

開心術時 병발한 좌심실 기능부전증에 대한 Partial Left Heart Bypass 치험*

— 2례 보고 —

이종국** · 오중환** · 박영환** · 조범구** · 홍필훈**

— Abstract —

Partial Left Heart Bypass for Perioperative Left Ventricular Failure* (A Report of 2 Clinical Cases)

Chong Kook Lee, M.D.*, Joong Hwan Oh, M.D.**, Young Hwan Park, M.D.**,
Bum Koo Cho, M.D.**, Pill Whoon Hong, M.D.**

During the period from February to March, 1984, we employed a partial left heart bypass (left atrium to ascending aorta) in 2 patients who could not weaned from cardiopulmonary bypass with inotropic agents and cardiac pacing after coronary bypass surgery.

These two patients showed significant improvement in ventricular function 18 to 47 hours after inserting the left heart bypass and were able to weaned from the left heart bypass under using inotropic agents. Two patients died of multiple organ failures 11 days and 15 days postoperatively.

These results indicate that early institution of left heart bypass in ventricular failure patients after open heart surgery can provide satisfactory long-term result.

序 論

開心術時에 心筋기능 손상이 심한 患者에서는 術後人工心肺機에 의한 體外循環을 離脫(Weaning)하기 위해 여러가지 복합적인 방법을 이용할 수 있으며, 그중 inotropic 약물사용, 인공심박동장치, 대동맥내 발룬펌핑(Intra-aortic balloon pumping; IABP) 등을 併用할수 있으나 경우에 따라서는 이러한 보조수단으로도 별 반응이 없는 경우가 있으며 그 원인은 대개 不分明하나 冠動

脈질환에서도 수술후 가끔 발생하는 것으로 보고되고 있다³⁵⁾. 이런 경우 보조循環法을 이용하여 심장기능회복을 기대할 수 있으며 그중 한가지 방법인 좌심방-대동맥간 부분체외순환(LA-Aorta, Partial Lt Heart bypass, AA-LVAD)을 이용할 수 있다. Left heart bypass의 기본개념은 左心室의 前負荷(preload)와 Work을 줄이면서 적절한 전신순환과 관동맥 혈류를 유지시키는데 있다^{36,38,44,45)}.

역사적으로 부분적 Left heart bypass는 20 여년전부터 연구되어 왔으며 1963년 Liott²²⁾ 등이 첫 임상보고 하였으며, 1965년 Spencer¹⁶⁾ 등이 좌심방-대퇴동맥간체외순환(Left atrial-Femoral Artery bypass)을 첫 임상성공하였으며, 1971년 De Bakey¹¹⁾는 2예에서 Left heart assist device를 성공적으로 사용하였다고 보고하였다. 본 연세의료원 흉부외과에서는 1984년 2월

*본논문은 대한흉부외과학회 1984년 추계학술회의의 석상에서 발표되었음.

**연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

*Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Yonsei University, College of Medicine

과 3월에 관동맥 협착증환자 2예에서 관동맥우회술 시술 후 발생한 심실기능부전으로 人工心肺이탈이 곤란하였던 환자 2예에서, 좌심방-대동맥간 Partial Left Heart Bypass를 실시한 경험을 보고하고자 한다.

症 例

제 1례는 61歲 남자환자로서 1개월간의 흉통을 주소로 입원하였으며 Nitroglycerine의 설하투여로 증상호전이 없었으며, 걸거나 신경을 쓰면 흉통이 심하여 졌다고 하였다. 평소 하루 2갑의 담배를 10여년간 피웠으며 경한 당뇨병과 고혈압이 있었다. 입원시 체중은 76 kg, 신장 168 cm, 혈압 130/70 mmHg, 맥박수 63회/min, 호흡수 18회/min으로 약간 비만한 편이었다. 입원시 혈액, 간기능검사 및 소변검사상 별 이상이 없었으며, 단순흉부 X-선 촬영상 심비대는 없었고 심전도상 정상소견이었으나 Treadmill test 상 Stage I에서 양성으로 나타났으며 Holter-monitoring 상 별 변화가 없었다. 심초음파검사 및 관동맥조영술에서 좌전하행지 기시부 90%, 제 1대각지 70% 및 회전지 70%의 협착이 있는 환자로서 좌심실 구출율은 0.45이었으며 중복 관동맥우회술을 시술받았다.

제 2례는 57歲 남자환자로 3년간의 흉통을 주소로 입원하였으며, 특히 휴식상태에서도 통증이 오며 운동시 더 심하게 나타나며, 과거력상 3년간 고혈압이 있었으며 4년전 뇌전색증으로 우측반신의 마비가 있었다. 30년간 하루 1갑 정도의 흡연을 하였으나 통증에 대한 Nitroglycerin의 효과는 양호하였다. 입원당시 체중은 79 kg, 신장 170 cm로 비만한 편이었고 혈압은 180/120 mmHg로 높았으며 청진시 이상소견은 없었고 복부 및 사지의 소견은 정상이었다. 입원당시 혈액, 간기능검사 및 소변검사상 특별한 이상은 없었으며 모두 정상범위 내였다. 단순흉부 X-선상 심비대는 없었으나 심전도상 심근경색의 의심되었으며 Treadmill test 상 Stage I에서 양성으로 나왔다. 심초음파 검사 및 관동맥조영술상 좌전하행지 기시부 100% 회전지 80% 우관동맥중간부 90%의 협착이 있었던 환자로서 좌심실구출율은 0.70으로서 삼중 복관동맥우회술을 시술받았다(제 1표).

보조순환법

심기능부전에 대한 보조순환법에는 제 2표에서와 같이 여러가지 방법이 있으나 대표적인 것으로 counterpulsation법, Left heart bypass, LV assist device 및 보조

Table 1. Hemodynamic data and operative findings

	Case I	Case II
Sex	Male	Male
Age(year)	61	57
BW/Ht(Kg/cm)	74.5/168	79.0/170
Ejection fraction	0.45	0.7
Coronary artery stenosis	LAD-prox 90% 1st-Dx 70% Cx 70%	LAD-prox 100% CX 80% RCA-mid 90%
Procedure	Double CABG	Triple CABG
Vessel Diameter	LAD ϕ 2.0mm OM-2 ϕ 2.0mm	LAD ϕ 1.5mm OM-2 ϕ 3.5mm RCA ϕ 3.0mm
C-P bypass time (min)	522	243
ACC time (min)	82	80
Left heart bypass (hour)	18	47

Legend: BW: body weight, HT: Height, LAD: Left anterior descending DX: Diagonal, RCA: Right coronary artery, CABG: Coronary artery bypass graft
OM: obtus marginal, C-P: cardiopulmonary, ACC: aorta cross clamp

Table 2. Methods of assisted circulation

1. Counterpulsation
 - a. IABP
 - b. External compression
 - c. Pulsatile assist device (PAD)
2. Left heart bypass: LA-Aorta, LA-FA
 - a. Roller pump
 - b. Centrifugal pump
3. Venous-arterial bypass with or without oxygenator
4. Left ventricular assist device (Partial artificial heart)
 - a. LV-aorta bypass: LVAD, abdominal-LVAD
 - b. LA-aorta bypass: Ellipsoid LV assist device
5. Auxiliary heart transplantation

Legend: IABP: Intra aortic ballon pumping, LA: Left atrium, FA: Femoral artery, LV: Left ventricle

심장이식 등이 있으며 Left heart bypass시에 순환은 Roller pump와 Centrifugal pump 2가지 방법이 있으나 본 보고에서는 좌심방-대동맥간 Roller Pump를 이용한 보조순환법을 실시하였다. 보조순환은 제 1도 및 제 2도에서 보는 바와 같이 대동맥순환관은 수술중 사용한

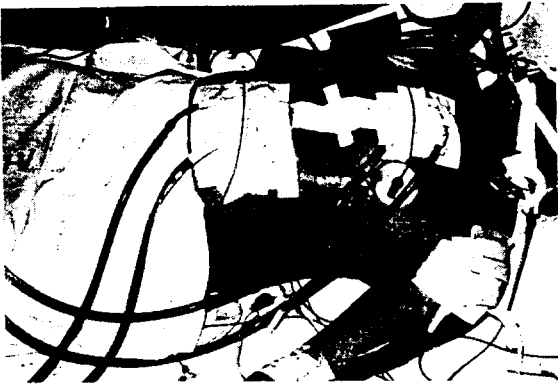


Photo 1. Position from which the cannulas exit through the chest wall. The arterial and the left atrial cannula exits through the upper sternal incision. (case I)

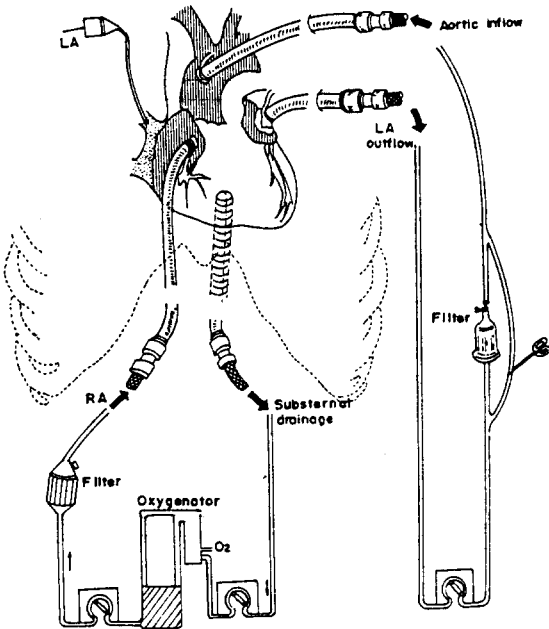


Fig. 1. The cannular-pump system of the case I Intracardiac location of the left atrial and aortic cannulas. Substernal drainage blood was collected into oxygenator and retransfused via right atrial tube.

것을 그대로 이용하며 좌심방 탈혈관은 38Fr.(USC®) 캐놀라를 좌심방 Appendage를 통해 삽입교정하였으며 흉골하 배액삽관은 로울러 펌프에 연결시켜 출혈전량을 저장조(Reservoir)에 모아 필터후 재수혈하였다. 제1, 제2도에서 보는 것과 같이 제1례에서는 인공산화기(Oxygenator)를, 제2예에서는 Cardiotomy Reservoir만을 사용하여 출혈되는 혈액을 모아 수혈하였으며 제1

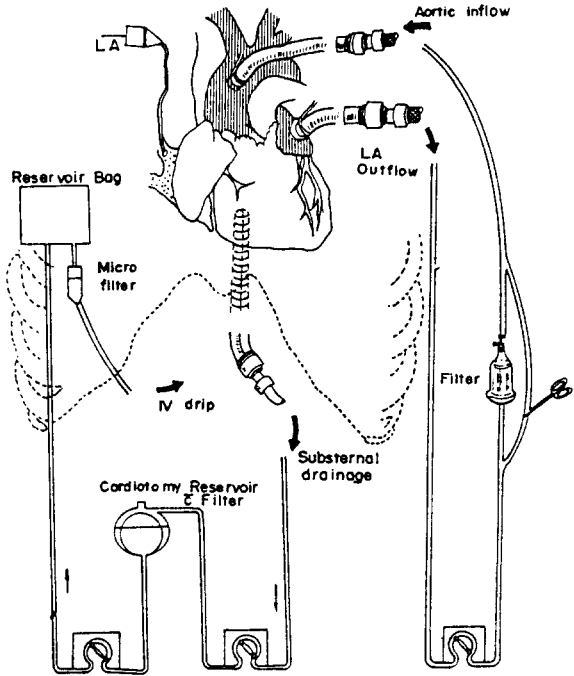


Fig. 2. The cannular-pump system of the case II Substernal drainage blood was collected into cardiotomy reservoir and retransfused via peripheral vein.

례는 우심방내로 직접 주입하였으며 제2예에서는 빈혈액병(ACD Bag)에 모아 말초정맥을 통해 적정량 수혈하였다. 좌심방 탈혈관과 대동맥 송혈관은 상부흉골사이로 뽑고 그 간격을 느슨하게 되게끔 흉골을 철사로 조인후 근육과 피부층을 단층봉합하였다(제1, 제2도, 제1사진³). Left heart bypass는 처음 flow rate를 분당 2500 ml정도 유지하면서 평균 동맥압이 75mmHg 이상 좌심방압이 10~15mmHg 정도 유지되게 하여야 하며 5 mmHg이하로 유지시 공기 색전증 위험이 있어 주의를 해야 한다. 출혈이 감소하면서 flow rate를 1500~2000 ml/분당 가능하게 되며, 체외순환중 응고 방지를 위해 활성화응고시간(Activated coagulation time, ACT)은 대조표준치의 2배정도 유지시키기 위해 매시간마다 적정량의 헤파린을 주입한다.

수술후 경과

Left heart bypass 상태로 Sarns Hospital Emergency Limited Power® 전원을 이용하여 Polystan pump가 동하에 중환자실로 이송한후 중격동 출혈량은 초기에는 시간당 500~1000 ml정도까지 상승하나 4~8시간뒤 차츰 감소하는 경향이며 보통 시간당 200~300 ml정도 출

혈하였다. 헤마토크리트는 약 30% 전후로 유지시켰으며 혈소판 수치가 급격히 감소하므로서 40,000/mm³ 이상 유지시키기 위해 platelet rich plasma 2~3 unit 씩 주입하였다. 한편 동맥송혈관의 로울러 펌프에 의한 장시간

사용으로 튜브 (Tygon®) 자체의 손상 및 파열을 예방하기 위해 6~12 시간 정도에서 위치변동 및 재교환을 실시하였다. 그리고 환자의 동맥혈압, 중심정맥압, 좌심방압 및 소변량을 계속 측정하여 환자상태를 감시하였으

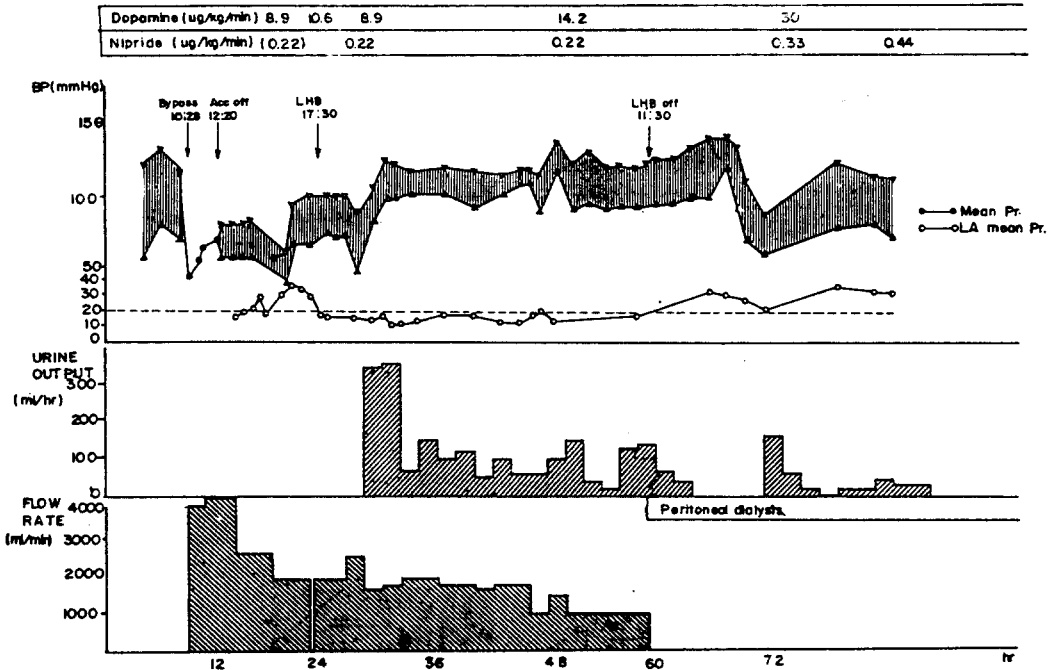


Fig. 3. Hemodynamic data during left heart bypass (Case I)
LHB: Left heart bypass LA: Left atrium

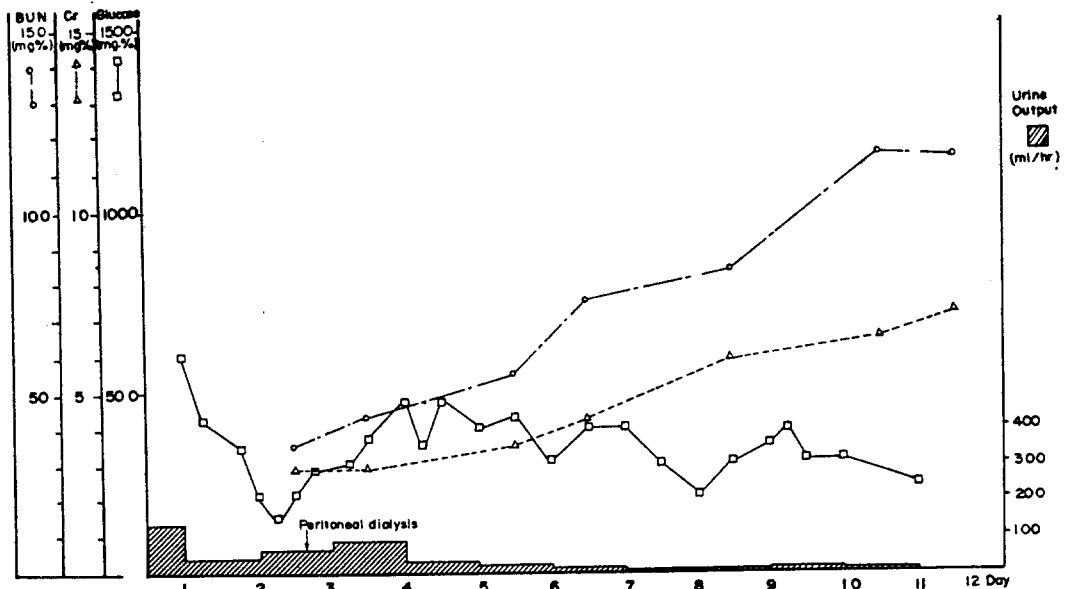


Fig. 4. Postoperative blood urea nitrogen (BUN) and serum creatinine (Cr.) values in case I patient.

며 일정간격 동맥혈액가스분석 및 전해질, 심근효소의 변동을 측정하였다. 보조순환계는 심장기능이 회복되어 Inotropic agent 사용하 보조순환없이도 적정혈압유지가 가능해지면 flow-rate를 tube내 혈전이 생기지 않도록 분당 500 ml 정도로 유지하면서 환자를 수술실로 다시 옮겨 Left heart bypass 중지하여 모든 케날라 제거후 지혈처리하며 흉골고정전 포타딘용액 및 항생제용액으로 세척시킨후 흉관삽입하여 완전봉합한 후 중환자실로 옮겨 계속 고단위 항생제 투여를 하였다.

성 績

제 1 레의 수술과정 및 Left heart bypass 과정의 동맥혈압, 좌심방압, 소변량 및 flow rate가 제 3 도에 도시되어 있으며 제 1 레는 중복관동맥우회술후 심실세동제거후 정상심박동이 출현하였으나 체외순환의 도움없이 수축기압이 80 mmHg 이상 유지가 불가능하여 여러가지 복합적인 약물요법과 인공심박동기 가동 및 부분체외순환을 계속 실시하면서 심기능 회복을 기대하였으나 약 300 분간까지 별 호전이 없어 인공심폐기를 Weaning 할수 없다고 판단하여 좌심방-대동맥간 Left heart bypass를 실시하여 중환자실로 옮겨 치료하였다. 수시간 LHB 실시중 좌심실 수축에 의한 혈압곡선이 출혈하여

Dopamine, Nipride 등 주입으로 수축기 혈압이 만족할만큼 상승되어 flow rate를 서서히 감소시키면서 약물투여만으로 정상혈압이 유지, 가능하였으며 심박출량이 C. I 1.72 L/min/M² 정도였으나 LHB 18시간후 Bypass 중지하여 좌심방-대동맥부분 좌심순환을 제거하였으며 그후 만족한 혈압이 유지되었으나 좌심방압이 차츰 상승하였으며, 술후 제 8일째 심박출량은 C.I 3.18 L/min/M²까지 회복하였다. 제 4 도에서 보는바와 같이 술후

Table 3. Left heart bypass protocol

1. Flow rate: Initially 2500 ml/min
1500-2500 ml/min
2. Mean systemic pressure: >75 mmHg
10-15 mmHg
3. Mean LA pressure: 10-15 mmHg
never below 5 mmHg due to air embolism
4. ACT: 250-280 sec
Twice of control value c heparinization, hourly
5. Sternum wire fixation, loosely
6. Substernal tube drainage
Roller pump suction → Filtration → Autotransfusion

Legend: LA: Left atrium, ACT: Activated coagulation time

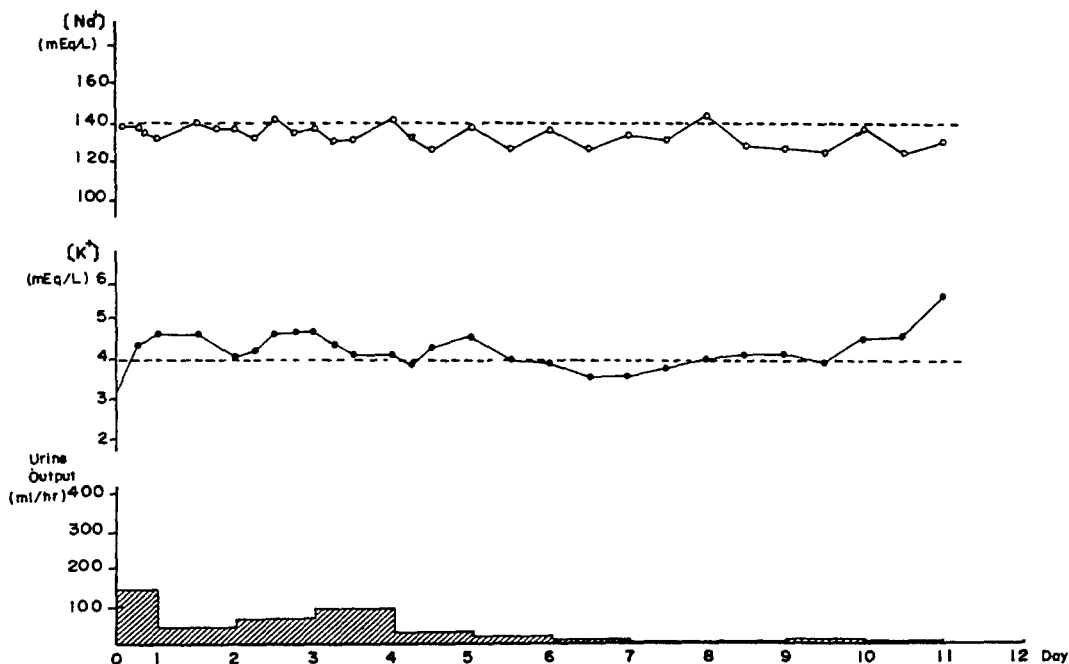


Fig. 5. Postoperative serum sodium and pottassium value changes in case I

BUN, Creatinine 및 혈당의 변화가 심하게 증가하며 소변량이 감소하여 복막투석을 실시하였으나 별호전이 없었으며 대량의 체수액을 제거하였다. 제 5도와 6도에서 전해질 및 동맥혈액가스점사성적을 볼수 있으며 전해질의 큰 변화는 없으나 호흡상태가 매우 불안정한 상태를 나타내고 있으며 PEEP의 증가와 F_iO_2 의 증가에도 불구하고 P_aO_2 치는 60~70Torr이상은 증가하지 않았다. 한편 제 1례의 술후 의식상태는 술후 제 1일째부터 의식 명료하였으나 제 4일째 convulsion 후 동공확산 되었다가 제 6일째부터 재차 명료해져 글로 써서 환자와 의사소통 할수 있었다. 술후 LHB중 첫 24시간에 7550 ml혈액 및 수액을 수혈하였으나 1430ml정도 밖에 배출되지 않았으며 제 2일째는 7650ml투여에 2070ml배출로 많은 수액이 체내에 유치되어 전신부종을 동반하여 복막투석을 실시 체수액제거를 시도하였으며 그후 I & O가 적정 유지되었다. 그리고 제 1례가 술후 제 11일째 사망하기까지 사용한 총 혈액량은 68 pints 였다.

한편 Left heart bypass 종료후 tube내에는 혈전이나 특별한 혈액응고 이상은 없었다. 수술직후 CPK가 2400 IU/ml, CPK - MB가 520 IU/ml 까지 증가하였으나 차츰 하강하였다. 반면 LDH 988 (LDH₁ 346, LDH₂ 227) 및 SGOT는 348 까지 증가하였다가 차츰 호전되었다. 심전도상 술전 별이상이 없었으나 술직후 Q파가 Lead I,

aVL, V₅₋₆ 에서 출현하였으며 전의부 심근경색소견을 나타내었다.

제 2례의 술후 변화는 제 7,8,9,10도에서 보여주고 있으며 제 2례는 삼중복관동맥우회술 실시후 심실세동제거가 되지 않아 재차 대동맥갑자후 심근보호액 및여러가지 복합적인 약물투여 (Atropine, Inderal, Nitroglycerine, Nifedipine 등) 후 심실세동제거가 가능하였으나 인공심박동기 가동하 수축기혈압이 80 mmHg 이상 유지가 곤란하여 복합적인 inotropic agents 사용하였으나 별 호전이 되지 않고 인공심폐기 제거가 곤란하여 좌심방 - 대동맥간 부분좌심보조순환을 실시하였다. 중환자실로 옮긴후 맥박은 90/min로 Sinus rhythm, 좌심방압은 15 mmHg, 평균동맥압은 80~85 mmHg로서 Pressure Wave는 없었다. 한편 시간당 중경동내출혈이 500~600 ml 정도였으며 소변은 약 200 ml 정도 였으나 혈색소뇨가 출현하였다. 제 2례는 술후 제 2일째인 LHB 47 시간만에 여러가지 약물투여만으로 Weaning 할 수 있었으며 Dopamine 투여만으로 혈압 115/60 mmHg 정도 심박출량은 C.I가 2.13 L / mm²/M² 정도 였으며 술후 3일째는 2.54 L/mm²/M²까지 증가하였다. 한편 BUN, Creatinine 및 혈당의 계속적인 증가와 제 10일째 부터는 Na⁺ 및 K⁺이 급격히 증가하여 최고 Na⁺이 167 mEq까지 증가하였으나 이때 소변량은 시간당 약 150 ml 정도 였었다. 의식은 술후 제 3

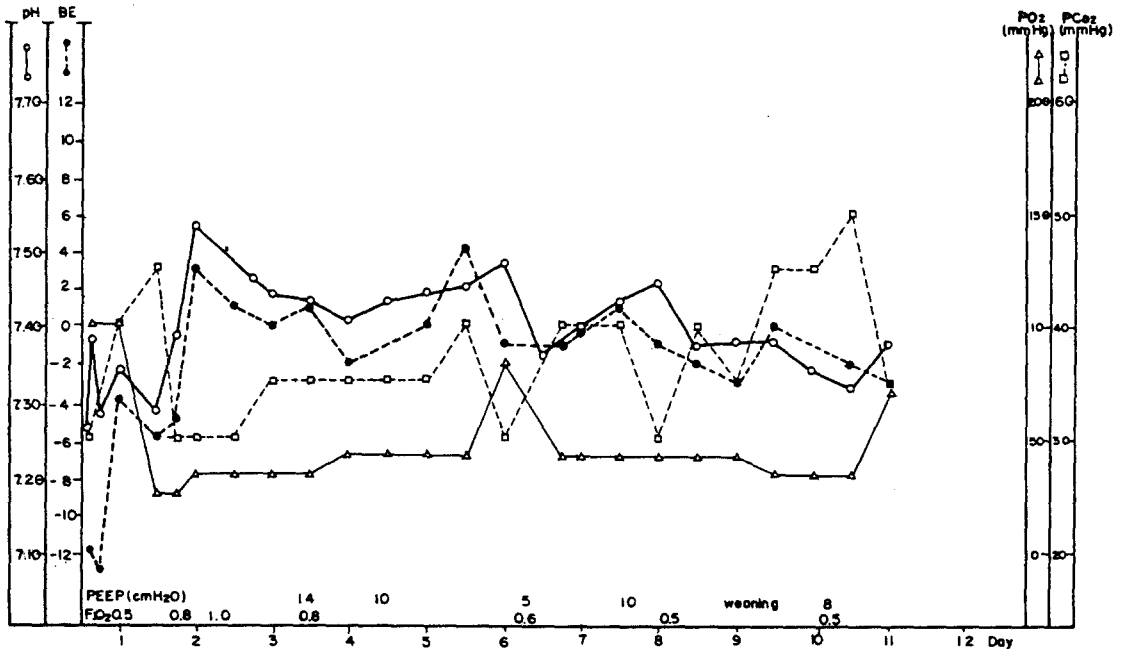


Fig. 6. Post-op. course of blood gas analysis (Case I)

일부 Alert 하였다가 2~4 일째 부터 의식명료하였다. 한편 PEEP의 증가와 $F_{I}O_2$ 증가에도 P_aO_2 는 만족할만큼 상승되지 않았다가 슬후 제 14 일째는 P_aO_2 가

90 Torr 까지 상승하였다. 슬후 LHB 중 첫 24 시간에 5600 ml 수혈에 3000 ml 배액되었으나 제 2 일째는 7570 ml 수혈에 2070 ml 배출로 LHB 중 적정혈압유지를 위해

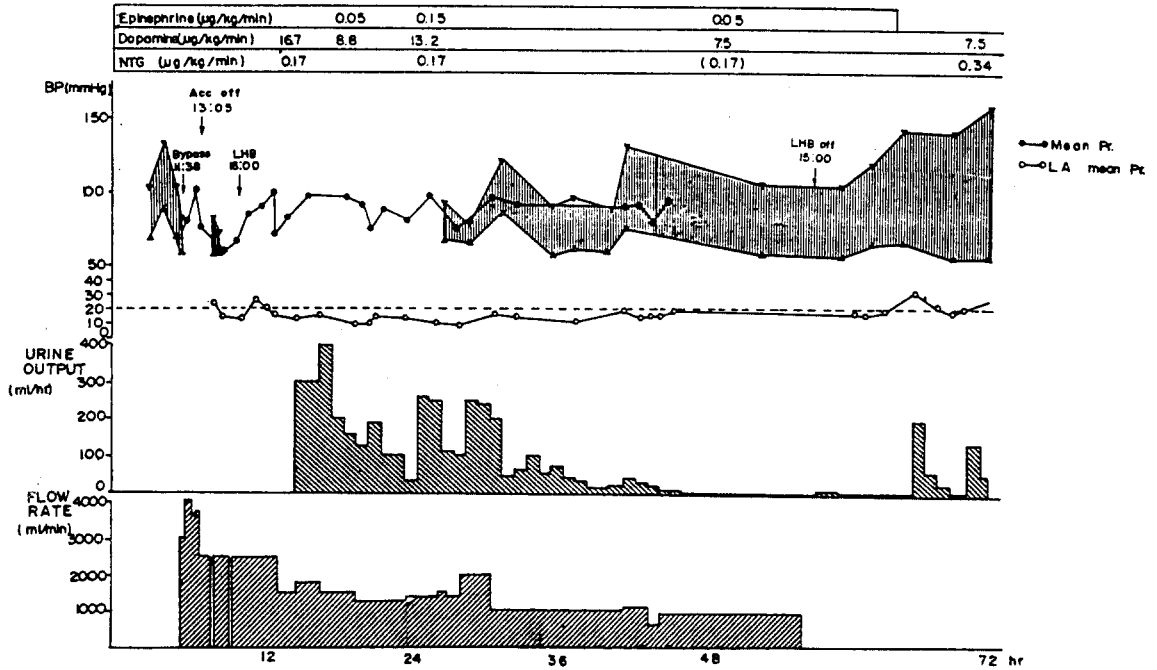


Fig. 7. Hemodynamic data during left heart bypass (Case II)
NTG: Nitroglycerine LHB: Left heart bypass

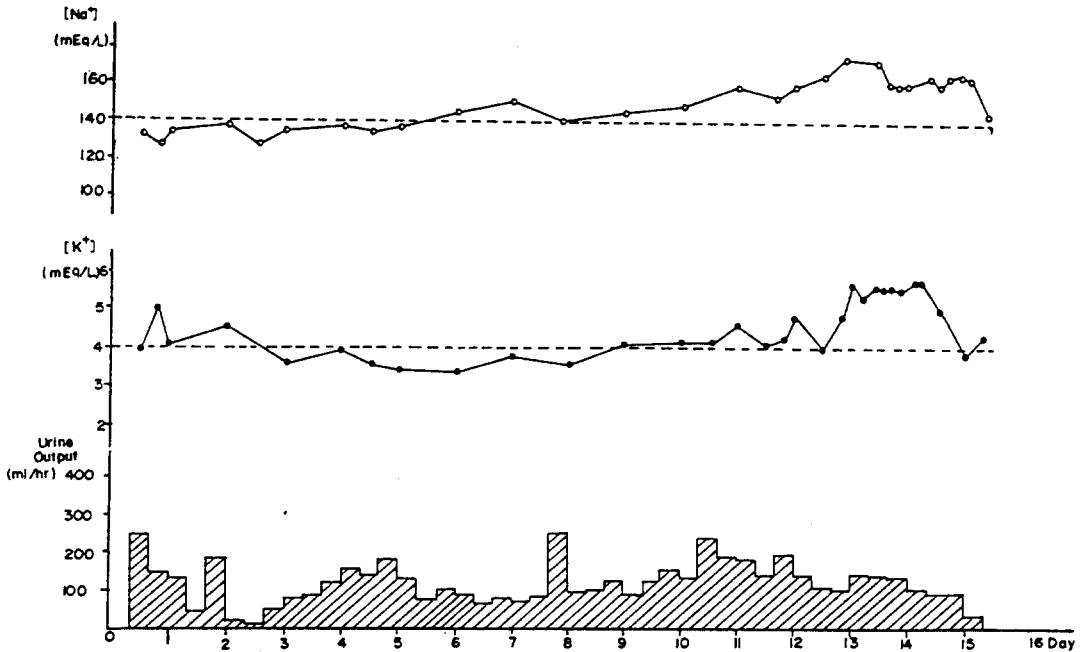


Fig. 8. Postoperative serum sodium and potassium value changes in case II

대량 수혈이 필요로 하였으나 그 기전은 잘 이해되지 않았다. 환자가 술후 제 15 일째 사망시까지 사용한 총혈액량은 52 pints였으며 술직후 CPK가 6125, CPK-MB : 429, LDH : 920 및 SGOT가 560 까지 증가하였다가 차츰 호전되었다. 심전도상 술전 ST파의 약간의 변화가

있었으나 술직후 aVL, V₁, V₄에 Q파가 출현하여 심근경색소견을 보여 주었다. 한편 제 2례에서는 술후부터 대량의 Solumedrol을 사용하였다.

考 察

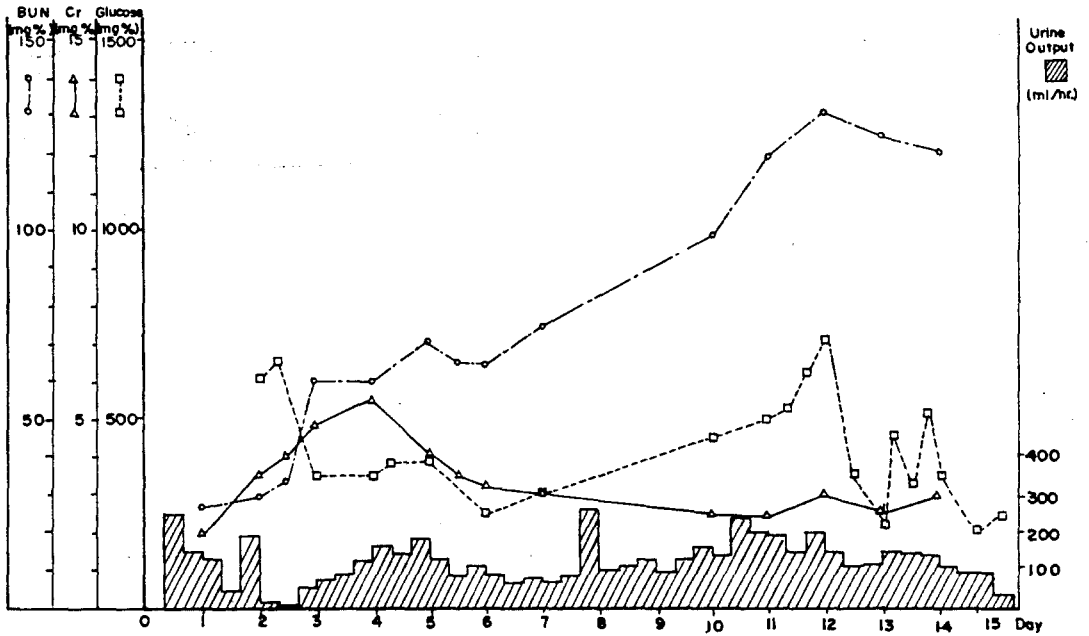


Fig. 9. Postoperative blood urea nitrogen (BUN) and serum creatinine (Cr.) values in case II patient

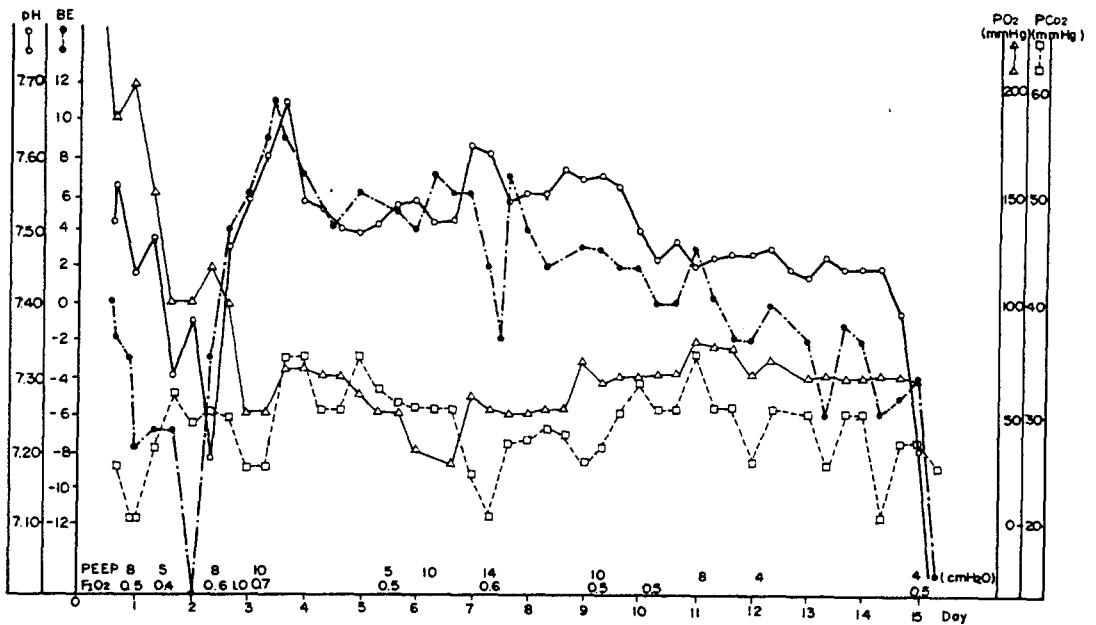


Fig. 10. Post-op. course of blood gas analysis (Case II)

Left heart bypass 중 Left ventricular bypass가 실험적 성적에 의하면^{20, 30, 31, 37} Left atrial bypass보다 Infact size, 심근산소소비량 및 좌심실 Work를 더 잘 감소시킬 것이라고 하였으나, Rose⁵ 등은 이용이 간편하고 단순하며 삽관이 용이한 이유로 좌심방-대동맥간 부분 좌심보조순환을 이용하였다고 하였으며 오히려 Left ventricular bypass를 실시함으로써 이미 심하게 손상받은 심실기능을 가진 환자의 Viable 좌심실근육의 기능을 방해할 것이라고 하였다.

한편 Rose³⁵는 LA-Aorta bypass 실시함으로써 좌심방평균압 및 심실평균압을 매우 유의하게 감소시킬 수 있으면서 반면 관동맥혈류량은 매우 증가한다고 하였다. 이 결과 Infact size 감소 심근손상초래예방 및 회복을 촉진시킨다고 하였다. 개심술시 술전 Ventricular fibrillation, Myocardial Infaction 등, 수술시 합병하는 Calcium debris에 의한 관동맥 emboli 등이 원인이 될 수 있으나 대부분 환자에서는 정확한 손상기전을 알 수 없다고 하였으며³⁵ 관동맥질환을 가진 환자에서 적절한 심근보호는 매우 어렵다고 하였다¹⁶. 이러한 심근손상은 부적절한 심근보호법과 부정확한 revascularization에 원인이 있다고 하였다.

Rose³⁵는 LHB 후 24~48 시간내에 hemodynamic 개선이 뚜렷하였다고 하며 8명 생존자중 6명에서 매우 좋은 성적을 얻었다고 하였다. 그리고 Berger, Peunock^{6, 311} 등이 사용한 LV device pump는 blood에 덜 손상적이고 사용이 더 좋은 부수적 성적을 얻었다.

補助循環은 右心 또는 左心室의 잠재적 복귀가 가능한 심부전중 어느쪽 부전증인가를 구분하는 것은 사용하여야 할 보조순환법의 방법을 가리는데 특히 중요하나, 그 진단은 각 심실내압 및 산소포화도를 측정하지 않고서는 불가능하며 右心室부전증은 저심박출증, 폐혈관저항증가 및 정상左心방압의 특징을 보이나, 左心室부전증은 左房壓상승과 저심박출증을 보여 준다. 심부전증의 진행에 대한 가장 객관적인 도표는 폐동맥혈 산소포화도 ($P_{AO_2}Sat.$)의 점진적인 감소로서¹⁵ Spencer의 심장수술 200예 이상에서 폐동맥혈 산소포화도 ($P_{AO_2} Saturation$) 예후의 상관관계는, $P_{AO_2}Sat.$ 이 55~65%에서는 거의 정상 심박출량 및 평온한 회복을 하며 40~55%에서는 중등도 심박출량감소를 나타내고 말초순환 부전증상은 minimal 하나, 30~40%에서는 곧 점진적 순환부전인 저혈압, Oliguria, metabolic acidosis를 동반하며, 심박출량이 증가하지 않을 경우 사망하게 된다. 그리고 항상 30%이하인 경우 거의 모든 심장수술환자에서 사망하였

다고 하였다. 그러므로 $P_{AO_2} Sat.$ 이 심기능 감소에 보조순환을 이용하여야 하는 여부결정에 이용될 수 있으며 $P_{AO_2} Sat.$ 이 40%이하로서 다른 치료방법에도 심부전이 호전되지 않을 경우 보조순환을 적절히 이용하여야 한다.

보조순환법으로는 Patt 및 Saligman, Salisburg에 의한 Peripheral veno-arterial bypass는 수술가능한 폐전색증에 의한 급성폐고혈압증에 매우 유용하나, 좌심실부전증에서는 보조순환 pump에 의한 저항에 대하여 심근이 수축할 수 없어 결국 좌심실혈액저류에 의한 확장으로 심부전을 증가시킨 결과를 초래한다. Left atrial-femoral bypass는 Left ventricular failure시 유용하며, Dennis 등에 의해 연구되었으며 실험을 통해 좌심실의 산소소비량이 유효하게 감소한다고 하였다^{12, 15}. 임상적으로는 개심술후 Rose³⁵, Litwak⁴⁴ 등은 LA-ascending aorta 간 Left heart bypass를 실시하여 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. Litwak⁴⁴ 등은 LA-ascending aorta Left Heart bypass 실시후 심장회복시 cannula 제거 위해 재개흉할 필요없이 Obturator 사용하여 Cannula Lumen을 막고서 tube는 체내 유치하므로써 보조순환을 요하는 중증환자에서 이차적저술에 의한 위험을 배제할 수 있다고 하였다. Left heart bypass시 Roller pump 사용보다 Centrifugal Biopump을 이용함으로써 더 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. Centrifugal pump는 左心房壓이 낮은 경우에도 작동가능하며 송혈관 또는 탈혈관 폐쇄시에도 음압이 생기지 않으며 위험한 혈압상승도 생기지 않아 공기색전증 위험이 거의 없으며 Centrifugal pump를 환자가 가까이 설치할 경우 회로내 총진혈액량을 감소시킬 뿐 아니라 Hemolysis가 극히 적게 일어난다. 특히 Electromagnetic flow meter 사용으로 flow감소시 Alram System이 있어 부수적 감시장치없이도 장시간 사용가능한 이점이 있다^{3, 13, 14, 28}.

보조순환법의 적용기준은 C.I. < 2.0L/min/M², Systolic pr. < 80mmHg, LAP (PWP) > 20mmHg, CVP > 20mmHg, 으로 Urine < 20ml/hr, P_{VO_2} < 30mmHg와 임상적 상태등 파악하여 적용하여야 한다고 했다. 한편 보조인공심장 (PAA: Partial artificial heart)이 개발되면서 많은 임상응용에 보고되어 있으며 보조인공심장이란 (L-device), IABP, veno-Arterial bypass 또는 Roller-pump 이용한 左心 bypass를 제외한 자연심장에 부착하여 순환을 도우는 pump를 말하며 Boston의 Bernhard와 Houston의 Norman 등은 TECO社製의 Concentric-tube型, Hershey의 Pierce는 Sac型, Vienna의 Wol-

ner는 diaphragm型, Zurich의 Tusina는 Concentric tube型, St. Louis의 Pennington과 Cleveland의 Nose 등은 Medtronic社製의 Centrifugal pump를 이용하고 있다^{7, 26, 29, 32, 40, 42, 43}.

심인성 속크, 체외순환이 탈곤란, 술후저심박출증등 급성중증심부전증환자에서, IABP, Veno-Arterial, Left heart bypass등 종래의 보조순환에 효과가 없는 경우에 일시적 보조인공심장 (PAH)이 적용되며 Weaning이 안 될 경우 영구적 PAH를 교체, 삽입하여야 하며 또한 심근증, 관동맥질환, 관막질환, 복잡심기형 또는 악성부정맥 등에서 만성중증심부전 발생시 내과적 외과적 치료한계를 넘은 경우에도 영구적 보조인공심장 (Permanent PAH)가 적용될 수 있다^{5, 6, 8, 11, 24, 33, 34, 43}.

LHB시 정상심장과 부전심장에서의 심근 산소소비는 정상심장에서는 감소되지 않는 반면, 심근손상에 의해 심하게 감소된 심근 산소소비량이 LHB에 의해 점차적으로 증가한다고 하였다. Left heart bypass에 의한 Ischemic myocardium의 감소는 LV decompression으로 매우 위험한 결과를 초래한다^{31, 41}.

Demis는 C-P bypass, venoarterial bypass, IABP보다도 LHB가 가장 LV internal work를 감소시키는 가장 유익한 방법이라고 하였다¹².

LHB기 50% Partial 시에는 LV의 end-diastolic fiber length가 약 3%, total LHB시에는 6.5% shortening 초래하며 심근수축의 amplitude가 또한 LHB시 감소하며 이런 fiber length의 감소가 Left Ventricular pressure-time-product (PTP)를 감소시키기에 불충분한 LHB의 정도에서는 LV O₂ uptake의 감소시키는 데 중요한 역할을 한다고 하였다¹⁰.

한편 심장이식술에서 가장 장애가 되는 것은 조직 거부 반응 및 immunosuppression에 의한 후유증치료 및 심장공급을 들 수 있으며 이런 것이 해결될 경우에는 endstage myocardial failure에서 auxiliary heart transplantation을 이용할 수 있으며 이용이 기술적으로 간단하여 유용할 것이라 하였다^{1, 19, 38}.

結 論

본 연세의료원 흉부외과에서 1984년 2월 및 3월에 관동맥 협착증 환자 coronary bypass 술후 발생한 좌심실 기능부전증 환자 2예에 LV failure에 의해 체외순환을 weaning할 수 없었던 2예에 LA-Aorta LHB를 이용하여 만족한 혈압을 얻어 제 1례는 실시 18시간,

제 2예는 47시간에 LHB를 weaning하여 정상적인 심기능 회복을 얻었으나 제 1례는 Respiratory Insufficiency, acute renal failure, Arrhythmia(Af) 및 Bacteraemia로 술후 제 11일, 제 2례는 Respiratory Insufficiency, Acute renal failure, Hypermnatremia, Hyperosmolarity, steroid Intoxication, Bacteraemia로 술후 제 15일만에 사망하였다. 이상의 경험은 개심술후 발생할 수 있는 좌심실 기능부전 환자에서는 LHB를 이용함과 동시에 미비점인 IABP, Pulsatile assist device 및 Centrifugal biopump, aseptic technique, Hemodialysis 부착 및 집중 ICU 시설등 개선시에 좋은 성적을 얻을 것으로 생각되며 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

REFERENCES

1. Alyono, D., Cumberley, A.J., Schneider, J.R., Bolman, R.M., Chao, R.Y.N., McGregor, L., and Anderson, R.W.: Early mechanical function in the heterotropic heart transplant. *J. Surg. Res.* 37:55-62, 1984.
2. Bartlett, R., Gazzaniga, A.B., Fong, S.W., and Burns, N.E.: Prolonged extracorporeal cardiopulmonary support in man. *J. Thorac. Cardiovas. Surg.* 68:918-932, 1974.
3. Bernstein, E., DeLaria, G.A., Johansen, K.H., Shuman, R.L., Stasz, P., and Reich, S.: Twenty-four hour left ventricular bypass with a centrifugal blood pump. *Ann. Surg.* 181: 412-417, 1975.
4. Bernstein, E.F., Dorman, F.D., Blackshear, P.L., and Scott D.R.: An efficient compact pump for assisted circulation. *Surgery.* 68:105, 1970.
5. Berger, R.L., Merin, G., Howard, J.C., and Bernhard, W.F.: Successful use of a left ventricular assist device in cardiogenic shock from massive postoperative myocardial infarction. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 78:626-632, 1979.
6. Bernhard, W.F., Berger, R.L., Stetz, J.P., Carr, J.C., Colo, N.A., McCormick, J.R., and Fishbein, M.C.: Temporary left ventricular bypass: Factors affecting patient survival. *Circulation (Suppl. I)* 60:131-141, 1979.
7. Bernhard, W.F.: Cardiac support; Panel Conference. *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs.* 26:625-629, 1980.
8. Bernhard, W.F., LaFarge, C.G., Husain, M., Yamamura, N., and Robinson, T.C.: Physiologic observations during partial and total left heart bypass. *J. Thorac. Cardiovas. Surg.*, 60:807-817, 1970.
9. Bregman, D.: *Mechanical Support of the Failing Heart and Lungs*, New York, Appleton-century-crofts, p. 48, 1977.
10. Chiu, C., Dennis, C., and Harris, B.: *Response of myocar-*

- dial fiber length to left heart bypass. *J. Surg. Res.* 9:241-245, 1969.
11. DeBakey, M.E.: *Left ventricular bypass pump for cardiac assistance.* *Am. J. Cardiol.* 27:3-11, 1971.
 12. Dennis, C., Hall, D.P., Moreno, J.R., and Senning, A.: *Reduction of the oxygen utilization of the heart by left heart bypass.* *Circulation. Res.* 10:298-305, 1962.
 13. Golding, L.R., Groves, L.K., Peter, M., Jochs, G., SuKalac, R., Nose, Y., and Loop, F.D.: *Initial clinical experience with a new temporary left ventricular assist device.* *Ann. Thorac. Surg.* 29:66-69, 1980.
 14. Golding, L.R., Jacobs, G., Groves, L.K., Gill, C.C., Nose, Y., and Loop, F.D.: *Clinical results of mechanical support of the failing left ventricle.* *J. Thorac. Cardiovas. Surg.* 83:597-601, 1982.
 15. Hall, D.P., Moreno, J.R., Dennis, C., and Sewning, A.: *An experimental study of prolonged left heart bypass without thoractomy.* *Ann. Surg.* 156:190, 1962.
 16. Hilton, C.J., Teubi, W., Acker, M., Levinson, H.J., Millard, R.W., Riddle, R., and McEnany, M.J.: *Inadequate cardioplgic protection with obstructed coronary arteries.* *Ann. Thorac. Surg.* 28:323, 1979.
 17. Hill, J.D., Wilson, R.M., Pastemak, R.C., Szamicki, R.J., Avery II, G.J., Farrar, D.J., Hershon, J., and Rodvien, R.: *Left and biventricular assist for acute reversible heart failure after cardiac surgery.* *Circulation (abstr.): Part II:IV-201*, 1981.
 18. Ino, T., et al: *Prolonged V-A bypass for cardiogenic shock after open heart surgery.* *Jap. J. Thorac. Surg.* 34:877-882, 1981.
 19. Jara, F.M., Toledo-Pereya, L.H., Lewis, J.W., and Magilligan, D.J.: *Auxiliary heart transplantation.* *Ann. Thorac. Surg.* 29:483-488, 1980.
 20. Laks, H., Oct, R.A., Standeven, J.W., Hahn, J.W., Blair, O.M., and William, V.L.: *The effect of left atrial-to-aortic assistance on infarct size.* *Circulation. (Supp. II)* 56:38-43, 1977.
 21. Lefemine, A.A., Flessas, A., and Moon, H.S.: *Left ventricular bypass for ventricular failure.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 65:758-767, 1973.
 22. Liotta, D., Hall, C.W., Walter, S.H., Cooley, D.A., Crawford, E.S., DeBakey, M.E.: *Prolonged assisted circulation during and after cardiac or aortic surgery. Prolonged partial left ventricular bypass by means of intracorporeal circulation.* *Am. J. Cardiol.* 12:399-405, 1963.
 23. Litwak, R.S., Koffsky, R.M., Jurado, R.A., et al: *Use of a left heart assist device after intracardiac surgery technique and clinical experience.* *Ann. Thorac. Surg.* 21:191, 1976.
 24. McGee, M.G., Zillgitt, S.O., Trono, R., Turner, S.A., Davis, G.L., Fugua, J.M., Edelman, S.K., and Norman, J.C.: *Retrospective analyses of the need for mechnaical circulatory support (intra-aortic balloon pump/abdominal left ventricular assist device or partial artificial heart) after cardiopulmonary bypass. A 44 month study of 14,168 patients.* *Am. J. Cardiol.* 46:135-142, 1980.
 25. Norman, J.C., Cooley, D.A., Igo, S.K., Hibbs, C.W., Johnson, M.D., Bennett, J.G., Fugua, J.M., Trono, R., and Edmonds, C.H.: *Prognostic indices for survival during post-cardiotomy intra-aortic balloon pumping: Methods of scoring and classification with implication for left ventricular assist device utilization.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 74:709-720, 1977.
 26. Norman, J.C.: *Partial artificial hearts: Mechanical cloning of the ventricle.* *Artif. Organs.* 2:235, 1978.
 27. Olsen, E.K., Pierce, W.S., Donachy, J.H. Landis, D.L., Rosenberg, G., Phillips, W.M., Prophet, G.A., O'Neill, M.H., Waldhausen, J.A.: *A two and one-half year clinical experience with a mechanical left ventricular assist pump in the treatment of profound postoperative heart failure.* *Int. J. Artif. Organs.* 2:197-206, 1979.
 28. Palatianos, G.M., Edmunds, L.H. Jr., Cohen, D.J., and Stephenson, L.W.: *Extracorporeal left ventricular assistance with prostacyclin and heparinized centrifugal pump.* *Ann. Thorac. Surg.* 35:504-515, 1983.
 29. Pennington, G., et al: *Mechanical cardiac assist left ventricular cannulation techniques.* *Trans. Am. Soc. Intern. Organs.* 25:503, 1979.
 30. Pennock, J.L., Pae, W.E., Pierce, W.S., and Waldhausen, J.A.: *Reduction of myocardial infarct size: Comparison between left atrial and ventricular bypass.* *Circulation.* 59:275-279, 1979.
 31. Pennock, J.L., Pierce, W.S., and Waldhausen, J.A.: *Quantitative evaluation of left ventricular bypass in reducing myocardial ischemia.* *Surg.* 79:523-533, 1976.
 32. Pierce, W., et al: *Prolonged mechanical support of the left ventricle.* *Circulation.* 58 (Suppl):133, 1978.
 33. Pierce, W.S., Parr, G.U.S., Myers, J.L., Pae, W.E. Fr., Bull, A.P., and Waldhausen, J.R.: *Ventricular-assist pumping in patients with cardiogenic shock after cardiac operation.* *N. Engl. J. Med.* 305:1606-1610, 1981.
 34. Radvany, P., Pine, M., Weintraub, R., Abelmann, W.H., and Bernhard, W.F.: *Mechanical circulatory support in postoperative myocardial infarction and shock.* *J. Thorac.*

- Cardiovasc. Surg.* 75:97-103, 1978.
35. Rose, D.M., Colvin, S.B., Culliford, A.T., Cunningham, J.N., Adams, P.X., Glassman, E., Isom, O.W., and Spencer, F.C.: *Long-term survival with partial left heart bypass following perioperative myocardial infarction and shock.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 83:483-492, 1982.
36. Rose, D.M., Colvin, S.B., Culliford, A.T., Isom, O.W., Cunningham, J.N., Glassman, E., and Spencer, F.C.: *Late functional and hemodynamic status of surviving patients following insertion of the left heart assist device.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 86:639-645, 1983.
37. Rose, E.A., Marrin, C.A.S., Bregman, D., and Spotnitz, H.M.: *Left ventricular mechanics of counterpulsation and left heart bypass, individually and in combination.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 77:127-137, 1979.
38. Schaff, H.V., Tago, M., Gersh, B.J., Pluth, J.R., Fetter, J., and Kaye, M.P.: *Simplified method of heterotropic cardiac transplantation for left ventricular assist.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 85:434-439, 1983.
39. Surg, W.L., Webb, W.R., and Cook, W.A.: *Assisted circulation.* *Ann. Thorac. Surg.* 3:247-275, 1967.
40. Turina, M., et al: *Clinical application of paracorporeal uni- and biventricular artificial heart.* *Trans. Am. Soc. Artif. Organs.* 24:625, 1978.
41. Wakabayashi, A., Kubo, T., Gilman, P., Zuber, W.F., and Connelly, J.E.: *Oxygen consumption of the normal and failing heart during left heart bypass.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 70:9-18, 1975.
42. Wolner, E., et al: *Clinical application of the ellipsoid left heart assist device.* *Artif. Organs.* 2:268, 1978.
43. 曲直部壽夫：補助人工心臓の臨床應用の將采心臓。12:1184~1188, 1980.
44. Litwak, R.S., Koffsky, R.M., Jurado, R.A., Lukban, S.B., Ortiz, A.F., Fischer, A.P., Sherman, J.J., Silvey, E., Lajam, F.: *Use of a left heart assist device after intracardiac surgery. Technique and clinical experience.* *Ann. Thorac. Surg.* 21:191-202, 1976.
45. Spencer, F.C., Eiseman, B., Trinkle, J.K., Rossi, N.P.: *Assisted circulation for cardiac failure following intracardiac surgery with cardiopulmonary bypass.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 49:56-73, 1965.
46. Rose, D.M., Colvin, S.B., Culliford, A.T., Adams, P.X., Cunningham, J.N., Isom, O.W., Glassman, E., Spencer, F.C.: *Acute hemodynamic effects of a left heart assist device in patients with profound cardiac failure following cardiac surgery (abstr).* *Circulation:* 64:Part II:IV-201, 1981.