

无抗凝静脉 - 静脉体外膜肺氧合在严重胸部创伤患者中的应用效果

靳捷 安婷婷 李成建 吴琼 马轶凡 丁慧慧 宋涛 徐兰娟

郑州大学附属郑州中心医院重症医学科, 河南郑州 450000

通信作者: 徐兰娟, Email: xulanjuan5177@163.com

【摘要】 目的 探讨无抗凝静脉 - 静脉体外膜肺氧合 (VV-ECMO) 在严重胸部创伤患者中的可行性和安全性。**方法** 采用回顾性队列研究方法, 将 2018 年 1 月至 2021 年 10 月郑州大学附属郑州中心医院采用延迟抗凝策略 VV-ECMO 的 19 例严重胸部创伤患者纳入延迟抗凝组, 将 2021 年 11 月至 2024 年 10 月采用无抗凝策略 VV-ECMO 的 20 例严重胸部创伤患者纳入无抗凝组。收集两组患者总体临床特征, 包括性别、年龄、创伤严重程度评分 (ISS)、急性生理学及慢性健康状况评分 II (APACHE II)、VV-ECMO 上机原因、使用血管活性药物、氧合指数 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) 以及从受伤到 VV-ECMO 上机间隔时间等资料。主要结果为出血性和血栓性并发症, 次要结果为 VV-ECMO 期间输血情况、VV-ECMO 上机时间、机械通气时间、重症监护病房 (ICU) 住院时间和 28 d 病死率。**结果** 无抗凝组与延迟抗凝组患者性别、年龄、ISS 评分、APACHE II 评分、VV-ECMO 的上机原因、血管活性药物使用、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、受伤到 VV-ECMO 上机间隔时间比较差异均无统计学意义。无抗凝组和延迟抗凝组总体出血性和血栓性并发症发生率比较差异亦均无统计学意义 [出血性并发症发生率: 15.0% (3/20) 比 31.6% (6/19), 血栓性并发症发生率: 15.0% (3/20) 比 5.3% (1/19), 均 $P > 0.05$]; 无抗凝组 VV-ECMO 期间 24 h 内 4 次或更多次红细胞悬液 (PRBC) 输注率明显低于延迟抗凝组 [5.0% (1/20) 比 31.6% (6/19), $P < 0.05$]。无抗凝组患者 VV-ECMO 期间 PRBC 和血小板的输注量、VV-ECMO 上机时间均较延迟抗凝组明显减少 [悬浮红细胞 (U): 5.8 ± 3.8 比 8.1 ± 3.1 , 血小板 (U): 1 (0, 1) 比 2 (1, 3), VV-ECMO 上机时间 (h): 71.55 ± 24.37 比 114.21 ± 34.08 , 均 $P < 0.05$]; 无抗凝组和延迟抗凝组 VV-ECMO 期间血浆和冷沉淀输注量、机械通气时间、ICU 住院时间、28 d 病死率比较差异均无统计学意义。**结论** 对于接受 VV-ECMO 的严重胸部创伤患者, 不进行常规全身抗凝治疗并不会导致血栓性并发症和更高的病死率, 且对 PRBC 和血小板输注量的需求更低。无抗凝 VV-ECMO 对于高出血风险的严重胸部创伤患者是安全可行的。

【关键词】 胸部创伤; 体外膜肺氧合; 抗凝; 并发症

基金项目: 河南省医学科技攻关计划联合共建项目 (LHGJ20230779); 河南省科技发展计划项目 (212102310673); 河南省郑州市医疗卫生领域科技创新指导计划项目 (2024YLZDJH251)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.01.013

Effect of anticoagulation-free veno-venous extracorporeal membrane oxygenation in patients with severe chest trauma

Jin Jie, An Tingting, Li Chengjian, Wu Qiong, Ma Yifan, Ding Huihui, Song Tao, Xu Lanjuan

Department of Critical Care Medicine, Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan, China

Corresponding author: Xu Lanjuan, Email: xulanjuan5177@163.com

【Abstract】 Objective To explore the feasibility and safety of non-anticoagulation veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (VV-ECMO) in patients with severe chest trauma. **Methods** A retrospective cohort study method was used. A total of 19 patients with severe chest trauma who received VV-ECMO with a delayed anticoagulation strategy at Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University from January 2018 to October 2021 were included in the delayed anticoagulation group, and 20 patients with severe chest trauma who received VV-ECMO with a non-anticoagulation strategy from November 2021 to October 2024 were included in the non-anticoagulation group. The overall clinical characteristics of the patients were statistically analyzed, including gender, age, injury severity score (ISS), acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II), reason for VV-ECMO, use of vasoactive drugs, oxygenation index ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), and interval from injury to VV-ECMO. The primary outcomes were hemorrhagic and thrombotic complications. The secondary outcomes were blood transfusion during VV-ECMO, VV-ECMO time, mechanical ventilation time, intensive care unit (ICU) length of stay, and 28-day mortality. **Results** There was no significant difference in gender, age, ISS score, APACHE II score, reason for VV-ECMO, use of vasoactive drugs, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, and interval from injury to VV-ECMO between the non-anticoagulation group and the delayed anticoagulation group. There was no significant difference in overall incidence of hemorrhagic and thrombotic between the two groups [incidence of hemorrhagic complications: 15.0% (3/20) vs. 31.6% (6/19), incidence of thrombotic: 15.0% (3/20) vs. 5.3%

(1/19), both $P > 0.05$]. The infusion rate of 4 or more packed red blood cell (PRBC) within 24 hours during VV-ECMO in the non-anticoagulation group was significantly lower than that in the delayed anticoagulation group [5.0% (1/20) vs. 31.6% (6/19), $P < 0.05$]. The amount of PRBC and platelet transfusion and the time on VV-ECMO in the non-anticoagulation group during VV-ECMO were significantly lower than those in the delayed anticoagulation group [PRBC (U): 5.8 ± 3.8 vs. 8.1 ± 3.1 , platelets (U): 1 (0, 1) vs. 2 (1, 3), time on VV-ECMO (hours): 71.55 ± 24.37 vs. 114.21 ± 34.08 , all $P < 0.05$]. There were no statistically significant differences in the amount of plasma and cryoprecipitate transfusion during VV-ECMO, mechanical ventilation time, ICU hospitalization time, and 28-day mortality between the two groups. **Conclusion** For patients with severe chest trauma receiving VV-ECMO withholding routine systemic anticoagulation did not result in thrombotic complications or higher mortality and required less PRBC and platelet transfusions. Non-anticoagulant VV-ECMO is safe and feasible for patients with severe chest trauma with high risk of bleeding.

【Key words】 Chest trauma; Extracorporeal membrane oxygenation; Anti coagulate; Complication

Fund program: Joint Construction Project of Henan Medical Science and Technology Research Plan (LHGJ20230779); Henan Provincial Science and Technology Research Plan Project (212102310673); Zhengzhou Scientific and Technological Innovation Guidance Project in Medical and Health Field (2024YLYZDJH251)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.01.013

创伤是青壮年人群的首要死因,其中高达 50% 的创伤患者合并有严重的胸部创伤^[1], 10%~25% 的胸部创伤患者可进展为呼吸衰竭甚至创伤性急性呼吸窘迫综合征 (acute respiratory distress syndrome, ARDS)^[2], 当标准的通气治疗无效时, 此类患者往往需要额外的心肺支持。静脉-静脉体外膜肺氧合 (veno-venous extracorporeal membrane oxygenation, VV-ECMO) 有助于维持气体交换, 有效替代受损的肺功能, 在一定条件下纠正外伤性“死亡三联征”, 为肺功能的恢复提供有利条件^[3]。然而在 ECMO 期间, 循环血液和回路之间的相互作用会造成促炎和血液处于高凝状态, 容易导致发生血栓事件^[4], 因此体外生命支持组织 (extracorporeal life support organization, ELSO) 建议在可能情况下对 ECMO 患者使用全身抗凝策略, 但对于创伤患者抗凝治疗更容易增加患者的出血风险, 一旦出现颅内出血、肺出血等严重出血事件, 病死率也会增加^[5]。近年来, 随着 ECMO 流程的改进, 包括肝素涂层回路、最小抗凝或延迟抗凝, 使 ECMO 在创伤中的使用更安全、更可行^[6]。然而 VV-ECMO 患者的抗凝策略是一个有争议的话题, ELSO 建议每个中心使用“对各自中心的患者最有效”的抗凝方案, 目前尚无明确的共识。从 2021 年 11 月开始, 本中心尝试停止对严重胸部创伤的 VV-ECMO 患者使用常规全身抗凝治疗, 除非有单独的抗凝适应证。为此, 本研究基于临床经验和数据, 回顾性分析 VV-ECMO 在严重胸部创伤中的应用, 探讨无抗凝 VV-ECMO 在严重胸部创伤治疗中的可行性和安全性, 从而为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象: 采用回顾性队列方法, 选择 2018 年

1 月至 2024 年 10 月郑州大学附属郑州中心医院 ICU 收治的严重胸部创伤患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准: ① 年龄 ≥ 18 岁; ② 根据《简明损伤定级标准-2005 版》^[7], 将简明损伤评分 (abbreviated injury scale, AIS) ≥ 3 分, 具有威胁生命或潜在威胁生命的胸部损伤定义为严重胸部创伤^[8]; ③ 住院期间接受 VV-ECMO。

1.1.2 排除标准: ① 使用 VV-ECMO 的原因为脓毒症等非胸部创伤并发症; ② 临床资料不完整。

1.1.3 伦理学: 本研究符合临床研究伦理学相关标准, 并经本院伦理委员会审批通过 (审批号: ZXYY2024194), 并豁免知情同意。

1.2 研究分组: 依据 VV-ECMO 抗凝策略的不同将 2018 年 1 月至 2021 年 10 月本院采用延迟抗凝策略实施 VV-ECMO 的 19 例严重胸部创伤患者纳入延迟抗凝组, 将 2021 年 11 月至 2024 年 10 月本院采用无抗凝策略实施 VV-ECMO 的 20 例严重胸部创伤患者纳入无抗凝组。

1.3 ECMO 系统与抗凝方法: 由重症医学部二线医师评估上机指征并完成 VV-ECMO 置管操作, 具体方法: 选择股静脉作为引血端, 颈内静脉作为回血端, 置管前采用超声检查评估患者的血管情况, 依据患者血管内径选取灌注和引流插管型号, 引流管路为抗凝涂层管路。经皮穿刺股静脉连接离心泵, 静脉管道将血液从患者的血管系统中分离出来, 经氧合器充分氧合并排除二氧化碳, 然后通过颈内静脉导管泵入体内, 完成体外血液循环。延迟抗凝组早期采用无抗凝运行 (一般 1~2 d), 随着患者确切止血、创伤性凝血病的纠正, 逐渐开始肝素抗凝。VV-ECMO 治疗期间持续泵入普通肝素, 每 6 h 监测 1 次活化凝血时间 (activated clotting time, ACT), 目

标范围维持在 160 ~ 200 s 或活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT) 50 ~ 70 s。无抗凝组全程未使用抗凝剂, 未常规量定 ACT 或 APTT。两组均根据血常规、凝血六项和血栓弹力图结果指导红细胞悬液 (packed red blood cell, PRBC)、血小板、血浆等血液制品以及纤维蛋白原输注。凝血因子等凝血底物的输注, 使血红蛋白 (hemoglobin, Hb) 水平维持在 9 ~ 11 g/L, 血小板计数 (platelet count, PLT) > 50 × 10⁹/L, 纤维蛋白 (fibrinogen, Fib) ≥ 1.5 g/L。

1.4 资料收集: ① 两组患者总体临床特征, 包括性别、年龄、创伤严重程度评分 (injury severity score, ISS)、胸部 AIS 评分、急性生理学与慢性健康状况评价 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、ECMO 上机原因、血管活性药物、氧合指数 (PaO₂/FiO₂) 及从受伤到 ECMO 上机间隔时间。② 主要结果为出血性和血栓性并发症: 出血性并发症的定义为需要干预的出血, 包括颅内出血、胃肠道出血和 24 h 内 4 次或更多次 PRBC 输注; 血栓并发症包括肢体血栓和氧合器栓塞, 只有在需要干预或改变抗凝策略的情况下, 循环血凝块和氧合器血栓才被列为血栓并发症, 所有其他血栓性并发症通过影像学得到证实, 即使不需要干预也包括在内。③ 次要结果包括 ECMO 期间输血 (包括 PRBC、血小板、血浆和冷沉淀)、ECMO 上机、ICU 机械通气时间、ICU 住院时间以及 28 d 病死率。

1.5 统计学方法: 使用 SPSS 26.0 统计软件对数据进行分析。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验; 不符合正态分布的计量资料以中位数 (四分位数)

[$M(Q_L, Q_U)$] 表示, 组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验; 计数资料以例 (频数、百分率) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 (表 1): 在本院 39 例接受 VV-ECMO 治疗的成年患者中, 无抗凝组 20 例, 延迟抗凝组 19 例。两组患者性别、年龄、ISS 评分、胸部 AIS、APACHE II 评分、VV-ECMO 的上机原因、使用血管活性药物、PaO₂/FiO₂、受伤到 VV-ECMO 上机间隔时间比较差异均无统计学意义 (均 P > 0.05), 说明两组资料均衡, 有可比性。

2.2 两组患者 VV-ECMO 相关并发症的比较 (表 2): 无抗凝组 VV-ECMO 期间出血并发症总体发生率与延迟抗凝组比较差异无统计学意义 (P > 0.05), 其中无抗凝组颅内出血和胃肠道出血发生率与延迟抗凝组比较差异均无统计学意义 (均 P > 0.05)。无抗凝组 24 h 内 4 次或更多次 PRBC 输注比例较延迟抗凝组明显降低 (P < 0.05)。无抗凝组患者 VV-ECMO 期间血栓总体并发症发生率与延迟抗凝组比较差异无统计学意义 (P > 0.05), 其中无抗凝组患者肌间静脉血栓和氧合器血栓发生率与延迟抗凝组比较差异均无统计学意义 (均 P > 0.05)。

2.3 两组患者结局的比较 (表 3): 无抗凝组患者 VV-ECMO 期间 PRBC 和血小板输注量均明显低于延迟抗凝组 (均 P < 0.05); 无抗凝组 VV-ECMO 期间血浆和冷沉淀的输注量与延迟抗凝组比较差异均无统计学意义 (均 P > 0.05)。无抗凝组 VV-ECMO 上机时间较延迟抗凝组明显缩短 (P < 0.05), 无抗

表 1 有无抗凝两组 VV-ECMO 严重胸部创伤患者基本资料比较

组别	例数		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	ISS 评分 [分, M(Q _L , Q _U)]	胸部 AIS [分, M(Q _L , Q _U)]	APACHE II 评分 [分, M(Q _L , Q _U)]	VV-ECMO 的上机原因 [例 (%)]			使用血管活性药物 [例 (%)]	PaO ₂ /FiO ₂ [mmHg, M(Q _L , Q _U)]	受伤到 VV-ECMO 上机间隔时间 [h, M(Q _L , Q _U)]	
	男性	女性					气管断裂合并失血性休克	严重肺挫伤合并出血	肺内大出血				
无抗凝组	20	13	7	39.1 ± 15.3	38 (36, 41)	4 (4, 5)	22.5 (21.3, 27.8)	1 (5.0)	18 (90.0)	1 (5.0)	18 (90.0)	72.1 (61.8, 78.5)	18.0 (13.5, 37.5)
延迟抗凝组	19	14	5	41.4 ± 17.7	41 (34, 42)	4 (4, 5)	22.0 (21.0, 28.0)	1 (5.3)	16 (84.2)	2 (10.5)	19 (100.0)	71.6 (66.1, 83.6)	15.0 (9.0, 47.0)
$\chi^2/t/Z$ 值	Fisher 检验		-0.429	-0.642	-0.450	-0.313		0.746		Fisher 检验	-0.562	-1.084	
P 值	0.731		0.670	0.521	0.653	0.754		0.798		0.487	0.574	0.279	

注: 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

表 2 有无抗凝两组严重胸部创伤患者 VV-ECMO 期间出血和血栓并发症的比较

组别	例数 (例)	VV-ECMO 期间出血并发症 [例 (%)]				VV-ECMO 期间血栓并发症 [例 (%)]		
		出血总数	颅内出血	胃肠道出血	24 h 内 4 次或更多次 PRBC 输注	血栓总数	肌间静脉血栓	氧合器血栓
无抗凝组	20	3 (15.0)	0 (0.0)	2 (10.0)	1 (5.0)	3 (15.0)	3 (15.0)	0 (0.0)
延迟抗凝组	19	6 (31.6)	1 (5.3)	3 (15.8)	6 (31.6)	1 (5.3)	1 (5.3)	1 (5.3)
检验值		Fisher 检验	Fisher 检验	Fisher 检验	Fisher 检验	Fisher 检验	Fisher 检验	Fisher 检验
P 值		0.273	0.487	0.661	0.044	0.605	0.605	0.487

表 3 有无抗凝两组严重胸部创伤 VV-ECMO 患者临床结果比较

组别	例数 (例)	VV-ECMO 期间输血				VV-ECMO 上机 时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	机械通气时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	ICU 住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	28 d 病死率 [%(例)]
		PRBC (U, $\bar{x} \pm s$)	血小板 [U, $M(Q_L, Q_U)$]	血浆 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	冷沉淀 [U, $M(Q_L, Q_U)$]				
无抗凝组	20	5.8 ± 3.8	1 (0, 1)	400 (400, 1 000)	0 (0, 10)	71.55 ± 24.37	115.0 ± 61.3	10.3 ± 4.3	20.0 (4)
延迟抗凝组	19	8.1 ± 3.1	2 (1, 3)	400 (200, 1 000)	0 (0, 10)	114.21 ± 34.08	140.9 ± 58.5	13.7 ± 6.3	31.6 (6)
t / Z 值		-2.043	-2.663	-0.492	-0.528	-4.515	-1.349	-1.988	Fisher 检验
P 值		0.048	0.008	0.623	0.597	0.000	0.186	0.054	0.480

凝组患者机械通气时间和 ICU 住院时间、28 d 病死率与延迟抗凝组比较差异亦均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。

3 讨论

严重胸部创伤常伴有肋骨骨折、肺实质撕裂、大血管损伤甚至气管断裂等情况,出血风险高,病死率可占创伤后病死率的 25% ~ 50%^[9]。VV-ECMO 在严重创伤救治中扮演着越来越重要的角色,然而,如何制定 ECMO 中的抗凝策略是目前最大的挑战。ELSO 建议,在可能情况下 ECMO 患者应给予全身抗凝策略,但对于在严重胸部创伤等有高出血风险的患者中如何减少或停止抗凝给药,目前尚无一致的意见。本研究回顾性分析无抗凝和延迟抗凝策略 VV-ECMO 在严重胸部创伤合并出血风险较高患者中的运行指标,初步探索在此类患者中无抗凝 VV-ECMO 方案的可行性和安全性。

本研究中患者均为多发伤合并严重胸部创伤,总的来说预后较差,尤其是伴有严重 ARDS 和出血性休克时。尽管 VV-ECMO 已被证明可改善严重 ARDS 患者的预后,但目前应用于严重胸部创伤患者的治疗仍不多见,最大的担忧仍是 VV-ECMO 可能会引起严重出血的风险,尤其是伴有凝血障碍、创伤性脑损伤及创伤导致的延迟性器官损伤患者。因此,现通过回顾性分析本院自 2018 年将 VV-ECMO 应用于严重胸部创伤患者的临床资料,主要上机指征为严重肺挫伤合并 ARDS、气管断裂合并失血性休克和无法控制的肺内出血,通过动态监测患者凝血指标,经多学科会诊考虑患者出血控制及凝血功能障碍纠正后采用延迟抗凝策略。随着近年来循环回路生物材料技术的进步,ECMO 循环本身的抗凝强度要求也在降低,也陆续有多篇文献报告了在 ECMO 运行期间减少抗凝剂量,甚至不抗凝也并未增加出血和血栓并发症发生的风险^[6, 10]。因此,从 2021 年 11 月开始,只要 VV-ECMO 流量保持在 1.5 ~ 3.0 L/min 的速度,就足够在回路中进行完全血液交换水平,本院尝试对严重胸部创伤行

VV-ECMO 合并出血和抗凝相对禁忌的患者常规使用无抗凝策略,对出血风险低或治疗过程中转化成高凝状态者进行延迟抗凝。

到目前为止,ECMO 期间因抗凝导致的出血一直是创伤患者使用 ECMO 的主要并发症。研究显示,ECMO 期间的出血率高达 29%,其中有 10% 的大出血风险^[11]和 4% ~ 10% 的颅内出血风险^[12],极大增加了临床不良结局的发生。根据国际血栓和止血学会(International Society on Thrombosis and Haemostasis, ISTH)标准,出血严重程度无明确的定义,本研究的出血并发症主要包括需要干预的颅内出血、消化道出血和 24 h 内 4 次或更多次 PRBC 输注,其他研究报告的严重胸腹腔出血、心包出血及插管部位的出血等在本中心并未观察到,且无抗凝组与延迟抗凝组总体出血并发症发生差异无统计学意义,除了创伤应激状态或大手术后期,体外循环和泵本身损害了多种先天的主要和次要止血机制,可能均与胃肠道和颅内出血并发症的高风险相关。本研究中延迟抗凝组需要 24 h 内 4 次或更多次 PRBC 输注,PRBC 及血小板的输注量也较无抗凝组较多,一方面考虑本中心有 3 例患者同时存在胃肠道出血继而造成 24 h 内 4 次或以上的 PRBC 输注;另一方面考虑到创伤后造成多部位的损伤,虽然没有大出血的发生,但仍可能有微小血管的损伤和渗血;或者临床上医生倾向于输注更多的血液制品来降低出血风险,保证抗凝期间的安全性。本研究无抗凝组与延迟抗凝组总体血栓并发症发生比较差异无统计学意义,这与国外一些 ECMO 中心所采用的低抗凝强度甚至不常规抗凝的结果一致^[13-14]。出现这一现象的原因考虑严重创伤可能存在诱发创伤性凝血病及在危重状态下有一定程度固有“自身抗凝”的情况,因此即使没有额外的抗凝治疗也不增加血栓并发症的概率。Son 等^[15]研究表明,通过在 ECMO 循环血流支持下将 ACT 维持在约 160 s,并使用肝素涂层聚甲基戊烯氧合器,可在相对较长的时间内(28 d)维持而无并发症。在本中心无抗

凝、高流量 VV-ECMO 支持期间,并未观察到肺内血栓、心内血栓、颅内出血以及导管中血栓的发生,但观察到无抗凝组下肢深静脉(均是肌间静脉血栓)的发生率较高,考虑可能与患者的创伤部位不同有关。同时观察到延迟抗凝组有 1 例氧合器表面血栓形成,考虑可能与氧合器中血液的涡流状态有关。值得注意的是,本中心通过个体化评估患者的出凝血状况,对于出血风险低或治疗过程中转化成高凝状态者进行延迟抗凝可能会造成本中心统计的血栓事件发生率降低。另外有研究表明,ECMO 患者可能发生一定程度的微栓塞事件^[16]。虽然这种潜在微栓塞负担的临床意义尚未确定,但不能排除缺乏抗凝治疗可能增加亚临床血栓事件的可能性。

创伤性 ARDS 有其特殊的临床特点,有研究显示,创伤性 ARDS 的生存率要高于其他 ARDS 患者(65% 比 26%),但其住院时间会比后者长^[17]。Robba 等^[18] 报告了 31 例严重创伤性 ARDS 患者行 ECMO 治疗的效果,结果显示,其生存率高达 85%。本研究显示,使用 VV-ECMO 的严重胸部创伤患者 28 d 生存率高达 80.0%,但两组机械通气时间、ICU 住院时间及 28 d 病死率比较差异均无统计学意义,而无抗凝组整体 VV-ECMO 上机时间较延迟抗凝组明显缩短,考虑可能因为长时间使用 VV-ECMO 增加了抗凝剂的应用。

综上所述,本研究针对 VV-ECMO 辅助支持的严重胸部创伤患者不进行常规全身抗凝治疗并未观察到更多血栓性并发症的发生和更高的病死率,且对 PRBC 和血小板输血的需求更低。临床上应对每例患者进行充分的评估,创伤越严重的患者越要充分重视出血并发症的发生。本研究无抗凝组 VV-ECMO 的使用给临床上治疗严重胸部创伤患者提供了一种可行的方案,但随着时间的延长,创伤患者的高凝风险也是客观存在的,有时仍需要 ECMO 治疗剂量抗凝剂的使用,对于哪些患者应给予全身抗凝目前尚无共识,临床上应个体化选择抗凝治疗方案。同时,本研究也存在一定的局限性,由于本研究对象为实施 VV-ECMO 严重胸部创伤的患者,样本量较少,血栓及出血事件发生率较低,可能不能真实反映出无抗凝 VV-ECMO 在血栓上的风险情况,且回顾性研究可能会导致研究结果存在混杂因素和偏倚。但本研究已经纳入本院近 7 年的数据,期待未来针对 ECMO 辅助支持严重胸部创伤患者的抗凝治疗后续可以开展大规模、多中心的高质量临床

研究,为临床治疗决策提供依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Lundin A, Akram SK, Berg L, et al. Thoracic injuries in trauma patients: epidemiology and its influence on mortality [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2022, 30 (1): 69. DOI: 10.1186/s13049-022-01058-6.
- [2] Fawley JA, Tignanelli CJ, Werner NL, et al. American association for the surgery of trauma/American college of surgeons committee on trauma clinical protocol for management of acute respiratory distress syndrome and severe hypoxemia [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2023, 95 (4): 592-602. DOI: 10.1097/TA.0000000000004046.
- [3] 宋志明, 窦燕, 陈松林, 等. 体外膜氧合在严重胸部创伤中的应用 [J]. *中国体外循环杂志*, 2020, 18 (3): 188-192. DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2020.03.16.
- [4] Sy E, Sklar MC, Lequier L, et al. Anticoagulation practices and the prevalence of major bleeding, thromboembolic events, and mortality in venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Crit Care*, 2017, 39: 87-96. DOI: 10.1016/j.jcrc.2017.02.014.
- [5] McMichael ABV, Ryerson LM, Ratano D, et al. 2021 ELSO adult and pediatric anticoagulation guidelines [J]. *ASAIO J*, 2022, 68 (3): 303-310. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001652.
- [6] Yuan YS, Lin XH, Suo ZJ, et al. Anticoagulation-free extracorporeal membrane oxygenation in severe bronchial and lung trauma [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37 (7): 1250-1254. DOI: 10.1053/j.jvca.2023.02.018.
- [7] 美国机动车医学促进会. 简明损伤定级标准-2005 版 [M]. 重庆市急救医疗中心, 译. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- [8] 创伤急救中华医学会创伤学分会交通伤与创伤数据库学组. 严重胸部创伤救治规范 [J]. *中华创伤杂志*, 2013, 29 (5): 385-390. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2013.05.001.
- [9] Fokkema AT, Johannesdottir BK, Wendt K, et al. Comorbidities, injury severity and complications predict mortality in thoracic trauma [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2023, 49 (2): 1131-1143. DOI: 10.1007/s00068-022-02177-6.
- [10] Zhang YC, Zhang L, Huang XH, et al. ECMO in adult patients with severe trauma: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Med Res*, 2023, 28 (1): 412. DOI: 10.1186/s40001-023-01390-2.
- [11] Vaquer S, de Haro C, Peruga P, et al. Systematic review and meta-analysis of complications and mortality of veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for refractory acute respiratory distress syndrome [J]. *Ann Intensive Care*, 2017, 7 (1): 51. DOI: 10.1186/s13613-017-0275-4.
- [12] Cavayas YA, Del Sorbo L, Fan E. Intracranial hemorrhage in adults on ECMO [J]. *Perfusion*, 2018, 33 (1_suppl): 42-50. DOI: 10.1177/0267659118766435.
- [13] Lv XC, Deng MJ, Wang L, et al. Low vs standardized dose anticoagulation regimens for extracorporeal membrane oxygenation: a meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2021, 16 (4): e0249854. DOI: 10.1371/journal.pone.0249854.
- [14] Wood KL, Ayers B, Gosev I, et al. Venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation without routine systemic anticoagulation decreases adverse events [J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 109 (5): 1458-1466. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.08.040.
- [15] Son BS, Cho WH, Kim CW, et al. Conservative extracorporeal membrane oxygenation treatment in a tracheal injury: a case report [J]. *J Cardiothorac Surg*, 2015, 10: 48. DOI: 10.1186/s13019-015-0252-7.
- [16] Nunez JI, Gosling AF, O'Gara B, et al. Bleeding and thrombotic events in adults supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation: an ELSO registry analysis [J]. *Intensive Care Med*, 2022, 48 (2): 213-224. DOI: 10.1007/s00134-021-06593-x.
- [17] Zonies D, Merkel M. Advanced extracorporeal therapy in trauma [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2016, 22 (6): 578-583. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000366.
- [18] Robba C, Ortu A, Bilotta F, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory distress syndrome in trauma patients: a case series and systematic literature review [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2017, 82 (1): 165-173. DOI: 10.1097/TA.0000000000001276.

(收稿日期: 2024-10-24)

(责任编辑: 邸美仙)