

控制转速下静脉-动脉体外膜肺氧合撤机自体血回输的效果及安全性分析

许智晶 耿玉安 王聪梅 齐路 师延刚 徐子舒 黄琳凯 徐倩 刘瑞芳

河南省直第三人民医院急重症医学中心, 郑州 450000

通信作者: 刘瑞芳, Email: liurf2009@126.com

【摘要】 目的 探讨静脉-动脉体外膜肺氧合(VA-ECMO)支持下自体血回输效果及安全性。**方法** 采用回顾性研究方法,选择2023年1月至2024年5月河南省直第三人民医院急重症医学中心行ECMO手术且成功撤机的患者作为研究对象。收集患者的性别、年龄、体质量指数(BMI)、欧洲心血管手术危险因素评分(EuroScore)和疾病类型等一般资料,撤机时的心率、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)和外周血氧饱和度,撤机前后B型脑钠肽(BNP)、血红蛋白(Hb)、动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、动脉血乳酸、中心静脉压(CVP)、下腔静脉变异度、左室射血分数(LVEF)和右心负荷水平,撤机后1 d和3 d的体温、白细胞计数(WBC)、中性粒细胞比例(NEU%)、C-反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、白细胞介素-10(IL-10)水平,以及感染、血栓、肾功能衰竭、消化道出血等并发症发生情况和撤机后回血情况。根据撤机后是否回血将患者分为观察组(撤机后回血)和对照组(撤机后不回血),比较两组患者上述指标的变化情况。**结果** 共纳入62例患者,观察组和对照组各31例。两组患者的性别、年龄、BMI、EuroScore评分等一般资料比较差异均无统计学意义;观察组撤机时生命体征相对稳定,心率、SBP、DBP和外周血氧饱和度与对照组无明显差异;观察组撤机后BNP、PaCO₂、动脉血乳酸、CVP、右心负荷水平均明显低于撤机前[BNP(ng/L):2 325.96±78.51比4 878.48±185.47, PaCO₂(mmHg, 1 mmHg≈0.133 kPa):35.23±3.25比40.75±4.41,动脉血乳酸(mmol/L):2.43±0.61比6.19±1.31, CVP(cmH₂O, 1 cmH₂O≈0.098 kPa):8.32±0.97比15.34±1.74,右心负荷:13.24±0.97比15.69±1.31,均 $P<0.05$], Hb、PaO₂、下腔静脉变异度及LVEF水平均明显高于撤机前[Hb(g/L):104.42±9.78比96.74±6.39, PaO₂(mmHg):94.12±7.78比75.51±4.39,下腔静脉变异度(%):28±7比17±3, LVEF(%):62.41±6.49比45.30±4.51,均 $P<0.05$],且与对照组比较差异均无统计学意义;观察组撤机后3 d的体温、WBC、NEU%、CRP、PCT、IL-10水平均明显低于撤机后1 d[体温(℃):36.83±1.15比37.94±1.41, WBC($\times 10^9/L$):7.82±0.96比14.34±2.15, NEU%:0.71±0.05比0.80±0.07, CRP(mg/L):4.34±0.78比8.94±1.21, PCT(ng/L):0.11±0.02比0.26±0.05, IL-10(ng/L):8.93±1.52比13.51±2.17,均 $P<0.05$],且与对照组比较差异均无统计学意义;两组患者的感染、血栓、肾功能衰竭和消化道出血等并发症发生率比较差异均无统计学意义。**结论** 控制转速下进行VA-ECMO撤机回血可靠安全,且未增加因回血导致的感染及血栓的风险。

【关键词】 体外膜肺氧合; 自体血回输; 撤机回血; 感染; 血栓

基金项目: 河南省医学科学院青年医学科研人员研究项目(QNYJ2023011); 郑州市医疗卫生领域科技創新指导项目(2024YLZDJH045)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250117-00066

Analysis of the effect and safety of autologous blood reinfusion during venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation weaning under controlled rotational speed

Xu Zhijing, Geng Yu'an, Wang Congmei, Qi Lu, Shi Yangang, Xu Zishu, Huang Linkai, Xu Qian, Liu Ruifang

Emergency and Critical Care Medical Center, Henan Provincial Third People's Hospital, Zhengzhou 450000, Henan, China

Corresponding author: Liu Ruifang, Email: liurf2009@126.com

【Abstract】 Objective To investigate the efficacy and safety of autologous blood transfusion during weaning from venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) under controlled rotational speed. **Methods** A retrospective study was conducted, selecting patients who underwent extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) and successfully weaned at the emergency and critical care medicine center of Henan Provincial Third People's Hospital from January 2023 to May 2024. General data including gender, age, body mass index (BMI), European system for cardiac operative risk evaluation (EuroScore), and disease types were collected. Vital signs at weaning [heart rate, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and peripheral oxygen saturation], parameters before and after weaning [B-type natriuretic peptide (BNP), hemoglobin (Hb), partial pressure of arterial oxygen (PaO₂), partial pressure of arterial carbon dioxide (PaCO₂), arterial lactate, central venous pressure (CVP), inferior vena cava collapsibility index, left ventricular ejection fraction (LVEF), and right heart load], post-weaning inflammatory markers at 1-day and 3-day [body temperature, white blood cell count (WBC), neutrophil percentage (NEU%), C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT), interleukin-10 (IL-10)], as well as complications (infection, thrombosis, renal failure, gastrointestinal bleeding) and post-weaning blood return status were recorded. Patients were divided into an observation group (with post-weaning

blood return) and a control group (without post-weaning blood return) based on the presence of blood return after weaning. The changes in the aforementioned parameters were compared between the two groups. **Results** A total of 62 patients were included, with 31 cases in each group. No statistically significant differences were observed between the two groups in baseline characteristics including gender, age, BMI, and EuroScore. At weaning, the observation group exhibited relatively stable vital signs, with no significant differences in heart rate, SBP, DBP, or peripheral oxygen saturation compared to the control group. After weaning, the observation group showed significantly lower levels of BNP, PaCO₂, arterial lactate, CVP, and right heart load compared to pre-weaning values [BNP (ng/L): 2 325.96 ± 78.51 vs. 4,878.48 ± 185.47, PaCO₂ (mmHg, 1 mmHg ≈ 0.133 kPa): 35.23 ± 3.25 vs. 40.75 ± 4.41, arterial lactate (mmol/L): 2.43 ± 0.61 vs. 6.19 ± 1.31, CVP (cmH₂O, 1 cmH₂O ≈ 0.098 kPa): 8.32 ± 0.97 vs. 15.34 ± 1.74, right heart load: 13.24 ± 0.97 vs. 15.69 ± 1.31, all $P < 0.05$], while Hb, PaO₂, inferior vena cava collapsibility index, and LVEF were significantly higher than pre-weaning values [Hb (g/L): 104.42 ± 9.78 vs. 96.74 ± 6.39, PaO₂ (mmHg): 94.12 ± 7.78 vs. 75.51 ± 4.39, inferior vena cava collapsibility (%): 28 ± 7 vs. 17 ± 3, LVEF (%): 62.41 ± 6.49 vs. 45.30 ± 4.51, all $P < 0.05$]. No statistically significant differences were found between the observation group and control group in these parameters. At 3 days post-weaning, the observation group demonstrated significantly lower levels of body temperature, WBC, NEU%, CRP, PCT, and IL-10 compared to 1 day post-weaning [body temperature (°C): 36.83 ± 1.15 vs. 37.94 ± 1.41, WBC ($\times 10^9/L$): 7.82 ± 0.96 vs. 14.34 ± 2.15, NEU%: 0.71 ± 0.05 vs. 0.80 ± 0.07; CRP (mg/L): 4.34 ± 0.78 vs. 8.94 ± 1.21, PCT (μg/L): 0.11 ± 0.02 vs. 0.26 ± 0.05, IL-10 (ng/L): 8.93 ± 1.52 vs. 13.51 ± 2.17, all $P < 0.05$], with no significant differences compared to the control group. No statistically significant differences were observed between the two groups in the incidence of complications including infection, thrombosis, renal failure, and gastrointestinal bleeding. **Conclusions** Autologous blood reinfusion during VA-ECMO weaning under controlled rotational speed is safe and effective, without increasing risks of infection or thrombosis.

[Key words] Extracorporeal membrane oxygenation; Autologous blood reinfusion; Weaning blood return; Infection; Thrombosis

Fund program: Henan Medical Science Youth Research Project (QNYJ2023011); Zhengzhou Medical Health Technology Innovation Guidance Project (2024YLZDJH045)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250117-00066

体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)是一种强大的心肺支持技术,其中静脉-动脉 ECMO(veno-arterial ECMO, VA-ECMO)模式下可以提供暂时的循环及氧合支持^[1]。其原理是在血泵的驱动下,将患者的血液通过特殊的导管引流到体外,经膜式氧合器进行氧合并释放二氧化碳,将氧合后的血液回输到患者体内,以维持机体各器官的灌注和供血^[2]。VA-ECMO 撤机回血是一个复杂且关键的过程,涉及多方面的研究与考量,常受到超声心动图参数、血流动力学参数及其他因素的影响^[3-4]。田静等^[5]研究表明,VA-ECMO 通过将静脉血引流到体外进行氧合,再回输到动脉系统,能同时提供心脏与肺部支持。该技术能减少血液浪费、提高输血疗效,保护机体免疫功能,促进心肺功能恢复。但刘艳等^[6]认为,基于 VA-ECMO 支持下自体血回输时,应注意血液的质量控制、抗凝管理、感染控制及设备和技术保障等问题。本研究旨在探讨 VA-ECMO 支持下自体血回输的效果及安全性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象及分组:采用回顾性研究方法,选择 2023 年 1 月至 2024 年 5 月河南省直第三人民医院急重症医学中心行 ECMO 手术且成功撤机的患者为研究对象,根据撤机后是否回血分为观察组(撤机后回血)和对照组(撤机后不回血)。

1.1.1 纳入标准:① 本院收治的 VA-ECMO 手术病例,且患者均撤机成功;② 资料完整,治疗得到患者家属的支持与配合;③ 患者病情稳定,能配合监测生命体征,并完成血液指标测定和超声检查。

1.1.2 排除标准:① 精神异常、凝血功能障碍或妊娠期和哺乳期;② 血液系统疾病、先天性心脏病或不可逆性多器官损伤;③ 不可逆性脑损伤或心肺损伤。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经本院伦理委员会批准(审批号:2025SZSYLCYJ0303),所有治疗和检测均获得过患者或家属的知情同意。

1.2 撤机回血方法:利用控制 ECMO 泵头的转速对管路内(包括动静脉插管、膜肺、泵头、循环管路)的血液以“静脉插管→泵头→膜肺→动脉插管→机体”的方向进行回输。

1.3 观察指标:① 一般资料:患者性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI)、欧洲心血管手术危险因素评分(European system for cardiac operative risk evaluation, EuroScore)和疾病类型等;② 生命体征:患者撤机时的心率、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)和外周血氧饱和度^[7],以及撤机后 1 d 和 3 d 体温;③ 撤机相关指标:患者撤机前后 B 型脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO₂)、动脉

血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂)、动脉血乳酸^[8]、中心静脉压(central venous pressure, CVP)、下腔静脉变异度、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)和右心负荷^[9];④炎症因子:患者撤机后 1 d 和 3 d 白细胞计数(white blood cell count, WBC)、中性粒细胞比例(neutrophil percentage, NEU%)、C-反应蛋白(C-reactive proten, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、白细胞介素-10(interleukin-10, IL-10)^[10];⑤并发症:患者感染、血栓、肾功能衰竭、消化道出血等并发症发生情况。

1.4 统计学分析:采用 SPSS 26.0 统计软件处理数据。计量资料符合正态分布,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结 果

2.1 患者一般资料:共纳入 62 例行 ECMO 手术且成功撤机的患者,其中观察组和对照组各 31 例。两组间一般资料差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$;表 1)。

2.2 两组撤机时生命体征比较(表 2):两组患者撤机时生命体征均相对稳定,心率、SBP、DBP 和外周血氧饱和度比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),且观察组撤机后未出现心率增快、外周血氧饱和度下降、血压下降等临床症状。

2.3 两组撤机相关指标比较(表 3):两组患者撤机后相关监测指标均得到明显改善,其中 BNP、PaCO₂、动脉血乳酸、CVP、右心负荷水平均明显低于撤机前,Hb、PaO₂、下腔静脉变异度及 LVEF 水平均明显高于撤机前(均 $P < 0.05$)。观察组撤机后未

表 1 是否撤机回血两组行 ECMO 手术且成功撤机患者的一般资料比较

指标	观察组(<i>n</i> =31)	对照组(<i>n</i> =31)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
性别[例(%)]			0.648	0.421
男性	22(70.97)	19(61.29)		
女性	9(29.03)	12(38.71)		
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.31 ± 2.53	22.34 ± 2.56	0.046	0.963
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	59.85 ± 4.71	61.11 ± 4.75	1.049	0.299
EuroScore 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	2.43 ± 0.61	2.46 ± 0.64	0.189	0.851
疾病类型[例(%)]			0.662	0.882
心源性休克	14(45.16)	11(35.48)		
有机氟中毒	4(12.90)	5(16.13)		
急性心梗	10(32.26)	11(35.48)		
其他	10(32.26)	4(12.90)		

注:观察组撤机后回血,对照组撤机后不回血;ECMO 为体外膜肺氧合,BMI 为体质量指数,EuroScore 为欧洲心血管手术危险因素评分

表 2 是否撤机回血两组行 ECMO 手术且成功撤机患者撤机时生命体征比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	心率 (次/min)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	外周血氧 饱和度
观察组	31	91.85 ± 5.19	115.39 ± 5.41	78.85 ± 3.52	0.95 ± 0.03
对照组	31	90.93 ± 5.15	117.53 ± 5.45	79.41 ± 3.49	0.96 ± 0.03
<i>t</i> 值		0.701	1.552	0.629	1.270
<i>P</i> 值		0.486	0.126	0.532	0.209

注:观察组撤机后回血,对照组撤机后不回血;ECMO 为体外膜肺氧合,SBP 为收缩压,DBP 为舒张压;1 mmHg≈0.133 kPa

出现左右心室负荷明显增加、LVEF 值下降、瓣膜关闭不全、BNP 高等循环衰竭症状。

2.4 两组体温及炎症因子比较(表 4):两组患者撤机时炎症反应减轻,撤机后 3 d 体温、WBC、NEU%、CRP、PCT、IL-10 均明显低于撤机后 1 d(均 $P < 0.05$),但两组间各指标差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

表 3 是否撤机回血两组行 ECMO 手术且成功撤机患者撤机前后的撤机相关指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数 (例)	BNP (ng/L)	Hb (g/L)	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	动脉血乳酸 (mmol/L)	CVP (cmH ₂ O)	下腔静脉 变异度(%)	LVEF (%)	右心负荷
观察组	撤机前	31	4 878.48 ± 185.47	96.74 ± 6.39	75.51 ± 4.39	40.75 ± 4.41	6.19 ± 1.31	15.34 ± 1.74	17 ± 3	45.30 ± 4.51	15.69 ± 1.31
	撤机后	31	2 325.96 ± 78.51 ^a	104.42 ± 9.78 ^a	94.12 ± 7.78 ^a	35.23 ± 3.25 ^a	2.43 ± 0.61 ^a	8.32 ± 0.97 ^a	28 ± 7 ^a	62.41 ± 6.49 ^a	13.24 ± 0.97 ^a
对照组	撤机前	31	4 881.31 ± 186.24	96.78 ± 6.42	75.57 ± 4.43	40.79 ± 4.44	6.21 ± 1.33	15.36 ± 1.76	19 ± 5	45.24 ± 4.49	15.71 ± 1.34
	撤机后	31	2 324.48 ± 78.48 ^a	105.51 ± 9.81 ^a	94.23 ± 7.81 ^a	35.26 ± 3.28 ^a	2.25 ± 0.63 ^a	8.31 ± 0.95 ^a	26 ± 6 ^a	62.35 ± 6.46 ^a	13.23 ± 0.96 ^a

注:观察组撤机后回血,对照组撤机后不回血;ECMO 为体外膜肺氧合,BNP 为 B 型脑钠肽,Hb 为血红蛋白,PaO₂ 为动脉血氧分压,PaCO₂ 为动脉血二氧化碳分压,CVP 为中心静脉压,LVEF 为左室射血分数;与本组撤机前比较,^a $P < 0.05$;1 mmHg≈0.133 kPa,1 cmH₂O≈0.098 kPa

表 4 是否撤机回血两组行 ECMO 手术且成功撤机患者撤机后 1 d 和 3 d 体温及炎症因子水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数(例)	体温(℃)	WBC($\times 10^9/L$)	NEU%	CRP(mg/L)	PCT(μg/L)	IL-10(ng/L)
观察组	撤机 1 d	31	37.94 ± 1.41	14.34 ± 2.15	0.80 ± 0.07	8.94 ± 1.21	0.26 ± 0.05	13.51 ± 2.17
	撤机 3 d	31	36.83 ± 1.15 ^a	7.82 ± 0.96 ^a	0.71 ± 0.05 ^a	4.34 ± 0.78 ^a	0.11 ± 0.02 ^a	8.93 ± 1.52 ^a
对照组	撤机 1 d	31	37.96 ± 1.43	14.36 ± 2.16	0.80 ± 0.07	8.97 ± 1.24	0.28 ± 0.07	13.54 ± 2.19
	撤机 3 d	31	36.81 ± 1.14 ^a	7.88 ± 0.98 ^a	0.72 ± 0.06 ^a	4.36 ± 0.80 ^a	0.13 ± 0.03 ^a	8.96 ± 1.50 ^a

注:观察组撤机后回血,对照组撤机后不回血;ECMO 为体外膜肺氧合,WBC 为白细胞计数,NEU% 为中性粒细胞比例,CRP 为 C-反应蛋白,PCT 为降钙素原,IL-10 为白细胞介素-10;与本组撤机 1 d 比较,^a $P < 0.05$

2.5 两组并发症发生情况比较(表 5): 观察组与对照组患者的感染、血栓、肾功能衰竭和消化道出血等并发症发生率比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

表 5 是否撤机回血两组行 ECMO 手术且成功撤机患者的并发症发生情况比较

组别	例数 (例)	感染 [例(%)]	血栓 [例(%)]	肾功能衰竭 [例(%)]	消化道出血 [例(%)]	总体 [例(%)]
观察组	31	1 (3.23)	1 (3.23)	0 (0.00)	1 (3.23)	3 (9.68)
对照组	31	1 (3.23)	1 (3.23)	1 (3.23)	1 (3.23)	4 (12.90)
χ^2 值		0.000	0.000	1.016	0.000	0.161
P 值		1.000	1.000	0.313	1.000	0.688

注: 观察组撤机后回血, 对照组撤机后不回血; ECMO 为体外膜肺氧合

3 讨论

VA-ECMO 作为一种重要的体外生命支持技术, 能为心肺功能严重受损患者提供心脏和呼吸支持^[11]。VA-ECMO 撤机回血的过程涉及将患者从 ECMO 支持中逐渐撤出, 恢复机体自主心肺功能, 重新承担血液循环及气体交换任务^[12-13]。本研究结果显示, 控制转速下进行 VA-ECMO 撤机回血是可靠且安全的。同时, 患者自身血液资源得到充分利用, 不仅降低了住院费用, 而且在一定程度上解放了中心血站缺血、无血的压力, 避免了不必要的血液浪费^[14]。自体血回输后, 患者 Hb 及血小板计数均得到明显提高, 能减少异体输血的需求, 有助于降低异体输血带来的免疫排斥反应和感染风险^[15]。

VA-ECMO 撤机回血需要高效的过滤和清洗血液, 去除所有的杂质和微粒, 亦需要精确控制温度和抗凝条件, 保证血液的活性和功能^[16]。同时, 撤机后回血过程中, 血液常需要抗凝处理, 脱管及回输过程中需要准确地评估和调整抗凝状态, 以避免血栓形成或出血风险。本研究结果显示, 控制转速下进行 VA-ECMO 撤机回血能减轻患者心脏循环衰竭, 有助于降低机体炎症因子水平, 且未提高并发症发生率, 多数患者能从中获益。分析原因可能为: VA-ECMO 撤机回血能为患者提供与自身完全相容的血液, 有助于减少因输血引起的排斥与炎症反应, 提高撤机成功率; 患者自体血回输过程相对简便, 能在 ECMO 撤机过程中同时进行, 无需额外的手术或操作步骤, 可提高临床治疗安全性^[17]。但是, VA-ECMO 撤机回血专业性较强, 需要在专业医疗团队的指导下进行, 并经过严格的评估和监测, 以保证患者安全性和有效性。

综上所述, 控制转速下进行 VA-ECMO 撤机回血是可靠且安全的, 能够降低患者住院费用, 解放中心血站缺血、无血的压力, 同时不增加因回血导致的感染及血栓的风险。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 王婷, 颜晓铭, 赵毛毛, 等. 泵控逆流试验在静脉动脉体外膜肺氧合撤机中的应用研究进展 [J]. 中国急救医学, 2023, 43 (8): 664-668. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2023.08.015.
- [2] 何有宽, 曹勇, 林飞, 等. 不同支持模式下体外膜肺氧合期间患者血小板变化的回顾性队列研究 [J]. 中国全科医学, 2024, 27 (2): 163-167. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0903.
- [3] 马娜, 陈旭峰, 季学丽, 等. 体外膜肺氧合治疗呼吸系统疾病患者预后预测模型研究进展 [J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31 (6): 835-839. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.06.026.
- [4] Jacobs JP, Stammers AH. Improved strategies for ECMO in the setting of renal failure [J]. Ann Thorac Surg, 2023, 115 (2): 550-551. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2022.05.011.
- [5] 田静, 董妍, 周涛, 等. 高体质量指数的特发性肺纤维化患者接受体外膜肺氧合支持的相关结局 [J]. 中华危重病急救医学, 2024, 36 (5): 538-542. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20231119-00989.
- [6] 刘艳, 陈志兰, 曹新颖, 等. 下肢灌注评估量表预防股静脉-动脉体外膜肺氧合患者下肢缺血的护理实践 [J]. 中国体外循环杂志, 2023, 21 (2): 107-110, 128. DOI: 10.13498/j.cnki.chin.jecc.2023.02.10.
- [7] 李坤, 张建国, 马瑞科, 等. 静脉-动脉体外膜肺氧合经皮穿刺与手术切开置管比较的 Meta 分析 [J]. 中国急救医学, 2023, 43 (8): 652-658. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2023.08.013.
- [8] 辛萌, 谢海秀, 杜中涛, 等. 体外膜肺氧合在中国急性中毒成人患者中的应用: 2017-2021 年体外生命支持登记的回顾性分析 [J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31 (12): 1597-1602. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.12.004.
- [9] 高改青, 王鑫, 朱金霞, 等. 体外膜肺氧合辅助肺移植术治疗对终末期肺病患者预后的影响及相关因素分析 [J]. 实用医院临床杂志, 2024, 21 (1): 115-118. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6170.2024.01.024.
- [10] 戴伟英, 庄一渝. 动脉-静脉体外膜肺氧合治疗病人下肢缺血护理清单的设计及应用 [J]. 护理研究, 2022, 36 (8): 1476-1479. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2022.08.032.
- [11] Malas J, Chen QD, Shen T, et al. Outcomes of extremely prolonged (> 50 d) venovenous extracorporeal membrane oxygenation support [J]. Crit Care Med, 2023, 51 (7): e140-e144. DOI: 10.1097/CCM.0000000000005860.
- [12] 韩丹诺, 张帅, 王红, 等. 血液吸附对非体外冠状动脉移植术后体外膜肺氧合患者全身炎症反应的影响 [J]. 心肺血管病杂志, 2024, 43 (8): 846-853. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2024.08.09.
- [13] 田李均, 徐俊贤, 曹志龙, 等. 静脉-动脉-静脉体外膜肺氧合治疗 8 例危重症患者的临床分析 [J]. 中国急救医学, 2023, 43 (3): 213-218. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2023.03.009.
- [14] Bürki C, Volleberg M, Brunner D, et al. Using the hemolysis index of Abbott's Alinity c for the measurement of plasma free hemoglobin in ECMO patients [J]. Clin Biochem, 2022, 100: 67-70. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2021.11.010.
- [15] 曾华北, 夏春华, 程智永, 等. 自体血回输对剖宫产后大出血患者凝血功能转归的影响及体会 [J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2024, 45 (6): 597-601.
- [16] Chommeloux J, Montero S, Franchineau G, et al. Corrigendum to "venoarterial extracorporeal membrane oxygenation flow or dobutamine to improve microcirculation during ECMO for refractory cardiogenic shock" [J]. J Crit Care, 2022, 72: 154193. DOI: 10.1016/j.jccr.2022.154193. Erratum for: J Crit Care, 2022, 71: 154090. DOI: 10.1016/j.jccr.2022.154090.
- [17] 王晓航, 孟树萍, 胡延磊, 等. 早期肠内营养对成人心脏术后静脉-动脉体外膜肺氧合患者近期预后的影响 [J]. 中国急救医学, 2023, 43 (8): 628-631. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2023.08.008.

(收稿日期: 2025-01-17)

(责任编辑: 张耘菲)