

급성호흡부전 환아에게 이중관 캐놀라로 시행한 정맥간 체외막형산화장치

최민석* · 양지혁* · 전태국* · 이영탁* · 안강모**

Veno-venous Extracorporeal Membrane Oxygenation with a Double Lumen Catheter for Pediatric Pulmonary Support

Min Suk Choi, M.D.*, Ji-Hyuk Yang, M.D.*, Tae-Gook Jun, M.D.*, Young Tak Lee, M.D.*, Kangmo Ahn, M.D.**

The number of cases of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) has rapidly increased all over Korea since the introduction of peripheral cannulation catheters. However, the application of ECMO to children has been limited due to the shortage of pediatric equipment and difficulty in maintaining an ECMO system with peripheral cannulation. For this reason, there have been only few reports of pediatric ECMO in Korea, and most of them pertained to the veno-arterial type ECMO for supporting the cardiac system in postcardiotomy patients. We report here on the successfully performing veno-venous ECMO, with using a double lumen percutaneous catheter, in a child with acute respiratory distress syndrome.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2010;43:168-171)

Key words: 1. Extracorporeal membrane oxygenation
2. Acute respiratory distress syndrome (ARDS)
3. Child

증례

3세 여아가 발열과 마른 기침을 주소로 인근 병원을 방문하여 폐렴 의심 하에 치료하였으나, 입원 3일째에 급성 호흡부전증후군으로 진행되어 기계환기를 시작하였다. 배양검사서 확인된 세균은 없었으나, vancomycin, ceftriaxone, methylprednisolone, aminophylline을 투여하였고, 면역글로블린도 한 차례 투여하였다. 고식적 기계환기에도 산소포화도가 유지되지 않아 입원 8일째에 본원으로 전원되었다. 전원 당시, 혈압 130/70 mmHg, 맥박 150회/분, 체온 37.2°C, 산소포화도 77%였다. 기계환기는 SIMV mode,

FiO₂ 1.0, PIP 29 cmH₂O, PEEP 14 cmH₂O, RR 20/분으로 시작하였고, 이 때 동맥혈가스검사는 pH 7.35, pCO₂ 49 mmHg, pO₂ 53 mmHg, HCO₃⁻ 27 mmol/L였다. 산소분압대 흡입산소농도(pO₂/FiO₂)는 53, 산소지수(Oxygen index)는 40이었다. 백혈구 25,650/μL (호중구 89.6%), CRP 3.51 mg/dL였다. 산소포화도가 떨어져 산화질소(nitric oxide) 20 ppm으로 흡입하였지만, 85% 이상 오르지 않았다. 단순호흡부활영상에서 양측 폐에 산재한 침윤을 확인할 수 있었다(Fig. 1). 정맥간 체외막형산화장치(Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation, V-V ECMO)를 시행하기로 하였으며, 시술 전 심초음파를 시행하여 이상 소견이 없음

*성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine

**성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 소아청소년과학교실

Department of Pediatrics, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine

†본 논문은 제239차 서울 경기 월례 집담회에서 발표되었음.

논문접수일 : 2009년 9월 25일, 논문수정일 : 2009년 9월 29일, 심사통과일 : 2009년 10월 20일

책임저자 : 양지혁 (135-710) 서울시 강남구 일원동 50, 삼성서울병원 흉부외과

(Tel) 02-3410-3489, (Fax) 02-3410-0089, E-mail: bestsurgeon@gmail.com

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

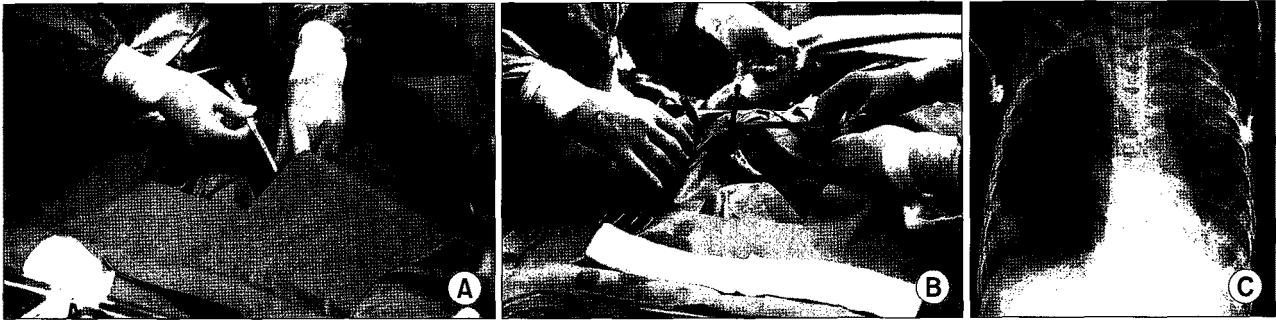


Fig. 2. Photographs taken before (A) and after (B) insertion of a double lumen catheter into the right internal jugular vein with Seldinger technique. Chest X-ray taken immediately after the procedure (C).

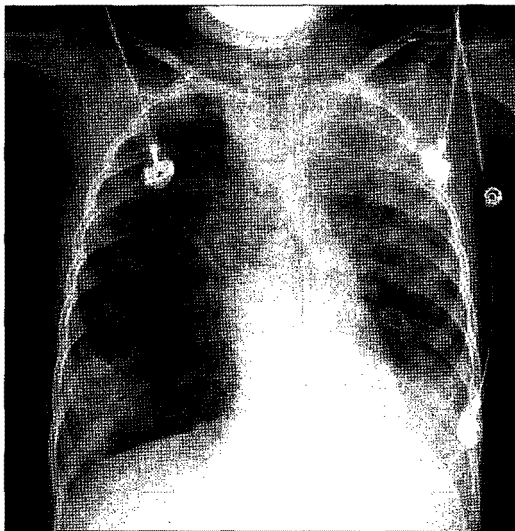


Fig. 1. Preoperative chest X-ray showing multiple patch infiltration of both lungs and hyperinflated right lung.

을 확인하였다. 두 개의 내강(double lumen)으로 구성된 15 Fr 캐놀라(Jostrа ELS cannula[®], MAQUET, Bridgewater, NJ, USA)를 셀딩거(Seldinger) 기법으로 우측 내경정맥에 삽입하였다(Fig. 2). 펌프(pump)는 Jostra RotaFlow Centrifugal Pump[®] (MAQUET, Bridgewater, NJ, USA)를 사용하였으며, 산화기는 Dideco 902[®] (Dideco, Mirandola, Modena, Italy)를 사용하였다. 펌프는 2,800 rpm, Flow 600 mL/min, 산화기는 FiO₂ 1.0, O₂ 1 L/min로 시작하였으며, 기계환기는 FiO₂ 0.55, PIP 18 cmH₂O, PEEP 11 mH₂O, RR 20/min으로 낮추었다. 시술 후 동맥혈가스검사는 pH 7.4, pCO₂ 41 mmHg, pO₂ 68 mmHg, HCO₃⁻ 31 mmol/L, 산소포화도 95%였다.

ECMO 3일째에 CRP가 15.69 mg/dL로 증가하여, amikacin을 추가하였고, ECMO 5일째에 CRP가 1.8 mg/dL로 감

소하였다. 6일째에 단순흉부촬영상이 호전되기 시작하였고, ECMO 7일째 산화기의 산소 유량을 줄이다가 산소 투여를 중단하고, 대신 기계환기를 FiO₂ 0.5, PIP 23 cmH₂O, PEEP 10 cmH₂O, RR 24회/분으로 높였다. 그 후 동맥혈가스검사가 pH 7.5, pCO₂ 45 mmHg, pO₂ 82 mmHg, HCO₃⁻ 32 mmol/L로 유지되는 것을 확인하고, ECMO를 이탈하였다. 총 체외순환 시간은 145시간이었다. 이탈 후 6일째에 보고된 경기관흡인물 배양 결과에서 *Buckholderia cepacia*가 확인되어, 감수성 결과에 따라 항생제를 amikacin과 cefepime으로 조정하였다. ECMO 이탈 15일째에 기계환기에서 이탈하고, 19일째에 일반병동으로 전동하였으며, 28일째에 환아는 단순흉부촬영상에서 특이 소견 없었고, 합병증 없이 퇴원하였다(Fig. 3).

고 찰

체외막형산화장치(ECMO)는 1990년대 이후 국내에서도 꾸준히 시도되어 왔으나[1-3] 외국에서만 많은 증례를 축적하지는 못하다가 최근, 응급 상황에서 신속하게 준비(priming)할 수 있고, 경피적 삽관이 가능한 장비가 보급되면서 적용 사례가 급속히 증가하고 있고, 그 적응증도 확대되고 있다[4,5].

하지만, 구미 선진국에서는 ECMO가 성인보다는 신생아 및 소아에게, 순환 보조보다는 호흡 보조를 위해서 시행하는 경우가 더 많음[6]에도 불구하고, 국내에서는 소아에서 증례가 성인에서만큼 증가하지는 않고 있다. 그 이유는 외과적 술기 자체가 익숙하지 않고 축적된 경험이 없어 적절한 환자를 적절한 시점에 적용하지 못한다는 점도 있지만, 소아용 장비가 공급되지 않고 있다는 것도 중요한 요소이다. 소아에서는 성인용 캐놀라를 사용하여 말

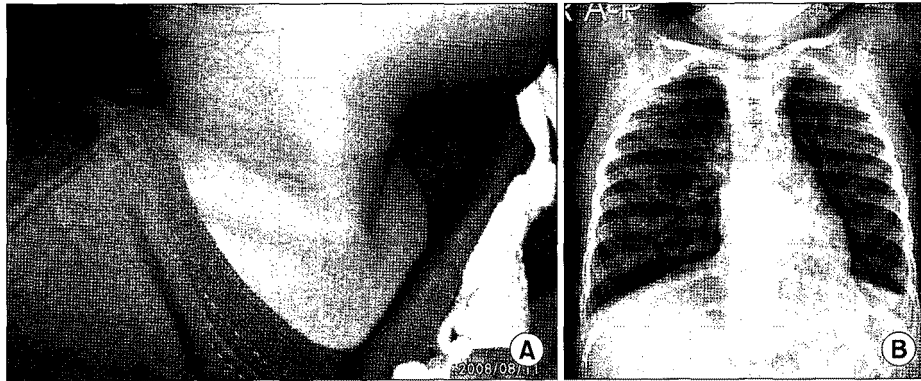


Fig. 3. A scar of cannulation site (A). Chest X-ray before discharge (B).

초 혈관에 삽관하는 것이 불가능하고, 작은 캐놀라를 사용하여 말초 혈관에 삽관을 하더라도 성인에서처럼 충분한 체외순환량을 확보하기 어려워, 아직도 개흉 후 삽관하거나, 경정맥-동맥을 이용하여 삽관해야 하므로 더 침습적인 술기가 필요하다. 또한, 헤파린 코팅된 작은 직경의 라인이나 소아 ECMO용 산화기 및 열교환기, 롤러펌프에 사용되는 bladder 등의 공급이 원활치 않으므로 수술 관리도 어려워 흉부외과의사는 물론 관련된 타부서의 임상 의들에게 좋은 성적으로 피드백을 하지 못한다는 것도 중요한 요인 중에 하나라고 생각한다. 이러한 결과로 이전에 국내에서 보고된 소아 ECMO 사용 사례는 심장수술 후, 정맥-동맥간에 사용한 것이 대부분이며[2,3], 최근에는 신생아의 선천성 횡격막탈장에 대해 성공적인 치험 예가 보고되었다[7].

본 사례가 소아에서 정맥간 ECMO의 성공적인 적용에 대한 국내 첫 보고인데, 기존의 장비로는 소아에서 두 개의 말초 정맥에 삽관이 어렵고 유량도 유지하기 어려워 폐보조 목적이더라도 정맥-동맥간 ECMO를 사용할 수밖에 없었다. 정맥-동맥간 ECMO는 심장에 대한 보조도 가능하고 거의 모든 신생아에서 경부를 통해 삽관이 가능하다는 장점이 있지만, 경동맥 결찰이 필요한 경우가 많고 뇌신경계 합병증의 발생위험이 높으며 전신에 박동성 혈류를 보낼 수 없다는 단점이 있다. 게다가 폐기능이 심각하게 저하되어 있는 경우 좌심실을 거쳐 관상동맥으로 관류되는 혈액의 산소포화도는 상당히 낮아 심근부전을 야기할 수 있는데, 정맥-동맥간 ECMO를 하는 동안에는 환자의 동맥혈 검사로 이를 가능하기가 어렵다. 따라서 폐보조가 목적이고 심장기능에 이상이 없는 경우에는 정맥간 ECMO를 하는 것이 여러 가지 합병증을 줄일 수 있는데, 작은 소아에서는 이중관을 가진 단일 카테터를 내경 정맥을 통해 삽관하는 것이 매우 유용한 방법이다[6]. 구

미 선진국에서는 이미 사용되어 왔으나, 국내에서는 실험적인 연구만 있었을 뿐[8] 임상에 적용한 보고는 없었다. 이중관 카테터는 유입관과 관류관이 구조적으로 서로 마주보고 있지 않기 때문에 정맥간 ECMO에서 문제가 되는 재순환(recirculation)도 적고, 적은 유량에도 효율적으로 산소포화도를 높일 수 있었다. 또한 본 사례와 같이 경피적 삽관을 할 수 있다면, 피부를 절개하거나 피하 박리를 할 필요 없이 응급상황에서도 신속히 시행할 수 있고, 삽관 후 카테터 주변의 출혈도 적다. 카테터를 제거할 때에도 주요 혈관의 결찰이 거의 필요치 않고 카테터를 뽑은 뒤 압박 지혈만하면 되기 때문에 시술 후 흉터가 거의 없다.

급성호흡부전의 경우 ECMO를 적용할 시기를 정하기가 쉽지 않은데, 일반적으로 기계환기 기간이 7~10일을 넘을 경우 의인성 폐손상이 동반되었거나, 폐질환이 비가역적일 가능성이 높아서 상대적 금기증에 해당된다. 그러므로 ECMO를 할 지 민첩하게 결정하는 것은 환자의 예후와 관련된다고 할 수 있다. 소아의 경우 산소지수가 ECMO 적용의 좋은 지표가 될 수 있다. 산소지수가 40 이상이면, 산화질소나 고빈도진동환기(high frequency oscillatory ventilation)을 포함한 보존적 치료만으로는 61~80%의 사망률을 보이는 것으로 알려져 있다[6]. 저자들의 경험에서도 이전에 시행했던 소아 호흡부전에서의 ECMO가 대부분 2주 이상의 기계환기 후 시작되었고, 충분한 유량을 확보하기가 어려워 정맥-동맥 간 ECMO를 선호하였으며 그 성적도 좋지 않았다. 하지만 본 사례에서 소개한 이중관 카테터를 이용한다면, 영유아에서도 마치 신부전에서 지속성 정맥-정맥 혈액여과(continuous veno-venous hemofiltration) 하듯이 폐보조를 할 수 있을 것이고, 정맥간 ECMO의 보급이 확대될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Lee KH, Lee SM, Chung YK, et al. *Prolonged extracorporeal lung heart assist (Extracorporeal Membrane Oxygenation) - 4 cases report.* Korean J Anesthesiol 1992;25:424-32.
2. Jun HJ, Sung SC, Woo CS, Lee HG. *Extracorporeal membrane oxygenation in the patient with cardiopulmonary resuscitation failure after open heart surgery: a case report.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:53-7.
3. Kwon OC, Lee YT. *Postcardiotomy mechanical circulatory support in congenital heart diseases.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2000;33:385-90.
4. Yang HC, Lee YT, Sung K, et al. *Short-term mechanical circulatory support with centrifugal pump in cardiac arrest or cardiogenic shock: report of 5 cases.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:1003-9.
5. Sung K, Lee YT, Park PW, et al. *Improved survival after cardiac arrest using emergent autoprimering percutaneous cardiopulmonary support.* Ann Thorac Surg 2006;82:651-6.
6. Meurers KV, Lally KP, Peek G, Zwischenberger JB. *ECMO: Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care.* 3rd ed. Ann Arbor, Michigan: Extracorporeal Life Support Organization. 2005.
7. Kim BE, Ha EJ, Kim YA, et al. *Four cases of extracorporeal membrane oxygenation for congenital diaphragmatic hernia.* J Korean Soc Neonatol 2009;16:64-70.
8. Lee KH, Kim KW. *The effect of venovenous extracorporeal lung assist on the oxygenation of mixed venous blood: Comparison of venovenous bypass using a double lumen tube with that using two catheters.* Korean J Anesthesiol 1991; 24:1-10.

=국문 초록=

말초혈관 삽관을 통한 체외막형산화장치가 도입된 후, 국내에서도 체외막형산화장치의 적용 사례가 빠르게 증가하고 있다. 하지만 소아에서는 아직까지 그 사용이 제한적인데, 그 이유는 소아에 적합한 장비가 공급되지 않고, 소아의 특성 상 말초혈관을 통한 삽관으로 충분히 보조하기 어렵기 때문이다. 이로 인해 국내에서 발표된 소아의 체외막형산화장치 적용 사례는 주로 심장수술 후 보조 목적으로, 정맥-동맥 간에 사용된 것이었다. 최근 저자들은 호흡부전증후군 소아를 대상으로 하나의 이중관 캐놀라를 경피적으로 내경정맥에 삽관하여 성공적으로 정맥간 체외막형산화장치를 시행하였기에 이를 보고하는 바이다.

- 중심 단어 : 1. 체외막형산화장치
2. 급성호흡부전증후군
3. 소아