

· 论 著 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2020.06.04

## 体外生命支持团队院际转运体外膜氧合支持下危重患者的经验

陈 月, 钱晓亮, 李建朝, 孟凡伟, 张 静, 郭素萍, 叶发民, 杨雷一, 张加强, 程兆云, 刘前进

**[摘要]:**目的 总结体外生命支持团队院际转运体外膜氧合(ECMO)支持下的危重患者的经验。方法 回顾性分析 2017 年 12 月至 2019 年 12 月华中阜外医院体外生命支持团队院际转运的 ECMO 支持下的 86 例危重患者的临床资料,转运前制定详尽的转运策略,做好充足的物品准备,并充分准确评估患者的病情和血管条件,转运途中做好仪器和患者的安全管理,制定紧急预案,转运后做好仪器设备的整理和再检查等工作,确保患者的生命体征平稳和设备仪器的安全运行。结果 体外生命支持团队到达当地医院,全部 86 例患者均充分评估后置管,在 ECMO 辅助下由救护车成功转运至华中阜外医院(区域心血管医学中心)接受进一步治疗。其中清醒 ECMO 转运 36 例,气管插管麻醉下 ECMO 转运 50 例,转运过程中出现不良事件 5 例,均为机械或人为故障,无转运途中死亡事件发生。结论 通过制定合理的转运流程,强化转运过程中的细节管理,体外循环团队可以安全运行 ECMO 辅助支持下的危重患者的院际转运。

**[关键词]:** 体外生命支持;体外膜氧合;院际转运;危重症患者;治疗策略;循环衰竭;呼吸衰竭

### Interhospital transport experience of critically ill patients with extracorporeal membrane oxygenation supported by extracorporeal life support team

Chen Yue, Qian Xiaoliang, Li Jianchao, Meng Fanwei, Zhang Jing, Guo Suping, Ye Famin, Yang Lei-yi, Zhang Jiaqiang, Cheng Zhaoyun, Liu Qianjin

People's Hospital of Henan Province, People's Hospital of Zhengzhou University, Huazhong Fuwai Cardiovascular Disease Hospital, Zhengzhou 450000, China

Corresponding author: Yang Lei-yi, Email: ylei-yi@163.com

**[Abstract]: Objective** To summarize the experience of interhospital transport of critically ill patients supported with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) running by the extracorporeal life support team. **Methods** Clinical data of 86 critically ill patients with ECMO support running by the extracorporeal life support team at Huazhong Fuwai Hospital from December 2017 to December 2019 were retrospectively analyzed. A detailed transfer strategy was formulated to ensure that the patient's vital signs were stable and the equipment operated safely (including preparing sufficient items before transfer, fully and accurately assessing the patient's condition and vascular conditions, doing a good job in the safety management of equipment and patients during transfer, formulating emergency plans, arranging and re-examining equipment after transfer and so on). **Results** All the 86 patients were intubated at local hospital after fully evaluated by the extracorporeal life support team, and were successfully transferred to Huazhong Fuwai Hospital (regional cardiovascular medical center) by ambulance with the aid of the above transfer method under the assistance of ECMO for further treatment. Among them, 36 cases were awake and 50 cases were anesthetized under tracheal intubation. There were 5 cases of adverse events caused by mechanical or human failures, and no death occurred during the transport. **Conclusion** By formulating a reasonable transfer process and strengthening the detailed management, the extracorporeal life support team can safely finish the inter-hospital transfer of critically ill patients supported by ECMO.

**[Key words]:** Cardiopulmonary life support; Extracorporeal membrane oxygenation; Interhospital transfer; Critical patients; Treatment strategy; Circulatory failure; Respiratory failure

基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(20190796)

作者单位:450000 郑州,河南省人民医院 郑州大学人民医院麻醉与围术期医学科(陈 月、张加强),阜外华中中心血管病医院体外循环科(钱晓亮、李建朝、孟凡伟、杨雷一),心脏重症医学科(张 静、叶发民、郭素萍),心血管外科(程兆云、刘前进)

通讯作者:杨雷一,Email:ylei-yi@163.com

体外膜氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 作为一种体外循环技术,可以临时替代心肺功能对全身各个脏器进行有效的辅助支持,其治疗的安全性和有效性受到越来越多的认可,其在危重患者的辅助支持治疗方面也发挥着越来越重要的作用<sup>[1-2]</sup>。由于 ECMO 辅助支持的患者病情复杂,呼吸、循环等功能都临近衰竭状态,需要在整体实力均较强的医院才能对这类病患进行有效救治,即使在医疗资源丰富的发达国家,往往也只有一些区域性的大型医疗中心才能实施 ECMO 的支持治疗<sup>[3-4]</sup>。因受当地医疗条件(未购置 ECMO 设备)、ECMO 人员培训未到位的情况下,通过在当地医院进行 ECMO 支持辅助,待病情平稳后进行医疗转运,将这部分需要 ECMO 治疗的患者集中到区域医疗中心治疗将是对患者最有利、也是最安全的治疗措施<sup>[5]</sup>,虽然国内外许多大型的医学中心均可安全成功实施 ECMO 转运,但数量整体较少,文献报道以个案报道居多,缺少数据相对较多的单中心报道。现总结回顾 ECMO 支持下转运的 86 例危重患者的临床资料分析如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集 2017 年 12 月至 2019 年 12 月间阜外华中心血管病医院体外生命支持团队在河南省内利用 ECMO 设备院际转运的 86 例危重患者,包括循环衰竭和呼吸衰竭患者的临床资料纳入本研究。

### 1.2 ECMO 转运设备及物品准备

**1.2.1 设备** ECMO 机器主机离心泵系统(索林)1 套、转运呼吸机 1 台、便携式超声机 1 台、便携式活化凝血时间检测仪 1 台、微量注射泵 2 台。

**1.2.2 相关耗材** ECMO 套包和涂层离心泵头(索林)各 1 个、股动脉插管(16 F、18 F)、股静脉插管(18 F、20 F)各 2 根(爱德华)、穿刺用泥鳅导丝 2 根(150 cm)、血管穿刺鞘组(5 F)2 套(泰尔茂)(远端灌注管用)、扩张套件 1 套、ECMO 用股动静脉手术切开器械包、管道钳 3 把、预充用生理盐水及头灯等。

### 1.3 ECMO 转运流程

**1.3.1 成立转运团队** 转运团队由 1 名具备 ECMO 上机、管理和转运经验丰富的体外循环医生、1 名体外循环护士、1 名重症监护室护士和 120 急救车司机组成。体外循环医生是转运的总指挥,负责和当地医生、患者家属和院内协调等工作;体外循环护士负责 ECMO 上机、转运的物品准备和负责 ECMO 系统的预充等;ICU 护士负责急救药品、转运呼吸

机、微量注射泵的准备及转运途中密切监护患者的生命体征;120 急救车司机负责转运车辆的维护、确定转运线路的规划、观测天气条件、适时联系高速公路管理部门并向转运总指挥汇报建议转运路线。

**1.3.2 出发前的准备** 总指挥与请求支援的当地医院沟通病情,指导当地医生在等待 ECMO 团队到来之前的准备和治疗,适时将患者转入 ICU 治疗,视病情、内环境情况做好血液制品的准备,并与家属沟通 ECMO 上机及转运风险,后续治疗可能出现的情况和远期预后转归问题。

**1.3.3 上机前的准备** ECMO 上机前应详尽知悉患者的病情,治疗情况,循环和呼吸功能,评估主动脉全段(包括股动脉),是否有狭窄、扩张、迂曲、钙化等情况,重点超声评估股总动脉的粗细、深度、是否存在钙化斑块、与周围组织(重点是股静脉)的解剖位置关系,是否存在解剖变异等。并与家属沟通病情,交代上机风险和后续进一步治疗的规划和远期预后等相关问题,签署病情和 ECMO 置管上机知情同意书。

## 2 结果

**2.1 患者情况** 86 例患者均通过 ECMO 成功转运至阜外华中心血管病医院,上机地点均在当地医院的 ICU(包括心脏 ICU 和综合 ICU),其中清醒 ECMO 转运 36 例,气管插管麻醉下 ECMO 转运 50 例。置管过程中出现恶性心律失常 3 例,经药物、电除颤处理后 2 例在 ECMO 启动前心电转归,1 例在 ECMO 启动后心电转归。除 14 例呼吸窘迫综合征(respiratory distress syndrome, ARDS)患者外,其余 72 例患者均出现不同程度的心源性休克的表现[持续性的血压下降,收缩压 < 90 mm Hg 或平均动脉压低于基线水平  $\geq 30$  mm Hg 并需要辅助大剂量血管活性药物;精神状态改变,皮肤湿冷,尿少,血气乳酸水平大于 2 mmol/L;心脏指数(cardiac index, CI)显著降低,低于 1.8 L/(m<sup>2</sup>·min)]。转运患者的一般情况、诊断及 ECMO 模式见表 1。

表 1 ECMO 转运的病种及模式分析(n=86)

诊断	总例数	清醒例数	ECMO 模式
急性心肌梗死	32	16	V-A
暴发性心肌炎	38	20	V-A
ARDS	14	0	V-V
恶性心律失常	2	0	V-A

注:ARDS:呼吸窘迫综合征;V-A:静脉-动脉;V-V:静脉-静脉。

**2.2 转运情况** 所有患者的转运均由河南省内急诊救护车出车。入院总时间( $6.6\pm 2.6$ )h,团队人员在院外停留时间( $1.5\pm 0.6$ )h,转运距离( $254\pm 109.2$ )km,转运过程中出现不良事件 5 例<sup>[6]</sup>,均为机械或人为故障,且都发生在初期实施转运的 20 例患者中。86 例中患者无转运途中死亡事件发生,转运中不良事件见表 2。

表 2 ECMO 相关转运不良事件统计[n(%)]

不良事件	数量
氧气管脱落	1(1.16)
ECMO 膜肺接头松动	1(1.16)
ECMO 管道打折	2(2.33)
电源线开脱	1(1.16)
转流初期膜肺发现气体	1(1.16)

**2.3 预后** 心源性休克患者均在 ECMO 辅助下行冠脉造影术,适时开通狭窄或闭塞的冠状动脉,其余主要对症、营养心肌、抗炎抗感染等综合治疗措施。ICU 治疗时间( $10.3\pm 5.1$ )d,住院时间( $25.9\pm 7.8$ )d。75 例患者成功撤除 ECMO,撤机率 87.20%;68 例患者成功出院,出院率 79.07%。3 例体外心肺复苏患者中 1 例成功出院,出院率 33.33%。

### 3 讨论

ECMO 是高级的心肺功能支持的设备装置,是临床上抢救治疗危重患者的重要治疗手段。最近几年,随着 ECMO 技术的普及及广泛宣传,在国内没有开展体外循环的二级医院急诊科或重症医学科也可开展 ECMO 救治工作或已有 ECMO 可救治危重患者的理念。但据大量文献显示<sup>[7-9]</sup>,ECMO 救治的成功率与开展的例数息息相关,所以针对目前国内的医疗水平并结合国外 ECMO 运行成功的救治经验,建议在 ECMO 开展较少或尚未开展 ECMO 技术的医疗机构遇到需要 ECMO 救治的危重患者可以通过 120 急救的方式向上级医院请求援助,由上级医院派遣专业的 ECMO 团队对患者进行有效的救助并适时将上机后的 ECMO 患者转运至上级医院或区域 ECMO 治疗中心进行收治以提高危重患者的救治成功率。本文中研究的所有病例均由当地医院与上级医院医生通过互联智慧服务平台会诊后,在患者家属强烈转诊意愿下行转诊治疗,因考虑患者病情较重、转运风险较大,为提高患者救治的成功率,在当地医院行 ECMO 辅助,待病情稳定后转

运。虽然国内专家建议,专业的 ECMO 团队应由外科医生、体外循环医生、麻醉医生、监护医生、护士等构成,但随着管路预充排气技术、经皮穿刺置管技术、超声引导穿刺技术等 ECMO 上机必备技术的普及,目前国内许多医疗机构的 ECMO 上机仅需置管人员和装机人员构成,其中置管人员可以由体外循环医生、麻醉医生、监护室医生、外科医生等胜任;装机则由体外循环医生或护理人员操作。

目前从事体外循环工作的许多医生是由心脏外科或麻醉专业的研究生组成。麻醉专业毕业的体外循环医生熟悉血管穿刺技术,心外专业毕业的体外循环医生熟悉血管切开吻合技术,这两项技术正是 ECMO 上机所需要的必备技术要领。据报道目前国外转运例数最多的瑞典卡罗琳斯卡大学附属医院的 ECMO 转运工作由 1 名 ECMO 医生,1 名重症监护室护士,1 名插管外科医生组成<sup>[10]</sup>。但在本团队因体外循环医生全部来自麻醉或心外科转型,故其模式是由 1 名体外循环医生(担当 ECMO 医生和插管医生的职责),1 名体外循环护士,1 名 ICU 护士组成。随着体外循环和 ICU 护士之间的学习交流及相互之间技术的渗透,并且随着 ECMO 转运例数的增多、专业化程度的提高,培养熟悉 ECMO 预充、重症患者护理以及急救知识的专业 ECMO 转运护士已经提上日程,未来的转运工作可能由专业的 ECMO 工作的一名医生和一名护士即可完成。

由于 ECMO 转运工作专业性强、转运患者的病情重、出现病情突变的情况发生率高,因此团队在出发前需要和当地医生充分地沟通病情,指导当地医院在团队到达前预先正确处理患者,在病房的患者根据病情进展变化适时转入 ICU 严密观测病情变化<sup>[11]</sup>。ECMO 团队到达当地医院后需要再次确认病情,评估上机条件(包括周围环境、心肺功能状态、血管情况等)。上机前准备好抢救药品和措施以备上机过程中出现的心脏骤停、血压或心率波动,在穿刺前利用超声引导定位血管部位,选择合适的血管进行操作,在病情稳定的情况下可以先行置入股动脉远端灌注管。能够耐受清醒置管的患者上机前需要适当镇静,并在穿刺前在皮肤、皮下组织周围进行局部浸润麻醉后进行操作。置管完成 ECMO 成功运转之后,待流量稳定,利用超声再次评估股静脉的置入深度到达右房或接近上腔静脉水平后再行管道固定,清醒的患者嘱咐其勿弯曲腹股沟股静脉置管处,防止管道打折或插管周围组织渗血。心血管紧急事件和呼吸系统疾病的发生具有很强的季节相关性,每年的冬季是此两种事件发生的主要季

节,但冬季雨雪、大雾天气频发,严重影响交通运输条件,ECMO 省内转运目前还主要依耐高速公路行陆地转运,在气象条件恶劣的季节进行危重患者的转运在出发前必须注意观测近两日内本地和转运地气象预报,做好充分的准备。特别是急救车辆、氧气储备、急救药品等物质是否充足,注意高速公路是否正常开通等问题,避免因天气原因而影响患者的安全转运。

ECMO 置管和上机期间的安全性直接关系到患者的预后转归<sup>[12]</sup>。从本结果数据中可以发现体外心肺复苏患者的预后指标明显低于常规 ECMO 患者,除了与病情相关外,ECMO 上机期间的各种操作均可导致紧急的心血管相关事件,基层医院抢救条件差、经验少、救治有效性差,直接导致患者的预后不良。故上机前应该做好充分的准备和评估,在保证置管安全的情况下尽量缩短上机时间,适时预估不良事件,预先干预或停止刺激和损伤是预防不良事件发生的有效方法。

综上所述,尽管 ECMO 转运患者病情复杂,困难重重,转运物品、耗材繁多,流程复杂,但通过专业培训,制定合理的转运流程,强化转运过程中的细节管理,体外生命支持团队可以安全进行 ECMO 辅助支持下的危重患者的院际转运。

#### 参考文献:

- [1] Macrae DJ, Field DJ. Our study 20 years on: UK collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(5): 841-843.
- [2] 徐磊,王志勇,李彤,等. 体外膜肺氧合与机械通气用于严重急性呼吸窘迫综合征患者院间转运的对比研究[J]. *中华危重病急救医学*, 2014, (11): 789-793.
- [3] Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, *et al.* Part 7: Adult advanced cardiovascular life support; 2015 american heart association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*, 2015, 132(18 Suppl 2): S444-S464.
- [4] Droogh JM, Smit M, Absalom AR, *et al.* Transferring the critically ill patient: are we there yet[J]? *Crit Care*, 2015, 19(1): 62.
- [5] Lepper PM, Barrett NA, Swol J, *et al.* Perception of prolonged extracorporeal membrane oxygenation in europe: an euroELSO survey[J]. *Perfusion*, 2020, 35(1\_suppl): 81-85.
- [6] Ericsson A, Frenckner B, Broman LM. Adverse events during inter-hospital transports on extracorporeal Membrane Oxygenation [J]. *Prehosp Emerg Care*, 2017, 21(4): 448-455.
- [7] Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, *et al.* Cardiopulmonary resuscitation quality: [corrected] improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2013, 128(4): 417-435.
- [8] Brooks SC, Anderson ML, Bruder E, *et al.* Part 6: Alternative techniques and ancillary devices for cardiopulmonary resuscitation; 2015 american heart association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular Care [J]. *Circulation*, 2015, 132(18 Suppl 2): S436-443.
- [9] 梅勇,张劲松,陈旭锋,等. 急诊团队主导体外膜肺氧合支持下的院际转运经验[J]. *中华急诊医学杂志*, 2020, 29(2): 227-230.
- [10] Broman LM, Holzgraefe B, Palmer K, *et al.* The Stockholm experience: interhospital transports on extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Crit Care*, 2015, 19(1): 278.
- [11] 朱文亮,代荣钦,王海波,等. ECMO 支持下在危重患者长途院际转运的案例报道及文献复习[J]. *河南医学研究*, 2017, 26(22): 4086-4089.
- [12] 中国医药教育协会急诊专业委员会,中华医学会急诊分会复苏学组,中国急诊体外膜肺氧合联盟. 成人体外膜肺氧合患者院际转运专家共识[J]. *中华急诊医学杂志*, 2020, 29(2): 165-170.

(收稿日期:2020-07-06)

(修订日期:2020-10-16)