

개심술 후 심폐소생술 실패환아에서의 체외막산소화 치험 1례

전 희 재* · 성 시 찬* · 우 종 수* · 이 해 경*

=Abstract=

Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Patient with Cardiopulmonary Resuscitation Failure after Open Heart Surgery

- A case report -

Hee-Jae Jun, M.D. *, Si-Chan Sung, M.D. *, Jong-Soo Woo, M.D. *, Hae-Kyung Lee *

We describe a case of successful extracorporeal membrane oxygenation(ECMO) in a small infant with cardiopulmonary resuscitation(CPR) failure after an open heart surgery. A 35-day-old male infant weighing 4.4 kg who had congestive heart failure and pulmonary hypertension underwent patch closure of ventricular septal defect without any intraoperative event. Postoperative course was unremarkable in the intensive care unit for about 5 hours before the junctional ectopic tachycardia developed. Sudden cardiac decompensation with bradycardia occurred about 50 minutes after the development of junctional ectopic tachycardia. He was put on ECMO by arterial cannulation at the ascending aorta and by venous cannulation at the right atrial appendage after 4 hours' CPR. The hemodynamics were stable with enough urine output during ECMO. He was weaned from ECMO 38.5 hours after initiation. Delayed sternal closure was attempted. He was extubated on postoperative day 7 and discharged home on postoperative day 21 without any neurologic sequelae.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:53-7)

Key word : 1. Extracorporeal membrane oxygenation
2. heart surgery

증 례

환아는 울혈성 심부전 증상으로 입원한 생후 35일된, 체중 4.4 kg의 남아였다. 단순흉부촬영상 심장음영이 커져 있었고 폐혈관음영은 증가되어 있었으며(Fig. 1), 심초음파 검사상 폐동맥고혈압, 중등도의 송모판 폐쇄부전을 동반한 큰 동맥 하형 심실중격 결손증으로 진단되었다. 침포봉합법을 시행하였고 대동맥차단시간 56분, 체외순환시간 85분으로 수술 중

특별한 문제없이 수술을 마쳤다. 심장 중환자실에서의 술후 경과도 junctional ectopic tachycardia (JET)가 나타나기 전까지는 혈압, ABGA, 뇨량 등에 특별한 문제가 없었으나 술후 5 시간 후 갑자기 심박수 분당 190의 JET가 나타났고, 혈압은 85 mmHg에서 70 mmHg로 떨어졌으며 이 당시 직장온도는 37.8℃였다. 체온을 떨어뜨리기 위해 표면 cooling을 시작하였다. 그러나 JET가 나타난 후 50분 경과한 뒤 갑작스러운 서맥이 나타나면서(심박동수가 160회에서 80회로 감소) 수축

*동아대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Dong-A University Hospital

논문접수일 : 98년 6월 11일 심사통과일 : 98년 10월 17일

책임저자 : 전희재, (602-103) 부산광역시 서구 동대신동 3가, 동아대학교병원 흉부외과. (Tel.) 051-240-5922,5536, (Fax.) 051-247-8753,
e-mail:junheej@unitel.co.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

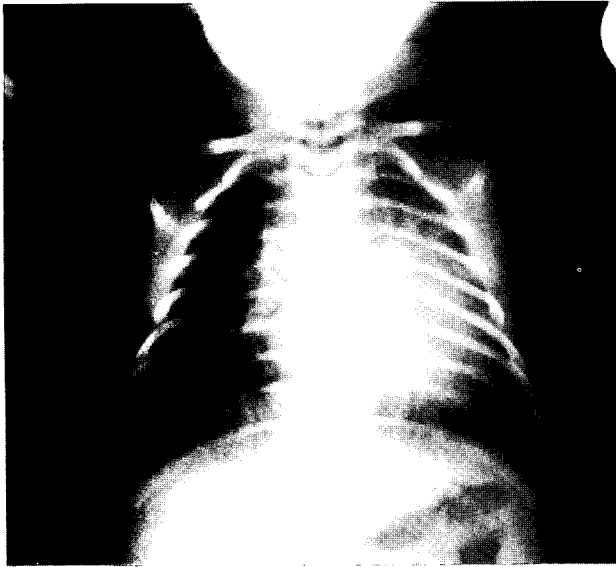


Fig. 1. Preoperative chest X-ray shows cardiomegaly and increased pulmonary vascular markings.

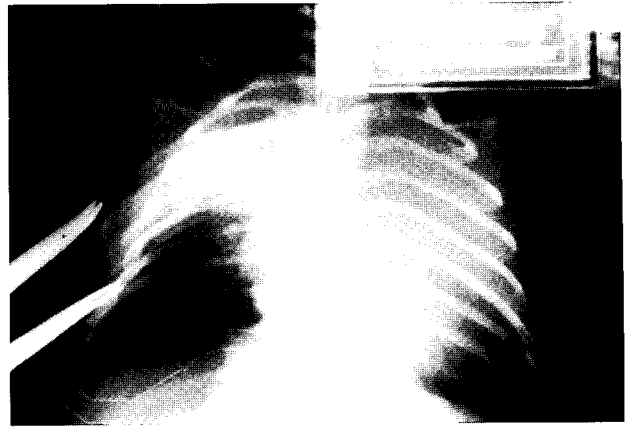


Fig. 3. During ECMO, chest X ray shows increased hazy density on both upper lung fields.

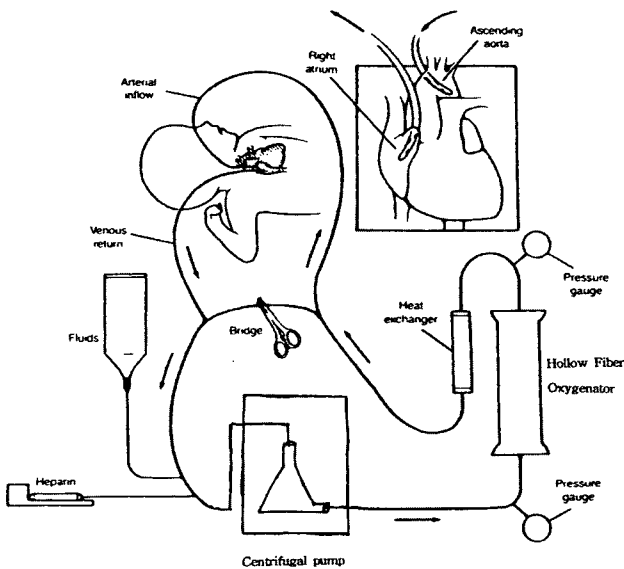


Fig. 2. ECMO perfusion circuit.

기혈압이 50 mmHg로 하강하여 바로 흉골절개 봉합부(sternotomy incision)를 열고 심폐소생술을 곧 바로 시행하였으나 심수축력이 거의 없는 상태가 지속되었다. Epinephrine, calcium, sodium bicarbonate 등에 거의 반응이 없었으며 간혹 심실세동이 나타나 세동제거기를 사용하였으며, 때때로 심전도 검사 상 QRS 확장이 있는 규칙적인 빈맥이 나타나곤 하였으나 심수축력은 거의 없었다. 체외막산소화 장치(ECMO)를 사용하기로 결정하고 심폐기사들을 소집하였다. 심폐소생술을 시작한 후 약 4시간 후에야 ECMO를 위한 장치들이 준비될 수 있었다. 산화기로는 Hollow Fiber Oxygenator (MINIMAX

PLUS, Medtronic, USA)를, 동맥관은 금속으로 된 끝을 가진 2.5 mm 동맥관(metal-tipped cannula, Donocura, Japan)를, 정맥관은 14F polyvinyl catheter (Polystan, Denmark)를 사용하였다. Pump로는 Medtronic centrifugal pump를 사용하였고 소아용 console을 사용하였다. Reservoir는 따로 설치하지 않았고 연결관은 가급적 짧게 설치하였다(Fig. 2). 심폐소생술을 계속하면서 상행대동맥에 하나의 씰지봉합을 한 후 동맥관을 상행대동맥에 삽입하였으며, 다음으로 오전 수술에서 상대정맥 삽관법을 위한 우심방이(right atrial appendage)의 삽관부위를 혈관감자로 잡고 씰지봉합을 해놓은 후 묶어 놓은 봉합사를 풀고 이 곳을 통해 정맥 캐놀라를 우심방에 삽입하였다. 미리 혈액을 채워둔 ECMO line을 자르고 동맥관과 정맥관을 연결하고 ECMO를 시작하였다. 동맥관과 정맥관은 수술창을 통해 밖으로 나오게 한 후 피부만 5-0 Prolene으로 연속봉합 하였다. 결국 심폐소생술을 시작한 후 4시간 10분 후 ECMO를 시작할 수 있었으며 관류량은 660 ml/min로 유지하였다. 이때 평균 혈압은 70 mmHg로 유지되었고, 심전도상의 심박동수가 150~160 회/분으로 회복되었다. 환자의 동공은 심폐소생술 중에 정상 상태로 isocoric 하였으며 수술 후에도 동일한 상태를 유지하였다. 복막투석은 계속하였으며 소변량은 1-2 ml/kg으로 유지되었다. 호흡기는 호흡수 10 회/분, FiO₂ 50 %, PEEP 0 cmH₂O, Peak inspiratory pressure(PIP) 20 cmH₂O로 유지 하였다. ECMO를 시작한 후 동맥 gas검사도 정상 범위였다. 단순흡부활형상 양쪽 상 흉부가 심폐소생술 중의 손상으로 인해 음영이 증가된 소견을 보였다(Fig. 3). 심장기능의 회복으로 24시간 후부터 관류량을 감소시킬 수 있었으며, ECMO를 시작한지 36시간 30분 경과한뒤 관류량을 250 ml/min 까지 줄일 수 있었고 이 때 인공호흡기는 호흡수 30 회/분, FiO₂ 80 %, PEEP 5 cmH₂O, PIP 26 cmH₂O로

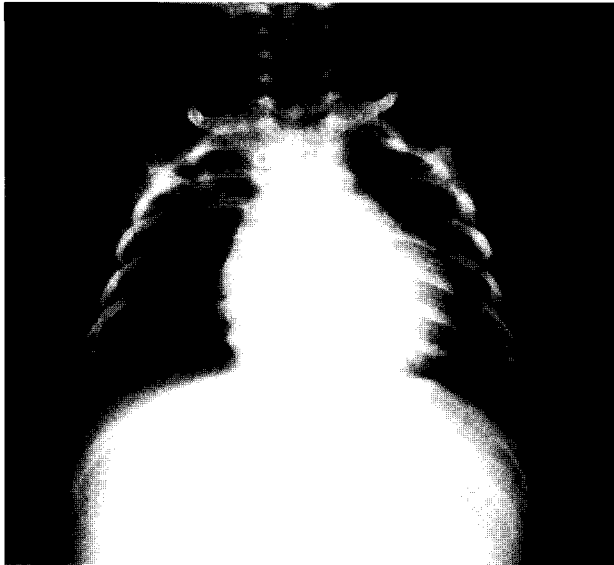


Fig. 4. Chest X ray at discharge.

Table 1. Contraindications to ECMO

Absolute contraindications:

1. Preexisting intracranial hemorrhage
2. Weight less than 2,000 gm
3. Congenital and/or neurologic abnormalities incompatible with a good outcome

Relative contraindications:

1. Congenital heart disease
2. Greater than 7 days of ventilator therapy

맞추었다 이 때의 동맥 gas 검사 결과도 정상범위였다. 이 때의 혈압은 70/50 mmHg였고 강심제로 dopamine, epinephrine, amrinone을 투여하고 있었으며 혈관이완제로 nitroglycerine, nitroprusside를 투여하였다. ECMO를 시작한 38 시간 30분 후 심수축력이 많이 회복되고 중지한 후에도 혈압이 잘 유지되어 발판하기로 결정하고, 심중환자실에서 ECMO 설치 후에 닫아 놓은 피부봉합을 다시 열고 먼저 정맥관을 제거하면서 미리 해놓은 싘지봉합을 묶은 후 같은 방법으로 동맥관을 제거하였다. 동맥관 삽입 부위에서 출혈이 있어 7-0 Prolene으로 horizontal mattress suture로 봉합 지혈하였다. 심낭내의 모든 혈종을 제거하고 완전히 지혈한 다음 베타딘 용액과 항생제 용액으로 세척하였다. 심근부종이 심하여 지연흡골봉합을하기로 결정하고 흉관을 전방 종격동에 하나 거치한 후 수술창은 흉골을 열어 놓은 채 Gore-Tex soft tissue patch를 덮어주었다. 전신부종과 심근부종을 제거하기 위해 복막투석을 계속하였다. 동맥관과 정맥관을 제거한 후 혈압은 65/45 mmHg로 유지되었으며 소변은

전혀 나오지 않았으나, 6시간 후부터 증가하기 시작하여 28 시간 후부터는 2~3 ml/kg/hour로 증가하였다. 3일 후 심장중환자실에서 흉골을 봉합 하였고, 심장수술 후 7일째 인공호흡기를 제거하였다. 술 후 11일째 일반병실로 옮겼고 수술 후 21 일만에 별 다른 합병증없이 퇴원하였다(Fig. 4).

고 찰

체외막산소화 장치(ECMO)는 말기 심부전 또는 호흡부전 환자들을 대상으로 수술장 밖에서 막형 산화기를 사용하여 시행하는 장기간의 체외순환을 일컫는 말로 대상이 되는 병변으로는 태변흡인 증후군(meconium aspiration syndrome), 호흡부전 증후군(respiratory distress syndrome), 선천성 횡경막탈장(congenital diaphragmatic hernia), 폐렴, 패혈증, 술후 심부전 등이 있다. ECMO는 호흡부전 환자의 치료에서 처음 성공적으로 임상에 적용된 이래 어른의 심장 수술 후 심인성 속의 치료에 계속 시도되었으나 결과는 만족스럽지 못했다¹⁻³⁾. 그러나 최근에는 특히 소아에서 술후 심폐기능 부전의 치료에 ECMO가 효과가 크다^{4, 5)}. ECMO의 대상이 되는 병변이고 특별한 금기증에 해당되지 않는 한 ECMO는 조기에 시도하는 것이(epinephrine 또는 norepinephrine 주입을 시작하기 전에) 심한 신경학적 손상과 신장 손상같은 합병증을 피할 수 있다⁶⁾. 보고에 의하면 ECMO 전에 심폐소생술을 시행한 경우 환자의 생존율이 60.8% 인데 반해 심폐소생술전 조기에 ECMO를 시행했던 경우 생존율이 81.6%였다⁷⁾. 본원의 경우는 ECMO 시작하기 전에 4시간동안 심폐소생술을 시행한 경우로 신경학적 손상 등 여러 치명적인 합병증의 발생을 우려하였으나 다행히 합병증은 없었고 수술 후 21일째 퇴원하였다. 삽관방법에는 크게 정맥-동맥 캐놀라 연결법(venoarterial ECMO)과 정맥-정맥 캐놀라 연결법(venovenous ECMO)의 두 가지 형태가 있다. 전자가 보다 보편적인 형태로 이때 캐놀라 삽관장소로는 경동맥-경정맥(carotid artery-jugular vein)을 이용하는 방법, 심장수술시 캐놀라를 그대로 이용하는 방법, 그리고 대퇴동맥-대퇴정맥을 이용하는 방법 등 세 가지가 있다. 심한 호흡부전의 경우에는 혈관 접근이 말초혈관(일반적으로 carotid artery와 jugular vein)을 통해 이루어지는 경우가 많고, 심장수술 후에는 흉부 재삽관을 많이 이용되고 있다(Fig. 2). 대동맥과 우심방에 재삽관을 위해 수술창을 재개봉하는 것은 비교적 단순한 일이다. 반면 서혜부 삽관은 깨끗한 창상이 요구되며, 소아의 경우 혈관이 작아 사용할 캐놀라의 크기에 제한을 받을 뿐더러 ECMO 유량도 제한받게 된다. 그리고 하지 허혈 또는 울혈의 가능성도 있다. 결국 흉부삽관술을 하는 동안 종격동 출혈과 감염

의 위험이 증가하기는 하나 캐놀라의 삽관시 세심한 지혈과 무균적 기법으로 주의를 기울인다면 흉부삽관술의 경우가 잇점이 더 많다고 생각된다. 본원의 경우는 수술 후에 바로 ECMO를 사용한 경우라 흉부 재삽관법을 이용하였다. 삽관하기 전 환자에게 heparin을 1.5 mg/kg을 투여하고 ACT (activated clotting times) 를 자주 관찰하면서 ACT를 ECMO 사용중에 175~200초 유지하면서 heparin을 연속 투여한다⁶⁾. 본원의 경우 heparin을 10-20 U/kg/h 으로 연속주입하여 ACT를 250~300초 사이로 유지하였다. ECMO는 처음 100~120 ml/kg/min의 유량으로 시작하며, 혈액학적 상태가 안정화된 후에는 inotropic support 를 줄이고 vasodilator therapy를 증가시키는 것이 일반적으로 가능해진다. 인공 호흡기는 FiO₂는 0.2~0.4, 호흡수는 15~20 회/min, PIP 15~20 cmH₂O, PEEP 3~4 cmH₂O로 감소시켜 유지한다⁸⁾. 심장기능의 회복은 심초음파검사와 ECMO 관류를 일시적으로 차단한 후 혈액학적 영향을 관찰하여 평가한다. 심장이 혈행을 유지할 정도로 충분히 회복되면 인공호흡기의 횟수를 증가시키고 ECMO의 관류를 서서히 감소시킨다. ECMO를 이탈시키는 동안 혈액학적 상태를 평가하는데 소변량, 중심정맥압, 말초관류의 지표로 박동성 산소계(pulse oximeter)의 연속관찰의 도움이 필요하며, 이 기간동안 inotropic support 를 증가시키는 것이 필요하다. 일반적으로 폐기능과 심기능이 회복되면 유량이 50 ml/min에 이를 때까지 ECMO의 유량을 단계적으로 10 ml씩 감소시킨다. 유량이 50 ml/min 에 이르면 캐놀라를 차단하여 순환을 멈춘다. 환자의 안정된 상태가 4~6시간 동안 유지되면 안심하고 캐놀라를 심중환자실에서 제거한다⁸⁾. 본원의 경우 유속은(flow rate) 처음 660 ml/min(150 ml/kg/min)에서 시작하였으며, 인공호흡기는 호흡수 10회/분, FiO₂ 50%, PEEP 0 cmH₂O, PIP 20 cmH₂O로 유지하였다. 심장기능의 회복으로 24시간 후부터 유속을 감소시킬 수 있었으며, ECMO를 시작한지 36시간 30분만에 유속을 250 ml/min 까지 줄인 다음(인공호흡기는 호흡수 30 회/분, FiO₂ 80%, PEEP 5 cmH₂O, PIP 26 cmH₂O로 전환) 중지할 수 있었다.

소아에서 주로 생기는 가장 심각한 합병증은 ECMO를 이용하는 동안 사용한 systemic heparinization 때문에 생기는 출혈이다. 출혈의 가능성을 감소시키기 위해 ACT를 일정하게 (175~200초) 유지시키는 것이 필요하며, 주기적으로 혈소판 수치를 검사하여 혈소판 수치를 100,000/mm³ 이상 유지하기

위해 필요하면 수혈하여야 한다. 출혈 또는 심압전의 증거가 있을 때는 즉각 개흉을 시도하여야 한다. 다른 합병증으로 신부전이 발생할 수 있는데 복막투석이나 혈액투석을 해야 한다. ECMO를 이용하는 동안 심박전 감염의 위험이 존재하는데 이런 위험성을 최소화하기 위해서는 창상치료, 혈액채취, 수액 또는 약물 투여동안 세심한 무균적 수기가 필수적이다. 예방으로 광범위 cepha계 항생제를 투여하면서 혈액, 소변, 객담배양을 수시로 시도하여 감염에 대한 감시를 적극적으로 하여야 하며, 감염균의 발견시 감수성 항생제를 적절히 투여하여야 한다. 합병증의 높은 가능성에도 불구하고 소아의 심부전시 ECMO의 사용으로 많은 경험을 축적하고, 기술적인 진보를통해 생존율이 향상되리라 기대된다. 그러므로 선천성 심질환을 치료하는 외과에게는 ECMO가 귀중한 도구로써 이용되리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, et al. *Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome)*. N Engl J Med 1972;286: 629-34.
2. Lande AJ, Edwards L, Bloch JH, et al. *Prolonged cardiopulmonary support with a practical membrane oxygenator*. Trans Am Soc Artif Intern Organs 1970; 16:352-7.
3. Pyle RB, Helton WC, Johnson FW, et al. *Clinical use of the membrane oxygenator*. Arch Surg 1975;110:966-70.
4. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Fong SW, et al. *Extracorporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure: experience in 28 cases*. J Thorac Cardiovasc Surg 1977; 73:375-86.
5. Pennington DG, Merjavy JP, Codd JE, et al. *Extracorporeal membrane oxygenation for patients with cardiogenic shock*. Circulation 1984;70(Pt2):1130-7.
6. Kirk RK, Thomas RW, Miriam AZ, et al. *Extracorporeal membrane oxygenation for postoperative cardiac support in children*. J Thorac Cardiovasc Surg 1987;93:27-35.
7. John JD, Jeffrey B, David SL, et al. *Outcome of infants requiring cardiopulmonary resuscitation before extracorporeal membrane oxygenation*. J Pediatr Surg 1997;30: 1318-21.
8. Clyde RR, Ernest DG, Kenneth WF, et al. *Extracorporeal membrane oxygenation for respiration and cardiac failure in infants and children*. J Thorac Cardiovasc Surg 1987; 93:199-204.

=국문초록=

저자들은 심장수술 후 발생한 심정지로 심폐소생술을 시행한 신생아에서 성공적인 체외막산소화 장치 (ECMO) 사용 1례를 경험하였다. 환자는 울혈성 심부전과 폐동맥 고혈압을 가졌던 4.4kg의 35일된 남아로 술 중에 특별한 문제없이 심실중격결손증을 침포봉합법으로 봉합하였다. 심장 중환자실에서의 술후 경과에 junctional ectopic tachycardia (JET)가 나타나기 전까지 약 5시간 동안은 특별한 문제가 없었다. junctional ectopic tachycardia (JET)가 나타난 후 50분경과한 뒤 갑작스러운 서맥이 나타나면서 수축기 혈압이 50mmHg로 하강하여 곧 흉골절개 봉합부(sternotomy incision)를 열고 심폐소생술을 바로 시행하였으며 심폐소생술을 시행한 지 4시간 후에 상행대동맥에 동맥관을 그리고 정맥관은 우심방이에 삽관하여 체외막산소화 장치를 시작하였다. 환자의 혈액동력학은 체외막산소화 동안 안정적이었으며, 시작 후 38.5시간 만에 중지하였다. 흉골지연봉합을 시도하였고, 환자는 수술 후 7일째 인공호흡기를 제거했으며, 신경학적 합병증없이 수술 후 21일째 퇴원하였다.

중심단어: 1. 막형 체외순환
2. 심장수술