

· 论 著 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2020.03.02

建立专职体外生命支持团队 改善成人循环衰竭患者临床预后

崔永超, 杨 峰, 侯晓彤

[摘要]:目的 评估建立专职体外生命支持(ECLS)团队对成人循环衰竭患者接受 ECLS 辅助治疗临床预后影响。**方法** 选取北京安贞医院成人心脏危重症中心循环衰竭接受 ECLS 辅助患者为研究对象,以 2013 年 1 月组建专职 ECLS 团队为界,将患者分为对照组(CG 组,2012 年 12 月前,n=180)和观察组(OG 组,2013 年 1 月后,n=490)。比较两组患者的 ECLS 辅助情况与临床预后。**结果** 238 例(35.5%)患者存活出院,OG 组出院存活率较高(38.4% vs. 27.8%, $P < 0.05$)、年龄较大[(56.1±12.5)岁 vs. (53.9±13.6)岁]、合并冠心病比率较高(62.2% vs. 42.8%)、循环衰竭到开始 ECLS 辅助时间间隔较短[(2.1±0.6)h vs. (4.2±2.9)h]、辅助开始时乳酸水平较低[(12.9±4.4)mmol/L vs. (9.5±3.3)mmol/L]、ECLS 辅助期间严重下肢缺血并发症发生率较低(8.9% vs. 4.3%)、ECLS 辅助时间较长[(108.7±85.0)h vs. (95.3±70.2)h]、辅助期间平均消耗红细胞、新鲜冰冻血浆和血小板量较低,与 CG 组比较均有统计学意义($P < 0.05$)。多元回归分析结果显示影响患者住院死亡高危风险因素有严重神经系统并发症、下肢严重缺血和肾脏功能衰竭需持续血液透析治疗,而建立专职 ECLS 团队是保护性因素。**结论** ECLS 能够为成人循环衰竭患者提供有效辅助,组建专职 ECLS 团队能够改善临床预后。

[关键词]: 难治性心源性休克;心跳骤停;体外生命支持;体外膜氧合

Establish a specialist extracorporeal life support team to improve clinical outcomes of adults with refractory cardiogenic shock or cardiac arrest

Cui Yongchao, Yang Feng, Hou Xiaotong

Department of Extracorporeal Circulation, Center for Cardiac Intensive Care, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing Institute of Heart, Lung and Blood Vessel Diseases, Beijing 100029, China
Corresponding author: Hou Xiaotong, Email:xt.hou@ccmu.edu.cn

[Abstract]: Objective To investigate the role of a specialist extracorporeal life support (ECLS) team in clinical outcomes of adult patients with refractory cardiogenic shock or cardiac arrest. **Methods** All consecutive adult patients with refractory cardiogenic shock or cardiac arrest who underwent ECLS from January 2005 through December 2018 were included in this study. The patients were divided into the pre-ECLS team period [before January 2013, control group (CG), n=180] and the post-ECLS team period [after January 2013, observation group (OG), n=490]. Clinical characteristics and outcomes were compared between the two groups. **Results** The rate of survival to discharge significantly increased in the post-ECLS team period compared to the pre-ECLS team period (38.4% vs 27.8%, $p=0.011$). Patients in the OG group were older (56.1±12.5 vs. 53.9±13.6 years), with a higher rate of coronary artery disease (62.2% vs. 42.8%), and a lower level of serum lactic acid (9.5±3.3 vs. 12.9±4.4 mmol/L, all $P < 0.05$). The interval between refractory cardiogenic shock or cardiac arrest and ECLS support was shortened (2.1±0.6 vs. 4.2±2.9, $P < 0.05$). Patients in the OG group had a lower incidence of severe limb ischemia complications (8.9% vs. 4.3%), longer duration of ECLS initiation (108.7±85.0 vs. 95.3±70.2 h), and lower limb average consumption of red blood cells, fresh frozen plasma, and platelet ($P < 0.05$). Independent predictors of in-hospital mortality were severe neurological complications, severe lower ischemia, and renal function failure requiring continuous renal replacement therapy. Establishing a specialist ECLS team was a protective factor. **Conclusion** The observational study showed that the survival rate of adult patients with refractory cardiogenic shock or cardiac arrest treated with ECLS improved after the establishment of a specialist ECLS team.

[Key words]: Refractory cardiogenic shock; Cardiac arrest; Extracorporeal life support; Extracorporeal membrane oxygenation

基金项目:国家重点研发计划(2016YHC1301001)

作者单位:100029 北京,首都医科大学附属北京安贞医院心脏外科危重症中心,体外循环及机械循环辅助科

通讯作者:侯晓彤,Email:xt.hou@ccmu.edu.cn

尽管医学技术已取得较大进步,但急性心肺功能衰竭死亡率较高,仍然是严重威胁人类生命重大疾病之一。体外生命支持(extracorporeal life support, ECLS)技术近年来广泛用于各种原因导致的急性难治性呼吸和/或循环衰竭的治疗^[1-4]。循环衰竭患者通常血流动力学不稳定或处于心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)状态,需要短时间内对患者病情迅速做出判断,快速给予 ECLS 辅助治疗。循环衰竭患者接受 ECLS 辅助时,致病原因通常需要积极进行干预处理(如冠脉介入、冠状动脉旁路移植术、肺栓塞取栓术等)才能促进病变自身心脏功能恢复^[2, 5]。另外,循环衰竭患者 ECLS 辅助期间可能出现多种并发症,严重时直接影响患者 ECLS 辅助效果^[2]。国际体外生命支持组织建议开展 ECLS 技术的医疗单位应建立专职 ECLS 团队,但由专职 ECLS 团队启动和管理成人循环衰竭患者进行 ECLS 辅助的研究报道相对较少^[6-14]。本研究分析首都医科大学附属北京安贞医院心脏外科危重症中心专职 ECLS 团队对危重症患者的临床预后的影响,为专职 ECLS 团队的建设提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究回顾性分析首都医科大学附属北京安贞医院心脏外科危重症中心 2005 年 1 月至 2018 年 12 月间成人难治性心源性休克(refractory cardiogenic shock, RCS)或难治性心跳骤停(refractory cardiac arrest, RCA)进行 ECLS 740 名患者临床资料。排除标准:年龄 < 18 岁;呼吸衰竭 ECLS 辅助;数据缺失严重;需二次 ECLS 辅助;外院 ECLS 患者转运至本院;ECLS 持续时间 < 48 h 患者。本研究共纳入 670 例,根据患者是否由专职 ECLS 团队启动和管理 ECLS 分为两组,2012 年 12 月前病例为对照组(CG 组, n = 180 例)和 2013 年 1 月后病例为观察组(OG 组, n = 490 例)。

1.2 专职 ECLS 团队 本院于 2004 年 9 月首次成功开展 ECLS 技术,此后 ECLS 辅助治疗患者逐年增加,2011 年为 34 例,2012 年达 67 例,2018 年超过 100 例,患者以成人循环衰竭 ECLS 辅助为主。CG 组由心脏外科危重症中心 ICU 当班医生管理。2013 年 1 月组建专职 ECLS 团队后,OG 组由 ECLS 专职人员管理。

专职 ECLS 团队包括 ECLS 项目负责人(决策者)、ECLS 团队协调员、ECLS 团队人员及 ECLS 设备维护与库房管理员等。所有 ECLS 团队成员定期进行规范化 ECLS 培训,培训内容包括 ECLS 循环辅

助临床适应证与禁忌证、ECLS 环路预充、ECLS 插管建立与辅助流程、ECLS 辅助期间并发症的防控和意外情况的处理、撤机时机等^[14]。

ECLS 团队执行 7×24 h 值班制度,负责全院危重症患者启动 ECLS 和 ECLS 患者的管理。院内出现 RCS 或 RCA 患者时,一线接诊医师拨打 ECLS 值班电话, ECLS 团队值班人员快速评估患者,启动 ECLS 流程。ECLS 团队采用外科半切开法或超声引导下经皮穿刺法,经股静脉-股动脉插管建立 ECLS 辅助,常规放置远端灌注管^[15]。ECLS 辅助稳定血流动力学指标后,尽快调整血管活性药物剂量,促进心功能恢复。RCA 进行 ECLS 辅助患者,血流动力学稳定后积极通过冠脉造影明确冠脉病变,必要时行冠脉内支架置入术或冠状动脉旁路移植术。心脏外科术后出现 RCS 或 RCA 进行 ECLS 辅助的患者,每日行床旁超声心动检查明确心脏解剖畸形纠正是否满意。冠状动脉旁路移植术患者如高度怀疑桥血管堵塞,积极开胸探查桥血管流量,必要时重新实施冠状动脉旁路移植术。当心脏功能改善,呼吸功能良好,逐渐调整 ECLS 流量,进入撤机流程。完成撤机试验后可撤离 ECLS 辅助^[16]。

1.3 临床观察终点事件与数据收集 该研究主要临床观察终点事件为出院存活率;次要临床观察终点事件有成功撤机率、ECLS 辅助时间、ECLS 辅助期间严重并发症发生率、ICU 停留时间和撤离 ECLS 后住院时间等。ECLS 辅助期间严重并发症主要有插管侧下肢严重缺血(骨筋膜室综合征或截肢等)、严重神经系统并发症(脑死亡、脑出血、大面积脑梗塞等)、肾脏功能衰竭需持续性血液透析治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)、再次开胸探查、感染和气管切开等^[15]。

1.4 统计学分析 患者统计资料为计数资料,使用中位数和四分位间距表示,组间比较采用卡方检验或 Fisher 精确概率法比较。计量资料先检验其是否呈正态分布,对于正态分布资料,采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用配对 *t* 检验;如呈非正态分布,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验或秩和检验。使用多元回顾分析来得出影响患者住院临床预后的风险因素,其结果采用 odds ratios (比值比, ORs) 和 95% 的置信区间(95% confidence intervals, CI) 表示。并观察两组患者临床资料中影响患者临床转归的风险因素是否存在差异。使用 Kaplan-Meier 法来做出两组患者的生存曲线,并采用 log-rank test 计算 *P* 值。所有统计学分析均为双侧, *P* < 0.05 认为差异具有统计学意义。采用 SPSS 18.0

(Chicago, IL, USA)软件进行统计分析。

2 结果

2.1 一般临床资料和合并疾病情况 与 CG 组患者相比较,OG 组患者平均年龄较大、体重指数较高、男性和吸烟史患者比率较高,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。OG 组患者合并冠心病、外周血管严重狭窄者较多,而心脏瓣膜病比率较低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组患者一般临床资料情况见表 1。

与 CG 组患者相比较,OG 组患者循环衰竭到启动 ECLS 辅助时间间隔较短、进行 ECLS 辅助时血管活性药物指数较低、血浆乳酸水平较低、ECLS 辅助期间联合主动脉球囊反搏(intra-aortic balloon pump, IABP)辅助比率较高,差异均有统计学意义($P <$

0.05)。两组 ECLS 患者辅助前的心脏操作和病情危重程度见表 2。

2.2 ECLS 辅助患者情况 95.2%的患者通过股动脉-股静脉路径进行 ECLS 辅助,ECLS 插管路径差异无统计学意义($P > 0.05$)。OG 组患者 ECLS 辅助持续时间较长、成功撤除 ECLS 率较高,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。OG 组患者下肢严重缺血发生率为 4.3%,CG 组为 8.9%,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 两组患者临床预后情况 共计 238(35.5%)例患者存活出院,其中 CG 组 50(27.8%)例,OG 组 188(38.4%)例,差异有统计学意义($P < 0.01$)。与 CG 组患者相比较,OG 组患者住院时间较短、住院期间消耗血制品较少,差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表 4。

表 1 两组患者一般临床资料和合并疾病情况

项目	CG 组(n=180)	OG 组(n=490)	P 值
年龄(岁)	53.9±13.6	56.1±12.5	<0.001
年龄>65 岁[n(%)]	51(28.3)	139(28.4)	0.970
性别男/女(n)	114/66	357/133	0.017
身高(m)	1.7±0.1	1.7±0.1	0.744
体重(kg)	66.1±12.3	69.0±12.1	0.006
体重指数	23.7±3.1	25.6±3.6	0.002
吸烟史[n(%)]	67(37.2)	240(49.0)	0.007
心脏外科手术史[n(%)]	5(2.8)	17(3.5)	0.656
合并疾病情况			
高血压病[n(%)]	70(38.9)	286(58.4)	<0.001
糖尿病[n(%)]	34(18.9)	128(26.1)	0.039
高脂血症[n(%)]	15(8.3)	58(11.8)	0.197
慢性肺部阻塞性疾病[n(%)]	4(2.2)	6(1.2)	0.559
外周血管严重狭窄[n(%)]	12(6.7)	90(18.4)	<0.001
慢性肾脏功能不全[n(%)]	2(1.1)	4(0.1)	1.000
心脏疾病种类			
先天性心脏疾病[n(%)]	7(3.9)	17(3.5)	0.796
冠状动脉粥样硬化性心脏病[n(%)]	77(42.8)	305(62.2)	<0.001
心脏瓣膜病[n(%)]	60(33.3)	92(18.8)	<0.001
急性夹层动脉瘤[n(%)]	12(6.7)	32(6.5)	0.950
瓣膜病+冠状动脉粥样硬化性心脏病[n(%)]	18(10.0)	54(11.0)	0.705
慢性肺栓塞[n(%)]	6(3.3)	5(1.0)	0.083
终末期心脏病[n(%)]	11(6.1)	20(4.1)	0.268
急性暴发性心肌病[n(%)]	2(1.1)	7(1.4)	1.000
冠状动脉支架置入术[n(%)]	81(45.0)	308(62.9)	<0.001

表 2 两组患者启动 ECLS 辅助前情况比较

项目	CG 组 (n=180)	OG 组 (n=490)	P 值
ECLS 辅助安装地点			
手术室 [n(%)]	99(53.9)	264(53.9)	0.796
ICU [n(%)]	76(42.2)	204(41.6)	0.981
急诊科病房 [n(%)]	3(1.7)	12(2.5)	0.755
导管室 [n(%)]	2(1.1)	10(2.0)	0.634
循环衰竭到启动 ECLS 时间间隔(h)	4.2±2.9	2.1±0.6	0.004
ECLS 辅助情况			
脱离体外循环困难 [n(%)]	97(53.9)	255(52.1)	0.671
ICU 难治性低心排 [n(%)]	64(35.6)	151(30.8)	0.244
ECPR [n(%)]	14(7.8)	59(12.0)	0.116
ECLS 辅助前病情			
CPR 史 [n(%)]	39(21.7)	95(19.4)	0.513
IABP 辅助 [n(%)]	114(63.3)	458(93.5)	<0.001
血管活性药物指数 [n(%)]	62.5±18.8	45.2±13.7	0.006
血浆乳酸水平 (mmol/L)	12.9±4.4	9.5±3.5	0.003
SOFA 评分	11.8±1.5	11.7±1.3	0.554

注:ECPR;难治性心跳骤停行体外心肺复苏;SOFA;序贯器官功能衰竭评分;血管活性药物指数(药物剂量 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$)=多巴胺+多巴酚丁胺+(肾上腺素剂量+去甲肾上腺素剂量) $\times 100$ +垂体后叶素剂量 $\times 100$ +米力农 $\times 15$ 。

表 3 两组患者 ECLS 辅助情况比较

项目	CG 组 (n=180)	OG 组 (n=490)	P 值
ECLS 插管部位			
股静脉-股动脉 [n(%)]	170(94.4)	468(95.5)	0.566
股静脉-腋动脉 [n(%)]	8(4.4)	32(6.5)	0.312
左心减压引流管 [n(%)]	14(7.8)	29(5.9)	0.384
成功撤机 [n(%)]	109(60.6)	348(71.0)	0.010
ECLS 辅助持续时间(h)	95.3±70.2	108.7±85.0	0.047
ECLS 辅助患者相关并发症			
严重下肢缺血 [n(%)]	16(8.9)	21(4.3)	0.021
严重神经系统并发症 [n(%)]	29(16.1)	58(11.8)	0.145
肾脏功能衰竭需 CRRT 治疗 [n(%)]	97(53.9)	238(48.6)	0.222
插管部位出血或血肿形成 [n(%)]	17(9.4)	35(7.1)	0.324
再次开胸止血 [n(%)]	79(43.9)	315(64.3)	<0.001
严重感染 [n(%)]	42(23.3)	125(25.5)	0.564
气管切开 [n(%)]	40(22.2)	138(28.2)	0.123
ECLS 设备相关并发症			
插管血栓栓塞 [n(%)]	8(4.4)	15(3.1)	0.383
更换膜肺 [n(%)]	19(10.6)	38(7.8)	0.249
更换 ECLS 环路 [n(%)]	6(3.3)	9(1.8)	0.246
插管意外脱出 [n(%)]	1(0.6)	0	0.269

注:CRRT;持续性血液透析治疗。

表 4 两组患者临床预后情况比较

项目	CG 组 (n=180)	OG 组 (n=490)	P 值
出院存活[n(%)]	50(27.8)	188(38.4)	0.011
住院时间(d)	28.5±18.0	21.3±14.1	<0.001
呼吸机辅助机械通气时间(h)	146.2±144.6	153.1±143.6	0.570
消耗血制品			
悬浮红细胞(U)	25.3±16.5	22.2±14.7	0.018
新鲜冰冻血浆(ml)	2437.6±1546.9	1777.1±1381.9	<0.001
机采血小板(U)	4.2±4.5	2.3±2.1	<0.001
ICU 停留时间(h)	190.2±181.3	194.1±152.9	0.777
ECLS 撤机后住院时间(d)	10.0±13.6	8.4±11.9	0.150

2.4 多因素回顾分析 影响患者临床转归的风险因素有严重下肢缺血(OR, 3.16; 95% CI 1.59~8.72, $P=0.015$)、肾脏功能衰竭需 CRRT 治疗(OR, 6.52; 95% CI 5.20~12.85, $P=0.003$)和严重神经系统并发症(OR, 12.25; 95% CI 6.81~38.20, $P<0.001$), 而专职 ECLS 团队是保护性因素(OR, 0.52; 95% CI 0.18~0.87, $P<0.001$)。

3 讨论

随着医学发展,危重症患者的诊疗趋向多学科专业团队协作,已成为医学领域的重要模式^[18]。专职 ECLS 团队的人员和设备均处于 7×24 h 待命,一旦收到启动 ECLS 的呼叫,能够快速启动 ECLS 流程。本研究中,OG 组启动 ECLS 时间,启动 ECLS 前血管活性药物指数以及乳酸水平较低,表明专职 ECLS 团队缩短了响应时间和低灌注时间,有效减少了低灌注损伤。

成人 RCS 或 RCA 患者需要启动 ECLS 时,严格遵守适应证、禁忌证以及合理的介入时机,这些均会影响患者的存活率。本研究中的患者往往同时合并多种心脏疾病且病情复杂。OG 组基础条件更差:高龄、肥胖、吸烟、冠心病、冠脉支架植入术、高血压和严重的外周血管狭窄等发生率较高;OG 组 IABP 使用率更高,一定程度上提示 OG 组血流动力学状态更加复杂。虽然 OG 组病情更加危重,但存活率却得到了改善。原因可能包括:首先,专职 ECLS 团队能够在复杂的临床状况中快速而准确的完成患者评估。不仅能够高效甄别适应证和禁忌证,而且能够选择合理的 ECLS 介入时机。其次,专职 ECLS 团队能为进一步的诊断和治疗提出可行性建议,协调有关科室,缩短救治时间,因而提高了患者的生存率。

专职 ECLS 团队的建立,规范化的 ECLS 操作流

程、管理策略以及并发症防治等有助于提高患者的生存率^[14, 19]。本研究中,OG 组患者严重下肢缺血发生率较低,原因可能包括:首先,专职 ECLS 团队不但在进行置管操作的同期植入远端灌注管,而且更加注重手术操作对股血管的损伤,有利于减少下肢缺血风险;第二,专职团队更加重视对下肢血运的评估和监测,做到对下肢缺血早发现,早处理;第三,专职 ECLS 团队在患者管理期间,更加规范的管理患者的血流动力学,及早改善了患者的末梢循环。本研究中,OG 组的再次开胸止血发生率较高,但血液制品的消耗量明显减少。原因可能如下:专职 ECLS 团队有助于及时开胸探查,减少了延误开胸止血的风险,明显减少了血液制品的消耗,相应减少了输血相关并发症。OG 组具有较短的住院时间和较高的出院生存率,提示专职 ECLS 团队规范化的治疗方案促进了患者的恢复,降低了死亡率。

本院专职 ECLS 团队人员构成包括体外循环及 ICU 医师,能够规范应对各类复杂情况。团队定期进行病例总结和最新文献学习,关注学术前沿。对相关科室进行 ECLS 知识培训,提高了相关科室对 ECLS 的了解,增强了及时启动 ECLS 的意识。相关科室在 ECLS 团队的协调下,充分发挥了本院心脏诊疗的技术优势,确保 ECLS 有序、安全、高效的进行。ECLS 团队成员定期进行 ECLS 模拟培训,不断强化团队的规范化和对 ECLS 相关并发症的应对能力,使 ECLS 流程更加科学规范^[20-23]。

本中心在侯晓彤教授的带领下牵头成立了中国医师协会体外生命支持专业委员会,成功举办了多次全国性学术会议,与国内外同道共同推进了我国 ECLS 学科的发展。在全国不同地区举办了多次 ECLS 模拟培训班,快速提高了当地人员的专业技能。本院已完成多期研修班培训,研修班学员在当

地发挥了中流砥柱的作用,他们所在单位以安贞医院 ECLS 团队建设为模板,不仅成为当地 ECLS 区域救治中心,而且还是区域 ECLS 培训教学中心。

本研究尚存在一定缺陷。首先,本研究为单中心回顾性临床观察研究,可能存在潜在的选择偏倚等混杂因素影响结果。其次,本研究整合了本院心脏诊疗技术的优势,不一定适用于其他单位的具体情况。最后,本研究仅观察了住院期间结果,患者长期预后需进一步随访。

本研究中,专职 ECLS 团队减少了医疗资源的消耗,缩短了患者的住院时间,提高了患者成功撤机率 and 住院生存率。因此,组建专职 ECLS 团队也许是提高危重症患者救治水平的一个发展方向。不仅可以充分发挥当地医疗单位的技术特点,而且能够节约宝贵的医疗资源,让更多的危重症患者获益。

参考文献:

- [1] Combes A, Hajage D, Capellier G, *et al*. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(21): 1965-1975.
- [2] 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.
- [3] Wang L, Yang F, Wang X, *et al*. Predicting mortality in patients undergoing VA-ECMO after coronary artery bypass grafting: the REMEMBER score[J]. *Crit Care*, 2019, 23(1): 11.
- [4] Brodie D, Slutsky AS, Combes A. Extracorporeal life support for adults with respiratory failure and related indications: a review[J]. *JAMA*, 2019, 322(6): 557-568.
- [5] Yannopoulos D, Bartos JA, Raveendran G, *et al*. Coronary artery disease in patients with out-of-hospital refractory ventricular fibrillation cardiac arrest[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(9): 1109-1117.
- [6] ELSO Guidelines for ECMO centers. Extracorporeal Life Support Organization. <https://www.else.org/Resources/Guidelines.aspx>.
- [7] Cotza M, Carboni G, Ballotta A, *et al*. Modern ECMO: why an ECMO programme in a tertiary care hospital[J]. *Eur Heart J Suppl*, 2016, 18(Suppl E): E79-E85.
- [8] Abrams D, Garan AR, Abdelbary A, *et al*. Position paper for the organization of ECMO programs for cardiac failure in adults[J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44(6): 717-729.
- [9] Na SJ, Chung CR, Choi HJ, *et al*. The effect of multidisciplinary extracorporeal membrane oxygenation team on clinical outcomes in patients with severe acute respiratory failure [J]. *Ann Intensive Care*, 2018, 8(1): 31.
- [10] Baek MS, Lee SM, Chung CR, *et al*. Improvement in the survival rates of extracorporeal membrane oxygenation-supported respiratory failure patients: a multicenter retrospective study in Korean patients[J]. *Crit Care*, 2019, 23(1): 1.
- [11] Raiten JM, Gordon EK, Gutsche JT. Establishing best practices for patients on ECMO-A multidisciplinary challenge[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2019, 33(7): 1863-1864.
- [12] Dalia AA, Ortoleva J, Fiedler A, *et al*. Extracorporeal membrane oxygenation is a team sport: institutional survival benefits of a formalized ECMO team[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2019, 33(4): 902-907.
- [13] Pozzi M, Flagiello M, Armoiry X, *et al*. Extracorporeal life support in the multidisciplinary management of cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2020, 95(3): E71-E77.
- [14] 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]. *中华医学杂志*, 2018, 98(12): 886-894.
- [15] Yang F, Hou D, Wang J, *et al*. Vascular complications in adult postcardiotomy cardiogenic shock patients receiving venoarterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Ann Intensive Care*, 2018, 8(1): 72.
- [16] 谢海秀,杨峰,江春景,等. 成人心脏术后心源性休克接受体外膜肺氧合循环辅助脱机后临床转归分析[J]. *中华医学杂志*, 2017, 97(12): 929-933.
- [17] Burrell AJC, Bennett V, Serra AL, *et al*. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: A systematic review of selection criteria, outcome measures and definitions of complications[J]. *J Crit Care*, 2019, 53: 32-37.
- [18] Tehrani BN, Truesdell AG, Sherwood MW, *et al*. Standardized team-based care for cardiogenic shock[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(13): 1659-1669.
- [19] Barbaro RP, Odetola FO, Kidwell KM, *et al*. Association of hospital-level volume of extracorporeal membrane oxygenation cases and mortality. analysis of the extracorporeal life support organization registry[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2015, 191(8): 894-901.
- [20] Belohlavek J, Rohn V, Tosovsky J, *et al*. A review of a newly established ECMO program in a university affiliated cardiac center [J]. *J Cardiovasc Surg(Torino)*, 2011, 52(3): 445-451.
- [21] Moll V, Teo EY, Grenda DS, *et al*. Rapid development and implementation of an ECMO program[J]. *ASAIO J*, 2016, 62(3): 354-358.
- [22] 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.
- [23] 侯晓彤. 规范发展体外膜氧合循环辅助支持[J]. *中国体外循环杂志*, 2018, 16(4): 193-195.

(收稿日期:2020-03-31)

(修订日期:2020-04-20)