

· 体外膜肺氧合 ·

体外心肺复苏启动前因素对患者预后的影响

徐静 祝益民 王露平 张兴文 樊麦英 曹才文 肖慧英 刘丽蕾 徐一笑 刘绍祖 刘涛 韩小彤

湖南师范大学附属第一医院(湖南省人民医院)急诊医学科,长沙 410005

通信作者:韩小彤 Email: 744953695@qq.com

【摘要】目的 分析体外心肺复苏(extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, ECPR)启动前因素对患者预后的影响,以探讨 ECPR 的干预时机和改进策略。**方法** 回顾性分析 2018 年 7 月至 2021 年 4 月在湖南师范大学附属第一医院(湖南省人民医院)行 ECPR 的 29 例患者。按患者是否存活出院分为生存组($n=13$)及死亡组($n=16$),分析两组常规心肺复苏(conventional cardiopulmonary resuscitation, CCPR)时间(开始心肺复苏到体外膜肺氧合运转的时间)、ECPR 前初始心律、院外及院内心搏骤停的构成比、外院转运病例构成比。按 CCPR 时间分为 ≤ 45 min 组、45~60 min 组及 >60 min 组分别比较其出院存活率及持续自主循环恢复(sustained return of spontaneous circulation, ROSC)率。本院院内心搏骤停患者按心搏骤停(cardiac arrest, CA)发生地点分为本科室亚组和其他科室亚组,比较其存活率。**结果** 29 例患者总体生存率 44.83%,体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)平均辅助时长 114(33.5, 142.5) h, CCPR 平均时长 60(44.5, 80) min。生存组 ECMO 辅助时间(140.15 ± 44.80) h 较死亡组长($P=0.001$),生存组 CCPR 时间明显低于死亡组($P=0.010$)。初始心律为可除颤心律组生存率更高($P=0.010$)。OHCA 较 IHCA 患者病死率高($P=0.020$)。外院转运病例病死率高于本院病例($P=0.025$)。CCPR 时间 ≤ 45 min、45~60 min、 >60 min 三组患者出院生存率依次递减($P=0.001$),ROSC 率依次递减($P=0.001$)。本院院内心搏骤停患者,CA 发生地点在本科室(急诊医学科)组与其他科室组生存率差异无统计学意义($P=0.54$)。**结论** ECPR 出院存活率高于国内外报道的 CCPR 存活率,ECPR 对难治性心搏骤停是有效的。ECPR 的预后跟 CCPR 时间、CA 初始心律、CA 发生地点明显相关,提高 ECPR 存活率需加强宣教及团队建设。

【关键词】 体外心肺复苏;体外膜肺氧合;心搏骤停;心肺复苏;常规心肺复苏时间;院内心搏骤停;院外心搏骤停;可除颤心律

基金项目: 湖南省急危重症急救能力提升与突发公共卫生应急救治关键技术协同创新工程(2020SK1010)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.10.006

Influence of factors before initiation of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation on the prognosis of patients

Xu Jing, Zhu Yimin, Wang Luping, Zhang Xingwen, Fan Maiying, Cao Caiwen, Xiao Huiying, Liu Lilei, Xu Yixiao, Liu Shaozu, Liu Tao, Han Xiaotong

Department of Emergency Medicine, the First Affiliated Hospital of Hunan Normal University (Hunan Provincial People's Hospital), Changsha, 410005, China

Corresponding author: Han Xiaotong, Email: 744953695@qq.com

【Abstract】Objective To analyze the influence of factors before initiation of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) on the prognosis of patients, so as to explore the intervention timing and improvement strategy of ECPR. **Methods** A retrospective analysis was performed on 29 patients who underwent ECPR in the First Affiliated Hospital of Hunan Normal University (Hunan people's Hospital) from July 2018 to April 2021. Patients were divided into the survival group ($n=13$) and death group ($n=16$) according to whether they survived at discharge. The duration of conventional cardiopulmonary resuscitation (CCPR), initial heart rate before

ECPR, the ratio of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) and in-hospital cardiac arrest (IHCA), and the ratio of transported cases outside the hospital were compared between the two groups. According to different CCPR time, the patients were divided into the ≤ 45 min group, 45-60 min group and >60 min group to compare the hospital survival and sustained return of spontaneous circulation (ROSC) rate. According to the location of cardiac arrest, the patients from emergency department and other department were divided to compare the survival of IHCA. **Results** The total survival rate was 44.83%, the average duration of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) was 114 (33.5, 142.5) h, and the average duration of CCPR time was 60 (44.5, 80) min. The duration of ECMO was longer in the survival group than in the death group ($P = 0.001$). The duration of CCPR (the time from CPR to ECMO) in the survival group was significantly shorter than that in the death group ($P = 0.010$). Patients with defibrillatory rhythm had higher hospital survival rate ($P = 0.010$). OHCA patients had higher mortality than IHCA patients ($P = 0.020$). Mortality of patients transferred from other hospitals was higher ($P = 0.025$). Hospital survival and ROSC decreased in turn by CCPR duration ≤ 45 min, 45-60 min, and > 60 min ($P = 0.001$). The location of CA occurrence had no impact on the hospital survival rate of IHCA patients ($P=0.54$). **Conclusions** Hospital survival of ECPR is higher than that of CCPR. ECPR is effective for refractory cardiac arrest. The prognosis of ECPR is significantly related to the duration of CCPR, initial heart rate, and location of CA. Education and team training should be strengthened to improve the survival rate of ECPR.

【 Key word 】 Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation; Extracorporeal membrane oxygenation; Cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Duration of conventional cardiopulmonary resuscitation; In-hospital cardiac arrest; Out-of-hospital cardiac arrest; Defibrillatory rhythm

Fund Program: Collaborative Innovation Project of Critical Emergency Capacity Improvement and Key Technologies of Public Health Emergency Treatment in Hunan Province(2020SK1010)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.10.006

心搏骤停 (CA) 一直是困扰全球的危及生命的急危重症。尽管心肺复苏的质量及技术在不断改进, 常规心肺复苏 (conventional cardiopulmonary resuscitation, CCPR) 下院内心搏骤停 (in hospital cardiac arrest, IHCA) 生存率仅为 15%~20%^[1], 院外心搏骤停 (out of hospital cardiac arrest, OHCA) 生存率为 10%~15%^[2-4]。随着体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 技术的发展, ECMO 逐步应用到心肺复苏当中, 称体外心肺复苏 (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, ECPR)。ECPR 是指常规心肺复苏不能恢复自主心律或不能持续自主循环恢复 (sustained return of spontaneous circulation, ROSC) 的心搏骤停患者, 使用 ECMO 技术进行心肺功能替代, 以维持器官的氧供及血供。据 ELSO 2021 年 4 月发布的数据 ECPR 出院率新生儿和儿童均为 42%, 成人为 29%。还有一些研究提示 ECPR 的总体生存率在 25%~45%, 明显高于 CCPR^[5]。本研究对本院的 ECPR 病例进行回顾性研究, 分析影响 ECPR 效果的相关因素, 对 ECPR 的决策和实施时机进行探讨, 对 ECPR 技术提出改进措施。

1 资料与方法

1.1 一般资料

对 2018 年 7 月至 2021 年 4 月因心搏骤停

行 ECPR 并在湖南省人民医院持续治疗的 29 例患者进行回顾性分析。纳入及排除标准: 本院行 ECPR 按 2018 年《成人体外心肺复苏专家共识》的建议^[6], 纳入标准: (1) 有目击者的 CA, 并在 15 min 内开始持续不间断 CCPR; (2) 导致 CA 的病因可逆; (3) CCPR 进行 20 min 内无自主循环、血流动力学不稳定或出现 ROSC 但出现反复心搏骤停。排除标准: (1) 心脏骤停前神经功能严重受损; (2) 多脏器功能障碍; (3) 创伤性出血、消化道大出血无法控制, 活动性颅内出血; (4) 有明确拒绝心肺复苏意愿; (5) 左心室血栓; (6) 严重主动脉瓣关闭不全。

1.2 试验分组

按是否存活出院分为出院存活组及死亡组。据 Hanneya 等^[7]及 Graeff 等^[8]的报道, 按本院实际情况按 CCPR 时间 (从开始 CPR 到 ECMO 开始转机的时间) 分为 ≤ 45 min 组, 45~60 min 组, >60 min 组。本院 IHCA 病例根据心搏骤停发生的地点, 分为本科室 (急诊医学科) 亚组和其他科室亚组。

1.3 ECPR 实施流程

不管是院内还是院外 CA, 由目击者或医护人员按 2019 年 AHA 心肺复苏指南立即提供尽可能

高质量的心肺复苏。所有心搏骤停患者 20 min 内未恢复自主循环, 或者反复发生 CA, 立即呼叫急诊 ECMO 团队进行 ECPR 辅助, 辅助前评估适应证及禁忌证。所有患者均在超声引导下进行股动静脉经皮穿刺插管, 采用 MAQUET 公司 ECMO 设备 (美国产) 及膜肺管路套包, 插管使用 MAQUET、Medtronic 公司 (美国产) 引流及灌注管。ECMO 辅助模式均为 VA 模式。ECMO 术后常规亚低温治疗, 按 2018 年《成人体外膜氧合循环辅助专家共识》进行流量管理、抗凝管理、并发症评估、撤机评估等^[9]。满足以下条件时考虑撤离: 1) LVEF>30%; 2) 血管活性药物低水平 (如去甲肾上腺素 <4 $\mu\text{g}/\text{min}$); 3) $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 100$; 4) 患者临床症状的改善与恢复相匹配, 终末器官功能逐渐恢复。患者撤机采取股动脉缝合、股静脉压迫处理穿刺血管。

1.4 观察指标

记录患者基本资料、记录 ECPR 初始心律、CCPR 时间 (开始 CPR 到 ECMO 运转的时间), 计算出院生存率、ECMO 辅助时间。比较出院生存组及死亡组的一般资料、CCPR 时间、ECMO 辅助时间、可除颤心律比例、OHCA 比例、外院转运病例比例。比较 CCPR 时间 ≤ 45 min 组、45~60 min 组、>60 min 组三组间的生存率及 ROSC 率。比较 IHCA 亚组本科室 CA 组和其他科室 CA 组生存率。

1.5 统计学方法

采用 SPSS21.00 软件对相关参数进行统计学分析。计量资料采用 Shapiro-Wilk test 检验其正态分布性。正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差 (Mean \pm SD) 表示, 偏态分布的计量资料采用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示, 组间比较采用成组 t 检验或 Mann-Whitney U 检验。计数资料以构成比或率表示, 等级资料使用秩和检验, 两组之间的比较采用 Fisher 检验, 采用双侧检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料

共纳入 29 例病例, 男性 11 人, 女性 18 人。原发病包括暴发性心肌炎 18 例 (62.07%), 急性心肌梗死 5 例 (17.24%), 脓毒性休克 2 例 (6.90%), 肥厚型心肌病 1 例 (3.45%), 心脏移植术后 1 例 (3.45%), 创伤性休克 1 例 (3.45%), 肺栓塞 1 例 (3.45%), 其中急性心肌梗死患者均在 ECPR 后 90

min 内实施介入血管再通术。生存组和死亡组的性别、年龄、BMI、原发病构成比均差异无统计学意义。

2.2 ECMO 辅助时间及辅助前情况与出院生存率

29 例患者总体生存率 44.83%, ECMO 平均辅助时间 114(33.5,142.5) h, CCPR 平均时长 60(44.5,80) min。出院生存组格拉斯哥-匹兹堡脑功能 (cerebral performance classification, CPC) 评分均 ≤ 2 分, 神经系统功能良好。生存组 ECMO 辅助时间较死亡组长 ($P=0.001$)。生存组 CCPR 时间明显低于死亡组 ($P=0.010$)。初始心律为可除颤心律组生存率更高 ($P=0.010$)。OHCA 较 IHCA 患者病死率高 ($P=0.020$)。外院转运病例病死率高于本院病例 ($P=0.025$), 见表 1。

2.3 不同 ECPR 时间的生存率

CCPR 时间 ≤ 45 min、45~60 min、>60 min 三组患者出院生存率依次递减 ($P=0.001$), ROSC 依次递减 ($P=0.001$), 见表 2。

表 1 ECMO 患者生存组与死亡组临床资料

Table 1 Clinical data of ECPR patients in the survival group and death group

项目	生存组 (n=13)	死亡组 (n=16)	P 值	t 值 / U 值
性别 (男/女)	4/9	7/9	0.702	
年龄 (岁)	33.92 \pm 14.71	40.56 \pm 17.73	0.29	-1.08
BMI(kg/m ²)	23.72 \pm 2.32	24.37 \pm 1.90	0.41	-0.837
原发病 (n,%)			0.170	135.5
暴发性心肌炎	10/13 (76.92)	8/16 (50.00)		
急性心肌梗死	2/13 (15.38)	3/16 (18.75)		
肥厚型心肌病	0/13 (7.69)	1/16 (31.25)		
心脏移植术后	0/13(0)	1/16 (6.25)		
脓毒性休克	1/13(7.69)	1/16 (6.25)		
创伤性休克	0/13(0)	1/16 (6.25)		
肺栓塞	0/13(0)	1/16 (6.25)		
CCPR 时间 (min)	45.00(40.00,56.50)	39.0(22.5,131.2)	0.010	46
ECMO 辅助时间 (h)	140.15 \pm 44.80	73.19 \pm 19.48	0.001	175
OHCA 占比 (n,%)	3/13(23.08)	12/16(75.00)	0.020	
外院转运占比 (n,%)	3/13(23.08)	11/16(68.75)	0.025	
初始可除颤心律占比 (n,%)	9/13(69.23)	3/16(18.75)	0.010	

2.4 本院院内心搏骤停在不同地点的 ECPR 成功率

本院 IHCA 患者, CA 发生地点在本科室 (急诊医学科) 组与其他科室组生存率差异无统计学意义 ($P=0.54$) (见表 3)。

表 2 不同 CCPR 时间的生存率及 ROSC 率 (n,%)

Table 2 Survival and ROSC rate in different CCPR duration

项目	≤ 45 min (n=8)	45~60 min (n=7)	>60 min (n=14)	P 值
生存率	7/8(87.5)	4/7(57.14)	2/14(14.28)	0.001
ROSC 率	8/8(100)	6/7(85.71)	4/14(28.57)	0.001

表 3 本院不同科室 IHCA ECPR 生存率比较

Table 3 Comparison of survival of IHCA patients in different departments

项目	本科室组 (n=10)	其他科室组 (n=4)	P 值
生存率	8/10	2/4	0.54

3 讨论

本研究 ECPR 存活率为 44.83%，神经功能预后良好，与国内外报道的水平相一致^[10-12]。据 ELSO 2021 年 4 月发布的数据 ECPR 出院率新生儿和儿童均为 42%，成人为 29%。2019 年美国心脏病协会心肺复苏指南提出，没有足够证据推荐 CA 患者常规使用 ECPR，但当 CCPR 失败时，ECPR 可作为挽救性手段，由可以迅速提供支持、操作熟练的医护人员在选定的患者中实施^[13]。但各 ECMO 中心 ECPR 实施成功率差异很大，ECPR 启动决策及质量改进仍有探讨空间，以下就 ECPR 启动前因素及改进方案进行探讨。

ECPR 的启动时机目前尚无统一论。Hanneya 等^[7]按启动 ECPR 前 CCPR 时间分为三组，15 min 以内、15~30 min、31~45 min 生存率分别为 70%、48%、27.3%，提示 ECPR 启动时间越短，患者生存率越高。目前大多研究推荐从 CCPR 到 ECPR 实施一般不超过 60 min^[14-15]，从 CCPR 开始到 ECMO 转机时间 ≤ 60 min 是影响 CA 患者预后的因素^[16]。Kim 等^[17]的研究提示 CCPR < 21 min 启动 ECPR，CA 后 3 个月神经功能预后明显优于继续 CCPR 组。本研究结果显示生存组的 CCPR 时间明显小于死亡组，CCPR 时间在 45 min 内生存率最高，45-60 min 次之，>60 min 生存率显著降低，CCPR 时间 ≤ 60 min 生存率及 ROSC 率均较理想。提示 ECPR 存活率与启动时机有明显相关性，启动越早，低血流时间越短，重要脏器缺血缺氧时间越短，存活率越高。现国内外大部分指南及专家共识对 ECPR 的建议为若 CCPR 10 min 内不成功，应快速决策，尽可能在 20 min 内启动 ECPR^[6]。本院 ECMO 中心未能 30 min 内启动 ECPR，经总结与改进后，现本中心 ECPR 实施方案为：CCPR 5 min 未恢复 ROSC 即呼叫 ECMO 团队，ECMO 团队 5 min 内到场，预先置入股动静脉中心静脉导管，在 CPR 继续进行的同时作出评估和决策，缩短中间流程，尽量在 CCPR 10~20 min 内启动 ECPR。

ECPR 的质量改进绝不能忽视常规 CPR 质量，CPR 的质量关键在早期而高效。尽早的高效心肺复苏可以提高 ROSC 率及恢复重要脏器功能^[18]，也

是改善 ECPR 患者预后的关键因素。有目击的 CA，5 min 内实施即刻心肺复苏提示预后良好^[19]。本研究显示 OHCA 的病死率高于 IHCA，原因分析为 OHCA 可能导致 ECPR 启动延迟、院外目击者心肺复苏质量可能未完全达到 AHA 心肺复苏指南中的高效标准、未早期对可除颤心律进行电除颤、未使用胸外按压仪等。另本研究还发现外院转运 ECPR 病例病死率较高，均为心源性休克患者在本院 ECMO 团队达到之前发生 CA 后实施 ECPR。对心源性休克的患者进行严密观察和评估，及时识别启动 ECMO 指征对于预防发生 CA 十分重要，一旦发生 CA 而需要使用 ECPR，其救治成功率明显下降。本院大力推行“第一目击者行动”，普及心肺复苏术，鼓励旁观者对 CA 患者进行早期识别、早期高质量心肺复苏，在湖南地区已颇具影响力。并在院内及基层医疗机构对医护人员进行定期心肺复苏团队培训，以期提高心肺复苏质量，达到高效的目的。

患者的选择直接影响 ECPR 的预后。首先强调引起心搏骤停原因的可逆性，但有时在突发心搏骤停患者中，若无病史提供很难判断其是否可逆。此时，初始心律判断非常重要，初始心律为可除颤心律时，其存活率为无脉性心电活动及心室静止的 2 倍^[20]，可除颤心律是 ECPR 患者选择的重要因素^[21]。本研究中初始心律为室颤、无脉性室速（可除颤心律）时 ECPR 存活率远远高于无脉性心电活动及心室静止组。

建立多学科合作的 ECPR 的团队对 ECPR 的成功率至关重要。韩国、日本有研究显示专业的 ECMO 团队建设有利于提供 ECPR 患者的生存率^[22-23]。ECMO 团队应包含急诊医学科、重症医学科、心血管内科、心脏外科、呼吸内科、麻醉科、体外循环科、神经内科等科室。现国内各大医院 ECPR 团队的组建模式不尽相同。但 ECPR 讲究时效性，急诊科抢救室是心搏骤停发生率最高的地方，全院各科室发生心搏骤停后也由急诊应急反应团队介入。所以本院 ECMO 团队由急诊科组建，建立多学科合作模式，负责全院的 ECMO 救治及转运。ECPR 的启动由参与抢救的急诊 ECMO 团队高年资医生进行决策，减少中间环节，达到准确判断、快速装机，提高抢救成功率的目的。本院急诊 ECMO 团队还建立了相应的应急及培训体系，定期进行 ECPR 团队配合模拟演练，有助于提高 ECMO 团队的应急反应能力，可大大提升 ECPR 的预后，该培训体系的重要性也在国外研究中也得到证实^[24]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Ofoma UR, Basnet S, Berger A, et al. Trends in survival after in-hospital cardiac arrest during nights and weekends[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(4): 402-411. DOI:10.1016/j.jacc.2017.11.043.
- [2] Nakashima T, Noguchi T, Tahara Y, et al. Patients with refractory out-of-cardiac arrest and sustained ventricular fibrillation as candidates for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation - prospective multi-center observational study[J]. *Circ J*, 2019, 83(5): 1011-1018. DOI:10.1253/circj.CJ-18-1257.
- [3] Bol ME, Suverein MM, Lorusso R, et al. Early initiation of extracorporeal life support in refractory out-of-hospital cardiac arrest: Design and rationale of the INCEPTION trial[J]. *Am Heart J*, 2019, 210: 58-68. DOI:10.1016/j.ahj.2018.12.008.
- [4] MacLaren G, Masoumi A, Brodie D. ECPR for out-of-hospital cardiac arrest: more evidence is needed[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 7. DOI:10.1186/s13054-019-2722-0.
- [5] Stub D, Bernard S, Pellegrino V, et al. Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial)[J]. *Resuscitation*, 2015, 86: 88-94. DOI:10.1016/j.resuscitation.2014.09.010.
- [6] 中华医学会急诊医学分会复苏学组, 成人体外心肺复苏专家共识组. 成人体外心肺复苏专家共识 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2018,27(01):22-29.DOI : 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.01.006.
- [7] 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.
- [8] Graeff I, Schacher S, Lenkeit S, et al. Beyond the limits - ECPR in putative fatal circumstances[J]. *CJEM*, 2018, 20(S2): S70-S73. DOI:10.1017/cem.2018.32.
- [9] 中国医师协会体外生命支持专业委员会. 成人体外膜氧合循环辅助专家共识 [J]. *中华重症医学电子杂志 (网络版)*, 2018, 4(2): 114-122. DOI:10.3877/cma.j.issn.2096-1537.2018.02.003.
- [10] 崔永超, 杜中涛, 江春景, 等. 体外心肺复苏在成人难治性院内心脏骤停中的应用 [J]. *中华损伤与修复杂志 (电子版)*, 2019, 14(2): 108-112. DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.02.006.
- [11] Ofoma UR, Basnet S, Berger A, et al. Trends in survival after in-hospital cardiac arrest during nights and weekends[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(4): 402-411. DOI:10.1016/j.jacc.2017.11.043.
- [12] Perkins GD, Olasveengen TM, Maconochie I, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation: 2017 update[J]. *Resuscitation*, 2018, 123: 43-50. DOI:10.1016/j.resuscitation.2017.12.007.
- [13] Panchal AR, Berg KM, Kudenchuk PJ, et al. 2018 American heart association focused update on advanced cardiovascular life support use of antiarrhythmic drugs during and immediately after cardiac arrest: an update to the American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*, 2018, 138(23): e740-e749. DOI:10.1161/cir.0000000000000613.
- [14] Bol ME, Suverein MM, Lorusso R, et al. Early initiation of extracorporeal life support in refractory out-of-hospital cardiac arrest: Design and rationale of the INCEPTION trial[J]. *Am Heart J*, 2019, 210: 58-68. DOI:10.1016/j.ahj.2018.12.008.
- [15] 李伟, 张劲松, 陈旭锋, 等. 体外心肺复苏在急诊成人中心脏骤停患者中的临床应用分析 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2020,29(2):231-234.DOI : 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.02.0041:
- [16] Han SJ, Kim HS, Choi HH, et al. Predictors of survival following extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in patients with acute myocardial infarction-complicated refractory cardiac arrest in the emergency department: a retrospective study[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2015, 10: 23. DOI:10.1186/s13019-015-0212-2.
- [17] Kim SJ, Jung JS, Park JH, et al. An optimal transition time to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for predicting good neurological outcome in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a propensity-matched study[J]. *Crit Care*, 2014, 18(5): 535. DOI:10.1186/s13054-014-0535-8.
- [18] Guglin M, Zucker MJ, Bazan VM, et al. Venoarterial ECMO for adults: JACC scientific expert panel[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(6): 698-716. DOI:10.1016/j.jacc.2018.11.038.
- [19] Rajan S, Wissenberg M, Folke F, et al. Association of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival according to ambulance response times after out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Circulation*, 2016, 134(25): 2095-2104. DOI:10.1161/circulationaha.116.024400.
- [20] Grunau B, Scheuermeyer FX, Stub D, et al. Potential candidates for a structured Canadian ECPR program for out-of-hospital cardiac arrest[J]. *CJEM*, 2016, 18(6): 453-460. DOI:10.1017/cem.2016.8.
- [21] Bougouin W, Dumas F, Lamhaut L, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a registry study[J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(21): 1961-1971. DOI:10.1093/eurheartj/ehz753.
- [22] Hong D, Choi KH, Cho YH, et al. Multidisciplinary team approach in acute myocardial infarction patients undergoing veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Ann Intensive Care*, 2020, 10(1): 83. DOI:10.1186/s13613-020-00701-8.
- [23] Komindr A, Abe R, Tateishi Y, et al. Establishing extracorporeal membrane oxygenation team increased number of patients and improved data recording[J]. *J Intensive Care*, 2019, 7: 11. DOI:10.1186/s40560-019-0366-4.
- [24] Laussen PC, Guerguerian AM. Establishing and sustaining an ECPR program[J]. *Front Pediatr*, 2018, 6: 152. DOI:10.3389/fped.2018.00152.

(收稿日期: 2021-06-15)

(本文编辑: 何小军)