

Biomedicus pump를 이용한 개심술후 심실보조

김원곤* · 이창하* · 김기봉* · 안혁* · 노준량*

=Abstract=

Postcardiotomy Ventricular Support with Biomedicus Pump

Won Gon Kim, M.D.*, Chang Ha Lee, M.D.*, Ki-Bong Kim, M.D.*,
Hyuk Ahn, M.D.*, Joon Ryang Rho, M.D.*

The reported incidence of postcardiotomy cardiogenic shock not responding to conventional therapy is still 0.1 to 0.8%. For this group of patients, more aggressive form of circulatory support must be employed. Centrifugal pumps are a ventricular assist device most commonly used on this purpose, due to low cost and easy availability. Currently, however, clinical experience of centrifugal pumps as a ventricular assist device is rarely reported in Korea. From January 1992 to January 1996, 2986 patients underwent cardiac operations on cardiopulmonary bypass at Seoul National University Hospital. Refractory postcardiotomy cardiac failure requiring ventricular support with a Biomedicus centrifugal pump developed in ten of these patients. There were eight men and two women, ranged in age from nine years to 77 years with a mean of 50 ± 20 years. The primary surgical procedures consisted of isolated coronary revascularization in four patients, combined coronary revascularization and aortic valve replacement in two, aortic dissection repair in two, pulmonary embolectomy in one, and heart transplantation in one. Of the ten patients, five had left ventricular assistance, one had right ventricular assistance, and four had biventricular assistance. Duration of ventricular assistance ranged from 24 to 175 hours, with a mean of 76 ± 51 hours. Seven patients were weaned from ventricular assistance, and four of them discharged. The causes of death for nonsurvivors were progressive cardiac failure in two patients and multiorgan failure, intractable ventricular fibrillation, irreversible brain injury, and mechanical problem, respectively, in the other four. Survival was not predicted by time on cardiopulmonary bypass, aortic cross-clamp time, or duration of ventricular support. Major complications included bleeding(7), renal failure(6), infection(3) and neurologic complication(2). These results indicate that a centrifugal pump can provide reasonably satisfactory short-term circulatory support.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1996; 29: 1218-22)

Key words: 1. Heart assist device
2. Cardiopulmonary bypass

* 서울대학교병원 흉부외과, 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital,
Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

† 공지사향: 이 논문은 1995년도 서울대학교병원 지정연구비 지원에 의해 이루어진 것임

논문접수일: 96년 6월 27일 심사통과일: 96년 8월 27일

책임저자: 김원곤, (110-744) 서울시 종로구 연건동 28 Tel. (02) 760-2346, Fax. (02) 764-3664

서 론

최근 심장수술 성적의 현저한 향상에도 불구하고 여전히 일부 환자들에서는 심장수술후 심장성 속(post-cardiotomy cardiogenic shock)이 발생하여 수술후 성공적인 심폐바이패스 이탈에 큰 문제점을 제공하고 있다¹⁾. 이들 환자들의 약 80%에서는 대동맥내 풍선펌프 및 적절한 약물 치료 등으로 심폐바이패스 이탈이 가능한 것으로 보고되고 있으나^{2,3)}, 나머지 환자들(전체 환자들의 약 0.1~0.8%)에서는 보다 적극적인 순환보조 즉 심실보조장치의 적용이 필요하게 된다⁴⁾. 심장수술후 발생한 심부전증에 심실보조장치를 삽입하는 것은 가역적인 심근 손상이 존재한다는 전제 조건하에서 이루어지게 되는데 이때 심실보조장치는 심근이 회복될 동안 일시적으로 환자의 순환을 도와주는 역할을 하게 된다.

심장수술직후 발생한 심부전증에 기계적으로 심실보조를 성공적으로 시행한 것은 1965년 Spencer 등이 롤러펌프를 이용하여 좌심실 보조를 시행한 것이 처음이었다⁵⁾. 이후 심실보조장치 사용례에 대한 여러 연구 결과들이 잇달아 보고되면서 다양한 종류의 심실보조장치들이 임상에 소개되었다⁶⁾. 현재 상업적으로 사용될 수 있는 심실보조장치의 형태로는 롤러 펌프, 원심성 펌프, 박동형 공기 구동성 펌프, 헤모펌프(Hemopump) 등 여러가지가 있다. 이중 원심성 펌프(centrifugal pump)는 사용하기가 매우 편리하며 비용이 상대적으로 저렴하다는 이유 등으로 현재 세계적으로 심실보조장치로서는 가장 많이 사용되고 있으며⁶⁾ 국내에서도 역시 가장 보편적으로 사용되고 있는 심실보조장치로 알려져 있다. 그러나 개심술후 심실보조장치로서의 원심성 펌프에 대한 중요성에도 불구하고 국내 문헌에서는 외국에서의 사용 증례에 관한 보고 이외에는 아직까지 문헌 보고가 미미한 실정이다⁷⁾. 이런 관점에서 저자들은 최근 4년 동안 서울대학병원에서 개심술후 발생한 심장성 속에서 원심성 펌프를 심실보조장치로 사용하였던 증례들을 대상으로 의무기록 분석을 통한 후향적 분석을 시행하였다.

대상 및 방법

1992년 1월부터 1996년 1월까지 서울대학교병원 흉부외과에서 개심술을 시행받은 환자 2986명 중, 수술후 심장성 속이 발생하여 약물이나 대동맥내풍선펌프 등의 전통적 치료법을 시행하였으나 반응하지 않았던 10명의 환자에서

Biomedicus 원심성 펌프(Biopump, Medronic Biomedicus Inc., Eden Prairie, MN, USA)를 이용한 심실보조를 시행하였다. 10명의 환자는 개심술후 전통적인 방법으로는 심폐바이패스 이탈이 불가능하였던 8례와 심장이식술을 시행받고 9 시간후 우심실부전으로 인한 저심박출증이 발생한 경우 1례, 그리고 심폐바이패스 이탈 직후는 순조로왔으나 이후 중환자실에서 양심실부전이 발생하였던 1례였다. 심실보조장치 삽입 기준은 최대한의 약물 치료나 대동맥내풍선펌프 시행에도 불구하고 수축기 체동맥압이 90 mmHg 이하, 좌심방압이 20 mmHg 이상일때로 하였다. 이때 심박출계수(cardiac index)는 따로 측정하지 않았다.

환자들의 연령 분포는 평균 50 ± 20 세(9~77세)였고 남녀 비는 8:2 였다. 수술전 진단은 불안정 협심증이 5례, 대동맥박리증이 2례, 그리고 베세트씨병이 의심되는 대동맥인공판막부전증, 급성 폐색전증, 제한성 심근염 등이 각각 1례씩이었다. 수술은 관상동맥우회술을 단독으로 시행한 경우 4례, 관상동맥우회수술 및 대동맥판치환수술을 시행한 경우 2례, 대동맥박리증에 대한 인조혈관 삽입술 2례, 그리고 폐색전제거술 및 심장이식술 1례씩이었다. 이중 응급수술로 시행되었던 급성 대동맥박리증, 폐동맥색전증, 불안정 협심증 환자 각각 1례씩을 제외하고는 정규 수술로 시행되었다. 전체 환자들의 심폐바이패스 시간은 362 ± 129 분(164~530분)이었으며, 대동맥차단 시간은 145 ± 70 분(53~265분)이었다. 심실보조 형태는 총 10례중 좌심실보조가 5례, 양심실보조 4례, 그리고 심장이식술후의 우심실보조 1례였다.

심실보조 캐놀라의 삽입은 좌심실보조의 경우 총 5례중 4례에서 동맥캐놀라는 심폐바이패스시 사용하였던 대동맥캐놀라(24 Fr)를 그대로 이용하였고 정맥캐놀라로는 좌심방부속지 또는 대동맥과 상대정맥사이의 상부접근을 통해 삽입한 32 Fr 정맥캐놀라를 사용하였다. 나머지 1례에서는 좌심방과 대퇴동맥간을 연결하여 심실보조를 시행하였다. 우심실보조의 경우 대상 환자가 소아환자(9세)였으므로 20 Fr 캐놀라를 주폐동맥에 그리고 정맥캐놀라는 우심방을 통해 28 Fr 캐놀라를 삽관하였다. 양심실 보조를 시행한 4례에서는 좌,우 심실보조장치를 합병한 형태로 운용하였다. 심실보조장치 삽입후 모든 증례에서 흉골은 닫지 못하였으며 대신 피부만 닫거나 또는 실라스틱 판(Silastic sheet)을 이용하여 피부 주위를 봉합하여 iodophor adhesive drape로 드레싱하였다.

심실보조시 동맥압은 평균 60~70mmHg으로, 그리고 혈류량은 3~4 L/min 범주에서 유지시켜 주었다. 좌심실이나 우심실 보조의 경우 보조되지 않는 심실을 위해 적절

Table 1. Result of Biomedicus pump application

type of VAD	No. of cases	VAD weaning	survival
LVAD	5	4	2
RVAD	1	1	-
BVAD	4	2	2
total	10	7(70%)	4(40%)

VAD : ventricular assist device LVAD : left ventricular assist device
RVAD : right ventricular assist device BVAD : biventricular assist device

한 양의 심근 수축제를 사용하였으나, 양심실 보조의 경우 심근 수축제의 사용을 최소화하였다. 수술후 충분한 지혈이 이루어졌다고 판단되었을 때부터 활성화 응고시간(activated clotting time)이 150~200초 범위가 되도록 해파린 양을 조절하여 사용하였다.

심실보조장치 이탈은 심실보조 시행 이후 적어도 24시간 이후 부터 시행하였는데 원심성 펌프의 관류량을 조금씩 감소시키면서 혈액학적 소견에 유의한 변화가 없을 경우 원심성 펌프의 관류량을 0.5~1 L/min 까지 감소시킨뒤 수술장에서 캐놀라를 제거하고 흉골을 닫았다. 심실보조장치 이탈과 더불어 심근 수축제나 혈관 확장제를 사용하여 혈액학적 안정성을 유지하였으며 이후 환자 상태의 안정에 따라 대동맥내 풍선펌프의 이탈과 기도 발관을 시행하였다.

결 과

전체 환자들에서 심실보조를 시행한 시간은 24~175시간으로 평균 76±51시간이었다. 심실보조후 심실보조장치로 부터의 이탈은 총 10례중 7례(70%)에서 가능하였는데, 좌심실보조의 경우 5례중 4례(80%), 우심실보조의 경우 1례중 1례(100%)가 이탈되었으며, 양심실보조의 경우에는 4례중 2례에서 이탈이 가능하였다(Table 1). 심실보조장치에서 이탈된 7례중 좌심실 순환보조 2례, 우심실 순환보조 1례에서는 각각 심실보조장치 이탈후 1일, 2일, 23일째에 환자가 사망하여, 최종적으로는 전체 환자중 4례(40%)에서 퇴원이 가능하였다. 대동맥내풍선펌프는 8례에서 시행하였는데, 수술전에 4례, 심폐바이패스 이탈이 되지 않아 수술후 시행된 경우가 4례였다. 퇴원이 가능하였던 4례에서는 모두 대동맥내풍선펌프가 시행되었는데 이들 환자에서는 순환보조 이탈후 1~6일 사이에 대동맥내풍선펌프 제거가 가능하였다.

사망환자(6명)와 생존 퇴원 환자(4명) 간의 심폐바이패스시간, 대동맥차단시간, 심실보조시간에서 통계학적인

Table 2. Operative and ventricular assistant characteristics of patients

Variable	Survivors (n=4)	Nonsurvivors (n=6)	P value*
CPB time(min)	383.8±133.5	347.0±136.0	0.75
ACC time(min)	132.3±72.4	152.7±73.2	0.67
VA time(hour)	95.1±63.4	63.9±42.0	0.46

CPB : cardiopulmonary bypass ACC : aortic cross-clamp
VA : ventricular assistance * : Wilcoxon rank sum test

차이는 없었다(Wilcoxon rank sum test)(Table 2). 사망환자와 생존 퇴원 환자간의 대동맥내 풍선펌프 사용 여부, 재수술 여부, 심실보조 형태(좌, 우, 양심실 보조)에 따른 차이 역시 통계학적 유의성이 발견되지 않았다(Fisher's exact test).

사망 환자들의 사망 원인을 살펴 보면 진행성 심실부전증이 2례였고, 그밖에 다장기 기능부전, 치료에 반응하지 않는 심실세동, 불가역적인 뇌손상과 기계학적 문제가 각각 1례씩이었다. 기계학적 문제는 순환보조 6일째에 발생하였던 펌프헤드의 균열이 원인이 되었다. 심실보조시의 합병증으로는 출혈이 가장 흔하게 관찰되었다. 총 10명의 환자중 총전적혈구 및 전혈이 20 단위 이상 필요하였던 경우가 7례(70%)에서 있었으며, 5례(50%)에서는 지혈이나 혈종 제거를 위한 재수술이 필요하였다. 급성 신부전의 발생은 수술후 혈청 크레아티닌치가 2.0 이상일때를 기준으로 하였는데 모두 6례 (60%)에서 관찰되었다. 급성 신부전에 대한 치료로는 복막투석 1례, 복막투석과 혈액여과기(hemofiltration) 사용을 동시에 시행한 경우가 1례, 혈액투석 1례였으며, 나머지 3례에서는 보존적 처치를 하였다. 감염의 소견은 폐렴, 종격동염 등을 포함하여 3례(30%)에서 관찰되었다. 그밖에 신경학적 합병증이 2례(20%)에서, 그리고 미만성 혈관내응고항진증(disseminated intravascular coagulation) 및 혈장혈색소치 40 mg/dl 이상의 과도한 용혈(hemolysis)이 1례에서 각각 발생되었다.

퇴원 환자들의 외래 추적은 4명중 3명의 환자에서 이루어졌다. 추적 기간은 각각 2, 4, 11개월로 모든 환자에서 운동시 호흡곤란은 없었으며 NYHA 기능적 분류상 I-II 범주에 속하였다.

고 찰

개심술후 발생한 심장속에 시행되는 심실보조의 목적은 부전 상태의 심장 부담을 덜어주어 가역성 손상을 입

은 심근이 회복될 수 있도록 일시적인 순환보조 역할을 담당하는 것이다^{4, 8)}. 심실보조장치에는 여러가지 종류가 있지만 일반적으로 2주 내의 단기 순환보조장치로는 원심성 펌프가 세계적으로 가장 보편적으로 사용되고 있다^{4, 9)}. 국내에서도 아직 문헌 보고는 미미한 실정이나 Biomedicus pump 를 중심으로 한 원심성 펌프가 경제성 및 효율의 측면에서 가장 많이 사용되는 심실보조장치로 알려져 있다.

본 연구에서는 4년간의 조사 기간중 시행된 전체 개심 수술 환자중 약 0.3%에서 원심성 펌프에 의한 심실보조를 필요로 하였는데 이는 기존 문헌들에서의 심실보조장치 적용 빈도와 유사한 소견이었다^{4, 8, 9)}. 원심성 심실보조장치를 적용하는 기준은 Norman 등¹⁰⁾에 의해 제시된 전통적인 혈액학적 기준을 참조로 하였으나 심박출계수는 따로 측정하지는 않았다. Norman등의 기준은 그러나 과거 이러한 엄격한 기준을 적용한 관련 연구들에서 생존율이 낮았던 점을 고려할 때, 이 기준이 도움은 되나 심실보조장치 적용의 유일한 결정요소는 되지 못하며 따라서 환자의 전반적 상황 및 임상 관찰이 중요하다는 의견이 제시되고 있다¹¹⁾.

개심술후 심장속에 대한 심실보조장치 적용시 환자의 생존율은 문헌 보고에 따라 29~50%의 범주에서 보고되고 있는데^{1, 12, 13)}, 본 연구에서의 40% 생존율도 비록 증례는 많지 않지만 이들 보고들과 대체적으로 일치되는 소견으로 생각된다. 심실보조장치 적용시 생존율과 관련된 여러 위험인자중에서 Jett¹¹⁾는 다음과 같은 4가지를 제시하고 있다. 즉 첫째로 기술적으로 성공적이지 못한 수술인 경우에는 심실보조장치의 적용을 고려하지 않아야 하며, 둘째는 수술중 또는 전후에 발생한 심근경색으로 이는 심근회복의 가능성을 떨어뜨리고 심실보조장치의 이탈을 어렵게 한다. 셋째는 양심실 기능부진으로 인한 양심실 순환보조로 이 경우 단심실 순환보조에 비하여 생존율이 떨어지는 것으로 보고하고 있으며 넷째는 연령으로 일반적으로 70세이상의 환자에서는 생존율이 떨어짐을 보고하고 있다. 그러나 연령 및 양심실보조의 경우에는 다른 연구 보고들에서^{14, 15, 16)} 연령은 생존율에 중요한 영향을 미치지 않으며 양심실보조의 경우 오히려 단심실보조 보다 생존율이 높다는 결과들을 발표하고 있어 이론이 많은 상태다.

본 연구에서는 양심실보조와 단심실보조간의 생존율에 대한 유의한 차이는 발견되지 않았으며 연령 역시 70세 이상의 환자 2명이 모두 사망하였지만 통계학적 유의성은 검정되지 못하였다. 향후 증례가 보다 많이 축적되면 보다 신뢰성있는 결과 분석이 가능할 것으로 생각된다. 그밖에 본 연구에서는 원심성 심실보조 적용후 생존자와 사망자

간의 심폐바이패스시간, 대동맥차단시간, 심실보조시간, 그리고 대동맥내풍선펌프 사용 여부, 재수술 여부 등에 따른 통계학적 차이 역시 발견되지 않았다.

심실보조장치 적용시 발생할 수 있는 합병증으로서 출혈, 혈전색전증, 신부전, 감염, 그리고 보조장치와 관련된 기계적 문제등이 있다. 출혈은 이중 가장 흔한 합병증으로 본 연구 결과에서도 전체 환자의 70%에서 출혈 합병증이 발생하였다. Adamson등¹⁴⁾은 20 단위 이상의 혈액성분이 필요한 출혈이 95%에서 발생하였다고 보고하고 있고, Golding등¹⁷⁾은 원심성 펌프 적용환자들의 87.3%에서 출혈을 보였고 평균 53.2 단위의 혈액성분이 투여되었다고 보고하고 있다. 또 Curtis¹⁸⁾는 원심성 펌프 적용 환자들의 57%에서 출혈로 인한 재수술이나 충전 적혈구 10 단위 이상 필요했던 출혈이 발생하였다고 보고하고 있다. 심실보조장치와 관련된 출혈을 최소화하기 위해서는 심폐바이패스후 프로타민으로 헤파린을 충분히 중화시키고 중환자실에 도착후 혈액응고검사가 정상화 될 때까지 항응고제 사용을 억제하는 것이 중요하다. 신부전은 본 연구 대상환자들의 60%에서 발생하였다. 신부전은 발생시 병원 생존율에 중요한 영향을 미칠 수가 있는데 Golding등¹⁷⁾은 79명의 환자중 11명에서 순환보조중 혈액투석이 필요하였다고 보고하고 있다. 그밖에 감염이나 혈전색전증 등의 합병증들은 Biomedicus Pump를 포함한 모든 심장보조장치에서 언제나 발생할 수 있는 중요한 문제로 인식되고 있다.

결 론

본 연구 결과를 볼때 개심술후 발생한 심장속에서 약물이나 대동맥내풍선펌프 등의 전통적인 보조 수단으로도 환자가 반응하지 않는 경우 적절한 시기에 원심성 펌프를 이용한 단기 심실보조를 시행하면 위급한 상태의 환자들에서 비교적 좋은 결과를 얻을 수있다는 결론을 얻을 수 있었다. 그러나 아직까지 완전히 만족스러운 정도의 결과는 아니기 때문에 향후 환자 선택, 원심성 펌프 적용시기, 원심성 펌프 적용후 관리등의 측면에서 개선이 요망된다고 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Pennington DG, Swartz MT. *Patient selection for mechanical circulatory support*. In; Ott RA, Gutfinger DE, Gazzaniga AB. *Cardiac Surgery-State of Art Reviews*. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc., 1993; 229-39.
2. Dowling TP, Miller DC, Stoffer R, Shumway NE. *Use of the*

- intra-aortic balloon pump after valve replacement.* J Thorac Cardiovasc Surg 1986;92:210-7.
3. Sanfelippo PM, Baker NH, Ewy HG, et al. *Experience with intra-aortic balloon counterpulsation.* Ann Thorac Surg 1986; 41:36-41.
 4. Miller CA, Pae WE, Pierce WS. *Combined registry for the clinical use of mechanical ventricular assist devices: postcardiotomy cardiogenic shock.* ASAIO Trans 1990;36:43-6.
 5. Spencer FC, Eiseman UG, Trinkle JK, Rossi NP. *Assisted circulation for cardiac failure following intracardiac surgery with cardiopulmonary bypass.* J Thorac Cardiovasc Surg 1965;49:56-72.
 6. Ott RA, Mills TC, Eugene J, Gazzanica AB. *Clinical choices for circulatory assist devices.* Trans Am Soc Artif Intern Organs 1990;34:792-8.
 7. 한재진, Karl TR, Mee RBB. 소아연령의 개심술후 시행한 심장 혹은 심장-폐 순환보조장치의 임상적 고찰. 대흉외지 1994;27:977-83.
 8. Golding LR. *Postcardiotomy mechanical support.* Semin Thorac Cardiovasc Surg 1991;3:29-32.
 9. Killen DA, Piehler JM, Borkon AM, et al. *Bio-Medicus ventricular assist device for salvage of cardiac surgical patients.* Ann Thorac Surg 1991;52:230-5.
 10. Norman JC, Cooley DA, Igo SR, et al. *Prognostic indices for survival during postcardiotomy intra-aortic balloon pumping.* J Thorac Cardiovasc Surg 1977;74:709-20.
 11. Jett GK. *Postcardiotomy support with ventricular assist devices: selection of recipients.* Sem in Thorac Cardiovasc Surg 1994; 6:136-9.
 12. Golding LR, Jacobs G, Groves LL, et al. *Clinical results of mechanical support of the failing left ventricle.* J Thorac Cardiovasc Surg 1982;83:597-601.
 13. Joyce LD, Kiser JC, Eales F, et al. *Experience with the Sarns centrifugal pump as a ventricular assist device.* ASAIO Trans 1990;36:619-23.
 14. Adamson RM, Dembitsky WP, Reichman RT, et al. *Mechanical support: Assist or nemesis?* J Thorac Cardiovasc Surg 1989;98:915-21.
 15. Park SB, Liebler GA, Burkholder JA, et al. *Mechanical support of the failing heart.* Ann Thorac Surg 1986;42:627-31.
 16. Al-Mondhiry H, Pierce WS, Richenbacher W, et al. *Hemostatic abnormalities associated with prolonged ventricular assist pumping: Analysis of 24 patients.* Am J Cardiol 1984;53:1344-8.
 17. Golding LR, Crouch RD, Stewart RW, et al. *Postcardiotomy centrifugal mechanical ventricular support.* Ann Thorac Surg 1992;54:1059-64.
 18. Curtis JJ. *Centrifugal mechanical assist for postcardiotomy ventricular failure.* Sem in Thorac Cardiovasc Surg 1994;6:140-6.

=국문초록=

근래에 와서 심장수술 기법 및 심근보호법의 현저한 향상에도 불구하고 심장수술 환자들의 약 0.1~0.8% 에서는 여전히 심장수술후 약물 치료나 대동맥 풍선펌프 등의 전통적인 치료법에 반응하지 않는 급성 심부전증이 발생하고 있다. 이런 환자들에서는 보다 적극적인 순환보조법으로 심실보조를 시행할 필요가 있는데, 현재 이런 목적으로 원심성 펌프가 비용이 비교적 저렴하고 사용하기 편리하다는 점에서 세계적으로 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 아직 국내에서는 이러한 심실보조장치로서의 원심성 펌프의 사용에 관한 문헌 보고가 매우 드문 실정이다.

1992년 1월 부터 1996년 1월 까지 서울대학병원에서는 총 2986례의 개심술이 시행되었는데, 이들 환자 중 모두 10명에서 심장수술후 전통적인 치료법에 반응하지 않는 심부전증이 발생하여 Biomedicus 원심성 펌프를 이용한 심실보조를 시행하였다. 10명의 환자중 남자가 8명 여자는 2명이었으며 평균 연령은 50±20세였다(범위; 9세~77세). 환자들이 받은 수술로는 6명의 환자가 관상동맥우회수술을 받았으며 이중 2명의 환자는 관상동맥우회수술과 함께 대동맥판막치환수술을 시행받았다. 그밖에 대동맥박리증 수술 2례, 그리고 폐색전제거술 및 심장이식수술이 각각 1례씩 있었다. 심실보조 형태로는 전체 환자 중 5명의 환자에서 좌심실 보조를 시행하였으며 1명에서 우심실보조 그리고 4명에서 양심실보조를 시행하였다. 심실보조 기간은 평균 76±51시간이었다(범위; 24시간~175 시간). 10명중 7명에서 심실보조 장치 이탈이 가능하였고 이중 4명이 생존하여 퇴원하였다. 사망 환자들의 사망 원인으로서는 진행성 심부전증 2례, 그리고 다장기 부전증, 심실세동, 비가역적 뇌손상, 기계적 문제가 각각 1례씩이었다. 사망환자와 생존 퇴원환자간의 심폐바이패스시간, 대동맥차단시간, 심실보조시간에서 통계학적인 차이는 없었다. 원심성 심실보조장치 삽입에 연관된 주된 합병증으로는 출혈(7), 급성 신부전증(6), 감염(3), 그리고 신경학적 합병증(2) 등이 관찰되었다. 결론적으로 원심성 펌프는 단기 순환보조용으로 비교적 만족한 결과로 사용될 수있었다.

중심단어 : 심실보조장치, 원심성 펌프