

体外膜氧合成功救治新生儿心脏术后严重低心排综合征一例

林茹 谈林华 张泽伟 孙眉月 杜立中

【摘要】 目的 总结 ECMO 救治新生儿心脏术后严重低心排的成功经验。**方法** 2007 年 7 月 18 日我们对一例患先天性大动脉转位(TGA)合并房间隔缺损(ASD)、动脉导管未闭(PDA) 2.8 kg 出生 6 d 的新生儿,进行了大动脉调转术(arteries switch)、ASD 修补、PDA 结扎术,畸形矫正后出现严重低心排综合征,低血压[$< 39/30$ mm Hg(1 mm Hg = 0.133 kPa)],高乳酸血症(Lac 8.8 mmol/L)、高左房压(LAP > 20 mm Hg)、血性痰、少尿[< 1 ml/(kg · h)],由于转流时间较长(263 min)且难以脱离体外循环,常规治疗无效后接 V-A ECMO 进行心肺辅助。**结果** 经 87h ECMO 辅助后,左心功能明显恢复,患儿顺利脱离 ECMO,ECMO 第 1 天 LVEF 20%,第 2 天 34%,第 3 天 43%;ECMO 第 1 天 CK-MB 41 μ /L,第 2 天恢复正常。脱离 ECMO 后,在较高浓度血管活性药支持下[肾上腺素 0.2 μ g/(kg · min),多巴胺/多巴酚丁胺 8 μ g/(kg · min),米力农 0.56 μ g/(kg · min)],循环基本稳定。ECMO 撤离后第 4 天,关闭胸部切口。ECMO 撤离后第 22 天,撤离呼吸机,术后 30 d 撤离血管活性药。术后 58 d 康复出院。出院时心肺、肝肾功能正常,神志清醒,四肢肌张力和运动正常。整个病程中多次头颅超声检查均未发现脑出血、梗死等病灶。ECMO 并发症:(1)肺出血;(2)伤口出血和心包填塞;(3)溶血;(4)高胆红素血症。**结论** ECMO 对抢救新生儿心脏术后严重心功能不全有良好的疗效。

【关键词】 体外膜氧合作用; 婴儿,新生; 心排血量,低; 手术并发症

Extracorporeal membrane oxygenation treatment of a neonate with severe low cardiac output syndrome following open heart surgery LIN Ru*, TAN Lin-hua, ZHANG Ze-wei, SUN Mei-yue, DU Li-zhong. * Department of Cardiothoracic Surgery, The Children's Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, China

【Abstract】 Objective To summarize the experience of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) to rescue a neonate with severe low cardiac output syndrome following open heart surgery. **Methods** The patient was a male, 2 d, 2.8 kg, G3P2 full-term neonate with gestational age 40 weeks, born by Cesarean-section with Apgar score of 10 at 1 min. He was admitted due to severe dyspnea with oxygen desaturation and heart murmur on the second day after birth. Physical examination showed clear consciousness, cyanosis, dyspnea, RR 70 bpm and a grade II/6 heart murmur. Bp was 56/45 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa) and SpO₂ around 65%. Blood WBC 13.1×10^9 /L, N 46.1%, Hb 238 g/L, Plt 283×10^9 /L, CRP < 1 mg/L. Echocardiographic findings: TGA + ASD + PDA with left ventricular ejection fraction (LVEF) of 60%. After supportive care and prostaglandin E1 (5 ng/kg/min) treatment, his condition became stable with SpO₂ 85-90%. On the 6th day of life, the baby underwent an arterial switch procedure + ASD closing and PDA ligation. The time of aorta clamp was 72 mins. The cool 4:1 blood cardioplegia was given for 2 times during aortal clamp. Ultrafiltration was used. The internal and external volumes were almost equal and the electrolytes and blood gas and hematocrit (36%) were normal during extracorporeal bypass. Due to a failure (severe low cardiac output) to wean from cardiopulmonary bypass (263min) with acidosis (lactate 8.8 mmol/L), low blood pressure ($< 39/30$ mm Hg), increased LAP (> 20 mmHg), bloody phlegm, decreased urine output [< 1 ml/(kg · h)], a V-A ECMO was used for cardio-pulmonary support. ECMO setup: Medtronic pediatric ECMO package (CB2503R1), carmeda membrane oxygenator and centrifugal pump (bio-console 560) were chosen. Direct cannulation of the ascending aorta (Edward FEM008A) and right atrium (TF018090) was performed using techniques that

基金项目:国家十五科技攻关计划资助项目(2004BA720A11)

作者单位:310003 杭州,浙江大学医学院附属儿童医院 胸心外科(林茹、张泽伟);外科监护病房(谈林华);新生儿重症监护病房(孙眉月、杜立中)

万方数据

were standard for cardiopulmonary bypass. The ECMO system was primed with 400 ml blood, 5% CaCl_2 1 g, 5% sodium bicarbonate 1.5 g, 20% mannitol 2 g, albumin 10 g, and heparin 5 mg. The blood was re-circulated until the temperature was 37°C and blood gases and the electrolytes were in normal range. The patient was weaned from bypass and connected to V-A ECMO. Management of ECMO: the blood flow was set at 150-200 ml/kg/min. Venous saturation (SvO_2) was maintained at the desired level (75%) by increasing and decreasing extracorporeal blood flow. Systemic blood pressure was maintained at 76/55-80/59 mm Hg by adjusting blood volume. Hemoglobin was maintained between 120-130 g/L. Platelet count was maintained at $> 75,000/\text{mm}^3$ and ACT was maintained at 120-190 s. The mechanical ventilation was reduced to lung rest settings (FiO_2 35%, RR 10 bpm, PIP 16 cm H_2O , PEEP 5 cm H_2O) to prevent alveolar collapse. Inotropic drug dosages were kept at a low level. **Results** The patient was successfully weaned from ECMO following 87 hours treatment. LVEF on day 1, 2 and 3 following ECMO were 20%, 34% and 43% respectively. The circulation was stable after weaning from ECMO with Bp 75/55 mm Hg, HR 160 bpm and LAP 11 mm Hg under inotropic drug support with epinephrine [$(0.2 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min}))$], dopamine [$(8 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min}))$], milrinone [$(0.56 \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min}))$]. The blood gases after 1 h off-ECMO showed: pH 7.39, PaO_2 104 mm Hg, PaCO_2 45 mm Hg, lactate 3.8 mmol/L, Hct 35%, K^+ 3.8 mmol/L, Ca^{++} 1.31 mmol/L. The serum lactate was normal after 24 h off-ECMO. On day 22 off-ECMO, the baby was successfully extubated and weaned from conventional ventilator. On day 58, the patient was discharged. Serial ultrasound imaging studies revealed no cerebral infarction or intracranial hemorrhage during and after ECMO. At the time of hospital discharge, the patient demonstrated clear consciousness with good activity, normal function of heart, lung, liver and kidney. However, more subtle morbidities, such as behavior problems, learning disabilities should be observed via long term follow-up. The main ECMO complications were pulmonary hemorrhage, bleeding on the sternal wound, tamponade, hemolysis and hyperbilirubinemia. **Conclusion** ECMO is an effective option of cardio-pulmonary support for neonate with low cardiac output syndrome following open heart surgery.

【Key words】 Extracorporeal membrane oxygenation; Infant, newborn; Cardiac output low; Postoperative complications

本院于 2007 年 7 月 18 日运用体外膜氧合 (Extracorporeal membrane oxygenation ECMO) 成功救治新生儿心脏术后严重低心排综合征 1 例, 现报告如下:

临床资料

1. 一般资料: 患儿男, 2 d, 2.8 kg, G3P2, 孕 40 周剖宫产, 出生时 Apgar 评分 10 分。由于出生在乡村医院未有详细的 1、5、10 min Apgar 评分情况。因出生后青紫、气促 2 d, 2007 年 7 月 12 日入院。查体: $T 37^\circ\text{C}$, $P 120$ 次/min, $R 70$ 次/min, $Bp 56/45$ mm Hg ($1 \text{ mm Hg} = 0.133 \text{ kPa}$), 足月儿貌, 胎龄评估 39 周, 全身发绀, 呼吸 70 次/min, 心律齐, 心音正常, 心前区可闻及 II/6 级收缩期杂音, 经皮血氧饱和度 (SpO_2) 65%, 两肺呼吸音粗, 未及啰音, 腹软, 肝肋下 2.5 cm, 肌张力正常, 生理反射存在。

血常规: $\text{WBC } 13.1 \times 10^9/\text{L}$, 中性 46.1%, $\text{Hb } 238 \text{ g/L}$, 血小板 $283 \times 10^9/\text{L}$, $\text{CRP} < 1 \text{ mg/L}$ 。超声心动图诊断: 先天性心脏病, 完全性大动脉转位 (TGA) + 房间隔缺损 (ASD) + 动脉导管未闭 (PDA)。左室射血分数 (LVEF) 60%。入院后经吸氧, 静脉维持前列地尔 $5 \text{ ng}/(\text{kg} \cdot \text{min})$ 保持 PDA 开放等处理, 缺氧改善, 血气: pH 7.38, pO_2 56.5 mm

Hg, pCO_2 34 mm Hg, SpO_2 85% ~ 90%。

2. 手术及体外循环过程: 2007 年 7 月 18 日在气管插管静脉复合麻醉常规体外循环下行大动脉调转 (Switch) + ASD 修补 + PDA 结扎手术。主动脉阻断 72 min, 主动脉阻断期间采用冷 4:1 含血心肌保护液间断灌注二次, 自动复跳, 自主心率 105 次/min, 起搏心率 150 次/分。运用常规超滤, 停机时进出量基本平衡, HCT 36%, 血气、电解质正常, 但血乳酸 (Lac) 6.9 mmol/L, $Bp 39/30$ mm Hg, 难以维持, 心肌收缩乏力, $LAP > 20$ mm Hg, 气道有血性痰, 再次转流 77 min 后脱机观察 20 min, 并加大血管活性药, 肾上腺素从 0.1 加到 0.3 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$, 多巴胺/多巴酚丁胺从 5 加到 10 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$, 并增用米力农 0.56 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{min})$, 血压仍难以维持, SpO_2 85%, 尿 $< 1 \text{ ml}/(\text{kg} \cdot \text{h})$, Lac 8.8 mmol/L, 患儿术后出现严重低心排综合征, 由于体外转流时间较长已 263 min, 常规治疗无效, 经慎重抉择并在家属的同意下紧急采用 ECMO 进行心肺支持。

3. ECMO 建立: 采用 Medtronic 公司小儿 ECMO 套包 (编号 CB2503R1), 中空纤维肝素涂层 (carmeda) 膜肺, 离心泵 (Bio-console 560)。使用体外循环时原主动脉 (Edward FEM008A) 和右房插管 (TF018090)。系统预充用全血 400 ml, 葡萄糖酸钙

1 g, 碳酸氢钠 1.5 g, 甘露醇 2 g, 白蛋白 10 g, 肝素 5 mg。循环排气加热至 37℃, 验血气、电解质正常后, 撤离体外循环, 接 V-A 模式 ECMO 进行心肺辅助。

4. ECMO 转移与运行: 待 ECMO 运行正常, 患儿血压平稳后, 将 ECMO 转运到 ICU。ECMO 运行主要分两个阶段: 第一阶段: 偿还氧债: 高流量辅助, 150~200 ml/kg/min, 约 44 h, Lac 从 11.3 mmol/L 降到 2.4 mmol/L, 并逐步减少血管活性药用量。第二阶段: 心室训练: 约 39 h。在偿还氧债后, 以维持低浓度血管活性药, Lac 不上升, 血气正常, 静脉血氧饱和度 (SvO₂) 不低于 65% 为基准的情况下逐步减低流量, 进行心室训练。在 ECMO 运行期间调低呼吸机各参数: FiO₂ 35%, RR 10 次/min, PIP 16 cm H₂O, PEEP 5 cm H₂O, 以减少肺部做功并防止肺泡塌陷。维持 Hb 120~130 g/L, Plt > 75 000/mm³ 及 ACT 120~190 s。

5. ECMO 撤离: 当流量减到血流量的 20% 时, 血气正常, Lac 3.0 mmol/L 左右, SvO₂ 不低于 65%, 进行脱机准备, 约 4 h, 同时加大活性药用量, 提高呼吸机各参数: FiO₂ 50%, RR 25 次/分, PIP 16 cm H₂O, PEEP 5 cm H₂O。脱机后血压 75/55 mm Hg, 自主心率 150 次/分, LAP 10 mm Hg, SpO₂ 98%; 脱机后 1 h 血气: pH 7.39, pO₂ 104 mm Hg, pCO₂ 45 mm Hg, Lac 3.8 mmol/L, HCT 35%, K⁺ 3.8 mmol/L, Ca⁺⁺ 1.31 mmol/L; 脱机后 4 h, Lac 5.6 mmol/L, 之后逐渐降低, 10 h 后低于 3.0 mmol/L, 24 h 恢复正常。

6. 结果: ECMO 总转流 87 h。左心功能恢复: ECMO 第 1 天 LVEF 20%, 第 2 天 34%, 第 3 天 43%; ECMO 第 1 天 CK-MB 41 u/L, 第 2 天恢复正常。脱离 ECMO 后, 在较高浓度血管活性药支持下 [肾上腺素 0.2 μg/(kg·min), 多巴胺/多巴酚丁胺 8 μg/(kg·min), 米力农 0.56 μg/(kg·min)], 循环基本稳定。ECMO 撤离后第 4 天, 关闭胸部切口。ECMO 撤离后第 22 天, 撤离呼吸机, 术后 30 d 撤离血管活性药。术后 58 d 康复出院。出院时心肺、肝肾功能正常, 神志清醒, 四肢肌张力和运动正常。整个病程中多次头颅超声检查均未发现脑出血、梗死等病灶。由于年龄太小, 无法进行智力等其他方面的神经精神系统的检查, 有待进一步跟踪随访。

7. ECMO 并发症:

(1) 肺出血: 发生在 ECMO 从手术室转运到万方数据

ICU 过程中, 左房压急剧上升 (22~25 mm Hg), 肺出血发生。经控制静脉补液速度、迅速利尿后好转。

(2) 伤口出血和心包填塞: ECMO 运行当晚胸腔引流流量多达 100 ml/h, 总量 480 ml, 输血、血浆量达 980 ml。引流不畅, 大量血块形成。心包填塞时患儿出现上半身淤血, 肿胀, 血压下降, LAP 18~22 mm Hg, ECMO 负压 > -40 mm Hg, 流量不能维持, 反复报警。经紧急清除伤口血块, 止血, 并调整左房管和动脉测压管肝素用量后好转, 待 ACT < 140 s 再启动肝素泵, 之后根据转速, 尿量等情况调整肝素用量, 肝素 4~100 μ/(kg·h), 维持 ACT 160~190 s。

(3) 溶血: ECMO 运转第 2 天出现茶色尿, 主要原因 ECMO 当天运行不平稳, 吸不到血, 负压过大, 同时转速过快。经利尿, 调整 ECMO 转速后尿色逐渐转清。由于实验室条件的限制未能进行血浆游离血红蛋白的测定。

(4) 高胆红素血症: ECMO 第 3 天总胆红素 270.5 μmol/L, 直胆: 21.3 μmol/L, 间胆 249.2 μmol/L。原因可能与 ECMO 转速过快导致红细胞破坏有关。经照蓝光后好转。高血糖: ECMO 建立初期血糖达 19.3~22.6 mmol/L, ECMO 运行后 12 h 迅速下降, 基本维持在 9.3~8.0 mmol/L, 因考虑与应激反应有关, 故未作处理, 第 4 天降至正常。

讨 论

体外膜氧合, 又称体外维生系统, 是一种暂时代替心肺功能的体外人工心肺系统, 主要用于心肺衰竭对常规治疗效果不佳的患儿, 它可暂时替代心肺功能长达几天、几周、甚至数月, 其主要的功能是替代心肺脏器和保护其他脏器因心肺功能的衰竭进一步恶化, 同时让衰竭的心肺脏器得以休息恢复。自从 1976 年 Bartlett 和他的同事在病床边用体外循环技术成功救治一例被遗弃患有胎粪吸入综合征新生儿后, 开创了 ECMO 的新纪元^[1]。据最新世界体外生命支持机构 [2006 年 Extracorporeal Life Support Organization (ECLS) Registry] 统计报告^[2], 全球应用 ECMO 的病例已超过 30 000。ECMO 成功救治新生儿呼吸衰竭 15 482 例, 出院率 76%; 新生儿心脏术后低心排的 984 例, 出院率仅 38%; 有 258 例新生儿大动脉 Switch 术 (包括 Mustard or Senning 术) 后需用 ECMO 支持, 107 例成活出院, 出院率 41%。近年来, 国内多家医院已陆续开展了 ECMO 技术, 大多用于成人心脏术后心肺衰竭的支持和/或等待

心脏供体的移植患儿,也有用 ECMO 技术抢救重症病毒性心肌炎的报道等,而国内有关新生儿 ECMO 的研究尚未见报道。

此例心脏术后严重低心排综合征新生儿用 ECMO 技术救治成功为国内首次报道。体会如下:(1)适应证选择适当和手术矫正确切;心脏术后心源性休克多为缺血再灌注损伤引起的心肌顿抑造成,若无其他心肌结构异常或解剖矫正确切,尽管暂时心功能严重不良,都能在 4~6 d 内恢复^[3,4]。此例 TGA 患儿手术矫正满意,冠状动脉供血良好,仅左心功能暂时性尚不能适应体循环压力负荷,经近 4 d 的 ECMO 循环支持和训练,左心功能明显改善,EF 迅速恢复,对常规血管活性药有良好的反应。(2)ECMO 的良好管理;ECMO 建立、转移、运行和撤离等过程环节多而复杂,任何环节的失误都会导致 ECMO 的失败,产生并发症,严重致患儿死亡^[5,6]。我们在开展 ECMO 这项技术前已作了大量的理论和技术培训,关注每一细节,因此避免了脑、肾、肝等重大并发症的发生。(3)医院各级的大力支持和 ECMO 技术人员、监护人员、外科医生间的良好协作;ECMO 期间和 ECMO 撤离后到患儿完全康复,过

程长且病情常有变化,涉及到多学科的问题,因此需要各科室之间的良好合作,这是该患儿得以存活的重要保证。(4)家属的理解、配合和经济支撑。

参 考 文 献

- [1] Krisa Vann Meurs, Senior Editor. ECMO Extracorporeal Cardiopulmonary Support in Critical Care. 3th ed. Michigan: Printed in the United States of America, 2005;2-4.
- [2] Extracorporeal Life Support Organization (ECLS) Registry Report-International Summary January, 2006 (Extracorporeal Life Support Organization 1327 Jones Drive, Suite 101, Ann Arbor, MI 48105).
- [3] 柯文哲,蔡壁如,主编. ECMO 手册. 台湾:金名图书有限公司,2006;3-43.
- [4] 龙村,主编. ECMO 手册. 北京:人民卫生出版社,2007:41-50.
- [5] Bartlett RH, Reloff DW, Custer JR, et al. Extracorporeal life support; the University of Michigan experience. JAMA, 2000, 283: 904-908.
- [6] Allan CK, Thiagarajan RR, del Nido PJ. Indication for initiation of mechanical circulatory support impacts survival of infants with shunted single-ventricle circulation supported with extracorporeal membrane oxygenation. J Thorac Cardiovasc Surg, 2007, 133: 660-667.

(收稿日期:2007-09-12)

(本文编辑:李贵存)

· 会议 · 征文 · 消息 ·

中华医学会第五次全国儿科中青年学术交流大会征文通知

中华医学会儿科学分会,定于 2008 年 8 月在山东省济南市召开第五次全国儿科中青年学术交流大会。本次大会将由国内知名专家就儿科领域的最新研究热点、前沿问题作专题报告;进行中青年学术论文的交流;同时举行优秀论文评选活动。本次会议将授予国家级继续教育学分 10 分。欢迎中青年医生踊跃投稿。现将征集论文的有关事项通知如下:

一、征文内容

本次征文内容覆盖儿科领域的相关实验研究;儿科领域的临床研究。论文征集包括儿科各专业:儿保、神经、血液、心脏、肾脏、免疫、感染、呼吸、消化、急救、新生儿、内分泌与遗传代谢,以及其他儿科相关内容。

本次征文鼓励多中心联合的前瞻性对照研究,大样本临床流行病学研究的报告。

二、征文要求

1. 凡 1958 年 1 月 1 日以后出生,年龄在 50 岁以下的中青年医学工作者均可报送论文。

万方数据

2. 论文第一作者必须是中青年本人。

3. 报送的论文必须是 2008 年 4 月 30 日前未在全国性学术会议及全国性公开刊物上发表过。内容应是最新学术研究成果,力求科学性强、数据可靠、重点突出、文字精练。一律要求电脑打印,字迹清楚,不用图表。国内已有病例、个案报道及文献综述不予受理。

4. 论文请寄 600~800 字摘要、全文各一份,并附第一作者身份证复印件一份,加盖单位公章。截稿日期:2008 年 4 月 30 日。

5. 摘要和论文请按文题、单位通讯地址、邮编、作者姓名、正文的顺序列出,请在摘要和论文的右上角自行标出所投稿件所属的专业学组,以便专家审稿。

6. 请在信封上注明“儿科中青年大会”的字样。于 2008 年 4 月 30 日前邮寄到:北京市东四西大街 42 号中华医学学会学术会务部 李佳老师 收,联系电话:010-85158128(办) 邮编 100710。

三、请自留底稿,恕不退稿。