

# 심정지 혹은 심인성 쇼크에서 원심성 펌프를 이용한 단기목표의 기계적 순환 보조

— 5예 보고 —

양희철\* · 이영탁\* · 성기익\* · 박계현\* · 전태국\* · 박표원\* · 양지혁\*

## Short-term Mechanical Circulatory Support with Centrifugal Pump in Cardiac Arrest or Cardiogenic Shock

—Report of 5 cases—

Hee Chul Yang, M.D.\*, Young Tak Lee, M.D.\*, Kiick Sung, M.D.\*, Kay-Hyun Park, M.D.\*  
Tae-Gook Jun, M.D.\*, Pyo Won Park, M.D.\*, Ji-Hyuk Yang, M.D.\*

Mechanical circulatory support (MCS) has been used for myocardium failure, but moreover, it may be essential for the life support in cardiac arrest or cardiogenic shock. Many commercial devices can be used effectively for the long-term support. However, there are some limitations in the aspects of the cost and technical support by production company. Short-term support with centrifugal type has been reported numerously with the purpose of bridging to heart transplantation or recovery. We successfully treated 5 patitents who were in the status of cardiogenic shock (n=3) or arrest (n=2) with the technique of extracorporeal life support system (ECLS) or left ventricular assist device (LVAD) using the centrifugal type pump. The MCS were performed emergently (n=2) under cardiac arrest caused by ischemic heart disease, and urgently (n=3) under cardiogenic shock with ischemic heart disease (n=1) or acute fulminant viral myocarditis (n=2). All patients were weaned from MCS. Complications related to the use of MCS were bleeding and acute renal failure, but there were no major complications related to femoral cannulations. Mechanical circulatory support may be essential for the life support and rescue in cardiac arrest or cardiogenic shock.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:1003-1009)

- Key words:** 1. Assisted circulation  
2. Cardiopulmonary bypass  
3. Cardiogenic shock  
4. Cardiac arrest

### 증 례

2002년 2월부터 2004년 3월까지 5명(남: 4, 여: 1)의 심정

지 혹은 심인성 쇼크 환자에 대해 원심성 펌프를 이용한 단기기간의 기계적 순환보조 장치로 치료하였다. 환자의 연령은 14세에서 63세까지였고 술 전 진단은 허혈성 심질환

\*성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Samsung Seoul Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine

†본 논문은 제215차 서울 경기지역 월례 집담회에서 발표되었음.

논문접수일 : 2004년 9월 2일, 심사통과일 : 2004년 11월 4일

책임저자 : 이영탁 (135-710) 서울특별시 강남구 일원동, 삼성서울병원 흉부외과

(Tel) 02-3410-3480, (Fax) 02-3410-0089, E-mail: ytlee55@yahoo.com

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

이 3명, 급성 전격성 바이러스성 심근염이 2예였다.

**증례 1**

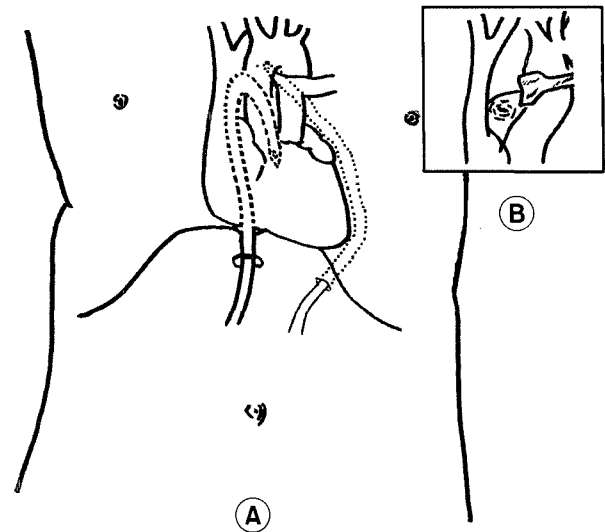
63세 남자 환자로서 10년 전에 관상동맥 우회술을 정맥 도관만을 이용하여 받았으나 5년전부터 협심증이 지속되었고 경피 관상동맥 중재술을 재차 시행받았으나 증상이 계속 되어 재수술을 기다리던 중, 수술 전일에 흉통을 호소하면서 심방세동과 심실성 빈맥이 나타나 곧 심폐소생술을 시작하였으나 회복되지 않아서 약 1시간 후에 대퇴동, 정맥으로 체외순환을 시작하였다. 서혜부에 횡절개를 가한 후, 대퇴동, 정맥을 통하여 각 20 Fr.와 21 Fr. 굵기의 캐놀라를 삽관하고 Bio-Pump® (Medtronic Bio-Medicus, Minneapolis, Minn)를 이용하여 체외순환을 시작하였다. 특히 정맥캐놀라는 우심방까지 전진시켜 정맥혈을 충분히 배혈시켰다. 약 4시간 보조 후에 환자의 의식과 심박동이 회복되어 일시적으로 체외순환을 중단하고 수술장으로 향하여 관상동맥 우회 재수술을 시행하였다. 대동맥 내 풍선펌프(intraaortic balloon pump) 가동하에 심폐기 이탈에 성공하였고 환자는 수술 제 3일에 대동맥 내 풍선펌프를 제거하였으며, 제 4일에 인공호흡기를 제거하였다. 저심박 출증으로 고용량의 강압제로 장기간 치료하였으며, 술 후 제 69일에 퇴원이 가능하였고 당시 심구혈률은 39%이었다.

**증례 2**

허혈성 질환으로 좌전하행지에 경피 관상동맥 중재술과 스텐트 삽입술을 받은 45세 남자 환자로서, 시술 30분 후에 심정지 상태가 되어 심폐 소생술과 함께 혈관 조영술을 다시 시행하여 좌주간동맥이 혈전에 의해 모두 폐색되어 있는 것을 확인하고 재차 풍선 확장술을 시도하여 재관류를 시켰으나 심박동이 회복되지 않아 심정지 90분 후에 역시 대퇴동, 정맥에 경피 경혈관 (percutaneous transluminal) 기법으로 동, 정맥 캐놀라를 삽관하여 동일한 방법으로 extracorporeal life support system (ECLS)을 시작하였다. 이때 대동맥 내 풍선펌프를 동시에 가동하여 박동성 혈류를 유지하게 하였다. 체외순환 시작 40분 후에 심박동 및 의식이 회복되었으며, ECLS는 23시간 후에 이탈시킬 수 있었다. 당시 심근 구혈률은 35%였다.

**증례 3**

술 전에 심근 구혈률이 19%인 허혈성 심근증과 승모판막 폐쇄부전이 있던 48세 남자 환자로, 좌 관상동맥은 모두 완전 폐쇄되어 있었다. 관상동맥 우회술과 승모판막

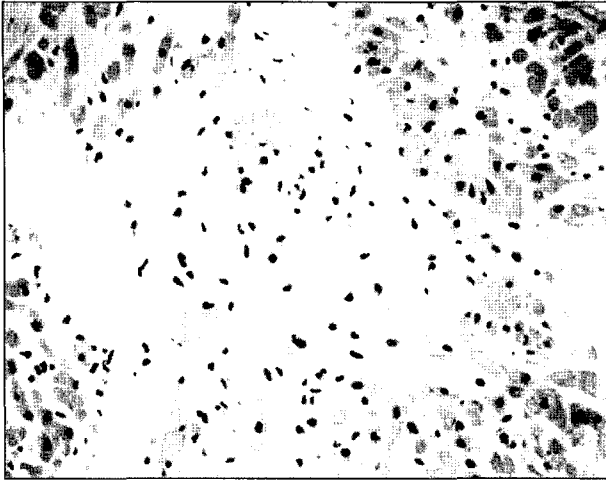


**Fig. 1.** The venous cannula for left ventricular assist device support is placed in the roof of the left atrium (B), which is withdrawn through an another skin incision for simple sternal closure (A).

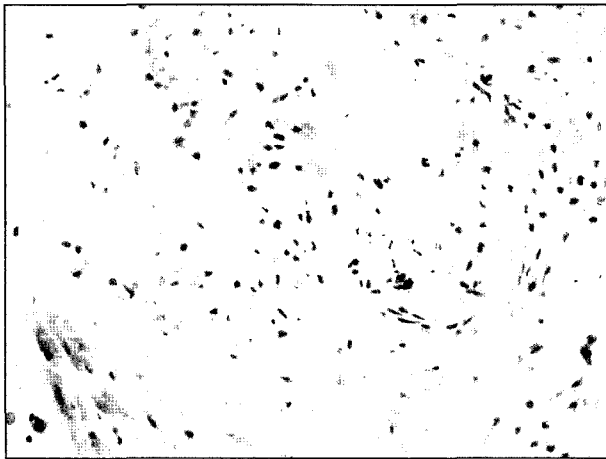
성형술을 시행하였으며, 수술 후 제 3일에 환자는 고용량의 심근 수축제와 대동맥 내 풍선펌프에도 불구하고 극심한 저심박출증이 계속되어 기계적 순환보조를 시행키로 판단하였다. 대퇴동, 정맥을 직접 시야에서 열고 동, 정맥 캐놀라 삽관하여 ECLS 시행하였으며, 급성 신부전으로 지속성 정맥-정맥 혈액여과(CVVH; continuous veno-veno hemofiltration)를 사용하였다. 가동 40시간 후부터는 소변량이 50 cc/hr로 증가하였고 약 63시간 후에 ECLS 이탈하였으며, 이후 심근 수축제 사용 하에 10일째에 인공 호흡기 제거하였다.

**증례 4**

57세 여자 환자로서, 급작스런 전신 쇠약과 어지러움증으로 입원하였고 다음날 심초음파에서 심근 구혈률이 25%로 현저히 감소되어 있어 관상동맥 조영술을 시행하였으나 정상이었다. 수시간 후에는 심근 구혈률이 10~15%까지 떨어지고 소변량이 없고 수축기 혈압이 60~70 mmHg 상태인 임계 심정지 상태가 되었다. 응급으로 정중 흉골절개를 하고 상행대동맥과 우심방에 동, 정맥 캐놀라를 넣고 일반적 체외순환을 시작하였고 다시 상행대동맥과 좌심방에 동, 정맥 캐놀라를 삽관하고 LVAD (left ventricular assist device)를 시작하였다. 이때 좌심방캐놀라는 직각형을 선택하여 상대정맥과 상행대동맥 사이의 좌심

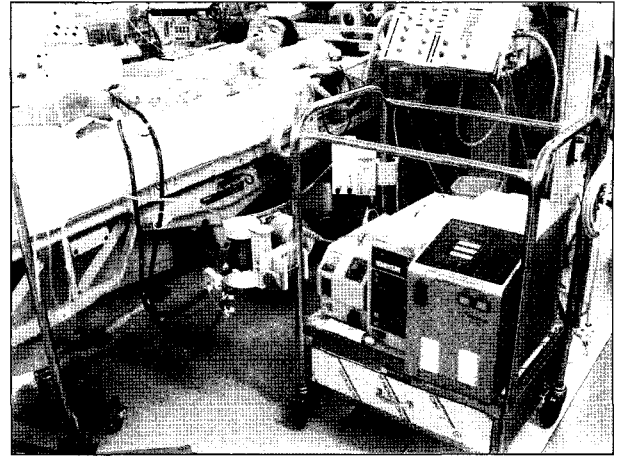


**Fig. 2.** RA auricle biopsy specimen before implantation of LVAD reveals a characteristic infiltration of interstitial lymphocytes and focal necrosis of myocytes (H&E stain,  $\times 400$ ).

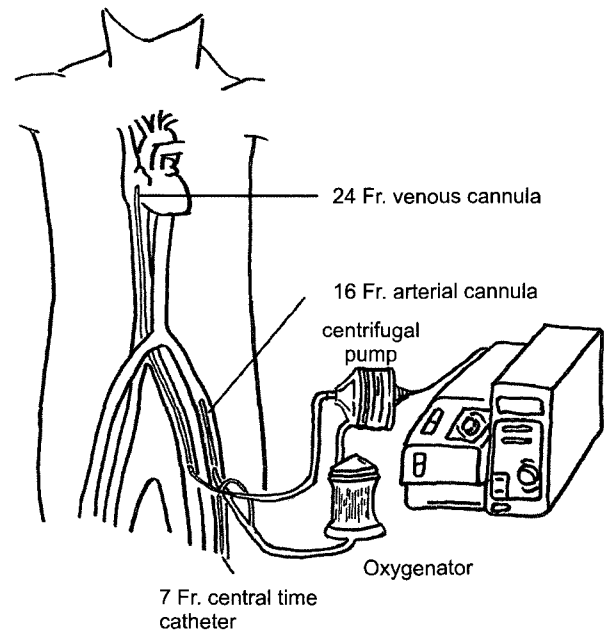


**Fig. 3.** Lymphoid cell antibody stain,  $\times 400$ . This stain shows CD 34 T cells favoring lymphocytic myocarditis.

방천정(roof)에 삽관하였으며 모든 캐놀라의 삽관 부위는 polyester 봉합사로 두 층으로 하여 고무 tourniquet으로 고정하여 향후 발관 시에 용이하게 하였다(Fig. 1). 흉골과 피부절개는 모두 봉합하였으며, 박동성 혈류를 유지하기 위해서 대동맥 내 풍선펌프를 가동하였다. 이후 중환자실에서 출혈에 의한 재수술이 두 차례 있었으며, 급성 신부전으로 CVVH를 사용하였다. LVAD 가동 후 114시간 후에 심구혈률이 50% 정도로 증가한 것을 확인하고 이탈할 수 있었다. 심근 생검상 림프구성 심근염에 합당한 소견이 나왔다(Fig. 2, 3).



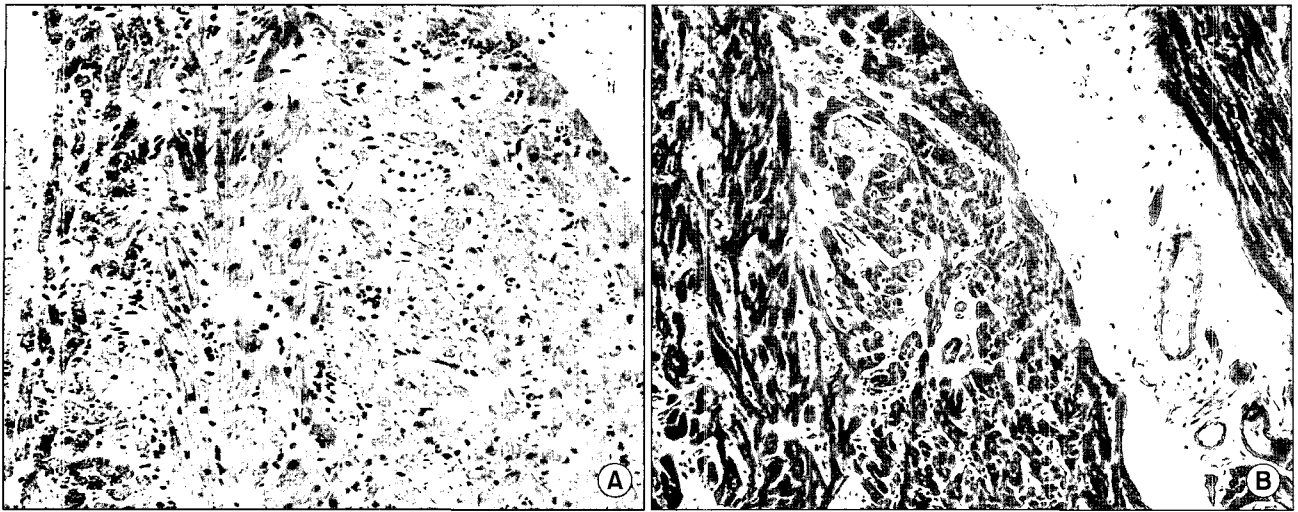
**Fig. 4.** This patient (No. 5) was diagnosed as acute fulminant viral myocarditis, and operated in the intensive care unit for ECMO support.



**Fig. 5.** This shows percutaneous ECMO support via femoral artery & vein. The venous cannula is advanced in the right atrium and the 7 Fr. central line catheter is used to perfuse the distal femoral artery.

**증례 5**

급작스런 혈압하강과 심근 구혈률 저하로 입원한 14세 남자 환자로써, 급성 전격성 바이러스 심근염으로 판단하



**Fig. 6.** (A) H&E stain,  $\times 100$ , (B) Masson trichrome stain,  $\times 400$ . Fig. (A) shows interstitial edema, and Fig. (B) represents no significant fibrosis. This patient is compatible with borderline myocarditis.

**Table 1.** Clinical features of patients

Patient	Sex/Age	Diagnosis	Indication	PreEF (%)	Type of MCS	Duration of MCS (hrs)	Complications	Post-pump EF (%)	Hospital stay (days)	NYHA FC
1	M/63	IHD	Arrest	37	ECMO	4	—	39	69	II
2	M/45	IHD	Arrest	—	ECMO	23	—	35	22	I
3	M/48	IHD, MR	Shock	19	ECMO	63	ARF	30	27	I
4	F/57	AFVM	Shock	13	LVAD	114	Bleeding control ( $\times 2$ ) ARF	56	37	I
5	M/14	AFVM	Shock	20	ECMO	30	—	55	17	I

IHD=Ischemic heart disease; MR=Mitral regurgitation; AFVM=Acute viral fulminant myocarditis EF=Ejection fraction; MCS=Mechanical circulatory support; ECMO=Extracorporeal membrane oxygenation; LVAD=Left ventricular assist device; ARF=Acute renal failure; NYHA FC=New York heart association functional class.

여 소변량 및 혈압을 관찰 하던 중 저심박출증의 징후가 나타나 조기에 대퇴동, 정맥을 통하여 ECLS를 가동하였다. 좌측 서혜부를 증으로 절개하고 동, 정맥을 찾아서 각각 16 Fr, 24 Fr 굵기의 캐놀라를 넣었고 이때 하지혈관의 혈류를 유지시키기 위해서 원위부로 따로 Y형으로 7 Fr double lumen catheter를 추가시켰다(Fig. 4, 5). 가동 30시간 후에 심구혈률이 35%로 증가하여 체외순환 이탈을 성공할 수 있었다. 혈청학적 검사상 coxsackie virus b3로 확인되었다(Fig. 6).

이들 5명의 퇴원 당시 NYHA functional class는 I~II 이었으며, 외래 추적기간 평균 6개월(2~15) 중에 사망은 없었다(Table 1).

## 고 찰

심장수술 후의 쇼크에서 심장보조 장치의 역할은 널리 알려져 왔다. 이외에도 근래에는 급성 심인성 쇼크나 심정지 후의 심폐소생술에서도 단기적인 기계적 순환보조 장치의 역할이 매우 중요하고 효과적인 것으로 보고되고 있다[1]. 이러한 심장보조 장치의 목적은 심근의 회복(myocardial recovery)과 기관들의 회복(multiple organ recovery)이다. 이렇게 두 기능이 모두 회복되면 다시 보조 장치의 이탈과정을 거쳐 정상생활을 영위하게 되지만, 기관들의 회복은 되었으나 심근회복이 안 되면 심장이식이나 영구적 보조장치가 필요하다. 대체적으로 급성전격성

바이러스 심근염(acute fulminant viral myocarditis)인 경우에는 일시적 보조로 완전 회복을 기대할 수 있으나 기타 허혈성 심근증(ischemic cardiomyopathy)이나 이완성 심근증(dilated cardiomyopathy)에서는 그렇지 못하여 장기적 보조 장치가 필요하게 되는데, 그 예로 Novacor<sup>®</sup> (World Heart Corp, Ottawa, Ontario, Canada), Thoratec Heartmate<sup>®</sup> (Thoratec Laboratories Corp, Pleasanton, CA), Abiomed BVS 5000<sup>®</sup> (Abiomed, Danvers, MA) 등 제품화된 기구들이 있다. 이러한 상용화된 기구들의 이용은 중단기를 목표로 하여도 매우 효과적이나 국내에서는 아직 비용이나 술 후 기술적 지원이 어려운 단점이 있다. 단기적인 목표로 심장회복이나 장기 이식을 위한 가교로서의 역할을 위해서는 이러한 기구 이외에도 단순히 우리가 흔하게 이용할 수 있는 원심형 펌프를 사용하는 것이 가능하다[2].

일반적인 좌심실 보조법의 적응은 심근경색이나 기타 여러 원인으로 강력한 약물 및 대동맥 내 풍선펌프에도 불구하고 심인성 쇼크가 지속될 때와 수술장내에서의 심근보호 실패에 의해서 심폐기 이탈이 불가능할 때 고려된다. 다발성 기관부전이 오기 전에 비교적 빠른 시점에서 하는 것이 향후의 예후에도 영향을 주기 때문에 비교적 조기에 설치하는 것이 바람직하다. 수술 후 심폐기 이탈이 불가능할 경우, 즉 dopamine 또는 dobutamine 10~20  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ , epinephrine 1  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  투여와 대동맥 내 풍선펌프에도 수축기 혈압이 80 mmHg 이하, 좌심방압이 20 mmHg 이상, cardiac index 2.0 L/min/m<sup>2</sup> 이하이고 소변량이 0.5 cc/kg/hr 이하인 경우를 적응 기준으로 한다. 이외에도 경식도 초음파를 이용하여 심실 수축력을 관찰하면서 결정한다. 대체적으로 1시간의 이탈과정에서도 그것이 불가능하면 LVAD 적응을 고려해야 한다. 방법은 상행대동맥에 별개의 캐놀라를 삽관하고 좌심방 천정에 체표면적에 맞는 굵기의 직각 캐놀라를 선택하여 삽관한 후 본래의 체외순환을 줄이면서 약 50% 정도에서 좌심실보조장치를 가동하기 시작한다. 특히 좌심방 캐놀라를 삽관할 때에는 심방이(auricle)나 폐정맥을 통하여 넣는 것보다는 대동맥과 상대정맥 사이의 좌심방 천정(roof)에 삽관하는 것이 심방 내 중간에 고정이 잘되고 주위의 심방벽에 달라 붙는 현상이 덜하다. 각각의 캐놀라의 대동맥과 좌심방입구 부위는 각각 2-0, 4-0 polyester 봉합사를 사용하여 두 층으로 원형을 떠서 tourniquet으로 조여 두는 것이 향후에 발관할 때 끊어지지 않고 용이하다. 캐놀라는 새로운 피부절개로 빼내는 것이 흉골과 수술부위 봉합에 도움이 된다. 프로타민으로 헤파린을 완전 중화하고 환자는 중환자실

로 옮긴 후에 항응고는 지혈이 확인되고 나서 6시간 후에 시작하여 활성화응고시간(activated clotting time; ACT)을 180~200초 전후로 유지한다. 우심실의 기능을 유지하기 위해서는 NO gas를 주입하고, 수액공급을 제한하며 모든 기관에 적당한 혈류를 유지하기 위해서 강압제를 투여한다. 하지만 이후에도 우심실 기능부전 현상, 즉 중심정맥압이 22 mmHg 이상 유지되면서 cardiac index가 2.0 L/min/m<sup>2</sup> 이하이면 우심실 보조도 고려한다. 좌심실 보조 중에 강압제는 최소한의 용량으로 줄이고 중심정맥압, 좌심방압 등을 Swan-Gantz 카테터를 이용하여 관찰하고 심초음파는 매일 시행하여 회복정도를 파악한다. 심근회복이 확인되면 가동 혈류량을 점진적으로 줄이면서 2 L/min까지 이르게 하고 혈전형성을 막기 위해 1 L/min 미만이 되지 않도록 주의한다[3]. 이때 심초음파와 혈류역학 지표에서 중심정맥압이나 좌심방압의 변화가 5 mmHg 이하이고 관류압이나 심박출량에 큰 변화가 없으면 이탈한다. 이때 낮은 혈류량으로 장시간을 유지할 때는 헤파린을 추가하여 ACT를 200초 이상되게 한다[4]. 심장박동이 전무하거나 장기간 가동시에는 좌심실의 감압이 안되고 좌심실 내에 혈전의 위험이 있다는 것을 염두에 두어야 한다. 이때는 별개의 좌심실 vent 카테터를 삽관하기도 한다[5]. 본 증례 중 한 예는 수술 후 3일에 극심한 심인성쇼크로 상기 적응기준에 타당하여 순환보조법을 선택하게 되었고 수술 시 심폐기 이탈이 순조로왔으며, 그간에 만족할 만한 혈류역학을 보였기 때문에 회복을 기대하면서 좌심실 보조법보다는 우선 중환자실에서 설치가 용이한 체외 생명구조 장치를 선택하였다.

중환자실에서 체외 생명구조 장치는 급성 심근경색, 급성 심근염에 의해서 혈류역학이 유지되지 않을 때 또는 수술 후 저심박출증이 지속될 때 시행하게 되는데 비교적 짧은 기간을 목표로 한다. 장점은 중환자실에서 체내 설치(implant) 및 제거(explant)하는 방법이 쉽고 가격이 싸며 언제라도 좌심실보조형으로 쉽게 변화시킬 수 있는 점이다. 하지만 단점은 성인에서 충분한 혈류량을 유지하지 못할 수도 있고 장기간 사용할 때에는 말초혈관 장애, 혈구 파괴가 나타날 수 있으며, 산화기의 수명에 한계가 있다는 점이다. 이외에도 좌심방을 이용한 좌심실보조법과 마찬가지로 좌심실 감압이 안되어 좌심실벽에 긴장이 그대로 유지될 수 있다[5]. 설치는 경동, 정맥 혹은 대퇴동, 정맥 캐놀라를 경피 경혈관 기법으로 삽관하거나 일부 피부절개를 한 후에 하기도 한다. 간단한 것은 서혜부를 횡절개 한 후 대퇴동, 정맥을 직접노출한 후에 카테터는 다

시 피부를 통하여 삽관 한다. 이때 동, 정맥혈관에서 카테터 입구에는 7-0 Polypropylene으로 purse string 모양으로 떠서 이 부위에서 출혈하는 것을 예방하고 기타 다른 부위에서도 출혈하는 부위가 없는 것을 확인하고 나서 절개 부위를 봉합한다. 대퇴동맥의 원위부(distal femoral artery)는 따로 혈류를 유지하는 것이 안전하다. 보통 7 Fr 정도의 중심정맥 카테터를 사용하였다. 적어도 24~48시간의 심장보조 후에는 강압제의 용량을 저용량 혹은 중등도의 용량까지 줄일 수 있고 심초음파상 심장기능 회복이 뚜렷하면서 심박출량 3.0 L/min 이상이면 수분에 걸쳐 가동혈류량을 4 L/min에서 1 L/min로 줄인 다음, ECLS 이탈을 고려해 볼 수 있다[6].

급성 전격성 바이러스 심근염은 대상질환군에서 비교적 가장 예후가 좋은 것으로 보고되고 있다[7]. 비록 쇼크 상태에서도 정상 심장기능까지 회복하여 대부분은 심장이식을 피하기도 한다. 오히려 이렇게 전격적으로 혈류역학이 급격하게 악화되고 따라서 고용량의 강압제와 순환보조법이 필요한 경우에는 오히려 심하지 않은 일반 심근염형보다 향후 생존율이 거의 정상일 정도로 월등히 우월하고 심장이식이 필요한 경우도 적은 것으로 보고된 바 있다[8]. 이는 본 연구의 두 증례에서도 같은 결과를 보였다. 따라서 이런 경우, 적극적인 순환보조법이 강력하게 추천되고 있다. 일반적인 접근방법은 강력한 고용량의 강심제와 대동맥 내 풍선펌프에도 혈류역학이 불안정하거나 폐기능 부진이 있으면 우선 대퇴동, 정맥을 통한 체외막형 산소법을 시도한다[5]. 보고에 의하면 일반적으로 체외 생명구조 장치에서는 1주일 이내에 심실기능이 회복되었다. 따라서 이 기간 내에 회복되는 추세가 없으면 체외막형의 단점 때문에 좌심실 보조법으로 교환하는 것이 일

반적 추세이다.

저자들은 심정지나 급성심인성 쇼크로 생명유지가 불가능한 경우에 단기 보조의 목표로 원심형 펌프(centrifugal pump)를 이용하여 ECLS나 LVAD를 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

## 참 고 문 헌

1. Schwarz B, Mair P, Margreiter J, et al. *Experience with percutaneous venoarterial cardiopulmonary bypass for emergency circulatory support.* Crit Care Med 2003;31:758-64.
2. Noon GP, Ball Jw Jr, Papaconstaninon HT. *Clinical experience with biomedicus centrifugal ventricular support in 172 patients.* Artif Organs 1995;19:756-60.
3. Kouchoukos NT, Blackstone EH, Doty DB, Hanley FL, Karp RB. *Cardiac surgery.* 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: Elsevier Science Publishing Co. 2003;211.
4. Magovern GJ, Golding LAR, Oyer PE, et al. *Weaning and bridging.* Ann Thorac Surg 1989;47:102-7.
5. Duncan BW, Bohn DJ, Atz AM, French JW, Laussen PC, Wessel DL. *Mechanical circulatory support for the treatment of children with acute fulminant myocarditis.* J Thorac Cardiovasc Surg 2001;122:440-8.
6. Magovern GJ. *Extracorporeal life support following adult open heart surgery.* In: Zwischenberger JB, Bartlett RH. *ECMO: Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care.* 1st ed. Ann Arbor: Extracorporeal life support organization publishing. 1995;485-6.
7. McCarthy RE, Boehmer JP, Hruban RH, et al. *Long-term outcome of fulminant myocarditis as compared with acute (nonfulminant) myocarditis.* N Engl J Med 2000;342:690-5.
8. Acker MA. *Mechanical circulatory support for patients with acute-fulminant myocarditis.* Ann Thorac Surg 2001;71:S73-6.

=국문 초록=

기계적 순환 보조는 만성 심부전 상태의 환자들에게 이용될 뿐만 아니라, 심정지 혹은 심인성 쇼크에서 생명을 구할 수 있는 필수적인 요소가 되기도 한다. 상용화된 다양한 박동형의 순환보조 장치들이 장기간의 좌심실 보조를 위해 사용될 수 있지만 비용이나 제조사로부터의 기술적 지원이라는 측면에서 그 사용에 제약이 되고있다. 최근에는 심장이식의 가교로서, 또는 심장회복을 위해 원심성 펌프를 단기간 사용한 예들이 보고되고 있다. 본원에서는 원심형 펌프를 이용한 체외 생명구조 장치나 좌심실 보조장치로 심정지 혹은 심인성 쇼크의 5명의 환자에게 적용하여 성공적으로 치료하였다. 이들중 2명이 허혈성 심질환에 의한 심정지로 응급 상황에서 시행되었고, 술 후 심인성 속을 보인 허혈성 질환 1예와 급성 바이러스성 심근염에 의한 저심박출량 증후군을 보인 2명은 예정 하에 수술하였다. 모든 환자에서 기계적 순환보조 이탈이 가능하였으며, 기계적 순환 보조와 관련된 합병증에는 출혈 및 급성 신부전등이 있었고 대퇴동, 정맥 캐놀라 삽관과 연관된 합병증은 없었다. 원심형 펌프를 이용한 기계적 순환보조는 심정지 혹은 심인성 쇼크에서 생명보존이나 유지에 필수적인 역할을 할 수 있으며 항시 고려해야할 요소로 판단되기에 이를 보고하는 바이다.

- 중심 단어 : 1. 순환 보조  
2. 심폐 바이패스  
3. 심인성 쇼크  
4. 심정지