

静脉-动脉体外膜肺氧合撤机后腹股沟切口愈合不良的危险因素分析及处理策略

方可¹ 笄欢欢² 汪君¹ 徐前程¹ 魏雅琴¹ 孙瑞祥¹ 鲁卫华¹ 姜小敢¹
江海娇¹ 袁莉萍³

¹皖南医学院第一附属医院(弋矶山医院)重症医学科,安徽省危重症呼吸疾病临床医学研究中心,芜湖 241000; ²皖南医学院第一附属医院(弋矶山医院)麻醉手术室,芜湖 241000; ³皖南医学院第一附属医院(弋矶山医院)护理部,芜湖 241000

通信作者:汪君, Email: wyyjswj@163.com

【摘要】目的 分析行外周型静脉-动脉体外膜肺氧合(VA-ECMO)患者撤机后腹股沟切口愈合不良的发生情况和临床特征,探讨切口愈合不良的危险因素及临床处理策略。**方法** 采用回顾性病例对照研究方法,选择 2022 年 2 月至 2025 年 2 月皖南医学院第一附属医院(弋矶山医院)重症医学科收治的行 VA-ECMO 救治患者作为研究对象。所有患者均在外科开放手术下撤离 ECMO,按照撤机后 ECMO 置管侧腹股沟切口愈合情况分为切口正常愈合组和切口愈合不良组。比较两组患者基本资料、临床参数资料及实验室检查指标;采用单因素及多因素 Logistic 回归分析筛选 ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素。**结果** 最终纳入接受 VA-ECMO 辅助治疗患者 41 例,其中男性 23 例,女性 18 例;27 例患者腹股沟切口正常愈合,14 例患者腹股沟切口愈合不良,切口愈合不良发生率为 34%。两组患者 ECMO 上机地点构成比及 ECMO 置管方案构成比差异均具有统计学意义(均 $P < 0.05$),其中切口愈合不良组多为手术室上机,且大多选择单侧半切开置管方案;与切口正常愈合组相比,切口愈合不良组患者 ICU 住院时间、机械通气时间、连续应用血管活性药物时间更长[ICU 住院时间(d):29.0(21.0, 39.0)比 15.0(10.0, 19.0),机械通气时间(h):454.0(170.0, 789.0)比 134.0(45.0, 269.0),连续应用血管活性药物时间(d):18.5(6.5, 24.3)比 5.0(2.0, 12.0),均 $P < 0.05$],ECMO 撤机后 3 d 内累积液体平衡超载[mL:616.5(-249.3, 2 148.0)比 -878.0(-1 603.0, -387.0), $P < 0.05$],提示 VA-ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良与以上因素相关。单因素 Logistic 回归分析显示,单侧半切开置管方案[优势比(OR)=21.000,95% 置信区间(95%CI)为 2.868 ~ 153.754, $P=0.003$],ICU 住院时间 > 10 d(OR=5.571,95%CI 为 1.042 ~ 29.790, $P=0.045$),ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡(OR=16.133,95%CI 为 3.244 ~ 80.224, $P=0.001$)是接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良的危险因素。将单因素 Logistic 回归分析中有统计学意义的变量纳入二元多因素 Logistic 回归模型,结果显示,单侧半切开置管方案(OR=13.203,95%CI 为 1.295 ~ 134.632, $P=0.029$)及 ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡(OR=14.178,95%CI 为 1.985 ~ 101.245, $P=0.008$)是接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素。14 例腹股沟切口愈合不良患者主要表现为切口大量渗液(12 例)、切口愈合延迟(7 例)、切口不愈合(7 例)、切口感染(4 例)、淋巴漏(4 例)、切口裂开(3 例)。除常规换药外,行负压封闭引流(VSD)处理切口 12 例,再次手术清创 7 例,行皮瓣修复术 2 例。4 例患者因病情危重 ICU 内死亡,切口未愈合;2 例患者出院转诊时切口未愈合;其他患者腹股沟切口最终愈合。**结论** 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良发生率较高,主要表现为切口大量渗液、切口愈合延迟、切口不愈合、切口感染、淋巴漏、切口裂开;单侧半切开置管方案及 ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡是接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素。早期 VSD 是处理切口愈合不良伴大量渗液的有效方案。

【关键词】 体外膜肺氧合;腹股沟;切口愈合不良;危险因素;处理策略

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20251126-00564

Analysis of risk factors and management strategies of poor healing of inguinal incision after weaning of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation

Fang Ke¹, Da Huanhuan², Wang Jun¹, Xu Qiancheng¹, Wei Yaqin¹, Sun Ruixiang¹, Lu Weihua¹, Jiang Xiaogan¹, Jiang Haijiao¹, Yuan Liping³

¹Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College (Yijishan Hospital), Anhui Provincial Clinical Research Center for Critical Respiratory Disease, Wuhu 241000, China; ²Department of Operating Room, the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College (Yijishan Hospital), Wuhu 241000, China; ³Department of Nursing, the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College (Yijishan Hospital), Wuhu 241000, China

Corresponding author: Wang Jun, Email: wyyjswj@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the occurrence and clinical characteristics of poor inguinal incision healing

after weaning in patients undergoing peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO), and to explore its risk factors and clinical management strategies. **Methods** A retrospective case-control study was conducted to select VA-ECMO patients admitted to the intensive care unit (ICU) of the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College (Yijishan Hospital) from February 2022 to February 2025 as the study objects. All patients were weaned from ECMO under open surgery and were divided into normal incision healing group and poor incision healing group according to the healing of the inguinal incision on the side of ECMO catheterization after weaning. The basic data, clinical parameters and laboratory indicators between the two groups were compared, and the risk factors of poor inguinal incision healing after weaning in patients undergoing VA-ECMO were analyzed by univariate and multivariate Logistic regression analyses. **Results** Finally, 41 patients undergoing VA-ECMO were enrolled, including 23 males and 18 females. Among the 41 patients, 27 patients had normal inguinal incision healing, 14 patients had poor inguinal incision healing, and the incidence of poor incision healing was 34%. There were statistically significant differences between the two groups of patients in terms of ECMO catheterization location and ECMO catheterization protocol (both $P < 0.05$). The patients in the poor incision healing group often completed ECMO intubation in the operating room, and most of them chose the unilateral semi-incision catheterization protocol. Compared with the normal incision healing group, the length of ICU stay, the duration of mechanical ventilation and the duration of continuous application of vasoactive drugs in the poor incision healing group were longer [length of ICU stay (days): 29.0 (21.0, 39.0) vs. 15.0 (10.0, 19.0), duration of mechanical ventilation (hours): 454.0 (170.0, 789.0) vs. 134.0 (45.0, 269.0), duration of continuous application of vasoactive drugs (days): 18.5 (6.5, 24.3) vs. 5.0 (2.0, 12.0), all $P < 0.05$], 3-day accumulated fluid balance overload after ECMO weaning [mL: 616.5 (-249.3, 2 148.0) vs. -878.0 (-1 603.0, -387.0), $P < 0.05$], suggesting that the poor healing of inguinal incision after VA-ECMO weaning was related to the above factors. The results of univariate Logistic regression analysis showed that unilateral semi-incision catheterization [odds ratio (OR)=21.000, 95% confidence interval (95%CI) was 2.868–153.754, $P=0.003$], length of ICU stay > 10 days (OR=5.571, 95%CI was 1.042–29.790, $P=0.045$) and positive 3-day accumulated fluid balance after ECMO weaning (OR=16.133, 95%CI was 3.244–80.224, $P=0.001$) were the risk factors for poor inguinal incision healing after weaning in patients undergoing VA-ECMO. The variables with statistical significance in univariate Logistic regression analysis were incorporated into the binary multivariate Logistic regression model. The analysis results showed that unilateral semi-incision catheterization (OR=13.203, 95%CI was 1.295–134.632, $P=0.029$) and positive 3-day accumulated fluid balance after ECMO weaning (OR=14.178, 95%CI was 1.985–101.245, $P=0.008$) were independent risk factors for poor inguinal incision healing after weaning in patients undergoing VA-ECMO. Fourteen patients with poor healing of inguinal incisions presented with massive exudate from the incision (12 cases), delayed incision healing (7 cases), non-healing of the incision (7 cases), incision infection (4 cases), lymphatic leakage (4 cases), and incision dehiscence (3 cases). In addition to routine dressing change, 12 cases underwent negative pressure sealed drainage (VSD), 7 cases underwent reoperation for debridement, and 2 cases underwent flap repair. Four patients died in the ICU with unhealed incisions, 2 patients had unhealed incisions at the time of discharge referral, and the remaining patients' groin incisions eventually healed. **Conclusions** The incidence of poor healing of inguinal incisions after weaning from VA-ECMO is relatively high, mainly manifested as excessive exudate from the incision, delayed incision healing, non-healing of the incision, incision infection, lymphatic leakage, and incision dehiscence. Unilateral semi-incision catheterization and positive 3-day accumulated fluid balance after ECMO weaning are independent risk factors for poor inguinal incision healing in patients undergoing VA-ECMO. Early application of VSD is an effective solution for treating poor incision healing accompanied by a large amount of exudate.

【Key words】 Extracorporeal membrane oxygenation; Inguinal incision; Poor wound healing; Risk factor; Treatment strategy

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20251126-00564

静脉-动脉体外膜肺氧合 (veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO) 是救治严重心肺功能衰竭患者的有效机械辅助手段^[1]。在成人患者中, VA-ECMO 一般分为中央型 VA-ECMO (central VA-ECMO, cVA-ECMO) 和外周型 VA-ECMO (peripheral VA-ECMO, pVA-ECMO), 其中 pVA-ECMO 是非心脏手术患者最常用的转流模式^[2]。VA-ECMO 的建立往往较紧急, 经股动脉置管简单便携, 因此 pVA-ECMO 以股动脉、股静脉插管建立循环最为常见^[3], 股动静脉插管可通过 Seldinger 技术穿刺或半切开手术直视下置入。体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 撤机可由血管外科医

生自腹股沟入路在开放直视手术下拔除动静脉导管并进行血管探查及修复, 以减少血管并发症的发生; 但 ECMO 撤机后也可发生腹股沟切口愈合不良, 包括切口裂开、切口感染、切口血肿、软组织坏死、淋巴漏、切口大量渗液^[4-8], 总体发生率达 22.3%^[4]。与其他主要并发症相比, 腹股沟切口并发症容易被临床医护人员忽略, 通常需要负压封闭引流 (vacuum sealing drainage, VSD) 或再次手术干预, 导致患者生活质量下降, 重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 住院时间延长, 甚至可能危及生命^[9]。目前国内尚鲜见有关 ECMO 撤机后腹股沟切口并发症的研究。本研究通过回顾性比较 VA-ECMO 撤机后腹股沟切口

正常愈合与愈合不良患者的临床资料,分析发生切口愈合不良的危险因素,总结其临床特征,探讨临床处理策略,以期为预防及处理 VA-ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良提供实践经验。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用回顾性病例对照研究方法,选择 2022 年 2 月至 2025 年 2 月皖南医学院第一附属医院(弋矶山医院)重症医学科收治的行 VA-ECMO 救治患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:① 年龄 ≥ 18 岁;② 应用 pVA-ECMO 辅助治疗;③ ECMO 的撤离由外科医生行直视下股动静脉修复术完成。

1.1.2 排除标准:① 家属放弃治疗后撤机;② 撤机后存活时间 < 10 d;③ 经腋动脉插管行逆行灌注;④ 采用传统按压穿刺点法完成 ECMO 撤机;⑤ 临床资料缺失,包括 ECMO 运行监测数据记录不完整或实验室检查资料、随访资料缺失。

1.2 资料提取与质量控制:由 2 名研究者从本院电子病历系统中调取患者临床资料,包括性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、基础疾病、急性生理学及慢性健康状况评分 II (Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II, APACHE II)、ECMO 上机前血管活性药-正性肌力药评分[vasoactive-inotropic score, VIS(Gaies 版本^[10])], ECMO 上机原因、是否为体外心肺复苏(external cardiopulmonary resuscitation, ECPR)、ICU 住院时间、机械通气时间、ECMO 撤机后 7 d 血制品输注情况、ECMO 撤机后有无肾脏替代治疗(renal replacement therapy, RRT)、ECMO 撤机后 3 d 内每日液体平衡、连续应用血管活性药物时间、腹股沟手术切口愈合情况、切口愈合不良的类型及处理策略、预后指标;从 ECMO 运行监测记录单中调取 ECMO 建立、运行及撤机资料,包括 ECMO 上机地点、ECMO 动静脉置管方式、是否置入远端灌注导管(distal perfusion cannula, DPC)、ECMO 初始参数、ECMO 运行时间、ECMO 撤机前有无 RRT、ECMO 撤机手术时间、并发症发生情况;从实验室信息系统中收集 ECMO 撤机前 3 d 内心功能指标、感染学指标、凝血指标、生化指标、血常规指标,包括 N 末端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、白细胞计数(white blood cell count, WBC)、D-二聚体、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、白蛋白(albumin, Alb)、血肌酐(serum

creatinine, SCr)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血小板计数(platelet count, PLT),计算撤机前 3 d 内所有实验室检查指标均值。

科内建立 ECMO 随访资料库,患者转出 ICU 后,由 2 名 ECMO 质控护士追踪记录 ECMO 撤机后并发症发生情况,并将数据资料入库,确认无误后上传电子签名存档,自库中调取随访资料。由 2 名研究者将数据资料录入 EXCEL 在线表格,由另 2 名研究者对数据进行复查、筛选、核算,确保数据准确并汇总。

1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并通过医院医学伦理委员会批准(审批号:2025-117),所有治疗及检测均获得过患者或家属的知情同意。

1.4 ECMO 撤机后 3 d 内液体平衡计算方法:考虑到液体过载可能加剧组织间隙水肿、切口周围组织灌注不足、切口渗液,造成切口愈合不良,结合文献内容^[11-12]与临床经验,最终确定以 ECMO 撤机后 3 d 内液体平衡作为观察指标。每日液体平衡的计算方法为每日液体入量(所有经静脉输注液体量、管饲肠内营养液量、经口摄入量之和)与出量(二便量、RRT 超滤量、出血量、各种引流液量、呕吐量之和)的差值;ECMO 撤机后 3 d 内累积液体平衡为 ECMO 撤机后 3 d 内每日液体平衡之和。

1.5 切口愈合不良的诊断与分型:切口愈合不良指切口愈合的 3 个生物学阶段(炎症期、纤维组织增生期、瘢痕形成修复期)出现明显的停滞或延迟,导致切口长时间不愈合甚至切口裂开,切口有明显的感染性或非感染性渗出,伴有或不伴有组织坏死,并补充腹股沟切口特征性并发症“淋巴漏”。切口愈合不良包括切口裂开、切口感染、切口血肿、软组织坏死、淋巴漏、切口大量渗液,表现为切口愈合延迟或切口不愈合^[4-8, 13]。

1.6 试验分组:按照撤机后 ECMO 置管侧腹股沟切口愈合情况分为切口正常愈合组和切口愈合不良组。

1.7 统计学处理:所有数据采用 SPSS 26.0 软件进行分析。计量资料通过 Shapiro-Wilk 法进行正态性检验,正态分布数据以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间数据比较采用独立样本 t 检验;偏态分布数据以中位数(四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间数据比较采用非参数 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数(%)表示,组间数据比较采用 χ^2 检验;当出现期望频数 < 5 时,使用 Fisher 精确检验进行组间比较。将组间比较差异有统计学意义的指标纳入单因素 Logistic 回归分析,确定 ECMO 撤机后腹股沟切口

愈合不良的影响因素,再将单因素 Logistic 回归分析中有统计学意义的变量纳入二元多因素 Logistic 回归模型,计算优势比(odds ratio, OR)及其 95% 置信区间(95% confidence interval, 95%CI),分析 ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

2.1 基本资料(表 1):最终纳入行 VA-ECMO 辅助治疗患者 41 例,其中男性 23 例,女性 18 例;27 例患者腹股沟切口正常愈合, 14 例患者腹股沟切口愈合不良,切口愈合不良发生率为 34%。切口正常愈合组与切口愈合不良组患者性别、年龄、BMI、基础疾病、APACHE II 评分、ECMO 上机前 VIS 评分、ECMO 上机原因构成比、ECPR 比例、ECMO 初始参数、ICU 结局差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);两组患者 ECMO 上机地点构成比差异有统计学意义($P < 0.05$),其中切口愈合不良组有 8 例患者在手术室完成上机,上机原因主要为心脏术后停机困难 5 例、术后即刻发生严重低心排量综合征(low cardiac output syndrome, LCOS)2 例、左心室辅助装置植入术后发生急性右心衰竭行右心室辅助 1 例。

2.2 临床参数(表 2):两组患者在 ECMO 置管方案构成比、ICU 住院时间、机械通气时间、ECMO 撤机

后 3 d 内累积液体平衡、连续应用血管活性药物时间方面差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);与切口正常愈合组相比,切口愈合不良组选择单侧半切开置管方案的患者比例更高,ICU 住院时间、机械通气时间、连续应用血管活性药物时间更长,ECMO 撤机后 3 d 内累积液体平衡过度负荷。两组在 DPC 置入比例、ECMO 运行时间、机械通气比例、ECMO 撤机手术时间、ECMO 撤机后 7 d 红细胞悬液及血浆输注情况、ECMO 撤机前后合并 RRT 方面差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.3 ECMO 撤机前实验室检查指标(表 3):两组患者 ECMO 撤机前 3 d 内 NT-proBNP、PCT、WBC、D-二聚体、APTT、Alb、SCr、Hb、PLT 均值差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.4 单因素 Logistic 回归分析(表 4~5):将组间比较差异具有统计学意义的 ECMO 上机地点、ECMO 置管方案、ICU 住院时间、机械通气时间、ECMO 撤机后 3 d 内累积液体平衡及连续应用血管活性药物时间纳入单因素 Logistic 回归分析,结果显示,单侧半切开置管方案、ICU 住院时间 > 10 d、ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡是接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良的危险因素(均 $P < 0.05$)。

表 1 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后是否发生腹股沟切口愈合不良两组基本资料比较

指标	全体 (41 例)	切口正常愈合组 (27 例)	切口愈合不良组 (14 例)	统计量值	P 值	指标	全体 (41 例)	切口正常愈合组 (27 例)	切口愈合不良组 (14 例)	统计量值	P 值
性别 [例 (%)]				$\chi^2=0.321$	0.571	感染性休克	3(7)	3(11)	0(0)		
男性	23(56)	16(59)	7(50)			其他	6(15)	3(11)	3(21)		
女性	18(44)	11(41)	7(50)			ECMO 上机地点 [例 (%)]				-	0.018
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	54.2 \pm 14.5	52.8 \pm 15.3	56.7 \pm 12.8	$t=-0.830$	0.412	ICU	16(39)	12(45)	4(29)		
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.5 \pm 2.8	23.2 \pm 2.5	24.0 \pm 3.2	$t=-0.853$	0.399	手术室	11(27)	3(11)	8(57)		
基础疾病 [例 (%)]						外院	10(24)	9(33)	1(7)		
高血压	18(44)	9(33)	9(64)	$\chi^2=3.586$	0.058	急诊	3(7)	2(7)	1(7)		
糖尿病	6(15)	2(7)	4(29)	-	0.157	病房	1(3)	1(4)	0(0)		
APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	26.1 \pm 8.0	25.3 \pm 8.9	27.6 \pm 5.8	$t=-0.848$	0.402	ECPR [例 (%)]	7(17)	6(22)	1(7)	-	0.389
ECMO 上机前 VIS 评分 [分, $M(Q_1, Q_3)$]	29.2 (17.5, 64.5)	32.0 (17.0, 64.9)	25.5 (16.3, 69.3)	$Z=-0.261$	0.796	ECMO 初始参数 ($\bar{x} \pm s$)					
ECMO 上机原因 [例 (%)]				-	0.078	泵转速 (kr/min)	3.4 \pm 0.5	3.5 \pm 0.4	3.3 \pm 0.5	$t=0.916$	0.365
心肌梗死	14(34)	11(41)	3(21)			泵流量 (L/min)	3.2 \pm 0.8	3.2 \pm 0.5	3.2 \pm 1.1	$t=0.311$	0.757
心脏术后停机困难或 LCOS	11(27)	4(15)	7(50)			吹入气流量 (L/min)	2.8 \pm 0.8	2.9 \pm 0.7	2.7 \pm 1.0	$t=0.899$	0.374
暴发性心肌炎	7(17)	6(22)	1(7)			ICU 存活 [例 (%)]	32(78)	22(81)	10(71)	$\chi^2=0.544$	0.692

注:VA-ECMO 为静脉-动脉体外膜肺氧合,BMI 为体质指数,APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II,ECMO 为体外膜肺氧合,VIS 为血管活性药-正性肌力药评分,LCOS 为低心排量综合征,ICU 为重症监护病房,ECPR 为体外心肺复苏;- 为 Fisher 精确检验

表 2 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后是否发生腹股沟切口愈合不良两组临床参数比较

指标	全体(41 例)	切口正常愈合组(27 例)	切口愈合不良组(14 例)	统计量值	P 值
ECMO 置管方案 [例(%)]				-	0.002
双侧穿刺法	21(51)	18(67)	3(21)		
单侧穿刺法	11(27)	7(26)	4(29)		
单侧半切开法	9(22)	2(7)	7(50)		
DPC 置入 [例(%)]	35(85)	24(89)	11(79)	-	0.393
ECMO 运行时间 [h, M(Q ₁ , Q ₃)]	178.0(137.0, 251.0)	172.0(139.0, 211.0)	251.0(134.3, 308.5)	Z=1.512	0.135
ICU 住院时间 [d, M(Q ₁ , Q ₃)]	18.0(11.0, 28.0)	15.0(10.0, 19.0)	29.0(21.0, 39.0)	Z=3.110	0.001
机械通气 [例(%)]	34(83)	21(78)	13(93)	-	0.389
机械通气时间 [h, M(Q ₁ , Q ₃)]	170.0(86.0, 548.0)	134.0(45.0, 269.0)	454.0(170.0, 789.0)	Z=2.467	0.013
ECMO 撤机手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	93.8 ± 26.2	98.6 ± 27.9	84.4 ± 20.4	t=1.678	0.101
ECMO 撤机后 7 d 红细胞悬液输注情况 [例(%)]				-	0.170
红细胞悬液 >400 mL	14(34)	7(26)	7(50)		
红细胞悬液 ≤400 mL	27(66)	20(74)	7(50)		
ECMO 撤机后 7 d 血浆输注情况 [例(%)]				-	0.068
血浆 >400 mL	12(29)	5(19)	7(50)		
血浆 ≤400 mL	29(71)	22(81)	7(50)		
ECMO 撤机后 3 d 内累积液体平衡 [mL, M(Q ₁ , Q ₃)]	-675.0(-1 560.0, 1 121.5)	-878.0(-1 603.0, -387.0)	616.5(-249.3, 2 148.0)	Z=2.392	0.016
ECMO 撤机前后合并 RRT [例(%)]	17(41)	9(33)	8(57)	$\chi^2 = 2.153$	0.189
连续应用血管活性药物时间 [d, M(Q ₁ , Q ₃)]	7.0(3.0, 19.0)	5.0(2.0, 12.0)	18.5(6.5, 24.3)	Z=2.495	0.012

注: VA-ECMO 为静脉-动脉体外膜肺氧合, ECMO 为体外膜肺氧合, DPC 为远端灌注导管, ICU 为重症监护病房, RRT 为肾脏替代治疗; - 为 Fisher 精确检验

表 3 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后是否发生腹股沟切口愈合不良两组撤机前 3 d 内实验室检查指标均值比较

指标	全体(41 例)	切口正常愈合组(27 例)	切口愈合不良组(14 例)	统计量值	P 值
NT-proBNP [ng/L, M(Q ₁ , Q ₃)]	2 901.00 (1 504.50, 14 074.00)	2 729.00 (1 034.00, 12 512.00)	5 223.00 (2 562.50, 16 663.25)	Z=1.732	0.086
PCT [μg/L, M(Q ₁ , Q ₃)]	1.22(0.21, 4.42)	1.44(0.16, 4.13)	1.18(0.54, 11.91)	Z=0.660	0.523
WBC [$\times 10^9/L$, M(Q ₁ , Q ₃)]	10.80(8.85, 16.95)	10.80(8.70, 16.50)	11.05(8.90, 18.60)	Z=0.192	0.860
D-二聚体 [mg/L, M(Q ₁ , Q ₃)]	9.75(4.24, 27.52)	10.67(4.21, 32.36)	8.62(4.44, 16.86)	Z=-0.632	0.541
APTT [s, M(Q ₁ , Q ₃)]	44.10(34.05, 56.00)	47.40(34.40, 55.80)	38.15(31.18, 58.65)	Z=-1.114	0.269
Alb [g/L, M(Q ₁ , Q ₃)]	33.00(29.65, 34.85)	33.00(30.00, 34.80)	31.95(28.98, 34.98)	Z=-0.193	0.860
SCr [μmol/L, M(Q ₁ , Q ₃)]	102.70(71.60, 185.05)	95.20(61.90, 182.80)	134.80(75.60, 192.83)	Z=0.784	0.438
Hb (g/L, $\bar{x} \pm s$)	93.27 ± 15.41	93.44 ± 13.20	92.93 ± 19.55	t=0.100	0.921
PLT [$\times 10^9/L$, M(Q ₁ , Q ₃)]	102.00(83.50, 134.00)	102.00(84.00, 119.00)	102.50(63.25, 178.00)	Z=0.234	0.817

注: VA-ECMO 为静脉-动脉体外膜肺氧合, NT-proBNP 为 N 末端脑钠肽前体, PCT 为降钙素原, WBC 为白细胞计数, APTT 为活化部分凝血活酶时间, Alb 为白蛋白, SCr 为血肌酐, Hb 为血红蛋白, PLT 为血小板计数

表 4 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良危险因素的单因素 Logistic 回归分析自变量中分类变量的赋值情况

分类变量	赋值方案
ECMO 上机地点	“ICU”=0; “手术室”=1; “外院”=2; “急诊”=3; “病房”=4
ECMO 置管方案	“双侧穿刺法”=0; 单侧穿刺法”=1; “单侧半切开法”=2
ICU 住院时间	“≤10 d”=0; “>10 d”=1
机械通气时间	“≤120 h”=0; “>120 h”=1
ECMO 撤机后 3 d 内累积液体平衡	“负平衡”=0; “正平衡”=1
连续应用血管活性药物时间	“≤7 d”=0; “>7 d”=1

注: VA-ECMO 为静脉-动脉体外膜肺氧合, ECMO 为体外膜肺氧合, ICU 为重症监护病房

表 5 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良危险因素的单因素 Logistic 回归分析

指标	OR 值	95%CI	P 值
ECMO 上机地点	0.820	0.438 ~ 1.535	0.534
单侧半切开置管方案	21.000	2.868 ~ 153.754	0.003
ICU 住院时间 >10 d	5.571	1.042 ~ 29.790	0.045
机械通气时间 >120 h	2.521	0.568 ~ 11.181	0.224
ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡	16.133	3.244 ~ 80.224	0.001
连续应用血管活性药物时间 >7 d	2.692	0.675 ~ 10.740	0.161

注: VA-ECMO 为静脉-动脉体外膜肺氧合, ECMO 为体外膜肺氧合, ICU 为重症监护病房, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 置信区间

2.5 多因素 Logistic 回归分析(表 6):以单因素 Logistic 回归分析中有统计学意义的单侧半切开置管方案、ICU 住院时间 >10 d 及 ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡 3 项指标作为自变量,以 VA-ECMO 撤机后是否发生腹股沟切口愈合不良作为因变量(切口正常愈合:Y=0;切口愈合不良:Y=1),进行二元多因素 Logistic 回归分析,结果显示,单侧半切开置管方案及 ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡是接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素(均 $P < 0.05$)。

表 6 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良危险因素的多因素 Logistic 回归分析

指标	β 值	s_e	χ^2 值	OR 值	95%CI	P 值
单侧半切开置管方案	2.580	1.185	4.744	13.203	1.295 ~ 134.632	0.029
ICU 住院时间 >10 d	0.167	1.216	0.019	1.182	0.109 ~ 12.813	0.891
ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡	2.652	1.003	6.989	14.178	1.985 ~ 101.245	0.008

注:VA-ECMO 为静脉-动脉体外膜肺氧合,ICU 为重症监护病房,ECMO 为体外膜肺氧合,OR 为优势比,95%CI 为 95% 置信区间

2.6 腹股沟切口愈合不良的临床特征及处理策略(表 7):14 例 VA-ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良患者主要表现为切口大量渗液(12 例)、切口愈合延迟(7 例)、切口不愈合(7 例)、切口感染(4 例)、淋巴漏(4 例)、切口裂开(3 例)。除常规换药外,12 例患者行 VSD 处理切口,7 例患者需要再次手术清创,2 例患者行皮瓣修复术。4 例患者因病情危重 ICU 内死亡,切口未愈合;2 例患者出院转诊时切口未愈合;其他患者腹股沟切口最终愈合。

3 讨论

pVA-ECMO 撤机拔管一般通过腹股沟入路行外科开放手术拔除导管并作血管探查、修复,或直接拔除导管后物理压迫穿刺点。行开放手术撤机容易导致腹股沟切口愈合不良,物理压迫止血存在血管并发症和出血风险^[8,14]。近年来使用血管闭合装置行 VA-ECMO 撤机拔管的可行性及安全性得到了证实^[15-16],但该项技术目前尚未广泛开展;部分血管闭合装置处理 DPC 时股浅动脉并发症较多也是限制因素之一^[17]。所以目前通过腹股沟入路行外科血管修复撤离 VA-ECMO 仍是主流。本研究旨在探讨 VA-ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良的危险因素,试图寻找可以临床干预的危险因子,从而改善患者预后轨迹,同时针对切口愈合不良的临床管理经

表 7 接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良的临床特征及处理策略

例序	临床特征	处理策略	切口愈合结局	ICU 结局
例 1	切口大量渗液、切口裂开、切口感染、切口不愈合	换药、手术清创、VSD	愈合	存活
例 2	切口愈合延迟	换药	愈合	存活
例 3	切口大量渗液、淋巴漏、切口裂开、切口不愈合	换药、VSD	未愈合	死亡
例 4	切口大量渗液、淋巴漏、切口感染、切口裂开、切口不愈合	换药、手术清创、VSD	未愈合	存活转院
例 5	切口大量渗液、切口愈合延迟	换药、VSD	未愈合	死亡
例 6	切口愈合延迟	换药、手术清创	愈合	存活
例 7	切口大量渗液、切口不愈合	换药、手术清创、VSD	未愈合	死亡
例 8	切口大量渗液、切口愈合延迟	换药、VSD	愈合	存活
例 9	切口大量渗液、切口感染、切口不愈合	换药、手术清创、皮瓣修复术、VSD	未愈合	存活转院
例 10	切口大量渗液、切口愈合延迟	换药、VSD	愈合	存活
例 11	切口大量渗液、切口愈合延迟	换药、VSD	未愈合	死亡
例 12	切口大量渗液、淋巴漏、切口不愈合	换药、手术清创、VSD	愈合	存活
例 13	切口大量渗液、淋巴漏、切口愈合延迟	换药、VSD	愈合	存活
例 14	切口大量渗液、切口感染、切口不愈合	换药、手术清创、皮瓣修复术、VSD	愈合	存活

注:VA-ECMO 为静脉-动脉体外膜肺氧合,VSD 为负压封闭引流

验进行总结,最终通过多因素 Logistic 回归分析确定选择单侧半切开置管方案及 ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡为 VA-ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素。

3.1 VA-ECMO 置管方案的选择:股动静脉插管是成人 pVA-ECMO 血管通路建立的一线策略。采用经皮穿刺置管方案建立 ECMO 血管通路在 20 世纪 90 年代即被提及^[18],但由于穿刺不良事件及下肢缺血并发症发生率较高,外科切开或半切开置管方案转而成为首选。近年来随着 ECMO 相关设备、耗材及技术的改进与更迭,在彩色多普勒超声引导下进行经皮股动静脉穿刺插管成为 ICU 医生床旁建立 ECMO 血管通路的首选方案,从 2007 年到 2011 年,经皮穿刺 ECMO 的使用增加了 15 倍以上,血管并发症及穿刺不良事件发生率显著下降^[19-20]。

心脏外科直视手术后即刻急性心功能不全发生率为 3%~5%^[21],表现为无法脱离体外循环或停止体外循环后发生 LCOS^[22],心脏直视手术后 0.4%~

3.7% 的患者因难治性急性心功能不全需 VA-ECMO 辅助治疗^[19]。与经皮穿刺相比,共识更倾向于推荐半切开或切开置管作为心脏术后 ECMO 的血管通路建立方案^[23]。在手术室由心脏外科医生行开放手术暴露单侧股动静脉,在切口下方通过 Seldinger 技术直视下进行穿刺置管,置管结束缝合切口,即单侧半切开置管^[24]。本研究中有 9 例心脏手术后患者在手术室采取单侧半切开置管方案建立 VA-ECMO,其中 7 例撤机后腹股沟切口愈合不良;多因素 Logistic 回归分析显示,单侧半切开置管方案是 VA-ECMO 撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素。可能与以下因素有关:① ECMO 的撤离会再次以原腹股沟切口为入路,造成新生肉芽组织损伤,增加淋巴漏发生风险;② 切口暴露时间过长,腹股沟区易被排泄物污染,增加细菌滋生和移位风险^[25];③ 外科医生常将血管荷包缝线通过血管吊带延至切口外以备撤机时用,但会增加逆行感染风险,同时血管吊带在止血钳的重力牵拉下会影响切口皮缘的血供,造成皮缘缺血甚至坏死,间接造成切口愈合延迟或不愈合。因此,对于停止体外循环困难需桥接 VA-ECMO 的心脏手术患者,由 ICU 的 ECMO 专家在超声引导下经皮置入动静脉导管建立 ECMO,获得满意流量后停止体外循环,是一个理想的选择。

3.2 ECMO 撤机后早期应避免累积液体正平衡:在 VA-ECMO 支持初始阶段往往需要大量输注晶体液或血制品以维持足够的血流量^[26],尤其是心脏术后患者。有研究报告,有效血容量降低 10%~15% 可导致 ECMO 血流量下降 50%,而低血流量状态可直接导致组织灌注不足及器官功能障碍^[27]。目前国内外与 ECMO 相关的液体平衡研究大多聚焦于 ECMO 启动后 3 d 或 5 d 内累积平衡,研究结果一致趋向于 ECMO 启动后早期累积液体过度负荷与不良结局相关^[11, 28-29],但鲜有关于 ECMO 撤机后早期液体平衡对临床结局影响的研究。与 ECMO 启动后早期液体平衡管理一致,撤机后早期液体平衡管理同样重要。本研究多因素 Logistic 回归分析显示,ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡是撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素。本研究中 ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡患者多为心脏手术后接受 VA-ECMO 辅助治疗,病情更为复杂,撤机后接受血制品输注量较大、组织间隙渗出严重,且常应用 RRT,在临床上可能存在 RRT 延迟、未达目标超滤等情况,导致该部分患者撤离 ECMO 后容易出现液体正平衡。

在 ECMO 撤机后早期内皮细胞屏障破坏持续存在并伴随全身炎症反应致毛细血管渗漏的情况下,液体过度负荷可能加剧组织间隙水肿。腹股沟切口创面周围组织水肿会引起局部毛细血管受压,导致切口周围组织灌注不足,影响肉芽组织生长^[30]。同时,切口周围组织水肿会引起切口大量渗液,造成切口愈合延迟,增加感染风险。鉴于此,VA-ECMO 撤机后早期液体平衡管理应注意以下 3 点:① 采取目标导向性个体化液体治疗策略,结合动态血流动力学指标与每日液体平衡进行指导,以满足全身组织灌注即可,避免液体正平衡;② 在 VA-ECMO 撤机后早期阶段,对于急性肾功能损伤或慢性肾功能不全及对利尿剂反应不佳者,RRT 应及早介入;③ 在以中心静脉压及经胸超声心动图评估容量的基础上,结合每日体质量判断组织液体积聚程度较理想^[26, 29]。

3.3 VSD 是 ECMO 撤机后切口愈合不良的有效处理策略:VSD 是一种使用真空敷料加速伤口愈合的有效技术^[31]。VSD 将开放性伤口转化为闭合性伤口,从而降低了污染和感染风险。VSD 可通过负压不断清除切口周围组织渗液,从而减轻局部水肿、加速坏死物质清除,也能通过负压增加微循环血流速度、提高局部血流灌注、促进肉芽组织形成,从而达到预防切口感染、加速切口愈合的目的,同时可减少换药次数,减轻患者痛苦^[32-33]。

本研究 14 例腹股沟切口愈合不良患者中,12 例在 VA-ECMO 撤机后应用 VSD 处理切口,除 6 例患者因病情危重死亡(4 例)或转诊至外院(2 例)外,其他 6 例患者腹股沟切口均在院内愈合。本研究中术后切口愈合不良常以切口大量渗液为首要表现,可能与组织水肿、淋巴漏或脂肪液化有关。单中心经验认为,若出现切口大量渗液,可及早考虑应用 VSD 清除渗液、促进切口愈合、防止切口感染或裂开。根据切口形状修剪 VSD 泡沫敷料,切口周围皮肤使用水胶体敷料保护,用无菌贴膜充分封闭 VSD 敷料,维持负压在 7 kPa 左右,每隔 3 d 更换 1 次敷料。

综上所述,目前国内针对血管闭合装置在 ECMO 撤机中的应用尚处于初始阶段,直接拔管按压会增加血管并发症发生率,多数撤机仍以外科开放手术为主,术后腹股沟切口并发症发生率较高。本研究表明,单侧半切开置管方案及 ECMO 撤机后 3 d 内累积液体正平衡是接受 VA-ECMO 辅助治疗患者撤机后腹股沟切口愈合不良的独立危险因素,早期应用 VSD 是处理切口愈合不良的有效方案。本研究亦

存在局限性：① 存在单中心、回顾性设计的固有偏倚；② 样本量小，尤其是切口愈合不良病例数有限，影响多因素分析结论的稳健性和外推性；③ 部分潜在因素（如营养状况、具体缝合技术、术后制动时间等）可能未完全收集和分析。因此，本研究结论仍需多中心、大样本的前瞻性设计加以验证。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 方可：酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、分析/解释数据、起草文章、统计分析；笰欢欢：分析/解释数据、图表绘制；汪君：酝酿和设计实验，对文章的知识性内容作批评性审阅，行政、技术或材料支持，指导，论文修改；徐前程：酝酿和设计实验、对文章的知识性内容作批评性审阅、统计分析；魏雅琴、孙瑞祥：采集数据、分析/解释数据；鲁卫华：获取研究经费，行政、技术或材料支持；姜小敢：指导、支持性贡献；江海娇、袁莉萍：对文章的知识性内容作批评性审阅、指导

参考文献

[1] Smith M, Vukomanovic A, Brodie D, et al. Duration of veno-arterial extracorporeal life support (VA ECMO) and outcome: an analysis of the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) registry[J]. Crit Care, 2017, 21(1): 45. DOI: 10.1186/s13054-017-1633-1.

[2] Bonicolini E, Martucci G, Simons J, et al. Limb ischemia in peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation: a narrative review of incidence, prevention, monitoring, and treatment[J]. Crit Care, 2019, 23(1): 266. DOI: 10.1186/s13054-019-2541-3.

[3] 中国医师协会体外生命支持专业委员会, 山东省医师协会体外生命支持专业委员会. 中国成人经股动脉 VA-ECMO 治疗期间下肢缺血防治专家共识 (2023)[J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35(8): 785-792. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230426-00323.

[4] Smood B, Fowler C, Rao SD, et al. Subacute groin complications related to ECMO cannulation are associated with longer hospitalizations[J]. J Artif Organs, 2023, 26(2): 119-126. DOI: 10.1007/s10047-022-01342-3.

[5] Salna M, Takayama H, Garan AR, et al. Incidence and risk factors of groin lymphocele formation after venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock patients[J]. J Vasc Surg, 2018, 67(2): 542-548. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.05.127.

[6] Allou N, Lo Pinto H, Persichini R, et al. Cannula-related infection in patients supported by peripheral ECMO: clinical and microbiological characteristics[J]. ASAIO J, 2019, 65(2): 180-186. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000771.

[7] Haddad P, Chasin C, Xu JQ, et al. Single-center surgical site infection rate after peripheral ECMO decannulation and surgical repair[J]. Ther Adv Infect Dis, 2022, 9: 20499361221132148. DOI: 10.1177/20499361221132148.

[8] Danial P, Hajage D, Nguyen LS, et al. Percutaneous versus surgical femoro-femoral veno-arterial ECMO: a propensity score matched study[J]. Intensive Care Med, 2018, 44(12): 2153-2161. DOI: 10.1007/s00134-018-5442-z.

[9] Kuonqui K, Diaddigo SE, LaValley MN, et al. Management of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation cannulation-associated groin wound complications with muscle flaps at a high-acuity cardiac referral center[J]. Ann Plast Surg, 2024, 93(6): 696-700. DOI: 10.1097/SAP.0000000000004138.

[10] Gaies MG, Gurney JG, Yen AH, et al. Vasoactive-inotropic score as a predictor of morbidity and mortality in infants after cardiopulmonary bypass[J]. Pediatr Crit Care Med, 2010, 11(2): 234-238. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3181b806fc.

[11] Jendoubi A, de Roux Q, Ribot S, et al. Fluid management in adult patients undergoing venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a scoping review[J]. J Crit Care, 2025, 86: 155007. DOI: 10.1016/j.jcrc.2024.155007.

[12] Gao C, Yang L, Ju JH, et al. Risk and prognostic factors of replantation failure in patients with severe traumatic major limb mutilation[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(4): 3203-3210. DOI: 10.1007/s00068-021-01876-w.

[13] 康焱, 周宗科, 杨惠林, 等. 中国骨科手术加速康复切口管理指南[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2018, 11(1): 3-10. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2018.01.003.

[14] Yeo HJ, Kim HJ, Jang JH, et al. Vascular complications arising from hemostasis with manual compression following extracorporeal membrane oxygenation decannulation[J]. J Card Surg, 2016, 31(2): 123-126. DOI: 10.1111/jocs.12678.

[15] Xu X, Liu ZJ, Han P, et al. Feasibility and safety of total percutaneous closure of femoral arterial access sites after veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(45): e17910. DOI: 10.1097/MD.00000000000017910.

[16] Zhu AY, Tan CQ, Meredith G. Comparison of percutaneous decannulation and open surgical repair for large-bore arterial access sites of extracorporeal membrane oxygenation[J]. Perfusion, 2025, 40(2): 308-316. DOI: 10.1177/02676591241241609.

[17] Roberts SH, Schumer EM, Sullivan M, et al. Percutaneous decannulation reduces procedure length and rates of groin wound infection in patients on venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. JTCVS Open, 2024, 18: 80-86. DOI: 10.1016/j.jxon.2024.01.012.

[18] Muehrcke DD, McCarthy PM, Stewart RW, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for postcardiotomy cardiogenic shock[J]. Ann Thorac Surg, 1996, 61(2): 684-691. DOI: 10.1016/0003-4975(95)01042-4.

[19] Lorusso R, Raffa GM, Alenizy K, et al. Structured review of post-cardiotomy extracorporeal membrane oxygenation: part 1-adult patients[J]. J Heart Lung Transplant, 2019, 38(11): 1125-1143. DOI: 10.1016/j.healun.2019.08.014.

[20] Ganslmeier P, Philipp A, Rupprecht L, et al. Percutaneous cannulation for extracorporeal life support[J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 59(2): 103-107. DOI: 10.1055/s-0030-1250635.

[21] 赵举. 心脏术后急性心功能不全 VA-ECMO 支持[J]. 中国临床新医学, 2021, 14(5): 432-436. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3806.2021.05.02.

[22] 方可, 笰欢欢, 孙瑞祥, 等. 体外循环手术停机困难转静脉-动脉体外膜肺氧合的建立配合与转运管理[J]. 中华危重病急救医学, 2024, 36(4): 415-421. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230829-00714.

[23] Lorusso R, Whitman G, Milojevic M, et al. 2020 EACTS/ELSO/STS/AATS expert consensus on post-cardiotomy extracorporeal life support in adult patients[J]. ASAIO J, 2021, 67(1): e1-e43. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001301.

[24] Baran C, Ozcinar E, Kayan A, et al. Vascular complications in patients with ECMO support after cardiac surgery[J]. J Clin Med, 2024, 13(17): 5055. DOI: 10.3390/jcm13175055.

[25] 李昆雨, 高国栋. 体外膜肺氧合插管相关感染的研究进展[J]. 中华危重病急救医学, 2024, 36(7): 778-781. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240120-00068.

[26] Jendoubi A, de Roux Q, Ribot S, et al. Optimising fluid therapy during venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: current evidence and future directions[J]. Ann Intensive Care, 2025, 15(1): 32. DOI: 10.1186/s13613-025-01458-8.

[27] Simons AP, Reesink KD, Lancé MD, et al. Reserve-driven flow control for extracorporeal life support: proof of principle[J]. Perfusion, 2010, 25(1): 25-29. DOI: 10.1177/0267659109360284.

[28] Chiu LC, Chuang LP, Lin SW, et al. Cumulative fluid balance during extracorporeal membrane oxygenation and mortality in patients with acute respiratory distress syndrome[J]. Membranes (Basel), 2021, 11(8): 567. DOI: 10.3390/membranes11080567.

[29] Besnier E, Boubèche S, Clavier T, et al. Early positive fluid balance is associated with mortality in patients treated with veno-arterial extra corporeal membrane oxygenation for cardiogenic shock: a retrospective cohort study[J]. Shock, 2020, 53(4): 426-433. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001381.

[30] 吴万庆, 陈天然, 傅聿铭, 等. 负压伤口疗法治疗腹部手术切口愈合不良的临床效果[J]. 河南医学研究, 2024, 33(7): 1216-1219. DOI: 10.3969/j.issn.1004-437X.2024.07.014.

[31] Schintler MV. Negative pressure therapy: theory and practice[J]. Diabetes Metab Res Rev, 2012, 28 Suppl 1: 72-77. DOI: 10.1002/dmrr.2243.

[32] Howe LM. Current concepts in negative pressure wound therapy[J]. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 2015, 45(3): 565-584. DOI: 10.1016/j.cvsm.2015.01.005.

[33] Huang T, Liu T, Shang M, et al. Clinical application of improved VSD and VSD in the treatment of SSI after abdominal surgery: a retrospective randomized clinical study[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(6): e32785. DOI: 10.1097/MD.00000000000032785.

(收稿日期: 2025-11-26)
(本文编辑: 孙茜)