

## 할로 4징 환자에서 자가 주폐동맥 플랩을 이용한 새로운 좌폐동맥 성형술

이창하\* · 전양빈\* · 이택연\*\* · 이석기\*\*\* · 백만중\*\*\*\* · 김수철\*\*\*\* · 이영탁\*\*\*\*\*

### A New Technique of Angioplasty of the Left Pulmonary Artery Using an Autologous Main Pulmonary Artery Flap

Chang-Ha Lee, M.D.\* · Yang-Bin Jeon, M.D.\* · Taek-Yeon Lee, M.D.\*\* · Seog Ki Lee, M.D.\*\*\*  
Man Jong Baek, M.D.\*\*\*\* · Soo Cheol Kim, M.D.\*\*\*\* · Young Tak Lee, M.D.\*\*\*\*\*

**Background:** Stenosis of the left pulmonary artery (LPA) after repair of tetralogy of Fallot (TOF) is troublesome. A new technique of LPA angioplasty using an autologous MPA flap was performed in patients with TOF. **Material and Method:** From October 1998 to January 2001, 24 patients (median age; 10 months, range; 4 to 145 months) underwent total correction of TOF with LPA angioplasty using the autologous MPA flap. Five patients underwent pulmonary angioplasty without any patch over the MPA and LPA. The patches were required to enlarge only the MPA in 4 patients, and transannular RVOT widening was performed in 15. **Result:** There were no operative or late deaths. During follow-up (range: 6~42 months), reoperation for LPA stenosis was not required in any patients, but balloon angioplasty for branch pulmonary artery stenosis was performed in 3 patients. Echocardiography and CT angiography at the recent follow-up showed an obtuse angle between the MPA and LPA. **Conclusion:** Although further follow-up is needed, the angioplasty using the autologous MPA flap can be easily performed, avoiding patch-related complications, and allowing growth of the MPA flap. This angioplasty technique creates a more natural and obtuse angle between the MPA and LPA, which can minimize kinking of the LPA, especially in the patients who underwent transannular patch widening.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:255-260)

**Key words:** 1. Tetralogy of Fallot  
2. Surgery method  
3. Angioplasty, surgical

\*가천대학교 의과대학 길병원 심장센터 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Gachon Medical School, Gil Medical Center

\*\*부산 침례병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Wallace Memorial Baptist Hospital, Busan

\*\*\*조선대학교 부속병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Chosun University Hospital

\*\*\*\*부천세종병원 흉부외과 세종심장연구소

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Sejong General Hospital, Sejong Heart Institution

\*\*\*\*\*성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University

†본 논문은 2001년 제33차 대한흉부외과학회 추계학술대회에 포스터로 발표된 내용임.

논문접수일 : 2002년 11월 27일, 심사통과일 : 2003년 1월 27일

책임저자 : 이창하 (405-760) 인천광역시 남동구 구월1동 1198번지, 가천대학교 의과대학 중앙길병원 심장센터 흉부외과

(Tel) 032-460-3656, (Fax) 032-460-3117, E-mail: leechha@ghil.com

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

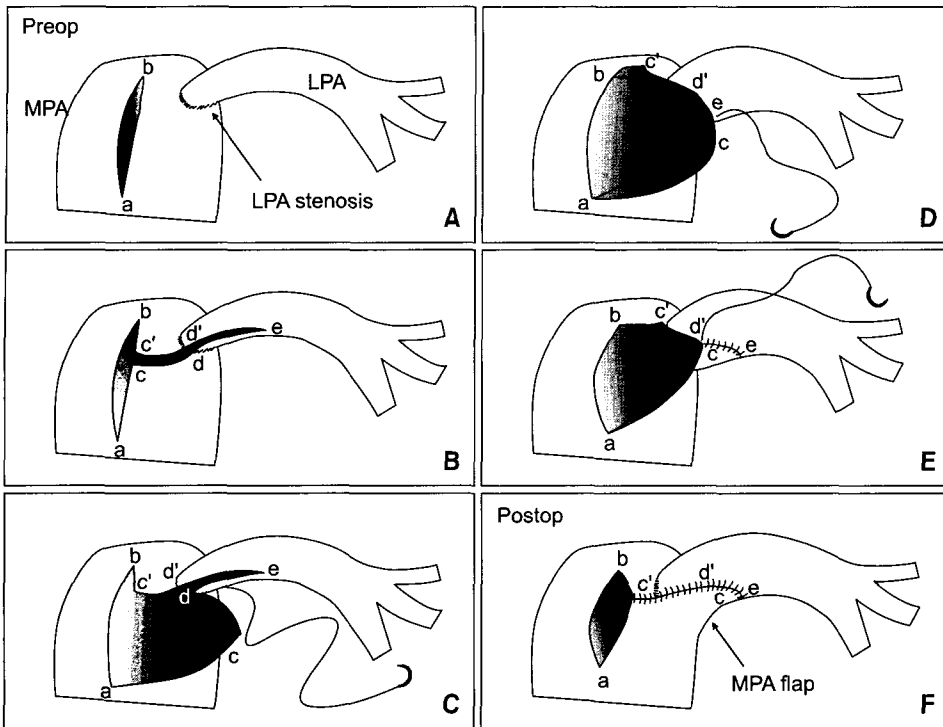


Fig. 1. Surgical technique. See details in the text.

## 서 론

최근 활로 4징 환자에서의 완전 교정술의 향상된 성적에도 불구하고, 교정술 후 폐동맥 폐쇄부전과 우심실유출로 확장으로 인한 좌폐동맥의 비틀림과 협착의 가능성이 보고되고 있다<sup>1-3)</sup>. 이에 좌폐동맥의 협착이 동반되었거나 협착이 없더라도 우심실 유출로 첩포 확장 시 좌폐동맥이 예각을 이루어 좌폐동맥 비틀림(kinking)의 가능성이 있는 환자에서 첩포를 사용하지 않고 자가 주폐동맥 플랩만을 이용한 새로운 좌폐동맥 혈관성형술의 중단기 결과를 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1) 대상 환자

1998년 10월부터 2001년 1월까지 부천 세종병원에서 24명의 활로 4징 환자(남 : 여=19 : 5)에서 완전교정술 시 좌폐동맥 입구를 자가 주폐동맥 플랩을 이용하여 선택적으로 혈관성형술을 시행하였다. 환자의 연령(중앙값)은 10개월(4~145개월)이며, 체중(중앙값)은 8 kg (6~25 kg)이었다. 수술 전 진단은 활로 4징 21명, 폐동맥 협착을 동반한 양대동맥우심실기시증 3명이었다. 두 명의 환자가 완전교

정술 전 각각 좌, 우 Blalock-Taussig 단락수술을 시행받았다. 주폐동맥 플랩 좌폐동맥 성형술은 좌폐동맥 입구의 협착이 있었던 19예(79%)와 해부학적 협착은 없었으나 주폐동맥과 좌폐동맥이 예각을 이루어 주폐동맥 확장 성형술 시 좌폐동맥 뒤틀림의 위험이 예상되었던 5예(21%)에서 시행되었다.

### 2) 수술 방법

수술은 통상 중등도 저체온을 이용한 체외순환으로 활로 4징 혹은 폐동맥 협착을 동반한 양대동맥우심실기시증 환자에서 완전교정술을 시행하였다. 체외순환 전 동맥관이 있었던 14명의 환자에서 동맥관을 결찰 후 분리하고 좌폐동맥 주위를 충분히 박리하였다. 심폐우회술 후 심실중격 결손은 통상의 방법으로 봉합하고, 우심실 비대 근육을 절개 혹은 절제한다. 좌폐동맥 협착이나 주폐동맥과의 각도를 살펴본 후, 주폐동맥의 중앙부를 종으로 절개하여 폐동맥 판막을 직전까지 확장하여 폐동맥 판막의 모양을 관찰한다(Fig. 1-A). 필요 시 폐동맥 판막을 절개술 혹은 판막 절제술을 시행하고, 판막을 보존하지 못할 정도로 작은 경우 경판막을 확장을 시행한다. 이후 주폐동맥의 크기와 좌폐동맥의 협착 정도에 따라 주폐동맥에서 좌폐동맥으로의 절개 방향을 결정한 뒤 좌폐동맥의 협착 정도

에 따라 좌폐동맥의 하방으로 절개를 시행한다(Fig. 1-B). 주폐동맥과 좌폐동맥이 만나 접히는 부위에서 Prolene 6-0를 이용하여 봉합 결찰한 뒤 그 봉합사를 이용하여 주폐동맥 플랩과 좌폐동맥 하부벽을 적절한 간격으로 봉합하여 어떤 첩포도 사용하지 않고 자가 주폐동맥 플랩을 이용하여 좌폐동맥 입구의 혈관성형술을 시행한다(Fig. 1-C, D, E, F). 좌 Blalock-Taussig 단락수술을 받은 1예에서 원위부 좌폐동맥에 위치한 단락을 제거하고 자가 심낭 (autologous pericardium)을 이용하여 확장 후 좌폐동맥 입구는 자가 주폐동맥 플랩을 이용하여 혈관성형술을 시행하였다. 주폐동맥 분지 부위가 심하게 좁았던 경우 주폐동맥 플랩을 이용하여 양쪽 폐동맥 분지 입구를 넓히거나, 우폐동맥 입구는 자가 심낭으로 넓히고 좌폐동맥은 주폐동맥 플랩을 이용하여 혈관성형술을 각각 1예에서 시행하였다.

## 결 과

수술 사망에는 없었다. 발판 및 중환자실 체류 기간(중양값)은 각각 1일과 3일이었다. 24명 중 16명(64%)에서 경관막윤 우심실유출로확장술을 시행하였으며, 나머지 9명에서 폐동맥 관막윤을 보존하면서 주폐동맥 혹은 누두부 확장술을 시행하였다(이 중 4명에서는 주폐동맥과 누두부에 각각 첩포를 이용하여 확장함) (Fig. 2). 24명 중 원위부 주폐동맥 발달이 양호하였던 5명(20%)에서는 어떤 첩포도 사용하지 않고 자가 주폐동맥 플랩만으로 좌폐동맥을 포함한 주폐동맥확장술을 시행하였다(이 중 2명의 환자는 첩포를 이용한 누두부 확장술을 시행함). 중국 연변에서 온 환자 1명을 제외한 23명의 추적관찰 기간(중양값)은 20개월(6~42개월)이었으며, 만기 사망 및 재수술의 예는 없었다. 폐동맥 분지의 협착으로 풍선 혈관성형술을 시행받은 3명을 제외한 나머지 환자에서 의미있는 좌, 우폐동맥 입구의 협착은 관찰되지 않았다. 초기 경험의 2명에서 우폐동맥 입구의 협착으로 각각 수술 후 7개월과 25개월에 풍선 혈관성형술이 시행되었고, 수술 전 양측 폐동맥 입구가 심하게 좁아 자가 심낭과 주폐동맥 플랩을 이용한 좌, 우폐동맥 혈관성형술을 시행했던 1명에서 수술 후 7개월에 좌, 우폐동맥 입구 협착으로 풍선 혈관성형술을 시행하였고, 현재 면밀한 추적관찰 중이다.

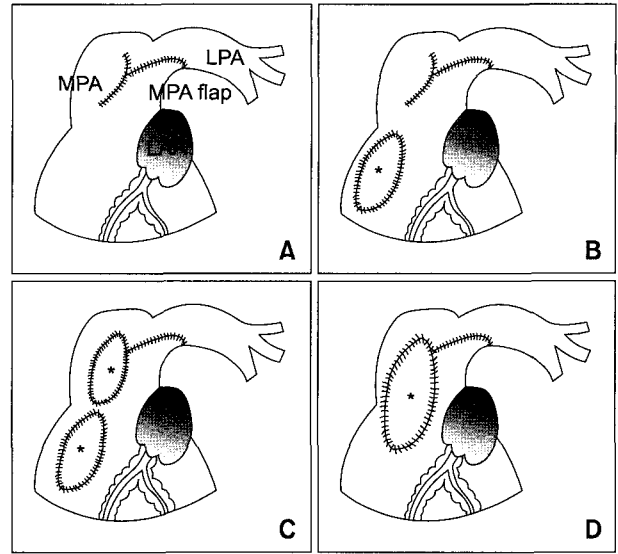
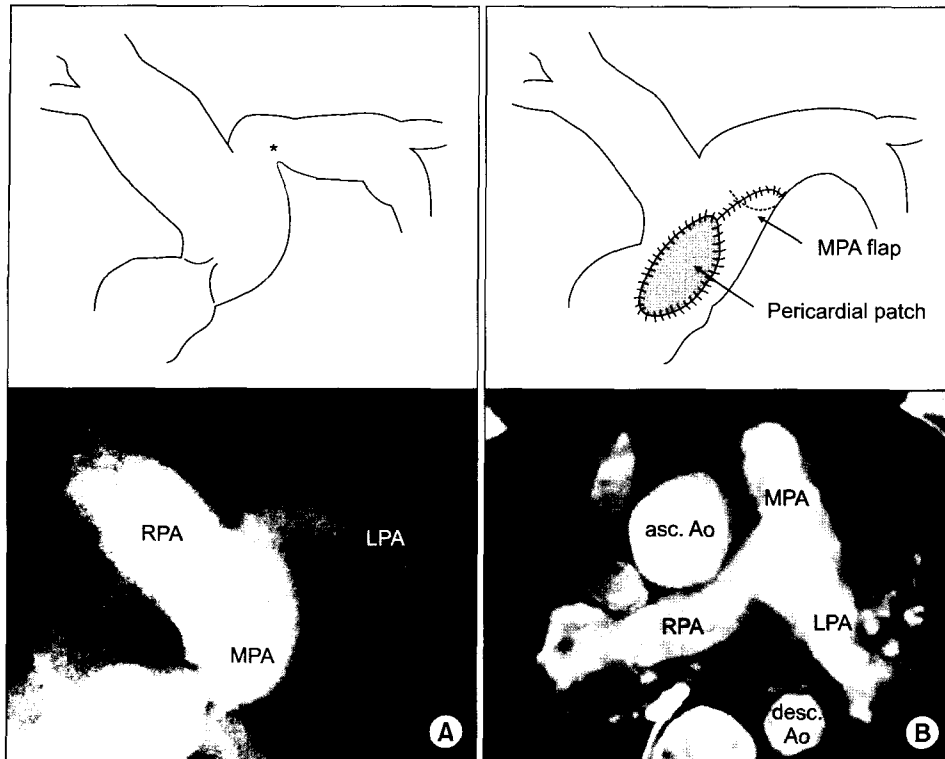


Fig. 2. Types of right ventricular outflow tract reconstruction (RVOTR). (A) RVOTR without no patch (n=3), (B) infundibular patch widening (n=2), (C) separate patch widening with preserving the pulmonary annulus (n=4), (D) transannular RVOTR (n=15)

## 고 찰

최근 활로 4징 환자에서 완전 교정술의 향상된 단기 성적에도 불구하고, 우심실유출로와 관련된 재수술은 아직도 많은 환자에서 필요한 것으로 보고되고 있다<sup>4,5</sup>. 활로 4징 완전 교정술 후 재수술이 필요한 많은 환자에서 폐동맥 협착, 특히 좌폐동맥 입구의 협착이 흔히 관찰되는데<sup>1,3,6</sup>, 이는 수술 시 좌폐동맥 협착이 충분히 해결되지 못했거나, 잔존한 동맥관 조직의 확장 등의 원인이 있을 수 있으나<sup>7</sup>, 경관막 우심실유출로 확장술이 시행된 경우, 이로 인한 폐동맥 폐쇄부전과 우심실 유출로 확장으로 좌폐동맥의 입구가 비틀림이 초래되고, 이러한 좌폐동맥 협착은 폐동맥 폐쇄부전과 우심실 유출로 확장을 더 악화시켜 결국 재수술이 필요하게 된다<sup>1,2</sup>. 또한 비록 좌폐동맥 분지의 해부학적 협착이 없어 확장이 필요하지 않았던 경우라도 경관막 우심실유출로 확장술 후 좌폐동맥 입구의 비틀림 소견이 관찰되었다<sup>1</sup>.

정상 심장과 달리 활로 4징 환자의 많은 경우 우심실유출로가 주폐동맥에서 우폐동맥으로 축을 이루고 좌폐동맥은 주폐동맥의 뒤쪽에서 예각을 이루며 기시하게 된다<sup>2</sup>. 좌폐동맥의 협착을 동반한 주폐동맥 협착의 경우 하



**Fig. 3.** (A) Preoperative angiogram and postoperative CT angiogram in an 8-month-old boy with TOF. Preoperative RV angiogram shows the hypoplastic pulmonary annulus and the stenosis at the LPA origin with an acute angle from the MPA (\*). (B) After LPA angioplasty with an MPA flap and transannular RVOT reconstruction, the LPA origin becomes wide and at obtuse angles with the MPA on the chest CT angiogram 21 months after the operation.

나의 첩포로 좌폐동맥과 주폐동맥을 넓혀주는 혈관성형술 시 이러한 예각으로 인하여 좌폐동맥 입구가 첩포에 의해 접히는 병변이 수술 직후부터 관찰되어 폐동맥 협착이 잔존하는 경우가 종종 있다. 또한 좌폐동맥 협착은 없으나 주폐동맥의 원위부 분지 부위의 협착이 심하여 이 부분까지 첩포로 확장하는 경우에 확장된 우심실유출로 부위에 의해 좌폐동맥 입구가 눌리는 소견이 종종 관찰된다. 이러한 잔존 좌폐동맥 협착을 해결하기 위해 좌폐동맥과 주폐동맥에 각각의 첩포를 이용하여 넓히거나<sup>2,3)</sup>, 좌폐동맥을 잘라내어 주폐동맥의 적당한 곳에 재위치시켜 주폐동맥과 좌폐동맥의 각도를 적절하게 유지하는 방법이 제시되고 있다<sup>1)</sup>. 본 저자는 좌폐동맥과 주폐동맥 사이의 예각으로 인한 잉여 폐동맥 조직을 이용하여 다른 첩포의 사용 없이 주폐동맥 자체만으로 좌폐동맥 입구를 확장할 수 있으며, 주폐동맥과 좌폐동맥 사이를 둔각으로 만들어 우심실유출로의 혈류역학적인 층류(laminar flow)를 가능하게 할 수 있을 것으로 기대한다(Fig. 3).

본 증례 중 3예에서 수술 후 폐동맥 분지 입구의 협착으로 풍선 혈관성형술이 시행되었다. 우폐동맥 입구의 협착이 관찰되었던 2예의 경우, 초기 경험의 환자로서 주폐동맥 플랩을 이용한 좌폐동맥 혈관성형술 시 우폐동맥의

입구가 좁아진 것으로 생각되며 이는 주폐동맥과 좌폐동맥의 각도가 비교적 덜 예각이었던 환자였다. 나머지 1명의 환자는 수술 전에 시행한 컴퓨터단층혈관조영술에서 주폐동맥 원위부의 발달이 미약했고 좌, 우폐동맥 입구의 협착이 심했던 환자로서 자가 심낭을 이용하여 우폐동맥 혈관성형술을, 주폐동맥 플랩을 이용하여 좌폐동맥 혈관성형술을 시행하였던 환자로서 수술 후 양측 폐동맥의 입구의 협착이 발생하였다. 이상의 관찰 소견으로 자가 주폐동맥 플랩을 이용한 좌폐동맥 혈관성형술은 다음 두 가지가 충족되면 좋은 결과가 예상되는데, 첫째, 폐동맥 분지 부위의 주폐동맥이 어느 정도 발달되어 있어야 하고, 둘째, 주폐동맥과 좌폐동맥이 보다 예각을 이루며, 특히 좌폐동맥이 주폐동맥의 후방에서 기시하는 경우에 보다 쉽게 본 성형술을 시행할 수 있을 것으로 생각한다. 폐동맥 분지 부위의 주폐동맥 발달이 현저히 미약한 경우 주폐동맥 플랩을 이용한 좌폐동맥 혈관성형술의 어려움이 있다. 이런 경우 주폐동맥에서 좌폐동맥으로 절개 후 좌폐동맥과 주폐동맥의 후벽만 서로 붙인 후 앞부분은 첩포를 이용한 혈관 확장술이나 두 개의 첩포를 이용하여 폐동맥 분지 부위와 주폐동맥을 각각 확장하는 방법이 고려되어야 할 것으로 생각된다<sup>2,3)</sup>.

## 결 론

해부학적 좌폐동맥 협착으로 좌폐동맥 혈관성형술이 필요하거나 확장된 주폐동맥에 의해 좌폐동맥 입구의 압박이 우려되는 경우 자가 주폐동맥 플랩을 이용한 좌폐동맥 혈관 성형술은 비교적 용이하게 시행될 수 있다. 이러한 주폐동맥 플랩 성형술의 보다 장기적인 관찰이 필요하나, 첩포를 사용하지 않아 첩포의 위축이나 석회화와 같은 문제점들을 피할 수 있고, 자가 주폐동맥의 성장을 기대할 수 있고, 주폐동맥과 좌폐동맥 사이를 둔각으로 유지시킴으로써 우심실 유출로에 의한 압박을 예방하고, 향후 폐동맥 폐쇄부전과 관련된 우심실 유출로 확장에 의한 좌폐동맥의 뒤틀림의 가능성을 줄일 수 있을 것으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

1. McElhinney DB, Parry AJ, Reddy VM, Hanley FL, Stanger P. *Left pulmonary artery kinking caused by outflow tract dilatation after transannular patch repair of tetralogy of Fallot.* Ann Thorac Surg 1998;65:1120-6.
2. Faidutti B, Christenson JT, Beghetti M, Friedli B, Kalangos A. *How to diminish reoperation rates after initial repair of tetralogy of Fallot?* Ann Thorac Surg 2002;73:96-101.
3. Hennein HA, Mosca RS, Urcelay G, Crowley DC, Bove EL. *Intermediate results after complete repair of tetralogy of Fallot in neonates.* J Thorac Cardiovasc Surg 1995;109:332-42.
4. Oechslin EN, Harrison DA, Harris L, et al. *Reoperation in adults with repair of tetralogy of fallot: indications and outcomes.* J Thorac Cardiovasc Surg 1999;118:245-51.
5. Knott-Craig CJ, Elkins RC, Lane MM, Holz J, McCue C, Ward KE. *A 26-year experience with surgical management of tetralogy of Fallot: risk analysis for mortality or late reintervention.* Ann Thorac Surg 1998;66:506-11.
6. 손세정, 한재진, 이영탁, 등. Fallot 4징 교정수술후의 생존 및 문제점. *대흉외지* 1999;32:237-48.
7. Elzenga NJ, von Suylen RJ, Frohn-Mulder I, Essed CE, Bos E, Quaegebeur JM. *Juxtaductal pulmonary artery coarctation. An underestimated cause of branch pulmonary artery stenosis in patients with pulmonary atresia or stenosis and a ventricular septal defect.* J Thorac Cardiovasc Surg 1990; 100:416-24.

=국문 초록=

배경: 최근 활로 4징 교정술의 향상된 성적에도 불구하고, 수술 후 폐동맥 폐쇄부전과 우심실 유출로 확장으로 인한 좌폐동맥의 뒤틀림과 협착의 가능성이 보고되고 있다. 이에 좌폐동맥의 협착이 동반되었거나 협착이 없더라도 우심실 유출로 첩포 확장 시 좌폐동맥이 예각을 이루어 좌폐동맥 뒤틀림의 가능성이 있는 환자에서 첩포를 사용하지 않고 자가 주폐동맥 플랩만을 이용한 새로운 좌폐동맥 혈관성형술의 결과를 보고하고자 한다. 대상 및 방법: 1998년 10월부터 2001년 1월까지 24명의 활로 4징 환자에서 완전교정술 시 좌폐동맥 입구를 자가 주폐동맥 플랩을 이용하여 선택적으로 혈관성형술을 시행하였다. 환자의 연령(중앙값)은 10개월(4~145개월)이었다. 주폐동맥 플랩 좌폐동맥 성형술은 좌폐동맥 입구의 협착이 있었던 19예(79%)와 해부학적 협착은 없었으나 주폐동맥과 좌폐동맥이 예각을 이루어 좌폐동맥 뒤틀림의 위험이 예상되는 5예(21%)에서 시행되었다. 결과: 수술 사망에는 없었다. 24명 중 15명(62%)에서 경관막윤 우심실유출로확장술을 시행하였으며, 나머지 9명에서 폐동맥 판막윤을 보존하면서 폐동맥 혹은 누두부 확장술을 시행하였다. 24명 중 5명(21%)에서는 어떤 첩포도 사용하지 않고 자가 주폐동맥 플랩만으로 좌폐동맥을 포함한 주폐동맥확장술을 시행하였다. 1명을 제외한 23명의 추적관찰 기간(중앙값)은 20개월(6~42개월)이었으며, 만기 사망 및 재수술의 예는 없었다. 2명에서 우폐동맥 근위부 협착으로, 1명에서 좌, 우폐동맥 입구의 협착으로 풍선 혈관성형술이 필요하였다. 결론: 주폐동맥 플랩을 이용한 좌폐동맥 성형술의 보다 장기적인 관찰이 필요하나, 첩포를 사용하지 않아 이와 관련된 문제점들을 피할 수 있고, 자가 주폐동맥플랩의 성장을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 주폐동맥과 좌폐동맥 사이를 둔각으로 유지함으로써 향후 폐동맥 폐쇄부전과 관련된 우심실유출로 확장에 의한 좌폐동맥의 뒤틀림의 가능성을 줄일 수 있을 것으로 생각한다.

- 중심 단어 : 1. 활로 4징  
2. 완전교정술  
3. 좌폐동맥 혈관성형술