

# 심장 재활 측면에서 바라본 선천성 심장병의 분류와 심장 재활 프로그램의 중요성

곽 재 건

서울대학교어린이병원 소아흉부외과

## Classification of Congenital Heart Disease from the Perspective of Cardiac Rehabilitation and the Importance of Cardiac Rehabilitation Programs

Jae Gun Kwak, M.D., Ph.D.

Division of Congenital and Pediatric Cardiac Surgery, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,  
Seoul National University Children's Hospital, Seoul 03080, Korea

### Abstract

Advancements in prenatal diagnostics and surgical techniques have significantly improved the management and survival outcomes of congenital heart disease (CHD) patients. Early detection, often during the fetal stage, enables timely intervention and preparation for neonatal care, improving survival rates and reducing complications. However, the growing number of adult CHD survivors underscores the need for comprehensive long-term care strategies, including cardiac rehabilitation programs. From the perspective of cardiac rehabilitation, CHD can be classified by its impact on cardiovascular function and the need for therapeutic interventions after primary repair. Bi-ventricular circulation cases often, not all, achieve near-normal function post-surgery, requiring periodic monitoring and exercise-based rehabilitation. Single-ventricle palliation involves greater hemodynamic burdens, necessitating intensive rehabilitation tailored to systemic demands. Structural issues, such as valve dysfunction or vascular stenosis, further influence rehabilitation design and patient outcomes, emphasizing the need for personalized approaches with individual risk stratification. Cardiac rehabilitation, including structured exercise regimens, enhances physical function, quality of life, and social integration. Psychological support is also critical, as CHD patients face high rates of anxiety and depression. Multidisciplinary collaboration among cardiologists, surgeons, and mental health specialists is essential for holistic care. Risk stratification and culturally adapted protocols further optimize rehabilitation outcomes, empowering patients to achieve improved physical and psychosocial health. Future efforts should focus on evidence-based rehabilitation strategies that address both medical and social challenges, ensuring better long-term outcomes for CHD patients.

### Key Words

Congenital heart disease, Cardiac rehabilitation, Adult congenital heart disease patients, Long-term and regular management, Quality of life improvement

Received : December 8, 2024 | Accepted : December 18, 2024

<https://doi.org/10.53476/acpr.2024.4.2.19>

Corresponding author : Jae Gun Kwak, M.D., Ph.D.

Division of Congenital and Pediatric Cardiac Surgery, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Children's Hospital, 101, Daehak-ro  
Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Tel : +82-2-2072-3638, Fax : +82-2-764-3664, E-mail : switch.surgeon@gmail.com

## 서론

선천성 심장병 환자에 대한 진단은 점차 빨라져, 현재 태아 시기에 이루어지는 선천성 심장병 진단의 정확도가 76-92%에 이르고 있다[1,2]. 이러한 산전 진단은, 선천성 심장병이 출생 후에 진단이 되어 신생아에 대한 조치가 늦어짐으로 인해 다양한 문제가 발생하였던 과거와는 달리, 산모와 사전에 상담하고, 출생에 임박하여 미리 신생아 중환자실(neonatal intensive care unit)이나 소아 중환자실(pediatric intensive care unit)의 확보를 가능하게 하였다. 또한, 치료를 담당할 수 있는 소아청소년과의 심장 전문의, 소아흉부외과 전문의들이 미리 준비하여 선천성 심장병을 가지고 태어나는 신생아에 대한 조치를 신속하게 준비할 수 있게 되었다. 일부 연구에서는 이러한 산전 진단이, 모든 선천성 심장병 환자의 생존율에 영향을 크게 주지는 못하지만[2], 일부 질환에서는 생존율을 높이며[3], 출생 후 산증(acidosis), 인공 호흡기의 사용, 심장 관련 약제들의 사용이나 간기능, 신기능 저하 등을 줄이는데 이점이 있다고 보고하고 있다[2]. 이는 선천성 심장병 환자의 생존율을 증가시키고 심장 질환으로 인한 신경발달학적인 문제에 중대한 결함이 발생하는 것을 방지할 수 있게 하여 비약적으로 선천성 심장병으로 인한 사망률, 관련 유병률을 줄일 수 있게 되었다[3,4].

한편, 개흉·개심술을 통한 수술적 교정은 물론이고, 경피적 중재시술(percutaneous intervention)의 발전과 술 후 중환자실에서의 환자 치료 과정에서도 체계적인 발전이 이루어지고 있어[5], 개심술이 시작된 20세기 중후반 이후 비약적인 수술 및 시술 후 생존율을 보이고 있다[6]. 국내의 성적은 북미, 유럽, 일본 등에 비하여 전혀 뒤쳐지지 않는다[7].

이러한 진단 및 치료의 비약적인 발전에 힘입어 점차 선천성 심장병 환자의 수명은 늘어나고 있으며, 단순한 수술, 시술 후 생존율을 넘어 환자의 신경학적인 발달에도 많은 관심이 생겼으며[8,9], 이는 성인 선천성 심장병 환자가 선천성 심장병 환자에서 차지하는 비율도 점차 증가하고 있는 현상과도 무관하지 않다[10]. 이들 중에는 영유아가의 한 번의 수술로 거의 완전히 교정이 되어 정상적인 심혈관계의 혈액학을 보이는 환자들도 있지만 반복적인 추가적인 시술·수술을 필요로 하는 환자들도 있고 지속적인 약물 치료를 받아야 하는 환자들도 상당히 있다. 환자가 처한 의료 외적인 상황(인구학적 요인이나 경제적 상태 등)에 상관없이 가지고 있는 선천성 심장 질환 자체만으로도 삶의 질에 차이를 유발할 수 있다는 보고

도 있는 만큼[11], 환자가 추가적인 시술, 수술을 필요로 하거나 지속적인 약물 치료를 받아야 하는 경우에는 더욱욱 질환 자체에 대한 치료, 관리뿐 아니라 수술 이후의 삶의 질 향상 또한 중요하게 생각하여야 하며, 이를 위하여 적극적인 심폐 관련 재활 및 운동을 포함한 관리가 중요하다.

## 본론

선천성 심장병을 분류함에 있어 분류를 하려는 목적과 관점에 따라 다양한 기준이 적용될 수 있겠지만, 이 글에서는 심장 재활 및 운동 치료 등의 적용과, 이러한 고려할 점들이 환자 삶의 질을 향상시킬 수 있다는 점들에 초점을 맞추어, 수술 후 장기 추적과 추가적인 치료의 필요성의 여부에 따라서 다음과 같이 분류하여 보았다.

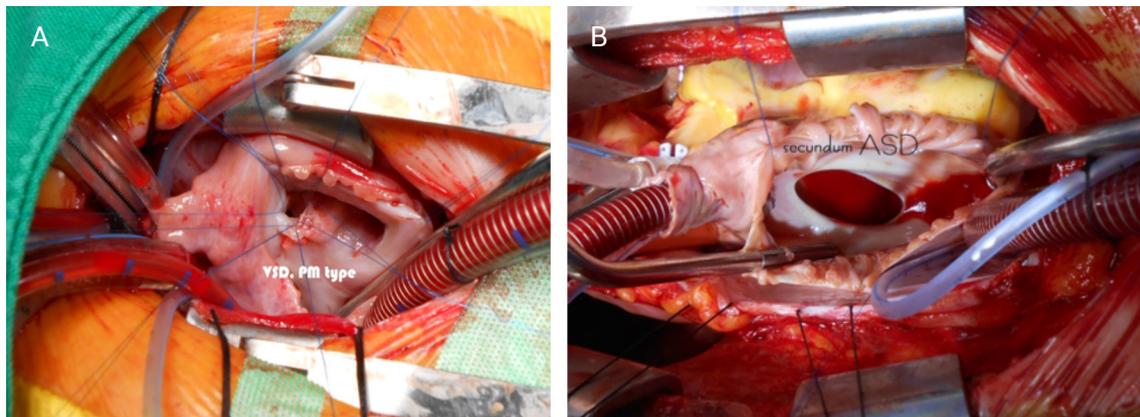
### 1) 장기 추적 및 관리의 필요성의 관점에서 분류한 선천성 심장병

#### (1) 양심실 교정 상태의 환자(bi-ventricular circulation status)

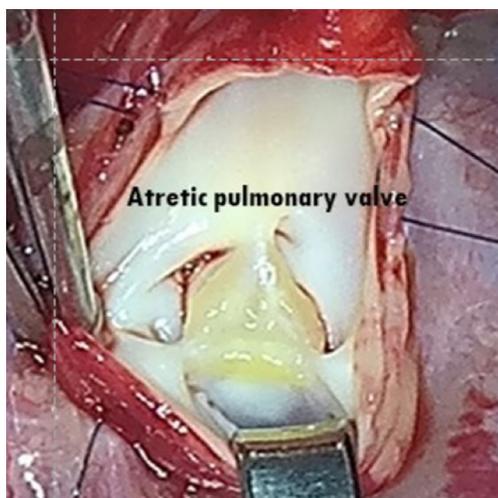
두 개의 심실을 모두 이용하여 하나의 심실은 체순환(systemic circulation), 다른 하나의 심실은 폐순환(pulmonary circulation)을 담당하고 있는 상태로, 혈액학적으로는 선천성 심장병을 가지고 있지 않는 사람들과 다르지 않은 상태이지만, 심실 중격 결손(ventricular septal defect) (Fig. 1-A), 혹은 심방 중격 결손(atrial septal defect) (Fig. 1-B)과 같이 비교적 한 번의 수술이나 시술로 거의 정상에 가까운 심장 내 상태를 갖게 되고 신체적 능력이 거의 일반인들과 큰 차이가 없게 되는 경우 외에, 일부 환자에 있어 아래 언급한 문제들로 인하여 지속적으로 정기적인 추적 관찰을 하여야 하는 경우가 있다.

#### 가) 심실-대혈관 간의 유출로(ventricle-great artery, ventriculo-arterial outflow tract)의 문제를 가지고 있는 선천성 심장병

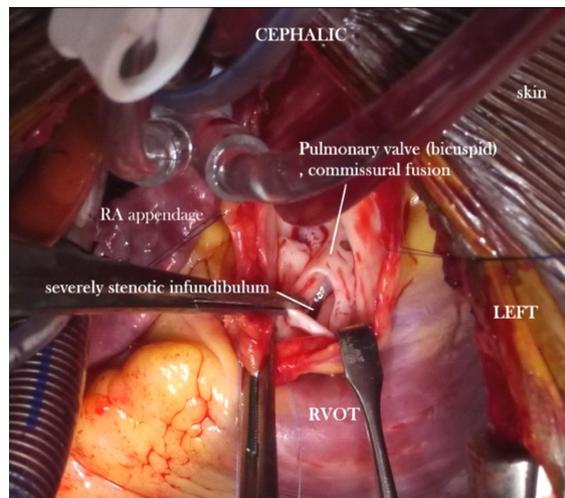
- ① 우심실-폐혈관 간의 유출로 문제(right ventricle outflow tract): 선천성 폐동맥 판막 폐쇄증(pulmonary atresia, Fig. 2) 혹은 협착증(pulmonary stenosis, Fig. 3), 활로씨 사강증(tetralogy of Fallot), 폐동맥 협착을 동반한 양대혈관 우심실 기시증(double outlet right ventricle with pulmonary



**Fig. 1.** Ventricular septal defect (A) and atrial septal defect (B).  
 ASD: atrial septal defect, PM: perimembranous, VSD: ventricular setpal defect



**Fig. 2.** Congenital pulmonary atresia.



**Fig. 3.** Bicuspid pulmonary valve stenosis.  
 RA: right atrium, RVOT: right ventricular outflow tract

stenosis) 등

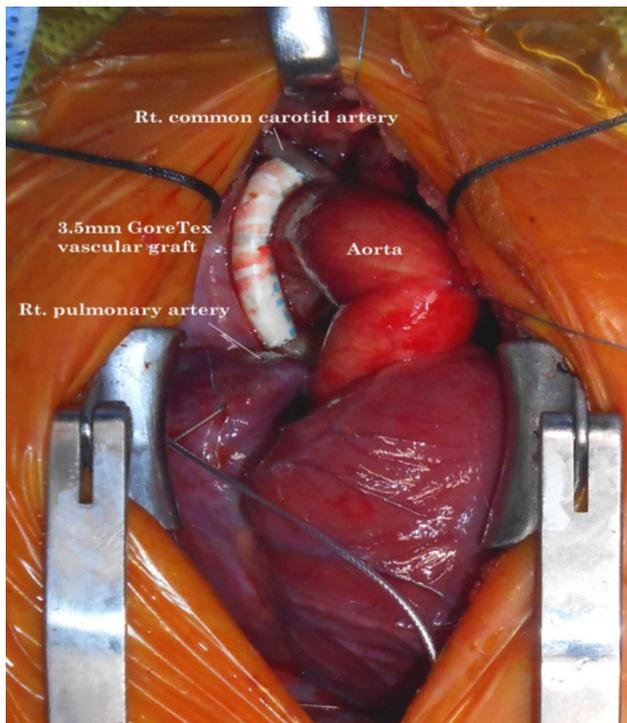
- ② 좌심실-대동맥 간의 유출로 문제(left ventricle outflow tract): 선천성 대동맥 판막 협착증(aortic stenosis), 대동맥궁 단절(interrupted aortic arch), 대동맥 축착(coarctation of aorta) 등

이러한 환자들에게 심각한 유출로 협착의 문제가 있을 경우, 출생 직후부터 심박출량에 문제가 생길 수 있어 응급 수술이나 시술이 필요할 수 있다. 성장한 후에도 이러한 문제가 진행하거나 잔존하여 있는 경우 대동맥 협착으로 인하여 심근의 비후가 발생하고, 이 상황은 심근의 산소 요구량을 더 필

요로 하는 상태이다. 특히 운동과 같이 빈맥을 유발하는 상황에서는 심박출량의 저하가 더 두드러질 수 있어 심각한 혈액역학적인 장애와 함께 급성 사망을 초래할 수 있다. 이는 이들에게서 더욱 운동 처방에 주의를 기울여야 하는 이유이기도 하다[12]. 대동맥 판막의 심각한 협착을 해결하기 위하여 개심술을 통하여 직접 판막에 수술을 시행하기도 하고, 경피적 풍선확장술로 판막 성형술(balloon valvuloplasty)을 시행하기도 한다. 폐동맥 판막 협착, 폐쇄 등의 선천성 심장병에서도 개흉, 개심술을 통하여 직접 판막에 수술을 시행하기도 하며, 폐혈류를 공급하기 위하여 체순환의 동맥혈을 바로

폐순환의 동맥으로 보내는 체폐동맥 단락술(systemic-to-pulmonary shunt, 대표적으로 Blalock-Taussig shunt) (Fig. 4) 을 시행하기도 한다.

대체로 이러한 경우 판막의 모양이 정상적이지 않은 경우가 많아 생존을 위협할 수 있는 급박한 문제를 수술이나 시술로 해결하더라도, 시간의 흐름에 따라 판막 기능이 점차 다시 저하되어 역류, 협착이 재발생하는 경우가 많다. 영유아의 경우 크기의 문제로 판막 치환이 가능하지 않은 경우가 대부분이어서 기능이 완벽하지 않더라도 일단 생존의 문제를 해결하는 판막 성형술을 행하여야 하는 경우가 많고, 환자의 성장에 따라 적절한 크기의 인공 판막을 삽입하거나, 재생형술을 시도하는 등의 추가적인 시술이나 수술을 필요로 하는 경우도 많다. 성인이 될 때까지 환자의 체성장이 지속적으로 이루어 지므로 삽입한 인공 판막 자체의 기능은 큰 문제가 없더라도 크기에 따른 상대적인 협착이 발생하여 인공 판막의 재치환을 고려해야 하는 상황도 발생하게 된다. 재시술이나 재수술을 받게 되는 연령대도 청소년기에서 성인에 이르기까지, 환



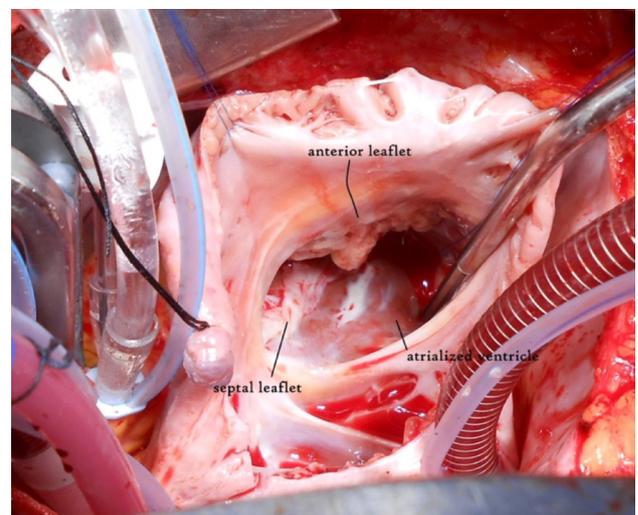
**Fig. 4.** Systemic-to-pulmonary artery shunt using a synthetic graft (Blalock-Taussig shunt).  
Rt: right-sided

자의 판막 기능 및 판막 기능 부전으로 인한 심장 상태에 따라 다양할 수 있다.

#### 나) 심방-심실 간의 판막(atrio-ventricular)에 문제를 가지고 있는 선천성 심장병

- ① 선천성 승모판막 협착 혹은 역류(congenital mitral valve stenosis or regurgitation)
- ② 선천성 삼첨판막 협착 혹은 역류(congenital tricuspid valve stenosis or regurgitation, 엡스타인 기형 [Ebstein's anomaly]) 포함(Fig. 5)
- ③ 방실중격결손(atrioventricular septal defect [AVSD], endocardial cushion defect): 근래에 들어 수술 성적이 향상되어 대체로 좌측 및 우측의 심방-심실 간 판막 기능이 잘 보존되지만 시간이 흐름에 따라서 많게는 20%까지도 판막 기능에 문제가 생기는 경우가 있고[13], 이로 인하여 재수술을 하게 됨을 보고하고 있다. 특히 과거에 수술을 받았던 환자들일수록 성인이 되면서 재수술을 받게 되는 경우도 적지 않다[14, 15]. 방실중격결손은 다양한 선천성 심장병에 동반되어 나타나게 되는데 좌우 한쪽의 심실의 발달의 균형 정도에 따라서 단심실 교정을 해야 하는 경우도 있다 (unbalanced AVSD).

위와 같은 질환들의 경우에도 영유아기에 판막에 대한 수술을 하게 되는 경우가 많은데, 이때에 앞서 언급한 대동맥 판



**Fig. 5.** Tricuspid valve in Ebstein's anomaly.

막, 폐동맥 판막의 경우와 마찬가지로 인공 판막을 삽입하는 것이 여의치 않기 때문에 판막 성형을 시도하는 경우가 대부분이고, 일부에서는 판막이 선천적으로 정상적인 모양을 가지고 있지 않기 때문에 판막 성형 수술이 이루어진 이후에도 시간이 흐름에 따라서 판막 기능 부전(협착이나 역류)이 진행하여 적절한 시기에 결국 인공 판막으로 교체하게 되는 경우도 있다.

다) 두 개의 심실이 각각 체순환과 폐순환에 대한 펌프의 역할을 하고 있으나 형태적 우심실(morphologic right ventricle)이 체순환을, 형태적 좌심실(morphologic left ventricle)이 폐순환을 담당하고 있는 선천성 심장병

- ① 수정형 대혈관 전위증(congenitally corrected transposition of great arteries)
- ② 대혈관 전위증(transposition of great arteries) 중 대혈관 치환술(arterial switch operation)을 받지 않고 심방간 치환술(atrial switch operation)을 받아, 체정맥 좌심방 좌심실 폐동맥, 그리고 폐정맥 우심방 우심실 대동맥의 혈류 흐름을 보이고 있는 상태의 환자

## (2) 단심실 교정 상태의 환자(single ventricle status)

좌심실 혹은 우심실 중 하나의 심실은 체순환에만 사용되고, 폐순환은 심실의 펌프 작용 없이 상대정맥(superior vena cava), 하대정맥(inferior vena cava)의 체정맥이 바로 폐순환에 합류하도록 교정되어 있는 상태이다. 다양한 형태의 선천성 심장병에서 단심실 교정을 할 수밖에 없는 경우가 있고 분류 방법 또한 기준에 따라 다양하게 나눌 수 있겠으나 결국 한쪽 심실 자체의 형태, 크기의 문제, 그에 동반한 심방-심실 간 판막의 발달 부전, 심실-대혈관 간 판막의 발달 부전에 따라 분류할 수 있고 이에 따른 대표적인 질환들은 다음과 같다.

### 가) 좌측 심장의 발달 부전

- ① 좌심형성부전 증후군(hypoplastic left heart syndrome): 좌측 심장을 구성하는 승모판막, 좌심실, 대동맥 판막, 상행 대동맥 등의 구조물의 발달 부전의 정도에 따라서 다양하게 나눌 수 있으나 승모판막 폐쇄 혹은 협착/대동맥판막 폐쇄 혹은 협착의 네 가지 조합에 더하여 상행 대동맥의 협착을 동반하고 있어 좌심실을 체순환에 사용할 수 없는 상태이다.
- ② 승모판막 폐쇄(mitral atresia): 승모판막 폐쇄로 인하여 좌심방으로 유입된 폐정맥 혈류가 좌심실을 거쳐

대동맥으로 나가지 못하게 되면서 좌심실 발달이 잘 되지 않게 되고 체순환을 담당하기 어려워 결국 온전한 형태를 갖추고 있는 우심실에게 체순환을 담당하게 하는 수술적 교정을 하게 된다.

### 나) 우측 심장의 발달 부전

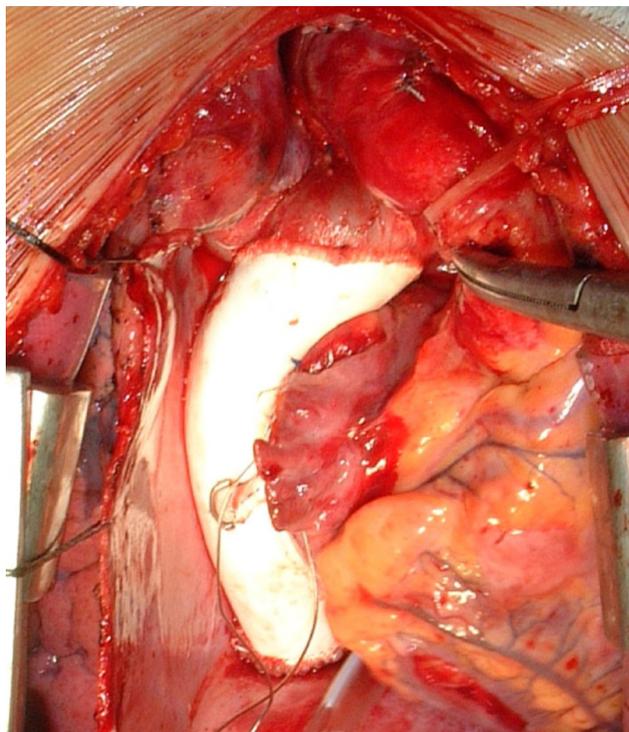
- ① 온전한 심실 중격 결손을 가진 폐동맥 판막 폐쇄(pulmonary atresia with intact ventricular septum): 삼첨판막과 폐동맥판막의 폐쇄 정도 및 우심실의 발달 정도, 그리고 관상동맥의 협착과 우심실 간의 관계에 따라서 넓고 다양한 범위의 질환 스펙트럼을 가지고 있어 양심실 교정이 가능한 경우도 있지만, 삼첨판막의 발달 저하가 매우 심하고 관상동맥의 순환이 우심실 압력에 의존하게 되는 등의 가장 심한 우심실 기능 부전의 형태를 가지는 경우는 양심실 교정이 힘들어 단심실 교정을 시행하여야 하는 경우가 많다.
- ② 삼첨판막폐쇄(tricuspid atresia): 단심실 교정을 해야 하는 대표적인 선천성 심장병 중 하나이며, Blalock-Taussig shunt(체순환-폐순환으로의 단락술)를 통해 일단 폐동맥으로의 혈류를 유지한 다음 양방향성 글렌 단락술(bidirectional Glenn shunt)을 거쳐 결과적으로 단심실 교정의 최종 단계인 폰탄(Fontan) 술식을 받게 된다(Fig. 6).

단심실 교정 상태에서는 결국 체순환을 담당하는 심실의 부하가 양심실 상태에 비하여 커지고 폐순환이 심실의 펌프 작용에 의해 이루어지지 않기 때문에 심장 기능 부전 및 간 기능 부전 진행에 취약한 상태라고 할 수 있다[16,17]. 같은 혈액학적 맥락에서 체정맥의 저류로 인하여 림프계의 저류 현상으로 인한 림프액의 유출 및 단백질소실성 장 증후군(protein losing enteropathy) 등의 증상이 생길 수도 있기 때문에, 체계화된 프로토콜로 정기적인 추적 관찰이 필요하다.

## (3) 단심실, 양심실의 여부에 상관없이 대혈관(main pulmonary artery 혹은 aorta) 이후 원위부에서의 혈관 협착에 관련한 문제가 남게 되는 선천성 심장병

### 가) 폐혈관의 협착

활로씨 사정증, 폐동맥판막 협착 혹은 폐쇄를 가지고 있는 환자들의 경우 대체로 폐실질에 이르기까지의 혈관들이 작은 경우가 많고 이에 대한 수술적 치료로서 혈관 성형술을 하게 될 경우 첩포(patch)를 이용하더라도 이 부분이 환자의 체성장에 따라가지 못하게 되면 추가적으로 시



**Fig. 6.** A heart post-Fontan procedure with an extra-cardiac conduit connecting the pulmonary artery to the inferior vena cava.

술을 통한 풍선 혈관 확장술을 시행하는 경우가 있으며, 시술로 해결이 되지 않는 경우 결국 개흉을 통하여 혈관 성형을 시행하는 경우도 있다.

#### 나) 대동맥 원위부의 협착

대동맥궁 단절이나 대동맥 축착 등으로 수술을 시행한 환자들 중 일부에서 수술 문합 부위의 성장이 체성장을 따라가지 못하여 상대적 협착이 진행되는 경우가 있다. 이러한 경우 경피적 접근을 통한 중재적 시술을 이용하여 해당 협착 혈관에 대한 풍선 확장술(balloon angioplasty)이나 스텐트 삽입술(stent insertion) 등으로 해결하기도 하며, 역시 시술로서 만족스러운 효과를 내지 못할 경우 직접 개흉하여 수술적 치료를 행하기도 한다.

이들 질환의 경우 시간 경과에 따라 잔존 협착 부위의 협착 정도가 진행되는지에 대하여 주기적으로 심장 초음파, 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography) 등을 통하여 협착의 기능적, 구조적 상태를 주기적으로 관찰, 평가하여 추가적인 시술, 수술이 필요한 시기에 대하여 고민하여야 한다. 이러한 혈관의 협착은 해당 심실에 압력 부하를 증가시켜 심근의 비후

를 초래하며, 특별한 조치가 없는 경우 심내막에 문제를 일으켜 심내막 섬유화를 유발하고 심실의 이완 기능을 저하시켜 궁극적으로는 심부전을 유발시킬 수 있다.

## 2) 선천성 심장병 환자에 대한 심장 재활 프로그램

종류와 병의 심각한 정도에 따라 다양한 임상 양상과 혈액학적 상태를 보이는 선천성 심장병 환자이지만, 일부 심하게 진행된 심장 기능 부전이 있거나 대동맥 협착이 심한 환자들[18], 혹은 급사를 유발할 수 있는 치명적인 몇 가지 종류의 부정맥을 동반한 환자들을 제외하고는[19], 심지어는 그러한 환자들도조차도 적절한 운동 처방을 통한 꾸준한 심폐 기능 재활은 환자의 삶의 질은 물론이고 선천성 심장병 관련한 예후와도 관련이 있을 것으로 보인다. 북미, 유럽의 여러 어린이 병원은 물론 국내에서도 cardiac fitness라는 개념을 가지고 선천성 심장병 환자들에 대한 신체적, 정신적 재활에 점차 적극적으로 임하고 있고 다양한 연구를 통하여 이러한 접근의 임상적 유용성에 대해서 증거를 확립하려는 시도가 지속되고 있다[20,21].

특히, 삶의 질을 중요하게 생각하고 스스로의 건강 문제에 그 어느 때보다도 많은 관심을 보이고 있는 21세기 사회적 경향은 비단 일반인뿐 아니라 특정 질환을 앓고 있는 환자들에게도 막대한 영향을 끼치고 있다고 보인다. 환자들 스스로도 질환의 치료와 이를 통한 수명 연장뿐 아니라 자신의 신체적인 능력이 허용되는 한 신체적인 활동을 극대화하려는 경향이 있으며, 실제로 외래 진료실을 방문하는 선천성 심장병 환자들 중에서도 꾸준하고 정기적인 운동 시간을 갖기 위해 노력하는 환자들의 수가 늘어가고 있다.

이것은 비단 개인의 삶의 문제에 해당하는 문제일 뿐 아니라 사회-경제적인 측면에서도 고려할 부분이 있는 문제라고 할 수 있는데, 사회 전반적으로 선천성 심장병 환자들의 고용 비율이 일반인에 비하여 낮은 상황이지만 조기의 직업 환경에의 노출 등을 통하여 직업 숙련도를 향상시키고[22], 선천성 심장병 환자들에 대한 사회의 인식 변화를 통하여 고용 비율을 향상시킬 수 있다면 사회 생산성에 기여할 수 있을 것이라고 여겨진다[23]. 이러한 부분은 좀 더 사회 경제학적인 측면에서의 연구가 필요할 것이다.

무엇보다도 중요한 것은, 각각의 선천성 심장병 환자에 대한 체계적인 접근을 통하여 심장 재활 프로그램을 적용함에 있어 위험인자는 어떤 것인지, 어느 정도의 프로그램을 적용

해야 안전하게 프로그램의 성과를 얻을 수 있을 것인지를 사전에 파악하는 일일 것이다(risk stratification). 실제로 이에 대한 많은 연구가 행해져 각 센터에서 나름대로의 질환에 따른 심장 재활 프로그램에 대한 위험도를 분류하여 적용하고 있으며[24,25], 서울대학교병원에서도 우리나라 환자에 맞는 정도로 수정 보완하여 적용하고 있다.

심장 재활에서 또 하나의 중요한 점은 심폐 기능 및 운동 능력에 대한 측면뿐 아니라 정신적인 측면에 대한 지원이다. 선천성 심장병을 가진 환자들의 20%에 달하는 환자에서 우울감이나 불안감을 호소하는 것으로 보고하는 연구도 있다[26]. 특히 비교적 복잡성이 덜한 심장병(simple congenital heart disease) 환자의 경우에도 5배, 좀 더 복잡한 단심실을 가진 환자의 경우에 있어서도 7배에 달하는 우울감, 불안감을 가지고 있다고 관찰하고 있다. 만성적으로 신체적인 질병을 가지고 있을 경우 그러한 인구의 40%가 정신적인 문제를 호소한다는 보고가 있으며[27], 실제로 선천성 심장병 환자는 이러한 만성적 신체적 문제를 가지고 있는 환자군이라고 할 수 있으므로 선천성 심장병 환자들의 정신적인 문제에 관한 이와 같은 높은 유병률은 이러한 맥락에서도 설명이 가능하며, 그만큼 이들 환자들이 가지고 있는 정신적인 문제에 대한 관심과 정서적 지지도 심장 재활의 한 부분이 되어야 할 것이다. 특히 선천성 심장병 환자들의 기대 여명이 늘어난 만큼 이러한 부분은 성인이 되어가는 과정에서의 삶의 질에도 큰 영향을 미치게 된다[28]. 심장 재활 프로그램에는 비단 소아청소년과 혹은 소아 흉부외과, 재활의학과뿐 아니라 정신건강의학과와의 협진도 중요한 축을 담당해야 함을 알 수 있다.

## 결론

심장 수술 후의 재활은, 비단 심폐 능력, 운동 능력의 회복, 향상뿐 아니라 삶의 질을 고려한 다양한 분야의 요소들이 포함되어야 하며, 이를 통하여 환자의 생리적 기능, 정신적 건강을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다. 이를 통하여 장기적인 건강 관리, 삶의 질 증진을 가능하게 하여야 하며, 특히 환자 개인의 상태에 맞는 개별적 접근이 중요하다. 이러한 프로그램의 개발과 보급, 적용을 위하여 직접적으로 질환 자체에 접근하는 소아청소년과, 소아흉부외과는 물론 재활의학과 및 관련 스포츠 의학 관련 학과의 전문가들, 정신건강의학과와의 긴밀한 협력이 필수적이다.

## REFERENCES

1. Kanneganti A, Gosavi AT, Lim MXK, Li WLS, Chia DA, Choolani MA, et al. Fetal congenital heart diseases: Diagnosis by anatomical scans, echocardiography and genetic tests. *Ann Acad Med Singap* 2023;52:420-31.
2. Zhang M, Chen J, Zhang H, Guo Y, Zhang Q. Prenatal ultrasound monitoring and diagnostic accuracy rates of fetal congenital heart disease: A meta-analysis. *Afr J Reprod Health* 2023;27:33-40.
3. Khoshnood B, Lelong N, Houyel L, Bonnet D, Ballon M, Jouannic JM, et al. Impact of prenatal diagnosis on survival of newborns with four congenital heart defects: a prospective, population-based cohort study in France (the EPICARD Study). *BMJ Open* 2017;7:e018285.
4. Elassal AA, Al-Radi OO, Debis RS, Zaher ZF, Abdelmohsen GA, Faden MS, et al. Neonatal congenital heart surgery: contemporary outcomes and risk profile. *J Cardiothorac Surg* 2022;17:80.
5. Dou D, Jia Y, Yuan S, Wang Y, Li Y, Wang H, et al. The protocol of Enhanced Recovery After Cardiac Surgery (ERACS) in congenital heart disease: a stepped wedge cluster randomized trial. *BMC Pediatr* 2024;24:22.
6. Kumar SR, Gaynor JW, Heuerman H, Mayer JE, Jr., Nathan M, O'Brien JE, Jr., et al. The Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Surgery Database: 2023 Update on Outcomes and Research. *Ann Thorac Surg* 2024;117:904-14.
7. Lee JY. Global Burden of Congenital Heart Disease: Experience in Korea as a potential solution to the problem. *Korean Circ J* 2020;50:691-4.
8. Sood E, Newburger JW, Anixt JS, Cassidy AR, Jackson JL, Jonas RA, et al. Neurodevelopmental outcomes for individuals with congenital heart disease: Updates in neuroprotection, risk-stratification, evaluation, and management: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2024;149:e997-e1022.
9. Razzaghi H, Oster M, Reefhuis J. Long-term outcomes in children with congenital heart disease: National Health Interview Survey. *J Pediatr* 2015;166:119-24.

10. Lee SY, Kim GB, Kwon HW, Song MK, Bae EJ, Cho S, et al. Changes of hospitalization trend in the pediatric cardiology division of a single center by increasing adult with congenital heart disease. *BMC Cardiovasc Disord* 2020;20:227.
11. Khajali Z, Sayyadi A, Ansari Z, Aliramezany M. Quality of life in adult patients with congenital heart disease: Results of a double-center study. *Front Psychiatry* 2022;13:1062386.
12. Das P, Rimington H, Chambers J. Exercise testing to stratify risk in aortic stenosis. *Eur Heart J* 2005;26:1309-13.
13. Ginde S, Lam J, Hill GD, Cohen S, Woods RK, Mitchell ME, et al. Long-term outcomes after surgical repair of complete atrioventricular septal defect. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2015;150:369-74.
14. Boening A, Scheewe J, Heine K, Hedderich J, Regensburger D, Kramer HH, et al. Long-term results after surgical correction of atrioventricular septal defects. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:167-73.
15. Malhotra SP, Lacour-Gayet F, Mitchell MB, Clarke DR, Dines ML, Campbell DN. Reoperation for left atrioventricular valve regurgitation after atrioventricular septal defect repair. *Ann Thorac Surg* 2008;86:147-51; discussion 51-2.
16. Oster ME, Knight JH, Suthar D, Amin O, Kochilas LK. Long-term outcomes in single-ventricle congenital heart disease. *Circulation* 2018;138:2718-20.
17. Dalen M, Odermarsky M, Liuba P, Johansson Ramgren J, Synnergren M, Sunnegardh J. Long-term survival after single-ventricle palliation: A swedish nationwide cohort study. *J Am Heart Assoc* 2024;13:e031722.
18. Minners J, Rossebo A, Chambers JB, Gohlke-Baerwolf C, Neumann FJ, Wachtell K, et al. Sudden cardiac death in asymptomatic patients with aortic stenosis. *Heart* 2020;106:1646-50.
19. Srinivasan NT, Schilling RJ. Sudden cardiac death and arrhythmias. *Arrhythm Electrophysiol Rev* 2018;7:111-7.
20. Bhasipol A, Sanjaroensuttikul N, Pornsuriyasak P, Yamwong S, Tangcharoen T. Efficiency of the home cardiac rehabilitation program for adults with complex congenital heart disease. *Congenital Heart Disease* 2018;13:952-8.
21. Kim HJ, Kim JY, Babu AS, Kwak JG, Kim WH, Jae SY. Effects of a virtual home-based exercise program on physical activity, health-related fitness, and quality of life in children and adolescents with congenital heart disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2024;44:72-4.
22. Pickup L, Gaffey T, Clift P, Bowater S, Thorne S, Hudsmith L. Employment characteristics of a complex adult congenital heart disease cohort. *Occup Med (Lond)* 2017;67:453-5.
23. Sluman MA, Apers S, Sluiter JK, Nieuwenhuijsen K, Moons P, Luyckx K, et al. Education as important predictor for successful employment in adults with congenital heart disease worldwide. *Congenital Heart Disease* 2019;14:362-71.
24. Gauthier N, Curran T, O'Neill JA, Alexander ME, Rhodes J. Establishing a comprehensive pediatric cardiac fitness and rehabilitation program for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol* 2020;41:1569-79.
25. Gauthier N, Reynolds L, Curran T, O'Neill J, Gauvreau K, Alexander ME. FORCE risk stratification tool for pediatric cardiac rehabilitation and fitness programs. *Pediatr Cardiol* 2023;44:1302-10.
26. Gonzalez VJ, Kimbro RT, Cutitta KE, Shabosky JC, Bilal MF, Penny DJ, et al. Mental health disorders in children with congenital heart disease. *Pediatrics* 2021;147.
27. Uhlenbusch N, Swaydan J, Holler A, Lowe B, Depping MK. Affective and anxiety disorders in patients with different rare chronic diseases: a systematic review and meta-analysis. *Psychol Med* 2021;51:2731-41.
28. Bang JS, Jo S, Kim GB, Kwon BS, Bae EJ, Noh CI, et al. The mental health and quality of life of adult patients with congenital heart disease. *Int J Cardiol* 2013;170:49-53.