

# 体外膜肺氧合在救治新型冠状病毒肺炎相关严重急性呼吸窘迫综合征中的应用及预后分析<sup>\*</sup>

华中科技大学同济医学院附属同济医院 汪璐芸 陈铿铨 陈鹏 倪黎 汪道文 蒋建刚<sup>\*</sup>,  
武汉 430030

**摘要** 目的:分析体外膜肺氧合(ECMO)治疗新型冠状病毒肺炎(COVID-19)相关严重急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患者的疗效并总结经验。方法:回顾性分析重症监护室(ICU)收治的53例成年COVID-19相关严重ARDS患者的临床病历资料。将患者分为ECMO组(机械通气联合ECMO治疗,16例)和非ECMO组(机械通气,37例)。比较分析2组患者的临床特征、治疗方案、发病后60d和180d内病死率及ECMO并发症等。结果:ECMO组60d内全因病死率为37.50%(6/16),非ECMO组为86.49%(32/37)(风险比为0.196;95%置信区间为0.053~0.721,  $P=0.014$ )。10例(62.50%)ECMO成功脱机。180d全因病死率ECMO组为56.25%(9/16),非ECMO组为89.19%(33/37)(风险比为0.298;95%置信区间为0.130~0.680,  $P=0.004$ )。所有接受ECMO治疗的患者中最常见的并发症为凝血功能障碍(81.3%)。在ECMO治疗期间,高碳酸血症、血小板减少、心肌损伤以及血白介素(IL)-8和IL-10水平升高与患者死亡密切相关。结论:ECMO的应用显著降低了COVID-19相关严重ARDS患者的病死率,在180d的随访中,ECMO救治成功的患者生活质量良好,未出现严重并发症或残疾。

**关键词** 体外膜肺氧合;新型冠状病毒肺炎;严重急性呼吸窘迫综合征;机械通气

中图分类号 R563.1<sup>+</sup>4 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzz20200604

## Outcomes and risk factors for the survival of COVID-19-related severe ARDS patients treated with extracorporeal membrane oxygenation

WANG Lu-yun, CHEN Keng-quan, CHEN Peng, NI Li, WANG Dao-wen, JIANG Jian-gang<sup>\*</sup>. Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

**Abstract** Objective: To explore the effect and short-term prognosis of the COVID-19-related severe ARDS patients receiving extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) treatment. Methods: The clinical data of 53 adult patients with severe ARDS associated with COVID-19 admitted to ICU were retrospectively analyzed. They were divided into ECMO ( $n=16$ ) and non-ECMO (mechanical ventilation,  $n=37$ ) groups. The clinical features, all-cause 60-day or 180-day mortality, and complications on ECMO were analyzed. Results: The all-cause 60-day mortality was 37.50% (6/16) in ECMO group and 86.49% (32/37) in non-ECMO group (HR, 0.196; 95% CI, 0.053-0.721;  $P=0.014$ ). A total of 10 (62.50%) patients were successfully weaned from ECMO. The all-cause 180-day mortality was 56.3% (9/16) in ECMO group and 89.19% (33/37) in non-ECMO group (HR, 0.298; 95% CI, 0.130-0.680;  $P=0.004$ ). Coagulopathy has been most frequently seen in ECMO group (81.3%). Hypercapnia, thrombopenia, myocardial injury and elevation of IL-8 and IL-10 levels during ECMO treatment were strongly associated with death. Conclusion: This study showed the COVID-19 patients significantly benefited from ECMO treatment during severe ARDS. Up to 180-day follow-up after disease onset, the ECMO-treated survivors maintained good quality of life without severe complications or disabilities.

**Keywords** Extracorporeal membrane oxygenation; COVID-19; ARDS; Mechanical ventilation

新型冠状病毒肺炎(COVID-19)是由新型冠状病毒(SARS-CoV-2)感染引起<sup>[1,2]</sup>,大约15%~30%的患者发展为急性呼吸窘迫综合征(acute respirato-

ry distress syndrome, ARDS)<sup>[3]</sup>。ARDS的治疗主要依赖于机械通气,但病死率仍高达60%以上。体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)作为一种改良的体外循环技术,可以提高全身氧的输送,减轻呼吸机引起的肺损伤,为ARDS患者提供直接的心肺支持<sup>[4,5]</sup>。目前,已发表的数据提示接受机械通气治疗的COVID-19相关ARDS患者的病死率很高,从46%~88%不等<sup>[6~8]</sup>。目前体外

<sup>\*</sup>基金项目:国家自然科学基金青年项目(No:81600236);  
国家自然科学基金面上项目(No:81873505, No:81630010)

<sup>\*</sup>通信作者:蒋建刚, E-mail:jiangjg618@126.com

生命支持组织、美国、意大利和中国关于 ECMO 治疗 COVID-19 相关 ARDS 患者病死率的报道各不相同,从 42% ~ 83% 不等,在这些数据被发表时仍有部分患者尚未脱离 ECMO 或机械通气治疗<sup>[9-13]</sup>。本研究回顾性地描述了使用 ECMO 联合机械通气或传统机械通气治疗的 COVID-19 相关 ARDS 患者的基线特征、重症监护病房 (ICU) 管理以及与病死率相关变量,分析影响 ECMO 预后的危险因素,随访至患者发病后 180 d,分析 COVID-19 相关 ARDS 患者接受 ECMO 治疗的短期预后。

### 资料与方法

**一般资料** 本研究的所有数据来源于华中科技大学同济医学院附属同济医院 2020 年 2 月 2 日 ~ 4 月 27 日收治的 COVID-19 患者 3 203 例,通过鼻咽拭子实时定量聚合酶链反应 (PCR) 快速诊断试验确诊为 SARS-CoV-2 阳性<sup>[14,15]</sup>。根据国家卫生健康委员会发布的新型冠状病毒肺炎诊疗方案 (试行第八版),患者满足下列一种或多种情况时,诊断为危重症病例:①呼吸衰竭且需要机械通气;②休克;③合并其他器官功能衰竭需 ICU 监护治疗<sup>[14]</sup>,其中 442 例患者诊断为危重症。根据 ARDS 柏林诊断标准<sup>[16]</sup>,118 例患者诊断为严重 ARDS,这些患者均接受了机械通气。启动 ECMO 治疗的入选标准 (严重 ARDS 定义),符合其中 1 项即可纳入:①PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 50 mmHg 超过 3 h;②PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 80 mmHg 超过 6 h;③动脉血 pH 值 < 7.25 伴 PaCO<sub>2</sub> ≥ 60 mmHg 达 6 h 以上;④机械通气平台压力维持在 ≤ 32 cmH<sub>2</sub>O 时呼吸频率 > 35 次/min<sup>[4]</sup>。排除标准:①年龄 < 18 岁或 > 70 岁;②存在不可逆的脑血管疾病或肿瘤;③静脉血管条件差,中心静脉无法置管;④统计分析资料不足或缺失<sup>[5]</sup>。根据以上标准,顺序入组 53 例 ARDS 患者,均已接受有创机械通气。当患者的呼吸衰竭达到启用 ECMO 标准,则植入 ECMO 联合机械通气,ECMO 组 16 例,常规机械通气 (非 ECMO 组) 37 例,见图 1。

**ECMO 管理目标:**应用 ECMO 前对患者进行镇静并优化呼吸机设置<sup>[5]</sup>,必要时使用肌松剂及俯卧位通气。ECMO 置管采用静脉-静脉置管,通常选择右侧颈内静脉置入 18-20 F 套管,股静脉置入 22 F 套管。ECMO 套包型号:Maquet-Getinge, BE-PLS 2050,18-20 F 肝素涂层管路 (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA)。流量为 3 ~ 5 L/min,ECMO 的氧浓度 (FiO<sub>2</sub>) 初始设定为 100%。使用普通肝素抗凝,维

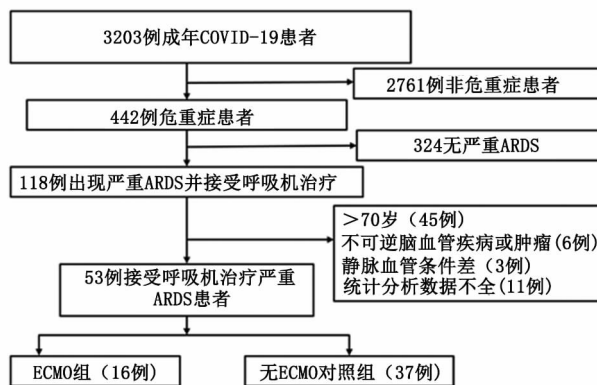


图1 患者入组流程图

持活化部分凝血酶原时间 (APTT) 在 40 ~ 55 s, 血小板 < 50 × 10<sup>9</sup>/L 或者血红蛋白 < 90 g/dL 是进行成分输血治疗的指征。ECMO 启动后呼吸机设置可逐渐下调至:平台压 20 ~ 30 cmH<sub>2</sub>O, 呼气末正压 (PEEP) 10 ~ 12 cmH<sub>2</sub>O, 呼吸频率 10 ~ 20 次/min, FiO<sub>2</sub> 调整到动脉氧饱和度 (SaO<sub>2</sub>) 维持在 90% ~ 95%。ECMO 持续到肺功能恢复或出现不可逆的多器官衰竭。ECMO 撤离条件:ECMO 氧流量降至 0 L/min, 呼吸机支持参数降至潮气量 ≤ 6 ~ 8 mL/kg, 平台压 ≤ 30 cmH<sub>2</sub>O, PEEP ≤ 16 cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> ≤ 50%, 患者的血气中 pH 仍可以大于 7.3, 动脉血气氧饱和度 > 88% 维持达 2 ~ 4 h 可拔出 ECMO 置管<sup>[17]</sup>。

**并发症的定义:**血小板减少症定义为血小板 < 100 × 10<sup>9</sup>/L, 低体温定义为 T < 36℃, 导致输血定义为血红蛋白 < 90 g/L, 给予浓缩红细胞;心律失常包括窦性心动过缓、窦性心动过速、房性或室性心动过速等。

**方法** 回顾性分析人口统计学数据、基础疾病、入院时和呼吸机/ECMO 上机前及整个 ARDS 发展过程中呼吸和血液动力学参数。主要终点为患者发病后 60 d 内病死率,其次为 ECMO 成功脱机情况及发病 180 d 内患者病死率。根据使用 ECMO 的患者是否发生院内死亡进行亚组分析,对并发症的发生情况、实验室检查结果的变化情况进行描述性分析,评价是否与死亡结局相关。本研究经医院伦理委员会批准同意,由于传染病突发的特殊性,患者及家属均口头同意未签署书面知情同意书。

**统计学处理** 采用 SPSS 21.0 或 R 3.6.0 (R Core Team 2019) 统计学软件,连续变量以中位数 (四分位区间) 表示,计数资料以计数和百分数 (%) 表示。不符合正态分布的资料使用 Mann-Whitney U 检验。组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验和 χ<sup>2</sup> 检验。采用

Kaplan-Meier 分析和 log-rank 检验评估 ECMO 应用与病死率的关系。使用 Cox 比例风险模型估计危险比和 95% 置信区间。根据年龄、性别、病史(高血压、冠心病和糖尿病)、治疗措施(静脉注射免疫球蛋白、持续肾脏替代治疗、输血、肠外营养、肺复张通气、俯卧体位)对风险比进行校正。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

入院时临床特征 53 例患者平均年龄 58 岁, 男性占 77.4%。每例患者至少合并一种基础疾病, 主要是高血压(43.4%), 其次是糖尿病(28.3%)。急性肺损伤评分(Murray 评分)中位数为 3.80 (3.30, 3.80) 分, 序贯器官衰竭评估(sequential or-

gan failure assessment, SOFA) 评分为 11.00 (10.25, 12.75) 分, 急性生理与慢性健康评估(acute physiology and chronic health evaluation, APACHEII) 评分为 17.00 (15.00, 19.75) 分。从出现症状到气管插管中位数时间为 19.00 (14.00, 25.00) d。机械通气中位数时间为 11.00 (5.00, 19.00) d。2 组患者入院时基线数据, 包括年龄、性别、基础疾病、危重症评分和多器官功能的实验室检查比较, 差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ), 见表 1。

ECMO 的管理及其他综合治疗 在接受 ECMO 治疗前, 所有患者均具有较高的呼吸机支持参数, 包括压力支持、PEEP、平台压和  $\text{FiO}_2$ 。2 组之间的  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  及  $\text{PaCO}_2$  比较, 差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ), 表明 2 组间低氧血症和高碳酸血症的严重程

表 1 患者入院时情况及 ICU 的治疗

组别	例	年龄(岁)	男性[例(%)]	基础疾病[例(%)]			
				高血压	冠心病	心力衰竭	糖尿病
总体	53	58.00 (55.00, 65.00)	41 (77.4)	23 (43.4)	7 (13.2)	1 (1.9)	15 (28.3)
非 ECMO 组	37	58.00 (57.00, 65.00)	26 (70.3)	16 (43.2)	7 (18.9)	1 (2.7)	10 (27.0)
ECMO 组	16	57.00 (46.25, 60.50)	15 (93.8)	7 (43.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (31.2)

组别	例	基础疾病[例(%)]					
		慢性阻塞性肺疾病	吸烟	慢性肝病	慢性肾脏病	脑血管疾病	肿瘤
总体	53	2 (3.8)	14 (26.4)	2 (3.9)	5 (9.4)	6 (11.3)	2 (3.8)
非 ECMO 组	37	2 (5.4)	10 (27.0)	1 (2.7)	4 (10.8)	6 (16.2)	2 (5.4)
ECMO 组	16	0 (0.0)	4 (25.0)	1 (6.2)	1 (6.2)	0 (0.0)	0 (0.0)

组别	例	Murray 评分(分)		SOFA 评分(分)		APACHE II 评分(分)	
		非 ECMO 组	ECMO 组	非 ECMO 组	ECMO 组	非 ECMO 组	ECMO 组
总体	53	3.80 (3.30, 3.80)	3.80 (3.30, 3.85)	11.00 (10.25, 12.75)	11.00 (10.00, 12.00)	17.00 (15.00, 19.75)	16.00 (15.00, 18.00)
非 ECMO 组	37	3.30 (3.30, 3.80)	3.80 (3.30, 3.85)	11.50 (11.00, 13.00)	11.00 (10.00, 12.00)	17.50 (15.00, 21.00)	16.00 (15.00, 18.00)
ECMO 组	16	3.80 (3.30, 3.85)	3.80 (3.30, 3.85)	11.00 (10.00, 12.00)	11.00 (10.00, 12.00)	17.00 (15.00, 19.75)	16.00 (15.00, 18.00)

组别	例	治疗[例(%)]							
		经鼻高流量氧疗	双相气道正压通气	肺复张	俯卧位通气	神经肌肉阻滞药物	输血	连续性肾脏替代治疗	
总体	53	18 (34.0)	38 (71.7)	28 (52.8)	26 (49.1)	32 (66.0)	36 (67.9)	27 (50.9)	
非 ECMO 组	37	14 (37.8)	24 (64.9)	12 (32.4)	10 (27.0)	20 (54.1)	20 (54.1)	14 (37.8)	
ECMO 组	16	4 (25.0)	14 (87.5)	16 (100.0)*	16 (100.0)*	12 (80.0)	16 (100.0)*	13 (81.2)*	

组别	例	呼吸机参数			
		支持压 (cmH <sub>2</sub> O)	潮气量 (mL)	频率 (per min)	呼气末正压通气 (cmH <sub>2</sub> O)
总体	53	16.00 (15.00, 18.00)	450.00 (398.25, 462.50)	20.00 (17.00, 22.00)	12.00 (10.00, 12.00)
非 ECMO 组	37	26.00 (25.00, 28.00)	450.00 (420.75, 487.50)	20.00 (16.00, 21.50)	12.00 (10.00, 12.00)
ECMO 组	16	28.00 (25.75, 30.00)	405.00 (382.50, 427.50)	20.00 (20.00, 22.00)	11.00 (10.00, 12.50)

组别	例	呼吸机参数		
		平台压 (cmH <sub>2</sub> O)	FiO <sub>2</sub> (%)	PaO <sub>2</sub> (mmHg)
总体	53	26.00 (25.00, 28.00)	100.00 (80.00, 100.00)	72.00 (60.00, 97.90)
非 ECMO 组	37	26.00 (25.00, 28.00)	85.00 (70.00, 100.00)	74.85 (60.00, 104.83)
ECMO 组	16	28.00 (25.75, 30.00)	100.00 (71.00, 100.00)	70.15 (66.75, 84.50)

续表

组别	例	呼吸机参数			
		PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	pH	PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub>	
总体	53	54.00 (38.60, 73.20)	7.35 (7.20, 7.43)	93.00 (70.38, 147.07)	
非 ECMO 组	37	57.50 (39.42, 80.25)	7.35 (7.16, 7.42)	107.50 (75.90, 147.07)	
ECMO 组	16	52.00 (34.85, 58.10)	7.33 (7.30, 7.43)	82.95 (66.25, 142.00)	

组别	例	发病到入院时间(d)	发病到气管插管时间(d)	入院到气管插管时间(d)	机械通气时间(d)
总体	53	10.00 (7.00, 14.00)	19.00 (14.00, 25.00)	7.00 (4.00, 12.00)	11.00 (5.00, 19.00)
非 ECMO 组	37	12.00 (9.00, 16.00)	19.00 (14.00, 24.00)	5.00 (3.00, 9.00)	9.00 (5.00, 16.00)
ECMO 组	16	6.00 (4.00, 8.25)*	18.00 (15.75, 25.00)	11.00 (7.75, 17.50)*	19.00 (11.00, 32.00)*

组别	例	60 d 内全因死亡[例(%)]	出院[例(%)]	180 d 内全因死亡[例(%)]
总体	53	38 (71.70)	12 (22.64)	42 (79.24)
非 ECMO 组	37	32 (86.49)	4 (10.81)	33 (89.18)
ECMO 组	16	6 (37.50)*	8 (43.75)	9 (56.25)*

注:与非 ECMO 组比较,\* $P < 0.05$ (ECMO 成功撤机 10 例,住院期间死亡 2 例,在随访中死亡 1 例)

度相似。与非 ECMO 组比较,ECMO 组肺复张、俯卧位通气治疗、接受静脉注射免疫球蛋白 (IVIG) 及接受持续肾脏替代治疗患者更多(均  $P < 0.01$ )。ECMO 组 80%,非 ECMO 组 54.1% 患者使用神经肌肉阻滞药物,见表 1。

ECMO 上机后 24 h,患者动脉血气 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 得到改善,PaCO<sub>2</sub> 下降。ECMO 的中位启动时间为开始机械通气后 3.50(1.00,5.50)d,ECMO 组患者行机械通气天数较非 ECMO 组更长(19.0 d vs 9.0 d, $P = 0.002$ ),见表 1。在所有接受 ECMO 治疗的患者中,13 例接受静脉-静脉 ECMO 治疗,3 例接受静脉-动脉 ECMO 治疗,ECMO 管路通过颈静脉/股静脉或动脉置入。16 例接受 ECMO 治疗的患者根据出院时是否死亡分为存活组(8 例)和死亡组(8 例)2 个亚组。接受 ECMO 治疗患者的并发症中凝血障碍发生率最高(81.3%),其次为血小板减少症(75%),无患者死于 ECMO 插管相关并发症。与

存活组比较,死亡组患者出现心律失常和血小板减少症的比例更高( $P < 0.05$ )。2 组患者气胸、出血性卒中、管内栓塞、出血、体温过低、导致输血等并发症的发生率比较,差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),见表 2。

ECMO 治疗显著改善 COVID-19 相关严重 ARDS 患者的全因死亡 发病后 30 d,ECMO 组死亡 12.50%(2/16),非 ECMO 组死亡 56.76%(21/37)(风险比为 0.114;95% 置信区间为 0.011 ~ 1.205, $P = 0.071$ )。60 d 时,ECMO 组病死率 37.50%(6/16),非 ECMO 组病死率 86.49%(32/37)(风险比为 0.196;95% 置信区间为 0.053 ~ 0.721, $P = 0.014$ )。10 例(62.5%)ECMO 治疗患者成功脱机,中位 ECMO 支持时间为 16.00(7.00,20.00) d,其中 1 例在 ECMO 撤机后 62 d 死于肺部继发性细菌感染,另 1 例在 ECMO 撤机后 82 d 死于脑出血。第 180 天 ECMO 组病死率 56.3%(9/16),非 ECMO 组病

表 2 ECMO 组存活与死亡患者并发症的比较

组别	例	ECMO 治疗前气胸	气胸	血小板减少症	低体温	凝血障碍
总体	16	3 (18.8)	4 (25.0)	12 (75.0)	6 (37.5)	13 (81.3)
存活组	8	1 (12.5)	2 (25.0)	4 (50.0)	2 (25.0)	7 (87.5)
死亡组	8	2 (25.0)	2 (25.0)	8 (100.0)*	4 (50.0)	6 (75.0)

组别	例	导致输血	心律失常	心脏骤停	出血性脑卒中	管路栓塞
总体	16	16 (100.0)	7 (43.8)	1 (6.25)	2 (12.5)	3 (18.8)
存活组	8	8 (100.0)	1 (12.5)	0 (0.0)	1 (12.5)	2 (25.0)
死亡组	8	8 (100.0)	6 (75.0)*	1 (12.5)	1 (12.5)	1 (12.5)

注:与存活组比较,\* $P < 0.05$

死亡率 89.2% (33/37) (风险比为 0.298; 95% 置信区间为 0.130 ~ 0.680,  $P = 0.004$ )。180 d 内, ECMO 组的全因病死率仍然显著低于对照组。以上结果均对影响预后的因素, 包括年龄、性别、高血压、冠心病、糖尿病及其治疗等进行校正的结果。随访至发病后 180 d, 接受 ECMO 治疗的存活患者仍健康生存。

ECMO 治疗 COVID-19 相关严重 ARDS 患者的预后风险因素 与存活组比较, 死亡组 ECMO 上机前高碳酸血症和血小板计数低下更严重 (均  $P < 0.05$ )。ECMO 上机后 24、72 h, 死亡组血清高敏肌钙蛋白 I、肌酸激酶同工酶、N 端脑钠肽前体、IL-8 和 IL-10 水平明显升高, ECMO 脱机时, 死亡组患者淋巴细胞和血小板计数显著下降, 而血清肌钙蛋白 I、肌酸激酶同工酶、N 端脑钠肽前体、IL-8 和 IL-10 水平显著升高, 见图 2。

## 讨论

本研究中, 需要机械通气治疗的 COVID-19 相关重症 ARDS 患者的病死率高达 89.19% (33/37), 美国纽约地区病死率为 88.1% (282/320) 说明 COVID-19 相关重症 ARDS 的预后较腺病毒、巨细胞病毒等常见病毒感染引起的 ARDS 差<sup>[7]</sup>。2009 年 H1N1 大流行期间, 患者接受 ECMO 治疗似乎利大于弊<sup>[7,9,18]</sup>。在比较常规通气支持与 ECMO 治疗成人呼吸衰竭的试验中, ECMO 可显著提高严重

ARDS 患者生存率, 且未遗留严重残疾<sup>[19]</sup>。COVID-19 大流行期间发表的数据提示接受 ECMO 救治患者的全因病死率为 42% ~ 83%, 部分患者在数据发表时仍未脱离 ECMO 或机械通气治疗, ECMO 的疗效似乎不确定<sup>[9-13]</sup>。本研究中, 接受 ECMO 治疗的患者 60 d 全因病死率为 37.50% (6/16), 明显低于未接受 ECMO 治疗的患者 (89.19%, 33/37)。180 d 内, 接受 ECMO 治疗的患者病死率为 56.25% (9/16), 仍远低于未接受 ECMO 治疗的患者。且在校正了俯卧位通气、肌松治疗、静脉免疫球蛋白治疗等相关差异后, 仍然表现出显著的获益。

本研究中, 凝血障碍是接受 ECMO 治疗的患者最常见的并发症, 特别是颅内出血比例 (12.50%) 显著高于 EOLIA 研究中报道的 2%<sup>[4]</sup>, 也高于接受 ECMO 治疗的 H1N1 患者<sup>[18]</sup>, 这可能归因于 COVID-19 相关的凝血功能障碍<sup>[20]</sup>。此外, 严重 COVID-19 患者常伴有血小板减少, 也被证实为预后不良的危险因素, 不仅对接受 ECMO 治疗的患者, 而且对未接受 ECMO 治疗的危重患者也是如此<sup>[20,21]</sup>。为了应对严重的出血及凝血功能紊乱, 积极对接受 ECMO 治疗患者输注血制品, 包括以浓缩红细胞、新鲜冰冻血浆、冷沉淀和血小板等<sup>[22,23]</sup>。与此同时, 控制离心泵转速在 3 ~ 5 L/min, 应用普通肝素调控活化凝血时间在 180 ~ 200 s (部分凝血酶原时间 APTT 40 ~ 55 s), 共同保证 ECMO 系统的顺利运转。

为提高 ECMO 在 COVID-19 合并严重 ARDS 的

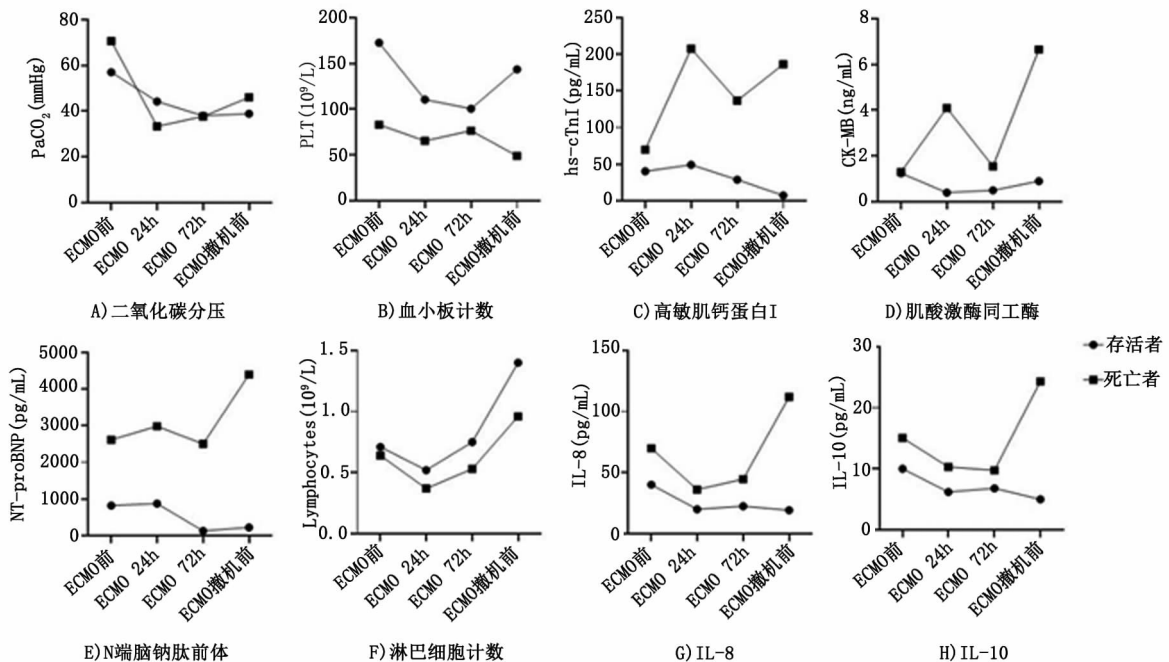


图2 ECMO 治疗前、治疗后 24 h、72 h 及撤机前的部分检验结果

应用,总结如下:当患者达到启动 ECMO 治疗的标准,排除禁忌证后即可考虑及早开始 ECMO 支持治疗;密切监测实验室检查、容量、膜肺、机器参数等,关注高碳酸血症、血小板减少、心肌损伤以及血 IL-8 和 IL-10 水平升高等高危因素,综合应用 ECMO、呼吸机支持、抗感染、抗病毒、免疫调节、输血、营养支持等综合治疗,降低并发症的发生率,提高救治成功率;ECMO 的管理精细而复杂,需要专业熟练的医护团队紧密配合,保证 ECMO 系统的运转。

#### 参考文献

- Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China [J]. *Lancet*, 2020, 395 (10223): 497-506.
- 华中科技大学同济医学院附属同济医院,北京协和医院,中日友好医院,等.重症新型冠状病毒感染肺炎诊疗与管理共识[J].*内科急危重症杂志*, 2020, 26(1): 1-5.
- MacLaren G, Fisher D, Brodie D. Preparing for the Most Critically Ill Patients With COVID-19: The Potential Role of Extracorporeal Membrane Oxygenation [J]. *JAMA*, 2020, 323(13): 1245-1246.
- Mi MY, Matthay MA, Morris AH. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome [J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(9): 884-887.
- 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.
- Yang X, Yu Y, Xu J, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China; a single-centered, retrospective, observational study [J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8(5): 475-481.
- Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, et al. Presenting Characteristics, Comorbidities, and Outcomes Among 5700 Patients Hospitalized With COVID-19 in the New York City Area [J]. *JAMA*, 2020, 323(20): 2052-2059.
- Karagiannidis C, Mostert C, Hentschker C, et al. Case characteristics, resource use, and outcomes of 10 021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study [J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8(9): 853-862.
- Australia, New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation Influenza I, Davies A, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for 2009 Influenza A (H1N1) Acute Respiratory Distress Syndrome [J]. *JAMA*, 2009, 302(17): 1888-1895.
- Melhuish TM, Vlok R, Thang C, et al. Outcomes of extracorporeal membrane oxygenation support for patients with COVID-19: A pooled analysis of 331 cases [J]. *Am J Emerg Med*, 2020, 6757(20): 30387-30389.
- Zeng Y, Cai Z, Xianyu Y, et al. Prognosis when using extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill COVID-19 patients in China: a retrospective case series. [J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 148.
- Li X, Guo Z, Li B, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Coronavirus Disease 2019 in Shanghai, China [J]. *ASAIO J*, 2020, 66(5): 475-481.
- Osho AA, Moonsamy P, Hibbert KA, et al. Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation for Respiratory Failure in COVID-19 Patients: Early Experience From a Major Academic Medical Center in North America [J]. *Ann Surg*, 2020, 272(2): e75-e78.
- 国家卫生健康委办公厅,国家中医药管理局办公室.新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第八版). 2020.
- <https://www.else.org/COVID19.aspx>
- Force ADT, Ranieri VM, Rubenfeld GD, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition [J]. *JAMA*, 2012, 307(23): 2526-2533.
- Vasques F, Romitti F, Gattinoni L, et al. How I wean patients from venovenous extra-corporeal membrane oxygenation [J]. *Crit Care*, 2019, 23(1): 316.
- Combes A, Pellegrino V. Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1)-associated acute respiratory distress syndrome [J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2011, 32(2): 188-194.
- Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2009, 374(9698): 1351-1363.
- Jose RJ, Manuel A. COVID-19 cytokine storm: the interplay between inflammation and coagulation [J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8(6): e46-e47.
- Chen T, Wu D, Chen H, et al. Clinical characteristics of 113 deceased patients with coronavirus disease 2019: retrospective study [J]. *BMJ*, 2020, 368: m1091.
- Koeckerling D, Pan D, Mudalige NL, et al. Blood transfusion strategies and ECMO during the COVID-19 pandemic [J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8(5): e40.
- Doyle AJ, Danaee A, Furtado CI, et al. Blood Component Use in Critical Care in Patients with COVID-19 Infection: A Single Centre Experience [J]. *Br J Haematol*, 2020, 191(3): 382-385.

(2020-10-12 收稿 2020-12-12 修回)