

心脏骤停患者紧急体外膜肺氧合技术的多学科模式探讨

王军红 马青变 郑亚安 张喆 郑慧萍 李硕

【摘要】目的 探讨心脏骤停患者紧急体外膜肺氧合技术的多学科协作模式。**方法** 回顾北京大学第三医院 2016 年 1 月至 2017 年 8 月因非手术后心脏骤停实施紧急体外膜肺氧合治疗的患者,分析患者的一般资料、实施紧急体外膜肺氧合技术的多学科协作情况及紧急体外膜肺氧合技术的并发症及处理情况。**结果** 3 例患者均为男性,年龄 (45.3 ± 20.3) 岁,心肺复苏时间为 (34 ± 10) min, 2 例患者恢复自主循环,但血流动力学持续不稳定。2 例患者出院,脑功能评分均为 1~2 级,1 例患者死亡。3 次置管均为心脏外科副主任医师或主任医师行直视下行股静动脉置管。从心脏骤停到体外膜肺开始转机的时间为 (132 ± 93) min,体外膜肺氧合平均持续时间为 $(3\ 858 \pm 1\ 092)$ min。体外膜肺氧合技术实施过程中需要急诊科、心内科、心外科、麻醉科等医师及护士参与。患者可发生切开部位渗血、血小板降低、凝血功能障碍等并发症,需要介入血管外科医师、血库等参与治疗。**结论** 心脏骤停患者实施紧急体外膜肺氧合技术需要院前急救医疗系统、急诊科、心内科、心外科、灌注师、麻醉师和血库等协调合作完成。建立以急诊科为先导的体外复苏快速反应团队的多学科协作模式,是急诊开展紧急体外复苏术的重要保障。

【关键词】 心脏骤停; 紧急体外膜肺氧合技术; 多学科协作; 模式

Exploring the multiple disciplinary model of emergent extracorporeal membrane oxygenation for cardiac arrest patients

【Abstract】 Objective To explore the multiple disciplinary model of emergent extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for cardiac arrest (CA) patients. **Methods** A retrospective investigation was done to analyze the general material, multiple disciplinary corporations, the complication and its treatment of patients who underwent emergent ECMO for non-surgery CA from January 2016 to August 2017. **Results** Three patients were all men with mean age 45.3 ± 20.3 years. Their mean cardiopulmonary resuscitation duration was 34 ± 10 min, and 2 patients returned to spontaneous circulation, yet hemodynamics instability. 2 patients discharged with cerebral performance category 1-2, however the third died. 3 cannulation of femoral artery and venous were all operated by cardiac surgery using surgical exposure via open cutdown. Mean duration of CA to ECMO pump-on was 132 ± 93 min, while the mean duration of ECMO was $3\ 858 \pm 1\ 092$ min. The implementation and maintenance of ECMO needed collaboration of emergent physicians, cardiovascular medicine and surgeon, anesthetists, nurses and so on. At the same time, incision site oozing blood, platelet counting decreasing, coagulopathy and other complications would occur, which needed interventional vascular surgeon and blood bank to participate in. **Conclusions** Emergent ECMO for CA patients need corporations of prehospital emergent medical system, emergent physicians, cardiovascular physicians and surgeons, anesthetists, perfusionists, blood bank and so on. Establishing coordination and cooperation model of multiple disciplinary quick response team with emergency department as the guide is the important guarantee for emergent department developing emergent extracorporeal resuscitation.

【Key words】 Cardiac arrest; Emergent extracorporeal membrane oxygenation; Multiple disciplinary networks; Model

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.10.005

基金项目: 2015 PUHSC - UMHSJoint Institute (JI) 联合项目; 2016 北京大学第三医院临床重点项目 (BYSY2016005)

作者单位: 100191 北京, 北京大学第三医院急诊科

通信作者: 马青变, Email: maqingbian@medmail.com.cn

心脏骤停 (cardiac arrest, CA) 是急诊科 (emergency department, ED) 常见的危及生命的急重症, 尽管高质量心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 可以改善全身各个脏器的缺氧缺血状态, 但是复苏期间的氧供及器官灌注仍显著减少, 应用现有复苏技术 CA 患者的出院存活率仅有 8% ~ 17%^[1-2]。静动脉体外膜肺氧合技术 (venoarterial extracorporeal membrane oxygenation, VAECMO) 能够为 CA 患者提供心肺辅助, 为后续治疗提供桥梁作用, 将 CA 的出院率提高至 40.2%^[3]。将 VAECMO 用于 CA 患者复苏的技术称为体外心肺复苏术 (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, ECPR)。紧急体外膜肺氧合技术复杂, 需要良好的模式保证整个过程快速顺畅进行, 因此需要急诊科、心外科、心血管内科、超声科等多学科医师以及药师、灌流师等协调合作完成。本文通过回顾本中心 2016 年 1 月至 2017 年 8 月因非外科手术后成人 CA 实施 VAECMO 的患者 3 例, 讨论实施 VAECMO 操作的多学科合作模式。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本文回顾性分析北京大学第三医院自 2016 年 1 月至 2017 年 8 月非外科手术后成人因 CA 实施 ECPR 的病历资料。临床终点为患者存活出院, 并评估患者出院时脑功能评分 (cerebral performance category, CPC)。CPC1 ~ 2 级意识清楚, 生活可自理, 提示预后良好, CPC 3 ~ 5 级, 生活不能自理, 甚至脑死亡状态, 提示预后不良。

1.2 VAECMO 的建立、维护与撤除

VAECMO 设备采用德国 Maquet 公司生产的肝素涂层体外膜肺氧合器, 术者采用直视下股-静动脉分离置管, 股动脉插管口径为 15 ~ 17 F, 股静脉插管口径为 17 ~ 21 F, 股动脉远端插上灌注导管防止远端肢体缺血坏死。

VAECMO 使用 24 h 内不需要追加肝素, 如果使用超过 24 h, 且无活动性出血表现, 则使用肝素抗凝, 维持活化的凝血酶时间 (activated clotting time, ACT) 在 160 ~ 180 s。根据患者情况调节辅助流量, 维持混合静脉血氧饱和度在 70% 左右。待患者血流动力学指标稳定、血氧指标良好时, 则考虑逐步降低辅助流量。

当辅助流量减少到全流量的 10% ~ 20%, 床旁超声心动图提示心室壁运动良好, 左室射血分数 $\geq 40%$, 使用小剂量正性肌力药物和血管活性药物即可维持血流动力学稳定, 考虑撤除 ECMO 插管和远端灌注管, 并修复血管。

1.3 观察指标与数据分析

所有接受 ECMO 治疗的非外科术后 CA 患者均纳入本研究。收集患者的性别、年龄、病因、初始心律、CPR 持续时间、结局、治疗地点、置管的方式及位置、上机及下机的地点、操作医师及参与者、从 CA 到 ECMO 开始转机的时间、ECMO 的持续时间、其他辅助措施、并发症及处理方法。使用 SPSS 19.0 建立数据库并进行分析, 计算均数 \pm 标准差。

2 结果

2.1 一般资料

本文回顾性分析本院自 2016 年 1 月开展 VAECMO 项目至今非外科手术后因 CA 实施 vaECMO 的患者共 3 例, 均为男性, 年龄 (45.3 \pm 20.3) 岁, 心脏骤停病因为暴发性心肌炎、急性心肌梗死。1 例院外心脏骤停, 其余 2 例为院内心脏骤停。心脏骤停初始心律为室速/室颤或心脏停搏。3 例患者 CPR 持续时间为 (34 \pm 10) min, 2 例患者恢复自主循环, 但血流动力学持续不稳定, 1 例患者未能恢复自主循环。3 患者中死亡 1 例, CPC 均为 1 ~ 2 级存活患者 2 例, 见表 1。

2.2 实施紧急体外膜肺复苏术多学科协作情况

3 例患者其中 2 例由 ED 首诊后转入心脏监护病房治疗, 1 例在心脏外科重症监护室治疗。从 CA 到 VAECMO 开始转机的时间为 (132 \pm 93) min。3 次置管均由心脏外科副主任医师或主任医师行直视下进行股静动脉置管。ECMO 持续时间为 (3 858 \pm 1 092) min。在 VAECMO 辅助循环期间, 使用主动脉内球囊反搏术 (intra-aortic balloon pump, IABP)、临时起搏器 2 例、呼吸机、连续性肾脏替代治疗, 见表 2。

2.3 紧急体外膜肺复苏术的并发症及处理

2 例患者存在切开部位渗血, 其中 1 例需介入血管外科医师于手术室手术止血。1 例患者出现严重凝血功能异常, 需输注新鲜冰冻血浆治疗。1 例患者出现血小板下降, 输注血小板治疗。1 例患者出现急性肾功能衰竭, 并使用连续性肾脏替代治

疗。详见表 3。

表 1 实施紧急体外膜肺复苏术患者基本临床资料

Table 1 The baseline of patients given emergent ECMO

指标	例数
病因	
急性心肌梗死	1
爆发性心肌炎	2
初始心律	
室速/室颤	2
心脏停搏	1
CPR 持续时间 (min)	
10 ~ 30	2
30 ~ 60	1
结局	
死亡	1
出院 CPC1 ~ 2	2

表 2 多学科协作实施紧急体外膜肺复苏术的特点

Table 2 Multiple disciplinary corporation of emergent ECMO

指标	例数
治疗地点	
心外科重症监护室	1
急诊科及心脏重症监护室	2
置管方式	
开放手术	3
置管位置	
股静脉	3
上机地点	
手术室	1
床旁	2
置管医师	
心脏外科医师	3
置管参与者	
麻醉师	3
护士	3
下机地点	
手术室	1
床旁	2
下机参与者	
心脏外科医师	3
麻醉师	2
护士	3
从 CA 到 ECMO 开始转机的时间 (min)	
0 ~ 60 min	1
60 ~ 120 min	1
120 ~ 300 min	1
ECMO 持续时间 (min)	
0 ~ 3000	1
3000 ~ 6000	2
其他辅助措施	
IABP	1
临时起搏器	2
有创呼吸机	1
连续性肾脏替代治疗	1

表 3 紧急体外膜肺复苏术的并发症

Table 3 Complications of emergent ECMO

并发症	例数
切开部位渗血	2
下肢缺血	1
室颤	1
凝血功能异常	1
肝功能异常	1
急性肾功能衰竭	1
血小板下降	1

3 讨论

本文回顾性分析了北京大学第三医院自 2016 年 1 月至 2017 年 8 月期间因心脏骤停实施 VAECMO 的 3 例患者, 3 例患者年龄均低于 60 岁, CA 原因均为心源性, 3 例患者均有目击者且目击者给予 CPR, 其中 2 例患者预后良好。2015 年 AHA 心肺复苏指南建议, 在能尽快实施体外心肺复苏的机构中, 对于可逆性病因所致的心脏骤停可以选择实施体外心肺复苏, 但该指南并未明确体外心肺复苏术的患者的适应证。目前大部分研究纳入患者年龄为 18 ~ 75 岁, 基础疾病少, 推测为心源性病因, 并且 CPR 后时间大于 10 min 仍未恢复自主循环的患者^[4], 上述入选标准可作为 ED 开展 ECPR 的参考依据, 但仍需大样本、随机对照研究进一步确立适应证和禁忌证。

患者 CA 后, 如果过早启动 VAECMO 治疗, 使得有些能够恢复自主循环稳定的患者过度治疗, 增加患者痛苦及经济负担。但是研究表明胸外按压仅能提供心脏骤停前 25% ~ 40% 的心输出量^[5-6], CPR 的持续时间每增加 1 min, ROSC 的概率降低 1%, 出院生存率下降 4%^[7]。因此, 及时启动 VAECMO 时机是影响患者预后的关键因素。从 CPR 到 ECMO 转机的时间 ≤ 38 min 是 ECPR 患者能够出院的独立预测因素^[8]。从 CA 到 ECPR 开始的时间在 60.5 min 内, 预测复苏成功的敏感度为 47.8%, 特异度为 88.9%。60.5 min 前后 CA 患者的病死率存在明显差异^[9]。Wang 等^[11]的荟萃分析提示 ECPR 患者的出院生存率高于传统 CPR 患者 ($RR = 2.79, 95\% CI 1.96 \sim 3.97, P < 0.01$)。该 3 例患者使用 ECPR 治疗后, 2 例 (66.7%) 出院, 且出院时 CPC 达到 1 ~ 2 级, 生存率及神经功能恢复率均较传统 CPR 高, 与既往文献相符合。

实施 ECMO 过程复杂, 需要充足的人员配备、

熟练的技术以及团队协作。本研究中院外 CA 患者的救治中，专业人员作为目击者进行有效 CPR，院前急救医疗系统（emergency medical system, EMS）接到求救后迅速到场，并迅速将患者就近转入本院急诊科（ED），到达 ED 后由 1~3 名住院医师开始高级生命支持，进行开放气道、气管插管，管理呼吸机，2 名急诊医师交替予以胸外按压，并根据需要进行电除颤。2~3 名护士负责开放静脉、液体复苏、药物治疗及管理呼吸机管路，保持气道通畅，并记录抢救过程。急诊主诊医师判断患者是否符合 VAECMO 纳入标准（在判断心脏骤停病因方面超声心动图具有一定的临床价值），如符合 VAECMO 纳入标准，住院医师与家属沟通并征得同意，联系血库备血，联系手术室，由心外科医师实施直视下股动静脉置管，灌注师负责 VAECMO 管路的预冲，与心外科主治医师共同连接及维护管路。如果确定患者 CA 的病因为急性心肌梗死，则迅速联系心内科急诊介入团队，进行 PCI（图 1）。此后患者转入重症监护病房继续治疗，VAECMO 运转期间，除使用血管活性药物及治疗原发病外，部分患者需要使用 IABP、临时起搏器、呼吸机、连续性肾脏替代治疗等支持。此外，ECMO 期间可出现多种并发症，如贫血、凝血功能障碍、血小板异常等，需要联系血库进行成分输血，外科出血则需要进行手术止血，积极治疗并发症。待患者达到撤机标准后，由心外科医师撤除 ECMO 管路，患者转入普通病房继续治疗，并逐渐恢复生活能力，直至出院。ECPR 的 CA 患者从院前到出院的治疗路径见图 2。

国外实施 VAECMO 的过程涉及人员更加广泛，组成一支由多学科组成的 ECPR 快速反应团队是成功实施 ECPR 的重要保证。Tonna 等^[12]报道，大部分（>85%）ED ECMO 项目涉及心脏外科医师、灌注师及药师，70% 项目涉及 ED 医师。部分 ECMO 置管由 ED 医师完成^[13]。美国犹他大学健康科学中心实施的 ED ECPR 项目时，除实施 VAECMO 治疗外，还对昏迷患者进行脑电图监测、计算机断层扫描和 24 h 目标温度管理，神经科医师或神经重症医师对患者进行神经预后评估。超声影像医师也可以在 ECMO 全过程中积极参与，超声不仅能帮助明确 CA 的病因，如大面积肺栓塞及心脏压塞等，还能监测 CPR 的质量。超声能够帮助寻找合适的血管进行置管，并能观察置管后管路

位置。ECPR 团队的快速反应依赖于合理的流程、娴熟的技术、团队成员的良好协作。

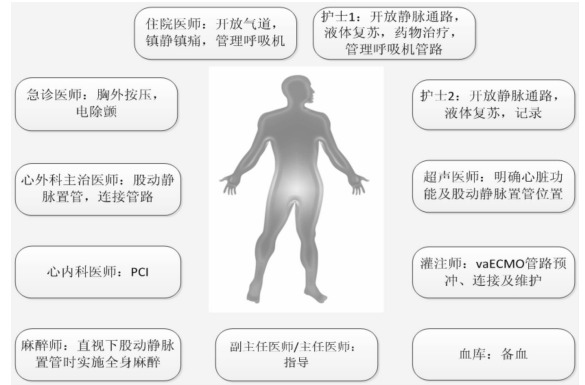


图 1 ECPR 不同医务人员的分工图

Fig 1 Collaboration of different physicians in ECPR

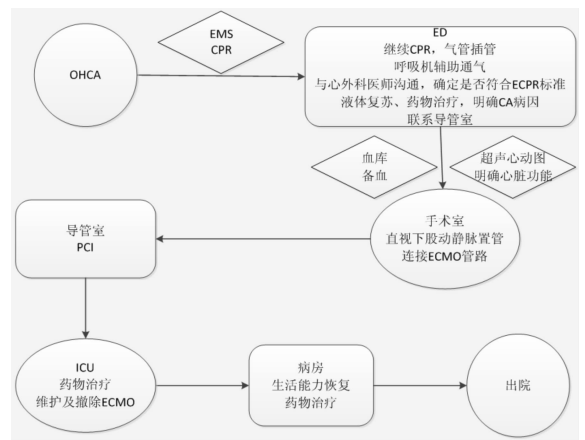


图 2 多学科抢救 OHCA 并实施 ECPR 流程图

Fig 2 Flow diagrams of multiple disciplines resuscitation and implanting ECPR for OHCA patients

成功实施体外生命支持需要多学科甚至多个机构的投入来保证必要的资源和人员^[14]。每年进行多量体外生命支持（30 例以上）的医院患者的病死率明显低于少数体外生命支持（6 例以下）的医院^[6]。体外生命支持需要资源非常繁杂，因此，不是每个医疗机构都可以开展 ECPR，建立区域间、甚至跨区域的 VAECMO 合作网络或 ECPR 网络可以共享资源、降低成本^[15]。德国的 Düsseldorf ECLS 协作网是一个在 Heinrich Heine 大学心脏中心基础上建立起来的远程快速反应体外生命支持的跨区域协作网^[16]。该协作网能够在 CA 地点直接实施移动 ECMO 并将患者转移到 Heinrich Heine 大学心脏中心继续治疗。Düsseldorf 体外生命支持协作网为未来救治院外 CA 及时实施 VAECMO 提供了参考。

总之,我国已有一些医学中心能够熟练进行 VAECMO,但与国外相比,我国的 VAECMO 多在一线城市的三甲医院实施,选择实施 VAECMO 的患者多为心脏手术后或心力衰竭患者,心脏骤停患者较少见,尤其对于首先就诊于急诊科的院外心脏骤停的 ECPR 技术,在我国仍处于起步萌芽阶段。因此,借鉴国外经验,积极建设能够快速熟练实施以急诊科为中心的 ECMO 医疗团队,合理选择 CA 患者,从院前开始启动 ECPR,采用院内多学科协作模式,并定期对急诊医师及护士进行相关技术及理论培训,逐步形成 ECPR 区域中心,甚至开展院前移动 ECPR,是未来发展的方向。

参 考 文 献

- [1] McNally B, Robb R, Mehta M, et al. Out-of-hospital cardiac arrest surveillance -Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival (CARES), United States, October 1, 2005-December 31, 2010 [J]. Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries (Washington, D. C. : 2002), 2011, 60 (8): 1-19.
- [2] Haneya A, Philipp A, Diez C, et al. A 5-year experience with cardiopulmonary resuscitation using extracorporeal life support in non-postcardiotomy patients with cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2012, 83 (11): 1331-1337. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.07.009.
- [3] Xie A, Phan K, Tsai Y, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2015, 29 (3): 637-645. DOI: 10.1053/j.jvca.2014.09.005.
- [4] Link MS, Silvers SM. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support; 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. Circulation, 2015 (suppl): 132, S444-S464. DOI: 10.1161/CIR.000000000000026.
- [5] Andreaka P, Frenneaux MP. Haemodynamics of cardiac arrest and resuscitation. [J]. Current opinion in critical care, 2006, 12 (3): 198-203. DOI: 10.1097/01.ccx.0000224861.70958.59.
- [6] Reynolds JC, Frisch A, Rittenberger JC, et al. Duration of resuscitation efforts and functional outcome after out-of-hospital cardiac arrest: when should we change to novel therapies? [J]. Circulation, 2013, 128 (23): 2488-2494. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.002408.
- [7] Lee S, Jung J, Lee K, et al. Comparison of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation with conventional cardiopulmonary resuscitation: is extracorporeal cardiopulmonary resuscitation beneficial [J]. Korean J Thorac Cardiovasc Surg, 2015, 48 (5): 318-327. DOI: 10.5090/kjtes.2015.48.5.318.
- [8] Park SB, Yang JH, Park TK, et al. Developing a risk prediction model for survival to discharge in cardiac arrest patients who undergo extracorporeal membrane oxygenation [J]. International J Cardiology, 2014, 177 (3): 1031-1035. DOI: 10.1016/j.ijcard.2014.09.124.
- [9] Kim DH, Kim JB, Jung SH, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: predictors of survival [J]. Korean J Thorac Cardiovasc Surg, 2016 (49): 273-279.
- [10] Chiu C, Yen H, Chiu C, et al. Prolonged cardiac arrest: successful resuscitation with extracorporeal membrane oxygenation: Am J Emerg Med, 2013, 31 (11): 1627. e5-6. DOI: 10.1016/j.ajem.2013.06.040.
- [11] Wang GN, Chen XF, Qiao L, et al. Comparison of extracorporeal and conventional cardiopulmonary resuscitation: A meta-analysis of 2 260 patients with cardiac arrest [J]. World J Emerg Med, 2017, 8 (1): 5-11. DOI: 10.1016/j.wjem.2013.06.040.
- [12] Tonna JE, Johnson NJ, Greenwood J, et al. Practice characteristics of Emergency Department extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (eCPR) programs in the United States: The current state of the art of Emergency Department extracorporeal membrane oxygenation (ED ECMO) [J]. Resuscitation, 2016, 107: 38-46. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2016.07.237.
- [13] Tonna JE, Selzman CH, Mallin MP. Development and implementation of a comprehensive, multidisciplinary emergency department extracorporeal membrane oxygenation program [J]. Ann Emerg Med, 2017, 70 (1): 32-40. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2016.10.001.
- [14] Combes A, Brodie D, Bartlett R, et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2014, 190 (5): 488-96. DOI: 10.1164/rccm.201404-0630CP.
- [15] Mosier JM, Kelsey M, Raz Y, et al. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill adults in the emergency department: history, current applications, and future directions. [J]. Critical care, 2015, 19: R431. DOI: 10.1186/s13054-015-1155-7.
- [16] Aubin H, Petrov G, Dalyanoglu H, et al. A suprainstitutional network for remote extracorporeal life support: a retrospective cohort study. [J]. JACC Heart Fail, 2016, 4 (9): 698-708. doi 10.1016/j.jchf.2016.03.018.

(收稿日期: 2017-08-22)

(本 文 编 辑 : 何 小 军)