥 근부 크기(aortic root dimension at end-systole)는 8례중 6례에서 동일 연령군의 정상발육 평균치⁶⁾ 보다 발육이 증가하는 양상이었지만 2례에서는 평균치 이하였고 발육과정에 따라 증가하는 양상을

보였다. 좌심방/대동맥비(LA/Ao ratio, 정상치 0.75-1)는 평균 0.96 ± 0.19(범위; 0.71-1.29)로 정상범위내이었으므로 대동맥은 균형적인 발육을 한 것으로 평가되었다.

Minet 등¹²⁾의 보고에 의하면 동맥전환술후 폐동맥판막폐쇄부전은 38명(81%)으로 minimal이 29명, mild가 5명, severe가 4명이었다. 승모판막폐쇄부전은 11%에서 있었고 minimal이었으며 삼첨판막폐쇄부전은 34%에서 있었다. Bosser 등¹¹⁾은 폐동맥판막폐쇄부전은 65.4%였고 1례(1/26)는 심하였다고 하였다. Salzer-Muhar 등³⁾은 경도의 승모판막폐쇄부전은 15%가 있었는데 이들 모두는 좌심실기능저하를 동시에 보였다고 하였다. 저자 등의 연구에서는 폐동맥폐쇄부전은 8례중 5례에서 측정되었으나 술전에 전혀 측정되지 않았다가 술후 2도였던 경우가 1례 있었지만 나머지는 1도. 혹은 trivial 이었기 때문에 임상적인 의의는 없었다. 승모판막폐쇄부전과 삼첨판막폐쇄부전은 총 8례중 술후 각각 5례, 4례가 측정되었으나 1도이하 였었다.

우심실폐동맥압차는 5명은 감소하였고 1명은 증가하였는데 28 mmHg에서 40 mmHg으로 증가하였다. Colan 등⁸⁾은 추적기간에 비례하여 좌심실 mass, dimension, Z score 등은 체성장과 같이 상승하였으며 기능과 수축력은 시간경과에 따라 악화하지 않았다고 하였다. 저자 등의 연구에서는 우심실폐동맥압차가 시간경과에 따라 대체로 감소하는 경향을 보였으며 좌심실구축률은 대체로 증가하는 경향을 보였다.

결 론

동맥전환술 후 좌심실의 기능은 대개 정상이었으며 경한 대동맥 협착을 보였다. 신생 폐동맥의 협착과 역류는 수술적 교정이 필요하지 않았으며, 그 정도도 경미하였다. 폐동맥과 대동맥의 발육 정도도 정상에 가까웠다. 향후 수술 수기의 변화와 발달로 동맥전환술후 신생 폐동맥 협착이나 역류를 더욱 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 현

1. Jatene AD, Fontes VF, Paulista PP, et al. Successful anatomic correction of transposition of the great vessels. A preliminary report. Arg Braz Cardiol 1975;28:461.
2. Colan SD, Trowitzsch E, Wernovsky G, Sholler GF, Sanders SP, Castaneda AR. Myocardial performance after arterial switch operation for transposition of the great arteries with intact ventricular septum. Circulation 1988; 78:132-41.
3. Lupinetti FM, Bove EL, Minich LL, et al. Intermediate-term survival and functional results after arterial repair for transposition of the great arteries. J

- Thorac Cardiovasc Surg 1992;103:421-7.
4. Salzer-Muhar U, Proll E, Marx M, Salzer HR, Wimme M. *Two-dimensional and Doppler echocardiographic follow-up after the arterial switch operation for transposition of the great arteries.* Thorac Cardiovasc Surg 1991;39:180-4.
 5. Massin MM, Nitsch GB, Dabritz S, Messmer BJ, von Bernuth G. *Angiographic study of aorta, coronary arteries, and left ventricular performance after neonatal arterial switch operation for simple transposition of the great arteries.* Am Heart J 1997;134:298-305.
 6. 홍장의. 소아 심에코도 해설. 초판, 고려의학, 서울, 1989, p 157.
 7. Bryant RM, Shirley RL, Ott DA, Feltes TF. *Left ventricular performance following the arterial switch operation : use of noninvasive wall stress analysis in the postoperative period.* Crit Care Med 1998;26(5):926-32.
 8. Colan SD, Boutin C, Castaneda AR, Wernovsky G. *Status of the left ventricle after arterial switch operation for transposition of the great arteries.* J Thorac Cardiovasc Surg 1995;109:311-21.
 9. Elkins RC, Knott-Craig CJ, Ahn JH, Murray CK, Overholt ED, Ward KE, Razook JD. *Ventricular function after the arterial switch operation for transposition of the great arteries.* Ann Thorac Surg 1994;57:826-31.
 10. Kramer HH, Rammos S, Krian A, et al. *Intermediate-term clinical and hemodynamic results of the neonatal arterial switch operation for complete transposition of the great arteries.* Int J Cardiol 1992;36:13-22.
 11. Bosser G, Lucron H, Marie PY, Worms AM, Marcon F. *5-year results of arterial correction in transposition of great vessels.* Arch Mal Coeur Vaiss 1998;91(5):609-14.
 12. Minet P, Vaksman G, Rey C, Francart C, Breviere GM, Dupuis C. *Doppler echocardiography after anatomical repair of transposition of great vessels.* Arch Mal Coeur Vaiss 1992;85(5):515-20.
 13. Carrel T, Mattila I, Pfammatter JP, Leijala M. *Direct reconstruction of the pulmonary artery during the arterial switch operation: an interesting surgical option with excellent hemodynamic results.* Ann Thorac Surg 65(4): 1115-9, 1998.
 14. Hourihan M, Colan SD, Wernovsky G, Maheswari U, Mayer JE, Jr, Sanders SP. *Growth of the aortic anastomosis, annulus, and root after the arterial switch procedure performed in infancy.* Circulation 1993;88:615-20.
 15. Tanel RE, Wernovsky G, Landzberg MJ, Perry SB, Burke RP. *Coronary artery abnormalities detected at cardiac catheterization following the arterial switch operation for transposition of the great arteries.* Am J Cardiol 1995;76: 153-7.
 16. Wernovsky G, Hougen TJ, Walsh EP, et al. *Midterm results after the arterial switch operation for transposition of the great arteries with intact ventricular septum: clinical, hemodynamic, echocardiographic and electrophysiologic data.* Circulation 1988;77:1333-44.
 17. Yamaguchi M, Hosokawa Y, Imai Y, et al. *Early and midterm results of the arterial switch operation for transposition of the great arteries in Japan.* J Thorac Cardiovasc Surg 1990;100:261-9.
 18. Jenkins KJ, Hanley FL, Colan SD, et al. *Function of the anatomic pulmonary valve in the systemic circulation.* Circulation 1991;84(Suppl 3):173-9.

=국문초록=

배경: 영남의대 흉부외과학교실에서 1989년부터 1998년 사이에 대혈관전위로 동맥전환술을 받고, 6개월 이상 추적관찰한 환자 8례를 대상으로, 동맥 전환술의 효용도를 평가하기 위해 반복적인 심초음파 검사를 시행한 후 그 자료를 후향적으로 분석하였다. **대상 및 방법:** 추적관찰기간은 평균 4.1년이었고 최단 6개월에서 최장 11년이었다. 대상환자의 연령은 평균 29일(범위 3~56일)이었고 체중은 평균 3.6kg(범위 2.6~4.8kg)이었다. 술 전 진단은 TGA+VSD가 5례, TGA+IVS가 3례이었다. 좌심실 shortening fraction, 좌심실 수축기 시간간격(left ventricle systolic time interval, LVSTI), 우심실 수축기 시간간격(right ventricle systolic time interval, RVSTI), 그리고 좌심실구축률(EF)을 측정하여 좌심실의 기능을 평가하였다. 대동맥과 폐동맥의 최고 수축기압차 속도 (peak systolic pressure gradient velocity, PSPGV), 판막의 폐쇄부전상태, 좌심방/대동맥비(LA/Ao ratio), 대동맥과 폐동맥 근부의 크기, 등을 정상치와 비교하여 판막의 기능과 대혈관의 성장을 평가하였다. **결과:** 좌심실구축률은 평균 $65.0 \pm 9.03\%$ 이었으며 추적관찰 동안 시간이 경과함에 따라 대체로 증가하는 경향을 보였다. 좌심실상행대동맥압차는 평균 15.9mmHg이었고 우심실폐동맥압차는 평균 27.5mmHg이었다. 수축기말 대동맥 근부 크기(aortic root dimension at end-systole)는 8례 중 6례에서 동일 연령군의 정상발육 평균치보다 발육이 증가하는 양상이었고 발육과정에 따라 증가하는 양상을 보였다. 수축기말 폐동맥 근부 크기(PA root dimension at end-systole)는 동일연령군의 정상발육 평균치와 비교할 때 비슷한 성장경과를 보였다. 술후 판막 폐쇄부전의 변동을 보면 폐동맥판막폐쇄부전은 8례 중 5례에서 있었고 1례에서 2도이었고 그 외는 1도 이하 이었다. 대동맥판막폐쇄부전은 8례 중 술전 0도에서 술후 1도로 변동한 경우가 6례였다. 이상과 같이 폐쇄부전이 있더라도 대부분 1도 이하이었기 때문에 임상적인 의의는 없었다. **결론:** 동맥전환술후 좌심실의 기능은 대개 정상이었으며 경한 대동맥 협착을 보였다. 신생 폐동맥의 협착과 역류는 수술적 교정이 필요하지 않았으며, 그 정도도 경미하였다. 폐동맥과 대동맥의 발육 정도도 정상에 가까웠다. 향후 수술 수기의 변화와 발달로 동맥전환술후 신생 폐동맥 협착이나 역류를 더욱 줄일 수 있을 것이라 생각된다.

중심 단어: 1. 동맥전환술
2. 심초음파