

자가심낭막절편을 이용한 심외외측통로 Fontan 수술의 결과

박한기* · 윤영남* · 양홍석* · 유병원** · 최재영** · 박영환*

Results of Extracardiac Pericardial-flap Lateral Tunnel Fontan Operation

Han Ki Park, M.D.*, Young Nam Youn, M.D.*, Hong-Seok Yang, M.D.*, Byoung Won Yoo, M.D.**
Jae Young Choi, M.D.**, Young-Hwan Park, M.D.*

Background: Extracardiac pericardial-flap lateral tunnel Fontan operation has theoretical advantage of growth potentiality of the extracardiac tunnels. The mid-term results of this technique and morphologic change of the lateral tunnel were studied. **Material and Method:** Clinical data was reviewed in 42 patients who underwent extracardiac pericardial-flap lateral tunnel Fontan operation between November 1993 and December 2004. The age was 2.8 ± 1.5 years and the body weight was 12.3 ± 3.2 kg. Extracardiac tunnel was constructed using the pedicled pericardium with the base undetached. By reviewing the follow-up cardiac angiograms, the diameter and the cross-sectional area of the lateral tunnel was compared to those of inferior vena cava. **Result:** There were four operative mortality cases (9.8%) and the causes of death were low cardiac output for all four cases. Postoperatively, five patients had prolonged pleural effusion longer than two weeks and one patient required a permanent pacemaker due to complete heart block. Follow-up was possible in 37 patients and the follow up duration was 3.8 ± 2.2 years. During that period, one patient died, of upper gastrointestinal bleeding combined with heart failure and one patient died a sudden death of unknown cause. Two patients required reoperation due to subaortic stenosis and anastomosis site stenosis between inferior vena cava and lateral tunnel. In one patient, bradyarrhythmia was anew but there was no thromboembolic complication. The lateral tunnel showed growth in proportion to the size of the inferior vena cava. **Conclusion:** Extracardiac pericardial-flap lateral tunnel Fontan operation is relatively simple and safe. The mid-term result was favorable and the extracardiac tunnel showed potential for growth.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2006;39:281-288)

Key words: 1. Congenital heart disease
2. Hemodynamics
3. Pericardium
4. Outcome assessment
5. Fontan operation

서 론

기능적 단심실의 치료를 위해 Fontan 순환을 형성하게

되면 폐순환을 위한 혈액펌프가 없어지게 되므로 전신순환정맥혈류가 폐순환으로 유입되는 경로에서 에너지 손실을 최소화하는 것이 혈류역학적으로 매우 중요하다. 이

*연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Yonsei University

**연세대학교 의과대학 소아과학교실

Department of Pediatrics, Yonsei University College of Medicine

†본 논문은 2005년 대한흉부외과학회 제37차 추계학술대회에서 발표되었음.

논문접수일 : 2005년 11월 28일, 심사통과일 : 2006년 1월 24일

책임저자 : 박영환 (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134, 신촌세브란스병원 심장혈관병원 심장혈관외과

(Tel) 02-2228-8484, (Fax) 02-313-2992, E-mail: yhpark@yumc.yonsei.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

Table 1. Anatomic diagnoses

Primary diagnosis	Number of patients
Tricuspid atresia	8
Pulmonary atresia with intact ventricular septum	8
Double outlet right ventricle	5
Double inlet left ventricle	3
Other complex functional single ventricle	18

를 위해서는 균일한 튜브형태의 통로를 통해 체정맥혈류를 폐동맥으로 유도하는 것이 우심방과 폐동맥을 직접 연결하는 고전적인 Fontan 수술보다 유리하다는 것이 밝혀졌다[1-3]. 체정맥혈류를 폐동맥으로 유도하는 통로를 튜브형태로 만들기 위해서 다양한 술식들이 개발되어 적용되었다. Puga 등[4]은 심방내부에 인공재료를 덧대어 튜브형태로 만들어 하대정맥의 혈류를 폐동맥으로 유도하는 심방내외측통로(intraatrial lateral tunnel) 술식을 개발하였다. 이 방법은 전신정맥혈류가 층류(laminar flow)를 유지하여 에너지 손실을 최소화할 수 있고 따라서 중심정맥압을 낮게 유지할 수 있지만[1,5], 인조 물질을 사용하며, 수술을 위해서는 심정지를 유도해야 하고, 심방을 크게 절개해야 한다는 단점이 있다. Hvass 등[6]은 심낭막을 이용하여 심장외부에 측부통로를 만드는 방법을 제안하였고 이 방법은 인조재료를 사용하지 않기 때문에 혈전생성이 적고 외측통로가 환자의 체격에 맞추어 성장할 것이라는 이론적 장점과 더불어 심정지 없이 수술이 가능하다는 이점을 가지고 있다[7].

최근에는 인조혈관을 이용해 하대정맥의 혈류를 폐동맥으로 흐르도록 해주는 심외도관 총대정맥폐동맥연결술(extracardiac conduit total cavopulmonary connection)의 기법을 많이 사용하며, 흔히 polytetrafluoroethylene (PTFE)을 심외도관으로 사용한다[8-11]. 이러한 수술기법을 사용하면 매우 균일한 튜브형태의 도관을 아주 쉽게 설치할 수 있기 때문에 혈류역학적으로 매우 우수한 결과를 기대할 수 있으며, 심방의 어느 부분도 높은 압력의 Fontan 순환에 직접적으로 노출되지 않고, 심방에 가해지는 봉합선을 최소화할 수 있어 장기적으로 부정맥의 발생도 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 인조혈관은 성장할 수 없기 때문에 체격과 하대정맥의 크기에 비해 큰 도관을 넣게 된다. 이런 경우 오히려 혈관의 직경차이 때문에 혈류역학적으로 비효율적인 것으로 보고되었다[12].

Table 2. Previous procedures

Procedure	Number of patients	%
Bidirectional cavopulmonary shunt	36	86
Systemic-to-pulmonary artery shunt	22	52
Pulmonary artery reconstruction	5	12
Extension of ventricular septal defect	3	7.1
Repair of atrioventricular valve	3	7.1
Pulmonary artery banding	2	4.8
Repair of coarctation of aorta	2	4.8

이에 비해 심낭막을 이용한 심외측통로 Fontan 수술의 경우 심외통로의 크기를 하대정맥의 크기에 맞추어 제작이 가능하기 때문에, 심낭막이 향후 적절히 성장한다면 하대정맥의 크기에 맞는 혈액통로를 구성하면서도 재수술을 피할 수 있는 좋은 수술방법이 될 것이다. 그러나 자가심낭막을 이용해 심외측부통로를 형성한 경우 중장기 결과에 대한 보고와 심외통로가 어떠한 모양으로 성장하는가에 대한 연구는 불충분한 실정이다. 자가심낭막을 이용해 심외외측통로 Fontan 수술을 시행 받은 환자의 수술 후 단기 및 중기결과를 살펴보고, 심외외측통로의 성장 및 형태학적 변화를 알아보기 위해 본 연구를 수행하였다.

대상 및 방법

1993년 11월부터 2004년 12월 사이에 자가심낭막절편을 이용한 심외측부통로 Fontan 수술(extracardiac pericardial-flap lateral tunnel Fontan operation)을 시행 받은 42명 환자의 임상자료를 검토하였다. Fontan 수술 시 환자의 나이는 2.8 ± 1.5 (1.2~6.9)세였으며 2세 이하가 20명이었다. 체중은 12.3 ± 3.2 (8~22) kg이었다.

단심실교정의 적응증이 되는 일차적인 심장내기형은 삼첨판폐쇄와 심실중격이 온전한 폐동맥폐쇄가 가장 많았으며, 그 외 다양한 형태의 기능적단심실이 포함되어 있었다(Table 1). 13명의 환자에서 내장역위증(heterotaxia syndrome)이 동반되어 있었고, 이 중 3명의 환자에서 하대정맥이 단절되어 기정맥으로 연결되는 체정맥기형이 동반되어 있었고, 이 경우에는 간정맥이 하대정맥과는 별개로 심방으로 유입되었다.

2명을 제외한 40명의 환자가 수술 전 64회의 고식적 수술을 시행 받았으며(Table 2), 36예에서 양방향성 상대정

맥-폐정맥단락(bidirectional cavopulmonary shunt)을 거쳐 단계적 Fontan 수술을 시행받았다.

수술 전 동맥혈산소포화도(SaO₂)는 83±6%였고, 39명의 환자가 정상동율동을 보였으나 1명의 환자에서는 간헐적인 심실빈맥을, 2명의 환자에서는 상심실성부정맥을 동반하고 있었다. 중등도 이상의 방실판막폐쇄부전은 7명에서 관찰되었고, 폐동맥협착을 보인 경우는 14에였으며, 폐동맥지수(pulmonary artery index)는 220±79였다.

1) 수술

수술은 상대대동맥에 동맥캐놀라를, 상대정맥과 하대정맥에 정맥캐놀라를 삽입하여, 중등도 저체온 체외심폐순환 상태에서 시행하였다. 수술은 Gundry 등[7]이 제시한 술식을 이용하였다. 즉 체외심폐순환이 시작되면 하대정맥이 유입되는 측의 심낭을 조심스럽게 박리하고 아래쪽은 횡격막 직상방에서, 위쪽은 폐동맥 높이에서 환자의 앞에서 등쪽 방향으로 심낭막을 절개하였으며, 횡격막신경이 있는 곳까지 절개를 연장하였다. 다음 하대정맥이 우심방으로 유입되는 부위에서 하대정맥의 앞쪽 절반을 횡으로 절개한 뒤 심방쪽 절개면은 절개되지 않고 연결되어 있는 하대정맥의 뒤쪽 면에 봉합하였다. 다음 심낭막의 기저부를 유지한 상태로 내측으로 말아 아래쪽 절개선을 하대정맥의 절단면에 봉합하였고, 균일한 내경을 유지하도록 주의하며 심낭막을 도관형태로 우심방의 외측벽에 흡수성봉합사를 이용하여 연속봉합방법으로 봉합하였다. 봉합이 폐동맥에 이르면 폐동맥의 아래쪽 면에 절개를 가하고 심낭막을 이용해 만든 심외도관이 폐동맥절개에 연결되도록 단-측 문합을 시행하였다. 즉 자가심낭막의 기저부를 유지한 채로 박리하여 심낭막과 우심방으로 형성된 체외측부통로를 형성하고 도관형태의 측부통로를 통해 하대정맥의 혈류를 폐동맥으로 유도하는 형태로 만들어 주었다. 이전에 상대정맥-폐동맥단락을 시행 받지 않은 경우에는 상대정맥을 우심방과의 경계부에서 절단하여 폐동맥의 위쪽 면 절개에 단-측 문합해 주었다.

수술 전 단심실교정의 고위험군으로 판단되는 경우와 수술 후 체외심폐순환을 종료한 상태에서 중심정맥압이 높은 경우에는 심방벽에 구멍을 내는 방법으로 심장의외통로와 심방 사이에 연결(fenestration)을 만들어 주었다. 14명의 환자에서 폐동맥성형술을 시행하였는데, 중심폐동맥 혹은 체외통로를 설치한 동측 폐동맥기시부에 협착이 있는 경우에는 심외통로가 폐동맥에 연결되는 부위에서 심낭막을 넓게 재단하여 폐동맥을 확장하는 방법으로 측부

통로를 폐동맥에 문합함과 동시에 폐동맥성형이 되도록 하였다. 방실판막폐쇄부전으로 3명의 환자에서 방실판막수선을 하였으며, 1명의 환자에서는 기계판막을 이동해 방실판막을 치환하였다. 대혈관전위증을 동반한 삼첨판폐쇄증이 있는 1명의 환자에서 대동맥하협착을 교정하기 위해 팽대심실구멍(bulboventricular foramen)을 확장하였다. 평균 체외심폐순환 시간은 110±46분이었고, 대동맥차단 시간은 63±37분이었다.

2) 수술 후 관리 및 체외통로의 크기 측정

수술 후 6개월간 경구용 항응고제를 투여해 항응고도법을 유지한 뒤 항혈소판제제(Aspirin)로 전환해 지속적으로 투여하였으며, 부정맥 혹은 Fontan 혈류장애가 있는 경우에는 항응고요법을 지속하였다.

외래추적관찰 시에는 연 1회 이상 심초음파를 시행하고, 수술 후 1년 후에 심장조영술을 시행해 혈류역학적 평가를 하는 것을 원칙으로 하였다. 수술 후 6개월 이후에 심장조영술을 시행한 경우에 이 자료를 이용하여 체외통로의 성장을 분석하였다. 심장조영술과 전산화단층촬영에서 측부통로의 전후 및 좌우 직경을 측정하였으며, 이 값을 하대정맥 전후 및 좌우 직경과 비교하였다. 하대정맥의 직경은 심외통로와의 문합부위 직하부에서 측정하였으며, 측부통로의 직경은 원칙적으로 하대정맥과 폐동맥 사이의 중간부위에서 측정하였으나, 측부통로가 하대정맥에 비해 좁아져 있거나 혹은 확장되어 있는 경우에는 가장 직경이 크거나 작은 부위에서 측정하였다.

결 과

1) 조기결과

수술 후 4명(9.8%)의 환자가 각각 1일, 2일, 8일과 14일 뒤에 사망하였으며, 사망원인은 모두 저심박출증이었다. 생존 환자들의 수술 직후 중심정맥압은 평균 15.2±3.3 mm.Hg 이었으며, 중환자실 재원기간의 중앙값은 4일이었다.

5명의 환자에서 수술 후 부정맥이 발생하였다. 1명의 환자에서는 상심실성빈맥이 일시적으로 나타났으며, 3명의 환자에서 동방결절기능장애로 인한 서맥성부정맥이 나타났는데, 퇴원 전 모두 회복하였다. 또 다른 한 명에서는 완전방실차단이 나타나 수술 후 18일에 영구심박동기를 삽입하였다. 신경계 합병증으로는 1명의 환자에서 수술 후 발작(seizure)이 있었으나 신경계 후유증은 나타나지 않았다. 2주 이상 흉막삼출이 지속된 경우는 5명이었다.

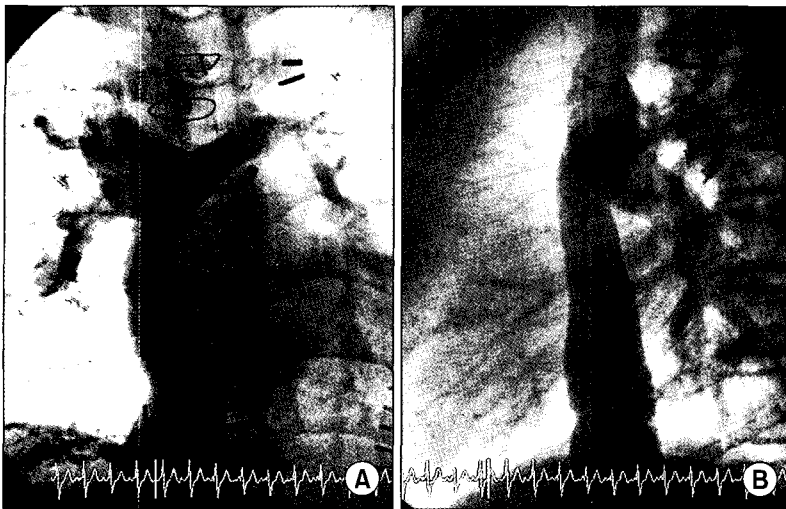


Fig. 1. Angiogram of the inferior vena cava and extracardiac lateral tunnel after pericardial-flap extracardiac lateral tunnel total cavopulmonary connection. (A) anteroposterior view and (B) lateral view showing smooth-walled tubular structure leading from inferior vena cava to pulmonary artery.

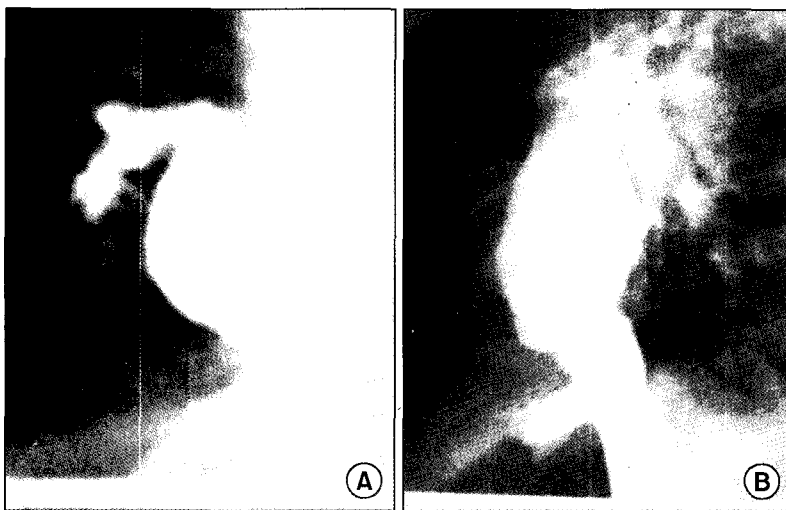


Fig. 2. Angiogram after pericardial-flap extracardiac Fontan operation. (A) anteroposterior and (B) lateral view showing dilated extracardiac lateral tunnel.

수술 후 합병증으로 횡격막마비나 중격동감염이 발생한 경우는 없었다.

2) 추적관찰 결과

수술 사망환자를 제외한 38명의 환자 중 추적실패 1명을 제외한 37명의 환자를 최장 11.7년(3.8 ± 2.2 년) 동안 외래에서 추적 관찰하였다. 2명의 환자가 추적 관찰 기간 중 사망하였는데, 수술 후 방실차단으로 심박동기를 넣었던 환자가 3개월 만에 심부전 및 상부위장관출혈로 사망하였으며, 또 다른 환자는 수술 후 2년 뒤에 알 수 없는 원인으로 급사하였다.

추적관찰기간 중 2명의 환자에서 재수술이 필요하였다. 삼첨판쇄증으로 4.9세에 Fontan 수술을 시행 받았으며

하대정맥과 체외통로 사이의 문합부위가 좁아 4.4개월 후 이 부위를 첩포를 이용해 넓혀주는 수술을 받았다. 또 다른 경우는 대혈관전위증을 동반한 삼첨판쇄증으로 1.4세에 Fontan 수술을 시행한 환자에서, 대동맥판막하 협착이 진행되어 Fontan 수술 후 2.1년 뒤에 심실중격결손을 절제해 넓혀주는 재수술이 필요하였다.

추적관찰이 가능하였던 모든 환자에서 심초음파검사가 시행되었고, 수술 후 6개월 이후에 18명의 환자에서 심장조영술을 시행하였다.

심초음파검사와 심장조영술에서 심외통로에서 혈전이 발견된 경우는 없었으며 혈전 및 색전증에 의한 합병증이 발생한 경우도 없었다. 추적 기간 중 새로 발생한 부정맥은 1명에게서 발견되었으며, 서맥성부정맥의 양상을 나타

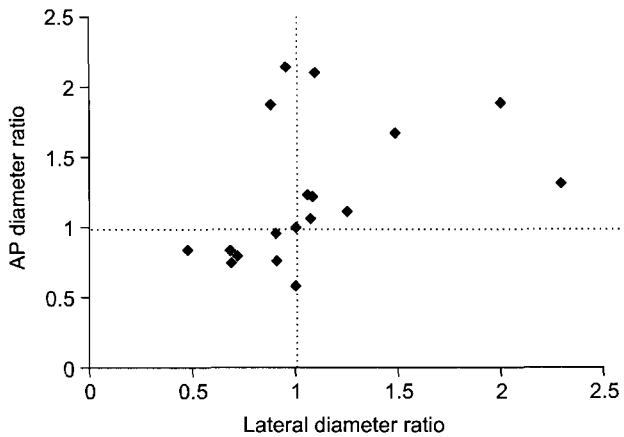


Fig. 3. Distribution chart of the anteroposterior and lateral diameter ratio of extracardiac pericardial-flap tunnel to inferior vena cava.

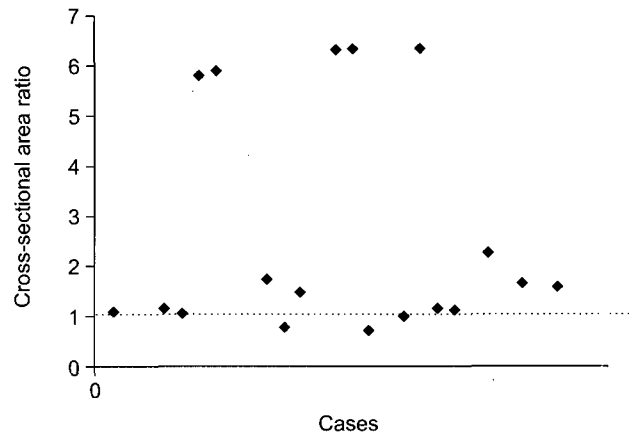


Fig. 4. Distribution chart of the cross-sectional area ratio of extracardiac pericardial-flap lateral tunnel to inferior vena cava ratio.

내었다. 34명의 환자가 NYHA I 혹은 II에 해당되는 기능 상태를 보였으며 2명의 환자는 NYHA III에 해당되었다.

3) 혈액학적 평가 및 심낭막 심외측부통로의 성장

수술 후 6개월 이후에 심도자술 및 심장조영술을 시행한 환자는 18명이었다. 심도자검사서 상대정맥의 압력은 15.1 ± 3.4 mmHg, 하대정맥의 압력은 16.1 ± 4.2 mmHg로 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, 하대정맥과 폐동맥 사이에 혈류장애를 보이는 경우는 없었다.

심장조영술의 전후 및 측부촬영에서 심외외측통로의 형태와 혈류의 흐름을 관찰하였다. 대부분의 경우에 하대정맥에서 폐동맥으로 균일한 형태의 도관이 유지되고 있었으며(Fig. 1), 이를 따라 하대정맥의 혈류가 와류의 형성 없이 폐동맥으로 유입되었다. 심외측부통로가 좁아져 혈류 장애를 나타낸 경우는 없으나 5명의 환자에서는 심외측부통로의 중간 부위의 직경이 커지며 늘어난 모양이 관찰되었다(Fig. 2).

하대정맥의 직경에 대한 심외통로의 직경의 비(ratio)는 전후직경의 경우 1.1 ± 0.5 , 좌우직경의 경우 1.2 ± 0.5 로 심외통로의 직경이 하대정맥과 비슷한 양상을 나타내었다(Fig. 3). 심외통로의 단면적과 하대정맥의 단면적의 비율은 2.6 ± 2.3 이었으며, 단면적 비의 분포도(Fig. 4)를 보면 5예에서만 심외통로가 확장되어 있었고 나머지 환자에서는 비교적 하대정맥과 단면적의 비율이 크게 차이를 보이지는 않았다.

고 찰

심외총대정맥폐정맥연결법(extracardiac total cavopulmonary connection)은 수술기법이 비교적 간단하고, 심정지 없이 수술이 가능하며, 폐정맥환류 혹은 방실판막의 유입 혈류장애를 초래할 확률이 적기 때문에 현재 기능적단심실의 교정에 가장 많이 이용되는 수술기법 중 하나이다. 하대정맥과 폐동맥 사이에 인조혈관을 이용해 연결하는 방법은 비교적 균일한 직경의 도관을 쉽게 설치할 수 있고, 우심방벽에 절개선과 봉합을 피할 수 있다는 장점이 있지만, 도관이 성장할 수 없다는 단점이 있다. 그러므로 재수술을 피하기 위해 실제 환자의 체격과 하대정맥의 크기에 비해 큰 도관을 이용해 수술을 하게 된다. 그러나 이러한 경우 하대정맥과 인조혈관도관의 경계부에서 단면적이 급격히 증가하므로 오히려 혈액학적으로 에너지 손실이 크고, 하대정맥의 직경과의 직경비가 1.5가 넘게 되면 혈액학적으로 매우 불리한 것으로 알려져 있다[12]. 정상 한국인에서 측정된 하대정맥 직경의 평균치는 20~24 mm이며[13-15], 일반적으로 Fontana 수술을 시행 받는 2~4세에는 하대정맥의 직경이 정상성인 크기의 약 60~80% 정도에 이르므로, 직경 18~20 mm 정도의 도관을 체외도관으로 사용할 수 있는 경우도 많이 있다[11,16,17]. 그러나 하대정맥의 크기가 작은 경우, 혹은 체격이 작아 직경이 큰 도관을 넣을 공간이 충분하지 않는 경우에는, 심외도관을 사용하기 위해서는 큰 직경의 도관에 의한 혈액학적으로 불리함을 감수하든가 혹은 체격에 맞는 작은 도관을 사용하고 후에 재수술을 염두에 두어야 한다.

심낭막을 이용한 심외통로를 하대정맥과 폐동맥 사이
에 만드는 경우에는 자가조직만을 이용하여 심외통로의
형성이 가능하기 때문에 하대정맥과 동일한 직경의 심외
통로를 형성할 수 있고, 심외통로가 환자의 체격이 커짐
에 따라 같이 성장할 수 있다는 이론적 장점이 있다. 일부
연구에서 심장의외통로의 크기가 증가하는 것을 관찰하여,
실제로 성장한다고 보고하였다[18]. 본 연구에서는 심외외
측통로가 환자의 체격이 커짐에 따라 같이 성장하는가를
알아보기 위해 추적관찰기간 중 시행한 혈관조영술에서
하대정맥과의 직경과 단면적을 비교해 보았다. 하대정맥
의 혈류를 폐동맥으로 전달하는 심외외측통로의 역할을
고려한다면 하대정맥-심외외통로의 직경 및 단면적의 비교
가, 심외도관의 크기를 환자의 키 혹은 체표면적과 같은
수치와 비교한 것보다 의미가 크다고 생각된다. 본 연구
에 포함된 환자군에서는 대부분의 경우에 심외도관이 좁
거나 혹은 확장된 부위 없이 비교적 균일한 형태로 성장
하는 것을 관찰할 수 있었다. 일부 환자에서는 심외통로
가 확장되는 현상이 관찰되었고, 심외통로의 문제로 재수
술이 필요한 경우도 있었다. 즉 1명의 환자에서 심외통로
와 하대정맥 사이가 좁아 재수술이 필요하였으나 이 경우
도 재수술이 4.4개월에 필요하였던 것으로 보아 문합부위
가 성장하지 않아서라기 보다는 수술 시부터 문합부위가
좁게 연결되었던 것으로 생각되며 가능한 하대정맥의 단
면적과 동일한 연결을 형성하는 노력으로 이러한 문제의
발생을 예방할 수 있을 것으로 생각된다.

심외통로의 크기가 하대정맥에 비례해 커지는 현상이
실제로 심낭막이 성장한 결과인지 혹은 외측통로의 일부
분을 형성하는 우심방이 높은 중심정맥압에 의해 단순히
늘어난 결과인지는 명확히 알 수가 없다. 그러나 하대정
맥에 비례해 균일한 도관모양으로 커지는 것을 감안한다
면 심낭막의 성장에 의한 요소 없이 단순히 심낭막의 확
장에 의해서만 얻어진 결과는 아니라고 추정된다.

이러한 술식은 자가심낭막이 체외통로를 형성할 수 있
을 만큼 충분히 확보되어야 하며, 혈전형성을 최소화하기
위해서는 표면이 매끈해야 한다. 저자들의 경험에 의하면
처음 정중흉골절개를 통해 수술하는 환자들뿐만 아니라,
이전에 흉골절개를 통해 고식적 수술을 받은 경우에도 대
부분 심낭막의 상태가 양호하여 심외도관을 제작하는 데
무리가 없었다. 본 연구에 포함된 환자군에서는 심외외측
통로를 형성하기 위해 자가심낭막 조직만을 사용하였으
며, 인공재료를 사용한 경우는 없었다. 오히려 폐동맥협착
이 있는 경우에는 심낭막의 폐동맥쪽을 크게 재단하여 폐

동맥성형에 이용할 수 있었다. 기능적 단심실 환자에서는
고식적 수술을 시행하며 가능한 한 하대정맥이 유입되는
쪽의 심낭막을 여유 있게 남겨놓는다면 심낭막이 부족하
여 사용하지 못하는 경우는 피할 수 있을 것이다. 수술 후
추적관찰한 결과에서도 심외도관에 혈전이 생기거나 색
전증이 발생한 경우는 없었으므로, 재수술로 인해 심낭막
유착이 있었던 경우라도 수술 후 적절한 항응고제요법으
로 혈전의 생성을 피할 수 있고 따라서 심낭막 사용의 급
기로 여길 필요는 없을 것으로 생각된다.

Fontan 수술 후 횡격막신경마비가 발생하게 되면 Fontan
혈류를 악화시킬 수 있으므로[19], 본 술식을 사용하는 경
우에는 심낭막을 재단하는 과정에서 횡격막신경을 다치
지 않도록 주의하여야 한다. 횡격막신경까지 심낭막을 절
개해야 하므로 횡격막신경이 손상 받을 확률이 높을 것으
로 예상되나 본 연구에 포함된 환자군에는 횡격막신경이
손상 받은 경우는 없었으며, 심낭막을 이용해 심외외측
기법으로 수술 받은 54명의 환자를 대상으로 결과를 분석
한 Kavarana 등[20]의 연구결과에서도 수술 후 합병증으로
횡격막 손상이 나타난 경우는 없었다. 심낭막의 외측에서
관찰하면 횡격막신경을 확인할 수 있으므로 횡격막신경
가까이 절개를 피하고, 전기소작기를 사용을 최소화하며,
체외통로를 형성하기 위해 심낭막에 봉합을 할 때 심낭막
의 내측에서 봉합사의 바늘이 심낭막의 전층이 아닌 내측
면만 뜨도록 하면 횡격막신경 손상을 피할 수 있다.

심낭막심외외측술식의 기능적인 중기 성적은 비교적
양호하다. 추적관찰기간 중 2명을 제외한 모든 환자가
NYHA 기능분류 1 혹은 2에 해당되었으며, 추적관찰기간
중 시행한 심도자검사와 심초음파에서 비교적 양호한 혈
역학적 상태를 나타내었다. 그러나 심낭막을 말아 우심방
외측 벽에 봉합함으로써 심외도관을 형성하는 이러한 수
술기법은 우심방의 일부가 심외외통로의 일부를 형성하게
되므로 높은 압력에 우심방이 노출되는 경우를 피할 수
없게 된다. 또한 우심방에 많은 봉합을 시행하게 된다. 우
심방 전체가 아닌 일부가 높은 압력에 포함되는 경우 장
기적으로 부정맥의 발생을 증가시키는가에 대해서는 명
확히 밝혀져 있지 않으나, 우심방에 가해지는 긴 봉합선
은 심방조동의 발생을 증가시킨다고 보고되어 있어[21]
장차 부정맥의 발생이 높아질 것이 예상된다. 본 연구의
환자군에서는 추적관찰기간 동안 1명의 환자에서만 서맥
성부정맥이 발생하였으나 장기 결과를 논하기에는 추적
관찰기간이 짧아 장기적인 결과를 알아보기 위해서는 오
랜 기간 관찰이 필요하다고 하겠다.

결 론

자가심낭막을 이용한 심외도관 Fontan 수술법은 술식이 비교적 간단하고 안전한 방법이며, 이전에 정중절개를 통한 개흉술을 시행한 경우에도 심낭막을 이용해 심외통로의 형성이 가능하였다. 장기적인 결과는 좀 더 오랜 기간 추적관찰이 필요하지만, Fontan 수술 후 주요 증상기 합병증인 부정맥의 발생과 혈전색전증을 포함한 중기 결과는 양호하며 혈류역학도 우수한 상태로 유지되었다. 심낭막을 이용해 제작한 심외통로는 하대정맥의 크기와 비례해 성장하는 양상을 보이므로 하대정맥의 크기가 작거나 혹은 체격이 작아 큰 심외도관을 이용한 Fontan 수술이 어려운 경우에는 유용한 수술기법이 될 것이다.

참 고 문 헌

- De Leval MR, Kilner P, Gewillig M, Bull C. *Total cavopulmonary connection: a logical alternative to atriopulmonary connection for complex Fontan operations. Experimental studies and early clinical experience.* J Thorac Cardiovasc Surg 1988;96:682-95.
- Lee JY, Kim YJ, Rho JR. *Mid-term results of intracardiac lateral tunnel Fontan procedure in the treatment of patients with a functional single ventricle.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1998;31:472-80.
- Stamm C, Friehs I, Mayer JE, et al. *Long-term results of the lateral tunnel Fontan operation.* J Thorac Cardiovasc Surg 2001;121:28-41.
- Puga FJ, Chiavarelli M, Hagler DJ. *Modifications of the Fontan operation applicable to patients with left atrioventricular valve atresia or single atrioventricular valve.* Circulation 1988;76:53-60.
- Pearl JM, Laks H, Stein DG, Drinkwater DC, George BL, Williams RG. *Total cavopulmonary anastomosis versus conventional modified Fontan procedure.* Ann Thorac Surg 1991;52:189-96.
- Hvass U, Pansard Y, Bohm G, Depoix JP, Enguerrand D, Worms AM. *Bicaval pulmonary connection in tricuspid atresia using an extracardiac tube of autologous pediculated pericardium to bridge inferior vena cava.* Eur J Cardiothorac Surg 1992;6:49-51.
- Gundry SR, Razzouk AJ, del Rio MJ, Shirali G, Bailey LL. *The optimal Fontan connection a growing extracardiac lateral tunnel with pedicled pericardium.* J Thorac Cardiovasc Surg 1997;114:552-8.
- Kim WH, Chung DH, Kim SC, et al. *Early results of extracardiac Fontan operation.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1998;31:650-9.
- Humes RA, Feldt RH, Porter CJ, Julsrud PR, Puga FJ, Danielson GK. *The modified Fontan operation for asplenia and polysplenia syndromes.* J Thorac Cardiovasc Surg 1988;96:212-8.
- Nawa S, Teramoto S. *New extension of the Fontan principle: inferior vena cava-pulmonary artery bridge operation.* Thorax 1988;43:1022-3.
- Sung SC, Kim S. *Early and midterm results of the extracardiac Fontan operation and the change of internal diameter of the conduit.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2002;35:177-81.
- Lardo AC, Webber SA, Friehs I, Del Nido PJ, Cape EG. *Fluid dynamic comparison of intra-atrial and extracardiac total cavopulmonary connections.* J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:697-704.
- Ettinger E, Steinberg I. *Angiographic measurement of the cardiac segment of the inferior vena cava in health and cardiovascular disease.* Circulation 1962;26:508-15.
- Prince MR, Novelline RA, Athanasoulis CA, Simon M. *The diameter of the inferior vena cava and its implications for the use of vena caval filters.* Radiology 1983;149:687-9.
- 황여주, 이창하, 이재웅 등. 한국인 정상 성인의 하대정맥 크기 측정을 통한 심외도관 폰탄수술에서의 도관 크기의 걱정성에 관한 연구. 2005 대한흉부외과학회 제37차 추계학술대회.
- Alexi-Meskishvili V, Ovroutski S, Ewert P, et al. *Optimal conduit size for extracardiac Fontan operation.* Eur J Cardio-thorac Surg 2000;18:690-5.
- Uemura H, Yagihara T, Kawahira Y, Yoshikawa Y, Kitamura S. *Total cavopulmonary connection in children with body weight less than 10 kg.* Eur J Cardio-thorac Surg 2000;17:543-9.
- Chowdhury UK, Airan B, Kothari SS, et al. *Specific issues after extracardiac Fontan operation: ventricular function, growth potential, arrhythmia, and thromboembolism.* Ann Thorac Surg 2005;80:665-72.
- Amin Z, McElhinney DB, Strawn JK, et al. *Hemidiaphragmatic paralysis increases postoperative morbidity after a modified Fontan operation.* J Thorac Cardiovasc Surg 2001;122:856-62.
- Kavarana MN, Pagni S, Recto MR, et al. *Seven-year clinical experience with the extracardiac pedicled pericardial Fontan operation.* Ann Thorac Surg 2005;80:37-43.
- Fishberger SB, Wernovski G, Gentles TL, et al. *Factors that influence the development of atrial flutter after the Fontan operation.* J Thorac Cardiovasc Surg 1997;113:86-6.

=국문 초록=

목적: 자가심낭막을 절편으로 이용한 심외외측통로 Fontan 수술은 심외통로가 성장할 수 있다는 이론적 장점을 가지고 있다. 이 수술기법의 중기성적과 심외통로의 형태학적 변화를 연구하였다. **대상 및 방법:** 1993년 11월부터 2004년 12월 사이에 자가심낭막절편을 이용한 심외외측통로 Fontan 수술을 시행 받은 42명 환자의 임상자료를 검토하였다. 환자의 나이는 2.8 ± 1.5 세였으며, 체중은 12.3 ± 3.2 kg이었다. 체외외측통로는 자가심낭막을 이용하여 기저부를 유지한 상태로 제작하였다. 추적관찰 심조영술을 검토하여 하대정맥에 대한 심외통로의 직경과 단면적을 비교해 보았다. **결과:** 수술사망은 4명 (9.8%)이었으며, 4예 모두 저심박출증으로 사망하였다. 5명의 환자에서 2주 이상 흉막삼출이 지속되었으며, 1명의 환자가 완전방실차단으로 영구심박동기를 삽입을 요하였다. 37명에서 추적관찰이 가능하였으며 추적관찰기간은 3.8 ± 2.2 년이었다. 2명의 환자가 추적관찰기간 중 사망하였는데, 사망의 원인은 각각 상부장관출혈과 원인을 알 수 없는 급사였다. 2명의 환자에서 각각 대동맥판막하 협착과, 심외통로와 하대정맥의 연결부위 협착으로 재수술을 받았다. 추적 기간 중 새로 발생한 부정맥은 1명에게서 발견되었고, 혈전 및 색전증에 의한 합병증은 발생하지 않았다. **결론:** 자가심낭막을 이용한 심외외측통로 도관 Fontan 수술법은 술식이 비교적 간단하고 안전한 방법이다. 수술 후 중기 성적은 양호하며, 심외통로는 성장할 수 있었다.

- 중심 단어 : 1. 선천성심장기형
2. 혈류역학
3. 심낭막
4. 결과 평가
5. Fontan 수술